BSPM 98009-00-1191-2

# 江口港 數値模型實驗

# 報　　告　　書

1999. 9

海 洋 水 產 部

장서
1999. 10. 4.
50693

# 提 出 文

海洋水産部 長官 貴下

1998年 5月 6日字로 貴部와 契約締結한 "江口港 數値模型 實驗" 用役을 課業指施書에 依據 完了하고 그 成果 報告書를 作成, 提出합니다.

1999年 9月

韓國海洋研究所

所 長 韓 相 俊

# 目　　次

그림 目次 ..... v

表 目次 ..... xi

第 1 章 緒 論 ..... 1
1.1. 課業의 目的 ..... 1
1.2. 對象地域 ..... 1
1.3. 課業의 範圍 ..... 3
1.4. 自然條件 ..... 3
1.5. 要約 ..... 4

第 2 章 基礎資料 調査 ..... 7
2.1. 波浪 ..... 8
2.2. 潮汐 ..... 9
2.3. 水深 ..... 10
2.4. 海岸線 ..... 14
2.5. 構造物 築造 및 現場踏査 ..... 17
2.6. 漂砂 供給源 ..... 21
가. 供給源 ..... 21
나. 損失源 ..... 23
나. 河川 ..... 29
2.7. 底質分析 및 沿岸流 測定 ..... 34
2.8. 結論 ..... 39

第 3 章 海岸變形 過程 ..... 41
3.1. 概要 ..... 41
3.2. 移動 限界水深 ..... 46
3.3. 우리 나라 港灣의 海岸變形 ..... 50
가. 墨浦港 ..... 52
나. 竹邊港 ..... 59

다. 沙銅港 ..... 65
라. 烏山港 ..... 72
마. 鳳浦港 ..... 78
바. 水山港 ..... 80
사. 沙川津港 ..... 85
3.4. 日本港灣의 海岸變形 ..... 93
가. 니이가타(新潟)東港 ..... 93
나. 초시(銚子)漁港 ..... 97
다. 이오까(飯岡)漁港 ..... 98
라. 가타가이(片貝)漁港 ..... 99
3.5. 漂砂上流側 防波堤 先端附近의 堆積 ..... 103
가. 漂砂上流側 防波堤 先端 港入口部의 砂州 形成 條件 ..... 104
나. 防波堤와 海岸線이 서의 平行한 경우 ..... 110
3.6. 課業 對象港의 海岸變形 및 最大侵蝕 區域 ..... 112

第 4 章 數値模型 ..... 115
4.1. 概要 ..... 115
4.2. 深海波浪 推算 ..... 116
가. 海上風 推算 ..... 116
나. 深海波浪 推算 ..... 117
다. 深海 入力波浪 諸元 ..... 121
4.3. 波浪 數値模型 ..... 122
4.4. 沿岸流 模型 ..... 124
4.5. 堆積物移動 模型 ..... 126
4.6. 數値模型의 適用 ..... 128

第 5 章 構造物 配置計劃 樹立 ..... 153
5.1. 防波堤 先端水深 決定 ..... 153
5.2. 港開口幅 決定 ..... 154
5.3. 淺海波浪 推算 ..... 159
5.4. 構造物 配置案 ..... 160
5.5. 平面配置計劃 決定 ..... 196
5.6. 漁港施設 所要規模 檢討 ..... 207

가. 接岸施設 및 水域施設 規模決定 ..... 211
나. 機能施設 規模決定 ..... 213
5.7. 最大侵蝕 區域, 施工順序 및 港界線 檢討 ..... 224

第 6 章 結 論 ..... 229
1. 現況 分析 ..... 229
2. 問題點 導出 ..... 231
3. 對策方案 樹立 ..... 231
4. 綜合評價 ..... 232

參考文獻 ..... 235

附錄 ..... 241

# 그 림 目 次


그림 1.1 江口港 位置圖 ..... 2
그림 1.2 颱風 사라호('59年 9月)에 의한 江口 市街地의 浸水 ..... 4
그림 1.3 江口港 平面圖 ..... 6
그림 2.1 江口港 潮位圖 ..... 10
그림 2.2 江口港 水深圖('98年 7月) ..... 12
그림 2.3 江口港 水深圖('99年 3月) ..... 13
그림 2.4 江口港 海岸線 變化('80年, '91年, '99年) ..... 16
그림 2.5 江口港 防波堤 竣工碑(昭和 11年) ..... 19
그림 2.6 江口港 '82年과 '83年 浚渫區域 ..... 25
그림 2.7 江口港 '86年과 '89年 浚渫區域 ..... 26
그림 2.8 江口港 '91年과 '95年 浚渫區域 ..... 27
그림 2.9 江口港 '95年과 '98年 浚渫區域 ..... 28
그림 2.10 江口港 河川 位置 및 流域 面積圖 ..... 29
그림 2.11 流砂量 및 流量 測定地點 ..... 30
그림 2.12 五十川 河口 첫째 보에서의 流量測定 ..... 31
그림 2.13 流砂量 測定光景(盈德大橋 上流) ..... 33
그림 2.14 江口港 堆積物 標品 採取 位置圖 ..... 35
그림 2.15 沿岸流 觀測地點 ..... 37
그림 2.16 沿岸流 觀測結果 ..... 38
그림 3.1 海濱의 定義 및 漂砂移動 模式圖 ..... 42
그림 3.2 海濱斷面 模式圖 ..... 43
그림 3.3 海濱侵蝕과 復舊過程 模式圖 ..... 44
그림 3.4 移動限界水深圖 (佐藤・田中) ..... 48
그림 3.5 沙銅港 水深 比較圖('95年 4月, '99年 5月) ..... 51
그림 3.6 厚浦港 港入口 周邊의 沿岸砂洲 變化 ..... 53
그림 3.7 厚浦港 既存計劃 配置案(厚浦港 埋沒防止對策 檢討 報告書, 1982) ..... 55
그림 3.8 厚浦港 配置計劃 1案(厚浦港 埋沒防止對策 檢討 報告書, 1982) ..... 56
그림 3.9 厚浦港 配置計劃 2案(厚浦港 埋沒防止對策 檢討 報告書, 1982) ..... 57
그림 3.10 厚浦港 水深圖(1991) ..... 58
그림 3.11 竹辺港 水深圖(1981) ..... 60
그림 3.12 竹辺港 水深圖(1992) ..... 61

그림 3.13 竹辺港 港埋沒低減 外廓施設 ..... 64
그림 3.14 沙銅港 基本調査(1986)의 採擇案(配置計劃 1案) ..... 66
그림 3.15 沙銅港 數値模型實驗(1981)의 結果 配置案 ..... 67
그림 3.16 沙銅港 全景(1992) ..... 68
그림 3.17 沙銅港 水深 比較圖('86年 8月, '95年 4月) ..... 70
그림 3.18 沙銅港 水深 比較圖('90年 10月, '95年 4月) ..... 71
그림 3.19 烏山港 港內埋沒 進行過程('92年 12月 ~ '94年 4月) ..... 73
그림 3.20 烏山港 港內堆積으로 인한 海岸形成('96年 3月) ..... 75
그림 3.21 烏山港 防波堤 內側 水深 比較圖('95年 9月, '96年 1月, '96年 3月) ..... 76
그림 3.22 烏山港 埋沒低減 外廓施設 計劃 ..... 77
그림 3.23 鳳浦港 航空寫眞('79年, '91年) 分析 및 實測('96年) 海岸線資料 ..... 79
그림 3.24 水山港 物揚場 前面堆積('96年 4月) ..... 80
그림 3.25 水山港 水深圖('96年 5月, '96年 10月) ..... 82
그림 3.26 水山港 埋沒進行 過程 ..... 83
그림 3.27 水山港 埋沒低減 外廓施設 ..... 84
그림 3.28 沙川津港 航空寫眞('72年, '79年, '86年) 分析 海岸線資料 ..... 87
그림 3.29 沙川津港 航空寫眞('79年) 分析 및 實測('82年, '87年) 海岸線資料 ..... 88
그림 3.30 沙川津港 航空寫眞('90年) 分析 및 實測('87年, '95年 10月)
海岸線資料 ..... 89
그림 3.31 沙川津港 構造物 設置에 따른 海岸線 變化
比較図('79年, '86年, 87年) ..... 90
그림 3.32 沙川津港 港入口 埋沒 進行過程('93年 6月 ~ 10月) ..... 91
그림 3.33 沙川津港 埋沒低減 外廓施設 配置案 ..... 92
그림 3.34 日本 니이가다(新潟)東港 全景 ..... 94
그림 3.35 日本 가시마(鹿島)港 全景 ..... 94
그림 3.36 니이가다港 平面 配置案 ..... 95
그림 3.37 니이가다港 水深圖(1976) ..... 95
그림 3.38 沿岸漂砂防止를 위한 外廓施設 配置 槪念圖 ..... 96
그림 3.39 조시(銚子)漁港 全景(1995) ..... 97
그림 3.40 이오까(飯岡)漁港 全景(1982) ..... 98
그림 3.40 계속(이오까港 全景, 1995) ..... 99
그림 3.41 카타기이(片貝)漁港 全景(1968) ..... 100
그림 3.41 계속(카타가이漁港 全景, 1979) ..... 100

그림 3.42 카타가이漁港 全景(1985) ..... 102
그림 3.42 계속(카타가이漁港 全景, 1987) ..... 102
그림 3.42 계속(카타가이漁港 全景, 1995) ..... 103
그림 3.43 漂砂上流側 防波堤 先端의 港口部에 砂州 形成 事例 ..... 104
그림 3.44 伊良湖港의 全景 및 埋沒進行過程 ..... 105
그림 3.45 大洗港 埋沒進行過程 ..... 106
그림 3.46 大洗港 全景(1990) 및 外廓施設 設置에 따른 水深變化圖 ..... 107
그림 3.47 미국 Santa Barbara港 全景(1937) 및 埋沒進行過程 ..... 108
그림 3.48 미국 Santa Barbara港 平面配置案(1965) ..... 109
그림 3.49 漂砂下流側 人爲的 運送方式(sand bypass system) ..... 110
그림 3.50 Chendering 漁港(1995, Malaysia) ..... 111
그림 3.51 나아라이港(日本) ..... 111
그림 3.52 江口港 最大侵蝕 區域('98年) ..... 114
그림 4.1 江口港 隣近 海域 水深圖 ..... 129
그림 4.2 江口港 附近 沿岸流 및 堆積率 分布 詳細圖
(既 設置, ENE, 1.5m, 平常時) ..... 132
그림 4.3 江口港 附近 沿岸流 및 堆積率 分布 詳細圖
(既 設置, E, 1.5m, 平常時) ..... 133
그림 4.4 江口港 附近 沿岸流 및 堆積率 分布 詳細圖
(既 設置, ESE, 1.5m, 平常時) ..... 134
그림 4.5 江口港 附近 沿岸流 및 堆積率 分布 詳細圖
(既 設置, SE, 1.5m, 平常時) ..... 135
그림 4.6 江口港 附近 沿岸流 및 堆積率 分布 詳細圖
(既 設置, SSE, 1.5m, 平常時) ..... 136
그림 4.7 江口港 附近 沿岸流 및 堆積率 分布 詳細圖
(既 設置, ENE, 2.5m, 平常時) ..... 137
그림 4.8 江口港 附近 沿岸流 및 堆積率 分布 詳細圖
(既 設置, E, 2.5m, 平常時) ..... 138
그림 4.9 江口港 附近 沿岸流 및 堆積率 分布 詳細圖
(既 設置, ESE, 2.5m, 平常時) ..... 139
그림 4.10 江口港 附近 沿岸流 및 堆積率 分布 詳細圖
(既 設置, SE, 2.5m, 平常時) ..... 140

그림 4.11 江口港 附近 沿岸流 및 堆積率 分布 詳細圖
(既 設置, SSE, 2.5m, 平常時) ..... 141
그림 4.12 江口港 附近 沿岸流 및 堆積率 分布 詳細圖
(既 設置, ENE, 3.5m, 平常時) ..... 142
그림 4.13 江口港 附近 沿岸流 및 堆積率 分布 詳細圖
(既 設置, E, 3.5m, 平常時) ..... 143
그림 4.14 江口港 附近 沿岸流 및 堆積率 分布 詳細圖
(既 設置, ESE, 3.5m, 平常時) ..... 144
그림 4.15 江口港 附近 沿岸流 및 堆積率 分布 詳細圖
(既 設置, SE, 3.5m, 平常時) ..... 145
그림 4.16 江口港 附近 沿岸流 및 堆積率 分布 詳細圖
(既 設置, SSE, 3.5m, 平常時) ..... 146
그림 4.17 江口港 附近 沿岸流 및 堆積率 分布 詳細圖
(既 設置, ESE, 2.5m, 洪水時) ..... 147
그림 4.18 江口港 附近 沿岸流 및 堆積率 分布 詳細圖
(既 設置, SE, 2.5m, 洪水時) ..... 148
그림 4.19 江口港 附近 沿岸流 및 堆積率 分布 詳細圖
(既 設置, SSE, 2.5m, 洪水時) ..... 149
그림 4.20 江口港 附近 沿岸流 및 堆積率 分布 詳細圖
(既 設置, ESE, 3.5m, 洪水時) ..... 150
그림 4.21 江口港 附近 沿岸流 및 堆積率 分布 詳細圖
(既 設置, SE, 3.5m, 洪水時) ..... 151
그림 4.22 江口港 附近 沿岸流 및 堆積率 分布 詳細圖
(既 設置, SSE, 3.5m, 洪水時) ..... 152
그림 5.1 第 1案 開口幅 詳細圖 ..... 155
그림 5.2 第 8案 開口幅 詳細圖 ..... 156
그림 5.3 第 11案 開口幅 詳細圖 ..... 157
그림 5.4 第 12案 開口幅 詳細圖 ..... 158
그림 5.5 江口港 平面配置案 比較圖 (1案, 2案, 3案, 4案) ..... 163
그림 5.5 계속 (5案, 6案, 7案, 8案) ..... 164
그림 5.5 계속 (9案, 10案, 11案, 12案) ..... 165
그림 5.6 江口港 附近 沿岸流 分布 詳細圖 (1案, 2案, 3案, 4案) ..... 166
그림 5.6 계속 (5案, 6案, 7案, 8案) ..... 167

그림 5.6 계속 (9案, 10案, 11案, 12案) ..... 168
그림 5.7 江口港 附近 堆積率 分布 詳細圖 (1案, 2案, 3案, 4案) ..... 169
그림 5.7 계속 (5案, 6案, 7案, 8案) ..... 170
그림 5.7 계속 (9案, 10案, 11案, 12案) ..... 171
그림 5.8 第 1案 區間別 構造物 길이 ..... 174
그림 5.9 第 1案 區間別 波高圖 ..... 175
그림 5.10 第 1案 回折圖 ..... 176
그림 5.11 第 8案 區間別 構造物 길이 ..... 177
그림 5.12 第 8案 區間別 波高圖 ..... 178
그림 5.13 第 8案 回折圖 ..... 179
그림 5.14 第 11案 區間別 構造物 길이 ..... 180
그림 5.15 第 11案 區間別 波高圖 ..... 181
그림 5.16 第 11案 回折圖 ..... 182
그림 5.17 第 12案 區間別 構造物 길이 ..... 183
그림 5.18 第 12案 區間別 波高圖 ..... 184
그림 5.19 第 12案 回折圖 ..... 185
그림 5.20 江口港 ENE 淺海波 波高分布圖(第 12案) ..... 186
그림 5.21 江口港 ENE 淺海波 波向·波高圖(第 12案) ..... 187
그림 5.22 江口港 SE 淺海波 波高分布圖(第 12案) ..... 188
그림 5.23 江口港 SE 淺海波 波向·波高圖(第 12案) ..... 189
그림 5.24 ENE, 2.5m 平常時 波浪의 沿岸流分布 詳細圖
(1案, 8案, 11案, 12案) ..... 190
그림 5.25 ENE, 2.5m 平常時 波浪의 堆積率分布 詳細圖
(1案, 8案, 11案, 12案) ..... 191
그림 5.26 SE, 2.5m 平常時 波浪의 沿岸流分布 詳細圖
(1案, 8案, 11案, 12案) ..... 192
그림 5.27 SE, 2.5m 平常時 波浪의 堆積率分布 詳細圖
(1案, 8案, 11案, 12案) ..... 193
그림 5.28 SE, 2.5m 洪水時 波浪의 沿岸流分布 詳細圖
(1案, 8案, 11案, 12案) ..... 194
그림 5.29 SE, 2.5m 洪水時 波浪의 堆積率分布 詳細圖
(1案, 8案, 11案, 12案) ..... 195
그림 5.30 江口港 北防波堤 建議案 頭部 斷面圖(N0) ..... 199

그림 5.31 江口港 北防波堤 建議案 堤幹部 斷面圖(N1) ..... 200
그림 5.32 江口港 南防波堤 建議案 頭部 斷面圖(S0) ..... 201
그림 5.33 江口港 南防波堤 建議案 堤幹部 斷面圖(S1) ..... 202
그림 5.34 江口港 南防波堤 建議案 堤幹部 斷面圖(S2) ..... 203
그림 5.35 江口港 南防波堤 建議案 堤幹部 斷面圖(S3) ..... 204
그림 5.36 江口港 建議案 構造物 座標 ..... 206
그림 5.37 江口港 建議案의 豫想 最大侵蝕 區域 ..... 225
그림 5.38 江口港 港界線 位置圖 ..... 227

# 表 目 次


表 1.1 隣接港의 海上距離 ..... 1
表 2.1 基礎資料 項目 ..... 7
表 2.2 厚浦 海上에서 觀測된 平均 有義波 ..... 8
表 2.3 江口港 主要 4個分潮의 調和常數 ..... 9
表 2.4 江口港 非調和常數 ..... 9
表 2.5 江口港 航空寫眞 一覽表 ..... 15
表 2.6 江口港 防波堤 工事現況('76年 ~ '97年) ..... 17
表 2.7 江口港 防波堤 延長工事 現況('88年 ~ '93年) ..... 18
表 2.8 江口港 海岸侵蝕 防止護岸 築造現況('93年 ~ '95年) ..... 18
表 2.9 江口港 物揚場 工事現況('85年 ~ '97年) ..... 19
表 2.10 漂砂의 供給과 損失源 ..... 21
表 2.11 江口港 浚渫現況 ..... 24
表 2.12 盈德 月平均 降雨量('81年 ~ '97年) ..... 30
表 2.13 五十川 流量觀測 結果 ..... 31
表 2.14 東海岸 漁港의 流域面積 및 流量資料 ..... 32
表 2.15 流砂量 測定(건조중량, g) ..... 33
表 2.16 江口港 底質 粒度分析 結果 ..... 36
表 2.17 江口港 底質標品 粒度階級別 粒徑(㎜) ..... 36
表 2.18 江口港 浮遊砂 分析 結果(SS, 1999年 3月) ..... 37
表 3.1 竹辺港 年度別 港內 浚渫量 ..... 62
表 3.2 沙銅港 外廓施設 年度別 建設現況 ..... 65
表 4.1 江口港 年月別 有義波高 및 週期의 平均 ..... 118
表 4.2 江口港 月別 有義波高 階級別 發生確率 ..... 119
表 4.3 江口港 有義波高 및 週期 階級別 發生頻度 ..... 119
表 4.4 江口港 月別 波向別 發生確率 ..... 120
表 4.5 江口港 有義波高 및 波向別 發生頻度 ..... 120
表 4.6 江口港 數値模型을 위한 代表波高 및 波向 頻度數('79年 ~ '96年) ..... 122
表 4.7 江口港 數値模型實驗 對象 波浪諸元 ..... 122
表 5.1 江口港 防波堤 計劃區間의 完全移動 限界水深 ..... 154
表 5.2 案別 開口幅 ..... 154
表 5.3 深海波浪 諸元 ..... 159

表 5.4 設計波 推算 檢討基準 ..... 160
表 5.5 江口港 平面計劃 案別 比較表 ..... 197
表 5.6 江口港 案別 外廓施設 斷面 諸元表 ..... 198
表 5.7 江口港 構造物의 種類 및 座標(第 12案) ..... 205
表 5.8 漁船의 年度別 隻數(全國, 沿近海) ..... 207
表 5.8 계속(慶尙北道, 盈德郡) ..... 208
表 5.8 계속(江口港) ..... 209
表 5.9 톤급별 漁船隻數 推定結果 ..... 210
表 5.10 漁獲量 推定結果 ..... 210
表 5.11 漁船의 船型 및 諸元 ..... 211
表 5.12 目標年度別 接岸施設 所要規模 檢討 結果 ..... 212
表 5.13 漁船用 泊地 所要規模 ..... 212
表 5.14 水域施設 所要規模 ..... 213
表 5.15 目標年度別 委販場 所要規模 ..... 215
表 5.16 氷衍式 製氷施設의 能力과 建物面積 ..... 216
表 5.17 目標年度別 製氷·貯氷施設 所要規模 ..... 216
表 5.18 目標年度別 冷凍·冷藏施設 所要規模 ..... 217
表 5.19 目標年度別 給油施設 所要規模 ..... 218
表 5.20 目標年度別 給水施設 所要規模 ..... 218
表 5.21 目標年度別 野積場 施設 所要規模 ..... 220
表 5.22 目標年度別 漁具手理場 所要規模 ..... 220
表 5.23 目標年度別 水産倉庫 施設 所要規模 ..... 221
表 5.24 目標年度別 漁民福祉施設 所要規模 ..... 221
表 5.25 目標年度別 駐車場 所要規模 ..... 222
表 5.26 機能施設 用地의 算定 結果 ..... 222
表 5.27 江口港 段階別 竝行 施工順序 ..... 224

# 第 1 章　緖 論

## 1.1. 課業의 目的

本 港은 海底底質이 대부분 모래로 構成되어 있어 波浪에 의한 沿岸流의 影響으로 港內埋沒, 海岸線 侵蝕, 外廓施設 計劃區間의 地盤洗掘 現狀 등이 發生하고 있어 土砂移動에 대한 定量的인 豫測에 의한 外廓施設의 配置計劃을 再檢討하여 漂砂移動으로 인한 港內埋沒 防止 方案을 導出, 漁港機能의 活性化를 위한 合理的인 漁港開發計劃으로 埋沒防止(低減)對策을 樹立하고자 함.

## 1.2. 對象地域

檢討 對象港은 東海南部 海岸에 位置한 第 1種 漁港으로써 行政區域은 慶尙北道 盈德郡 江口面 江口里이며 隣近港과의 海上距離는 (表 1.1), 江口港의 位置는 <그림 1.1>에 圖示되었다.

表 1.1 隣接港의 海上距離

| 區分 / 港別 | 港　名 | 海上距離 | 港 區分 | 位　置 |
|---|---|---|---|---|
| 北 | 대진항 | 24.0 km | 제 1종 어항 | 경북 영덕군 |
| | 축산항 | 18.6 km | 제 1종 어항 | 경북 영덕군 |
| 南 | 구계항 | 4.4 km | 제 1종 어항 | 경북 영덕군 |
| | 대보항 | 34.5 km | 제 1종 어항 | 경북 포항시 |

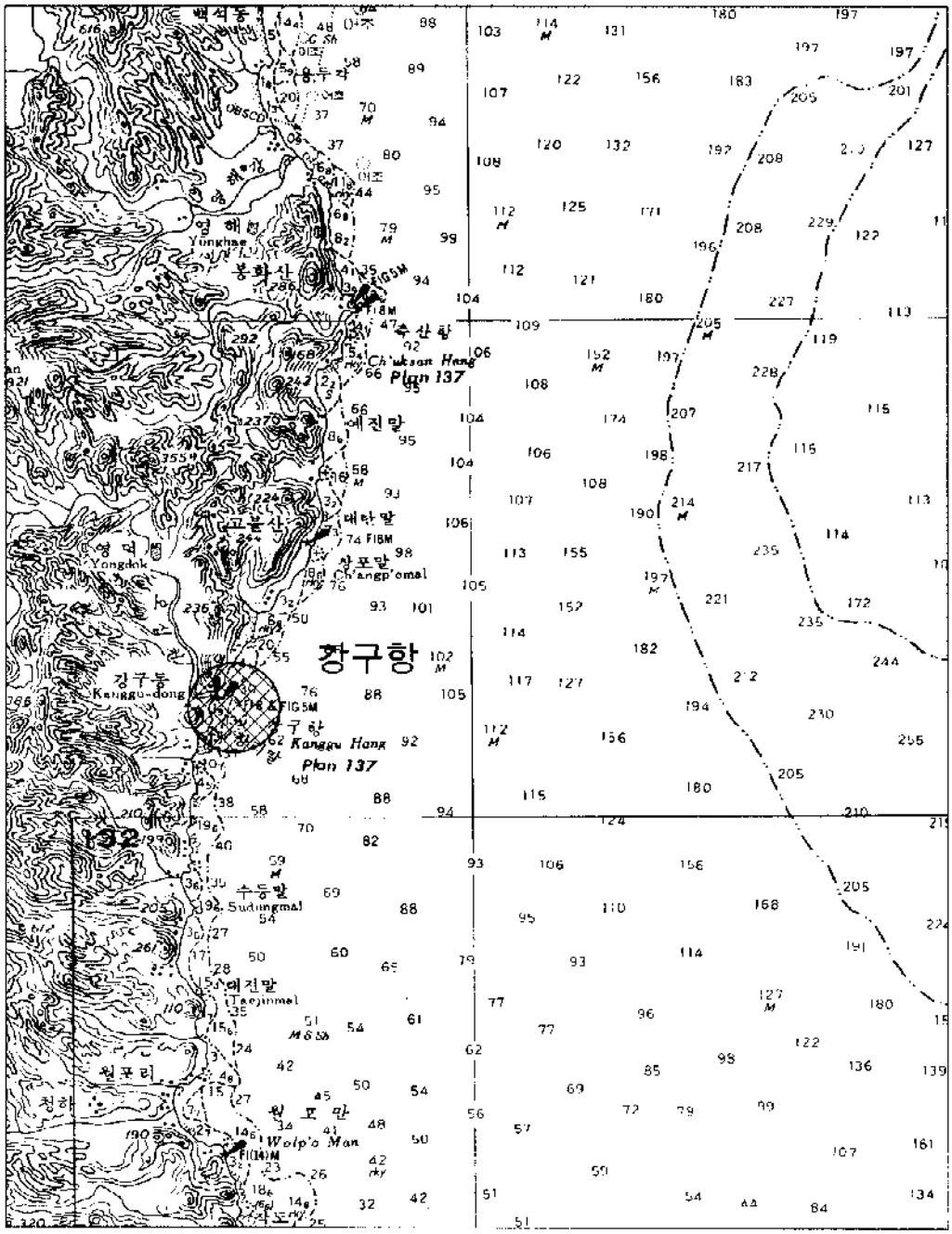

황구항
Kanggu Hang
Plan 137
Ch'uksan Hang
Plan 137
Wolp'o Man
Yonghae
Yongdok
Kanggu-dong
Sudingmal
Taejinmal
Wolp'o Man

그림 1.1 江口港 位置圖

## 1.3. 課業의 範圍

- 入射波浪의 長期統計 推定
- 長期 入射波浪 資料의 淺海에서의 變形分析
- 水深測量 및 底質資料 蒐集·分析
- 現場實驗 및 航空寫眞資料 分析
- 漂砂移動 模型수립 및 結果分析
- 結果導出 및 施設計劃 樹立
- 報告書 作成

## 1.4. 自然條件

江口港은 慶尙北道 盈德郡에 속해 東海南部에 位置하고 港內로 五十川이 흐르며 江을 따라 形成된 東海岸의 유일한 河口漁港이다. 江口里에는 南側과 北側을 잇는 江口大橋와 江口橋가 있으며 北側에는 고불산이 南側에는 鼎足山과 鳳凰山이 있다. 주변 海岸線은 北 20° 東의 方向으로 形成되어 있고 江 河口에서 南側으로 약 700미터의 모래 海岸을 제외한 南·北側은 암초 海岸으로 이루어져 있다. 港 南側에 三思海上公園이 있으며 東海岸 주요 國道인 7번 國道가 港 西側을 지나며 江口大橋 및 江口橋와 만나는 7번 國道와 江口에서 丑山을 잇는 918번 地方道는 海岸을 따라 建設되어 景觀이 매우 아름답다.

五十川 下流의 河口幅은 약 150미터이고 流域面積은 380.8㎢로 東海岸에서는 비교적 넓으며, '81年부터 '97年까지 年 平均 降水量은 968㎜로 全國 年 平均보다 적다. 五十川은 주변의 산으로 인해 蛇行하며 北側의 盈德邑과 江口里 사이에 넓은 沖積地를 形成하고 江口橋에서 流路가 東으로 變更되어 外海로 흐른다. 또한, 五十川에는 많은 水中堰가 設置되어 있으며 盈德邑에서 江口橋 사이에만 3개의 堰가 있다. 우리 나라 南海岸에 큰 被害를 입힌 '59年 9月 颱風 사라호로 인해 <그림 1.2>와 같이 五十川이 氾濫하여 대부

분의 市街地가 浸水된 바 있어 五十川의 氾濫에 대한 住民의 關心은 매우 높다.

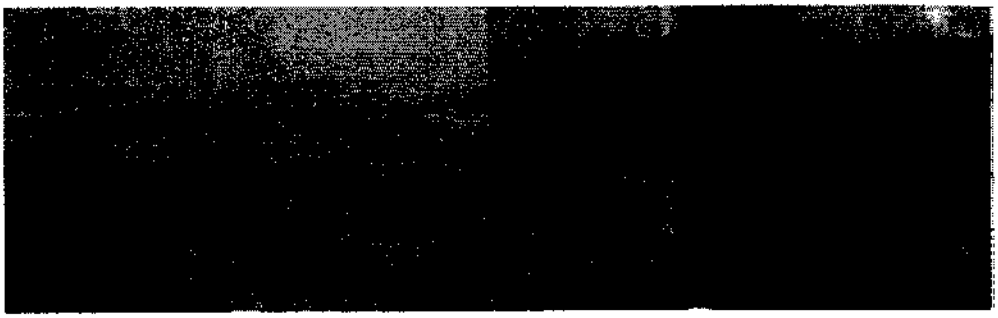


그림 1.2 颱風 사라호('59年 9月)에 의한 江口 市街地의 浸水

盈德 氣象觀測所의 觀測値('81年 ~ '97年)를 分析한 結果 江口港의 年 平均氣溫은 12.6℃, 겨울철 平均氣溫은 0.3℃로 溫暖하며, 年 平均風速은 2.0㎧, 卓越風은 西風, 北東風 그리고 南風이고 강한 바람은 北東系列로 最大風은 北東 19.0㎧로 나타났다.

大潮平均滿潮位는 0.17m, 平均海面은 0.128m 그리고 大潮差는 8.4㎝로 潮汐 干滿의 차가 매우 작다. 港內 海底低質의 平均粒徑은 0.125 ~ 0.25㎜로 細粒質이니 防波堤 先端附近은 중립질 모래로 되어있다.

厚浦 波高觀測 資料('75年 ~ '85年)에 의하면 月 平均 有義波는 0.3 ~ 0.81m이며 2月이 0.81m로 가장 크고, 6月과 7月에 0.31m로 가장 작아 겨울철에 큰 波浪이 來襲한다. 波浪의 週期는 5.2 ~ 7.3초로 나타났다.

## 1.5. 要約

江口港은 '96年 沿岸港에서 第 1種 漁港으로 變更되었으며 현재의 外廓施設은 '93年에 完工되었다. 東海岸에서 유일한 河口漁港으로 河川流路의 變化를 抑制하고 水路의

水深을 維持하기 위해 1936年 防波堤가 築造된 후 外廓施設 및 接岸施設을 擴充하였다. '88年부터 시작한 防波堤 延長工事로 인해 防砂堤 주변에는 埋沒이 현저하게 진행된 반면에 防砂堤 南側海岸에는 侵蝕이 심하게 일어나 南側海岸에 TTP를 이용한 海岸保護施設이 築造되었다. <그림 1.3>에 江口港 平面圖를 나타내었다.

港內埋沒및 數値模型 實驗을 實施하기 위한 基礎資料의 收集·分析과 現場觀測 및 資料分析 結果를 第 2章에, 第 3章에는 海岸變形의 過程을 國內·外의 事例를 들어 記述하였다. 本 數値模型의 目的은 計劃 構造物 設置에 따른 海岸變形을 豫測하는 것이므로 이 地域의 代表波浪을 算定해야한다. 第 4章에서는 深海波浪 推算 結果를 이용한 淺海波浪變形 模型, 沿岸流 模型 및 堆積物 移動 數値模型을 現在의 狀態에 대해 適用하여 數値模型 結果의 適正性을 分析하고, 第 5章에서는 港內埋沒 低減을 위한 旣存案과 11개 案을 構想하여 數値實驗의 實行結果를 分析하여 經濟性, 埋沒抑制力, 將來 擴張性을 考慮하여 이 가운데 4개의 案을 選定하였다. 4개의 各 案別 數値模型實驗 結果 및 國內外 事例와 現場資料를 綜合的으로 分析하여 最適方案을 選定하였다. 第 6章에서는 本 課業의 內容을 要約·整理하여 埋沒現象, 問題點을 分析하여 課業의 結論을 整理하였다.

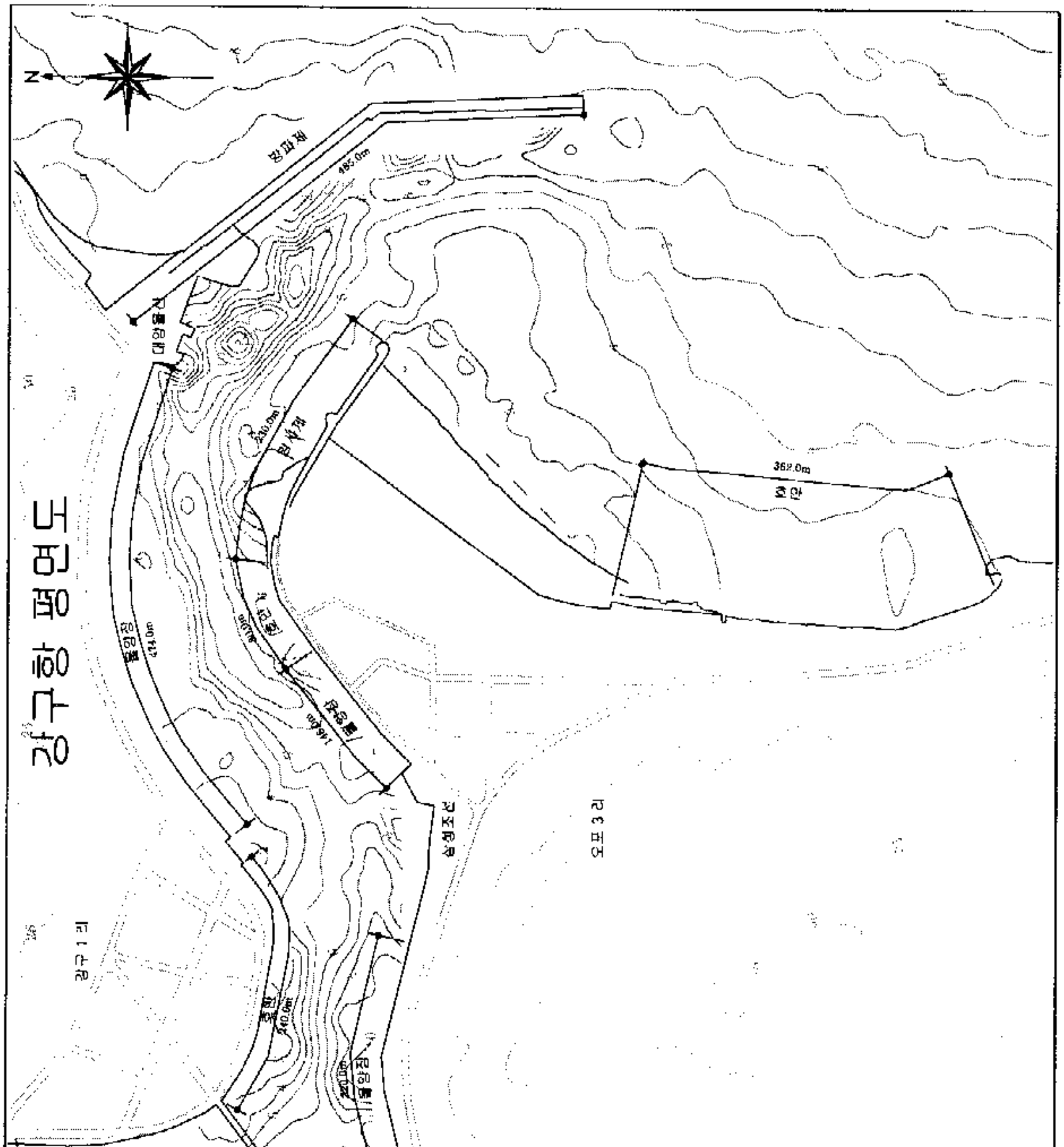



그림 1.3 江口港 平面圖

# 第 2 章 基礎資料 調査

港內埋沒 및 海岸線 變形을 豫測하기 위해서 調査되어야하는 여러 項目이 있으며, 主要項目을 (表 2.1)에 整理하였다(Horikawa, 1988).

表 2.1 基礎資料 項目

| | |
|---|---|
| 波 浪 | 1년 이상의 波高, 週期, 波向資料 |
| 潮 汐 | 平均 潮位의 統計値 |
| 水 深 | 波浪變形을 計算하기 위한 資料 및 海底斷面의 變化를 把握할 수 있는 資料 |
| 海 岸 線 | 海岸變形過程을 追跡할 수 있는 資料 |
| 漂 砂 量 | 對象海域에 漂砂의 卓越方向과 波浪資料와 聯關된 漂砂量 資料 |
| 構 造 物 | 人工構造物의 設置時期 및 位置와 方法에 대한 資料 |
| 漂砂供給量 | 隣近 河川의 漂砂 供給量, 人工海濱을 위한 土砂供給및 採取量에 대한 資料 |
| 底 質 | 粒度 分布에 대한 資料 |

對象地域 波浪 特性을 把握하기 위하여 厚浦 波浪觀測資料를 參考하였으며, 海底地形의 變化를 把握하기 위하여 기존 測深資料를 調査·整理하였을 뿐 아니라 本 課業에서는 2회에 걸쳐 對象 港에 대한 水深測量을 實施하여 分析하였다. 또한 海底底質의 粒度分析과 浮遊砂 觀測 및 沿岸流速 결과를 記述하였다. 過去 海岸線 變化를 把握하기 위하여 航空寫眞 및 旣存資料와 實測 海岸線 資料를 分析하였고, 周邊 地形 및 構造物의 特異事項을 調査하기 위한 海岸踏査를 實施하여 分析한 結果를 記述하였다.

## 2.1. 波浪

波高, 週期 및 波向의 波浪諸元 中 海岸線 變化에 가장 重要한 因子는 波向資料이다. 波向觀測에 대한 必要性이 높아져 우리 나라에서도 1990年代에 反期的인 波向觀測을 海運港灣廳에서 실시한 후 현재 海洋水産部에서 관측하고 있다. 아직 充分한 量의 資料가 蓄積되어 있지 않아 이를 海岸變形 豫測의 資料로 利用할 수 없는 실정이므로 地上日氣圖를 利用하여 海上風을 구하고 이로부터 波浪諸元을 推算한 後 隣近의 實測値와 比較하여 推算値를 調整하는 方法을 並行하였다.

江山港 隣近 實測 波浪資料인 厚浦 波高觀測 資料(1975年~1985年)는 月平均 有義波가 0.3 ~ 0.81m이며 2月이 0.81m로 가장 크고 6月과 7月에 0.31m로 가장 작아 겨울철에 큰 波浪이 내습한다. 波浪의 週期는 5.2 ~ 7.3초로 나타났으며 (表 2.2)에 厚浦 海上의 資料중 1979年~1985年까지의 資料를 整理하였다. 한편 韓國海洋研究所가 부이식 波高計로 竹辺港 附近에서 '86年 ~ '88年에 觀測한 資料에 의하면 週期는 5.0 ~ 7.3초로 厚浦港 資料와 비슷하나 平均波高는 0.92m로 나타났으며 1.5m 이상의 큰 波浪은 가을과 겨울철에 出現하며 겨울철의 波浪은 NNE ~ NE가 우세하다.

表 2.2 厚浦 海上에서 觀測된 平均 有義波

| 년 \ 월 | | 1월 | 2월 | 3월 | 4월 | 5월 | 6월 | 7월 | 8월 | 9월 | 10월 | 11월 | 12월 | Mean |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1979 | Hs | 0.60 | 0.99 | 0.69 | 0.85 | 0.48 | 0.35 | 0.46 | 0.41 | 0.47 | 0.51 | 0.42 | 0.41 | 0.55 |
| | Tz | 6.40 | 7.20 | 6.70 | 6.10 | 6.10 | 6.10 | 6.30 | 6.10 | 6.20 | 6.90 | 6.70 | 6.80 | 6.50 |
| 1980 | Hs | 0.51 | 0.28 | 0.37 | 0.37 | 0.11 | 0.20 | 0.39 | 0.62 | 0.64 | 0.52 | 0.32 | 0.54 | 0.41 |
| | Tz | 7.00 | 6.80 | 6.40 | 6.50 | 6.10 | 6.50 | 6.80 | 6.50 | 6.30 | 6.90 | 7.10 | 6.70 | 6.70 |
| 1981 | Hs | 0.45 | 0.49 | 0.52 | 0.28 | 0.43 | 0.11 | 0.25 | 0.64 | 0.83 | 0.31 | 0.61 | 0.61 | 0.46 |
| | Tz | 7.10 | 6.90 | 6.90 | 7.00 | 6.60 | 6.80 | 6.40 | 6.80 | 6.70 | 6.70 | 7.10 | 7.50 | 6.90 |
| 1982 | Hs | 0.74 | 0.72 | 0.75 | 0.75 | 0.34 | 0.35 | 0.33 | 0.53 | 0.64 | 0.55 | 0.62 | 0.43 | 0.56 |
| | Tz | 7.80 | 6.20 | 6.00 | 6.50 | 5.30 | 5.90 | 6.00 | 6.30 | 5.90 | 6.40 | 6.50 | 6.70 | 6.30 |
| 1983 | Hs | 0.62 | 0.74 | 0.97 | 0.58 | 0.49 | 0.47 | 0.32 | 0.63 | 0.79 | 0.43 | 0.36 | 0.79 | 0.60 |
| | Tz | 6.70 | 7.10 | 6.90 | 5.00 | 5.50 | 5.70 | 5.70 | 6.10 | 6.50 | 5.60 | 5.70 | 7.40 | 6.20 |
| 1984 | Hs | 1.08 | 1.16 | 0.75 | 0.99 | 0.62 | 0.26 | 0.36 | 0.54 | 0.48 | 0.63 | 0.73 | 0.77 | 0.70 |
| | Tz | 7.90 | 7.20 | 6.60 | 5.90 | 5.20 | 5.20 | 4.80 | 6.00 | 5.40 | 6.00 | 6.30 | 7.10 | 6.30 |
| 1985 | Hs | 0.84 | 1.14 | 0.80 | 0.68 | 0.34 | 0.17 | 0.07 | 0.28 | 0.76 | 0.67 | 0.67 | 0.82 | 0.60 |
| | Tz | 7.60 | 7.50 | 5.90 | 6.00 | 5.50 | 5.80 | 5.40 | 6.10 | 5.80 | 6.10 | 6.60 | 7.40 | 6.50 |

## 2.2. 潮汐

東海岸의 潮汐概況(국립해양조사원, 1999)에 의하면 甘浦以北의 大潮差는 0.3미터 以下이며 鬱山 0.5미터, 釜山 1.2미터로 南으로 갈수록 커진다. 또한 平均海面도 年 變化를 보여 3月이 가장 낮고 8月에 가장 높으며 그 差異는 약 0.3미터에 달한다. 江口港의 潮位는 大潮平均滿潮位가 17.0cm, 平均海面이 12.8cm이며 平均潮差는 6.6cm, 大潮差는 8.4cm, 小潮差는 4.8cm로 潮汐 干滿의 차가 매우 작다. 分析된 調和常數의 結果에서 主要 4개 分潮의 調和常數는 (表 2.3), 非調和常數는 (表 2.4)에 정리하였으며, 潮位圖를 <그림 2.1>에 나타내었다. 江口港의 大潮差는 9cm 미만으로 매우 작아 潮流에 의한 影響은 무시할 수 있다.

表 2.3 江口港 主要 4個分潮의 調和常數

| 분 조 | | 조화상수 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 반조차 | | 지각 | |
| $M_2$ | 태음반일주조 | $H_m$ | 3.3 | $k_m$ | 102.0 |
| $S_2$ | 태양반일주조 | $H_s$ | 0.9 | $k_s$ | 119.1 |
| $O_1$ | 태음일주조 | $H_o$ | 4.2 | $k_o$ | 327.8 |
| $K_1$ | 일월합성일주조 | H′ | 4.4 | $k'$ | 9.2 |

表 2.4 江口港 非調和常數

| 명 칭 | 상 수 정 의 | 조 위 고 |
|---|---|---|
| 약최고고조위 (Approx.H.H.W) | $2(H_m+H_s+H_o+H')$ | 25.6 cm |
| 대조평균고조위 (H.W.O.S.T) | $2(H_m+H_s)+H_o+H'$ | 17.0 cm |
| 평균고조위 (H.W.O.M.T) | $2H_m+H_s+H_o+H'$ | 16.1 cm |
| 소조평균고조위 (H.W.O.N.T) | $2H_m+H_o+H'$ | 15.2 cm |
| 평균해면 (M.S.L) | $H_m+H_s+H_o+H'$ | 12.8 cm |
| 소조평균저조위 (L.W.O.N.T) | $2H_s+H_o+H'$ | 10.4 cm |
| 평균저조위 (L.W.O.M.T) | $H_s+H_o+H'$ | 9.5 cm |
| 대조평균저조위 (L.W.O.S.T) | $H_o+H'$ | 8.6 cm |
| 약최저저조위 (Approx.L.L.W) | 0.0 | 0.0 cm |
| 대조차 (Spring Range, Sp. R) | $2(H_m+H_s)$ | 8.4 cm |
| 평균조차 (Mean Range, Mn. R) | $2H_m$ | 6.6 cm |
| 소조차 (Neap Range, Np. R) | $2(H_m-H_s)$ | 4.8 cm |

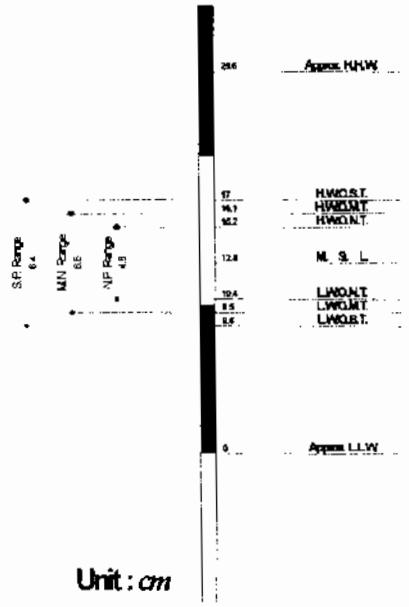



그림 2.1 江口港 潮位圖

## 2.3. 水 深

海底地形의 變化를 計測하기 위하여 港 周邊地域을 최신 音響測深器 두 기종인 PS20R 淺海用 精密 測深器 및 Seabat 9001S 淺海用 多衆 音響測深器를 使用하여 水深을 測量하였다. 測深은 2회 實施하였고, 人工衛星 位置測定裝置인 GPS 2대를 이용하여 1대는 陸上의 基準點에 設置하고 1대는 測深機에 附着하여 位置를 보정하므로써 精密하게 測量하는 DGPS(Differential Global Positioning System) 방법으로 測量船의 위치를 測定하였다. 기준점 測量은 인근 기설 삼각점을 이용하여 Ashtech Z-12 기종(오차 수 mm)을 사용하였으며 構造物 測量에도 동 기종을 사용하였다. 한편 水深測量에 사용된 DGPS는 오차 40cm이내의 Ashtech G 12기종을 사용하여 매 1초간격의 位置 및 水深資料를 휴대용 컴퓨터에 記錄하는 시스템을 開發하여 使用하였다. 測定한 水深資料를 20m 간격의 格子水深으로 變換하여 입력하고 같은 기종의 DGPS를 사용하여 測定한 海岸線 資料를 넣어 水深圖를 完成하였다.

海底地形의 變化를 計測하기 위하여 江口港을 중심으로 海岸線과 平行하게 약 2km, 水深 약 30미터까지로 構成되는 해역을 약 25m 間隔으로 測定하였다. 本 課業期間 중 測深은 '98年 7月 및 '99年 3月 2회 實施하였고 旣存 資料로는 '95年 10月, 水路局('87年) 등의 水深資料가 있다.

<그림 2.2>는 '98年 7月, <그림 2.3>은 '99年 3月에 實測한 水深資料로 格子間隔은 500미터이다. 觀測結果를 分析하면 防波堤 先端水深은 8m이나 防砂堤 주변은 1m 이내로 防砂堤 주변의 堆積이 심각하고 수심 10m ~ 50m까지는 等水深線이 海岸線의 方向과 거의 같으나 50m이상의 等水深線은 점차 南北方向으로 바뀐다. 산이 海岸에 인접한 港 北側은 산의 影響으로 海底傾斜가 1:20으로 급한 반면, 南側은 1:40으로 나타났으며 五十川 北側海岸은 암초가 많으며 5m 等水深線은 海岸線에서 50m 떨어져 위치하나 南側海岸의 5m 等水深線은 海岸線에서 250m 떨어진 곳에 있어 南側海岸의 堆積이 현저하다. 防波堤 曲部는 '88年 이전에 築造된 295m의 防波堤 先端으로 '76年부터 '86年까지 8회에 걸쳐 補强이 이루어졌으며 이 부근의 水深이 비교적 낮은 것은 補强工事에 의한 흐트러진 사석 또는 이형블록때문에 낮아진 것으로 분석된다.

여름과 겨울의 水深變化를 分析하면 水深 10미터 보다 깊은 지역의 변화는 작으나 '98年 防砂堤 부근 渡渠로 인해 防砂堤 부근의 水深變化는 크고 여름 S계열 波浪에 의해 港側으로 모래가 移動되는 것으로 判斷된다. 防波堤 주변의 等水深線은 防波堤와 平行으로 形成되어 있어 모래가 北에서 南下하는 것을 나타내며 이 南向漂砂의 일부는 防波堤 曲部의 海底地形에 의해 사단되나 先端으로 移動한 모래는 先端에서 反射되는 波浪에 의해 부유하여 靜穩한 區域으로 移動하는 것으로 分析된다.

地形의 特性상 南側海岸의 堆積은 지속적으로 이루어져 防砂堤가 있는 오포3리 海岸은 堆積의 結果 形成된 것으로 推定되고 防波堤가 延長됨에 따라 堆積이 가속화한 것으로 判斷된다.

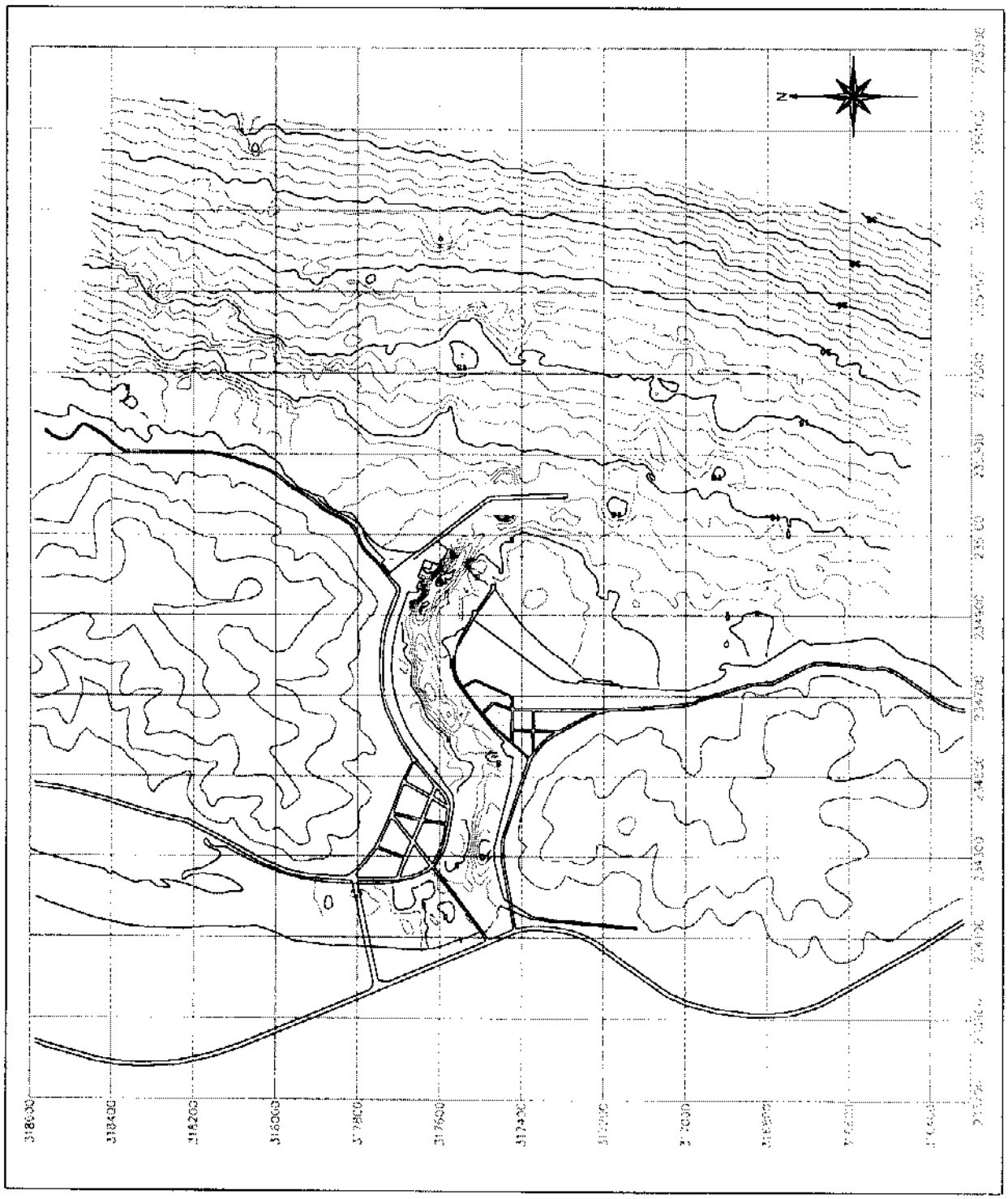


그림 2.2 江口港 水深圖('98年 7月)

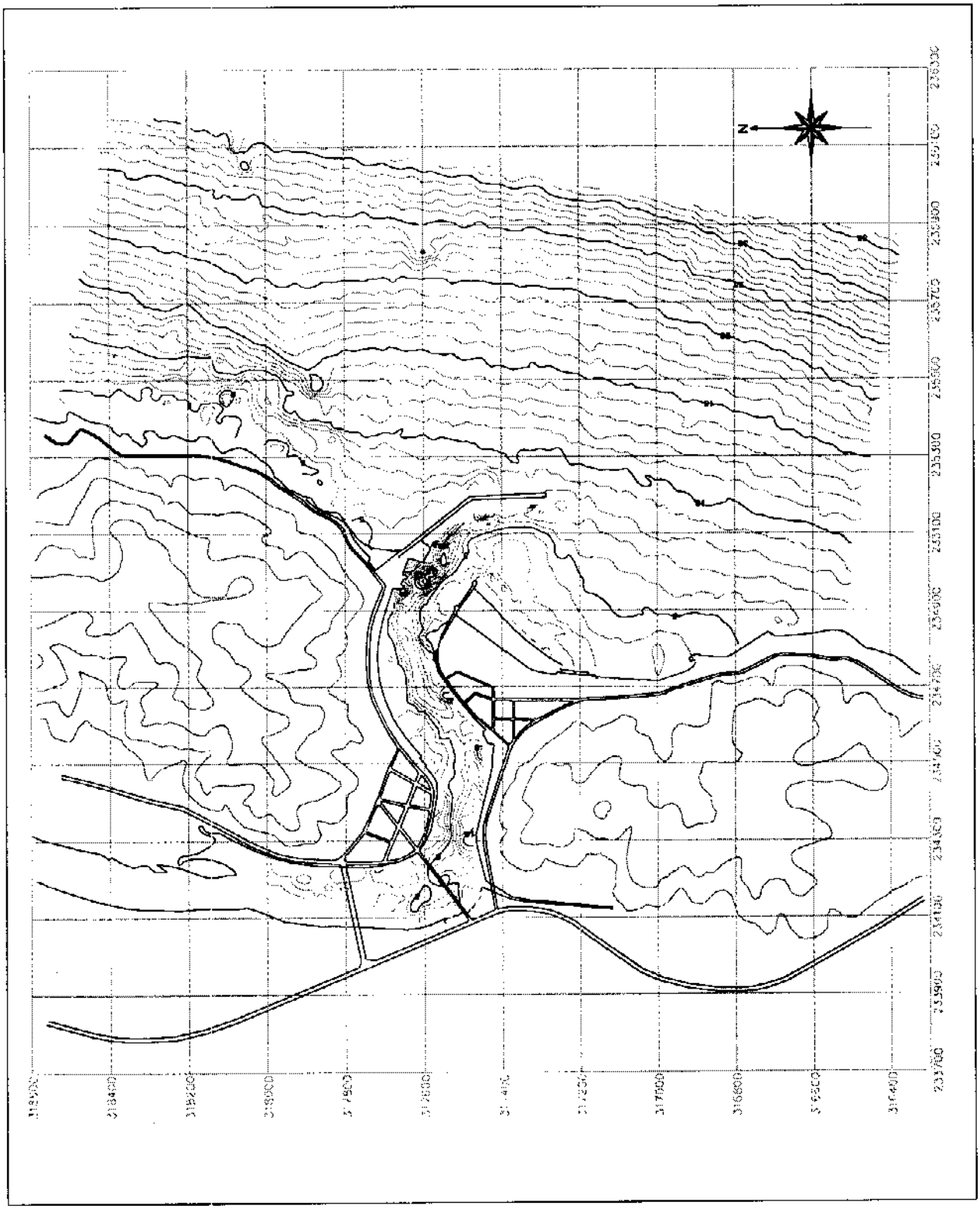


그림 2.3 江口港 水深圖('99年 3月)

江口橋 東側의 水深은 北에서 南으로 흐르는 五十川의 흐름이 正面으로 부딪히는 物揚場 220m 구간에서 6 ~ 10m의 水深을 보이나 江 건너편의 護岸 前面은 堆積되어 水深 1m이내로 나타났다. 江口橋 南側 物揚場 220m 구간을 따라 형성된 오십천의 水路는 南側 物揚場 사이에 위치한 삼성조선 前面에서 北側으로 변하기 시작하여 防波堤 基部 內港側에 위치한 대양물산 前面에서 變更되어 防波堤에 가깝게 중앙으로 흘러 外海로 유입된다.

南側海岸에서 內港側으로 흐르는 沿岸流가 防砂堤 先端을 돌아 內港側으로 移動하며 모래를 移動시켜 防砂堤에 연결된 護岸 中央까지 堆積되는 것으로 分析된다. 防砂堤 先端을 돌아 이동되는 모래는 防波堤 先端까지 직접 進入하는 SE 波向과 그 이남의 波向은 물론 ENE ~ ESE 波向도 防波堤 先端에서 回折되어 港 內側으로 흐르는 沿岸流를 形成하는 것으로 分析된다.

## 2.4. 海岸線

海岸線變化 過程을 가장 잘 나타내주는 資料는 航空寫眞 및 測量資料이며 海岸線의 變化傾向을 把握할 수 있도록 充分한 資料가 蒐集되어야 한다. 海岸線 測量은 水深測量時 2회와 99年 1月 1회의 총 3회를 實施하였다. 海岸線 測量에 사용된 DGPS는 오차 40cm이내의 Ashtech G-12기종을 사용하여 매 1초간격의 位置를 휴대용 컴퓨터에 記錄하는 시스템을 使用하였다.

海岸線 變化를 分析하기 위해 (表 2.5) 航空寫眞 4개 도엽과 '95年 水深測量資料 및 本 課業의 海岸線 測量資料를 使用하였다. 江口港 防波堤는 '76年 이전에 295m가 築造되어 '87年까지 維持保守만 施行되었고 防砂堤는 現在의 230m 상태로 維持되어 '88年 전까지의 海岸線은 平衡常態에 到達하여 큰 變化가 없었던 것으로 推定된다. '80年의 海岸線은 南側海岸에 현재 設置된 옹벽선과 서의 같은 位置에 있었고 당시 防砂堤가 南側海岸으로부터 港內로 流入하는 모래를 일부 차단하는 것으로 分析되며 南側 모래海岸

끝에 위치한 암초 북편은 現在보다 15미터 앞에 海岸線이 位置하였다.

表 2.5 江口港 航空寫眞 一覽表

| 年度 | 축척 | 촬영년월 | 비고 |
|---|---|---|---|
| '80 | 1: 30,000 | '80년 10월 | 방사제 내측 돌제 40m, 30m; 방파제 내측 돌제 55m |
| '88 | 1: 20,000 | '88년 12월 | 방파제 공사중 |
| '91 | 1: 20,000 | '91년 6월 | 방파제 공사중, 강구대교 공사중 |
| '95 | 1: 20,000 | '95년 10월 | 방파제 완공, 강구대교 완공 |

'88年 防波堤에 비해 146m가 延長된 '91年은 防砂堤 南側海岸이 30여 미터 前進한 것으로 나타났고 南側海岸의 侵蝕은 뚜렷하지 않으나 '91年 海岸線은 6月 撮影한 資料를 이용하였기에 '90年까지 施工된 106m의 영향으로 보는 것이 타당하다. '92年에 海岸侵蝕防止 護岸을 築造한 것으로 보아 이 때부터 南側海岸의 侵蝕이 현저하게 나타나고 防砂堤 外側의 海岸線은 상당히 前進한 것으로 推定된다. 현재의 防波堤는 '93年에 設置되었고 侵蝕防止 護岸이 거의 設置된 '95年 이후에는 護岸設置로 海岸侵蝕은 防止하였으나 護岸前面에서 波浪이 碎波 및 反射되어 부유된 다량의 모래가 防砂堤側으로 이동하는 것으로 判斷된다. 이러한 현상은 防波堤 北側에서도 나타나는 것으로 보이며 北側海岸은 암초海岸으로 水深傾斜가 급해 모래海岸이 발달되기 어려우나, 基部側에 形成된 약간의 모래海岸은 道路를 保護하기 위한 護岸과 防波堤에 의해 形成된 우각부에 波浪이 集中되어 堆積된 모래가 쉽게 부유하여 先端으로 이동한 결과 '91年보다 '95年 海岸線이 後退한 것으로 分析된다.

'95年의 海岸線과 本 課業에서 測量한 海岸線은 거의 같아 '80年에 비해 80미터 前進한 海岸線은 '95年 이후 平衡에 도달하였으나 海岸線이 防砂堤 先端에 形成되어 있고 沿岸流 觀測 및 浚渫 資料로부터 南側에서 이동된 모래는 防砂堤 先端을 돌아 港內로 계속 流入되는 것으로 判斷된다. <그림 2.4>에 '80年, '91年 그리고 '99年의 海岸線을 나타내었으며 굵은 線은 構造物을 의미하고 '87年까지의 防波堤는 現在의 曲部에 先端이 位置하여 防砂堤와 防波堤는 南東方向으로 築造되었다. 결론적으로 南側海岸의 變化는

防波堤가 延長되므로 靜穩區域이 넓어져 주위의 모래가 靜穩한 港內로 流入되어 防砂堤 주위에 堆積되며 堆積된 모래가 外海로 流出되지 않아 埋沒現狀이 發生하는 것으로 判斷된다. 또한, 南側海岸에 設置된 海岸保護 護岸은 海岸線 後退를 저지하나 대신 護岸 前面의 모래를 부유시켜 이동을 용이케 하며 防波堤 曲部 주변의 낮은 水深에 의해 南向漂砂는 일부 차단되나 先端으로 이동된 모래는 先端의 波浪反射에 의해 부유되어 港內로 流入되는 것으로 判斷된다.

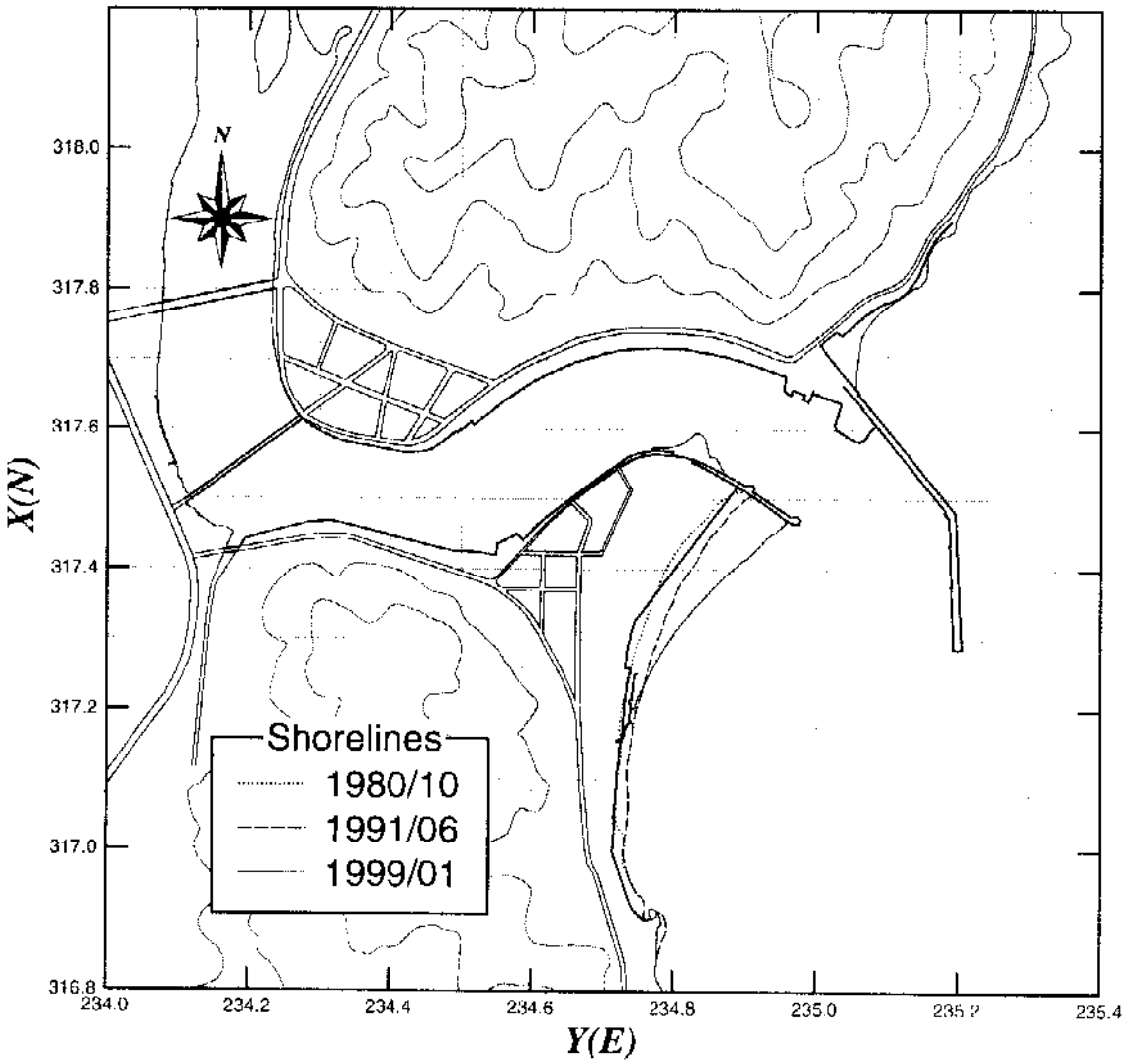



그림 2.4 江口港 海岸線 變化('80年, '91年, '99年)

## 2.5. 構造物 築造 및 現場踏査

海岸에 設置한 構造物은 對象海域의 波浪分布를 變化시키고 이로 인해 海岸線 및 水深의 變化가 생기게 된다. 構造物 특히 外廓施設의 施工時期, 길이 및 構造型式에 대한 事項이 海岸線 變化를 判斷하는 資料로 利用되므로 江口港의 外廓施設 施工時期, 길이에 대한 事項을 整理하였다.

外廓施設로는 防波堤 485m, 防砂堤 230m, 護岸 682m가 있으며 防砂堤와 防波堤 295m, 護岸 320m는 '76年 전까지 旣 設置되었고, 防波堤 190m는 '88年부터 '93年까지 築造되었다. 防波堤 構造形式은 10톤 ~ 32톤 T.T.P 被覆 捨石 傾斜堤, 防砂堤는 0.4㎥급 捨石 傾斜堤 그리고 護岸은 건치돌 쌓기식 傾斜堤와 5톤 T.T.P 被覆 捨石 傾斜堤이다. 防砂堤 內側에 設置된 돌제 40m, 30m와 防波堤 內側 돌제 60m가 設置되었으나 構造物 주변의 堆積 또는 作業場으로 사용하기 위해 形態가 變形되었다. (表 2.6)에 江口港 防波堤 工事現況('76年 ~ '97年)을 나타내었다.

表 2.6 江口港 防波堤 工事現況('76年 ~ '97年)

| 年度 | 工事名 | 內容 | 期間 |
|---|---|---|---|
| '76 | 방파제 보강공사 | 간부127.1m, 두부 1식 | 5.24 - 12. 9 |
| '77 | 방파제 보수공사 | 간부62m, 두부 1식 | 3.29 9.15 |
| '78 | 방파제 보강공사 | 25m, 두부 1식 | 6. 1 - 10.24 |
| '79 | 방파제 보강공사 | 두부57m, 상치콘크리트보강 | 6.27 - 9.27 |
| '81 | 방파제 피해복구공사 | 11m | 11.11 - 12. 6 |
| '81 | 방파제 보강공사 | TTP 보강 | 12. 9 - 12.29 |
| '84 | 방파제 보강공사 | 보강23m, 두부 1식 | 6.15 - 10.10 |
| '85 | 방파제 보강공사 | 선단부 보강 1식 | 2.15 - 11.11 |
| '86 | 방파제 보강공사 | 상치덧놓기 230m, 두부보강 1식 | 2.15 - 9.11 |
| '88 | 방파제 축조공사 | 40m | 7.11 - 11.24 |
| '89 | 방파제 축조공사 | 축조36m, 보강40m | 5. 1 - 9.11 |
| '90 | 방파제 축조공사 | 축조30m, 보강22m | 4.14 - 10.18 |
| '91 | 방파제 축조공사 | 축조40m, 보강48m | 4.15 - 9. 6 |
| '92 | 방파제 축조공사 | 축조28m | 2.26 - 8. 7 |
| '93 | 방파제 축조공사 | 축조16m, 두부 1식 | 5.14 - 12.17 |
| '95 | 방파제 보강공사 | TTP 173m | 8. 7 - 12.21 |
| '96 | 방파제 보강공사 | 보강 1식 | |
| '97 | 방파제 보강공사 | 보강 1식 | 5.23 - 11. 7 |

(表 2.7)에 整理한 '88年부터의 江口港 防波堤 延長工事 現況에 나타낸 바와 같이 '80年 이전의 防波堤가 174m 延長된 '92年에는 防波堤 築造에 의한 靜穩區域의 擴大로 防砂堤 인근 南側海岸은 前進한 반면에 보다 더 南側海岸은 侵蝕되어 海岸侵蝕을 저지하기 위한 護岸이 '92年부터 '95年까지 362m가 築造되었다. 海岸侵蝕保護 護岸은 '93年까지 捨石式 傾斜堤로 築造되었으나 防波堤 設置로 인한 波浪의 集中으로 5톤 T.T.P를 被覆하여 補强하였다. 海岸侵蝕 防止工事의 年度別 工事現況은 (表 2.8)과 같다.

表 2.7 江口港 防波堤 延長工事 現況('88年 ~ '93年)

| 年度 | 工事名 | 內容 | 期間 | 연장 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|
| '88 | 방파제 축조 | 축조40m | 7.11 - 11.24 | 40m | 폭9m, 12.5톤 TTP |
| '89 | 방파제 축조 | 축조36m, 보강40m | 5. 1 - 9.11 | 76m | 폭10m, 20톤 TTP |
| '90 | 방파제 축조 | 축조30m, 보강22m | 4.14 - 10.18 | 106m | 폭10m, 20톤 TTP |
| '91 | 방파제 축조 | 축조40m, 보강48m | 4.15 - 9. 6 | 146m | 폭11m, 25톤 TTP |
| '92 | 방파제 축조 | 축조28m | 2.26 - 8. 7 | 174m | 폭11m, 25톤 TTP |
| '93 | 방파제 축조 | 축조16m, 두부 1식 | 5.14 - 12.17 | 190m | 폭11m, 32톤 TTP |

表 2.8 江口港 海岸侵蝕 防止護岸 築造現況('93年 ~ '95年)

| 年度 | 工事名 | 內容 | 期間 | 연장 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|
| '92까지 | 오포리 호안축조 | 44m | - | 44m | - |
| '93 | 오포리 호안축조 | 306m | 11. 2 - 12.28 | 350m | 방파제완공 |
| '94 | 오포리 호안축조 | 12m | 5.30 - 8. 4 | 362m | - |
| '94 | 오포리 호안보강 | TTP보강(122.5m) | 11.11 12.26 | | 5톤 TTP |
| '95 | 오포리 호안보강 | TTP보강(239.5m) | 8. 7 - 12.21 | | 5톤 TTP |

物揚場은 842m가 設置되었고 (表 2.9)에 工事現況을 나타내었다. 沿岸港 開發 基本計劃 用役 報告書(해운항만청, 1996)에 의하면 2001年 基準 所要規模 685m로 나타나 現在 物揚場 길이는 소요길이를 下廻하여 충분한 것으로 나타났으나 주민들은 外來船舶이 늘어 現在의 物揚場 길이가 작아 양육작업이 원활히 이루어지지 않기 때문에 防波堤 基部側에 物揚場 築造를 要求하고 있다.

表 2.9 江口港 物揚場 工事現況('85年 ~ '97年)

| 年度 | 工事名 | 內容 | 期間 |
|---|---|---|---|
| '85 | 물양장 축조공사 | 54m | 2.15 - 11.11 |
| '86 | 물양장 축조공사 | 41m, 상부55m | 2.15 - 9.11 |
| '87 | 물양장 축조공사 | 143m | 3. 6 - 10.2 |
| '88 | 물양장 축조공사 | 41m | 4.22 - 8.29 |
| '93 | 물양장 개축공사 | 30m | 8.27 - 12.18 |
| '94 | 물양장 개축공사 | 44m | 5. 3 - 10.13 |
| '95 | 물양장 개축공사 | 72m | 7. 1 - 12.15 |
| '96 | 물양장 개축공사 | 220m | |
| '97 | 물양장 개축공사 | 108m | 5.23 - 11. 7 |

現場踏査는 水深測量, 構造物 測量, 流量 및 流速測定 그리고 現地住民 說明會의 期間 중에 이루어졌다. 江口港은 五十川을 이용한 河口港이며 地形的 特徵은 五十川 南側海岸이 五十川 의 土砂와 바다의 모래가 堆積된 砂州의 形態를 보이고 있다. 河口流路의 安定을 꾀하고 流路의 水深을 維持하기 위해 河口에 設置되는 도류제와 유사한 形態의 防波堤와 防砂堤가 일제시대(昭和 11년, 1936년) 設置된 것을 記念하는 竣工碑가 防波堤 基部側에 있다.

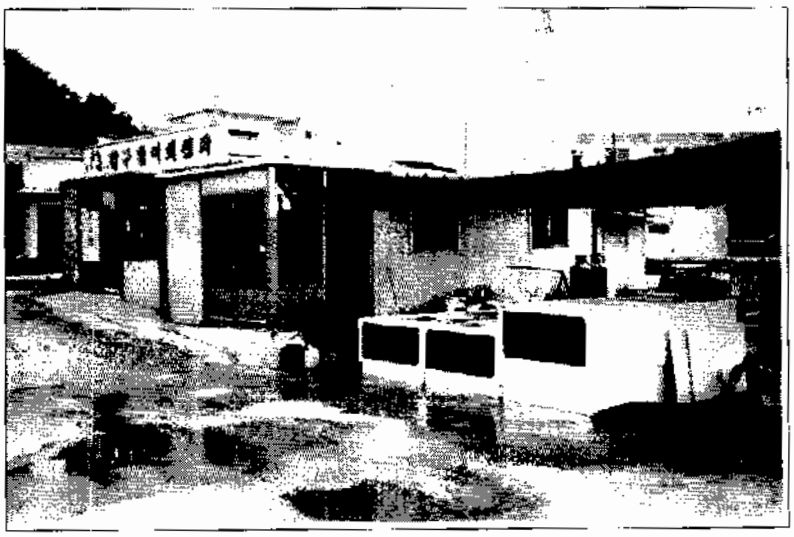


그림 2.5 江口港 防波堤 竣工碑(昭和 11年)

南東方向으로 建設된 防波堤와 防砂堤는 五十川의 河川水을 外海로 流出시키는 데는 매우 효과적이나 南계열의 波浪은 港內 깊숙이 侵入하여 港內가 소란함으로 이를 막기 위해 防波堤를 南쪽으로 절곡시킨 延長工事가 시작된 것으로 分析된다. 防波堤의 延長에 따른 南側海岸의 堆積과 侵蝕이 동시에 일어나고, 防砂堤 주변의 堆積現狀이 두드러져 지속적인 浚渫工사가 이루어졌으며 港內埋沒 및 浚渫에 따른 經濟活動의 위축 및 船舶 安全運行에 위협을 招來하여 埋沒低減에 대한 보다 근원적인 解決案을 찾기 위한 數値模型實驗이 採擇되었다.

五十川 北側은 주로 암초해안으로 이루어져 있으며 918번 地方道가 海岸에 인접하여 建設되어 있어 道路의 流失을 막기 위한 護岸이 곳곳에 設置되어 있다. 護岸이 설치된 海岸에는 모래가 거의 없으며 이는 波浪이 護岸에 부딪쳐 生成된 反射波가 모래를 인근 沿岸에 堆積시키고 또한 인근의 모래를 부유시켜 移動을 용이하게 만드는 것으로 分析된다. 江 北側 하저리에 약 1㎞의 비교적 긴 모래海岸이 있으며 보다 北側에 있는 경성항은 港 建設에 따른 港內埋沒이 심하다. 한편 五十川 南側 오포리 海岸은 防砂堤 南側 700m의 모래海岸을 제외하면 암초海岸으로 이루어져 있으며 오포리로부터 三思里까지의 鋪裝道路는 7번 國道와 三思里에서 연결된다.

'59年 사라호 颱風에 의해 심한 浸水를 경험한 江口 住民들은 五十川의 원활한 소통에 비상한 關心을 보이고 있다. 五十川에는 氾濫을 막기 위한 堤防과 流速을 調整하고 土砂의 下流側 移動을 抑制하기 위한 7개의 堰가 設置되어 있다. 우리 나라의 多雨地域에 속한 五十川은 평시 流量이 매우 작은 편으로 하상표면이 자갈로 덮혀 있는 곳이 많다. 五十川 下流의 平均 幅은 150미터이며 洪水期의 河川水 疏通의 圓滑을 꾀하기 위해 최소 150미터의 幅을 維持하는 것이 필요하며 江口港 物揚場 일부는 물의 원활한 소통을 위해 BOX형 블록구조의 通水斷面을 使用하였다. 江口港 埋沒低減에는 五十川 河川水의 원활한 소통을 감안하여야 하기 때문에 港 入口幅을 五十川 平均 河幅以下으로 設定하여야 하는데 이는 埋沒低減案 樹立을 어렵게 하는 要因으로 作用한다.

## 2.6. 漂砂 供給源

海濱의 漂砂는 波浪에 의하여 항상 移動하는 同時에 그 供給量이나 損失量에 變動이 있다. 어떤 限定된 範圍의 海岸을 정해 供給源과 損失源을 整理하면 (表 2.10)으로 나타낼 수 있다. 供給源으로서는 近接 海岸에서 沿岸漂砂에 의하여 移動하는 것, 河川에서의 流出土砂, 절벽의 侵蝕, 外海로부터의 岸向漂砂, 바람에 의한 飛砂, 人工的인 모래공급 등을 들 수 있고 이들 중 重要한 것은 河川의 流出土砂와 海岸絶壁의 侵蝕이다. 한편 損失源으로는 隣接 海岸으로 沿岸漂砂의 流出, 外海로 流出, 바람에 의한 損失, 人工的인 採取 등을 들 수 있고 이 중 外海로의 流出에 따른 損失이 주요한 因子이다.

表 2.10 漂砂의 供給과 損失源

| 供 給 源 | 損 失 源 |
|---|---|
| ① 沿岸漂砂에 의한 海岸에의 流入 | ① 隣接海岸으로 沿岸漂砂의 流出 |
| ② 外海로부터 岸向漂砂 | ② 外海로 流出 |
| ③ 河川에서의 流出土砂 | ③ 바람에 의한 外海로의 損失 |
| ④ 絶壁의 侵蝕 | ④ 溶解 또는 磨耗 |
| ⑤ 海岸에서 바람에 의한 飛砂 | ⑤ 土砂採取 |
| ⑥ 人工的인 모래供給 | |

### 가. 供給源

河川에서 海岸으로 流出하는 土砂量은 地形, 地質, 雨量 등의 自然條件 외에 댐의 有無, 河道에서의 자갈채취량 등에 의해 變化한다. 河川의 流出土砂量을 推定하는 방법은 여러 가지가 있으나 正確하게 그 量을 豫測할 수는 없다. 가장 간단한 것으로는 流域面積에 單位 面積當의 發生 土砂量을 곱해서 구하는 方法이 있다. 單位面積當의 發生 土砂量은 댐에 堆積한 土砂量을 根據로 流量, 地形, 地質 등의 要素를 고려하여 回歸式을 만들던가, 氣候 및 地形 地質 要件이 類似한 장소에서의 資料에 의거하여 類推하는 등의 方法이 취해진다.

單位流域 面積當의 發生土砂量은 주로 山地에서 발생하는 量이고, 東海岸과 같이 海岸 가까이 山이 隣接해 있으면 이를 사용할 수 있으나 河川에 의하여 輸送되는 경우에는 河道 內에서의 變化도 考慮하지 않으면 안된다. 댐 등이 있으면 그것에 의한 補砂量을 推定하고 또 河道 內에서의 자갈 채취나 河床變動이 있으면 이 量을 考慮해야 한다. 河口의 流出土砂量을 구하는 다른 方法은 流量 등의 資料에 依據하여 流出土砂量 計算이나 河床變動을 計算하는 것이다.

掃流砂 및 浮遊砂를 算定하는 式은 流量, 河床傾斜, 河床의 構成物, 粗度등과 流出土砂量의 關係를 나타내기 때문에 1年간의 流出土砂量을 구하는 경우에는 流量의 頻度分布를 사용하여 計算하는 등의 方法이 취해진다. 이 方法의 問題點으로는 河床이 侵蝕된 경우 粒徑이 작은 粒子는 移動하고 河床表面은 粒徑이 큰 粒子로 被覆되기 때문에 流出土砂量의 減少現狀이 고려되지 않는다는 점이다. 流域面積에서 河口의 流出土砂量을 구하는 方法이라도 거기서 구해진 모든 量이 海岸의 堆積에 기여하고 있는 것은 아니다. 河口에서 바다로 流出되는 土砂는 流速減少에 의하여 일부는 河口 附近에 堆積되고 나머지는 擴散하여 流失된다. 따라서 어느 정도 流出土砂가 海岸 堆積에 기여하고 있는가를 명백히 하여야 하나 이에 관한 충분한 資料는 없다. 流出土砂量 計算으로 각 粒徑마다의 流出土砂量이 구해지는 경우에는 海岸을 構成하고 있는 粒徑과 비교함으로서 流出土砂量을 구할 수 있다.

海岸의 土砂 供給源은 河川 외에 絶壁의 侵蝕 등이 있다. 軟岩으로 形成된 해안절벽의 基部가 波浪에 의하여 서서히 侵蝕되어 마지막에는 절벽 전체가 崩壞한다. 崩壞土砂는 海岸線 부근에 堆積하고 그것이 波浪에 의하여 運搬됨으로써 새로운 絶壁基部의 侵蝕이 시작한다. 이와 같은 過程이 反復되면서 절벽에서 土砂가 供給된다. 절벽침식이 發生하고 있는 海岸에서는 海底의 곳곳에 暗礁가 나와 있다. 절벽의 後退速度는 波浪의 세기, 基部岩石의 波浪에 대한 抵抗力에 의하여 變化하고 泥岩이나 砂岩 등의 固結度가 낮을수록 빠르다. 예를 들면 日本 태평양연안의 치바(千葉)현 구주구리(九十九里)해안 兩端에는 海岸絶壁이 있으며 北端은 미우부가우라이고 南端은 다이또-미사키 海岸으로 侵蝕

海岸으로 유명하며 後退速度가 빨라 1m/년에 달하고 있다. 절벽에서 海岸으로 供給되는 土砂의 量에 관하여는 전벽의 崩壞土砂量은 절벽의 높이와 後退速度를 곱하여 구해지므로 여기에 寄與率을 고려하면 推定은 가능하다. 절벽에서 崩壞한 土砂의 粒度分布는 각 장소마다 相異하고 또 微細한 것은 波浪에 의해 擴散되어서 海岸으로 土砂가 供給되지 않는다고 생각되므로 各各의 장소마다 寄與率을 檢討할 필요가 있을 것이다. 河川流出土砂와 같이 기여율의 上限을 벼랑을 구성하는 암석이 崩壞한 때의 粒度構成과 그 海岸의 粒度構成을 비교함으로써 설정할 수 있으나 실제 값에 대하여는 明白하지 않고 檢討한 事例도 적다.

海岸의 土砂 供給源으로서는 이외에도 인접한 沿岸에서 波浪에 의하여 運搬되는 것과 바람에 의한 飛砂 등을 들 수 있으나, 이것은 海岸의 一定 區域 內의 移動量 推定에는 重要하지만 砂濱海岸 全體를 생각할 경우에는 그 寄與度는 대체로 적다. 또 다른 海岸의 土砂供給으로서 人工的으로 행하는 養濱이 있으니 이에 대하여는 供給量을 가장 明確히 알 수 있다.

江口港 주변 海域의 底質은 모래로 構成되어 있고 막대한 量이 存在하여 海水의 移動에 따라 運搬되기 때문에 잠재적인 供給源으로 評價된다. 江口港의 경우에는 주변 海域의 모래가 주요한 供給源으로 判斷된다.

나. 損失源

海岸에서 流出하는 土砂의 損失源으로는 外海로의 損失을 우선 들 수 있다. 그 형태는 波浪에 의하여 浮遊한 모래가 흐름에 의하여 移動하며 遠海에 堆積한 경우와 海底傾斜가 심한 海濱에 堆積하고 있던 土砂가 崩壞하는 경우로 區分할 수 있다. 波高가 커져 碎波에 의하여 砕波가 생기면 浮遊된 모래는 外海로 擴散하는 동시에 離岸流나 構造物에 의한 外海로의 흐름에 의하여 遠海로 이동하며 沈降한다. 이렇게 移動된 모래가 移動限界 水深보다도 깊은 곳에 堆積한 경우 모래는 海岸으로 되돌아오지 않는다. 또 이와 같은 形態의 이동은 河口에서도 생기나 漂砂量에 관해서는 그 機構가 명확히 되어 있지

않아 계속 硏究되고 있다.

海岸에서의 損失로서 인공적인 자갈 및 모래의 採取를 들 수 있다. 波浪에 의한 모래의 移動限界 水深보다도 얕은 장소의 모래가 採取되면 다른 장소에서 모래가 그곳으로 移動하여 海岸 전체의 損失이 되기 때문에 採取量이 그대로 損失量이 된다.

港內埋沒에 따른 浚渫이 이루어져서 浚渫砂를 주변 海域에 投棄하는 경우 海岸 모래량 收支의 측면에서 볼 때 損失量으로 計上된다. 江口港의 浚渫現況은 (表 2.11)과 같으며 五十川의 河川水에 의한 土砂移動과 外海로부터 波浪에 의해 港內로 流入되는 모래에 의한 堆積이 심해 '76年부터 '98年까지 10회에 걸쳐 浚渫이 이루어졌다. 表에 의하면 江口港 浚渫現況 190,056㎥로 2年 주기로 회당 平均 19,000㎥를 浚渫하는 것으로 나타났다.

表 2.11 江口港 浚渫現況

| 年度 | 工事名 | 浚渫量(㎥) | 期間 |
|---|---|---|---|
| '76 | 강구항 준설공사 | 24,300 | 9. 1 - 11. 2 |
| '77 | 강구항 준설공사 | 29,370 | 10.19 - 12.28 |
| '78 | 강구항 준설공사 | 13,300 | 11.13 - 12.16 |
| '82 | 강구항 준설공사 | 10,951 | 8.17 - 10. 7 |
| '83 | 강구항 유지 준설공사 | 7,950 | 9.27 - 10.27 |
| '86 | 강구항 유지 준설공사 | 18,000 | 8. 7 - 9.29 |
| '89 | 강구항 유지 준설공사 | 14,300 | 4.10 - 5.18 |
| '91 | 강구항 유지 준설공사 | 29,000 | 10.22 - 11.11 |
| '95 | 강구항 유지 준설공사 | 7,350 | |
| '98 | 강구항 유지 준설공사 | 35,535 | |

'87年까지 防波堤와 防砂堤의 方向은 南東方向으로 도류제로서의 기능을 상한 것이라 할 수 있으며 南東系列의 波浪이 港 中央部까지 도달하는 것으로 推定된다. 防波堤 建設에 따른 浚渫區域의 移動 및 本 章 2.7절의 港內 底質粒度 분포로부터 이에 대한 說明이 可能하다.

'82年과 '83年의 浚渫區域을 <그림 2.6>에 표시하였으며 港 中央 깊숙한 地域에 堆積된 모래의 대부분은 外海로부터 侵入한 波浪에 의해 移動된 것으로 分析된다.

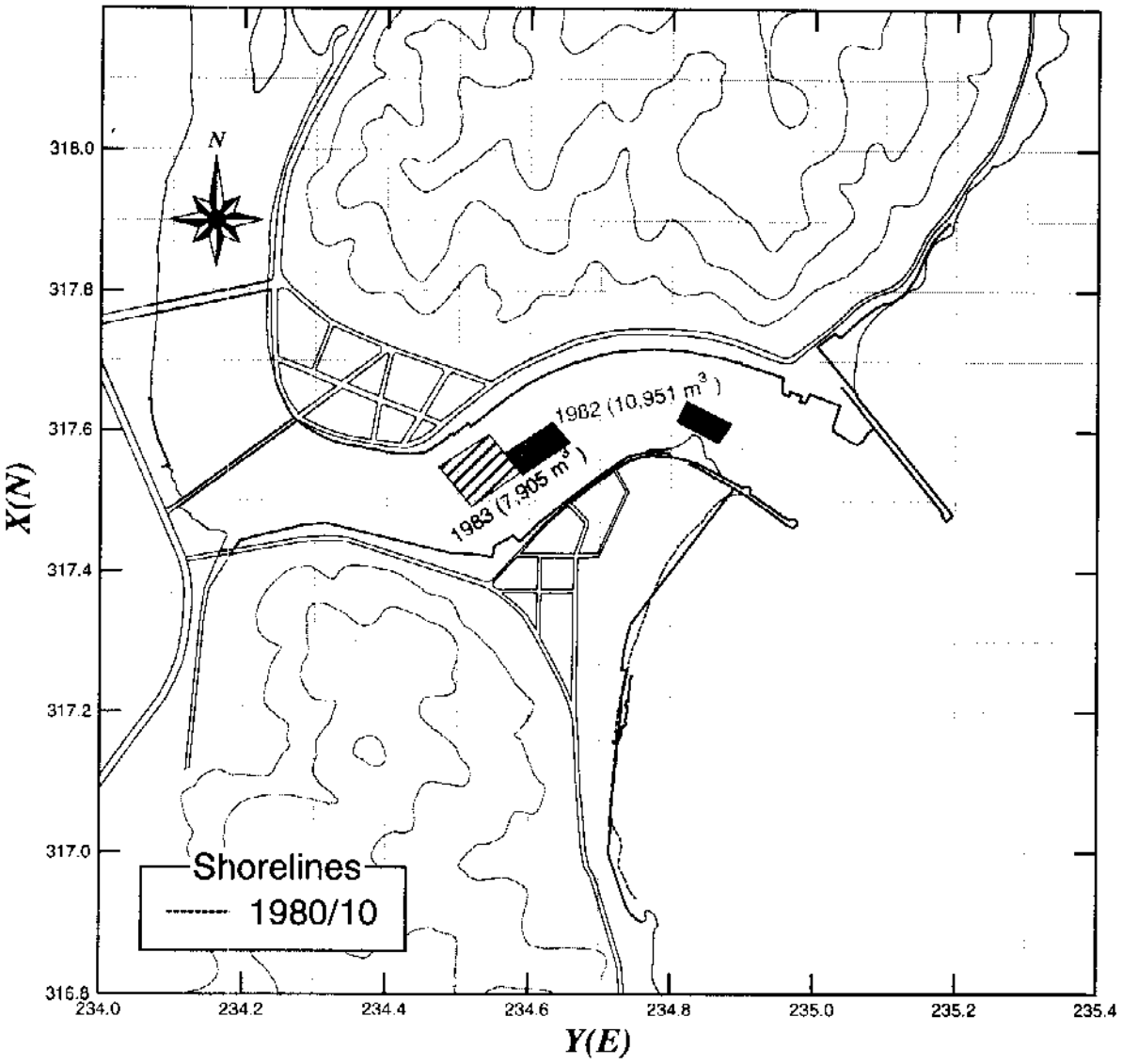



그림 2.6 江口港 '82年과 '83年 浚渫區域

'88年에서 '89年 末까지 施工된 防波堤 길이는 76m로 비교적 짧아 南東系列의 波浪은 여전히 港 中央部까지 도달하는 것으로 보이며 이러한 波浪에 의해 移動된 모래가 港 中央部에 堆積되어 이를 浚渫한 '86年과 '89年의 浚渫區域은 <그림 2.7>에 圖示하였다.

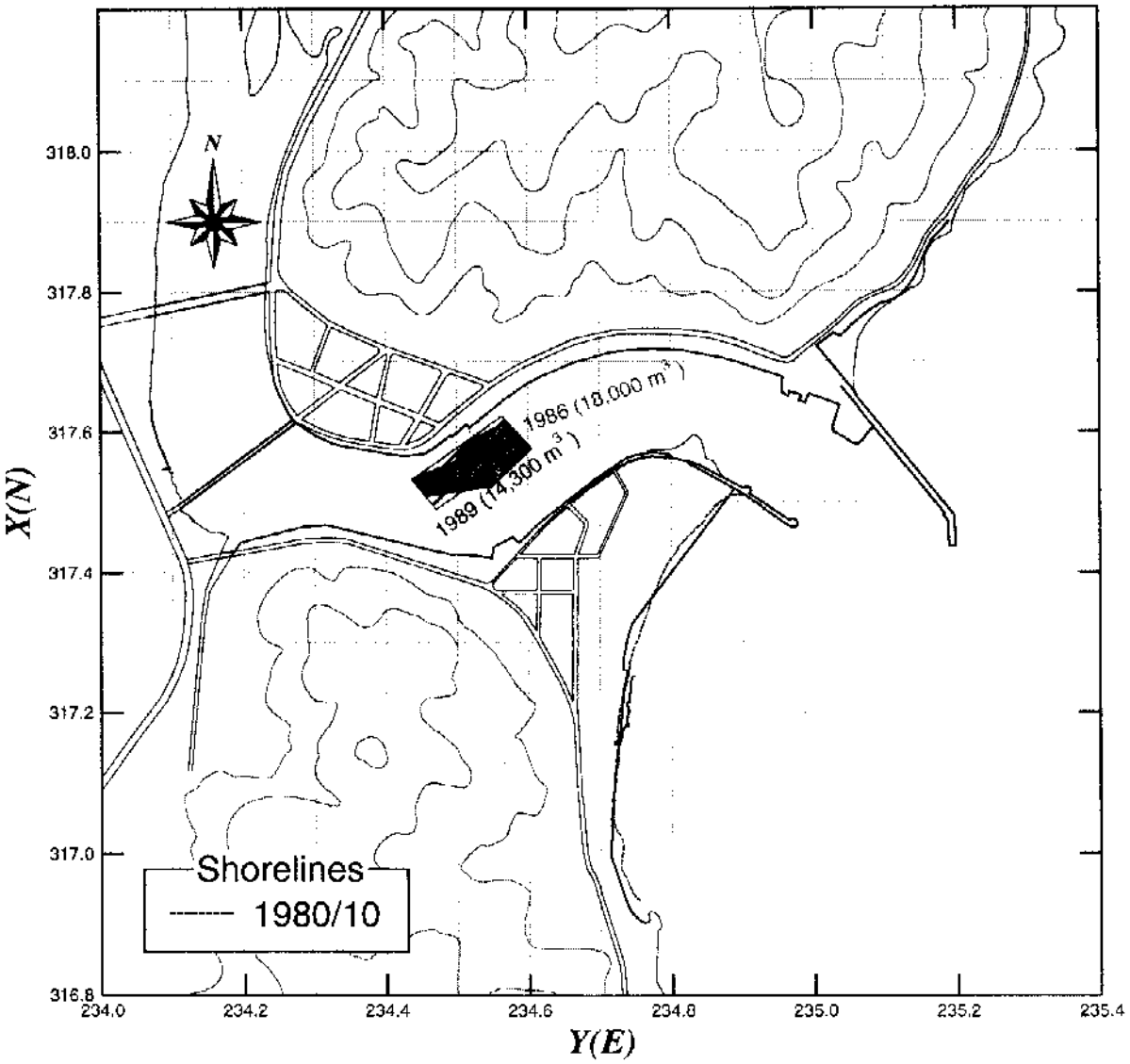



그림 2.7 江口港 '86年과 '89年 浚渫區域

한편 '93年 現在의 防波堤가 完工되어 南東系列 波浪의 港內侵入을 차단하게 되었고 따라서 港內로 流入되는 모래는 대부분 回折에 의한 부차적인 波浪에 의해 移動되기 때문에 防砂堤의 先端을 돌아 移動하여 防砂堤 內側에 堆積되는 것이 '91年과 '95年 區域인 <그림 2.8>으로부터 분명하게 나타남을 볼 수 있으며, '95年과 '98年 浚渫區域을 <그림 2.9>에 나타내었다.

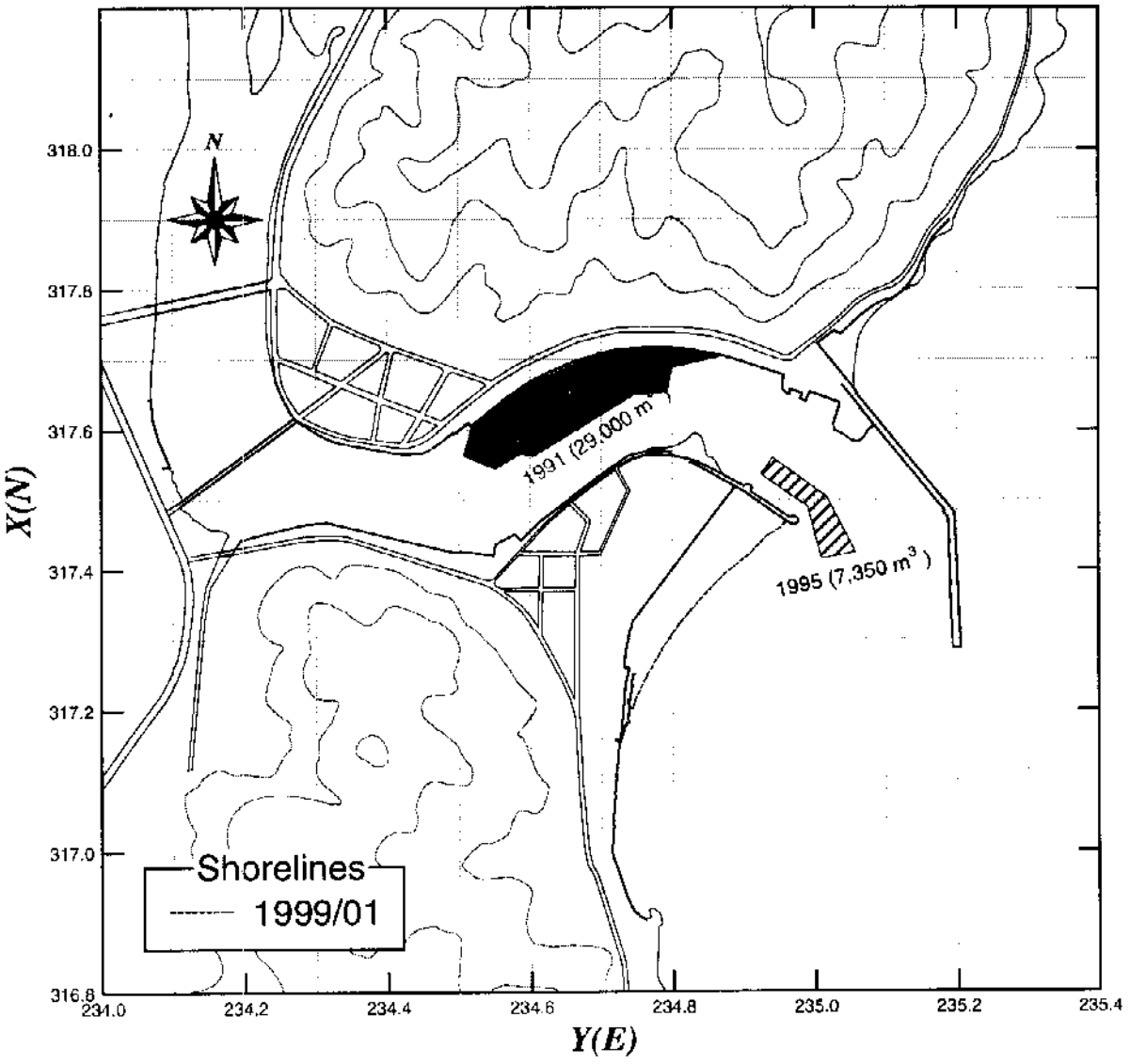



그림 2.8 汀.口港 '91年과 '95年 浚渫區域

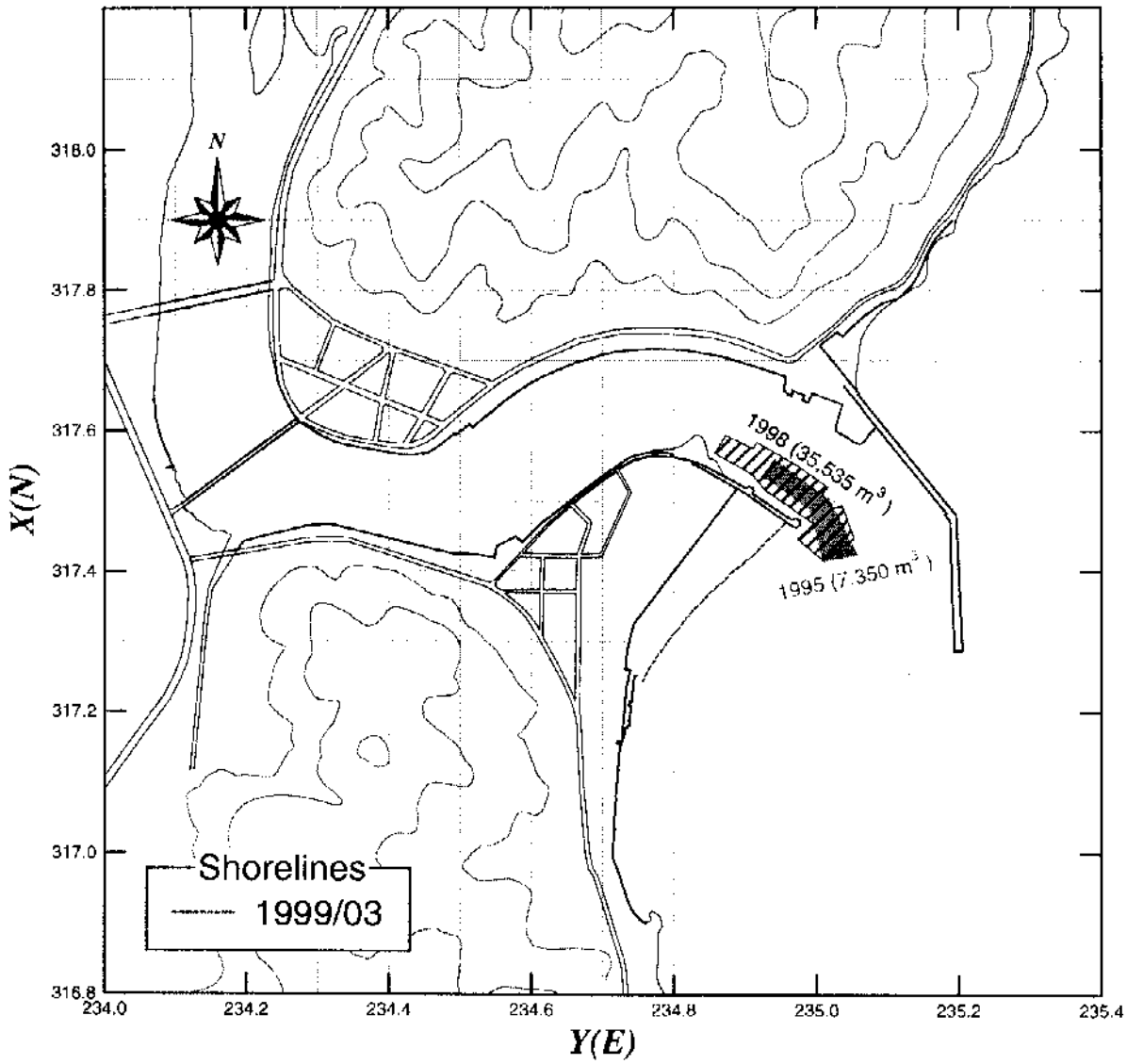



그림 2.9 江口港 '95年과 '98年 淺渫區域

다. 河川

河川은 土砂의 供給源으로 매우 중요하며 江口港은 港內로 통과하는 五十川이 河川土砂의 供給源이며 位置를 <그림 2.10>에 나타내었다.

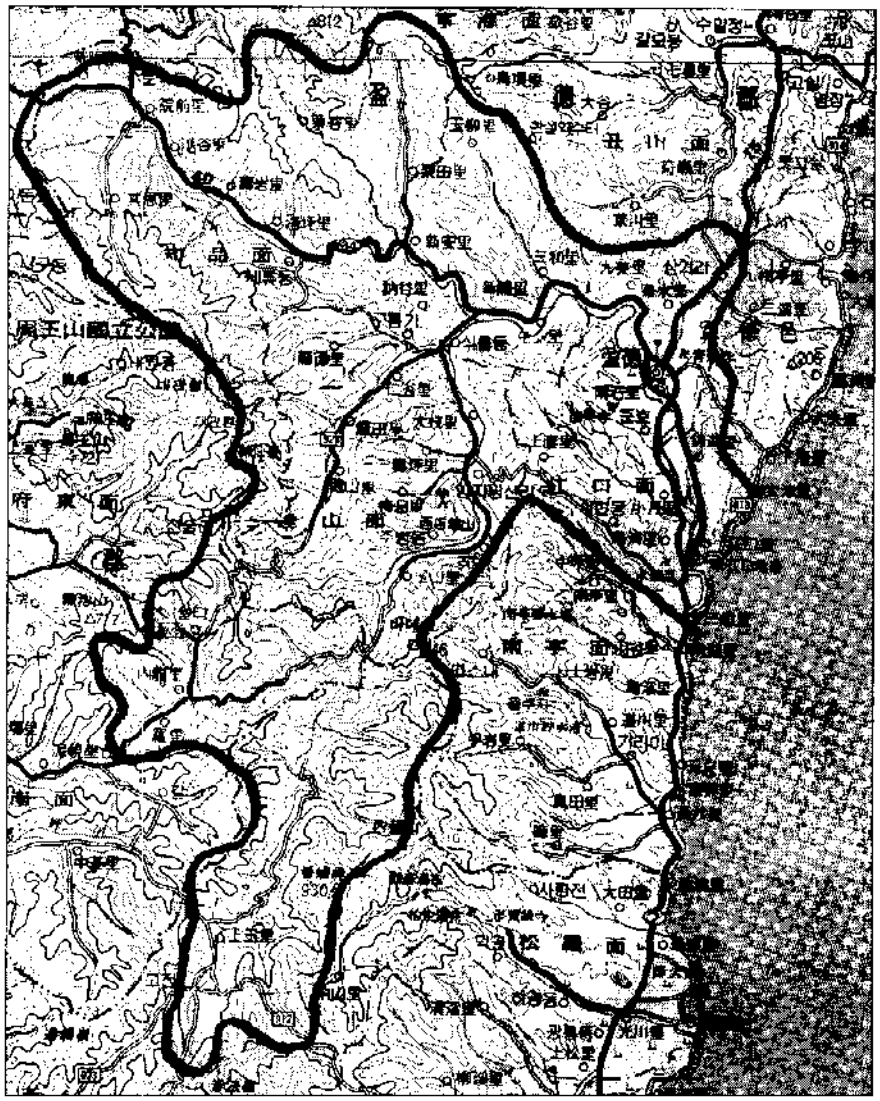


그림 2.10 江口港 河川 位置 및 流域 面積圖

五十川의 降雨量은 (表 2.12)와 같으며 우리 나라 降雨의 특성상 洪水期인 7月과 8月에 降雨가 集中되어 두 달 平均 降水量은 361.2㎜로 年 降水量의 37.3%에 해당한다.

表 2.12 盈德 月平均 降雨量('81年 ~ '97年)

| 월별 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 합계 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 강수량 (㎜) | 31.8 | 43.7 | 58.0 | 56.1 | 65.3 | 121.0 | 174.0 | 187.2 | 107.4 | 50.4 | 45.9 | 27.1 | 967.9 |
| 비율 (%) | 3.28 | 4.51 | 5.99 | 5.80 | 6.75 | 12.50 | 17.98 | 19.34 | 11.10 | 5.21 | 4.74 | 2.80 | 100 |

江口港에서 北쪽으로 4km 떨어진 첫 번째 堡에서 河川流量 및 流砂量을, 堡의 上流에 있는 盈德大橋 위에서는 流砂量을 각각 測定하고 位置를 <그림 2.11>에 나타내었다.

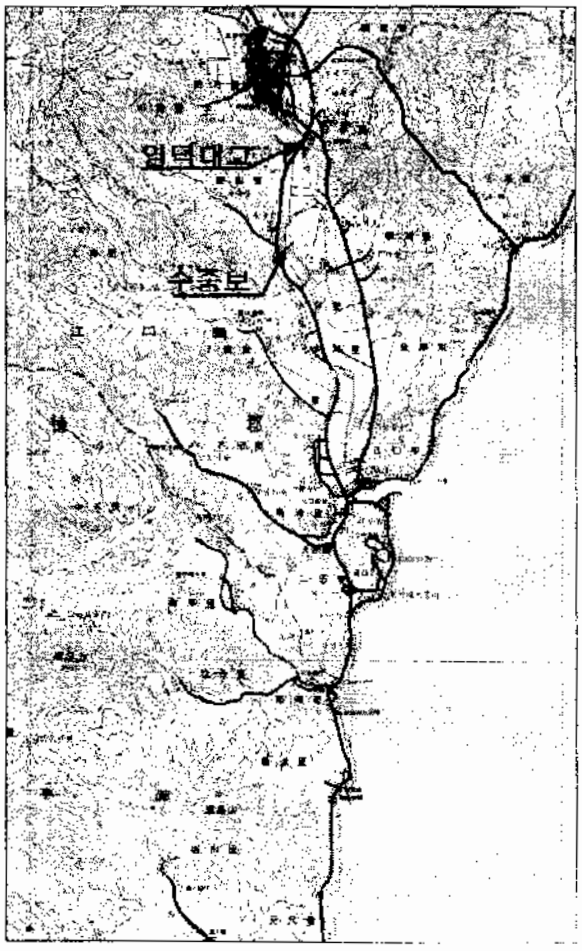
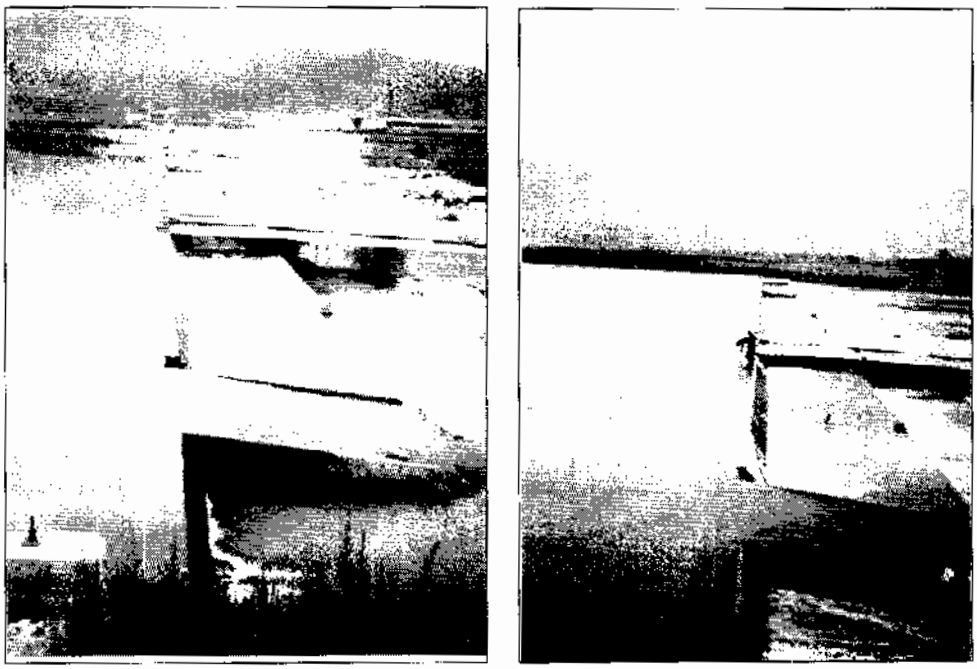



그림 2.11 流砂量 및 流量 測定地點

五十川의 流量은 평시에는 보의 水門을 통해 <그림 2.12>와 같이 물이 약간 흐르는 정도이며 '99年 3月 19日 流量은 5.7㎥/초로 3月 18日과 19日 降雨量은 각각 19.5㎜, 5.0㎜로 총 24.5㎜로 3月 平均 58㎜를 감안하면 비교적 많은 비가 내렸으며 7月 2日에는 46㎜가 내렸으나 14:00까지는 38mm, 16:00까지 43mm가 각각 觀測되었다. 降水量 및 流速 觀測에 의한 流量測定 結果를 (表 2.13)에 나타내었다.



㉠ 평상시 유량　　㉡ 홍수기 유량

그림 2.12 五十川 河口 첫째 보에서의 流量測定

表 2.13 五十川 流量觀測 結果

| 測定月日 | 時間 | 降水量 | 流量 |
|---|---|---|---|
| '99年 3月 19日 | 12:00 | 5㎜ | 5.7㎥/초 |
| '99年 7月 2日 | 14:00 | 38㎜ | 8.2㎥/초 |
| | 16:00 | 43㎜ | 33.0㎥/초 |

'81年부터 '97年까지 하루에 100㎜ 이상 내린 降雨量 觀測日數는 9日이며 이를 1年平均으로 換算하면 0.36日에 해당한다. (表 2.12)의 月 平均 降水量으로부터 2 ~ 3日 연속적인 降水量의 合이 100㎜ 이상인 경우를 포함한 발생횟수는 최대 年 3회로 나타나 이를 年 洪水日로 使用한다. (表 2.13)의 流量을 100㎜ 降水量으로 換算하기 위해 回歸直線 식(2.1)을 사용하면

$$Q(m^3/\sec) = 0.485501x(mm) + 1.69587 \qquad (2.1)$$

流量은 202.5 ㎥/초가 되며 이를 이용하여 洪水時 推定 流量을 200 ㎥/초로 정하였다. 東海岸 漁港의 流域面積 및 流量에 대한 資料를 (表 2.14)에 整理하였다.

表 2.14 東海岸 漁港의 流域面積 및 流量資料

| 河川名 | 流域面積 (㎢) | 年平均 降水量(㎜) | 洪水時 流量(㎥/s) | 비고 |
|---|---|---|---|---|
| 江陵 남대천 | 285.2 | 1393.7 | 121.9 | 강릉 안목항 |
| 江陵 사천천 | 46.7 | 1393.7 | 26.6 | 강릉 사천진항 |
| 盈德 오십천 | 380.8 | 967.9 | 5.7 | 강구항, 3월 강수측정 24.5㎜ |
| | | | 33.0 | 강구항, 7월 강수측정 43.0㎜ |
| | | | 200.0 | 홍수 강수추정 100.0㎜ |

河川 流砂量은 堰에 의한 土砂의 遮斷 정도를 測定하기 위해 <그림 2.12>와 같이 流量測定을 한 堰 下流에서와 <그림 2.13>의 盈德大橋 上流에서 流砂量을 測定하였으며 두 流砂量 測定 地點사이에는 3개의 堰가 있다. 流砂量은 河底로부터 2개의 층에서 測定하였으며 盈德大橋에서는 (表 2.15)와 같이 20분간 119.4g, 堰에서는 1시간에 66.2g이 測定되었다.

流砂 採取機 한 개의 幅은 20㎝, 높이는 10㎝이며 採取機 사이의 間隔은 5㎝이다. (表 2.15)의 測定値를 河川의 1日 부피로 換算하기 위하여 盈德大橋 幅 300m, 堰의 幅 200m를 곱해서 구한 流入土砂量은 4.9㎥/일, 0.6㎥/일로 각각 計算된다.

表 2.15 流砂量 測定(건조중량, g)

| | | -1Ø | 0Ø | 1Ø | 2Ø | 3Ø | 4Ø | 4Ø 이하 | 총무게 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 첫째 보 | 상 | 0.13 | 0.27 | 0.96 | 9.54 | 10.81 | 0.54 | 0.27 | 22.25 | 1시간 측정치 |
| | 하 | 1.17 | 0.75 | 3.00 | 22.37 | 16.38 | 0.23 | 0.06 | 43.9 | |
| 영덕 대교 | 상 | 0.21 | 0.51 | 1.76 | 3.82 | 38.12 | 9.54 | 2.46 | 53.96 | 20분 측정치 |
| | 하 | 0.45 | 1.03 | 3.36 | 4.76 | 44.05 | 11.82 | 1.49 | 65.47 | |

그림 2.13 流砂量 測定光景(盈德大橋 上流)

한편 (表 2.14)의 洪水時 推定 流量 200㎥/초와 (表 2.17)의 하천표품 16번의 해당 粒徑을 使用하여 計算한 河川 流砂量은 Ackers & White 방법에 의하면 1698.1㎥/day, Rijn의 방법으로는 1539.6㎥/day로 계산된다. 또한, 위에서 구한 年 平均 洪水日 3日을 두 가지 방법으로 구한 값에 適用하면 1년 이동량은 각각 5094.3㎥, 4618.8㎥로 算定된다.

그러나, 河川 流砂量은 하상의 자갈이나 암석으로 被覆된 정도에 따라 상당한 영향

을 받게 되며 五十川 역시 하상 상당부분이 자갈로 피복되어 있으며 또한 盈德읍에서 江口까지 五十川 구간에는 3개의 보가 있어 (表 2.15)로부터 보에 의해 토사량의 78%가 줄어든다. 또한 보 하류측에서 유입되는 토사는 山林綠化와 주변의 平地가 田畓으로 되어 있는 관계로 土壤의 侵蝕이 적은 것으로 分析되어 준설량을 감안하면 五十川의 流砂量은 대략 1年에 2000㎥ 정도로 推算된다.

## 2.7. 底質分析 및 沿岸流 測定

水深에 따른 平均粒徑의 變化를 調査한 結果(Horikawa, 1988)에 의하면 水深이 깊어짐에 따라 粒徑이 점차 작아지고 물입자의 攪亂이 심한 碎波帶 附近의 粒徑은 매우 크므로 一般的으로 海岸線 附近에서 粒徑變化가 심한 것으로 밝혀졌다.

江口港 주변의 底質 粒徑분포 特性을 밝히기 위해 16개의 標品을 採取하여 粒度分析을 實施하였으며 河川 모래의 特性을 把握하기 위해 五十川에서 4개를 採取하고 標品採取 位置는 <그림 2.14>에 나타내었다. 港外側은 모래로 構成되어 있으며 암초지역으로 이루어진 北側은 粗立모래(0.5㎜ ~ 1.0㎜)이나 南側은 細粒모래(0.125㎜ ~ 0.25㎜)로 구성되어 있다. (表 2.16)에 底質標品에 대한 粒度分析 結果를, (表 2.17)에 底質標品에 대한 粒度階級에 따른 粒徑을 각각 나타내었다. $D_{50}$은 모래의 粒徑이 작은 것에서 큰 순서대로 整列한 累積曲線에서 50%에 해당하는 모래의 直徑을 의미하고 이 자료는 堆積物 移動模型 및 漂砂移動 限界水深 算定에 利用하였다. 防波堤 周邊을 代表하는 標品번호는 3, 11, 13으로 이중 3번이 防波堤 주위를 代表하는 것으로 정하였으며 $D_{50}$은 0.15㎜로 平均 粒徑 0.3㎜에 비해 작은 것으로 나타났다.

한편 港內 物揚場 附近은 주로 점토가 98%로 이루어져 五十川의 흐름이 여기서 기의 停滯하는 것으로 分析된다. 港內 中央部(14번)에서 모래의 比率이 14%, 신단내측(13번)에서는 모래가 99%로 外海로 갈수록 모래의 比率이 增加하며 外海로부터 流入되는 모래는 삼성소선 부근까지 미치는 것으로 판단된다.

99年 3月 19日 防砂堤 先端 南側의 1개 地點에서 浮遊砂를 觀測한 結果는 (表 2.18)에 나타내었고 採取場所의 位置는 <그림 2.14>에서 "SS"로 표시된 지점이다. 관측당시의 防波堤 先端部의 波高는 2.0m, 波向은 ENE이었으나 觀測地點에서는 SE方向으로 碎波帶내에서 20분간 測定하였다. (表 2.18)에서 알 수 있듯이 층별 流砂量 차이가 거의 없으며 이는 다량의 모래가 부유하여 이동하는 것을 의미한다.

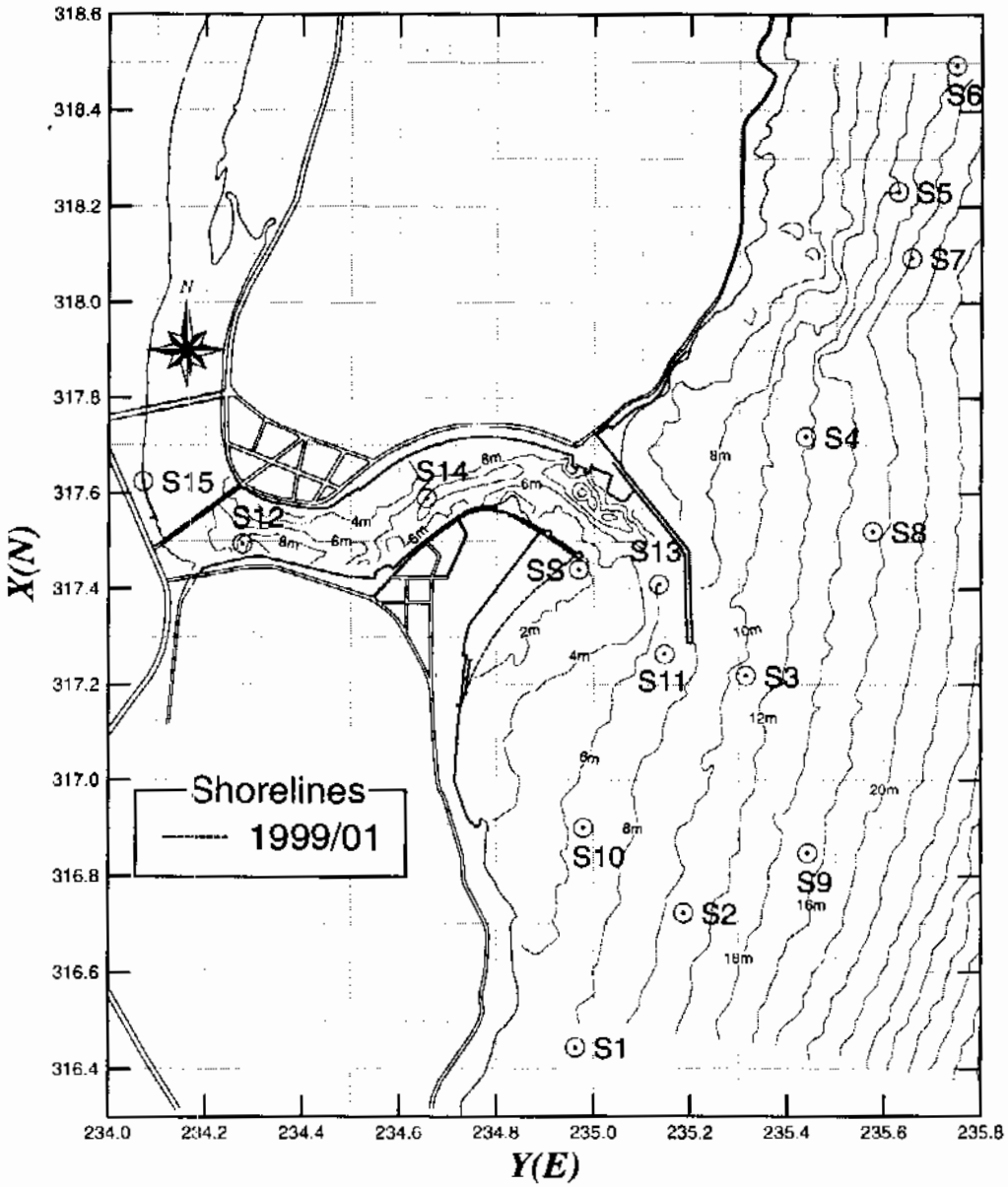



그림 2.14 江口港 堆積物 標品 採取 位置圖

表 2.16 江口港 底質 粒度分析 結果

| 번호 | 무게비(%) | | | 모래평균 | | 편차 | 첨도 | 왜도 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Grav. | Sand | Silt | $\phi$ | mm | | | |
| 1 | 0.0 | 99.1 | 0.9 | 2.6 | 0.16 | 0.74 | -0.60 | 3.94 |
| 2 | 0.0 | 99.6 | 0.4 | 2.4 | 0.19 | 0.75 | -0.47 | 3.74 |
| 3 | 0.0 | 100.0 | 0.0 | 1.7 | 0.30 | 0.71 | -0.23 | 3.37 |
| 4 | 3.1 | 96.9 | 0.0 | 0.6 | 0.67 | 0.86 | -0.08 | 2.85 |
| 5 | 0.4 | 99.5 | 0.0 | 0.5 | 0.73 | 0.56 | 0.21 | 5.68 |
| 6 | 0.0 | 99.9 | 0.1 | 1.8 | 0.29 | 0.67 | -0.10 | 3.31 |
| 7 | 1.7 | 98.3 | 0.0 | 0.7 | 0.62 | 0.75 | -0.04 | 3.65 |
| 8 | 0.0 | 100.0 | 0.0 | 1.4 | 0.38 | 0.63 | -0.27 | 4.01 |
| 9 | 0.2 | 99.3 | 0.5 | 2.4 | 0.19 | 0.82 | -0.58 | 3.96 |
| 10 | 0.0 | 99.9 | 0.1 | 1.9 | 0.26 | 0.87 | -0.33 | 2.73 |
| 11 | 0.4 | 99.6 | 0.0 | 0.4 | 0.76 | 0.75 | 0.67 | 3.82 |
| 12 | 0.1 | 1.7 | 98.2 | 2.7 | 0.15 | 0.29 | -13.52 | 223.71 |
| 13 | 0.0 | 99.2 | 0.8 | 2.5 | 0.17 | 0.52 | 0.19 | 5.84 |
| 14 | 0.0 | 14.1 | 85.9 | 3.0 | 0.12 | 0.60 | 3.79 | 20.40 |
| 15 | 0.5 | 97.1 | 2.4 | 1.9 | 0.27 | 0.95 | 0.03 | 3.92 |
| 16 | 9.0 | 71.4 | 19.6 | 1.4 | 0.38 | 1.98 | -0.33 | 1.81 |

表 2.17 江口港 底質標品 粒度階級別 粒徑(mm)

| 번호 \ 계급 | $D_5$ | $D_{10}$ | $D_{16}$ | $D_{35}$ | $D_{50}$ | $D_{65}$ | $D_{84}$ | $D_{90}$ | $D_{95}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.041 | 0.047 | 0.052 | 0.066 | 0.078 | 0.092 | 0.121 | 0.149 | 0.205 |
| 2 | 0.046 | 0.053 | 0.059 | 0.077 | 0.091 | 0.109 | 0.150 | 0.179 | 0.224 |
| 3 | 0.075 | 0.087 | 0.099 | 0.127 | 0.150 | 0.178 | 0.232 | 0.269 | 0.339 |
| 4 | 0.137 | 0.166 | 0.193 | 0.267 | 0.333 | 0.416 | 0.596 | 0.707 | 0.879 |
| 5 | 0.197 | 0.240 | 0.267 | 0.324 | 0.365 | 0.413 | 0.500 | 0.565 | 0.660 |
| 6 | 0.075 | 0.087 | 0.098 | 0.125 | 0.146 | 0.172 | 0.220 | 0.248 | 0.303 |
| 7 | 0.136 | 0.165 | 0.193 | 0.264 | 0.311 | 0.366 | 0.474 | 0.560 | 0.720 |
| 8 | 0.099 | 0.116 | 0.130 | 0.162 | 0.187 | 0.214 | 0.276 | 0.324 | 0.395 |
| 9 | 0.045 | 0.052 | 0.058 | 0.076 | 0.092 | 0.111 | 0.159 | 0.193 | 0.246 |
| 10 | 0.057 | 0.067 | 0.077 | 0.102 | 0.123 | 0.160 | 0.247 | 0.291 | 0.358 |
| 11 | 0.144 | 0.198 | 0.253 | 0.331 | 0.392 | 0.465 | 0.580 | 0.638 | 0.721 |
| 12 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 13 | 0.047 | 0.056 | 0.064 | 0.077 | 0.086 | 0.096 | 0.116 | 0.125 | 0.148 |
| 14 | - | - | - | - | - | - | - | 0.039 | 0.058 |
| 15 | 0.043 | 0.060 | 0.073 | 0.106 | 0.134 | 0.164 | 0.228 | 0.274 | 0.364 |
| 16 | - | - | - | 0.053 | 0.096 | 0.255 | 0.625 | 0.924 | 1.093 |

表 2.18 江口港 浮游砂 分析 結果(SS, 1999年 3月)

| 층 | -1Ø | 0Ø | 1Ø | 2Ø | 3Ø | 4Ø | 4Ø 이하 | 총무게 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.00 | 0.21 | 3.15 | 67.35 | 131.48 | 2.32 | 0.31 | 204.82 |
| 2 | 0.26 | 1.96 | 7.47 | 112.42 | 99.46 | 1.26 | 0.18 | 223.01 |
| 3 | 0.57 | 3.48 | 10.57 | 107.54 | 94.65 | 1.19 | 0.08 | 218.08 |
| 4 | 0.41 | 3.85 | 11.26 | 104.54 | 91.42 | 1.52 | 0.08 | 213.08 |

沿岸流速은 EM유속계를 사용하여 '98年 7月과 '99年 3月 2회 測定하였다. 沿岸流速은 水粒子의 10초간 平均流速으로 波浪과 沿岸流의 합한 값이므로 波浪에 의한 流速을 제거하여야 한다. 流速觀測은 <그림 2.15>에 나타낸 바와 같이 防砂堤 先端 港內側과 港外側에서 각각 實施하였다. <그림 2.16>과 같이 7月의 沿岸流는 5.95 *cm*/sec 流向은 正東에서 반시계 方向으로 153°, 3月의 값은 47.9 *cm*/sec 流向은 28.7° 로 각각 調査되어 沿岸流는 防砂堤 先端을 돌아 港內側으로 흐르는 것으로 나타났다.

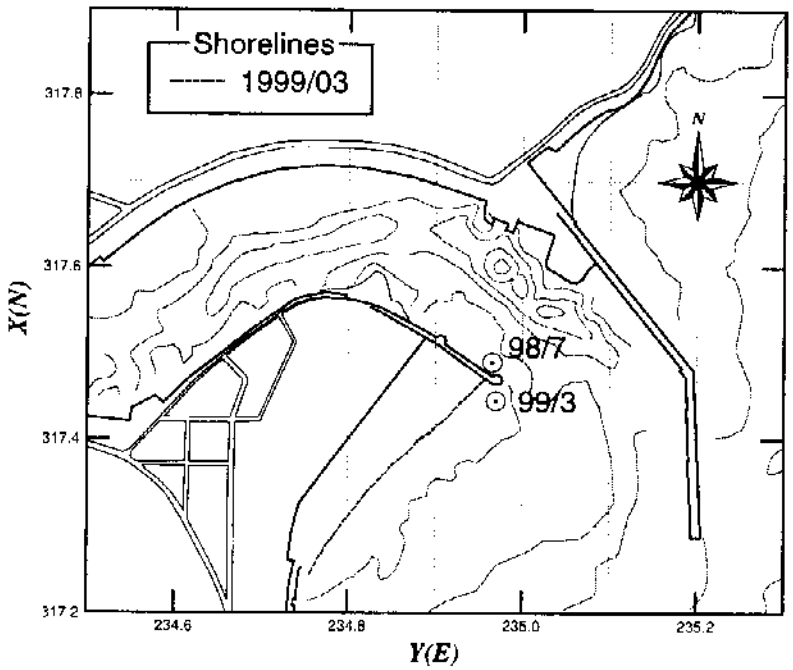



그림 2.15 沿岸流 觀測地點

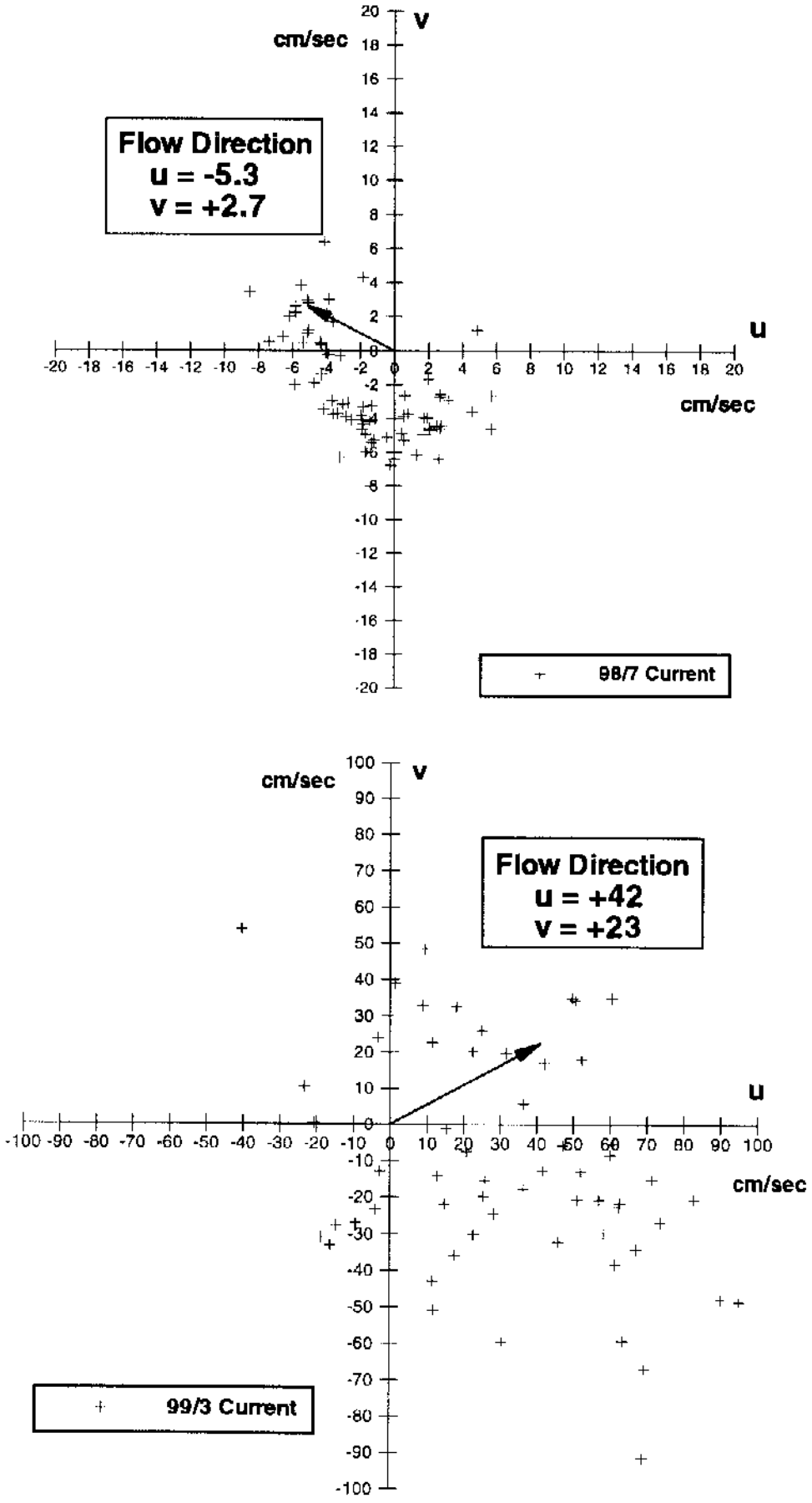



그림 2.16 沿岸流 觀測結果

## 2.8. 結論

防波堤 周邊의 等水深線은 防波堤와 平行으로 形成되어 있어 모래가 北에서 南下하는 것을 나타내며 이 南向漂砂의 일부는 防波堤 曲部의 海底地形에 의해 일부 遮斷되나 先端으로 移動한 모래는 先端에서 反射되는 波浪에 의해 부유하여 靜穩한 區域으로 移動하는 것으로 分析된다. 現在의 防波堤 配置로 인해 南側海岸의 堆積은 지속적으로 이루어져 防砂堤가 있는 오포3리 海岸은 堆積의 結果 形成된 것으로 推定되고 88年부터 建設된 防波堤가 堆積을 加速시킨 것으로 判斷된다. 즉 南側海岸에서 內港側으로 흐르는 沿岸流가 모래를 移動하여 防砂堤 先端을 돌아 內港側으로 移動하여 防砂堤에 連結된 護岸 中央까지 堆積되는 것으로 分析된다. 防砂堤 先端을 돌아 移動되는 모래는 防波堤 선단까지 직접 進入하는 SE 波向과 그 以南의 波向은 물론 ENE ~ ESE 波向도 防波堤 先端에서 回折되어 港 內側으로 흐르는 沿岸流를 形成하는 것으로 分析된다.

'59年 사라호 颱風에 의해 대부분 市街地가 浸水되어 江口 住民들은 五十川의 원활한 疏通에 비상한 觀心을 보이고 있다. 五十川 下流의 平均 幅은 150미터이며 洪水期의 河川水 疏通의 원활을 꾀하기 위해 最小 150미터의 幅을 維持하는 것이 필요하다.

'76年부터 '98年까지 江口港 浚渫現況 190,056㎥로 2年 週期로 회당 平均 19,000㎥를 浚渫하는 것으로 나타났다. '88年부터 施工된 防波堤에 의한 浚渫區域의 位置變化로부터 첫째 江口港에 堆積된 모래는 주로 外海로부터 波浪에 의해 移動된 모래이며, 둘째 새로 施工된 防波堤 190m가 港內로 직접 侵入하는 대부분의 波浪을 遮斷하기 때문에 모래의 堆積區域이 점차 外海쪽으로 이동하고 셋째 현재 港內 堆積區域은 防砂堤 先端으로부터 內側地域으로 調査되었다.

盈德 氣象觀測所의 資料('81年 ~ '97年)로부터 2 ~ 3日 연속적인 降水量이 100㎜ 이상인 發生횟수는 最大 年 3회로 나타났으며, 五十川의 流砂量은 대략 1年에 2000㎥ 정도로 推算된다. 浚渫量, 流量 및 流砂量 測定, 氣象資料, 堆積物 분포를 分析한 결과 현재 江口港의 埋沒은 河川 流砂보다는 波浪에 의한 모래 流入이 主導的인 役割을 한다.

# 第 3 章 海岸變形 過程

海岸線變形 및 港內埋沒을 豫測하기 위해서는 過去 海岸線 變化의 傾向을 把握하여 이를 再現할 수 있는 數値模型을 選定해야 한다. 모래의 移動은 海底 및 海岸線 變形을 誘發시키고 江口港의 경우 모래의 移動을 일으키는 主導的인 外力은 第 2章의 現地調査 결과에 의하면 河川水보다는 波浪에 의해 결정되므로 波浪豫測과 파랑에 의해 생성되는 沿岸流豫測 및 연안류에 의한 堆積物 移動豫測이 포함된 複雜한 過程을 거쳐야 비로소 海底變形이 예측된다. 數値模型은 自然現象을 再現하는 한 방법이며 模型의 精密度는 자연현상의 分析을 통해 수많은 因子들 가운데 主要 因子들을 抽出하여 單純化시키게 되므로 복잡한 自然現象 경우 豫測의 精密度가 떨어진다. 따라서 海底變形 또는 海岸線 變形의 예측에 대한 精密度는 包含된 各 過程의 定量化 방법에 의해 影響을 받을 뿐 아니라 堆積物 移動을 예측하기 위한 各 過程 自體도 複雜하게 연계되어 있기 때문에 現在의 技術水準으로는 豫測의 精密度가 낮다.

本 章에서는 港內埋沒의 과정을 考察하여 現象에 대한 이해를 돕고 數値模型의 結果를 보다 正確하게 解析하고자 海岸線變形 過程과 관련된 國·內外의 類似한 海岸變形事例를 整理하였다.

## 3.1. 概要

海岸變形은 海濱을 구성하고 있는 모래의 移動 즉 漂砂移動으로부터 惹起되며 또한 漂砂移動 結果로 海濱의 형상이 바뀌므로 이들은 서로 密接한 관계가 있다. 海岸 漂砂의 流失量이 供給量보다 많게 되면 海岸侵蝕이 발생하고 반대로 供給量이 많으면 堆積現狀이 나타난다. 이러한 海岸變形은 海濱의 形象이 波浪이나 흐름 등 外力에 대해 보다 안정한 형상으로 옮겨가는 過程이라 할 수 있다. 安定된 海濱形狀이 이루어진 海岸은 平衡狀態에 도달한 海岸으로 海岸線의 年 平均的 의미의 變形은 거의 나타나지

않는다. 즉 平衡狀態 海岸의 特徵으로는 代表波浪의 波向이 海岸線에 直角으로 入射하여 沿岸漂砂가 없게 된다. 그러나 이러한 平衡狀態의 海岸은 沿岸方向에서의 變形은 없지만 外海方向으로는 變形이 있어 暴風時에는 波浪에 의해 海岸이 侵蝕하게 되며 侵蝕된 海岸은 서서히 復舊되는 過程을 反復한다.

海岸은 沿岸工學의 用語로는 海濱이라 指稱되며 干潮線으로부터 처올림에 의해 海水가 到達하는 地點까지를 前濱(foreshore), 이곳으로부터 高天時 波浪이 到達하는 限界까지를 後濱(backshore)으로 細分할 수 있다. 海岸線으로부터 碎波帶 밖의 地點까지를 外濱(inshore)이라 구분하고 遠濱(offshore)은 海底傾斜가 比較的 緩慢한 外濱의 境界로부터 大陸棚 끝단까지의 地域을 나타낸다<그림 3.1>.

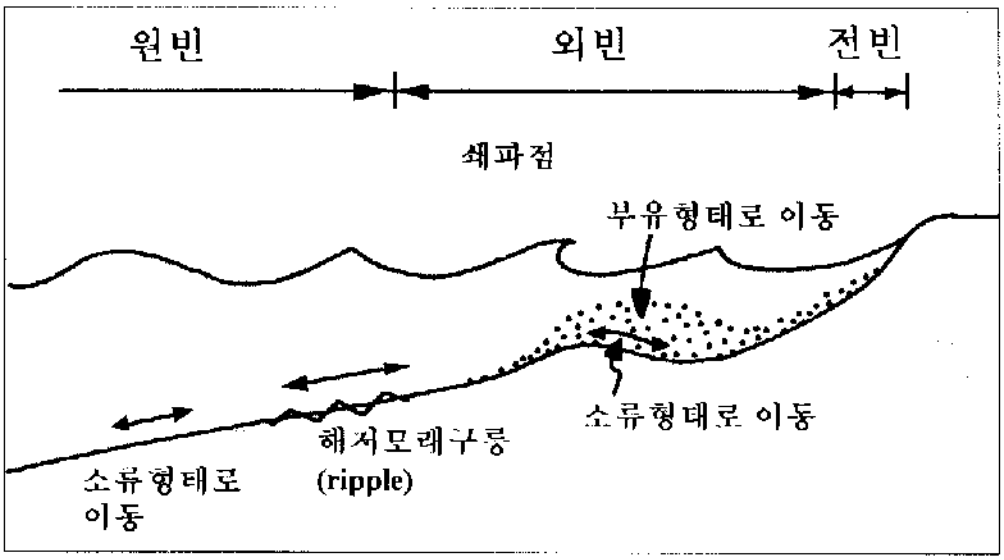



그림 3.1 海濱의 定義 및 漂砂移動 模式圖

海濱의 形狀은 波形傾斜와 底質粒徑에 의해 變化되며 波形傾斜가 크고 粒徑이 작을수록 暴風海濱이 되기 쉽다. 暴風海濱은 海岸이 侵蝕되어 碎波帶 附近에 砂洲를 만들게 되며 前濱의 傾斜는 比較的 緩慢하다. 正常海濱은 波高에 대한 波長의 比率로 나타

내는 波形傾斜가 比較的 작은 波浪에 의해 形成되며 前濱의 傾斜는 比較的 급하며 岸線 附近에 階段을 형성하게 된다<그림 3.2>.

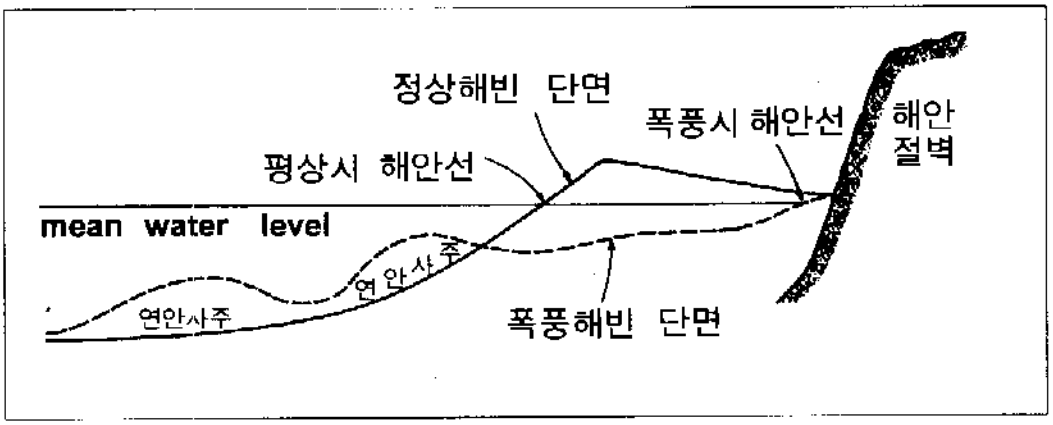



그림 3.2 海濱斷面 模式圖

波形傾斜가 급한 波浪의 條件에서는 海岸의 모래가 侵蝕되어 바다 쪽으로 移動하여 沿岸에 砂洲를 형성하므로 碎波帶의 폭이 넓어져 가능한 한 波浪에너지를 많이 吸收하려고 한다. 예를 들면 강한 風浪에는 수시간 동안에 20 ~ 30미터 정도 侵蝕되는 것으로 調査 報告되었다(Shore Protection Manual, 미육군 공병단 1984).

한편 波形傾斜가 작은 平常時의 波浪(파형경사 0.025이하)은 沿岸의 漂砂를 海岸으로 移動시켜 堆積시킨다. 비록 復舊되는 量은 작지만 全 年을 통해 볼 때 이러한 波浪의 出現이 壓倒的으로 많으므로 강한 波浪의 來襲으로 인해 짧은 기간에 侵蝕된 海岸이 장기간에 걸쳐 漸進的으로 復舊된다. 그러므로 海岸의 모래는 外力인 波力의 크기에 따라 動的으로 反應하는 移動施設物인 天然防波堤를 구성하는 기본적인 要素이며 波浪에너지를 가장 효율적으로 吸收하는 機能이 있는 중요한 資源인 점을 看過해서는 안된다. <그림 3.3>은 위에서 언급한 海岸의 侵蝕 및 復舊過程을 模式화한 것으로 平衡狀態의 海岸에서 外海方向으로의 변형이 생길 때의 海岸 變化를 나타낸다.

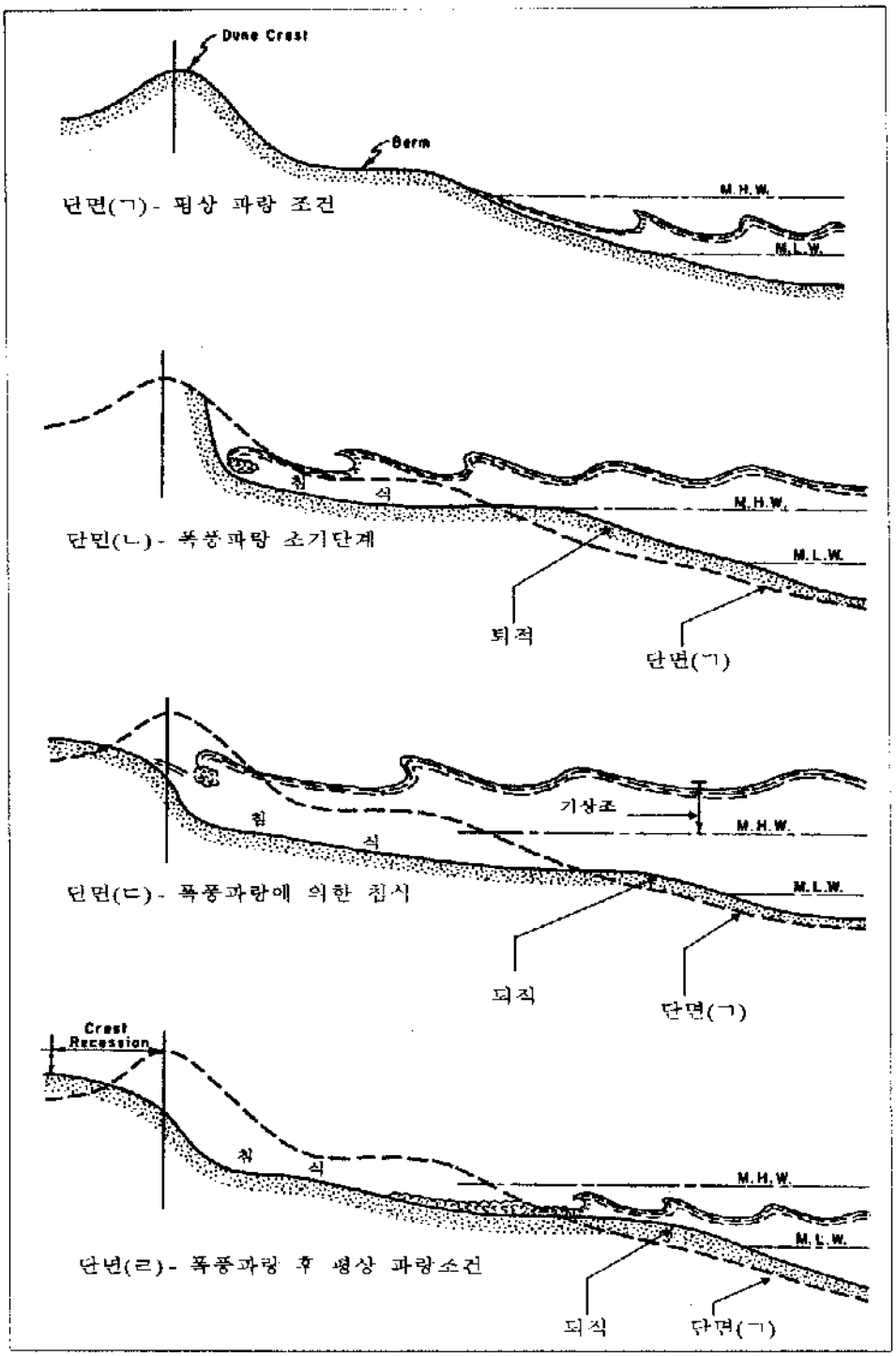



그림 3.3 海濱侵蝕과 復舊過程 模式圖

漁港開發에는 外廓施設과 같은 固定 施設物이 築造됨으로써 海岸이 變形된다. 海岸에 설치된 構造物이 그 周邊의 波浪이나 흐름의 分布에 變化를 주며 海岸이 새로운 變化에 反應하게 된다. 즉 旣存의 平衡狀態가 깨지고 새로운 平衡狀態를 이루기 위해 海岸의 모래가 移動되어 侵蝕 또는 堆積海岸이 형성된다. 港 配置計劃과 관련된 季節的인 변동은 위에 言及한 原因을 正確하게 분석한 基礎 위에서 이루어져야 成功的인 案이 導出된다. 특히 外廓施設이 連次的으로 築造되고 있는 경우 海岸은 外廓施設의 築造에 따라 過渡的인 평형상태에 이르기 위해 繼續 변하기 때문에 過去의 變形過程에 根據한 一般的인 개념의 季節的인 變動은 過渡的 狀態의 變動과 다를 수 있으므로 變形過程 豫測의 精密度가 配置案의 성공을 좌우하는 重要 요소가 된은 當然하다.

波浪에 隨伴하여 생기는 海底 水粒子의 움직인에 의하여 海底漂砂는 前後로 移動하게 되며 波浪에 의한 水粒子의 운동은 底面으로 갈수록 크기가 작아지게 된다. 즉 水深이 깊이짐에 따라 海底에 미치는 波浪의 運動이 微弱하여 水粒子의 流速이 작아져 모래의 移動이 생기지 않는 境遇가 생긴다. 波浪에 의해 모래가 移動하기 始作하는 限界를 移動限界 水深이라 하며 이는 波高, 週期, 底質의 粒徑과 比重 등 條件에 의해 決定된다.

移動限界에 가까우면 底質은 掃流形態로서 波의 進行方向에 따라 前後로 移動한다. 水深이 얕아져 海底에서의 流速이 增加하면 移動量도 늘고, 海底 모래구릉(ripple)이 형성된다. 이 경우에는 掃流形式 외에 浮遊形式의 移動도 발생하게 된다. 이들의 移動狀態를 模式的으로 나타낸 것이 <그림 3.1>이다. 水深이 얕아져 碎波가 발생하면 碎波에 수반된 亂流(turbulence)에 의한 攪亂 때문에 모래는 더욱 激甚하게 浮遊한다.

또한 흐름과 波浪이 共存하는 경우의 漂砂移動은 波浪만이 存在할 境遇와 다르며 移動形態 및 移動量에 懸隔한 차이가 있다. 흐름이 共存하면 移動形態는 浮遊砂가 크게 증가하고 移動量도 큰 폭으로 증가한다. 一般的으로 波浪은 水粒子를 圓 또는 楕圓의 形態로 運動을 시키므로 底質 堆積物을 쉽게 浮遊시키며 특히 碎波의 경우 생성된 亂流가 底質의 浮游能力을 크게 增加시킨다. 한편 실제 波浪에 의한 水粒子 運動은 폐곡선의 원

또는 타원운동이 아니므로 海水의 純移動이 있게 되며 이로부터 생성되는 沿岸流는 크기가 비교적 작기 때문에 浮遊된 粒子의 運搬能力은 상대적으로 작다. 이에 반해 흐름의 流速은 沿岸流보다 比較的 커서 浮遊能力보다는 運搬能力이 상대적으로 크다(Bijker, 1971). 물론 흐름에 의해 波浪은 변하게 되나 이 現象은 二次的인 重要性(second order)을 가지므로 主導的인 현상만 考慮할 때 波浪에 의해 浮遊된 모래는 흐름에 의해 쉽게 移動하게 된다.

### 3.2. 移動 限界水深

移動 限界水深은 實驗 및 現地觀測에 의하여 決定되었고 移動限界의 모래 운동은 初期 移動限界, 全面 移動限界, 表層 移動限界, 完全 移動限界의 4종류의 移動限界로 分類하기도 한다.

初期 移動限界와 完全 移動限界는 水理實驗에 의하여 성하여진 값이고 表層 移動限界와 完全 移動限界는 水理實驗 및 放射性 모래를 사용한 現地觀測의 結果로부터 구한 限界水深이다. 波浪條件과 移動限界水深의 관계에 대한 硏究結果를 종합하면 다음과 같은 式으로 一般化할 수 있다.

$$\alpha\left(\frac{H_o'}{L_o}\right)\left(\frac{L_o}{d_s}\right)^n = \left(\frac{H}{H_o'}\right)^{-1}\sinh\left(\frac{2\pi h}{L}\right) \tag{3.1}$$

여기서 $h$는 移動 限界水深으로 그 水深에 있어서의 波高와 波長은 $H$와 $L$로 각각 나타내고 $H_o'$, $L_o$는 換算深海波의 波高와 波長이다. 또 $d_s$는 底質의 代表粒徑을 나타낸다. 常數 $\alpha$와 $n$은 연구를 수행한 提案者에 따라 相異하나 이 가운데 사또오(佐藤)와 나나까(田中)에 의한 表層移動과 完全移動에 대한 限界水深은 현지 관측에 基礎하여 정하여졌기 때문에 實用的이다. 사또오·다나까에 의한 表層移動 限界水深과 完全移動 限界水深은 다음 式으로 각각 정의된다.

$$\left(\frac{H_o'}{L_o}\right) = 1.35\left(\frac{d_s}{L_o}\right)^{1/3}\sinh\left(\frac{2\pi h}{L}\right)\left(\frac{H_o'}{H}\right) \tag{3.2}$$

$$\left(\frac{H_o'}{L_o}\right) = 2.4\left(\frac{d_s}{L_o}\right)^{1/3}\sinh\left(\frac{2\pi h}{L}\right)\left(\frac{H_o'}{H}\right) \tag{3.3}$$

式(3.3)의 完全移動 限界水深은 海底表層의 모래 移動에 따른 水深의 變化가 明瞭한 정도로 顯著하게 移動하는 경우의 水深으로 構造物 先端의 水深을 정할 때 사용된다. 또한 波浪에 의한 모래의 移動限界는 港灣의 埋沒이나 導流堤 內의 堆砂防止를 검토하던가 海岸侵蝕 對策의 範圍를 규정할 경우에도 사용된다. 또 骨材로서 海底砂를 採取하고 있으나 移動 限界水深보다 깊은 장소에서 採取하면 海底 地形變化를 招來하는 경우는 적다고 判斷된다. 앞서 제시한 式에서도 明白한 바와 같이 移動 限界水深은 波浪條件에 의하여 크게 變化하기 때문에 確率的인 처리가 필요하다. 예컨대 年 最大波高에 對應하는 水深 등 목적에 附合되는 값을 選擇할 필요가 있다. 深海波高, 週期 및 粒徑이 주어지면 式(3.2)와 (3.3)으로부터 상응하는 限界水深을 직접 구할 수 있으나 反復計算이 필요하며 使用의 편리를 위해 計算結果를 <그림 3.4>에 나타내었다.

사또오·다나까 식은 換算深海波高를 사용하며 深海波高와 換算深海波高의 관계는 式(3.4)로 定義된다.

$$H_o' = H_o \cdot K_R \cdot K_D \tag{3.4}$$

여기서 $H_o$는 深海波高, $H_o'$는 換算深海波高, $K_R$은 屈折係數, $K_D$는 回折係數이다.

換算深海波高는 直交入射의 波浪이 水深만에 의한 波高變化 즉 淺水係數를 제외한 가상적인 波高가 되며 조파수조에서 기존 實驗値를 활용하기 위해 導入된 것이다. 한편 屈·回折係數는 一般的으로 同一한 等水深線上에서도 對象地點의 위치에 따라 다르며 특히 水深 變化가 複雜한 지역에서는 상당한 差異를 보일 수 있다. 사또오·다니까 식은 先端部가 위치할 지역에 算定된 굴·회절계수를 미리 정해 限界水深을 계산하고 이 水深에서의 屈·回折係數를 다시 算定하여 限界水深을 구하는 반복적인 過程이 필요하다. 그러나 實際 適用時 이 反復過程을 생략하는 경우가 많으나 周邊 水深이 복잡한 지역에서는

反復 計算過程이 必要하다.

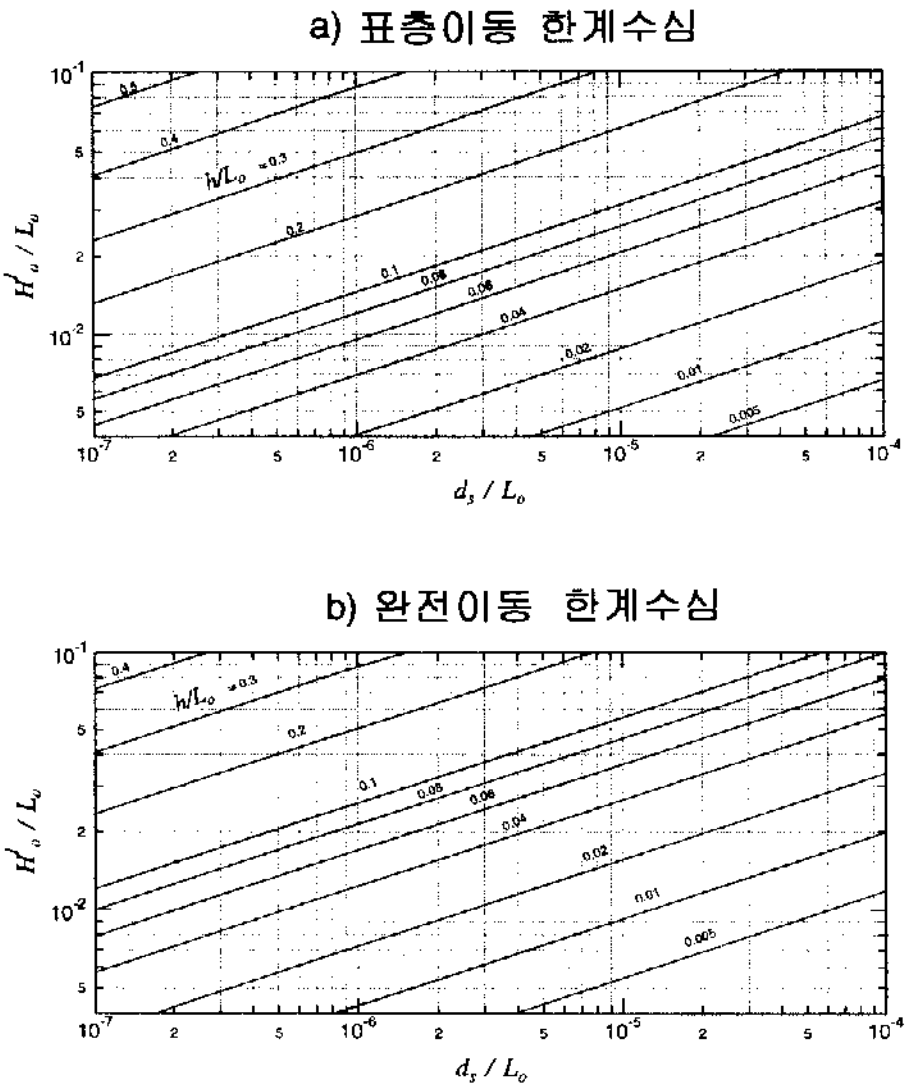



그림 3.4 移動限界水深圖 (佐藤 · 田中)

移動 限界水深을 정하는 또 다른 식으로는 Hallermeier가 提示한 式(3.5)가 있다.

$$D_s = \left(2.28 - 10.9\frac{H_o}{L_o}\right) H_o \tag{3.5}$$

여기서 $D_s$는 移動 限界水深이고 $H_o$는 12시간 이상 持續된 深海波高이며 $L_o$는 $H_o$에 相應하는 波長이다. Hallermeier 式(3.5)에는 底質粒徑이 포함되지 않은 식으로 外見上 漂砂移動을 나타내는데 부적절한 것으로 보인다. 그러나 碎波帶를 지나면 粒徑의 變化幅이 급격히 減少하며 대부분 外廓施設의 先端水深인 10미터 내외에는 거의 일정한 값을 보이며(厚浦港 埋沒防止對策 檢討 報告書, 1982; 東海岸의 港灣埋沒 및 海岸變形에 관한 硏究(Ⅱ), 1993), 式(3.5)는 經驗式이므로 先端水深 附近의 代表的인 底質粒徑이 考慮되어 式에 包含된 것으로 분석된다. 또한 式(3.5)의 장점은 適用 深海波를 12시간 이상 지속되는 年最大波高에 對應하는 水深으로 制限하여 그 값이 너무 커지는 것을 제한하였다.

위 式(3.3, 3.5)을 사용하여 계산한 限界水深 값은 入力資料 選定 특히 波浪資料에 따라 큰 차이를 보인다. 이용 가능한 入力資料가 不足한 경우 課業修行者의 判斷에 따라 限界水深 값이 결정될 수밖에 없으나 漂砂移動 限界水深은 先端部의 洗掘 또는 埋沒을 防止하기 위한 基準으로 사용되는 점 및 先端水深의 작은 차이에도 工事金額은 상당한 차이를 갖는 점을 勘案하면 限界水深의 選定은 매우 重要하다. 따라서 두 式의 적용시 사용되는 入力資料 및 式에 포함된 假定을 분석하여 客觀的이고 合理的인 값을 導出하기 위해 充分한 檢討가 요구된다.

우리 나라의 경우 深海波浪은 對象海域에서 長期間 實測된 자료가 없으므로 推定값을 사용할 수밖에 없는 實定이며 통상 50年 頻度로 推定되는 深海設計波의 諸元을 사용하면 限界水深의 값이 커서 建設費가 過度하게 策定될 가능성이 높다. 또한 모래 移動量은 波高가 커짐에 따라 波高의 2 ~ 3 乘에 비례한다. 颱風에 의한 波浪의 波高는 크지만 颱風의 移動速度가 빠르며 波向의 變化가 크다. 東海岸의 경우 港灣埋沒이 대부분 겨울철에 나타나는 理由를 埋沒의 側面에서 分析할 때 颱風의 경우 波浪의 持續時間이 짧아 埋沒에는 영향이 작은 것으로 분석된다. 따라서 12시간 이상 持續되는 年最大波高에 對應하는 水深으로 명확히 制限하여 限界水深 값이 너무 커지는 것을 制限하는 방법이 實用的인 것으로 판단된다.

國內 旣存 報告書에 나타난 동해안 漂砂移動의 限界水深은 7m ~ 14m의 범위로 推算되었으며 慶北 蔚珍郡에 있는 沙鋼港의 測深資料인 <그림 3.5>의 '95年 4月과 '99年 5月의 水深을 비교하면 14미터 이상의 等深線도 상당한 변하여 完全移動 限界水深의 정의에 따르면 14미터 이상으로 判斷된다. 그러나 港 北側의 等水深線은 8미터 보다 깊은 水深에서는 거의 변화가 없어 限界水深은 構造物에 의해 상당히 변하며 算定에 어려움이 있음을 보여준다.

특히 移動 限界水深과 관련하여 주목해야할 것은 移動 限界水深이 防波堤의 配置에 크게 左右되므로 移動 限界水深 자체가 絶對的인 意味를 갖는 것으로 看做하는 것은 매우 危險하다. 이에 관한 구체적인 事例로 厚浦港 埋沒防止對策 檢討(1982)에 推定된 限界水深은 14m로 현재 先端水深을 計劃當時의 수심으로 하면 19.5m가 되나 先端部의 埋沒로 1991年 海圖의 先端水深은 5m로 조사되었다.

### 3.3. 우리 나라 港灣의 海岸變形

構造物 建設에 따른 漂砂移動 현상은 매우 복잡하여 관련된 理論과 豫測이 定立되기까지는 많은 硏究가 필요하다. 現在의 기술은 初步的인 段階에 있어 과기 豫測과 현재 變形을 면밀히 분석하는 檢證過程이 필요하며 이로부터 導出된 分析結果를 이용하면 보다 정밀한 豫測이 이루어진다. 동해안 港灣中 埋沒로 인해 港機能이 低下된 사례가 많으며 특히 小規模 港의 경우에는 埋沒問題가 두드러지게 나타난다. 소규모 항의 경우 規模가 작아 防波堤 先端水深이 깊지 않아 모래의 先端移動이 활발하며 港內流入이 容易하고 港內面積도 작아 埋沒이 뚜렷하게 나타나는 것으로 분석된다. 港 埋沒과 관련된 기존 사례의 水深變形 과정과 埋沒低減을 위한 港配置計劃을 分析하여 금번 課業의 結果를 도출하기 위한 指針으로 使用하고자 한다.

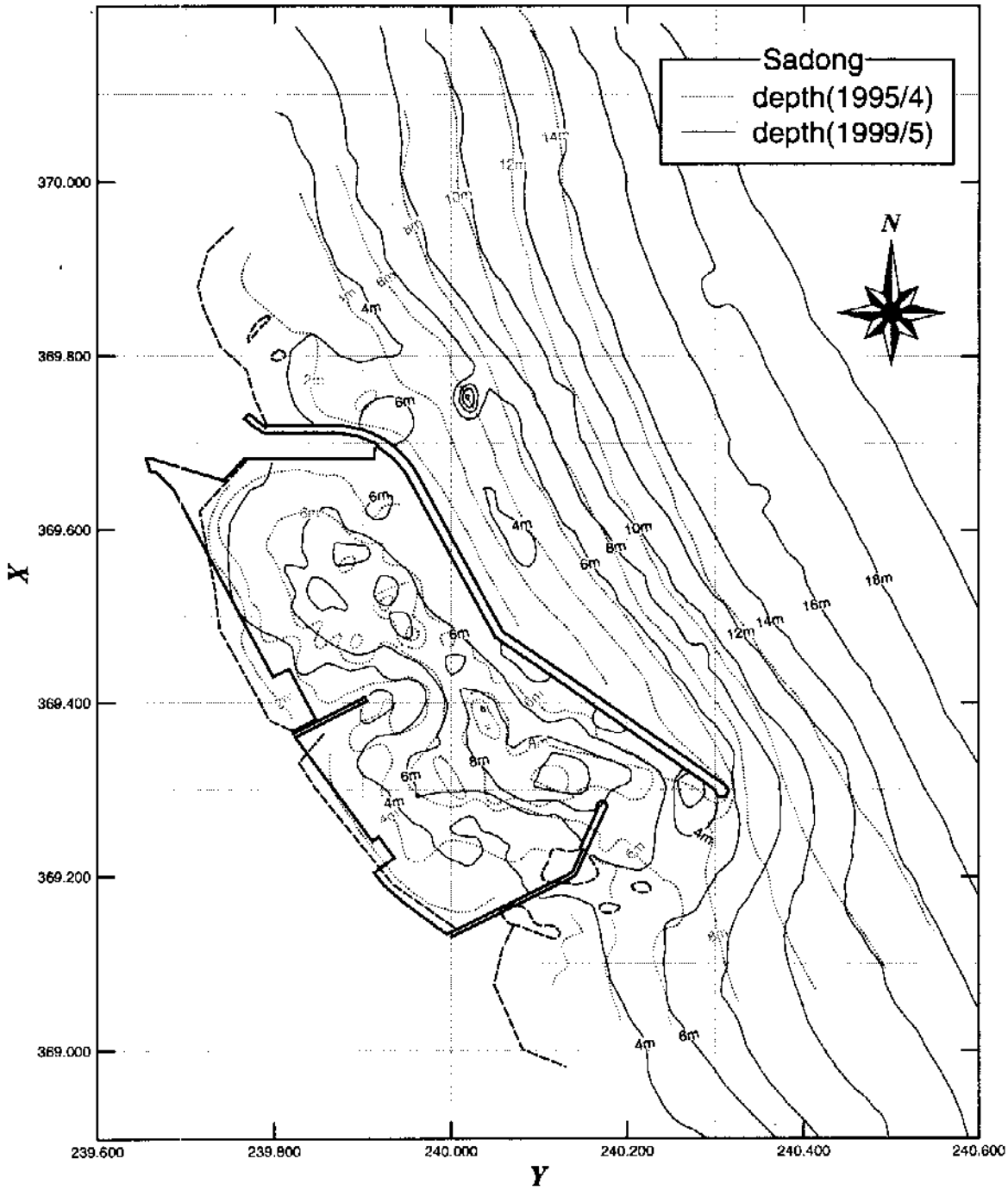



그림 3.5 沙銅港 水深 比較圖('95年 4月, '99年 5月)

가. 厚浦港

慶北 蔚珍郡에 위치한 厚浦港의 主防波堤는 厚浦燈臺가 있는 突出部에서 시작하여 南西方向으로 築造되어 왔다. 1974年부터 시작된 防波堤工事는 '78年부터 港 開口部에 砂洲가 뚜렷이 形成되어 船舶의 入出航에 지장을 주고 특히 장차 防波堤를 계속 延長할 경우 惹起될 문제 등에 대한 對策을 講究하기 위하여 '82年 埋沒防止對策을 樹立하게 되었다. 埋沒防止對策 樹立前까지의 港入口 周邊의 沿岸砂洲 變化를 <그림 3.6>에 나타내었다.

1927年 防波堤, 島堤 및 防砂堤로 구성된 外廓施設이 築造되었고 島堤前面에 沿岸砂洲가 형성되었으며 당시의 水深圖에는 防波堤의 基部附近도 堆積되어 水深이 현저히 낮았다. 1964年에 基部側에 위치한 방장만에 波除堤를 설치하여 南下하는 漂砂를 일부 遮斷하는 效果가 있었으나 沿岸砂洲의 형성을 효과적으로 억제하지는 못하였다. 防波堤 길이가 335미터이었던 1974년에는 防波堤의 法線 延長線上에 砂洲가 형성되었다. 1978年까지 海岸線과 平行하게 防波堤를 築造하여 總延長은 617미터이었으며 水深 3미터의 砂洲가 港開口部에 형성되어 航行에 制限을 주었고 靜穩區域이 확대됨으로써 內港側 基部附近 200미터의 水深이 현저하게 낮아졌다.

1979年에는 防波堤 法線을 外海쪽으로 약간 틀어 80미터를 施工하였으나 港口埋沒은 더욱 顯著하여 砂洲는 港 入口에 廣範圍하게 形成되었다. 防波堤 前面도 堆積되어 等水深線은 防波堤와 평행하였고 先端을 돌아 流入되는 漂砂로 인해 防波堤를 따라 內港에 堆積되었고 특히 基部內側에는 海岸이 形成되어 陸上化되었다. 防波堤가 더 延長된 1981年에도 開口部의 砂洲는 큰 變動이 없으며 陸上化된 基部側에는 岸壁이 設置되었다. 그러나 開口部에 北에서 南으로 이어지는 沿岸砂洲의 형성을 抑制하지 못하였다.

1981年까지 厚浦港의 防波堤는 海岸線과 평행한 方向으로 築造되어 南下하는 卓越漂砂가 防波堤를 따라 先端까지 용이하게 移動하는 배치형태를 보였다. 一般的으로 防波

堤 前面에는 波浪의 反射로 인해 沿岸砂洲의 형성이 크게 제한되지만 漂砂移動이 많은 곳에서의 等水深線은 防波堤와 평행하게 되며 構造物이 築造되지 않은 區域으로 沿岸砂洲가 이어지는 形態로 나타난다. 따라서 厚浦港은 이런 傾向을 보이는 전형적인 事例로 볼 수 있으며 이러한 형태의 埋沒現象이 발생되면 外廓施設의 배치를 調整하여 卓越漂砂의 港 開口部로의 移動을 억제하는 방법이 사용되며 本 章 뒤에 다시 言及하기로 한다.

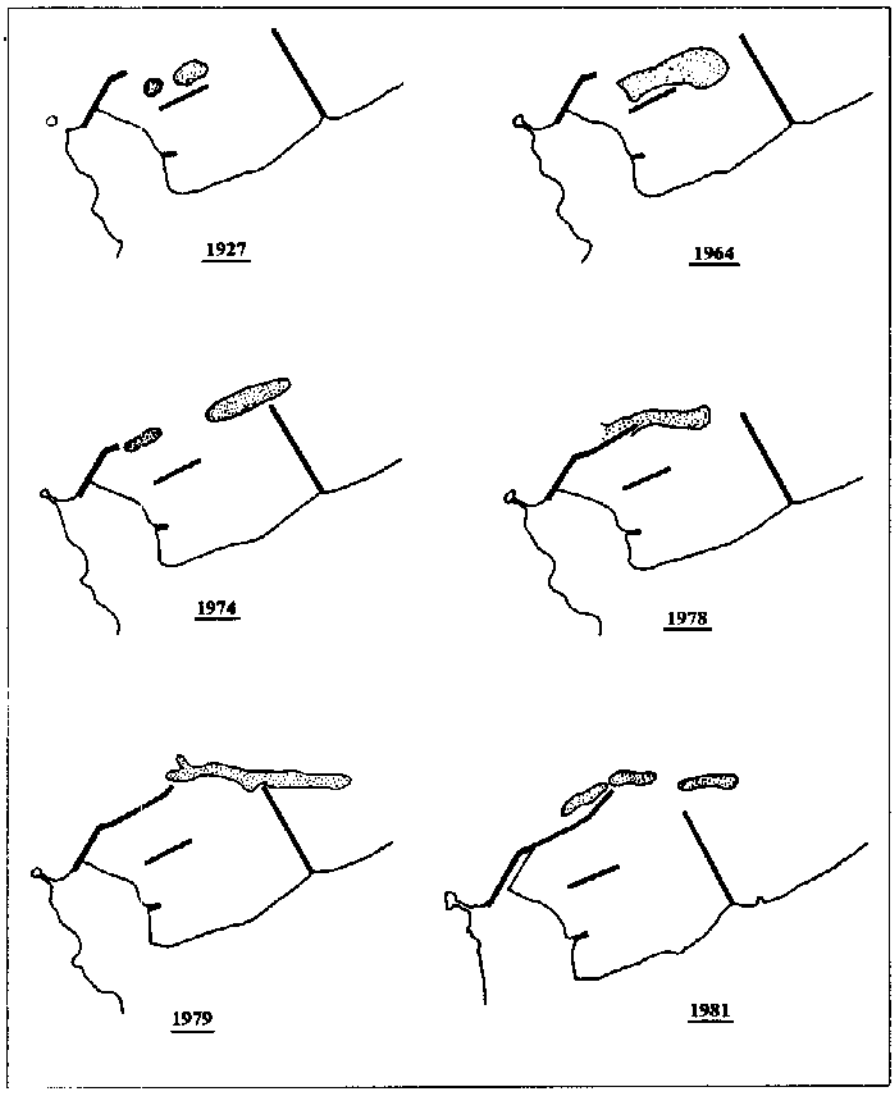



그림 3.6 厚浦港 港入口 周邊의 沿岸砂洲 變化

對策案 樹立前에 計劃된 配置案은 旣存 防波堤를 계속 延長하는 案으로 <그림 3.7>에 圖示하였으며 漂砂가 港 入口側으로 移動하는 것을 방지하기 위해 防波堤 方向을 修正한 方案 1 <그림 3.8>과 方案 2 <그림 3.9>를 提示하였다. '82년 檢討案 中 제 1안이 採擇되어 計劃先端 水深이 약 19미터인 北防波堤는 施工되었으나 위에서 지적한 바와 같이 防波堤를 따라 移動하는 漂砂를 遮斷하지 못하여 計劃 水深보다 水深이 낮아졌고 移動限界水深의 변동이 생겨 防波堤를 연장하는 計劃이 再樹立되었다. '91年 水路局 水深資料에 의하면 先端部 計劃水深은 약 22미터에 해당하고 북측에서 流入되는 漂砂를 根源的으로 遮斷하기 위한 防砂堤가 방장말에 250미터 計劃되었다<그림 3.10>.

厚浦港의 埋沒現象을 종합하여 記述하면 다음과 같다.

- 기존 防波堤 配置方向이 卓越漂砂方向과 비슷하여 북측으로부터 유입되는 漂砂가 防波堤 前面을 따라 南側으로 移動하여 港 開口部에 周邊의 沿岸砂洲를 형성하고 일부는 港內로 유입된다.
- 발달한 沿岸砂洲를 따라 防波堤의 위치가 선정되어 設計淺海波는 비교적 작으며 이에 의한 天端高도 낮아 쉽게 越波가 일어나며 浮遊된 모래가 港內로 流入, 堆積된다.
- '82年 埋沒防止對策의 계획안은 표사이동을 沮止하기 위해 防波堤 法線을 외해쪽으로 屈曲시켰고 先端의 수심을 限界水深밖에 위치시켰으나, 計劃案에 따라 방파제를 建設한 結果 先端部의 埋沒을 계속되었다.
- 따라서 '82年 計劃案은 漂砂沮止力이 微弱하며 '82年 報告書에 指摘한 바와 같이 漂砂移動 限界水深까지 防波堤를 다시 延長할 必要가 있으며 이는 防波堤 配列과 移動限界水深과 密接함을 보인 事例이다.

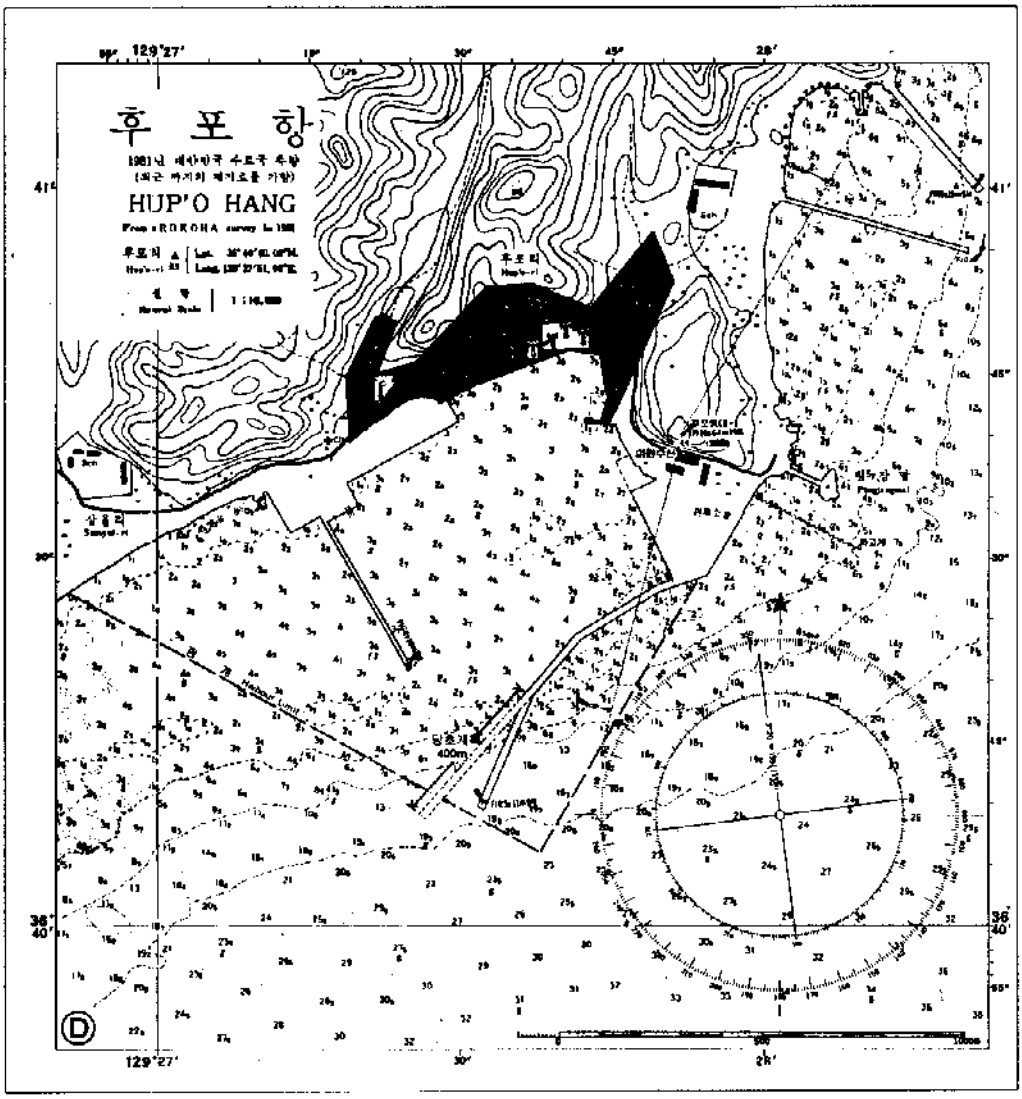



그림 3.7 厚浦港 旣存計劃 配置案(厚浦港 埋沒防止對策 檢討 報告書, 1982)

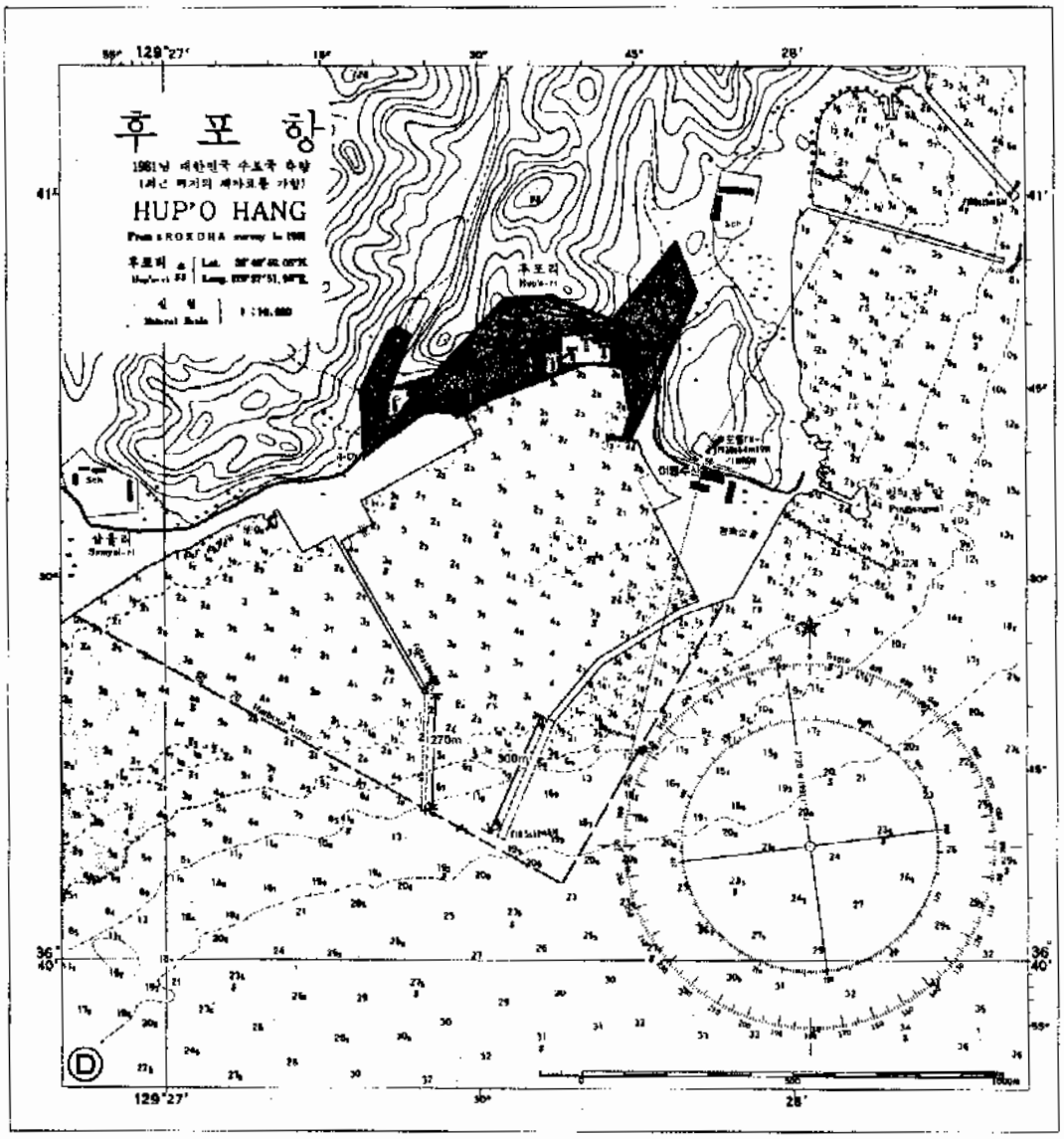



그림 3.8 厚浦港 配置計劃 1案(厚浦港 埋沒防止對策 檢討 報告書, 1982)

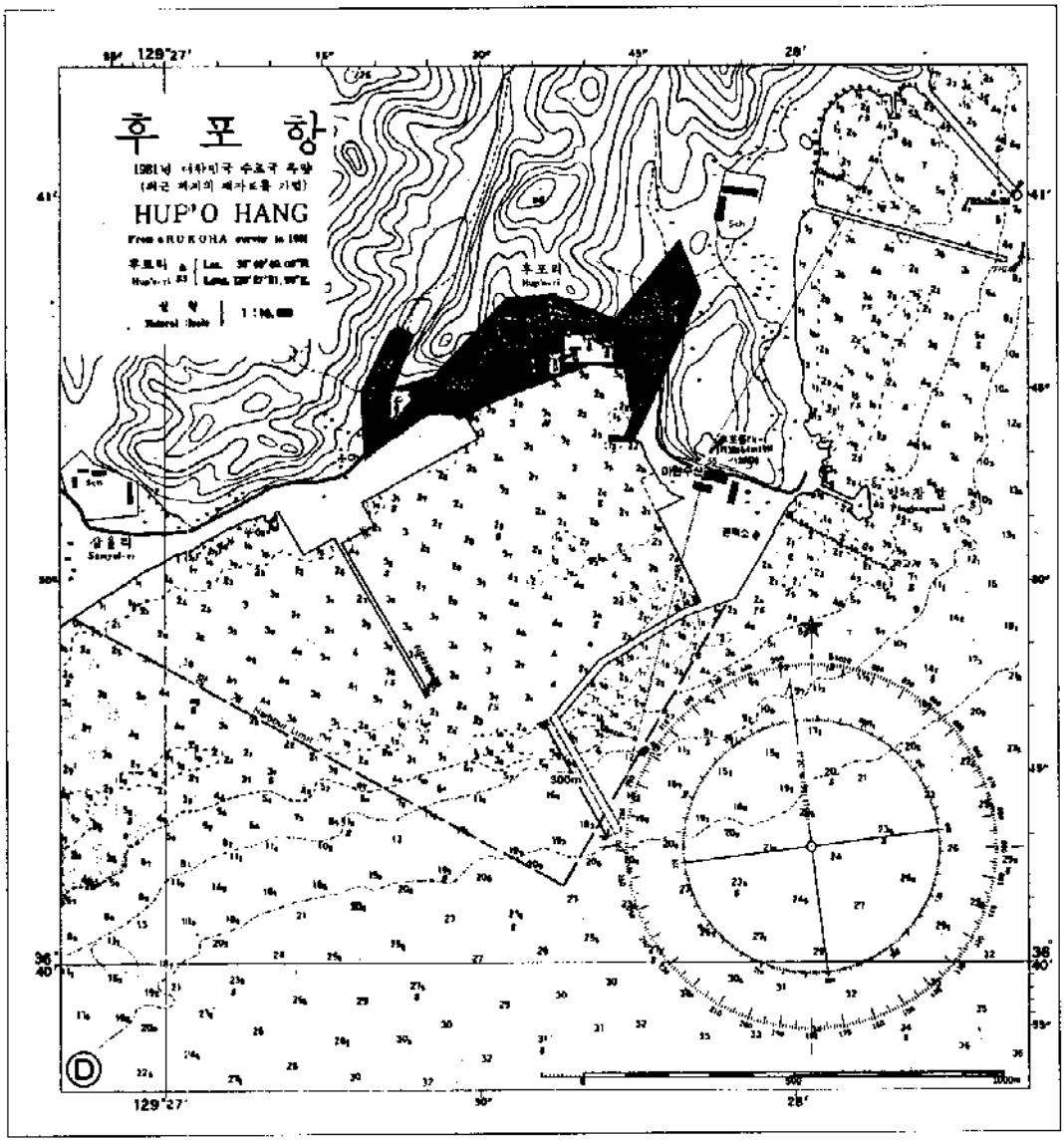



그림 3.9 厚浦港 配置計劃 2案(厚浦港 埋沒防止對策 檢討 報告書, 1982)

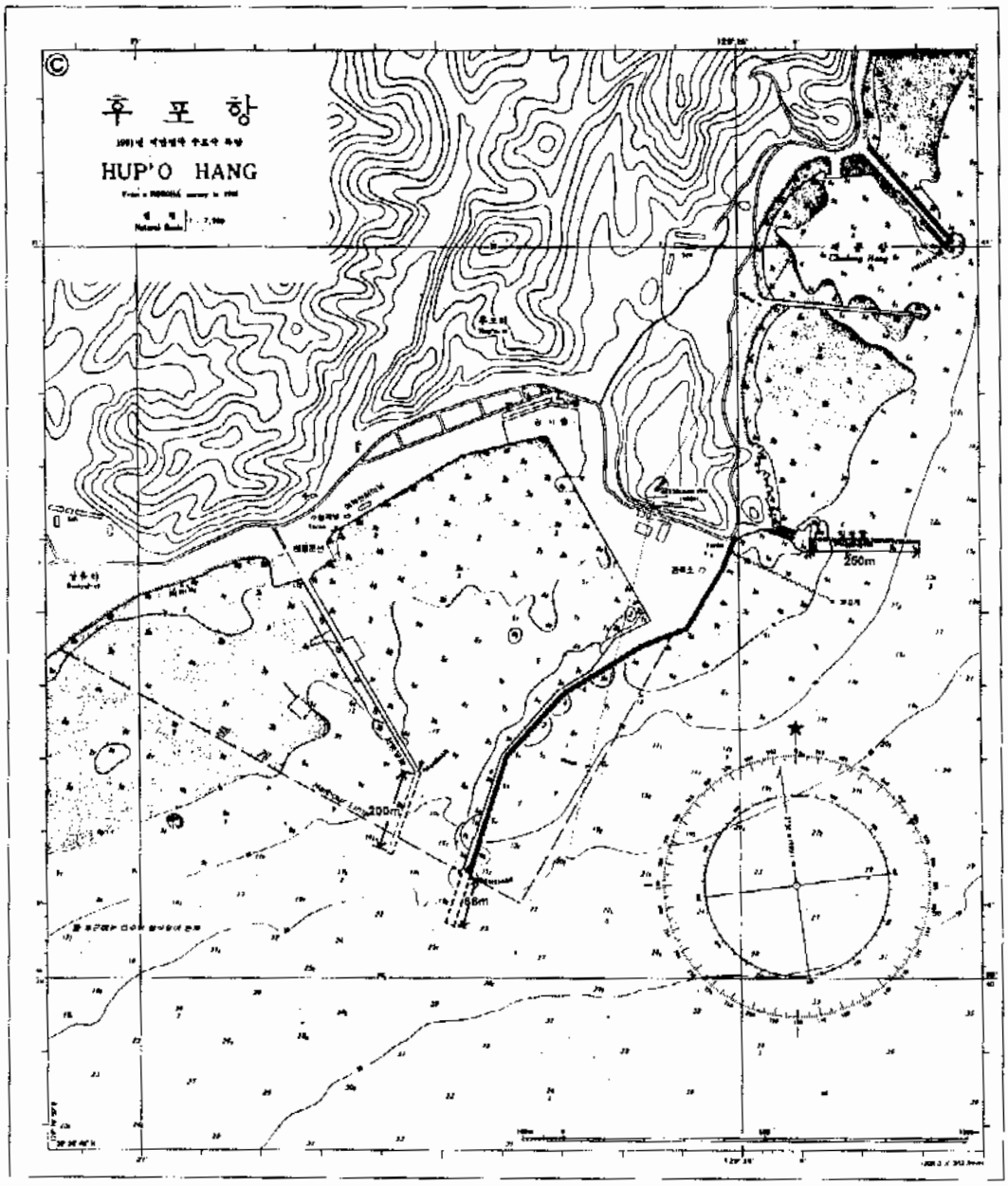



그림 3.10 厚浦港 水深圖(1901)

## 나. 竹辺港

慶北 蔚珍郡에 위치한 竹辺港은 突出部인 용추갑의 南端에서 防波堤가 築造되어 防波堤 幹部의 法線과 南側 海岸線은 약 105° 로 교차하며 防波堤 頭部의 堤體線은 海岸線과 서의 평행한 형태를 보이고 있다. 東海岸에서 突出部에 위치한 대부분의 漁港은 防波堤 법선이 隣接 海岸線과 平行하거나 외해쪽으로 突出된 반면 本 港의 配置形態는 海岸쪽으로 향한 매우 특이한 형태로 築造되었다. 따라서 港內埋沒 현상이 심한 港이며 특히 基部 및 幹部의 內港側은 모래 堆積이 甚해 自然 埋立되어 이 곳에 안벽을 설치하여 接岸施設로 사용하고 있다. 厚浦港과 비슷한 埋沒現狀이 竹辺港에서도 進行되고 있어 '89年 埋沒防止 對策을 竪立하였고 '97年에 이를 補完하여 '98年부터 外廓施設을 施工하고 있다. 竹辺港 防波堤는 南西方向으로 築造되었으며 厚浦 防波堤보다 서쪽으로 10° ~ 25° 향해 있다. 水路局에서 '81年 測量한 水深資料를 <그림 3.11>에, '92年 資料는 <그림 3.12>에 각각 圖示하였고 厚浦港과 類似한 原因에 의해 漂砂의 港內로의 流入이 되고 있다.

현재의 外廓施設이 完工된 '78年과 '81年 海圖인 <그림 3.11>과 비교·분석하면 構造物에 의해 南側 해안선의 前進이 뚜렷하다. 埋沒防止 對策 調査 用役에 의해 防波堤 基部부터 300m 구간에 越波에 의한 모래의 港內流入을 방지하기 위해 天端高를 높인 後로 추정되는 '92年 海圖 <그림 3.12>의 ( )5m 수심에서의 變化 特徵은 漂砂가 방파제를 따라 南下하여 先端에서 방파제 방향으로 200m 擴張되었다. 한편 防砂堤 外側의 변화는 크지 않은 것으로 보아 平衡狀態를 이룬 것으로 분석된다. 그러나 靜穩한 港內로 細粒質의 漂砂가 계속 유입되어 港內埋沒이 일어나 지속적인 浚渫이 이루어져 港內 水深 변화는 把握하기가 어렵다.

<그림 3.11>에 圖示된 防波堤 內側의 物揚場은 퇴적된 모래를 이용하여 築造된 것으로 港內에서 이 區域의 堆積率이 가장 높다. 物揚場 全面과 先端部의 수심을 확보하기 위해 지속적인 浚渫(1963 ~ 1998)이 (表 3.1)과 같이 이루어졌으며 每回當 平均浚渫量은 약 25,000$m^3$이다.

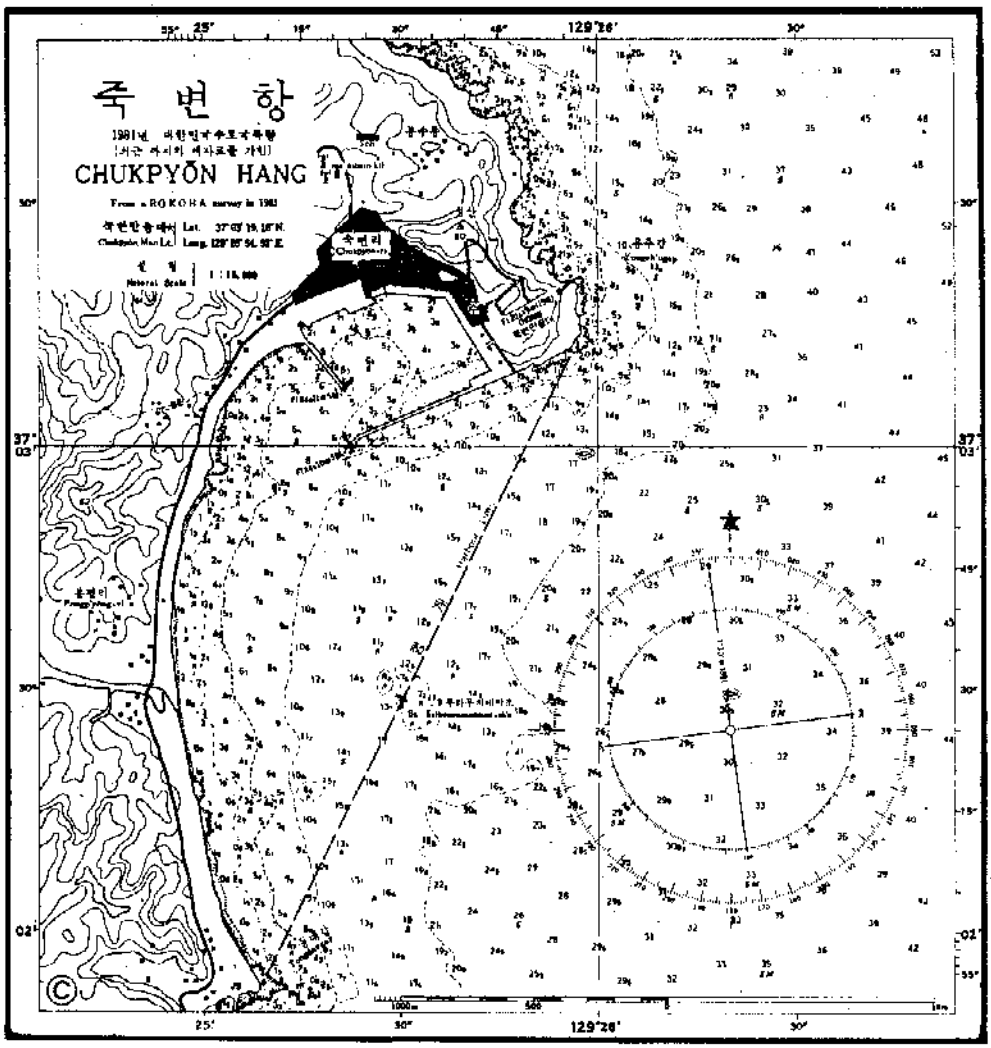



그림 3.11 竹辺港 水深圖(1981)

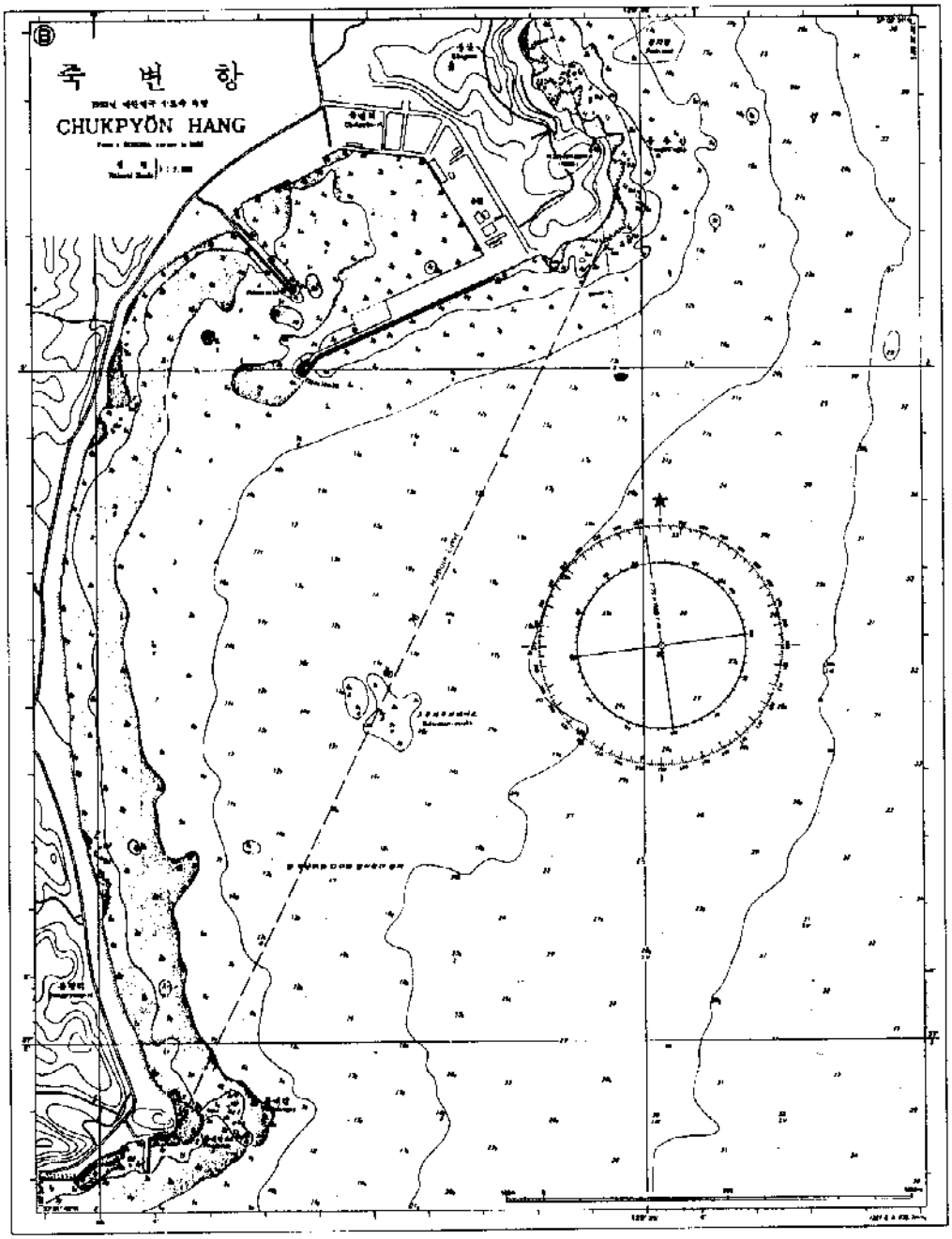



그림 3.12 竹辺港 水深圖(1992)

表 3.1 竹辺港 年度別 港內 浚渫量

| 년도 | 준설량(㎥) | 년도 | 준설량(㎥) | 년도 | 준설량(㎥) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1963 | 16,000 | 1977 | 5,000 | 1986 | 29,000 |
| 1964 | 20,000 | 1979 | 42,900 | 1987 | 42,000 |
| 1965 | 29,000 | 1980 | 30,000 | 1988 | 5,500 |
| 1966 | 47,000 | 1981 | 20,300 | 1991 | 9,200 |
| 1970 | 9,000 | 1982 | 12,700 | 1994 | 9,300 |
| 1971 | 30,000 | 1983 | 11,700 | 1995 | 12,700 |
| 1972 | 9,000 | 1984 | 8,900 | 1998 | 138,000 |
| 1974 | 11,000 | 1985 | 23,300 | | |
| 합 계 | | | 571,500 | | |

竹辺港의 先端水深은 5미터 정도로 낮으며 先端部 曲部 길이도 짧을 뿐 아니라 方向도 漂砂移動의 卓越波向과 큰 차이가 없어 基部側의 모래가 先端部까지 遮斷되지 않고 移動된다. 이를 입증하는 例로 <그림 3.12>에 圖示된 竹辺港 防波堤 附近의 等水深線은 防波堤 堤體와 平行하게 나타났다.

漂砂를 이동시키는 波浪은 波高가 클수록 급속히 增加하며 이 海域에서는 겨울철의 波浪이 여름철의 波浪보다 강하며 持續期間이 길다. 겨울철 出現頻度가 가장 높은 NE系列 波浪에 의한 漂砂移動量이 큰 것으로 분석되며 竹辺港의 先端埋沒이 문제가 되어 船舶通行의 障碍가 된 과거의 例도 겨울 ~ 초 봄사이에 發生하여 이를 立證한다. 한편 여름철의 ESE系列 波浪에 의한 沿岸流도 防波堤 주변에서는 국변항 주변의 水深과 防波堤의 配置形態에 의해 南下하는 흐름이 나타나며 따라서 防波堤 前面에서는 지속적으로 南下하는 漂砂가 발생하게 된다.

결국 竹辺港 주변의 卓越漂砂의 방향은 北에서 南下하며 현재의 港內埋沒은 防波堤

를 따라 南向하는 卓越漂砂가 선단부로 移動되어 일부는 港內로 직접 유입되고 나머지는 先端 附近에 堆積된 後 여름철의 ENE계열 波浪에 의해 港內로 시서히 流入되는 것으로 판단된다.

위에서 分析된 사항들을 綜合하여 竹辺港의 海岸變形에 따른 埋沒現象을 要約하면 다음과 같다.

- 卓越波向(ENE)에 의한 漂砂移動을 근본적으로 遮斷하는 構造物 未設置
- 防波堤 方向이 卓越波向과 비슷하여 堤體에서 反射된 파랑이 基部側으로부터 移動하는 漂砂를 效果的으로 沮止하지 못함
- 移動限界水深은 防波堤 配列에 의한 堆積과 密接한 關聯이 있어 配置案에 따른 先端部의 水深變化를 考慮해야 함

竹辺港에 竪立된 埋沒防止 對策('89)을 補完하기 위해 앞에 기술된 사항을 검토한 바 防波堤를 따라 南下하는 漂砂를 효과적으로 차단하는 翼堤를 방파제에 <그림 3.13>과 같이 설치하고 防波堤 先端을 80미터 延長하기 위해 현재 시공 중에 있다. 翼堤는 防波堤 幹部 中央에 位置시키고 防波堤에서 70미터까지 防波堤에 直角으로 突出시킨 후 시계방향으로 30° 屈曲시켜 경사부 100미터를 構想하여 제체에서 파랑의 反射를 이용하여 漂砂의 先端移動을 抑制하도록 계획하였다. 防波堤 先端의 연장은 공사비와 延長에 따른 남측 해안의 侵蝕을 감안하여 최소화한 것으로 翼堤와 더불어 南向 표사의 港內 流入을 段階的으로 억제하도록 계획한 것이다.

<그림 3.13>에서 翼堤 北便의 (-)4m 等水深線이 外海側으로 移動하여 基部側의 堆積을 나타내며 先端部의 水深은 浚渫에 의해 깊어져 모래의 堆積을 파악할 수 없으며 翼堤의 埋沒抑制力 및 주변 地形變化를 把握하기 위한 지속적인 水深測量이 요구된다. 水深測量은 최소 年 1회 施行하여 자료를 蓄積할 필요가 있다.

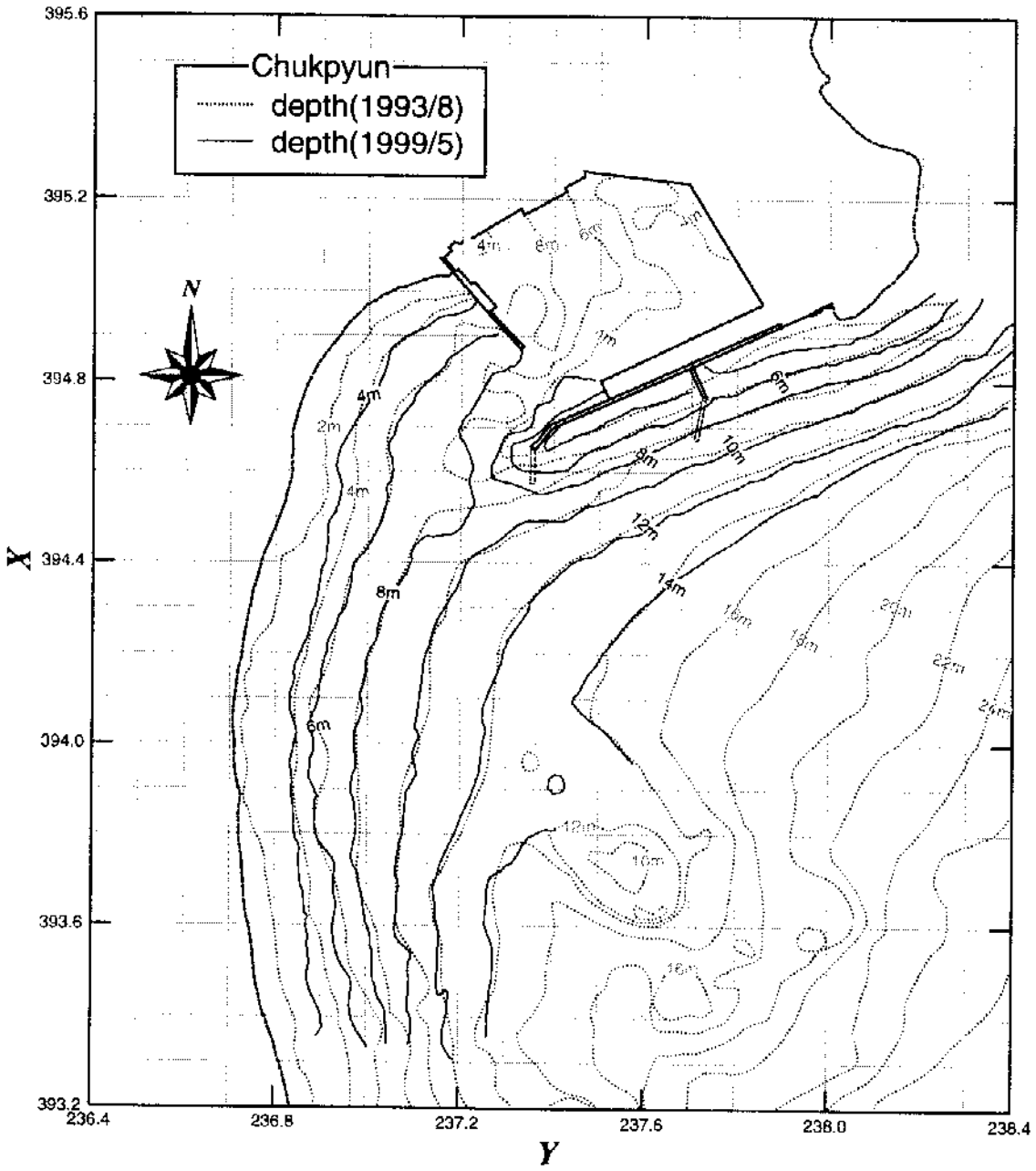



그림 3.13 竹辺港 港埋没低減 外郭施設

나. 沙銅港

慶北 蔚珍郡에 위치한 沙銅港 建設은 "沙銅港 基本調査 및 施設計劃(1986)"이 수립된 後 (표 3.2)와 같이 連次的으로 推進되어 '95年 末 外廓施設이 完工되었다.

표 3.2 沙銅港 外廓施設 年度別 建設現況

| 년도 / 시설명 | '86년까지 | '87년 | '88년 | '89년 | '90년 | '91년 | '92년 | '93년 | '94년 | '95년 | 총계 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 북방파제 | | 37m | 88m | 65m | 126m | 127m | 134m | 90m | 49m | | 716m |
| 남방파제 | | | | | | 140m | | | 30m | 80m | 250m |
| 방사제 | | | | | 80m | | | | | | 80m |
| 파세제 | 25m | | | | | | | | | | 25m |

<그림 3.14>에 基本調査 配置計劃案과 水深은 '86年 8月(點線)과 '95年 4月(實線) 資料를 圖示하였다. 外廓施設이 築造되기 전인 '86年 水深은 海岸線의 方向과 거의 平行하나 '95年 水深은 港內浚渫('93)로 인해 港內水深은 깊고 복잡해졌다. 基本調査時 採擇案인 <그림 3.14>는 "防波堤 計劃地點 前面 海底傾斜가 급하며 碎波帶內에 있는 관계로 來襲波浪이 급하게 變化할 것으로 예상되며 海底底質이 大部分 모래로서 潮流 및 波浪에 의한 漂砂移動이 상당할 것"을 勘案하여 해안으로부터 수심 (-)6m까지 직부를 두어 南向하는 漂砂를 遮斷하고 제간부 및 선단의 수심은 ( )6m로 계획한 것으로 분석된다. 그러나 '95年 水深資料로부터 알 수 있듯이 先端部의 水深이 2미터 정도로 나타나 港內埋沒이 심했을 것으로 判斷된다.

沙銅港은 '89年부터 基部側 海岸이 前進하여 港內埋沒 문제가 擧論되기 시작하다 '89年末 港內 防砂堤 附近의 마을 民家가 被害를 입는 등 甚한 侵蝕과 동반된 港內堆積으로 '90年 3月 數値模型實驗이 着手되었다. <그림 3.15>는 '90年末 完工된 施設物 平面圖이며 굵은 점선은 數値模型 結果인 修正案 중 '91年度 施工 計劃區間을 나타낸다. 가는 點線은 '86年 水深, 實線은 '90年 10月 水深이다.

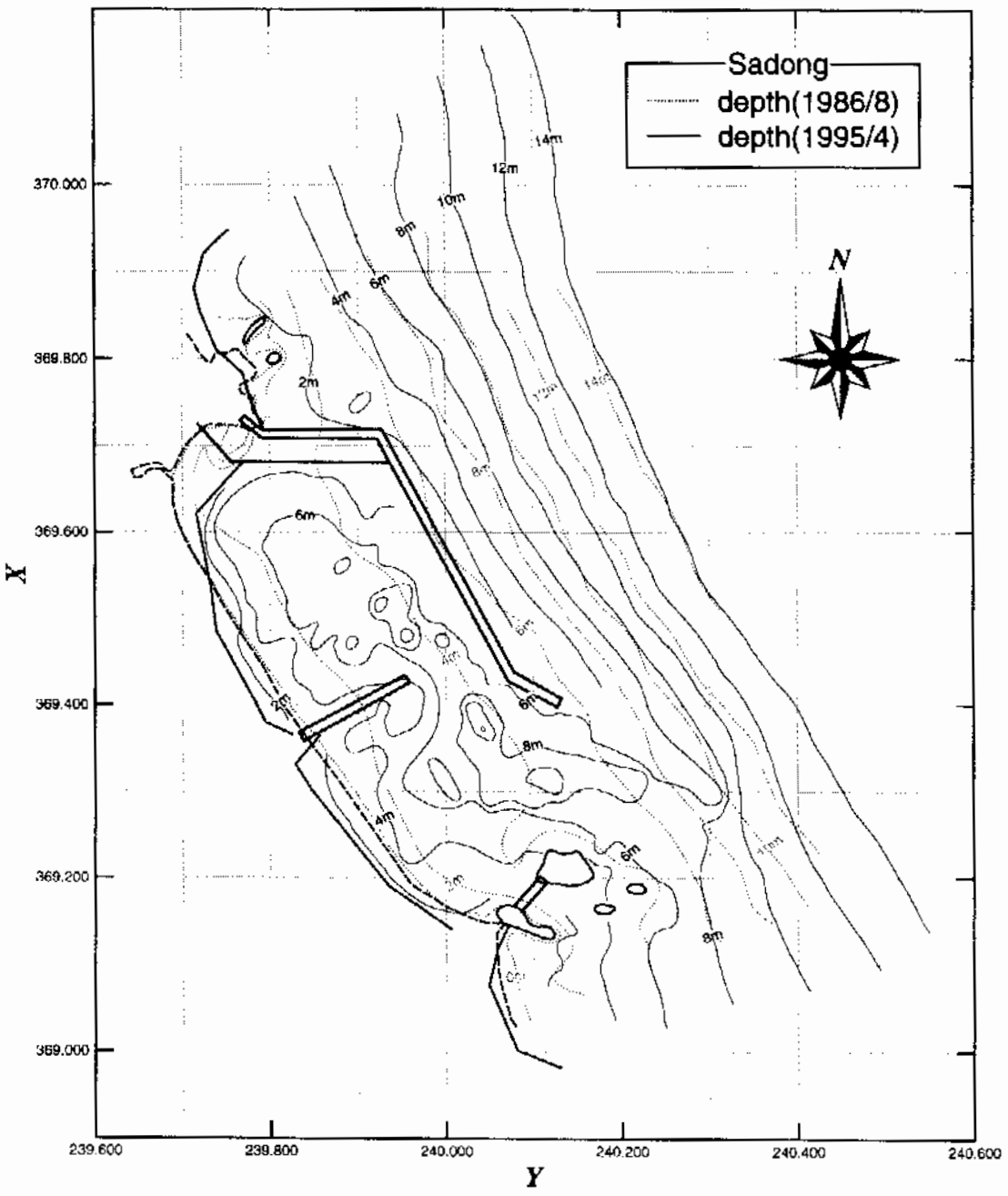



그림 3.14 沙鉤港 基本調査(1986)의 採擇案(配置計劃 1案)

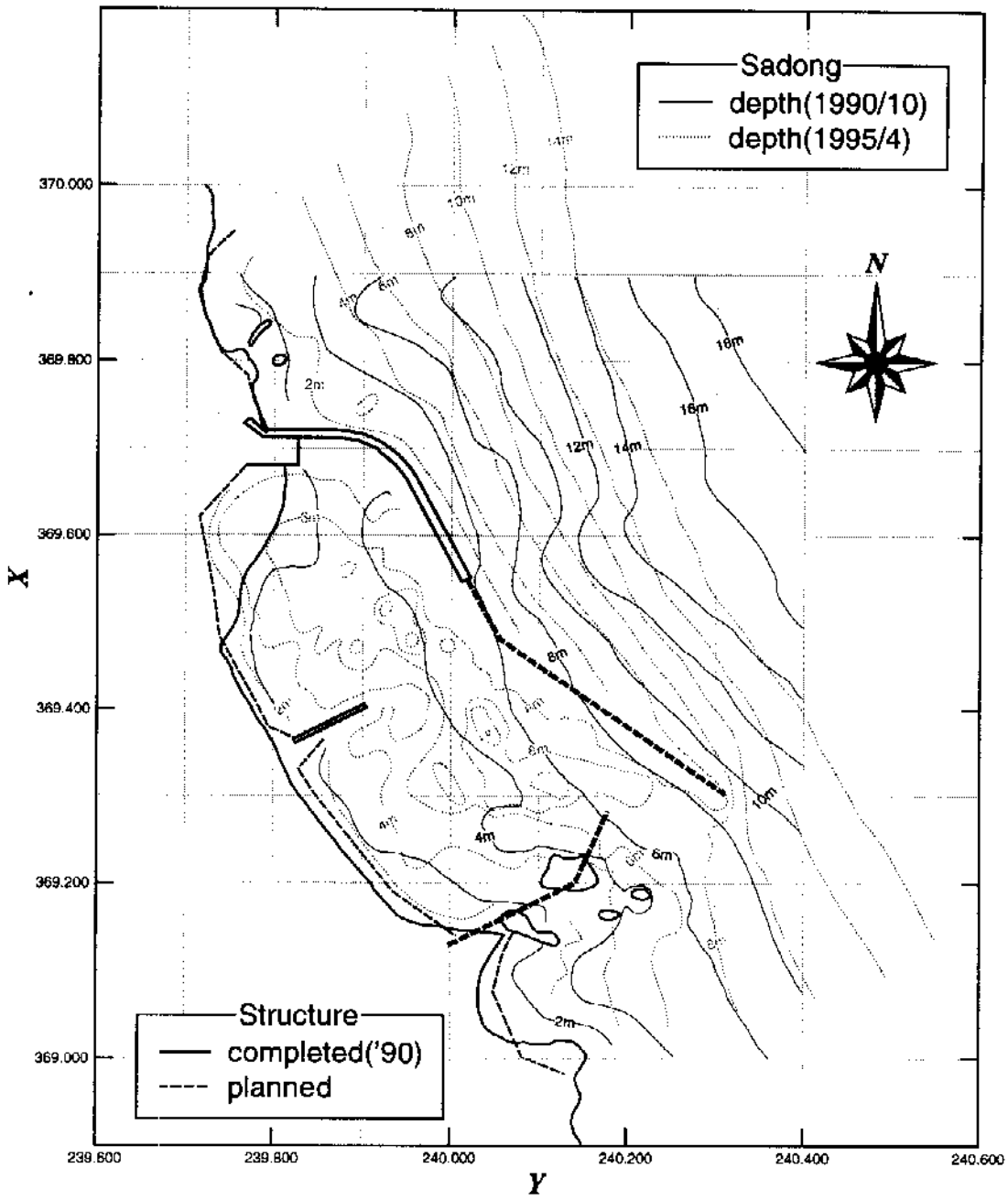



그림 3.15 沙銅港 數値模型實驗(1991)의 結果 配置案

沙銅港은 建設初期에 防砂堤 부분이 侵蝕되고 侵蝕된 모래가 港內側에 堆積되어 港 埋沒이 매우 심각하였다. 우선 侵蝕에 따른 民家의 破壞를 막기 위해 港 中央部에서 南側까지 TTP로 假護岸을 設置하여 侵蝕을 抑制하였다. <그림 3.16>은 '92年 撮影한 港 全景이며 港內侵蝕을 沮止하기 위해 이형블록으로 假護岸을 設置 및 港內埋沒 狀況을 보여준다.

그림 3.16 沙銅港 全景(1992)

北防波堤가 完工된 후인 '95年의 水深과 防波堤 築造中의 水深을 比較하기 위한 比較圖를 <그림 3.17>('86年 比較)와 <그림 3.18>('90年 比較)에 각각 나타내었다. <그림 3.17>의 水深 10미터를 기준하여 防波堤 建設前과 비교하면 北防波堤 北側은 모래가 쌓

여 약 1미터 水深이 얕아졌고 港開口部로부터 南側은 洗掘되어 2미터 정도 水深이 깊어졌다. 그리고 基部側에는 南下하는 상당량의 모래가 쌓여 水深이 2미터 정도 낮아졌다. <그림 3.18>에서는 防波堤 先端部에 卓越波向의 方向으로 뚜렷한 골짜기가 形成되어 先端部 附近의 代表的인 水深變化 형태를 보이고 있다.

港內埋沒 事例中 가장 흔한 예는 防波堤의 法線이 周邊 海岸線과 거의 平行한 경우가 많다. <그림 3.14>의 '86年 計劃案은 방파제가 海岸線과 平行하게 計劃된 것으로 計劃대로 防波堤가 完工되었다면 先端의 埋沒은 極甚했을 것이 分明하다. 海岸線과 거의 平行한 경우 우리 나라의 港 뿐 아니라 本 章 뒤에 言及된 外國의 경우에서도 港內埋沒이 甚하게 나타났다. 따라서 港內埋沒이 憂慮되는 경우에는 防波堤의 配列을 주면 해안선에 平行하게 計劃하는 것은 반드시 피해야한다.

<그림 3.5>의 '95年과 '99年 結果를 比較하면 港入口와 河川入口를 제외하면 港內의 水深變化는 거의 없으나, 北防波堤 外海側은 堆積으로 인해 水深이 2m정도 낮아져 北防波堤 外側 水深은 (-)4m ~ (-)6m로 조사되었고 防波堤의 反射波에 의해 防波堤 前面 水深은 오히려 깊어져 平坦하게된 반면에 北防波堤 先端內側은 堆積되어 水深 (-)4m보다 낮은 구역이 나타났다. 겨울에 港內側에 堆積된 모래는 점차 外海로 流出되는 경향을 보인다. 그러나 北側에서 北防波堤를 따라 南下하는 卓越漂砂量은 '91年 數値實驗 豫測보다 많아 北防波堤 前面의 水深 (-)6m ~ (-)14m 까지의 구역에서는 '95年에 비해 2m 정도 낮아져 外海側에 堆積된 모래가 겨울철 강한 北東波浪에 의해 先端으로 流入된 것으로 分析된다.

港內全域의 水深은 거의 같아 流入量은 비교적 작고 여름철 南東波浪에 의해 流出되고 있는 점을 감안하고, 埋沒低減에 효과적이고 工事費 最小를 고려한 現 配置案은 모래의 港內流入을 효과적으로 抑制하나 先端附近에서는 약간의 모래이동이 있는 것으로 나타났다.

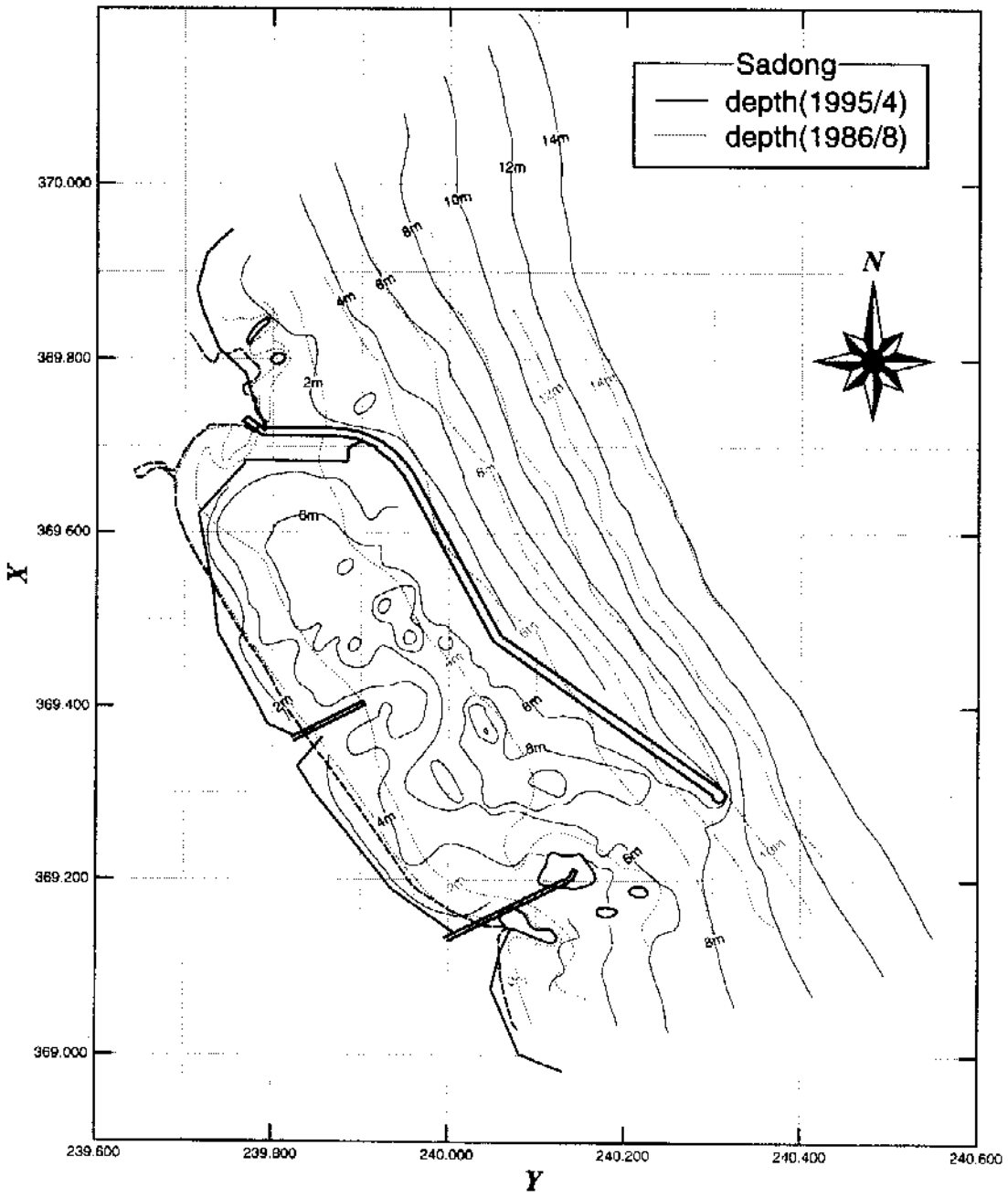



그림 3.17 沙銅港 水深 比較圖('86年 8月, '95年 4月)

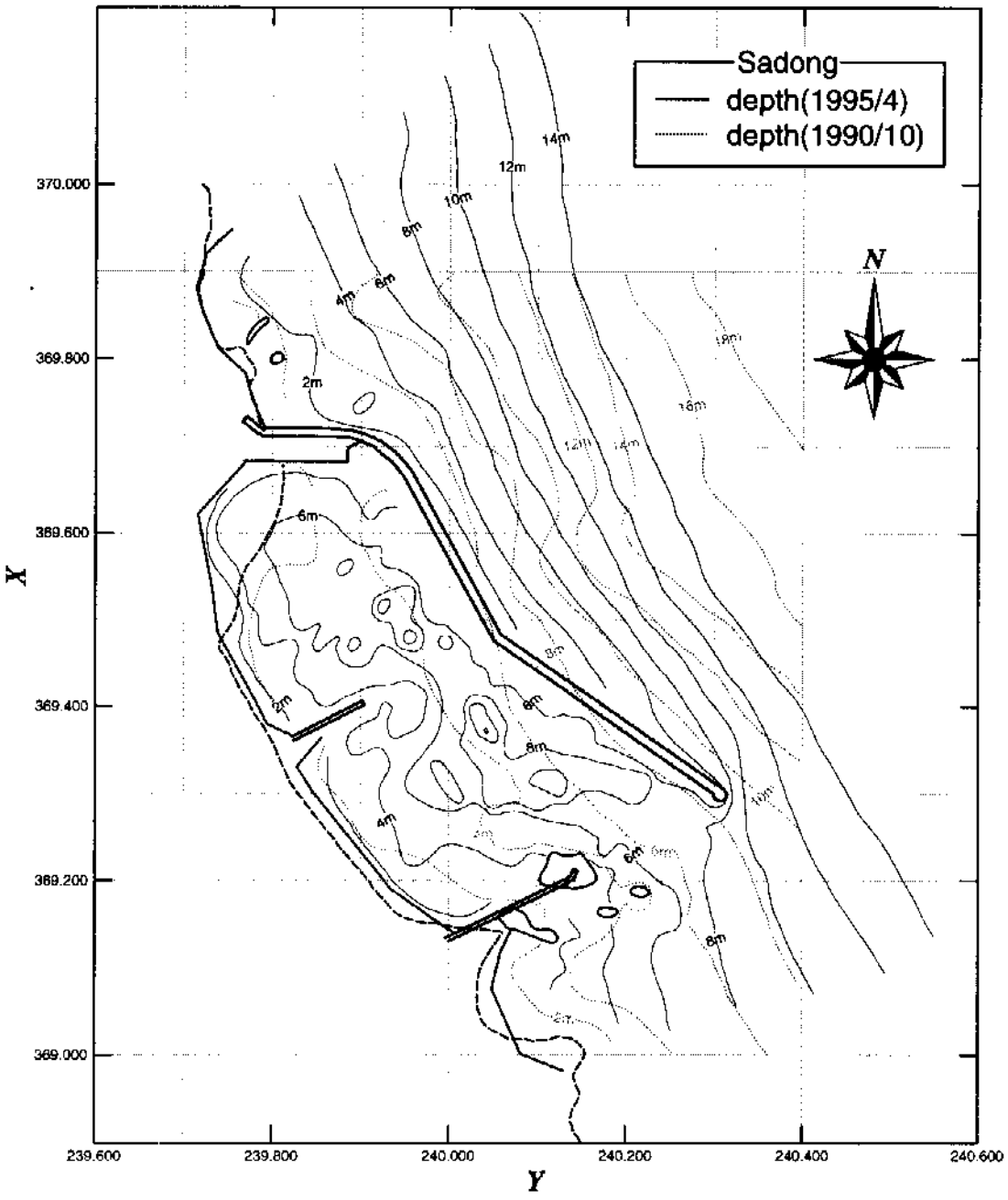



그림 3.18 沙銅港 水深 比較圖('90年 10月, '95年 4月)

라. 烏山港

慶北 蔚珍郡에 위치한 烏山港은 港 북쪽에 위치한 突出 전면해안의 지형적인 遮蔽를 이용하여 防波堤가 築造되기 시작하여 '80年末 200미터가 施工되었고 第 2種 漁港에서 '91年 3月 第 1種 漁港으로 지정된 후 '94年부터 다시 年次的으로 防波堤가 築造되고 있다.

防波堤를 따라 남하하는 漂砂에 의해 생성된 沿岸砂洲는 航空寫眞으로 식별가능하며 沿岸砂洲와 港內堆積과의 관계를 보이기 위해 <그림 3.19>에 烏山港 埋沒과정을 圖示하였다. 그림의 等水深線은 基本計劃時 資料('91년 10월)이며 굵은 실선은 航空寫眞에 나타난 沿岸砂洲의 형태를 나타낸다. 基本調査時 수심의 특징은 防波堤를 따라 沿岸砂洲가 형성되어 卓越漂砂의 방향은 南下하는 것으로 분석된다. 防波堤는 제 2種 漁港 당시('88年 까지) 完工된 200미터로 '94年 4月까지의 형태이며 南側海岸 첫 구조물은 防水口이며 중간 구조물은 海岸侵蝕을 防止하기 위한 捨石式 護岸 그리고 가장 남측에 위치한 構造物은 오덕교이다. 防波堤 內港側 회색구역은 '94年 4月 港內埋沒 구역을 나타내며 짙은 회색은 모래가 堆積되어 陸上化된 부분이다. 測深한 때로부터 약 1年 2個月이 경과한 '92年 12月의 航空寫眞에는 沿岸砂洲가 남쪽으로 더 發達되었으며 先端部를 돌아 沿岸砂洲 일부가 港內側으로 進入하는 것을 보여준다. '93年 여름을 지나면서 沿岸砂洲를 포함한 주변 水深의 변화는 예상되나 당시의 氣象狀態로 보아 이 해역의 漂砂移動 현상의 특성을 顯著하게 바꿀 수 있는 與件이 있었다고는 할 수 없다. 겨울이 되면서 防波堤를 따라 주변에 쌓였던 모래가 北東波浪을 막아 주는 防波堤 內港側의 靜穩한 구역으로 이동한 것으로 판단되며 烏山港의 港內埋沒은 이러한 過程에 의해 이루어지는 것으로 판단된다. 注目해야할 또 다른 特徵은 突出海岸과 '94年까지의 構造物의 돌출정도가 비슷하여 앞으로 港北側의 等深線은 南北으로 점차 平行하게될 것으로 豫想되어 港內 埋沒低減 對策을 樹立하기 위해 '95年度 數値模型實驗을 실시하였다(水産廳, 1996).

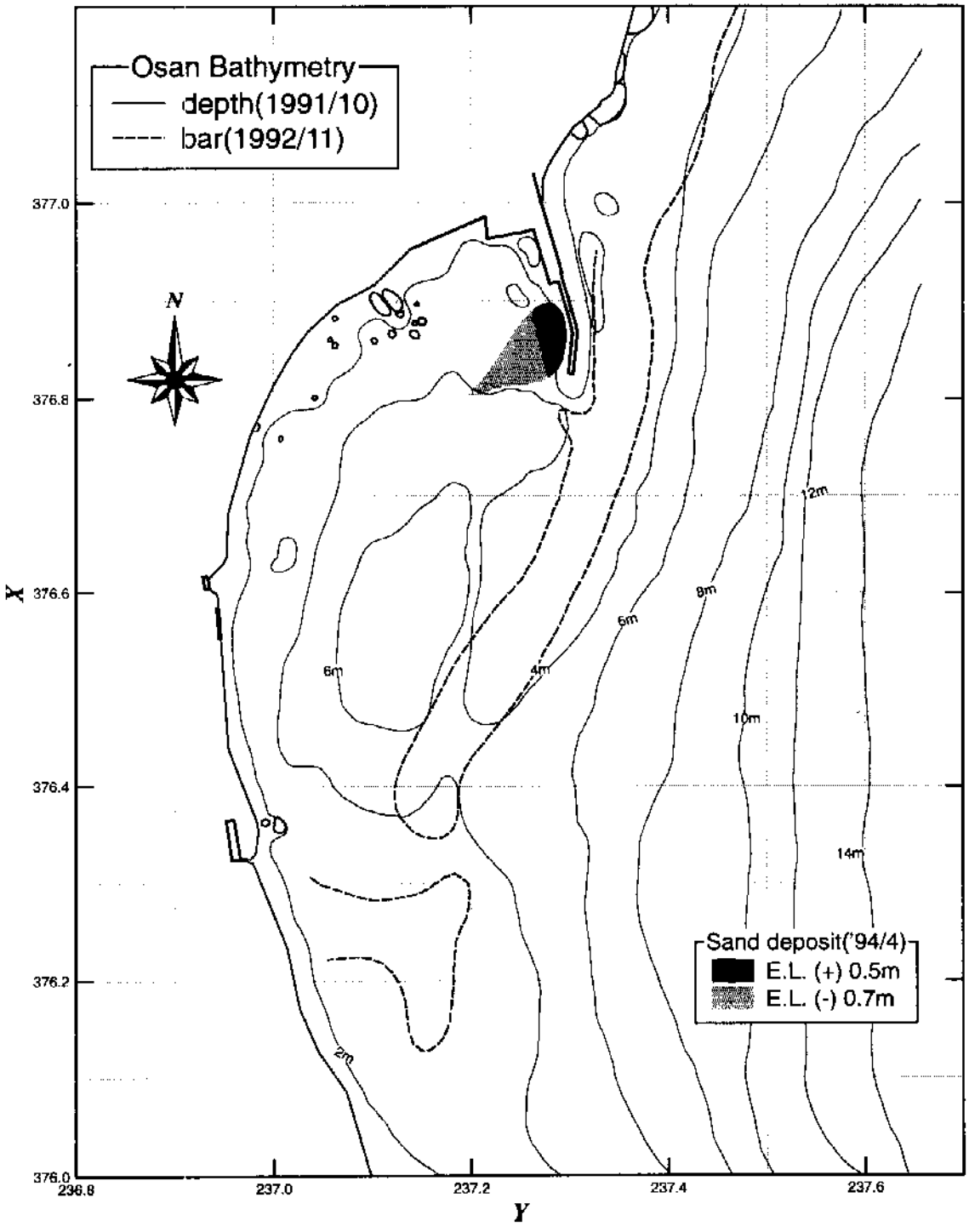



그림 3.19 烏山港 港內埋沒 進行過程('92年 12月 ~ '94年 4月)

烏山港內을 통과하는 391번 郡道의 보호를 위한 護岸이 港 進入部로부터 울진읍까지 축조되었다. 一般的으로 護岸과 같은 海岸保護 構造物이 설치되면 해안에 堆積되어 있던 모래는 構造物에 의한 波浪의 反射로 인해 沿岸에 퇴적되며 波浪이 강할 경우 쉽게 浮遊되어 構造物을 따라 移動한다. 그러므로 護岸이 設置된 후 예전에 海岸에 쌓인 모래는 沿岸에 퇴적되어 해안은 侵蝕된 것처럼 나타나게 된다. '95年 3月에는 '94年 港內 浚渫로 인해 港內側의 水深이 깊어짐에 따라 波浪의 港內 侵入 및 傳播가 容易해져 방수구 주변 捨石 護岸에 파랑이 集中되어 처오름 현상이 나타났다.

地域住民의 港內埋沒에 대한 意見을 분석하면 港 周邊의 수심은 季節的인 변화가 심하고 겨울철에 南下하는 卓越漂砂가 防波堤 外側에 沿岸砂洲를 형성하여 수심이 낮아지고 碎波帶가 沿岸砂洲를 따라 형성된다. 碎波로 浮遊된 모래의 일부가 港內로 유입되어 港入口와 內港側의 수심이 낮아져서 漁船의 입출항, 정박에 障碍가 되어 週期的으로 港內浚渫이 이루어졌다.

'96年 1月末과 3月에 防波堤 內港側은 심하게 堆積되어 모래언덕이 형성되었다<그림 3.20>. 堆積地點은 第 1曲部 부근에 반경 25미터 반원형태의 海岸線이 이루어졌고 防波堤 내측의 水深 比較圖가 <그림 3.21>이다. '95年 9月 測深資料인 점선과 비교할 때 防波堤 內港側은 2미터 이상 堆積되었고 '94年 港內 浚渫이 이루어지기 전의 상황과 類似하다. '96年 3月初 海岸線만 測量한 결과는 1月末보다 해안선이 두 배 이상 길어져 構造物이 延長됨에 따라 港內埋沒이 더욱 進行되었다.

海岸變形 過程을 분석하면 겨울철의 北東波浪에 의한 漂砂가 南下하여 형성된 沿岸砂洲의 모래는 碎波로 인해 浮遊된다. 先端部를 돌아 港內側으로 진행하는 비교적 작은 回折波浪에 의해 부유된 모래가 移動하여 靜穩한 港內에 퇴적되는 것으로 判斷된다. 겨울철에 堆積되어 海岸을 형성한 모래는 여름철 해안의 護岸으로부터 反射되는 波浪에 의해 沿岸에 堆積되어 海岸線은 侵蝕되는 현상으로 나타나는 것으로 分析된다.

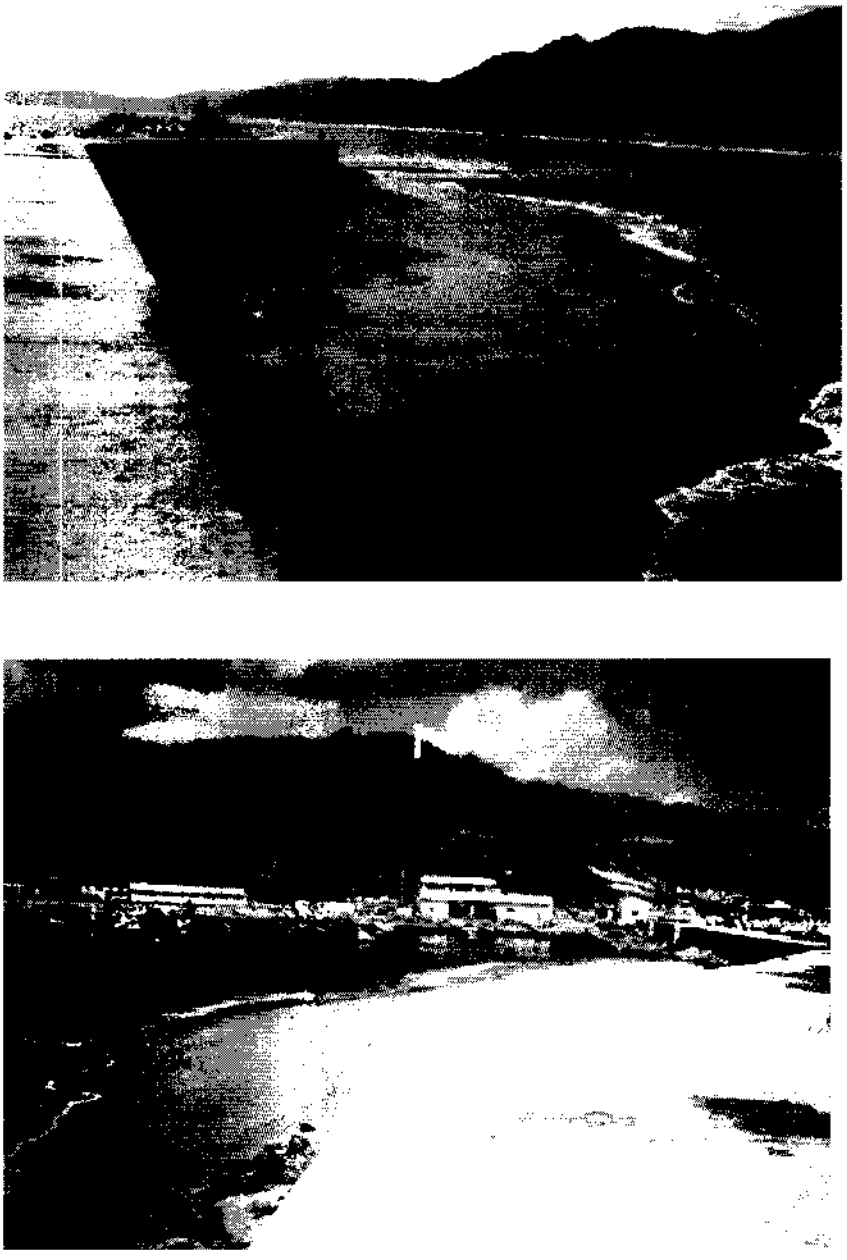


그림 3.20 烏山港 港內堆積으로 인한 海岸形成('96年 3月)

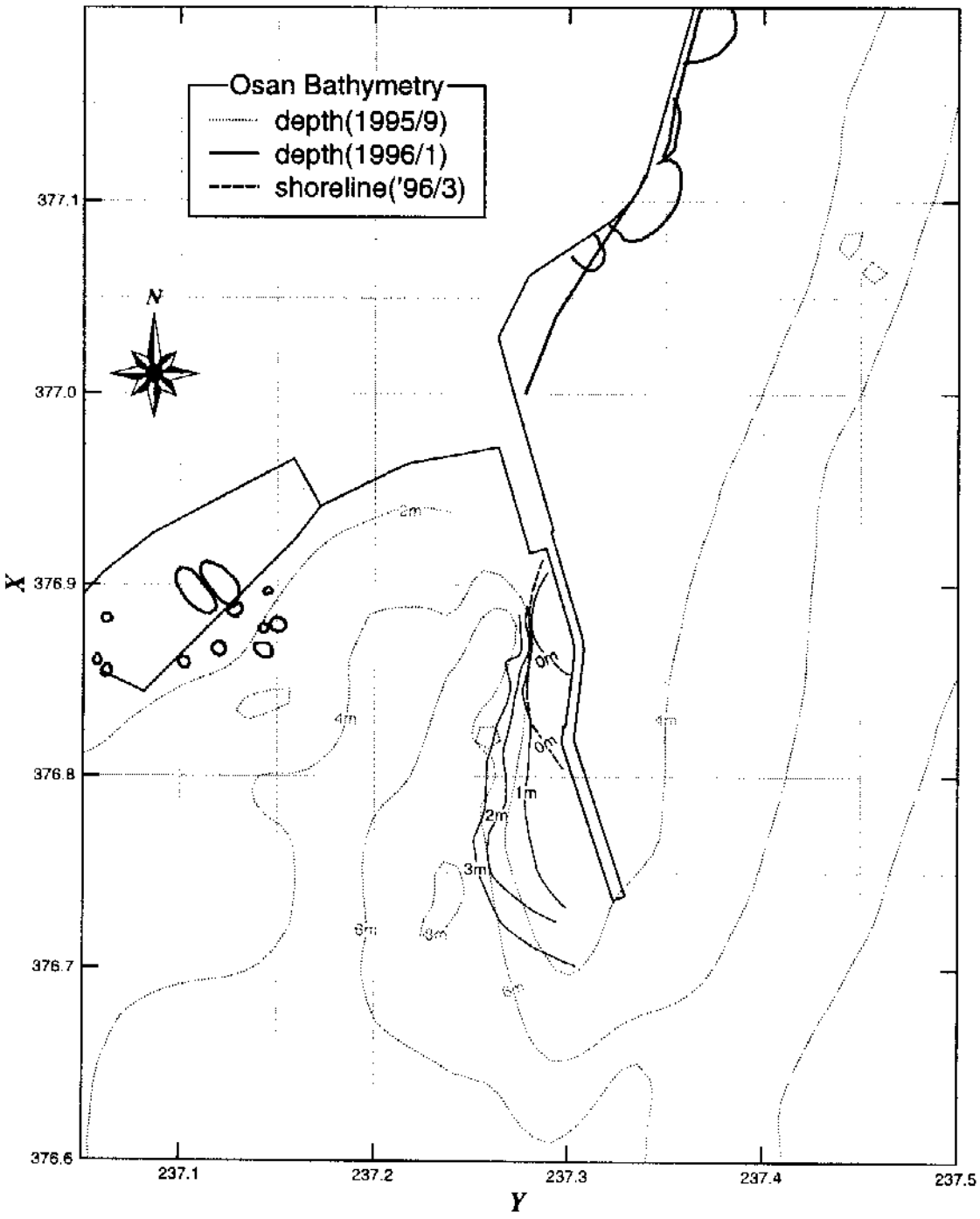



그림 3.21 烏山港 防波堤 內側 水深比較圖('95年 9月, '96年 1月, '96年 3月)

烏山港의 數値模型實驗(水資廳, 1996)의 低減方案으로 <그림 3.22>과 같이 外廓施設을 再配置하여 施工 中에 있다. 이 方案은 南下하는 漂砂를 저지하고자 防波堤를 외해쪽으로 伸張한 후 屈曲시켜 傾斜部를 계획하였다. 傾斜部는 파랑의 反射波를 이용하여 先端으로 이동하는 漂砂를 港 入口에서 먼쪽으로 擴散시켜 先端埋沒을 억제하도록 構想된 것이다.

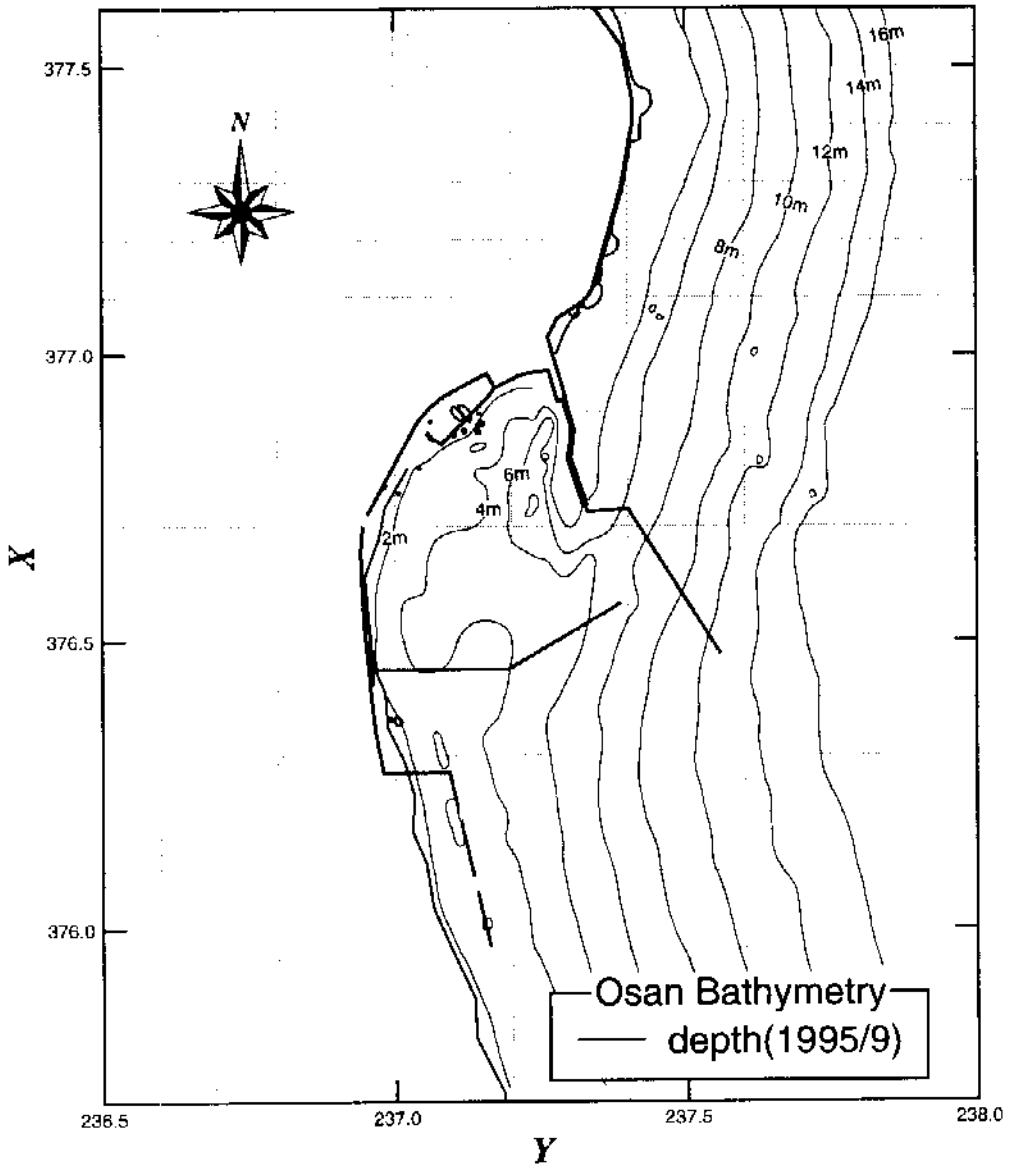



그림 3.22 烏山港 埋沒低減 外廓施設 計劃

마. 鳳浦港

鳳浦港은 江原道 高城郡에 위치한 第 2種 漁港으로 港北側 천진항에 이르는 약 1km와 남측으로 약 5km의 모래해안이 잘 발달되어 있으며, 海岸線의 方向은 북에서 서쪽으로 약 35도 기울어져 있다. 동쪽 海上 1km 지점에 竹島(중심길이 약 200m)와 港 南東側의 간출암 주변에 다수의 暗礁가 존재한다.

<그림 3.23>은 '79年 11月, '91年 10月 撮影한 航空寫眞의 해안선과 '96年 7月 實測 海岸線을 비교하였다. '79年의 防波堤는 暗礁와 비슷한 크기이었고 港內 안쪽에 위치한 防砂堤의 선단까지 海岸이 형성되었다. 防波堤가 延長됨에 따라 '91年에는 '79年에 비해 항내 海岸線이 약 30미터 前進하였으나 海岸의 변화는 거의 없다. '96年의 防波堤 길이는 255미터로 길어 주변 지형에 영향을 주며 港內 靜穩區域도 넓어짐에 따라 모래가 港內에 堆積하였다. '91年에 비해 '96年의 港內 海岸線은 약 90미터 前進하였으며 前進速度가 빨라진 점으로부터 가는 點線의 '91年 防波堤는 이미 주변에 影響을 주는 것으로 판단된다. 中間 防砂堤는 '94年에 시설된 것으로 '96年에는 매몰되었고 外側의 防砂堤는 '95年과 '96年에 年次的으로 築造되었다. 그림에 표시된 防波堤는 '95年까지 施工된 것이며 '96年에 防波堤의 建設은 없었으며 港의 3/4가 埋沒되었다.

鳳浦港과 같이 港內埋沒이 심했던 江原道 沙川津港과 慶北 沙銅港의 경우에는 南側海岸의 侵蝕된 모래가 港內로 유입된 量이 港內堆積의 상당한 부분을 차지하나 本港은 위에 言述된 바와 같이 남측해안의 뚜렷한 侵蝕이 발생되지 않은 것이 特徵이다. 결국 鳳浦港의 항내퇴적은 여름철 南側으로부터 모래가 港內로 流入되고 겨울철에는 南下하는 漂砂가 防波堤 先端을 돌아 港內로 유입되어 발생한 것으로 判斷된다. 한편 南側海岸이 침식되지 않은 이유로는 竹島와 南東側에 위치한 간출임이 이안제와 같은 효과를 하여 强한 波浪이 해안에 到達하지 않게 하여 侵蝕을 직접 방지하고 배후의 靜穩한 지역에 모래를 堆積시킴과 동시에 퇴적된 모래가 沿越漂砂의 移動을 억제하는 것으로 분석된다.

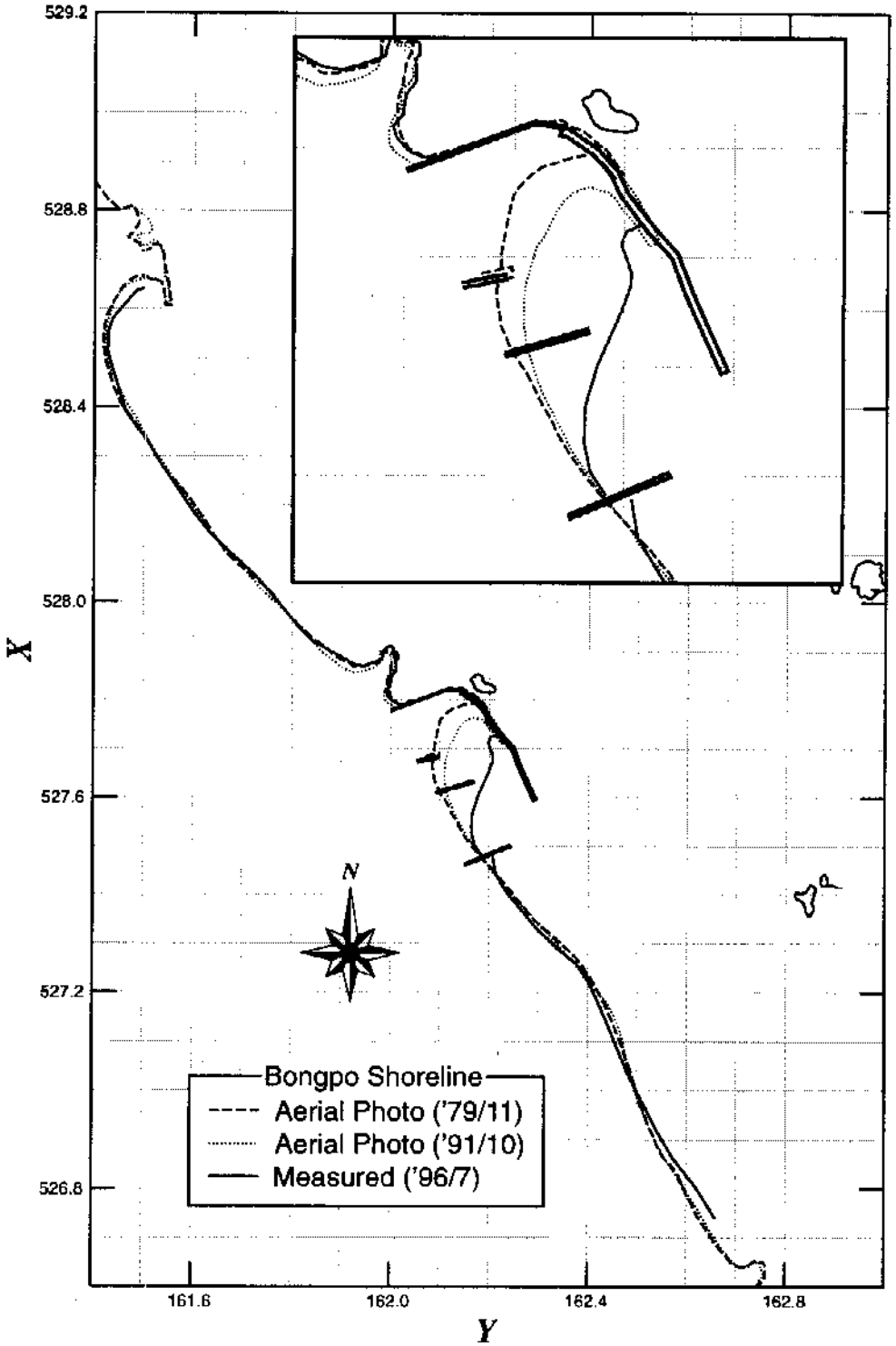



그림 3.23 鳳浦港 航空寫眞('79年, '91年) 分析 및 實測('96年) 海岸線資料

바. 水山港

水山港은 江原道 襄陽郡에 위치한 第 1種 漁港으로 港北側 水山峯의 地形的인 遮蔽를 이용하여 '70年代 初 30미터의 船着場을 築造한 후 이를 점차 延長하여 '91年에 90미터의 防波堤가 建設되었다. 수산봉의 북측 1.2km에 오산봉이 돌출해 있으며 두 突出部 사이의 해안에는 작은 暗礁들이 散在하나 이들은 해안에 인접해 있다. 오산봉 북쪽은 洛山 海水浴場으로 이어지며 이 해안으로 남대천이 흐른다. 港內에는 약 400m 모래해안에 이어 1km의 바위해안이 있으며 그 남측은 동호해수욕장으로 이어진다.

水山港은 主 波向인 北東波浪을 막기 위해 돌출부 지형을 이용하여 수산봉 남단에 南東方向으로 防波堤가 築造되었다. '95年末 防波堤의 길이는 305미터로 주변 海岸線을 기준으로 할 때 防波堤는 수산봉의 突出에 해당하는 정도로 建設되어 주변에 영향은 주며 이는 物揚場 전면에 모래가 쌓여 海岸이 형성되리 만큼 海岸線이 前進한 것으로 나타났다<그림 3.24>. 항 남측해안은 바위해안으로 海岸의 侵蝕은 없으나 항 주변은 저질이 모래로 구성되어 남측해안에 도달하는 강한 파랑은 底質을 浮遊시켜 靜穩한 港內로 이동시키게 되므로 남측해안의 해지는 侵蝕되는 것으로 분석된다.

그림 3.24 水山港 物揚場 前面堆積('96年 4月)

<그림 3.25>에서 左上의 돌출부분은 오산봉으로 오산봉 남측을 따라 小規模 河川이 흐르며 河川을 이용하여 오산항이 築造되어 있다. 오산봉과 수산봉 사이에 (-)4미터의 等水深線과 海岸線 間의 폭은 다른 지역보다 넓으며 碎波로 인해 浮遊된 모래가 수산봉을 돌아 쉽게 西下할 수 있는 것으로 나타났다. 水山峰은 거의 직벽에 가까운 絶壁으로 이루어져 波浪의 반사율이 큰 것으로 判斷된다. 따라서 겨울철의 NNE ~ NE의 강한 波浪이 來襲하면 쇄파대가 넓게 형성되고 浮遊된 다량의 모래가 수산봉을 돌아 南下하는 것으로 판단된다. '91年의 防波堤인 첫번 곡부까지의 구조물은 突出程度가 수산봉에 비해 상당히 작아 等水深線은 海岸線과 같이 西側으로 볼록한 형태를 이루었을 것으로 추측된다. 그러나 '96年에 防波堤 外側의 等水深線은 防波堤의 法線에 平行하게 되려는 傾向을 보이며 이는 漂砂가 南下하는 것을 암시한다.

<그림 3.26>에 나타낸 바와 같이 水山港의 埋沒은 防波堤가 延長됨에 따라 뚜렷이 나타났으며 港內堆積의 특징은 防波堤 내측으로부터 남측으로 堆積區間이 擴張됨과 동시에 全 海岸線이 동일한 속도로 前進하는 형태를 보였다. 航空寫眞에 의하면 '80年까지는 構造物은 30미터 정도로 推定되며 '72年과 '80年의 해안선은 변화가 거의 없어 構造物의 影響은 微弱한 것으로 판단된다. 그러나 防波堤가 延長되어 90미터의 길이가 된 '91年에는 港 中央에 위치한 큰 暗礁와 防波堤 사이에 있던 暗礁등은 모래로 완전히 덮였고 이 구간의 海岸線은 '80年에 비해 80미터 前進하였으나 中央 暗礁 南側의 해안선은 '80年과 비슷하게 나타났다.

'91年에 비해 '96年의 海岸線은 80미터 前進하여 中央 暗礁가 거의 모래로 덮혀있고 남측 해안으로 堆積區域이 擴張되었다. '96年 4月의 防波堤 길이는 305미터로 '91年 90미터에 비해 구조물이 상당히 길어져 港內 靜穩區域이 擴張되었고 그림에서 방파제와 연결된 굵은 선은 物揚場을 나타내며 下部 70미터만 築造되었으나 物揚場 전면에 모래가 쌓여 선박의 接岸이 어려웠다. 수산항 埋沒低減을 위한 '97年 修行된 數値模型 결과에 따라 <그림 3.27>과 같이 外廓施設을 건설하고 있으며 主防波堤와 翼堤를 이용하여 漂砂阻止力을 增大시키도록 계획하였다.

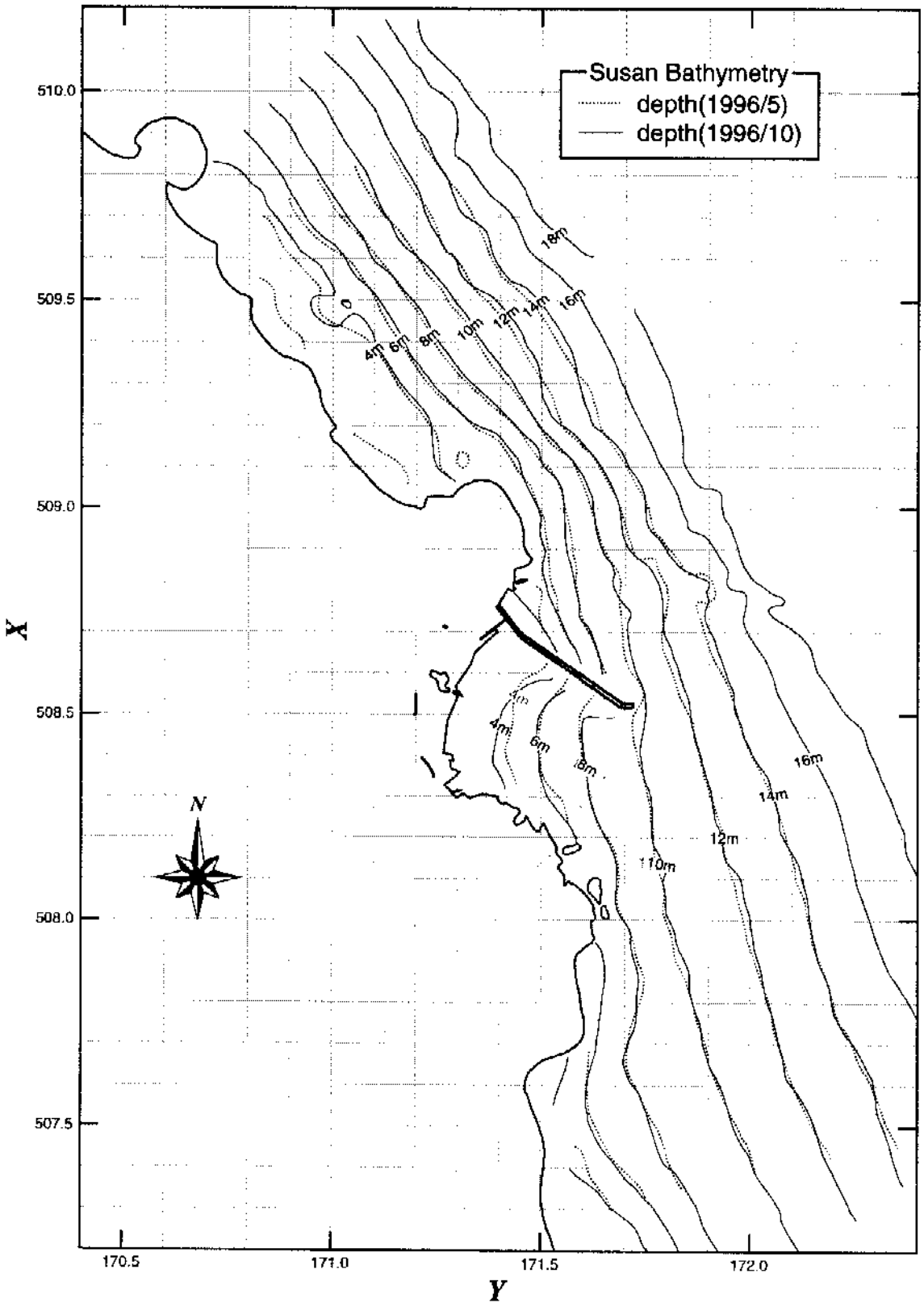



그림 3.25 水山港 水深圖('96年 5月, '96年 10月)

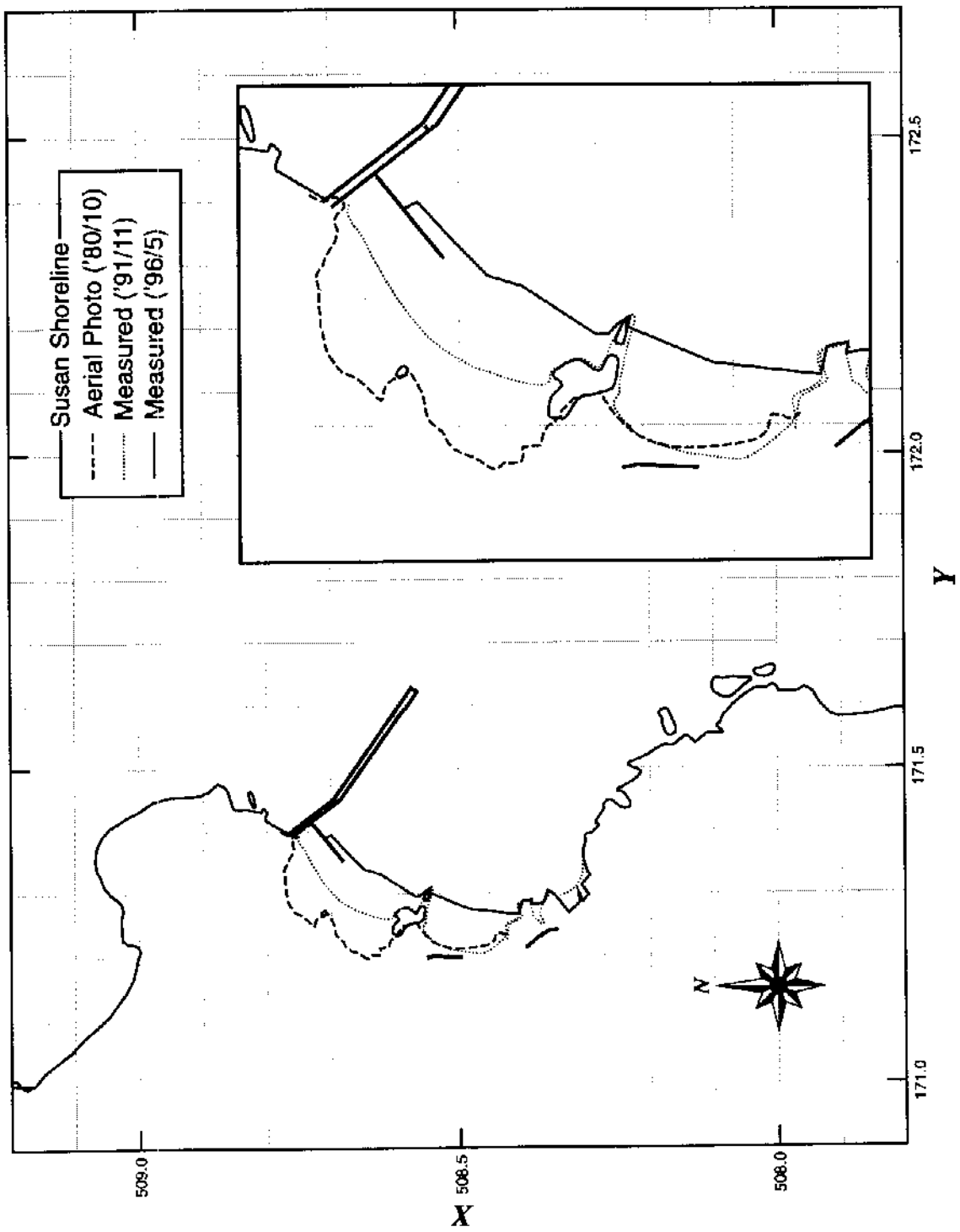



그림 3.26 水山港 埋沒進行 過程

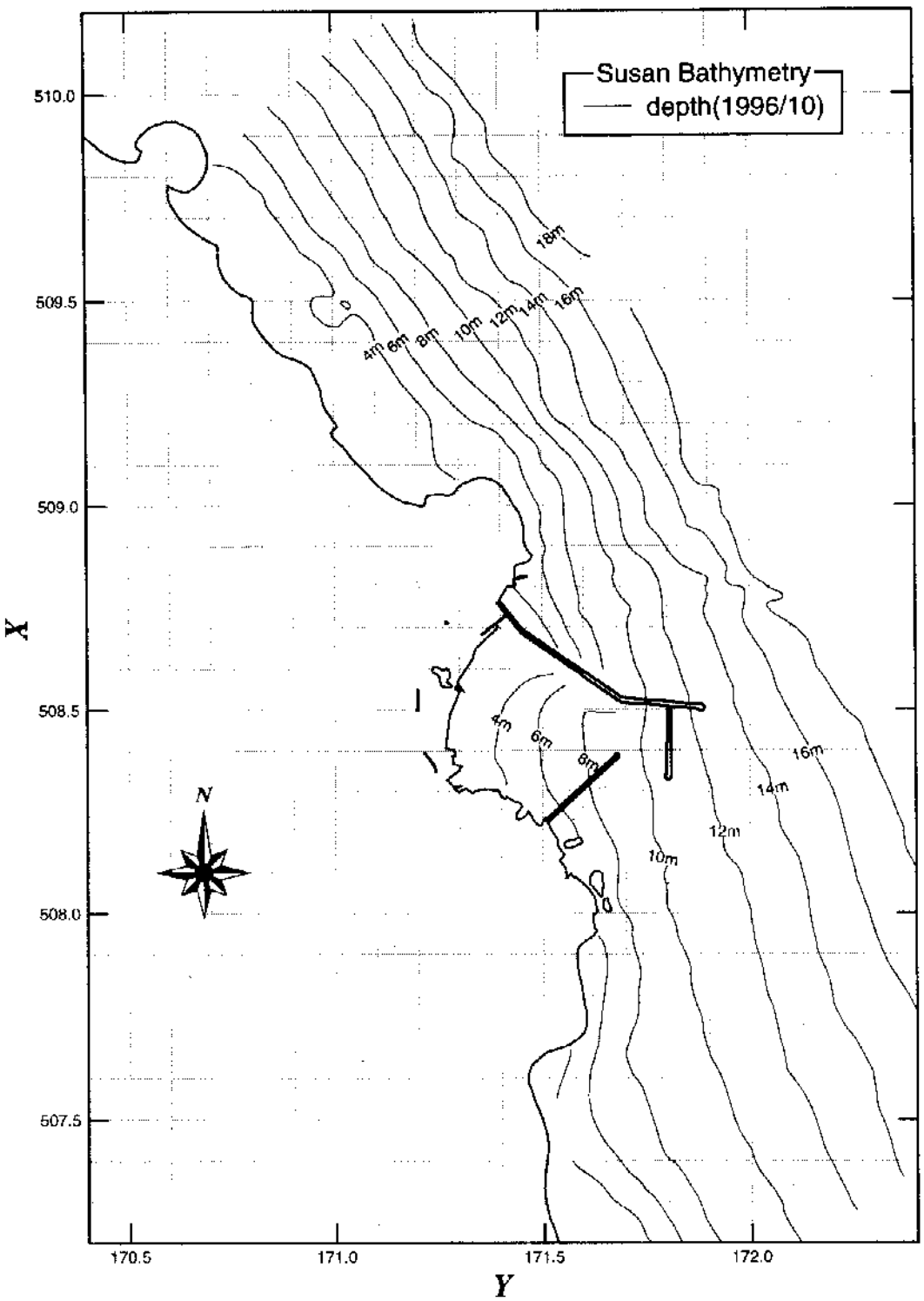



그림 3.27 水山港 埋沒低減 外廓施設

사. 沙川津港

江原道 江陵市에 위치한 沙川津港은 港의 남측과 북측에 비교적 긴 모래해안이 발달해 있으며 港 南端으로 沙川川이 흐른다. 河口堤防과 외곽시설의 築造로 인해 港附近의 海岸線은 상당히 변하였으나 港周邊에 발달된 모래해안에는 상당량의 모래가 있어 局所的인 변화가 생길 때 모래를 供給하여 해안선 변화를 抑制하므로 항에서 멀어지면서 變化가 작아지는 傾向을 보인다. 방파제가 築造되기 전에는 波制堤 형태의 구조물이 설치되었으며 구조물의 길이가 짧아 港內埋沒이 뚜렷이 나타나지 않으나 방파제 축조가 시작되어 제 1曲部를 지나 283미터 시공된 '85年 末부터 港內埋沒이 현저하게 되었다. 국립건설시험소의 水理模型實驗('86년 11월)에 의해 外廓施設 배치가 수정되었으며 '88年 完工 후에도 港內埋沒이 심하여 '90年부터 지속적으로 浚渫이 행해지고 있다.

<그림 3.28>은 '72年, '79年, '86年 航空寫眞에 의한 海岸線을 나타낸 것이며 河口堤防 및 방파제 축조전인 '72年과 '79年에는 港內로 사천천이 유입되어 流路變更에 따른 砂州의 변화는 있으나 해안선은 크게 변하지 않았다. 그러나 방파제가 제 1 曲部를 지나 283미터까지 施工된 '85年에는 북동파랑이 遮蔽되므로 항내 靜穩區域이 확장되어 港內埋沒이 顯著하게 되었고 '86年 방파제가 더 연장되면서 港內의 해안선은 100미터 이상 진진하였다. 남측 해안의 侵蝕이 뚜렷하지 않은 것으로 보아 沙川川의 모래와 海底에 쌓인 모래가 港內堆積을 일으킨 것으로 판단된다.

<그림 3.29>는 '79年 航空寫眞과 '82年의 기본조사 實測資料 그리고 '87年 수로국 資料를 분석한 해안선이다. '87年에는 중간 防砂堤가 완공되었고 방파제는 제 2曲部를 돌아 현재의 先端에서 31미터 전까지 연장되었다. 中間 防砂堤가 설치되기 전인 <그림 3.28>의 '86年 資料와 비교하면 港內堆積이 상당히 진행되어 중간 防砂堤가 기능을 발휘하지 못한 것으로 判斷된다. '87年에는 남측해안이 침식되어 해안선이 後退하였고 중간 防砂堤 外港 側은 상당히 퇴적되었다. 이 때부터 중간 방사제와 砂州 사이에 사천천의 流路가 形成되어 河川水가 외해로 방출된다.

<그림 3.30>은 '87年 수로국 資料와 '90年 航空寫眞 分析資料 그리고 '95年 10月 測量資料의 비교도이다. 외곽시설은 '88年 完工되어 현재에 이르며 '88年 施工部分은 防波堤 先端部와 外側 防砂堤이다. 外側 防砂堤의 설치로 南側海岸의 침식을 沮止하여 海岸線의 안정이 이루어졌지만 港內堆積 특히 港 入口의 堆積低減에는 효과가 크지 않은 것으로 분석된다. 港內에는 浚渫 및 物揚場과 護岸의 工事가 시작되었고 '90年에는 港內 護岸의 일부가 築造되지 않았다. 중간 방사제와 防砂堤 사이의 해안은 길이가 짧아 평형상태에 도달하는 기간도 짧아 '90年부터 해안은 평형상태에 달한 것으로 판단된다.

收集된 資料中 함내매몰이 심한 '86年 ~ '87年의 資料를 比較하여 構造物 設置에 따른 港內 海岸線 變化를 <그림 3.31>에 圖示하였다. '79年의 防波堤는 파제제 형태의 소규모로 海岸線 변형에는 큰 影響을 주지 않았다. 그러나 방파제가 築造되면서 靜穩한 港內로 流入된 모래는 항 밖으로 移動되지 않고 계속 남아서 매몰이 가속된 것을 알 수 있다.

外廓施設이 完工된 '88年 후 土砂埋沒로 港機能이 低下되어 두 번에 걸쳐 港入口에 浚渫을 '90年 9月 ~ '91年 6月과 '91年 12月 ~ '94年 3月에 實施하였으며 특히 2차 浚渫의 施行 中 계속적인 埋沒로 네 번에 걸쳐 浚渫計劃을 수정하였으며 '96年度에도 준설이 실시되었다. 제 2차 준설중에 港入口의 水深圖를 <그림 3.32>에 圖示하여 港內로 流入되는 漂砂의 移動을 나타내었다. 그림에서 等水深線은 '95年 10月 資料이며 港入口에 표시된 灰色區域이 浚渫豫定 區間을 나타내며 확대된 그림은 浚渫前의 狀態를 圖示한 것이다. 점선의 '93年 6月 等水深線은 防砂堤로 保護된 區域에서 외해쪽으로 增加하나 모래의 堆積으로 인해 '93年 10月 等水深線으로부터 土砂가 港內로 流入되는 것을 알 수 있다. 따라서 防砂堤에 의해 保護된 地域에 貯藏된 모래는 漸次 港內에 流入되며 洪水期가 包含된 이 期間에는 위에서 言及한 事項以外에 沙川川 流量增加에 의한 영향도 勘案되어야 한다. 沙川津港의 埋沒을 低減하기 위한 數値模型實驗이 '95年부터 2年간 修行되어 埋沒低減을 위한 <그림 3.33>의 外廓施設 配置案이 수립되었다.

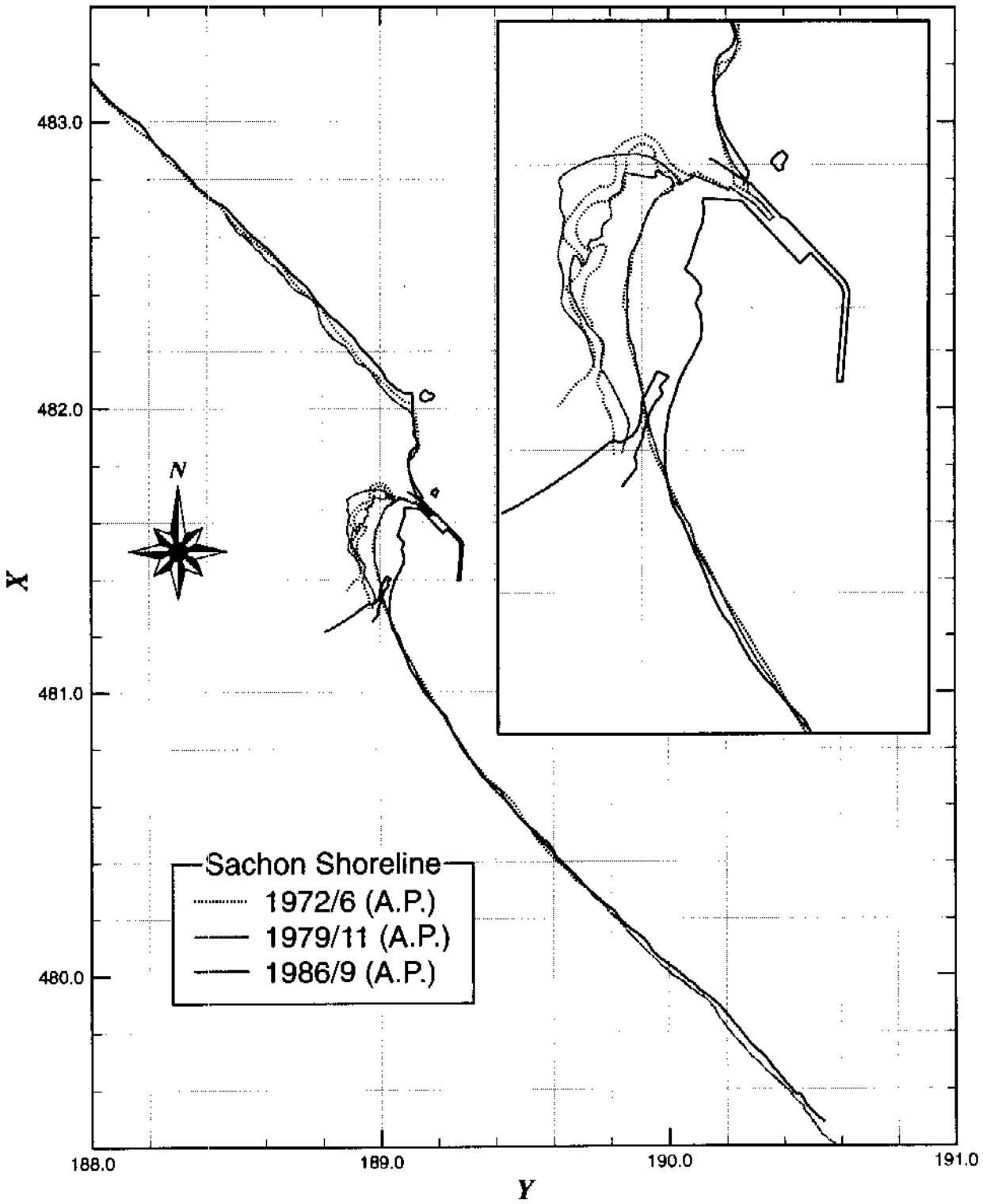



그림 3.28 沙川津港 航空寫眞('72年, '79年, '86年) 分析 海岸線資料

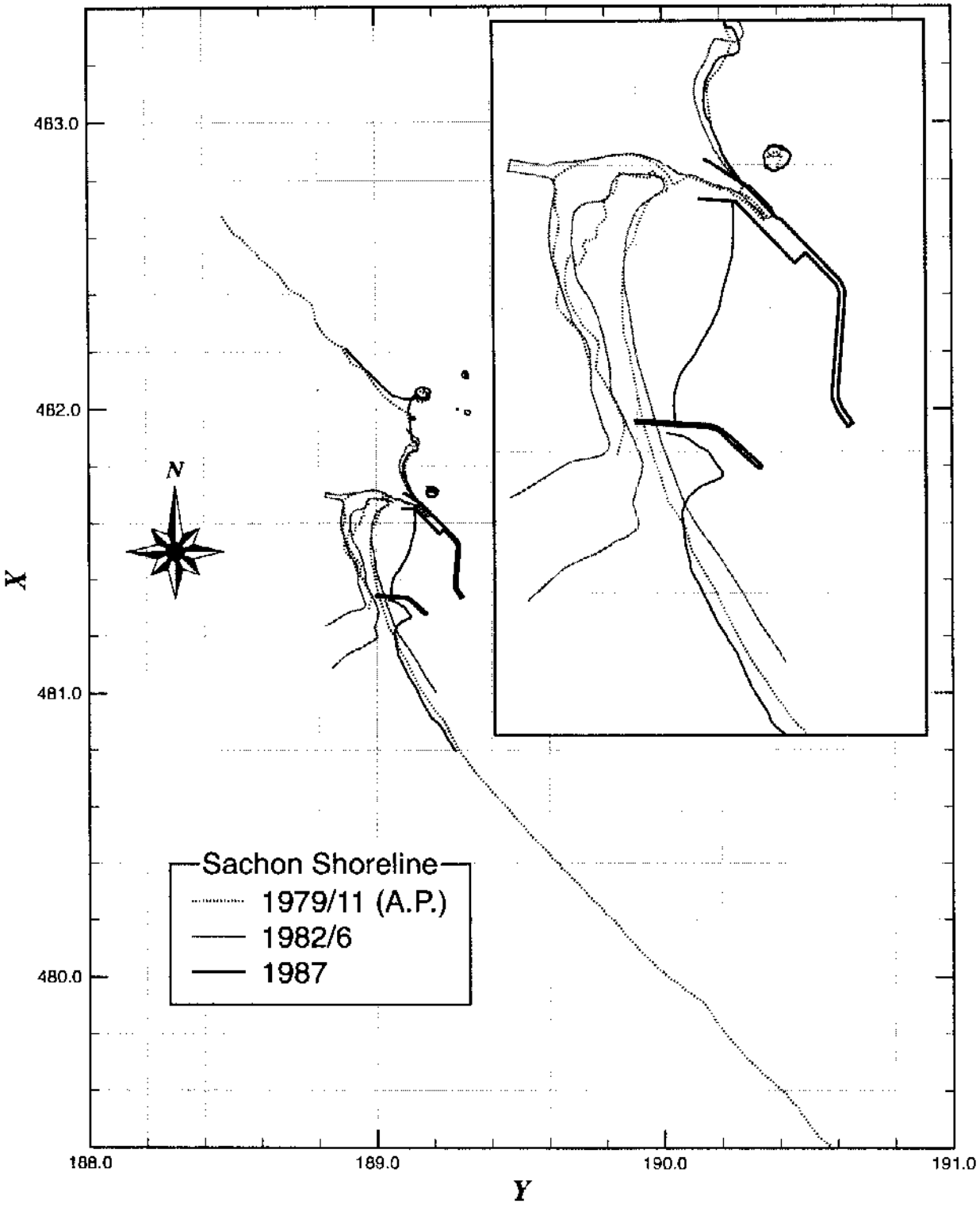



그림 3.29 沙川津港 航空寫眞('79年) 分析 및 實測('82年, '87年) 海岸線資料

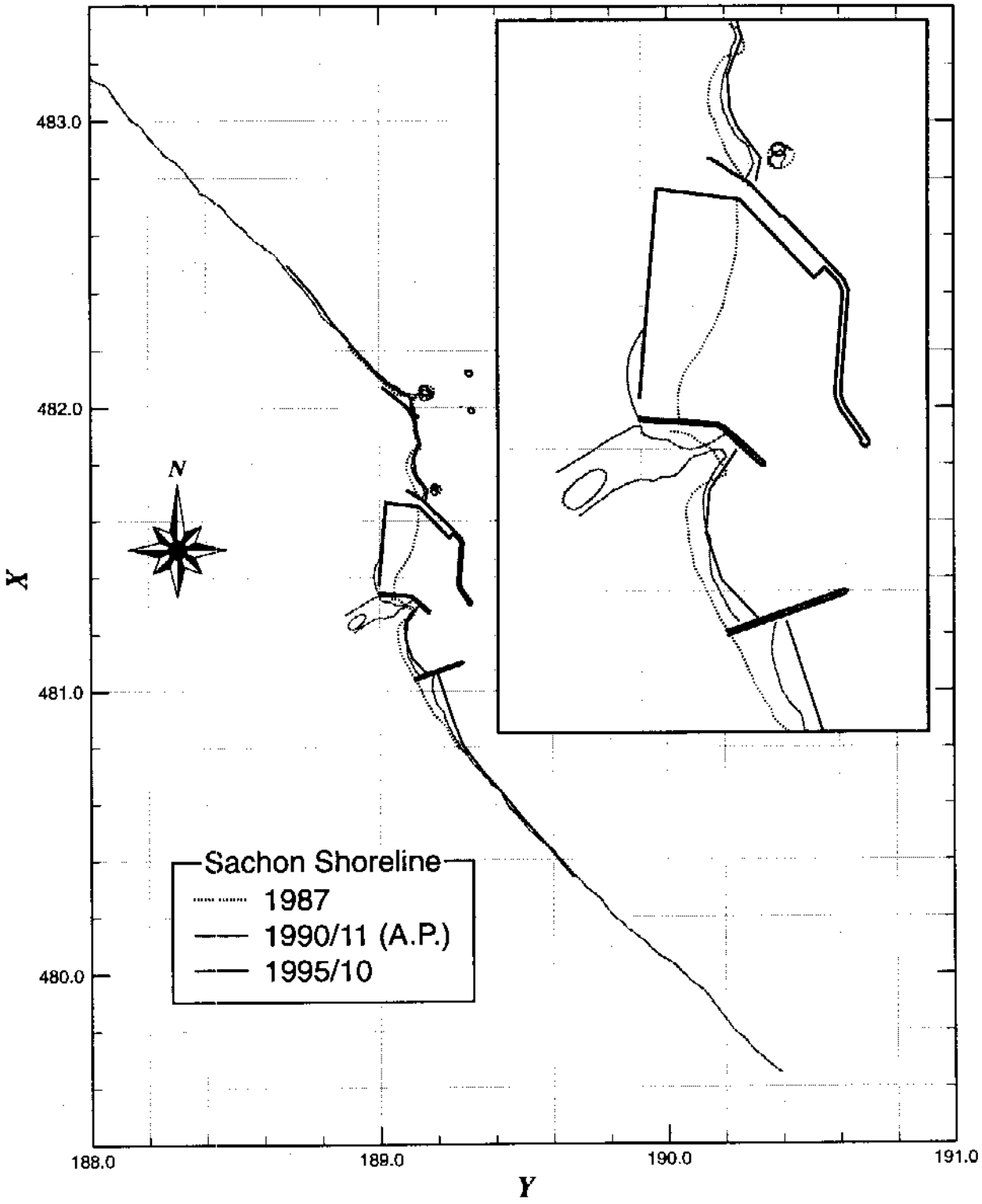



그림 3.30 沙川津港 航空寫眞('90年) 分析 및 實測('87年, '95年 10月) 海岸線資料

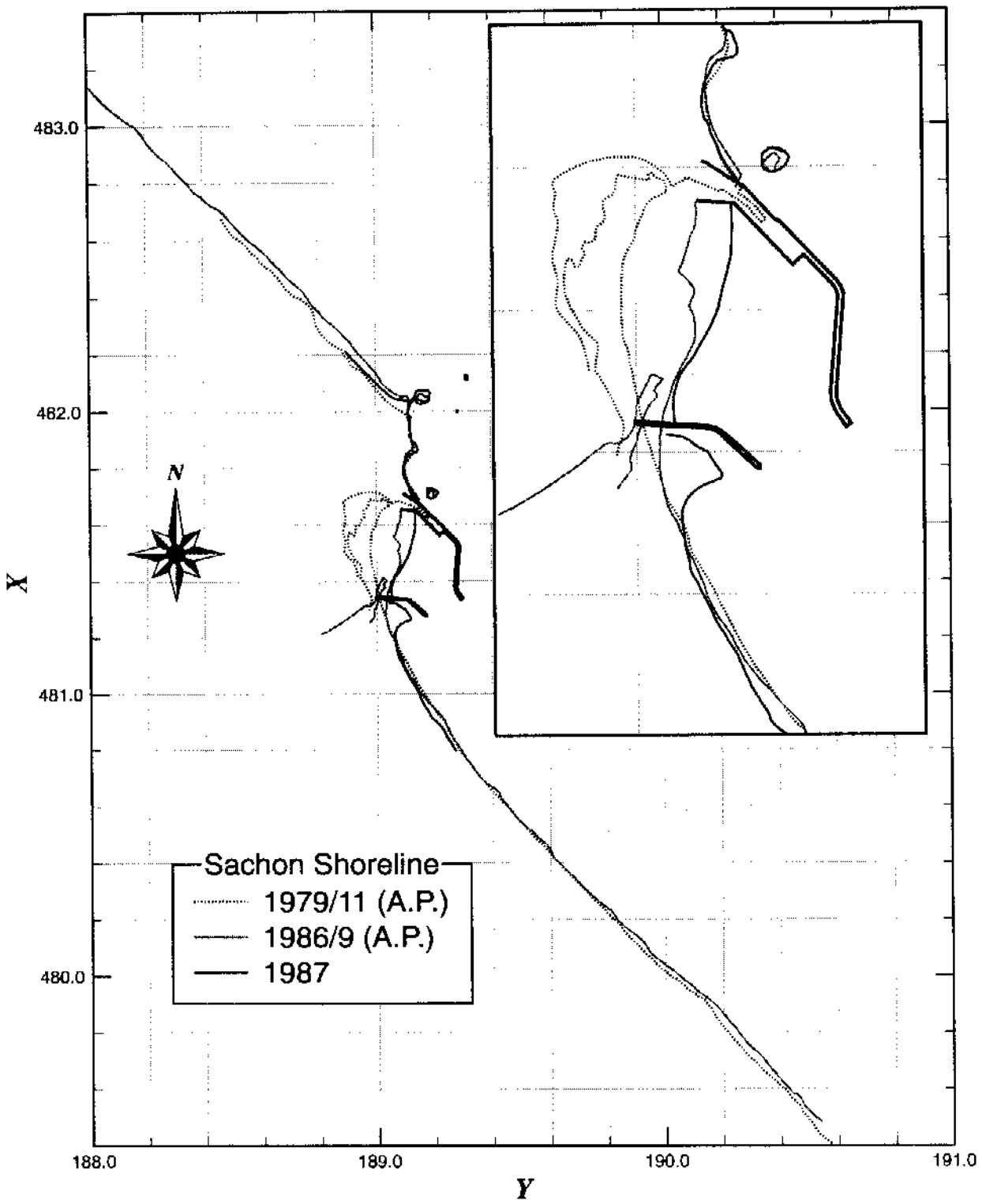



그림 3.31 沙川港港 構造物 設置에 따른 海岸線 變化 比較圖('79年, '86年, '87年)

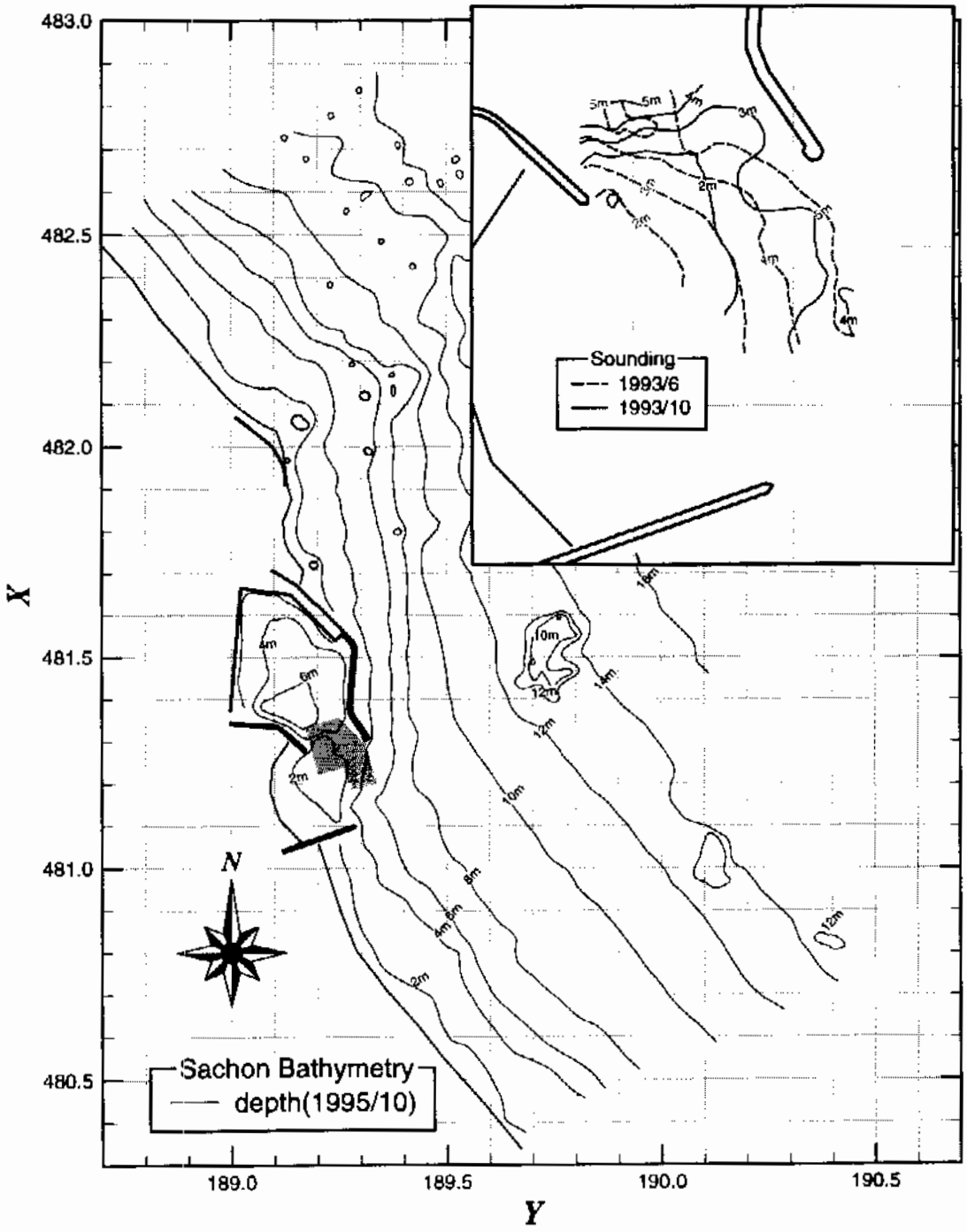



그림 3.32 沙川津港 港入口 埋沒 進行過程('93年 6月 ~ 10月)

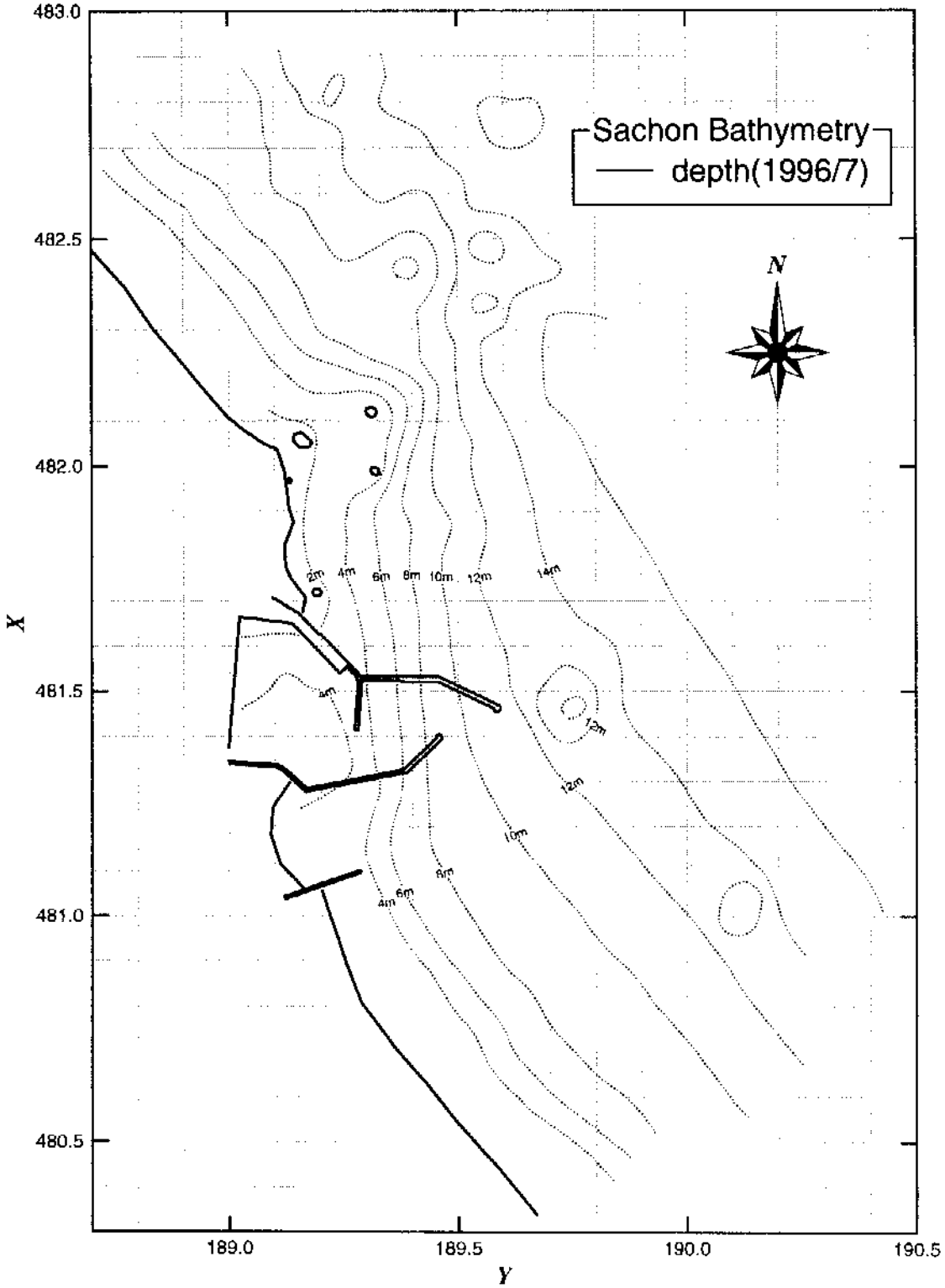



그림 3.33 沙川港湾 埋没低減 外廓施設 配置計劃案

## 3.4. 日本港灣의 海岸變形

### 가. 니이가다(新潟)東港

新潟東港 <그림 3.34>는 東海沿岸의 砂質海岸에 위치한 港으로 겨울철에는 北西風의 영향을 받는다. 태평양 沿岸에 위치한 <그림 3.35> 가시마(鹿島)港과 더불어 대표적인 窟入港이다. 이 두港은 砂質海岸에 築造되어 港內埋沒 問題를 해결한 典型的인 사례로 日本 港灣技術研究所 報告書(田中, 1983)의 新潟東港의 築造과정을 소개한다.

新潟東港은 아가노(阿賀野)川 河口 동쪽 약 10km地點을 중심으로 沙濱海岸에 築造된 일본의 대표적인 窟入港灣이고 그 전체 計劃은 <그림 3.36>과 같다. 건설공사는 1963年 4月 西防波堤 基部에서부터 착수되었다. 西防波堤는 1965年 여름에 연장 540m의 直部區間의 混成堤 부분이 완성되고 그 점에서 꺾어진 後에는 케이슨제 構造로 연간 거의 200m 전후의 길이로 延長되었으며 1977年末에 총연장이 약 3000m에 달했다. 東防波堤는 1966年 4月에 着工되어 1969年末까지 총연장 781.5m를 완공했다. 그 외 1963年부터 1964年에 걸쳐서 波除堤 230m 施工, 1970年에 西海岸埋立 護岸 1600m, 東海岸埋立 護岸 2090m가 1972年에 施工되어 完成되었다.

港內의 浚渫工事는 1964年 內側 船溜施設의 浚渫부터 시작되었다. 1965年에는 西防波堤를 따라 船舶繫留를 위한 破堤堤 근처까지 천연가스용 유반선을 위한 航路를 파고 1965年, 1966年에 여름항로에 대해 浚渫을 하였으나 겨울철 風浪으로 다시 완전히 埋沒되는 상황이 反復되었다. 東防波堤 연장이 500m에 달한 1967년 이후는 外港部에서 浚渫이 시작되었고 1969年 4月 海岸쪽이 浚渫되어 外港部와 中央水路가 직접 連結되기에 이르렀다. 이들 浚渫土砂의 일부는 東西 兩側 海岸과 西防波堤 근해 水深 40m전후의 지역에 投棄되었다. 이로 인한 1973年까지의 總投棄量은 2471만㎥ 이고 그 내역은 西海岸 880만㎥, 東海岸 670만㎥, 沿近海 920만㎥ 이다. 1976年 6月의 <그림 3.37>은 東西 兩海岸에서의 埋立護岸이 완성된 후이며 방파제 傾斜部에서 파랑의 반사로 인한 등수심선이 基部側으로 향해 漂砂의 先端移動이 없는 것을 나타낸다.

그림 3.34 日本 니이가다(新潟)東港 全景

그림 3.35 日本 가시마(鹿島)港 全景

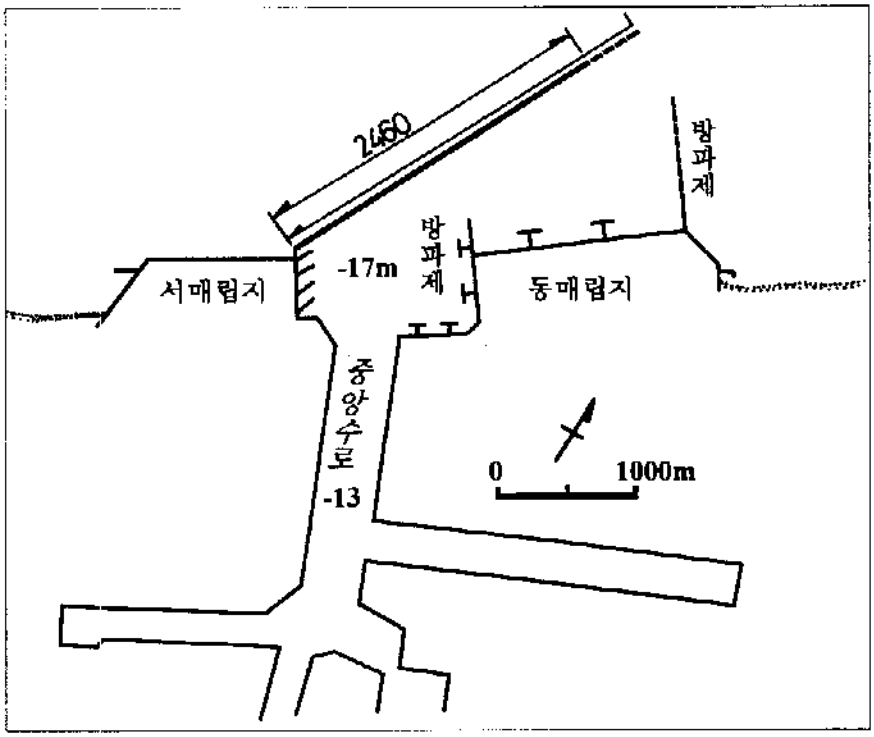



그림 3.36 니이가다港 平面 配置圖

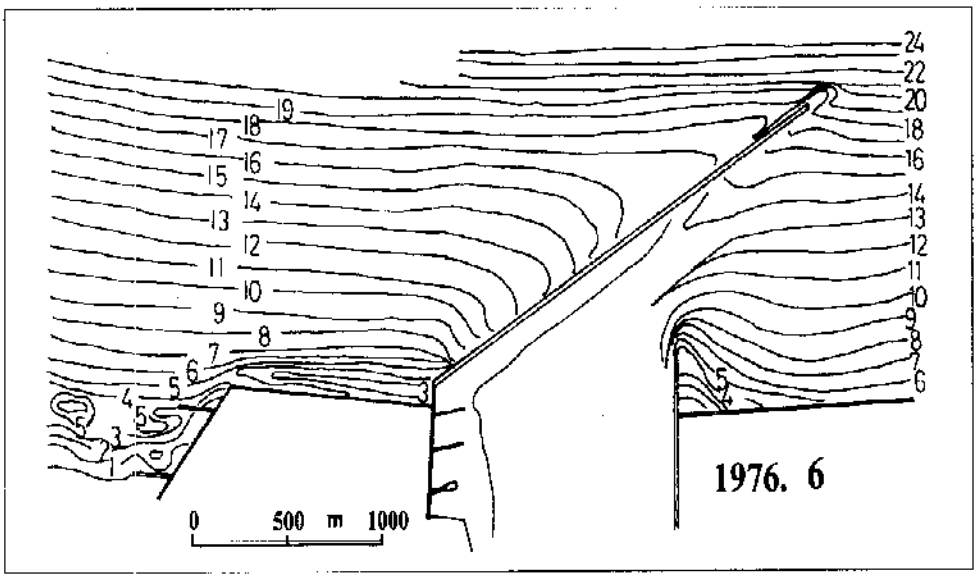



그림 3.37 니이가다港 水深圖(1976)

漂砂에 의해 埋沒이 憂慮되는 경우 設計基準書에서는 <그림 3.38>과 같은 外廓施設의 配置를 추천한다.

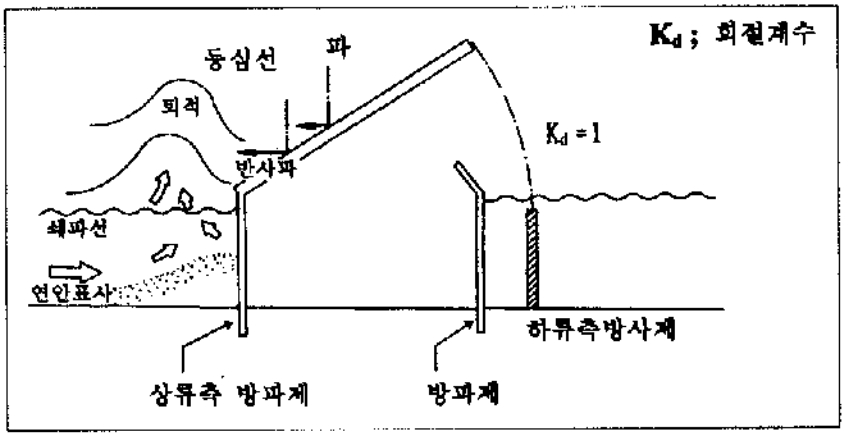



그림 3.38 沿岸漂砂防止를 위한 外廓施設 配置 槪念圖

1. 防波堤의 基部는 碎波帶를 지난 때까지 海岸線에 직각으로 突出시킨다.
2. 그 이상의 水深에서는 堤體를 屈曲시켜 防波堤로서 波浪을 遮蔽시킴과 동시에 反射波를 이용하여 漂砂를 港口의 반대측으로 擴散시킨다.
3. 漂砂의 下流側 海岸으로부터 港內로 유입되는 漂砂를 방지하기 위하여 하류측에 防砂堤를 설치할 경우 回折係數가 1.0이 되는 線 附近에 海岸線에 직각으로 충분한 길이를 確保하여 설치한다. 이 防砂堤가 防波堤를 겸할 경우에는 波浪의 遮蔽를 고려하여 計劃한다.

新潟東港은 <그림 3.38>의 槪念대로 설계하여 성공한 事例로 西에서 東으로 移動하는 卓越漂砂가 新潟東港 西防波堤의 傾斜部에 波浪이 작용하여 港內埋沒을 방지하였다. 또한 <그림 3.35>의 가시마港도 <그림 3.38>과 같은 형태로 건설되어 港內埋沒은 없었던 한 사례이며 新潟東港이나 가시마港은 대규모 貿易港으로 항의 규모가 크기 때문에 漂砂移動 限界水深이 충분히 確保될 만큼 先端水深이 깊다. <그림 3.5>의 沙銅港의 경우에도 <그림 3.38>의 형태를 취했으나 경제성과 적정규모 港開發을 고려하여 방파제 傾斜部의 길이가 비교적 짧기 때문에 표사이동을 완전히 차단하지는 못 하였다.

나. 조시(銚子)漁港

太平洋 沿岸 지바현 突出部에 위치한 銚子港은 河口港으로 도네가와(利根川)에 의한 砂洲가 船舶의 航行에 制限을 주어 導流堤를 설치하였다. 特 3種漁港으로 30年 이상 持續的으로 건설해왔고 현재 9차 整備事業이 신행중이며 장래의 擴張計劃도 樹立되어 있다. 先端部 水深은 10.5m(대조시 11.6m)이며 颱風에 영향을 받는 港으로 設計波高는 10.5m이며 被覆材는 67톤 T.T.P를 사용하며 케이슨식 防波堤의 法線은 等深線과 거의 平行하게 설계되었다. 河口의 整備 및 지속적인 整備事業으로 港內埋沒은 기의 없다. 계속된 整備事業의 結果 <그림 3.39>에 나타낸 바와 같이 外廓施設은 매우 複雜한 반면에 事前에 충분한 檢討를 거쳐 樹立된 마스터플랜에 따라 築造된 니이가다항과 좋은 對照를 이룬다. 그림의 左下端의 導流堤와 泊地가 銚子港의 舊港으로 이를 擴張하여 현재는 도네가와 하천밖에 防波堤를 設置하여 사용하고 있다. 將來에는 現在 外廓 防波堤인 東防波堤 前面에 새로운 防波堤를 設置하여 港은 더 擴張하는 計劃을 가지고 있다.

그림 3.39 조시(銚子)漁港 全景(1995)

## 다. 이오까(飯岡)漁港

銚子港 南側 突出部의 서측 絶壁海岸의 끝에 위치한 旧港을 확장하여 개발한 제 1 種 漁港으로 基部側의 絶壁海岸은 侵蝕海岸으로 유명하다. 侵蝕海岸인 미오무가우라의 侵蝕率은 매년 평균 1미터로 상당히 크며 侵蝕된 土砂는 南側에 길게 형성된 구주구리(九十九里)海岸으로 移動한다. 土砂供給源 바로 아래에 위치한 이오까항은 水深 6미터에 外廓施設을 설치를 計劃하였다. <그림 3.40>은 1982年과 1995年 撮影된 이오까항의 全景에 알 수 있듯이 上流側의 土砂가 先端部를 돌아 港內로 유입되어 이를 막기 위해 先端直部의 延長 및 堤體에 直角方向으로 防砂堤를 설치하는 방법으로 계획을 수정하였다. 또한 堤體 周邊部의 堆積으로 인해 堤體의 天端高가 점차 낮아져 越波가 용이하게 되어 越波에 의한 모래 流入을 막기 위해 天端高를 높였다. 이오까항은 漂砂移動量이 많으며 防波堤 堤體를 통해 유입되는 土砂를 막기 위한 防砂壁이 東防波堤 港內側에 설치된 매우 특이한 형태로 補强되었다. 直部의 연장으로 인한 南側海岸의 侵蝕을 방지하기 위한 수 많은 突堤群 및 防砂堤가 南側海岸에 설치되었다. 南側海岸의 侵蝕을 방지하기 위한 方案으로 매년 浚渫한 모래를 南側海岸에 投棄하는 공법도 竝行하여 實施되고 있다.

그림 3.40 이오까(飯岡)漁港 全景(1982)

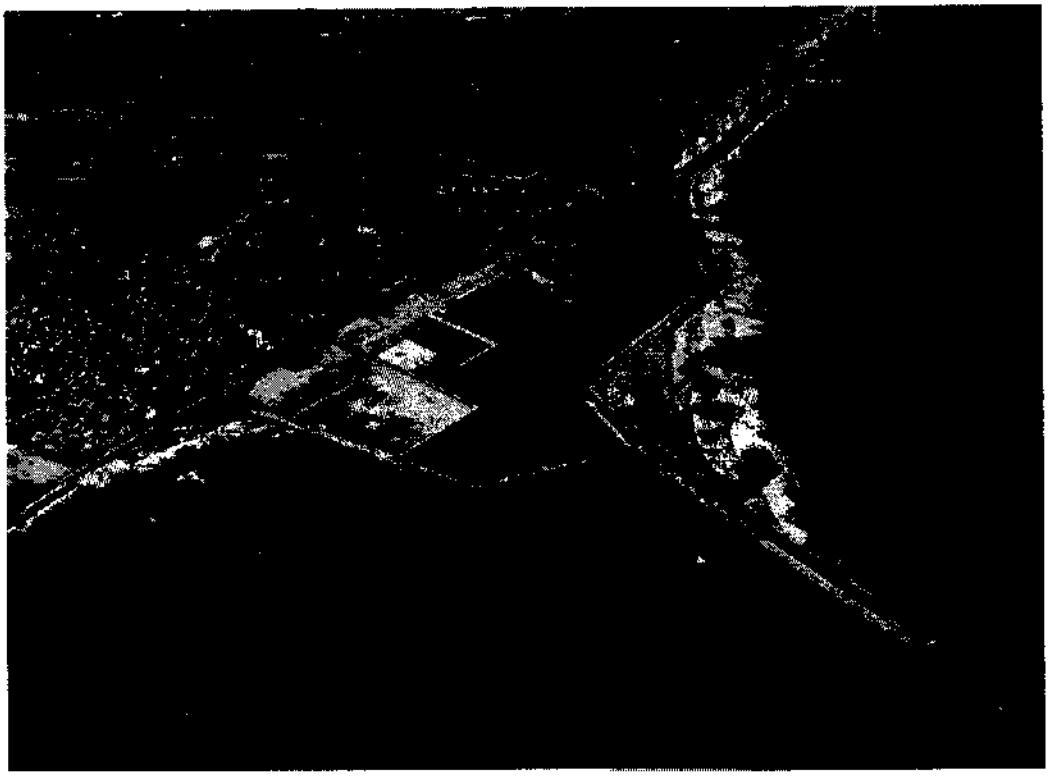


그림 3.40 계속(이오까港 全景, 1995)

라. 카타가이(片貝)漁港

第 4種 漁港으로 구리아마기와(栗山川)漁港 南側 구주구리(九十九里)海岸의 중앙에 위치한 河口港이다. 카타가이漁港은 沿岸上의 文獻에 잘 알려진 代表的인 漁港으로 港內 埋沒 文獻에 자주 引用되는 港이다. 河口에서 약 500미터 地點에 築造된 어항의 水路를 維持하기 위하여 설치된 導流堤의 幅은 河口幅보다 약간 넓으며 외해쪽으로 가면서 좁아지는 형태로 築造되었으나 埋沒로 인해 導流堤를 연장하고 외해측에 八字型 防波堤를 설치하였다. <그림 3.41>의 防波堤는 河川流의 흐름을 방해하지 않고 防波堤에서 반사된 波浪에 의해 형성된 離岸流를 이용하여 河川水의 흐름을 强化시켜 流路의 水深 확보 및 퇴적을 억제한 目的으로 計劃되었으며 水理實驗 당시 비교적 성공적인 案으로 평가되었다.

그림 3.41 카타가이(片貝)漁港 全景(1968)

그림 3.41 계속(카타가이漁港 全景, 1979)

그러나 水理實驗에 부여한 境界條件의 不正確함과 底面傾斜의 예측실패 그리고 細粒質 底質粒徑의 堆積豫測 失敗로 인해 防波堤 周邊의 堆積은 더욱 진행되었고 이를 막기 위해 築造된 導流堤의 양측에 直角方向으로 防砂堤를 築造하여 埋沒의 저지를 꾀하였다. 이 防砂堤도 소기의 成果를 기두지 못하여 防砂堤와 防波堤를 직접 연결하였고 北側防波堤는 等深線과 상당한 각을 갖도록 연장하여 既存의 構造物은 北防波堤의 일부로 利用하도록 <그림 3.42>와 같이 건설되었다.

北防波堤를 延長함에 따라 발생된 南側海岸의 堆積을 방지하고자 南防砂堤를 水深 5미터까지 築造하는 것이 현재의 配置計劃이다. 현재까지의 埋沒進行 過程을 보아 추정할 때 현재의 配置計劃도 修正될 可能性이 높은 것으로 사료된다. 그 이유로 첫째 현재의 先端水深은 5미터로 碎波帶에 인접해 있으며 先端部의 洗掘이 심한 것으로부터 判斷할 때 漂砂移動 限界水深 보다 낮은 것으로 判斷되어 보다 깊은 水深으로 先端部가 延長될 가능성이 높다. 둘째 北防波堤 傾斜部의 현재 연장은 약 500미터로 反射波에 의한 모래移動 어제능력이 充分하지 못한 것으로 추정된다.

漁港개발의 적정규모 決定은 주민의 社會·經濟的인 與件과 개발비 및 投資效果를 감안하여 計劃되는 것이 一般的이나 카타카이漁港은 漁港機能 維持가 다른 인자보다 월등히 높은 것으로 判斷되며 현재의 配置計劃은 이 點에 置重하는 것으로 분석된다. 결국 수많은 施行錯誤를 길쳐 漁港機能 回復을 우선 解決하고자 하는 것으로 분석되며, 自然條件에 의한 地域的 特性이 예정된 開發費에 너무 치중하여 건설될 때에는 오히려 보다 어려운 技術的 問題 뿐 아니라 施行錯誤에 따른 直·間接의 經濟的 損失을 招來하게 된다.

結果的으로 개발 계획안의 修訂에 따른 港 開發에 막대한 投資가 要求될 뿐 아니라 그 동안의 港機能 低下로 인한 地域民의 간접적인 損失도 莫大할 것으로 豫想되어 港內埋沒에 따른 技術的, 社會·經濟的인 諸般 問題가 表出된 典型的인 例로 볼 수 있다.

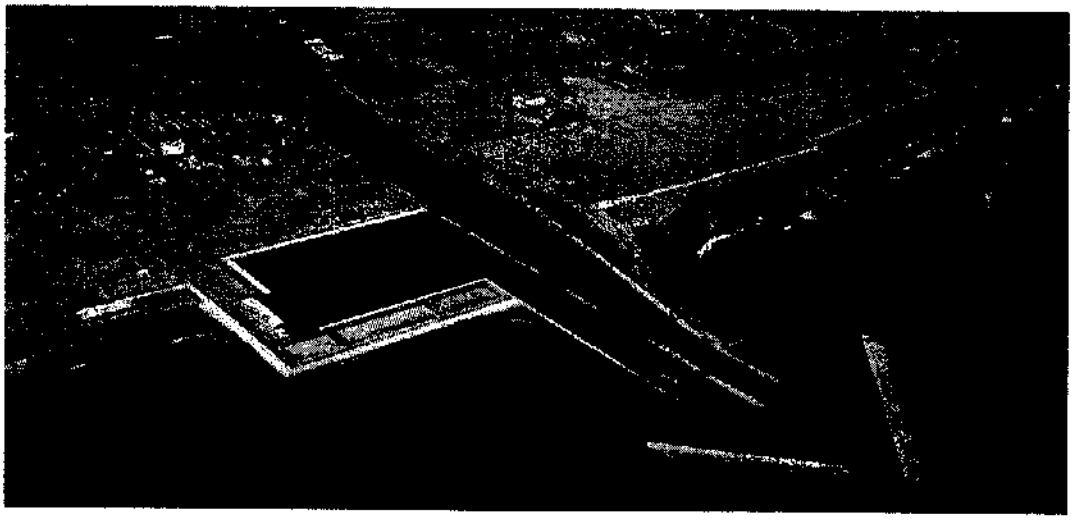


그림 3.42 카타가이漁港 全景(1985)

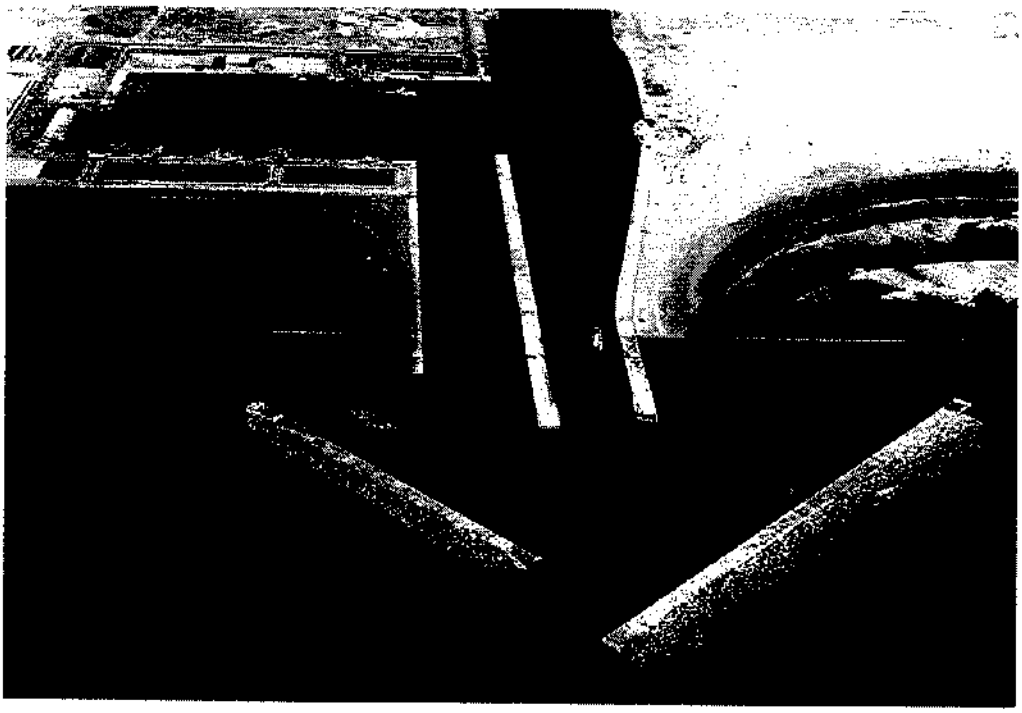


그림 3.42 계속(카타가이漁港 全景, 1987)

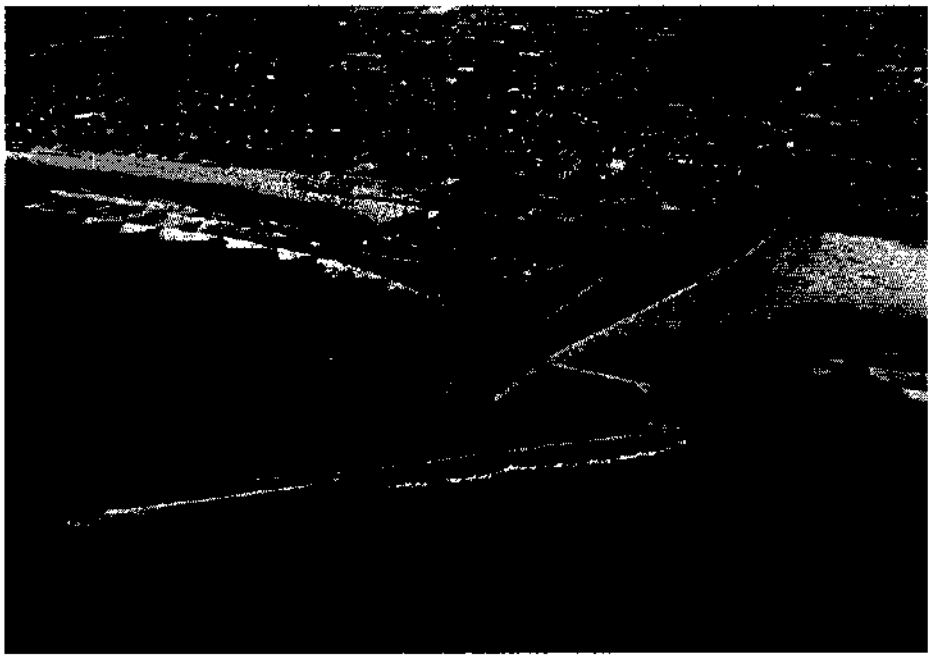


그림 3.42 계속(카타가이漁港 全景, 1995)

### 3.5. 漂砂上流側 防波堤 先端附近의 埋沒

漂砂上流側 防波堤 先端 港口部에 砂洲가 形成된 전형적인 例로는 미국 캘리포니아 海岸의 산타바바라港, 아르헨티나의 마르델 플라타港이 有名하다. 이들과 비교할 수 있을 程度의 典型的인 例는 아니지만 <그림 3.43>에 도시된 日本의 伊良湖港, 節婦漁港, 落部漁港, 宮崎漁港, 大洗港 등에 있어서 이런 형태의 海岸變形이 발생하였다. 그리고 우리나라에서는 竹邊港, 墨浦港, 烏山港과 沙川津港 등이 비슷한 類型에 속하며 邱山港의 變形은 이 形態의 初期段階로 分析된다.

<그림 3.43>에 나타난 海岸變形을 두 경우로 區分할 수 있다. 그 하나는 節婦漁港의 경우에서 볼 수 있는 것과 같이 港 入口 上流側의 海岸線이 상당히 前進하며 上流防波堤의 港外側을 따라 土砂가 堆積되어 砂濱이 형성되어 있는 경우이다. 다른 하나는 宮崎漁港, 落部漁港 및 大洗港의 예와 같이 港 入口의 위쪽에서는 海岸線이 前進하지만

漂砂上流 防波堤를 따라 土砂가 堆積되지는 않고 港 入口部에만 砂洲가 형성되는 경우이다.

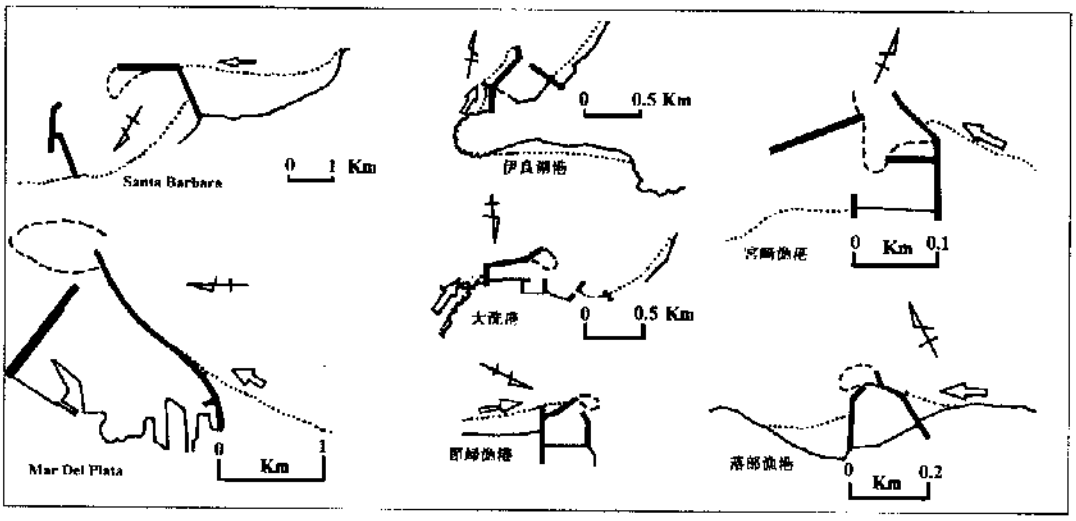
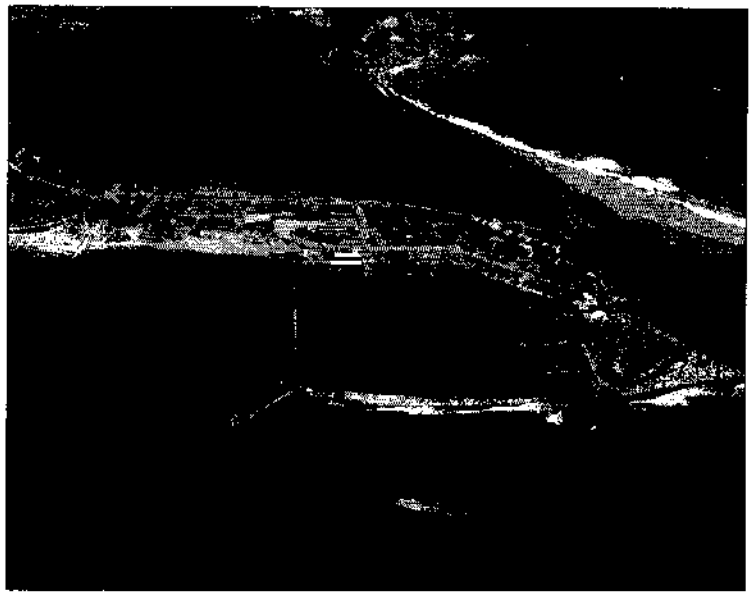



그림 3.43 漂砂上流側 防波堤 先端의 港口部에 砂洲 形成 事例

가. 漂砂上流側 防波堤 先端 港入口部의 砂洲 形成 條件

港 入口에 砂洲가 형성되는 경우 몇가지 特徵이 있다. 그 첫째는 상류측 海岸에 土砂의 堆積이 현저하다. 이 경우는 漂砂의 卓越方向이 상당히 明瞭한 海岸에서 일반적으로 나타난다. 둘째는 漂砂의 堆積에 의하여 위쪽에 형성된 모래로 구성된 海岸線이 防波堤가 비스듬하게 신장됨으로써 海岸線 方向과 防波堤의 方向이 180도 전후의 각도로 평행한 배치를 보인다. 이 때문에 위쪽에서 수송된 土砂는 防波堤를 따라 쉽게 港 入口까지 운반되고 港 入口部에 堆積하여 砂洲를 형성하게 된다. 셋째는 酒匂漁港, 大洗港의 경우를 제외하고 위쪽 海岸의 港 入口 가까이에 突出部가 존재하여 이 突出部와 港 사이의 海岸이 포켓 형상을 이룬다. 이 때문에 위쪽 海岸에서는 소량의 土砂가 堆積되어도 현저하게 海岸線이 前進하게 된다. 이런 類型이 발생하는 요인으로 底質粒徑 差異, 海岸과 防波堤의 角度 差異가 가장 큰 영향을 주고, 底質이 거칠수록 또 波浪이 防波堤에 직각에 가깝게 입사할수록 酒匂漁港과 같이 防波堤 전면에 砂洲이 형성되기 쉬운 것으로 분석된다. 이와 같은 港 入口의 砂洲 형성을 防止하는 方法으로는 <그림 3.44>에 圖示

한 伊良湖港에서와 같이 防波堤에 직각으로 翼堤形態의 防砂堤를 설치하던가 節婦漁港과 같이 위쪽에 離岸堤를 設置하고 거기에 土砂를 捕捉하는 방법 등이 고려되고 있다. 한편 산타마마라港이나 마르델 프라타港에서는 港 入口의 維持 浚渫 등으로 對處하고 있다.



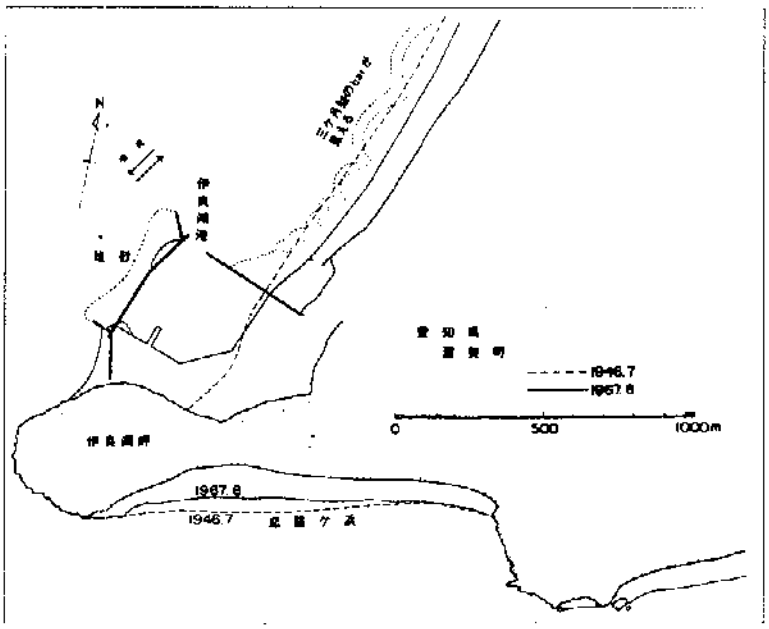



그림 3.44 伊良湖港의 全景 및 埋沒進行過程

<그림 3.45>는 日本 태평양 沿岸에 있는 오아라이(大洗)港의 堆積過程을 나타낸 것이다. 大洗港의 防波堤 築造로 西側海岸은 侵蝕되어 모래가 港쪽으로 移動·堆積하였으며 西側海岸의 侵蝕을 방지하고자 수 많은 突堤를 築造하였다. 侵蝕되어 港쪽으로 移動된 모래와 基部側에서 유입된 모래는 海岸으로 移動하면서 先端部에 沿岸砂洲를 형성하였고 이로 인해 舊港(磯浜港)은 완전히 埋沒되어 陸立하여 부지로 이용하고 있다.

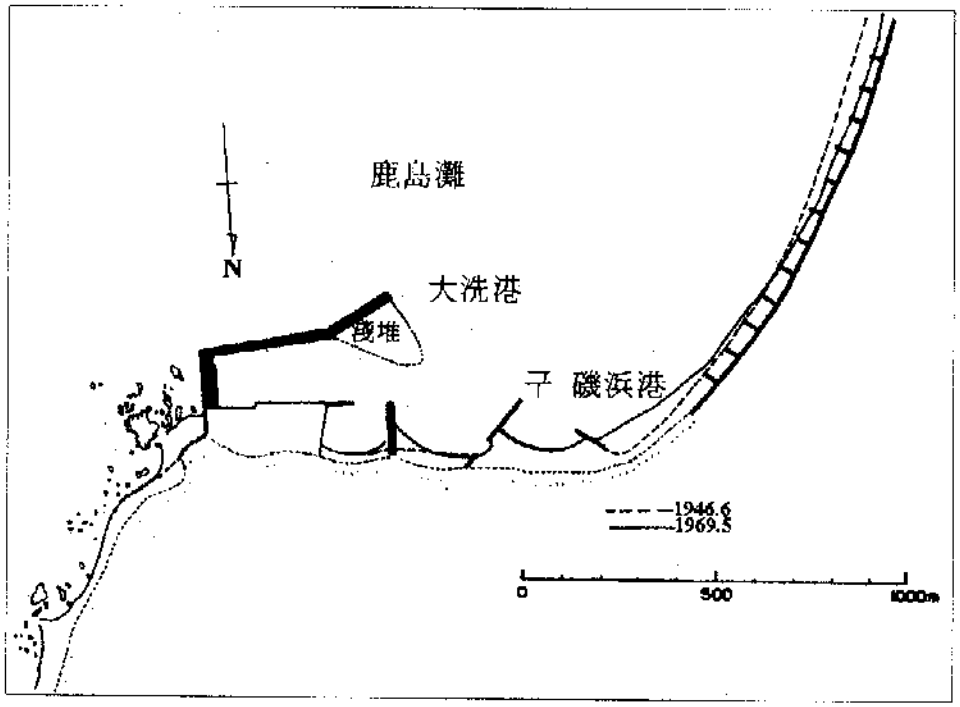



그림 3.45 大洗港 埋沒進行過程

港內埋沒을 억제하기 위한 방안으로 西向 卓越漂砂를 遮斷하기 위하여 大洗港의 防波堤는 외해쪽으로 상당히 틀어 築造되었다. 그러나 이로 인해 西側海岸의 侵蝕이 더욱 심해졌고 侵蝕된 모래는 東防波堤 外側에 堆積되었다. 主防波堤인 西防波堤가 연장됨에 따라 東防波堤의 海岸線이 前進하므로 東防波堤도 같이 伸張되었고 漂砂 下流側의 해안침식 및 港 入口로의 모래 이동을 억제하기 위한 突堤築造가 追加되었다. 또한 東側海岸의 侵蝕을 막기 위해 水深 10 ~ 12미터의 위치에 800미터의 離岸堤를 설치하여 東側海岸의 侵蝕을 緩和시켰다<그림 3.46>.

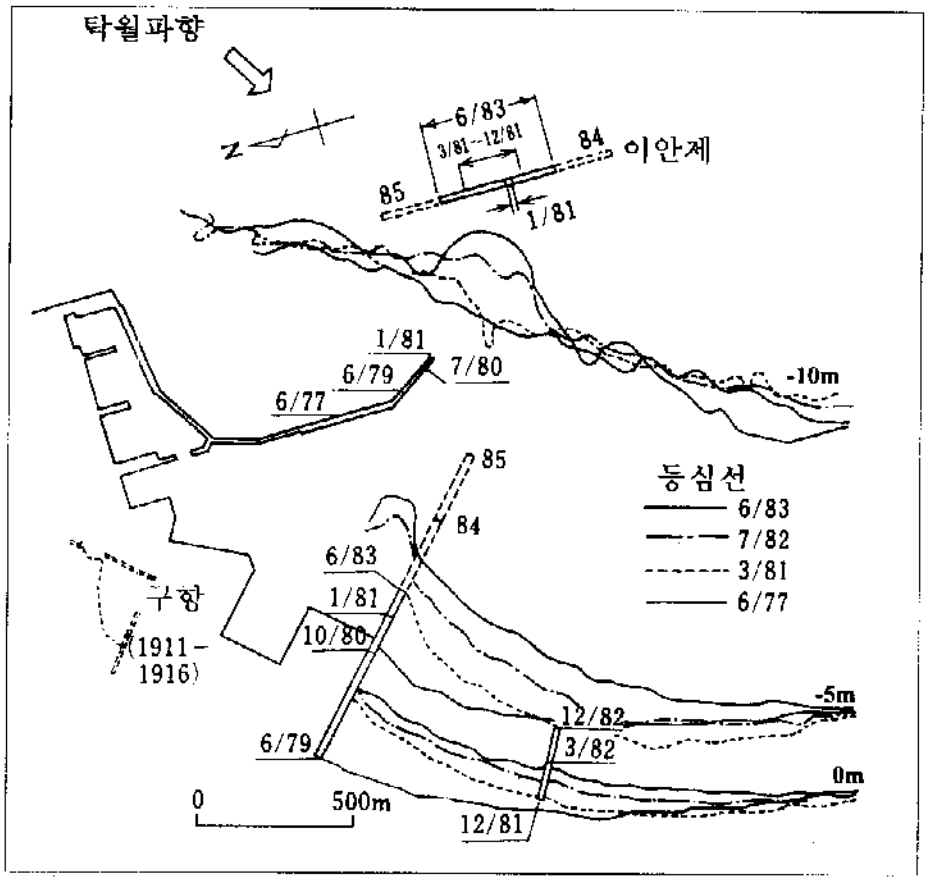



그림 3.46 大洗港 全景(1990) 및 外廓施設 設置에 따른 水深變化圖

<그림 3.47>은 美國 캘리포니아주의 Santa Barbara港의 全景 및 水深變化圖이다. 南側 突出部의 地形遮蔽를 이용하여 築造된 Santa Barbara港의 卓越漂砂 方向은 북향이며 突出部의 海岸幅은 비교적 좁다. 그러나 防波堤에 의해 移動이 遮斷된 漂砂가 防波堤 外側에 쌓이면서 防波堤 附近의 海岸폭은 점차 넓어져 曲部까지 이른 후에는 防波堤를 따라 先端쪽으로 移動하여 항 입구에 砂洲를 형성하였다.

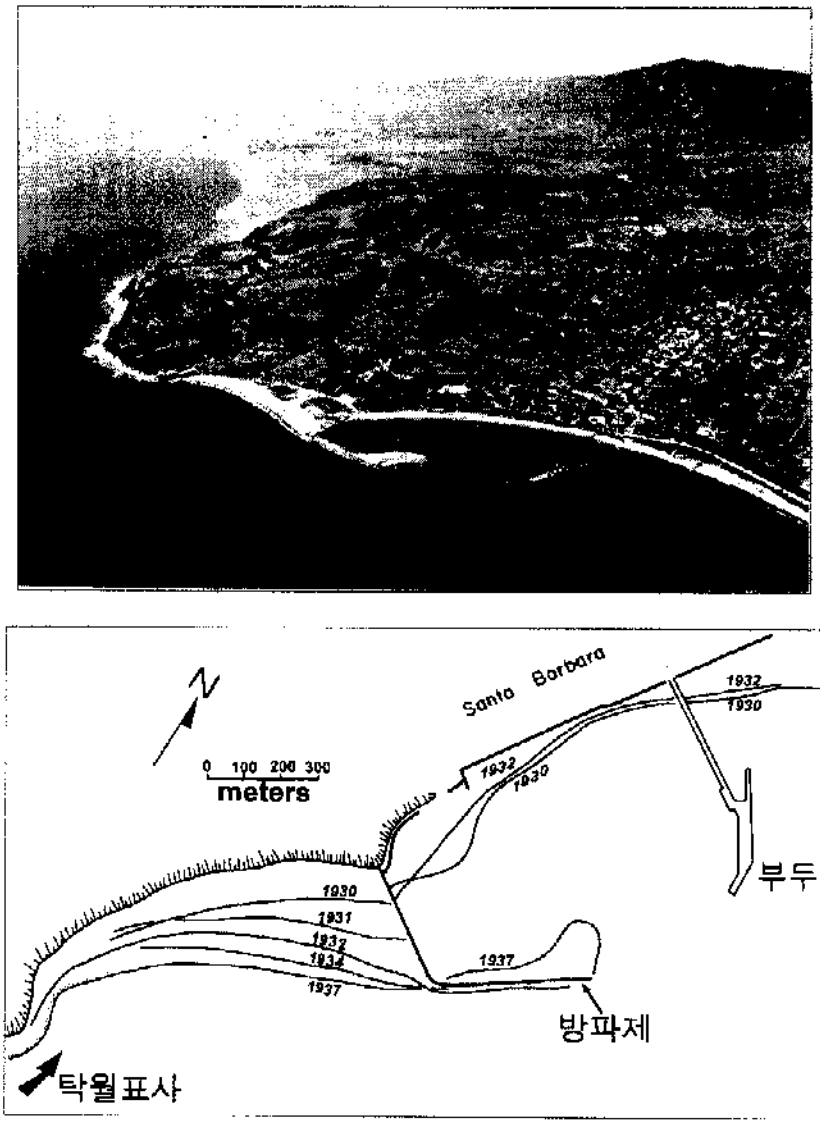



그림 3.47 미국 Santa Barbara港 全景(1937) 및 埋沒進行過程

港 入口의 堆積을 防止하기 위해 北向하는 漂砂를 遮斷하는 방안은 北側海岸으로의 漂砂供給을 遮斷하기 때문에 北側海岸의 侵蝕을 유발시킨다. 즉 埋沒 進行過程의 그림에서 알 수 있듯이 漂砂가 防波堤에 의해 遮斷된 1930年 ~ 1932年까지 北側海岸은 漂砂供給의 중단으로 海岸線이 후퇴하였다. 년중 漂砂의 方向이 卓越漂砂와 같은 경우에는 漂砂上流側을 遮斷하는 방안은 漂砂下流側의 심각한 侵蝕을 招來하기 때문에 本港은 渡漂펌프를 사용하여 상류측의 漂砂를 하류측으로 運送하는 <그림 3.48>의 방법을 채택하였다.

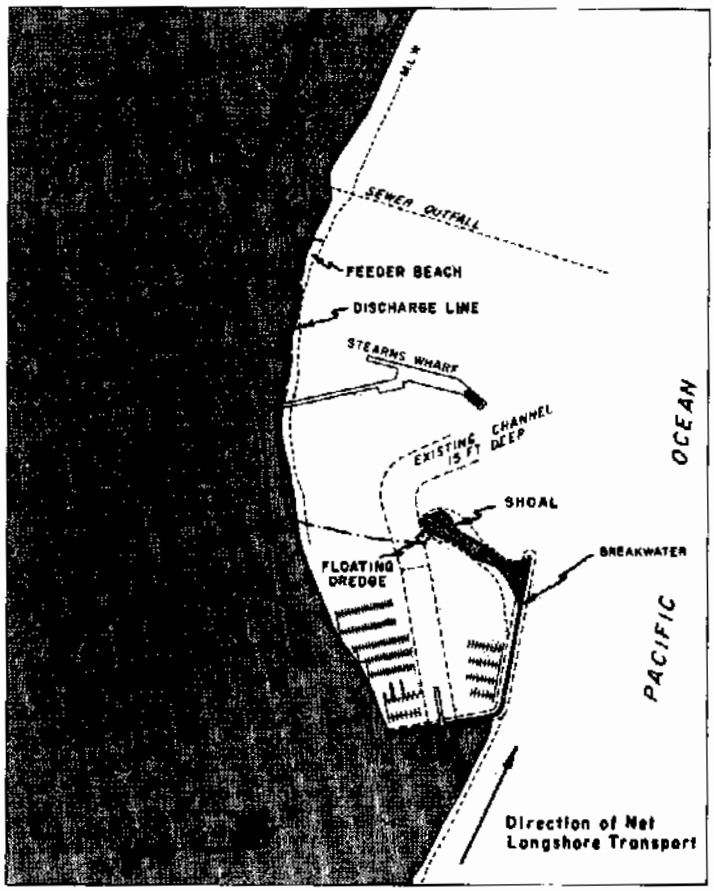



그림 3.48 미국 Santa Barbara港 平面配置圖(1965)

美國에서는 港灣의 開發이 인위적으로 漂砂의 흐름을 遮斷하여 주변 지역에 미치는 影響을 주는 경우 漂砂의 흐름을 開發 前의 상태에 가깝게 하기 위해 人爲的인 漂砂運

送方式을 많이 사용하고 있다. <그림 3.49>에 실제 使用되는 漂砂 下流側 人爲的 運送方式(sand bypass system)을 나타내었다.

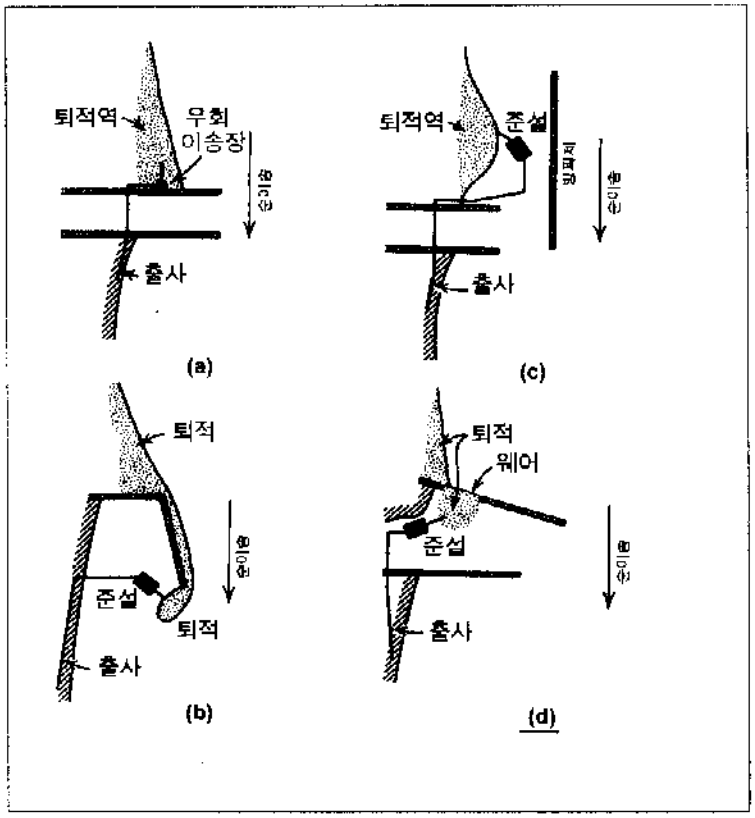



그림 3.49 漂砂下流側 人爲的 運送方式(sand bypass system)

나. 防波堤와 海岸線이 거의 平行한 경우

港內埋沒이 甚한 境遇에 흔히 發見되며 앞에 기술한 바와 같이 防波堤의 法線이 海岸線 方向과 평행하게 配置되면 漂砂 上流側에서 수송된 土砂는 防波堤를 따라 쉽게 港入口까지 운반되고 港 入口部에 堆積하여 沿岸砂洲를 형성한다. 이러한 경우 防波堤 全面의 等水深線은 防波堤의 法線의 方向과 점차 같게 되며 沿岸砂洲의 堆積物이 港內 靜穩한 곳으로 移動하여 堆積되므로 內港側에 海岸線을 형성하는 特徵을 보인다.

國內의 事例에서 밝힌 바와 같이 竹邊港, 鳳浦港 및 烏山港은 이 部類에 속하는 典型的인 예로 內港側에 海岸線이 형성되었다. 外國의 事例로는 스리랑카의 Kilinda港, 코스타리카의 칼데라港, <그림 3.50>의 말레이시아 첸더링漁港 그리고 <그림 3.51>의 일본 나아라이港 등이 속한다.

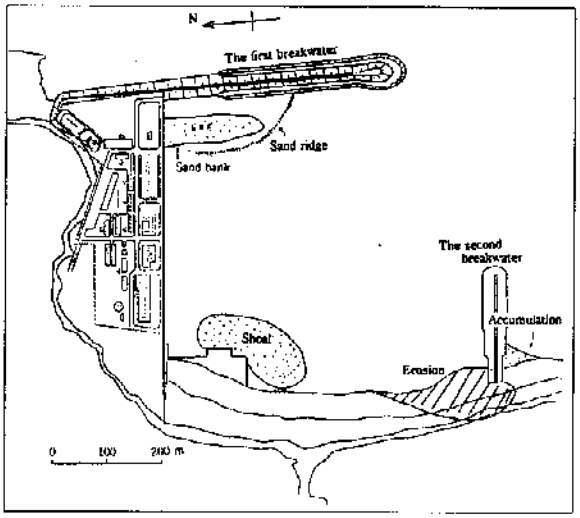



그림 3.50 Chendering 漁港(1995, Malaysia)

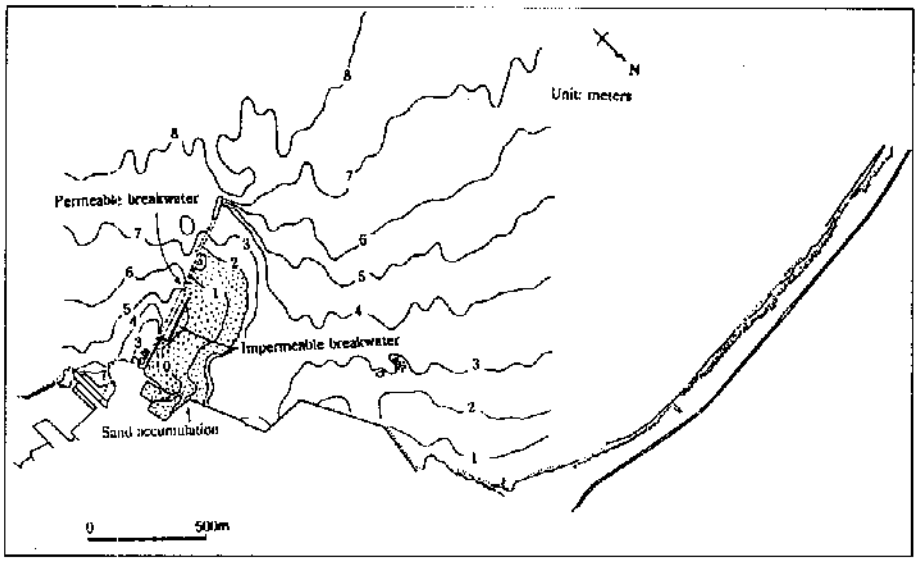



그림 3.51 나아라이港(日本)

### 3.6. 課業 對象港의 海岸變形 및 最大侵蝕 區域

江口港의 海岸變形을 把握하기 위해 波浪資料, 水深資料, 海岸線 資料 및 地形踏査 등을 分析하여 記述하였다. 防波堤 주변의 等水深線은 防波堤와 平行으로 형성되어 있어 모래가 北에서 南下하며 이 南向漂砂의 일부는 防波堤 曲部의 海底地形에 의해 일부 차단되니 先端으로 이동한 모래는 先端에서 反射되는 波浪에 의해 부유하여 靜穩한 구역으로 이동하는 것으로 분석된다. 現在의 防波堤 配置로 인해 南側海岸의 堆積은 지속적으로 이루어져 防砂堤가 있는 오포3리 海岸은 堆積의 결과 형성된 것으로 추정되고 '88年부터 建設된 防波堤가 퇴적을 가속시킨 것으로 判斷된다. 즉 南側海岸에서 內港側으로 흐르는 沿岸流가 모래를 이동하여 防砂堤 先端을 돌아 內港側으로 이동하여 防砂堤에 연결된 護岸 中央까지 堆積되는 것이 波浪區域의 變動과 底質分布로부터 分析되었다.

'92年에 海岸侵蝕防止 護岸을 築造한 것으로 보아 이 때부터 남측해안의 侵蝕이 현저하고 防砂堤 外側의 海岸線은 상당히 前進한 것으로 推定된다. 現在의 防波堤는 '93年에 設置되었고 侵蝕防止 護岸이 거의 설치된 '95年 이후에는 護岸設置로 海岸侵蝕은 防止하였으나 護岸前面에서 波浪이 碎波 및 反射되어 부유된 다량의 모래가 防砂堤側으로 이동하는 것으로 판단된다. 이러한 현상은 防波堤 北側에서도 나타나 道路를 保護하기 위한 護岸과 防波堤에 의해 형성된 우각부에 波浪이 集中되어 堆積된 모래가 쉽게 부유하여 先端으로 이동한 결과 '91年보다 '95年 海岸線이 후퇴한 것으로 분석된다.

南側海岸의 變化는 防波堤가 延長되므로 靜穩區域이 넓어져 주위의 모래가 靜穩한 港內로 유입되어 防砂堤 주위에 퇴적되며 퇴적된 모래가 外海로 유출되지 않아 埋沒현상이 발생하며, 남측해안에 설치된 海岸保護 호안은 해안선 후퇴를 저지하나 대신 護岸前面의 모래를 부유시켜 이동을 용이케 하고, 防波堤 曲部 주변의 낮은 수심에 의해 南向漂砂는 일부 차단되나 先端으로 이동된 모래는 先端의 波浪反射에 의해 부유되여 港內로 유입되는 것으로 판단된다. 江口港에 퇴적된 모래는 주로 외해로부터 파랑에 의해

이동된 모래이며, 둘째 '88年 이후 새로 시공된 防波堤 190m가 항내로 직접 侵入하는 대부분의 波浪을 遮斷하기 때문에 모래의 堆積區域이 점차 외해쪽으로 이동하고 셋째 현재 港內堆積 區域은 防砂堤 先端으로부터 內側 지역으로 나타났다.

江口港의 最大侵蝕區域은 <그림 3.52>와 같이 남측해안에 설치된 侵蝕防止 護岸이며 이로 인해 해안선의 침식은 방지되나 波浪이 집중되는 이 부근에서는 沿岸의 모래가 부유되어 港內側으로 이동하는 것으로 분석된다. 그림에서 회색구역이 현재의 최대침식 구역을 나타내고 있으며 화살표는 卓越波向의 方向을 의미한다.

해안침식 방지호안은 남측 모래해안 全地域에 걸쳐 건설되어 있고 호안 남측에는 암초해안으로 형성되어 있어 埋沒低減을 위한 防波堤 延長에 따른 해안침식은 발생하지 않을 것으로 판단된다.

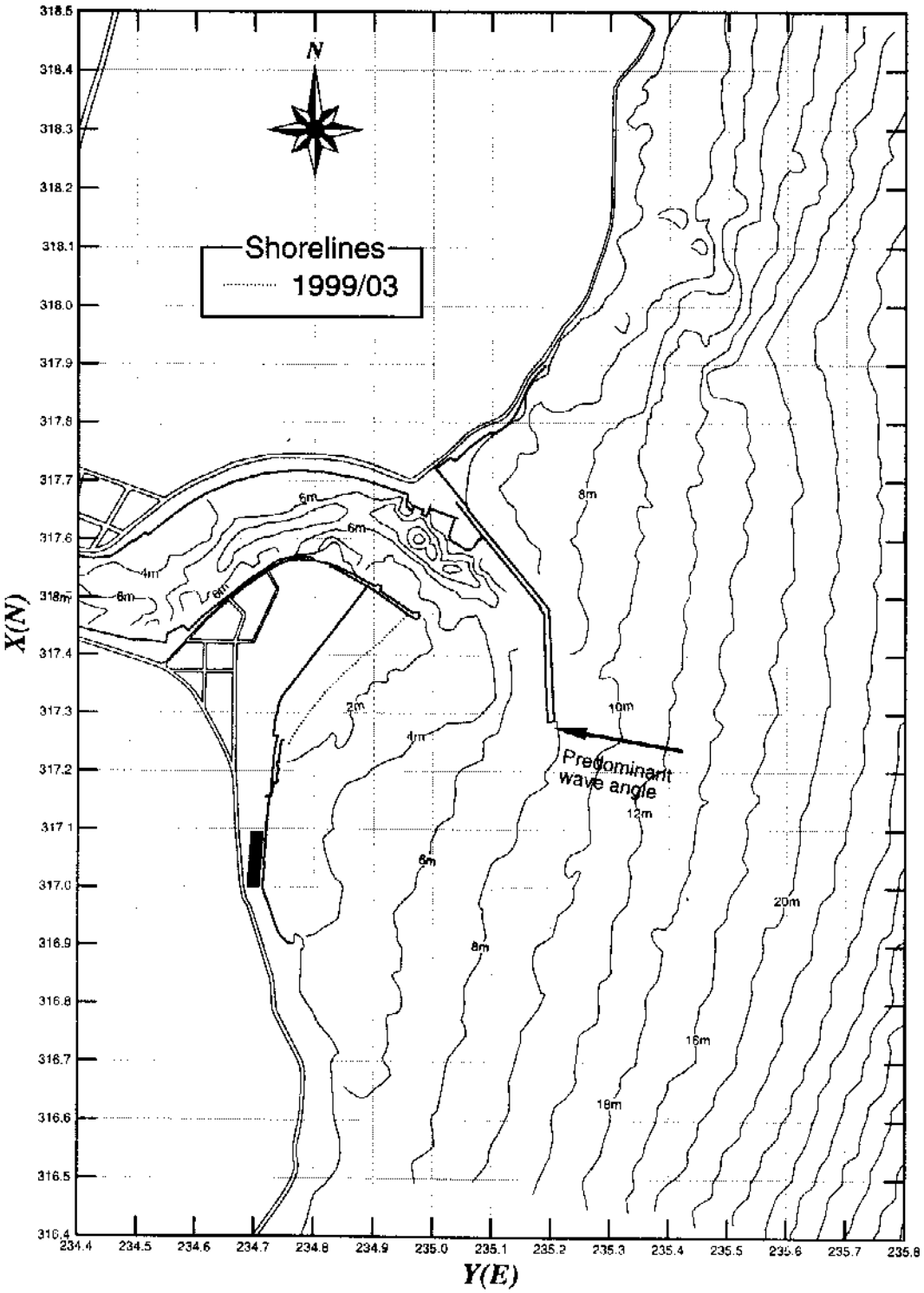



그림 3.52 江口港 最大侵蝕 區域('98年)

# 第 4 章 數値模型

江口港과 같이 河川水의 影響을 직접 받고 構造物에 의한 周邊 海岸線이 變化가 相當期間 나타나지 않아 平衡狀態에 到達한 경우에는 構造物에 따른 局地的인 變化를 把握하는 것이 必要하다. 海底地形의 변화를 把握하는 방법으로는 海岸線變形 模型과 堆積物移動 模型이 사용된다. 海岸線 變形模型은 長期的인 變形만을 對象으로 하기 때문에 模型에 포함된 假定이 단순하여 計算時間이 빠르나 局地的인 地形變化는 豫測하기 어렵다. 한편 堆積物移動 模型은 局地的인 變形을 豫測하기에 適當하나 計算時間이 많이 들어 長期間의 豫測에는 制限이 있다.

## 4.1. 概要

本 課業에서는 堆積物移動 數値模型을 이용한 定量的인 地形變化를 豫測하는 것이 目的이다. 堆積物移動 模型은 波浪模型으로부터 시작되며 計算된 波浪을 이용하여 波浪에서 生成되는 沿岸流를 計算하는 沿岸流 模型을 사용한다. 계산된 沿岸流가 最終 模型인 堆積物移動 模型의 入力資料로 사용되며 이로부터 地形變化를 計算하게 된다. 따라서 堆積物移動 模型에 의한 地形變化의 계산은 計算時間이 많이 必要하며 各 數値模型의 結果가 最終 結果에 影響을 주기 때문에 全體 模型의 精密度는 가장 精密度가 떨어지는 模型에 의해 결정된다. 한편 堆積物移動은 흐름과 堆積物의 相互作用 結果 나타나 그 過程이 복잡하여 이를 單純化하기 위한 經驗式이 사용된다. 비교적 單純한 境遇인 河川에서 流砂量 實測値도 그 變化의 幅이 크기 때문에 현재의 技術水準으로는 예측의 信賴度가 낮으므로 결국 堆積物移動의 정밀도는 포함된 模型 가운데 가장 떨어진다.

海底地形의 변화는 波浪에 영향을 주어 空間的인 分布가 變하게 된다. 沿岸流는 波浪의 空間的인 分布 및 水深에 의해 결정되기 때문에 堆積物移動 結果 나타나는 地形變化는 波浪 및 沿岸流의 分布와 相互 有機的으로 連結되어 있다. 즉 계산된 海底變化를 새로운 入力資料로 이용하여 反復的으로 計算하는 것이 요구되며 이러한 경우 計算

結果를 입력자료로 使用하기 때문에 보다 精密한 模型이 사용되기 때문에 計算 所要時間이 더욱 增加하게 된다.

한편 本 課業의 目的은 埋沒防止案을 導出하는 것이므로 長期的인 豫測 및 江口港의 주변 與件에 의한 局地的인 變化를 把握하여야 하므로 계산된 地形變化를 다시 入力資料로 사용하지 않았다. 그러나 長期的인 變化에 대한 豫測이 필요하며 이는 波浪의 統計値(波候)를 사용해야하기 때문에 本 章에서는 深海波浪 模型, 波浪模型, 沿岸流 模型 및 堆積物 模型에 내해 記述하고 그 結果를 要約하였다.

## 4.2. 深海波浪 推算

波候資料는 實測資料가 충분한 경우 統計値를 이용하면 되나 現 여건상 충분한 자료가 없기 때문에 波候資料를 만들어야 한다. 이를 위해 深海波浪을 구하는 순서는 地上日氣圖의 자료를 電算機에 입력하여 海上風을 구한 後 波浪모델을 사용하여 深海波浪을 구하게 된다.

### 가. 海上風 推算

一般的으로 大氣의 運動을 지배하는 基本方程式은 다음과 같다.

$$\frac{\partial \vec{V}}{\partial t} + \vec{V} \cdot \nabla \vec{V} + f \vec{k} \times \vec{V} = -\frac{1}{\rho} \nabla P + \frac{1}{\rho} \frac{\partial \vec{\tau}}{\partial z} \qquad (4.1)$$

여기서 $\vec{V}$, $f$, $\rho$, $P$, $\vec{\tau}$ 는 각각 바람벡터, Coriolis 계수, 空氣 密度, 氣壓, 바람의 應力을 나타낸다. 이러한 基本方程式의 모든 項을 고려하여 解를 구하는 것은 매우 어려우므로 大氣를 各層으로 나누어 식을 單純化하여 사용한다. 즉 大氣境界層을 地表層과 Ekman 層으로 나누고 傾度風을 等壓線과 等溫線의 交差에 따른 溫度風 補正과 기온과 수온의 差로 결정되는 大氣安定度를 보정하는 Cardone 모델을 사용하였다.

모델의 入力資料로 일본 氣象協會에서 발행하는 매 12시간 간격의 印刷 日氣圖

(1979-1996)를 Digitizing 하였으며 GMS衛星에서 관측한 10일 平均 海水面 溫度를 사용하였다. 모델의 計算領域은 緯度 20° ~ 50° N, 經度 120° ~ 150° E의 해역에 대하여 격자간격 27㎞(약 1/4° )로 5767(73×79)개의 格子網을 구성하였다. 印刷 日氣圖는 12시간 間隔으로 颱風과 같이 移動速度가 빠른 경우 內挿하는 경우 精密度가 떨어져 精密度를 높이기 위해 유럽 중규모 기상예보 센터(ECMWF)로부터 0.5° 格子, 6시간 간격의 海上風 자료를 時間 및 空間 格子의 내삽자료로 移用하였다.

나. 深海波浪 推算

計算된 海上風 資料를 사용하여 波浪 資料를 算出하기 위하여 HYPA모델과 에너지 교환에 대해 非線型 相互作用을 직접 계산하는 WAM모델을 사용하여 深海波浪을 推算하였다. 波浪資料는 1979年부터 1996年까지 18年間의 매 3시간 間隔의 資料를 정리하여 수록하였다.

深海에서 波浪에너지는 주로 海上風에 의한 에너지 增加, 성분 波浪사이의 非線型 에너지 交換에 의한 에너지 分配 그리고 碎波에 따른 에너지 감쇄를 考慮하여 波浪을 推算한다. 이 중 非線型 相互作用에 의한 에너지 分配過程을 計算하는 過程이 計算時間의 대부분을 차지하며 모든 成分波에 대한 에너지 分配를 計算하기에는 現在로서 많은 制約이 있다. 따라서 4개의 成分波로 波浪을 代表하고 成分波 間의 수많은 공명조건을 나타내는 모든 조합에 대하여 에너지 分配를 計算하지 않고 가장 傳達率이 큰 1개의 조합에 대해서만 計算하는 方法을 취하였다.

위에 언급한 방법에 따라 計算된 江口港의 波浪資料를 (表 4.1) ~ (表 4.5)에 年 月別 有義波高 및 週期平均, 月別 有義波高 階級別 發生確率, 有義波高 및 週期 階級別 發生頻度, 月別 波向別 發生確率 그리고 有義波高 및 波向別 發生頻度의 순서로 각각 整理하였다.

表 4.1 江口港 年月別 有義波高 및 週期의 平均

GRID POINT : 4031(36.4° ,129.9° )　　PERIOD : 1979 - 1996

| Yr \ Mon | | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May | June | July | Aug. | Sep. | Oct. | Nov. | Dec. | Tot. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Hs | 1.09 | 1.09 | 0.85 | 1.03 | 0.84 | 0.76 | 0.90 | 1.05 | 0.96 | 0.98 | 0.78 | 0.80 | 0.93 |
| 1979 | Ts | 4.6 | 5.3 | 4.8 | 5.3 | 4.8 | 5.1 | 5.6 | 7.2 | 5.1 | 5.7 | 4.5 | 4.1 | 5.2 |
| | Hs | 1.19 | 0.83 | 0.91 | 1.03 | 0.73 | 0.78 | 1.08 | 1.11 | 0.91 | 0.95 | 0.72 | 1.09 | 0.95 |
| 1980 | Ts | 5.0 | 4.0 | 5.0 | 5.4 | 5.1 | 5.0 | 6.3 | 6.0 | 5.0 | 5.0 | 4.5 | 4.6 | 5.1 |
| | Hs | 0.95 | 0.95 | 0.90 | 0.69 | 0.87 | 0.81 | 0.94 | 0.76 | 1.14 | 0.73 | 0.98 | 0.85 | 0.88 |
| 1981 | Ts | 4.3 | 5.1 | 5.2 | 4.6 | 5.2 | 6.3 | 5.9 | 5.1 | 5.6 | 3.9 | 4.6 | 4.3 | 5.0 |
| | Hs | 0.97 | 0.83 | 0.84 | 0.79 | 0.77 | 0.87 | 0.92 | 1.05 | 1.06 | 0.76 | 0.86 | 0.78 | 0.88 |
| 1982 | Ts | 4.6 | 4.6 | 5.0 | 5.0 | 4.8 | 6.1 | 6.6 | 6.8 | 5.2 | 4.6 | 4.7 | 4.3 | 5.2 |
| | Hs | 0.86 | 0.89 | 1.18 | 0.83 | 0.75 | 0.97 | 0.95 | 1.13 | 1.20 | 0.90 | 0.81 | 0.92 | 0.95 |
| 1983 | Ts | 4.1 | 4.6 | 6.0 | 4.7 | 5.0 | 6.4 | 5.9 | 5.5 | 6.0 | 5.0 | 4.5 | 4.5 | 5.2 |
| | Hs | 0.95 | 0.96 | 0.77 | 0.85 | 0.65 | 0.73 | 0.65 | 0.90 | 0.79 | 0.90 | 1.00 | 1.06 | 0.85 |
| 1984 | Ts | 4.5 | 4.8 | 4.6 | 5.1 | 4.6 | 5.5 | 5.0 | 6.4 | 4.7 | 4.8 | 5.0 | 4.6 | 4.9 |
| | Hs | 0.87 | 1.22 | 0.82 | 0.90 | 0.85 | 0.89 | 0.74 | 0.83 | 0.92 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 0.92 |
| 1985 | Ts | 4.4 | 5.7 | 4.5 | 4.9 | 4.8 | 5.8 | 5.8 | 6.2 | 5.2 | 5.4 | 4.6 | 4.6 | 5.1 |
| | Hs | 0.88 | 0.92 | 0.87 | 0.68 | 0.64 | 0.85 | 0.80 | 0.75 | 0.83 | 1.04 | 0.71 | 1.02 | 0.83 |
| 1986 | Ts | 4.0 | 4.6 | 5.5 | 4.5 | 4.8 | 5.6 | 5.2 | 4.8 | 5.9 | 5.3 | 4.2 | 5.0 | 4.9 |
| | Hs | 1.17 | 1.29 | 1.05 | 0.78 | 0.82 | 0.85 | 1.01 | 0.98 | 1.02 | 1.06 | 1.28 | 1.00 | 1.02 |
| 1987 | Ts | 5.0 | 5.1 | 5.3 | 5.0 | 5.2 | 5.6 | 5.7 | 5.3 | 5.2 | 5.8 | 5.7 | 4.7 | 5.3 |
| | Hs | 0.94 | 1.13 | 1.05 | 0.96 | 0.90 | 1.06 | 1.11 | 0.89 | 1.41 | 1.01 | 1.19 | 1.01 | 1.05 |
| 1988 | Ts | 4.2 | 5.0 | 5.5 | 5.1 | 6.0 | 6.4 | 5.5 | 5.4 | 6.1 | 5.2 | 5.3 | 4.7 | 5.4 |
| | Hs | 1.40 | 1.13 | 1.05 | 0.87 | 0.82 | 1.13 | 0.97 | 1.19 | 1.19 | 0.94 | 1.17 | 1.19 | 1.09 |
| 1989 | Ts | 6.1 | 5.6 | 5.4 | 5.9 | 4.9 | 6.0 | 4.9 | 5.5 | 6.6 | 5.1 | 5.5 | 5.4 | 5.6 |
| | Hs | 1.31 | 1.33 | 1.10 | 1.00 | 0.83 | 0.99 | 0.93 | 0.92 | 1.59 | 0.94 | 1.02 | 1.05 | 1.08 |
| 1990 | Ts | 6.0 | 5.9 | 5.6 | 5.0 | 4.6 | 6.2 | 5.4 | 6.2 | 6.7 | 5.0 | 4.8 | 4.9 | 5.5 |
| | Hs | 1.16 | 1.24 | 1.23 | 0.83 | 0.87 | 0.96 | 1.16 | 1.31 | 1.26 | 1.06 | 0.80 | 1.29 | 1.10 |
| 1991 | Ts | 5.6 | 5.6 | 5.7 | 4.6 | 5.0 | 6.3 | 6.5 | 5.6 | 6.2 | 5.2 | 4.7 | 5.6 | 5.6 |
| | Hs | 1.12 | 0.96 | 1.19 | 1.14 | 0.86 | 0.80 | 0.79 | 1.27 | 1.15 | 1.04 | 1.05 | 1.10 | 1.04 |
| 1992 | Ts | 5.3 | 4.8 | 5.9 | 5.9 | 5.2 | 5.4 | 5.3 | 6.2 | 6.4 | 5.4 | 5.1 | 5.3 | 5.5 |
| | Hs | 1.45 | 1.27 | 1.00 | 0.87 | 0.74 | 0.90 | 1.08 | 0.89 | 0.84 | 0.91 | 1.01 | 0.97 | 0.99 |
| 1993 | Ts | 5.8 | 5.6 | 5.2 | 4.7 | 5.0 | 6.1 | 5.6 | 5.4 | 5.3 | 4.8 | 4.9 | 4.9 | 5.3 |
| | Hs | 1.13 | 1.30 | 0.81 | 0.86 | 0.86 | 1.04 | 0.67 | 1.03 | 1.22 | 1.11 | 1.02 | 1.04 | 1.00 |
| 1994 | Ts | 5.2 | 5.7 | 4.8 | 4.8 | 4.7 | 5.7 | 4.6 | 6.0 | 6.0 | 5.5 | 5.4 | 5.0 | 5.3 |
| | Hs | 0.99 | 0.93 | 1.10 | 0.81 | 0.80 | 1.02 | 0.87 | 0.69 | 0.92 | 0.78 | 0.84 | 0.98 | 0.89 |
| 1995 | Ts | 4.5 | 5.1 | 5.4 | 4.8 | 4.8 | 6.1 | 4.7 | 4.5 | 5.3 | 4.7 | 4.6 | 5.1 | 5.0 |
| | Hs | 0.92 | 1.19 | 1.00 | 0.74 | 0.63 | 1.11 | 0.88 | 0.96 | 0.72 | 0.96 | 1.09 | 0.93 | 0.93 |
| 1996 | Ts | 5.0 | 5.7 | 5.4 | 4.7 | 4.8 | 6.2 | 6.0 | 6.5 | 5.0 | 5.1 | 5.3 | 5.4 | 5.4 |
| | Hs | 1.08 | 1.08 | 0.98 | 0.87 | 0.79 | 0.92 | 0.91 | 0.98 | 1.06 | 0.95 | 0.96 | 1.00 | 0.97 |
| Tot. | Ts | 4.9 | 5.2 | 5.3 | 5.0 | 5.0 | 5.9 | 5.6 | 5.8 | 5.6 | 5.1 | 4.9 | 4.8 | 5.2 |

表 4.2 江口港 月別 有義波高 階級別 發生確率

GRID POINT : 4031(36.4° ,129.9° )　　PERIOD : 1979 - 1996　　(%)

| Hs \ Mon | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May | June | July | Aug. | Sep. | Oct. | Nov. | Dec. | Tot. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.0 - 0.5 | 10.2 | 10.7 | 17.2 | 24.4 | 25.4 | 14.3 | 12.8 | 18.6 | 22.2 | 22.2 | 19.5 | 12.5 | 17.5 |
| 0.5 - 1.0 | 42.6 | 44.0 | 43.7 | 45.2 | 51.7 | 52.3 | 54.3 | 43.3 | 35.1 | 44.9 | 44.8 | 46.8 | 45.8 |
| 1.0 - 1.5 | 32.8 | 28.6 | 23.2 | 19.8 | 16.1 | 24.1 | 22.8 | 23.5 | 22.2 | 17.8 | 22.7 | 27.6 | 23.4 |
| 1.5 - 2.0 | 7.7 | 9.0 | 9.7 | 6.8 | 4.7 | 6.4 | 8.0 | 7.9 | 9.3 | 7.9 | 6.2 | 7.5 | 7.6 |
| 2.0 - 2.5 | 3.4 | 3.3 | 3.7 | 2.2 | 1.4 | 1.9 | 1.4 | 3.8 | 5.5 | 4.0 | 3.3 | 3.2 | 3.1 |
| 2.5 - 3.0 | 1.4 | 2.5 | 1.7 | 0.9 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 1.5 | 3.1 | 1.7 | 1.6 | 1.4 | 1.4 |
| 3.0 - 3.5 | 1.0 | 1.4 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.8 | 1.6 | 1.2 | 0.9 | 0.5 | 0.7 |
| 3.5 - 4.0 | 0.6 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 0.1 | 0.5 | 0.3 | 0.3 |
| 4.0 - 4.5 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.2 | 0.4 | 0.1 | 0.4 | 0.1 | 0.1 |
| 4.5 - 5.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| 5.0 - | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Mean (m) | 1.08 | 1.08 | 0.98 | 0.87 | 0.79 | 0.92 | 0.91 | 0.98 | 1.06 | 0.95 | 0.96 | 1.00 | 0.97 |

表 4.3 江口港 有義波高 및 週期 階級別 發生頻度

GRID POINT : 4031(36.4° ,129.9° )　　PERIOD : Jan. - Dec. (1979-1996)

| Ts (s) / Hs (m) | ~ 4 | 4 ~ 5 | 5 ~ 6 | 6 ~ 7 | 7 ~ 8 | 8 ~ 9 | 9 ~ 10 | 10 ~ 11 | 11 ~ 12 | 12 ~ | TOTAL | % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0.0 - 0.5 | 5465 | 1208 | 1341 | 650 | 276 | 150 | 54 | 49 | 9 | 20 | 9222 | 17.5 |
| 0.5 - 1.0 | 12152 | 2491 | 3942 | 2603 | 1629 | 805 | 196 | 131 | 36 | 87 | 24072 | 45.8 |
| 1.0 - 1.5 | 1497 | 3842 | 1634 | 1889 | 1744 | 1293 | 213 | 106 | 23 | 69 | 12310 | 23.4 |
| 1.5 - 2.0 | 26 | 388 | 702 | 1071 | 631 | 753 | 252 | 116 | 14 | 35 | 3988 | 7.6 |
| 2.0 - 2.5 | 0 | 19 | 63 | 447 | 340 | 472 | 160 | 74 | 6 | 45 | 1626 | 3.1 |
| 2.5 - 3.0 | 0 | 1 | 3 | 65 | 231 | 265 | 101 | 48 | 4 | 27 | 745 | 1.4 |
| 3.0 - 3.5 | 0 | 0 | 0 | 5 | 83 | 108 | 132 | 46 | 2 | 14 | 390 | 0.7 |
| 3.5 - 4.0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 44 | 47 | 40 | 2 | 3 | 142 | 0.3 |
| 4.0 - 4.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 14 | 34 | 19 | 3 | 2 | 73 | 0.1 |
| 4.5 - 5.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 5 | 2 | 0 | 20 | 0.0 |
| 5.0 - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 5 | 0 | 3 | 12 | 0.0 |
| TOTAL | 19140 | 7949 | 7685 | 6731 | 4940 | 3904 | 1206 | 639 | 101 | 305 | 52600 | |
| % | 36.4 | 15.1 | 14.6 | 12.8 | 9.4 | 7.4 | 2.3 | 1.2 | 0.2 | 0.6 | | |

表 4.4 江口港 月別 波向別 發生確率

GRID POINT : 4031(36.4° ,129.9° )　　PERIOD : 1979 - 1996

| DIR\Mon | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May | June | July | Aug. | Sep. | Oct. | Nov. | Dec. | Tot. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N (%) | 2.2 | 2.3 | 2.6 | 2.0 | 1.5 | 0.6 | 0.4 | 0.6 | 2.4 | 3.4 | 2.6 | 2.4 | 1.9 |
| NNE (%) | 17.2 | 14.7 | 11.3 | 5.6 | 3.9 | 2.8 | 1.9 | 5.3 | 8.1 | 14.5 | 17.1 | 19.8 | 10.2 |
| NE (%) | 11.8 | 13.8 | 16.4 | 14.0 | 13.5 | 13.0 | 12.1 | 19.7 | 23.7 | 23.3 | 16.3 | 10.8 | 15.7 |
| ENE (%) | 3.7 | 9.3 | 10.6 | 8.9 | 10.2 | 8.5 | 7.6 | 11.4 | 21.6 | 15.7 | 7.4 | 2.4 | 9.8 |
| E (%) | 1.5 | 4.3 | 8.2 | 6.0 | 4.7 | 5.6 | 4.1 | 4.7 | 8.8 | 5.8 | 2.1 | 0.9 | 4.7 |
| ESE (%) | 0.2 | 1.3 | 2.6 | 2.9 | 2.5 | 2.9 | 2.6 | 1.8 | 2.0 | 1.3 | 0.5 | 0.2 | 1.7 |
| SE (%) | 0.8 | 0.9 | 2.2 | 3.2 | 2.7 | 2.9 | 3.1 | 2.6 | 1.6 | 0.8 | 0.3 | 0.2 | 1.8 |
| SSE (%) | 0.7 | 0.8 | 2.2 | 5.0 | 5.8 | 4.7 | 4.2 | 5.0 | 1.8 | 1.2 | 0.3 | 0.3 | 2.7 |
| S (%) | 0.9 | 2.6 | 7.8 | 11.9 | 15.0 | 20.0 | 19.3 | 17.7 | 8.0 | 3.2 | 1.6 | 0.8 | 9.1 |
| SSW (%) | 1.0 | 2.6 | 8.2 | 14.9 | 19.6 | 33.4 | 31.4 | 24.0 | 10.9 | 3.6 | 2.1 | 1.3 | 12.8 |
| SW (%) | 1.1 | 2.2 | 3.1 | 5.8 | 7.4 | 3.0 | 9.7 | 4.7 | 1.8 | 2.9 | 4.0 | 3.1 | 4.1 |
| WSW (%) | 3.6 | 3.1 | 3.9 | 5.3 | 5.6 | 1.6 | 2.9 | 1.5 | 1.8 | 3.8 | 6.9 | 5.7 | 3.8 |
| W (%) | 8.5 | 6.9 | 5.1 | 6.3 | 4.3 | 0.6 | 0.4 | 0.5 | 2.8 | 5.3 | 9.5 | 10.2 | 5.0 |
| WNW (%) | 21.2 | 15.2 | 7.6 | 4.6 | 2.0 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 2.8 | 7.5 | 13.9 | 20.0 | 7.9 |
| NW (%) | 20.9 | 16.2 | 6.1 | 2.3 | 0.9 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 1.3 | 5.4 | 11.8 | 17.3 | 6.8 |
| NNW (%) | 4.8 | 3.7 | 2.2 | 1.4 | 0.6 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.6 | 2.2 | 3.4 | 4.6 | 2.0 |
| No. | 4464 | 4072 | 4464 | 4320 | 4464 | 4320 | 4464 | 4464 | 4320 | 4464 | 4320 | 4464 | 52600 |

表 4.5 江口港 有義波高 및 波向別 發生頻度

GRID POINT : 4031(36.4° ,129.9° )　　PERIOD : Jan. - Dec. (1979-1996)

| Direction | 0-0.5 | 0.5-1 | 1-2 | 2-3 | 3-5 | 5- | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N | 346 | 327 | 288 | 37 | 10 | 1 | 1009 |
| NNE | 776 | 1791 | 2214 | 433 | 135 | 3 | 5352 |
| NE | 836 | 2838 | 3323 | 957 | 295 | 6 | 8255 |
| ENE | 602 | 1826 | 2061 | 521 | 122 | 2 | 5134 |
| E | 360 | 988 | 1007 | 112 | 14 | 0 | 2481 |
| ESE | 204 | 431 | 247 | 14 | 9 | 0 | 905 |
| SE | 221 | 449 | 229 | 29 | 3 | 0 | 931 |
| SSE | 350 | 598 | 378 | 67 | 12 | 0 | 1405 |
| S | 1255 | 2375 | 1055 | 89 | 14 | 0 | 4788 |
| SSW | 1550 | 3493 | 1587 | 88 | 11 | 0 | 6729 |
| SW | 508 | 1384 | 261 | 3 | 0 | 0 | 2156 |
| WSW | 571 | 1266 | 166 | 2 | 0 | 0 | 2005 |
| W | 637 | 1644 | 356 | 3 | 0 | 0 | 2640 |
| WNW | 518 | 2299 | 1349 | 0 | 0 | 0 | 4166 |
| NW | 302 | 1869 | 1418 | 10 | 0 | 0 | 3599 |
| NNW | 186 | 494 | 359 | 6 | 0 | 0 | 1045 |
| Total | 9222 | 24072 | 16298 | 2371 | 625 | 12 | 52600 |

다. 深海 入力波浪 諸元

深海波浪 推算結果인 (表 4.1) ~ (表 4.5)에서 江口港의 深海 有義波高 평균값은 0.97미터, 週期는 5.2초로 月別 平均波高는 1月과 2月에 가장 크고 5月이 가장 낮다. 9月의 平均波高가 약간 높아지며 이는 颱風의 영향이고, 波高 5미터 이상은 年 1회 정도(0.1일/년)로 發生한다.

江口港의 海岸線 方向을 勘案하여 海岸에 도달하는 波浪만을 選別한 資料에 의하면 主波向은 NE이며 NNE, ENE, S, E, SSE, SE, E 方向 순이다. 波高에 대한 자료를 整理하면 1.0미터 이하의 波高는 63.3%, 1.5미터 이하는 86.7%로 이들이 海域에 出現하는 波浪의 대부분을 차지한다. 波浪의 週期를 살펴보면 8초 이상은 11.7%, 6초 이상은 33.9%로 각각 나타났다.

漂砂移動을 正確하게 豫測하기 위해서는 위에 정리된 資料와 같이 여러 區間의 波高, 週期 및 波向에 대하여 豫測期間 동안의 時系列 資料를 推算하여 發生한 順序대로 順次的으로 適用하는 것이 가장 精密하다. 그러나 實測資料의 不充分함에 따른 豫測資料의 不確實性과 計算時間을 가능한 줄이면서 동시에 堆積物移動 예측의 精密度를 維持하기 위하여서는 波浪資料를 波高, 週期, 波向에 내하여 適切한 그룹으로 區分하여 각 그룹에 대하여 代表波浪을 정하는 것이 必要하다.

波浪의 16개 波向 및 波高에 대해 각각 1.5, 2.5, 3.5m를 代表波高로 選定하기 위하여 各 方向 및 波高에 대해 (表 4.3)과 (表 4.5)를 參考하여 (表 4.6)과 같이 빈도표를 作成하였다. 波高가 커질수록 頻度數가 急激히 減少하는 것으로 나타났으며 波高 3m이상은 1年 平均으로 약 5.9日로 北東 ~ 東北東 波浪이 압도적으로 나타났다. 堆積物移動 數値模型에 이용하기 위한 代表波浪의 資料를 산출하기 위해 (表 4.6)의 波高 및 波向에 대한 統計値와 (表 4.3)의 週期를 參考하여 (表 4.7)에 나타내었으며 이 資料를 移用하여 港內埋沒의 定量的인 檢討에 移用하였다.

表 4.6 江口港 數値模型을 위한 代表波高 및 波向 頻度數('79年 ~ '96年)

| 波高 / 波向 | 1m< | 1.5m | 2.5m | <3.0m | 합계 |
|---|---|---|---|---|---|
| NNE | 2567 | 2214 | 433 | 138 | 5352 |
| NE | 3674 | 3323 | 957 | 301 | 8255 |
| ENE | 2428 | 2061 | 521 | 124 | 5134 |
| E | 1348 | 1007 | 112 | 14 | 2481 |
| ESE | 635 | 247 | 14 | 9 | 905 |
| SE | 670 | 229 | 29 | 3 | 931 |
| SSE | 948 | 378 | 67 | 12 | 1405 |
| S | 3630 | 1055 | 89 | 14 | 4788 |
| 기타 | 17394 | 5784 | 149 | 22 | 23349 |
| 합계 | 33294 | 16298 | 2371 | 637 | 52600 |

表 4.7 江口港 數値模型實驗 對象 波浪諸元

| 파향 | ENE, E, ESE, SE, SSE | 5개 파향 |
|---|---|---|
| 주기 및 파고 | 1.5m, 6초<br>2.5m, 8초<br>3.5m, 9초 | 각 파향에 대해<br>3개 경우 식용 |

4.3. 波浪 數値模型

Ebersole(1986) 등이 楕圓形 方程式의 數値解를 基礎로 하여 楕圓形 波浪傳播模型(RCPWAVE 模型)을 開發하였다. 이 模型은 얕은 海域에서 波浪의 進行, 回折, 屈折, 碎波現象을 考慮할 수 있으며 數値技法上 波浪의 主傳播 方向을 爲主로 하였기 때문에 計算速度가 빨라 불규칙한 陸地 境界面을 포함하는 海域에서 平衡狀態의 波浪分布를 구하기에 매우 효과적인 模型이다. 그러나 Kim(1993)은 Radder(1979), Booij(1981), Liu와

Boissevain (1988) 등을 포함한 여러 研究者에 의해 提案된 몇 개의 抛物線 波浪式의 槪念을 導入하여 Ebersole의 模型을 비교적 單純化시킨 模型으로 改善하였다.

抛物形 波浪式은 $x$축(主 波浪傳播方向)을 따라 回折되는 정도가 微弱하다는 假說에 基礎하고 있다. Dalrymple과 Kirby(1988)는 緩傾斜의 抛物形方程式에 대한 Radder (1979)가 誘導한 近似式이 주요 波浪 傳播方向에 ±43° 이내의 각도에서 有效하다고 입증하였다.

本 課業에서는 抛物形의 方程式을 基本方程式으로 採擇하며, 陸地 境界面에서의 計算方式을 改善하고, 構造物의 背後에서의 回折을 계산할 수 있게 Penney와 Price(1952) 등의 理論을 추가한 WPAP 模型(Kim, 1993)을 사용하였다. Ebersole(1986) 등은 構造物에 의한 遮蔽域이 없는 海岸에 응용되었지만, 本 WPAP模型은 任意의 地形에 적용할 수 있는 模型이며 경사진 해저면에 위치한 타원형의 潛堤에 관한 Berkhoff등의 水理實驗과 Penney와 Price(1952)의 無限 防波堤의 回折 實驗資料로서 정밀성을 檢證하였다.

數値模型의 基本方程式은 Berkhoff(1982)의 緩傾斜 波浪方程式을 振幅과 位相에 대한 식을 構成하면 다음과 같다. 우선 回折을 고려한 波向線의 식은

$$\frac{1}{cc_g a}\nabla\cdot(cc_g\nabla a)+k^2-|\nabla s|^2=0 \tag{4.2}$$

여기서 $a$는 파의 진폭, $x$, $y$는 각각 平面 直交座標軸, $c, c_g$는 각각 파의 位相速度와 群速度, $\nabla$는 2차원 gradient operator, $k$는 波數(wave number), $s$는 波의 位相函數이다.

다음 식은 각각 波의 振幅과 波向을 구하는데 필요한 方程式이다.

$$\frac{\partial}{\partial x}(a^2cc_g|\nabla s|\cos\theta)+\frac{\partial}{\partial y}(a^2cc_g|\nabla s|\sin\theta)=0 \tag{4.3}$$

$$\frac{\partial}{\partial x}(|\nabla s|\sin\theta)-\frac{\partial}{\partial y}(|\nabla s|\cos\theta)=0 \tag{4.4}$$

여기서 $\theta$는 $-x$ 축 方向에서 反時計 方向으로의 波向 角度이다. 위의 세 式은 陽解 差分式으로 표현할 수 있으며 WPAP模型은 이 방법을 使用한다.

### 4.4. 沿岸流 模型

沿岸漂砂量 산정을 위한 沿岸流에 관한 硏究는 상당히 일찍부터 進行되어 왔다. Putnam(1949) 등은 波浪이 海岸에 비스듬히 入射하는 경우에 대하여 汀線方向의 運動量 保全法則에 根據하여 平均沿岸流速公式을 처음으로 定量的으로 나타내었다. 이를 始初로 Inman(1951) 등, 永井(1954), Galvin(1964) 등, Eagleson(1965) 등에 의하여 平均沿岸流速公式이 계속적으로 發表되었다.

한편, Longuet-Higgins(1960, 1961) 등은 長週期波나 흐름상의 短波의 變形을 理論的으로 解析하기 위한 剩餘應力(Radiation stress)의 槪念을 導入하였다. 이를 이용하여 短波와 長波, 혹은 흐름과의 에너지 干涉을 評價하고 短波의 波高變化를 계산하였다. 또한, 이들은 이 剩餘應力 槪念을 利用하여 數分帶의 週期를 가진 海岸 水面의 非線型 振動인 surf beats나 Wave set-down 및 Wave set-up을 定量的으로 계산하였다. 이러한 一連의 硏究를 계기로 波浪과 흐름의 干涉, 平均水位의 變化 등에 대한 硏究 외에 沿岸流, 離岸流, 그리고 海濱流 系統의 解析에 剩餘應力의 槪念이 應用되고 있다.

그러나, Sonu(1975)는 現場이나 實驗室에서의 沿岸流(海岸線 方向의 流速)의 波浪進行方向(cross-shore)의 分布는 대부분 매끄러운 曲線 形態임을 보였다. 이와 같은 매끄러운 형태는 渦動粘性係數(eddy viscosity)의 槪念이 포함된 數値模型의 開發을 促進하였다. 그러나 Basco(1982)는 沿岸流에서는 亂流의 eddy viscosity 개념의 適用이 힘들다고 주장한 바 있다. 이는 亂流가 水深, 水粒子의 鉛直運動, 波高, 波浪剪斷應力, 海底面과의 相互作用, 파와 海岸線 등의 많은 變數와 관계가 있기 때문이다. 또한 Nielsen(1977)은 파도가 일어나는 海域에서 發生하는 混合(mixing)은 진정한 eddy viscosity가 아니라고 한 바 있다.

沿岸流를 지배하는 物理的인 성질은 海水의 質量保存과 運動量 保存에 있다. 沿岸流를 계산하는 數値模型의 基本方程式은 첫째 連續方程式으로서 海水面 계산에 쓰인다.

$$\frac{\partial \eta}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}(dU)+\frac{\partial}{\partial y}(dV)=0 \tag{4.5}$$

여기서 $\eta$는 波浪주기평균(WPA) 水面높이, $t$는 시간, $x$와 $y$는 두 수평축, $d$는 平均水深, $U$, $V$는 각각 $x, y$ 方向의 平均速度이다.

둘째 水深積分된 波浪週期로 평균한 運動方程式의 기본적인 형태는 다음과 같다.

$$\frac{\partial U}{\partial t}+U\frac{\partial U}{\partial x}+V\frac{\partial U}{\partial y}+g\frac{\partial \eta}{\partial x}+\frac{R_x}{\rho d}-\frac{T_x}{\rho d}=0 \tag{4.6}$$

$$\frac{\partial V}{\partial t}+U\frac{\partial V}{\partial x}+V\frac{\partial V}{\partial y}+g\frac{\partial \eta}{\partial y}+\frac{R_y}{\rho d}-\frac{T_y}{\rho d}=0 \tag{4.7}$$

여기서 $g$는 重力加速度, $\rho$는 密度, $R_x=\frac{\partial S_{xx}}{\partial x}+\frac{\partial S_{xy}}{\partial y}$, $R_y=\frac{\partial S_{xy}}{\partial x}+\frac{\partial S_{yy}}{\partial y}$ 이고 $T_x, T_y$는 각각 $x, y$ 方向으로의 剪斷應力이다. 이것은 다시 海底面 摩擦抵抗($F_{b,x}$, $F_{b,y}$)과 水平 擴散項($F_{l,x}, F_{l,y}$)으로 나뉜다.

$$T_i=F_{b,i}+F_{l,i} \tag{4.8}$$

여기서 $i$는 $x, y$에 관한 指標이다.

다음 식은 水平擴散項(lateral mixing term)을 消去하여 간단하게 한 식이다.

$$\frac{\partial U}{\partial t}+U\frac{\partial U}{\partial x}+V\frac{\partial U}{\partial y}+g\frac{\partial \eta}{\partial x}+\frac{R_{x,f}}{\rho d}-\frac{F_{b,x}}{\rho d}=0 \tag{4.9}$$

$$\frac{\partial V}{\partial t}+U\frac{\partial V}{\partial x}+V\frac{\partial V}{\partial y}+g\frac{\partial \eta}{\partial y}+\frac{R_{y,f}}{\rho d}-\frac{F_{b,y}}{\rho d}=0 \tag{4.10}$$

여기서 $R_{x,f}$, $R_{y,f}$는 각각 $x, y$축으로 平滑化된 驅動力(smoothed driving force)項이

다. 基本方程式 식(4.7), 식(4.11), 식(4.12)에 대해 陽解 差分式을 사용하여, WIFLOW 模型을 作成하였다(Kim, 1993참조).

## 4.5. 堆積物移動 模型

沿岸構造物 주위에서의 泥土 堆積, 侵蝕現象의 主 要因은 掃流砂 및 浮遊砂의 移動이다. 이 現象을 再現하기 위하여 浮遊砂 濃度에 대한 완전한 3次元 擴散-移流方程式을 풀어 복잡한 3次元 흐름에서의 泥土堆積 硏究를 가능케 하는 數値模型을 이용하였다.

本 課業에서 사용하는 堆積物移動 數値模型(SEDTRAN-3D)은 構造物 근처의 堆積物들이 空間的으로 不均等하다는 것과 砂粒子들에 의해 生成된 鉛直 方向의 급격한 기울기를 考慮하기 위하여 3차원 堆積物 移動·擴散 方程式을 사용한다. 堆積物 移動模型은 2次元 波浪變形 模型, 2次元 沿岸流 模型과 함께 修行하며 같은 水平格子網을 쓴다. 沿海에서의 堆積物 移動量은 浮遊砂 移動量과 掃流砂 移動量의 合이 된다.

먼저, 浮遊砂 移動을 支配하는 方程式은 浮遊砂의 質量保存式이다.

$$\frac{\partial c}{\partial t}+u\frac{\partial c}{\partial x}+v\frac{\partial c}{\partial y}+(w-w_f)\frac{\partial c}{\partial z}-\frac{\partial}{\partial x}\left(\varepsilon_{sx}\frac{\partial c}{\partial x}\right)-\frac{\partial}{\partial z}\left(\varepsilon_{sz}\frac{\partial c}{\partial z}\right)=0 \quad (4.11)$$

여기서 $c$ 는 波浪週期平均 堆積物 濃度이고, $t$는 時間, $u, v, w$ 는 각각 $x, y, z$ 軸에서의 波浪주기 平均速度이다. $w_f$는 堆積物 粒子의 沈降速度이며, $\varepsilon_{sx}, \varepsilon_{sy}, \varepsilon_{sz}$는 각각 $x, y, z$축에서의 波浪週期平均 擴散係數이다. 擴散係數는 流體 자체의 亂流 擴散係數와 밀접한 관계가 있는 것으로 알려져 있으며 그 比率이 1에 가깝다. 本 實驗에서는 비율을 1로 정하였다.

다음으로 掃流砂量은 經驗式으로 波浪의 週期에 대해 平均한 식(4.12)로 표현된다.

$$|\overrightarrow{\Phi_b}| = C\,\overrightarrow{\Psi_{cm}}^{0.5}\,\langle|\overrightarrow{\Psi_{wc}}|^{1.5}\rangle \tag{4.12}$$

여기서 移動量인 $\overrightarrow{\Phi_b}$는 單位 時間의 單位 幅당의 부피이며 $\overrightarrow{\Phi_b} = \overrightarrow{q_b}/(w_f d_{50})$, $C$는 經驗常數(=0.055), $\overrightarrow{\Psi_{cm}}$는 波浪에 의해 變形된 海底面의 平均 剪斷應力을 나타내는 Shields 係數이다. 흐름이 海底面에 가해주는 總 海底 剪斷應力을 無次元한 量인 $\overrightarrow{\Psi_{wc}}$는 시간의 函數로 다음과 같다.

$$\overrightarrow{\Psi_{wc}}(t) = \frac{\overrightarrow{\tau_{b,wc}}(t)}{\rho(s-1)gd_{50}} \tag{4.13}$$

여기서 $s$는 堆積物의 比重(=2.65), $g$는 重力加速度, $d_{50}$ 底質의 粒徑(=0.15㎜), 總 海底 剪斷應力 $\overrightarrow{\tau_{b,wc}}(t) = \overrightarrow{\tau_{b,cm}} + \overrightarrow{\tau_{b,w}}(t)$이고 이 量은 波浪이 存在함에 의해 변형된 값이다. 즉

$$\begin{cases} \overrightarrow{\tau_{b,cm}} = \dfrac{f_{cm}}{f_c}\overrightarrow{\tau_{b,c}} \\ \overrightarrow{\tau_{b,c}} = \rho f_c \overrightarrow{U}|\overrightarrow{U}| \\ \overrightarrow{\tau_{b,w}} = \rho \dfrac{f_w}{2}\overrightarrow{U_\infty}|\overrightarrow{U_\infty}|\cos\sigma t \end{cases} \tag{4.14}$$

여기서 $f_c$는 흐름에 의한 摩擦係數, $f_w$는 波浪에 의한 摩擦係數 그리고 $f_{wc}$는 波浪에 存在하여 變形된 摩擦係數이다. 또한 $\overrightarrow{U}$는 水深平均된 流速벡터이고 $\overrightarrow{U_\infty}$는 海底面 부근의 波浪粒子의 速度벡터이다.

마지막으로 堆積物 移動量과 海底面의 地形變化는 아래 式과 같으며, 水平流速은 平均流速으로부터 鉛直軸 분포를 대수함수로 가정하여 구하였고 堆積物의 水平移動量은 각 層別 濃度와 流速을 곱하고 全水深에 대해 合計를 구하였다.

$$\frac{1}{1-p}\frac{\partial z_b}{\partial t} = -\frac{\partial q_x}{\partial x} - \frac{\partial q_y}{\partial y} \tag{4.15}$$

여기서 $z_b$는 海底面의 높이이고 $q_x$, $q_y$는 각각 $x, y$方向의 堆積物 移動量, $p$는 空隙率(=0.4)이다.

## 4.6. 數値模型의 適用

現在의 外廓施設 配置에 대한 數値模型의 結果를 檢證하기 위하여 (表 4.7)에 나타낸 波向 ENE에서 SSE까지 波高 1.5m, 2.5m 그리고 3.5m의 각각의 波浪에 대하여 沿岸流 및 堆積率 計算을 하였다. 數値模型 實驗을 위한 江口港의 水深圖는 海圖 및 本 課業의 水深測量資料를 參考하여 <그림 4.1>과 같이 $x$축을 正東에서 162° 회전시켜 12㎞를 海岸方向으로 설하고, $y$축 8㎞를 沿岸方向으로 하여 格子間隔 20m 格子網을 構成하고 그림의 굵은 직사각형 線內에 회색으로 칠한 지역인 水深 40m이내의 區域을 計算領域으로 設定하였다. 계산 格子點의 수는 401×601개이며 基準海面은 平均海面으로 하였다.

沿岸流 檢證을 위한 測定을 하계인 '98年 7月 防砂堤 先端 內側에서 實施한 결과 ESE方向 약 6㎝/초의 미약한 흐름이 觀測되었고, '99年 3月 防砂堤 先端 外側에서 實施한 流速은 SW方向 48㎝/초의 비교적 강한 흐름이 觀測되었다. '98年 7月 觀測은 1m 이내의 작은 波高로 數値模型 結果 檢證에 使用하기에는 부적합한 반면에 '99年 3月 觀測時에는 暴風注意報가 내려져 外海 波浪은 波高 3m이상, 波向은 ENE로 推定되어 數値模型의 摩擦係數를 調整하여 0.005를 使用하였다. 한편 底質粒徑은 第 2章의 結果에서 얻어진 값인 $D_{50}$은 0.15㎜, $D_{90}$은 0.269㎜를 사용하였고 數値模型 計算時間 間隔은 0.5초로 設定하여 3시간동안 일정하게 對象 波浪이 作用한 結果를 나타내었다.

第 2章의 現場調査 結果를 綜合하면 南側海岸은 防砂堤側으로 移動하는 沿岸流에 의해 南側海岸의 모래가 港內로 流入되는 것으로 나타났으며 南側海岸에서 北向하는 沿岸流는 모든 波向에서 나타나나 크기는 波向에 따라 다를 것으로 推定된다. 數値模型의 檢證은 現在의 상태 즉 기존 外廓施設을 對象으로 하여 實施하고 第 2章의 現場調査 資料와 比較하여 數値模型의 각종 係數를 調整하였다. 또한 洪水期의 推定流量 200㎥/초를 使用하여 ESE, SE, SSE 波向의 2.5m와 3.5m의 波高에 대한 洪水期에 대해서도 計算하여 그 結果를 提示하였다.

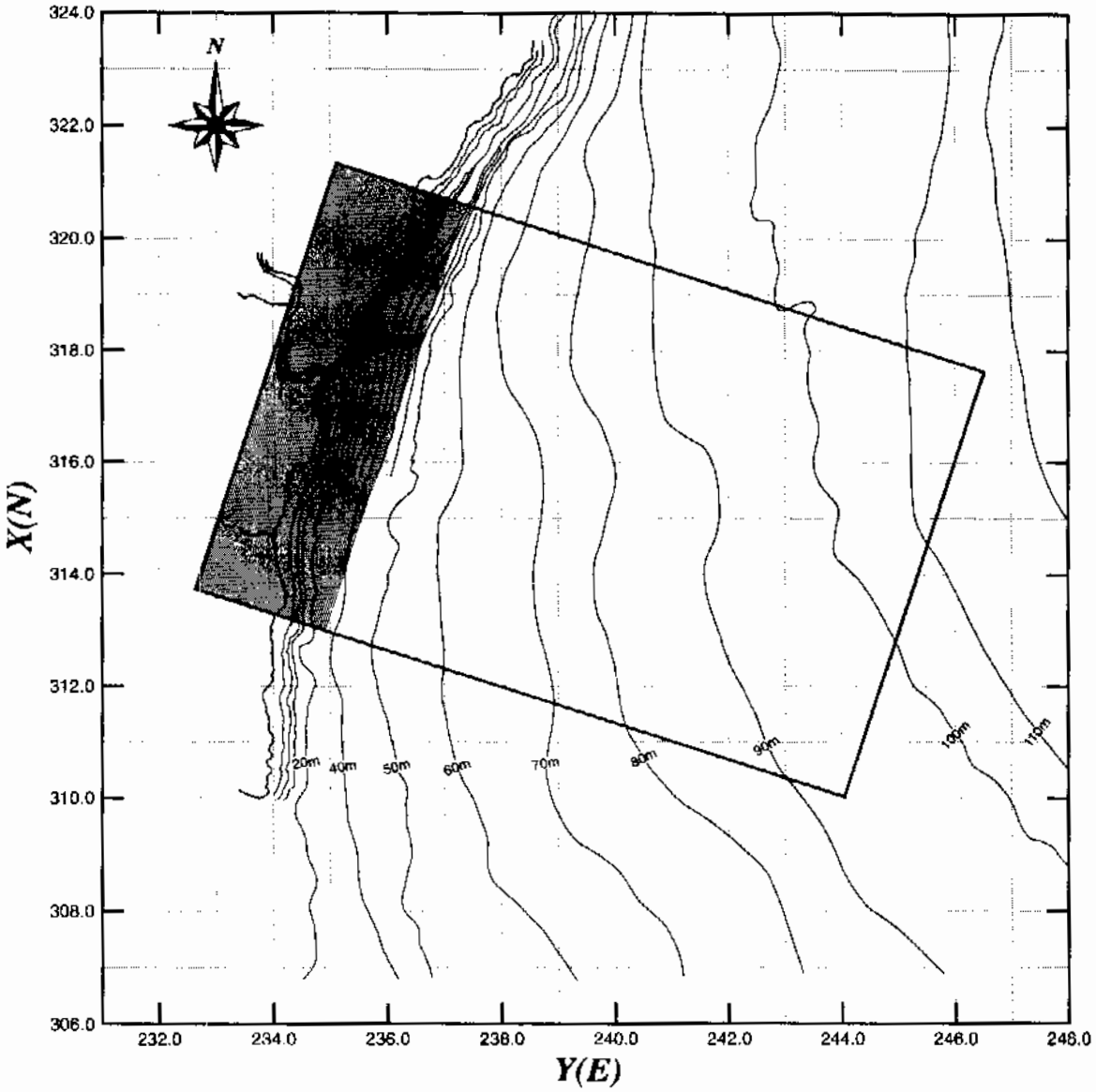



그림 4.1 江口港 隣近 海域 水深圖

數値模型 計算結果는 現場調査 結果와 槪括的인 形態는 一致하나 定量的인 면에서 差異가 있어 模型의 結果 解析시 이를 감안하여야 한다. 計算結果를 綜合하면 卓越波向(E)이하의 南向 波浪은 沿岸流가 防波堤 基部側까지 깊숙히 侵入하나 卓越波浪 E보다 北쪽의 波浪은 防波堤 曲部에서 遮斷된 靜穩區域이 넓어 南側海岸에서 沿岸流의 크기도 작으며 防砂堤 先端에서 防波堤 先端쪽으로 旋回한다. 또한 防波堤 基部側에서 防波堤를 따라 形成되는 沿岸流는 外海로 퍼져 흐르나 波高 3.5m의 경우 北側에서 내려오는 沿岸流의 세기가 커 防波堤를 따라 흐르며 이 중 일부는 南側海岸의 北向하는 沿岸流에 合流하는 것으로 나타났다.

南側海岸의 沿岸流의 크기가 작은 波高 1.5m, ENE 波浪을 제외한 모든 波浪에서 나타난 南側海岸의 侵蝕區域은 실제 最大侵蝕區域과 一致하는 것으로 나타났다. 그리고 堆積率은 SE波浪이 가장 큰 것으로 나타났으며 모든 波浪에서 防砂堤 先端에 堆積이 일어난다.

數値模型 結果는 既 施設案 및 4개의 計劃案의 境遇에 대해 各 境遇마다 港附近 沿岸流分布 詳細圖와 侵蝕·堆積分布圖를 作成하였다. 각 境遇에 대해 平常時에는 對象 波浪 모두에 대해 검토한 반면에 洪水時에는 波高가 큰 점을 감안하여 2.5m와 3.5m를 對象으로 하였다. 既 設置案의 境遇에는 港附近 沿岸流分布 詳細圖와 侵蝕·堆積分布圖를 같이 圖示하였으며 4개의 計劃案에 대해서는 각 案別 比較가 容易하도록 각 波高別, 波向別로 分類하여 提示하였다. <그림 4.2> ~ <그림 4.22>는 既 設置된 案의 平常時와 洪水時에 대한 結果이다. 侵蝕·堆積分布圖의 옅은 회색은 侵蝕을 나타내는 반면에 짙은 회색은 堆積을 意味한다. 防砂堤쪽으로 흐르는 沿岸流가 港 入口 주변에 堆積되는 것으로 나타났으며 堆積率은 SE, SSE, ESE, E, ENE 순으로 작아진다. 그러나 3.0m이상 波高의 경우 SE 波浪의 出現頻度는 18年 동안 3회 즉 9시간에 해당하는 매우 작은 頻度를 보인다. 반면에 ENE는 124회로 年 平均 1日 동안 出現하고 1.5m이상의 波高에서는 對象 波浪의 合보다 많은 頻度를 보이며 특히 波高가 커질수록 出現頻度의 차가 커진다.

洪水時의 沿岸流를 계산하기 위해 홍수시의 추정유량 200㎥/초를 적용하였다. 結論부터 記述하면 오십천의 하구수심이 깊고 폭이 넓어 流速은 비교적 작으며 파고가 크고 港內로 깊숙히 침입하는 SE, SSE 파향은 沿岸流의 크기가 커서 波高가 큰 경우에는 큰 影響을 주지 않는 것으로 나타났다.

波高 2.5m의 모든 방향의 파랑은 河川水에 의해 연안류가 항내 깊숙히 侵入하지 못하므로 堆積率이 가장 큰 防砂堤 부근의 퇴식도 조금 작아지는 반면에 선단부근의 堆積區域은 넓어진다. 이러한 數值模型實驗 結果는 先端附近의 수심을 분석하는 데 도움을 준다. 즉 防波堤에 平行으로 형성된 等深線은 겨울철 남향 漂砂量이 상당히 큰 것을 暗示하나 先端附近의 水深은 8m로 維持되고 있다. 만일 河川水가 없다면 선단부근에도 堆積이 일어나 수심이 얕아지는 경우가 흔하고 江口港의 경우 洪水時의 하천유량이 先端의 堆積物을 주변에 넓게 擴散시키는 作用을 하는 것으로 분석된다.

北防波堤의 計劃길이가 가장 길고 河川水의 흐름을 阻害하는 既存案은 홍수시의 流速分布가 예상대로 防波堤에 부딪힌 흐름이 港內에 넓게 퍼지는 것으로 나타났으며 이 경우 生活汚水의 港內 停滯時間이 길게되어 港內汚染을 增加시킬 것으로 예상된다. 그리고 開口幅이 좁고 北防波堤 計劃 길이가 작을수록 하천수의 흐름에 가장 影響을 클 것으로 豫想된다.

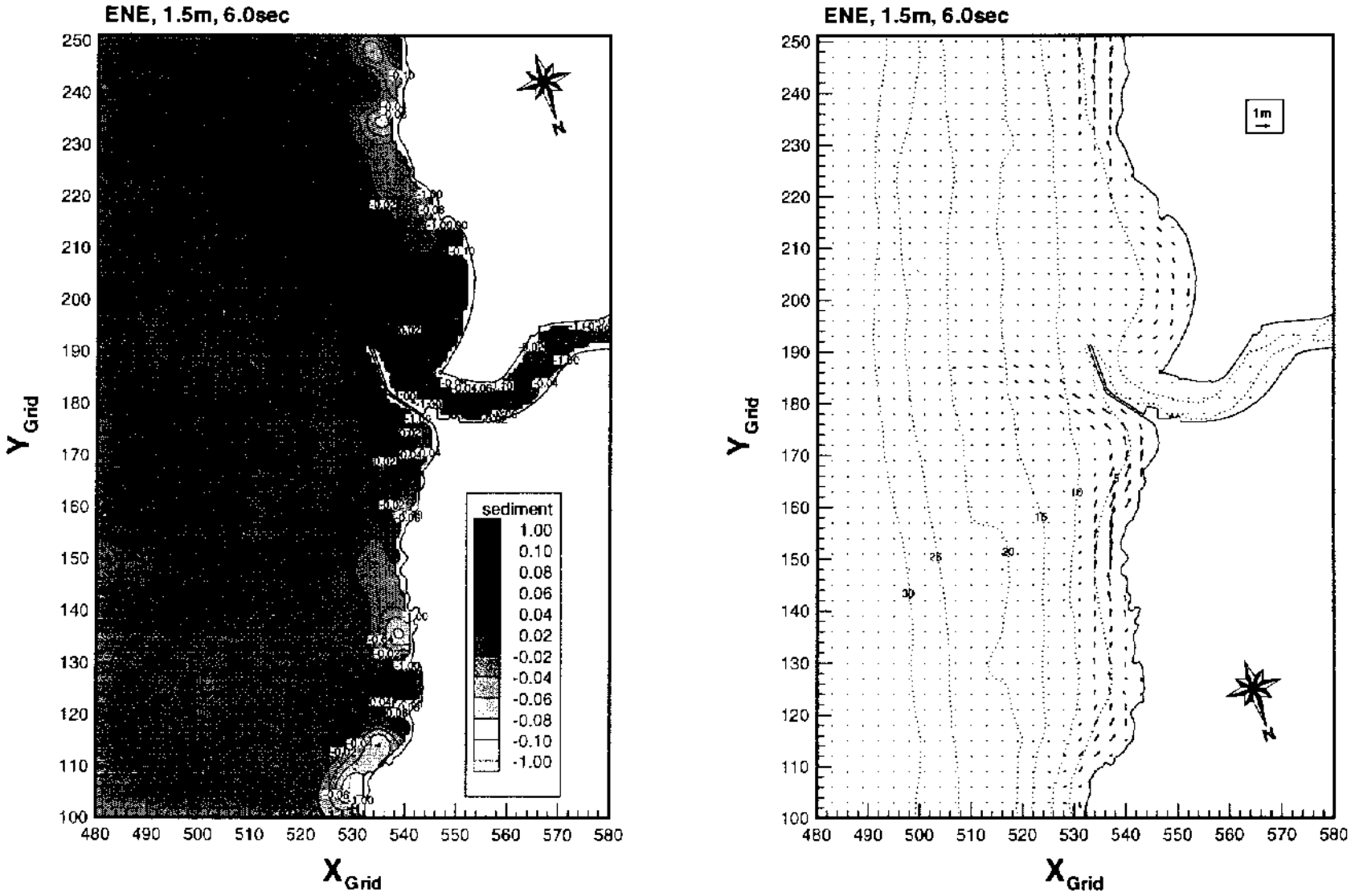



그림 4.2 江口港 附近 沿岸流 및 堆積率 分布 詳細圖 (既 施設, ENE, 1.5m, 平常時)

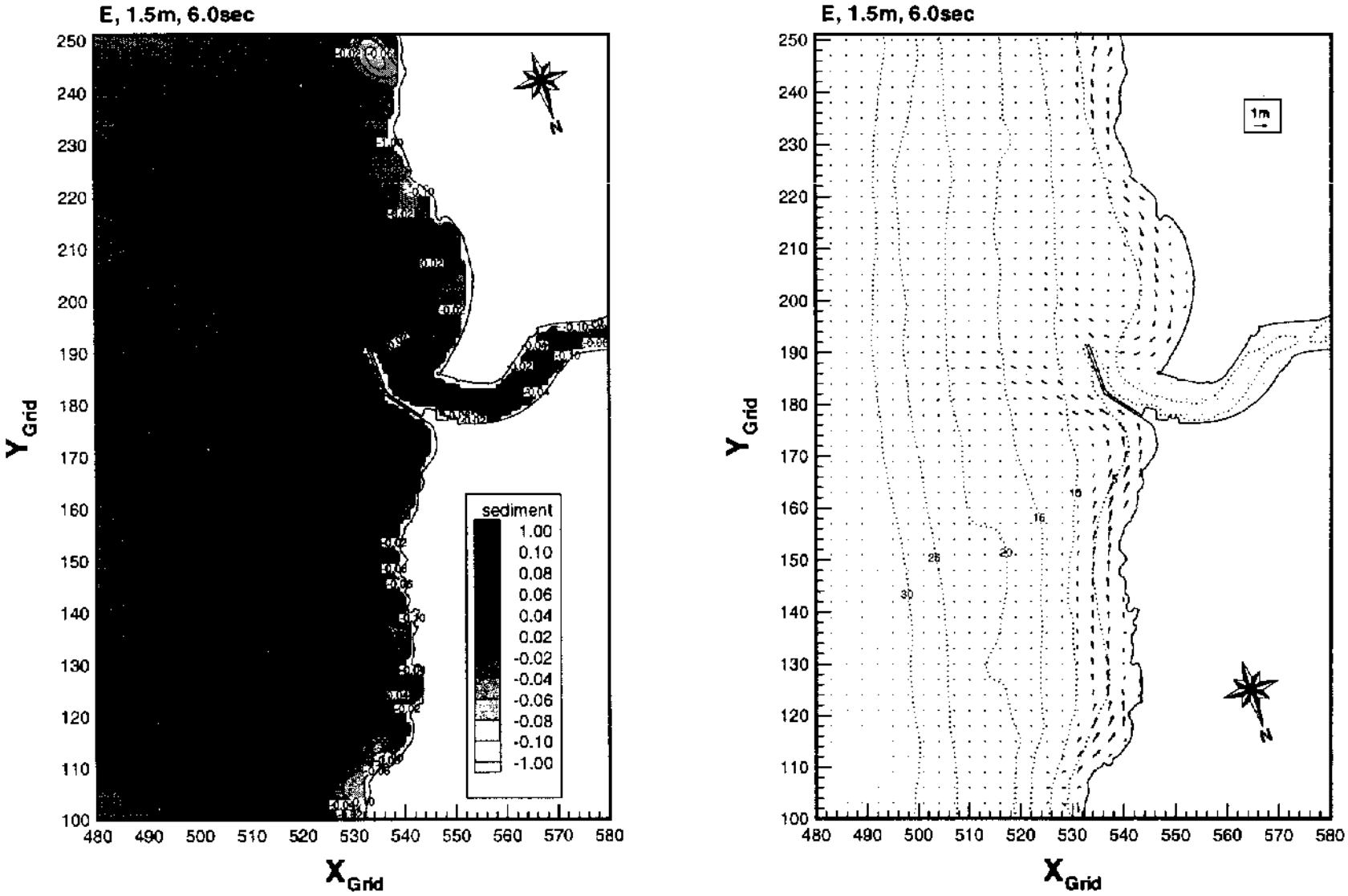



그림 4.3 江口港 附近 沿岸流 및 堆積率 分布 詳細圖 (既 施設, E, 1.5m, 平常時)

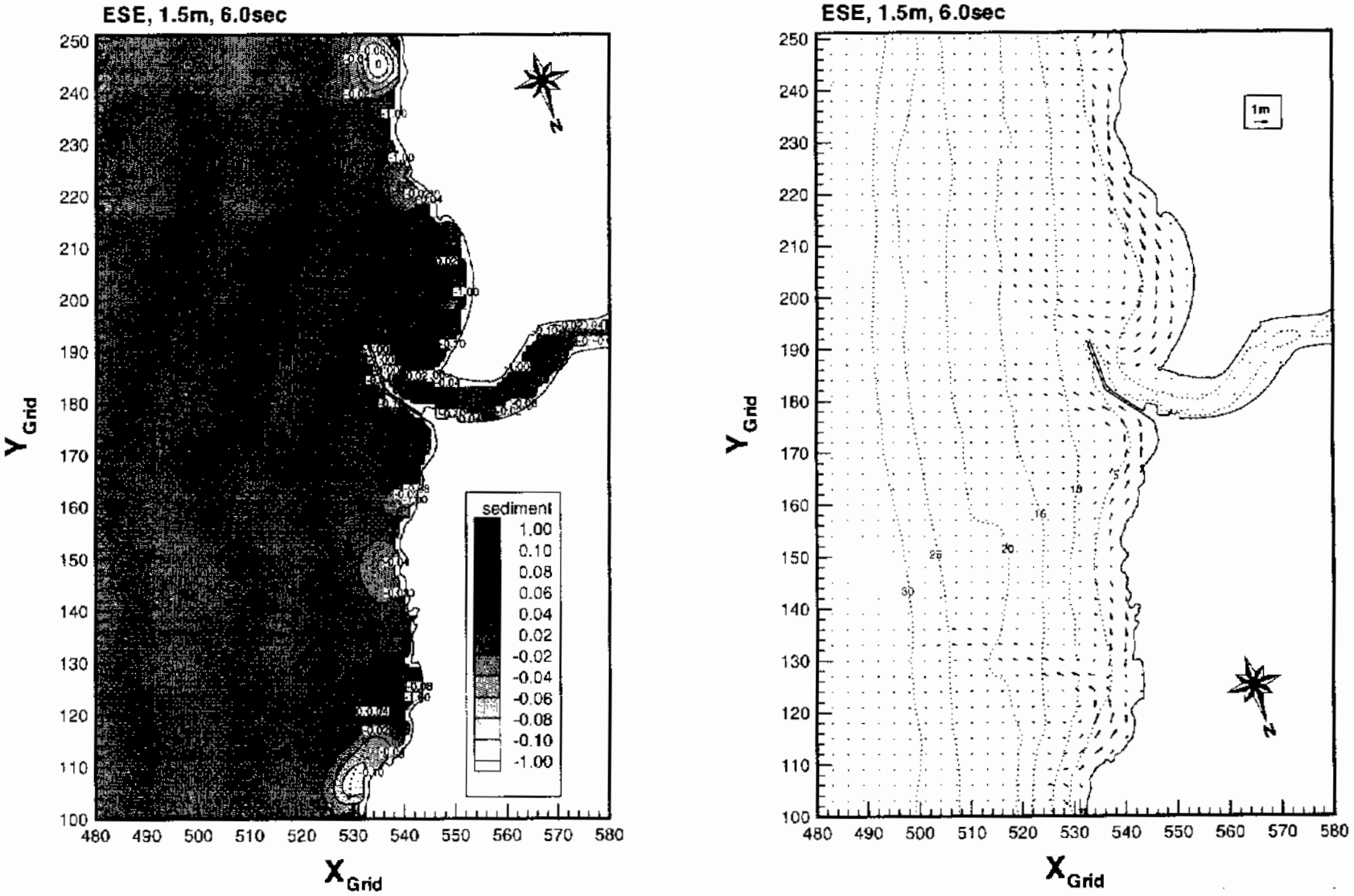



그림 4.4 江口港 附近 沿岸流 및 堆積率 分布 詳細圖 (既 施設, ESE, 1.5m, 平常時)

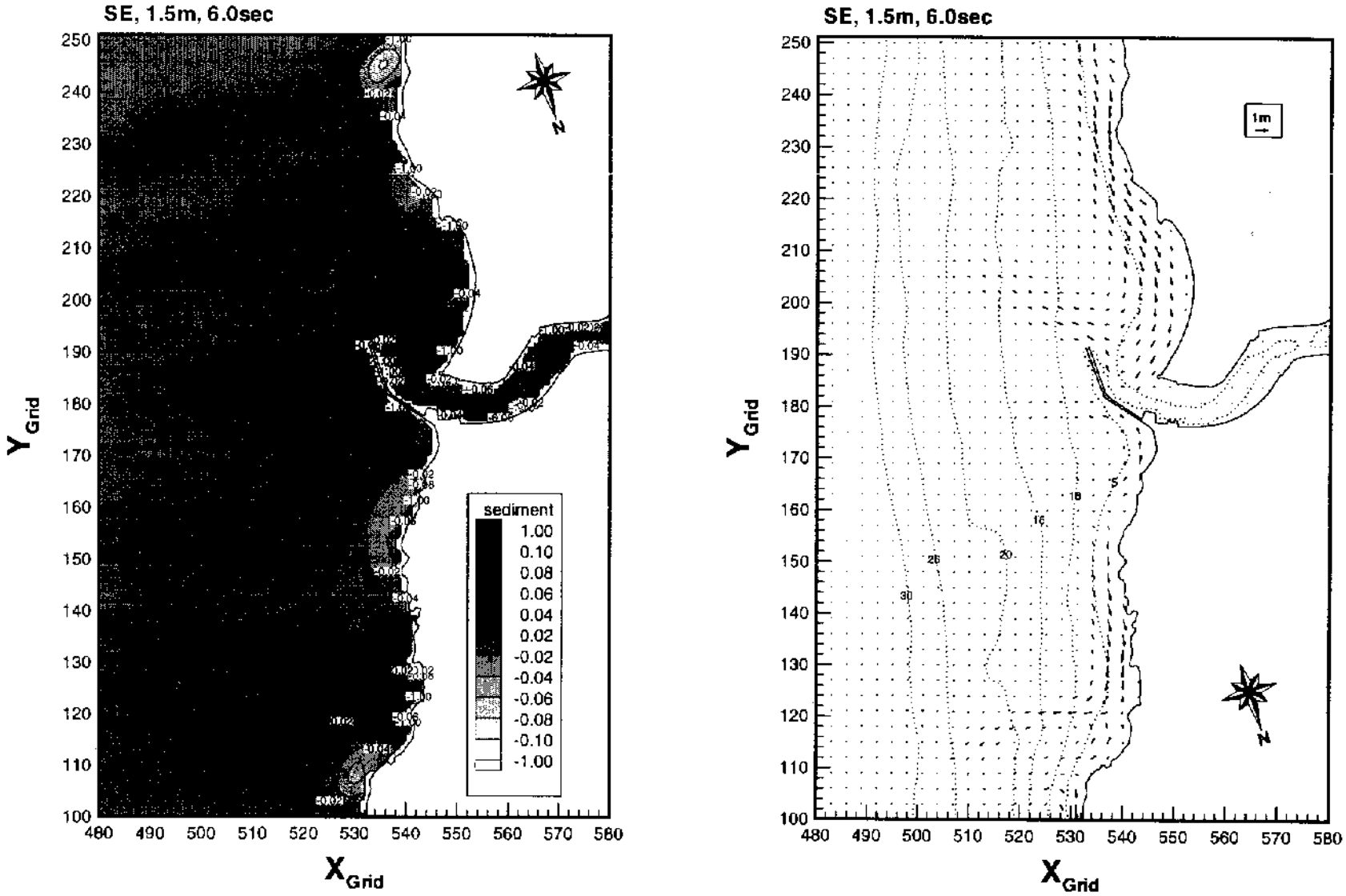



그림 4.5 江口港 附近 沿岸流 및 堆積率 分布 詳細圖 (既 施設, SE, 1.5m, 平常時)

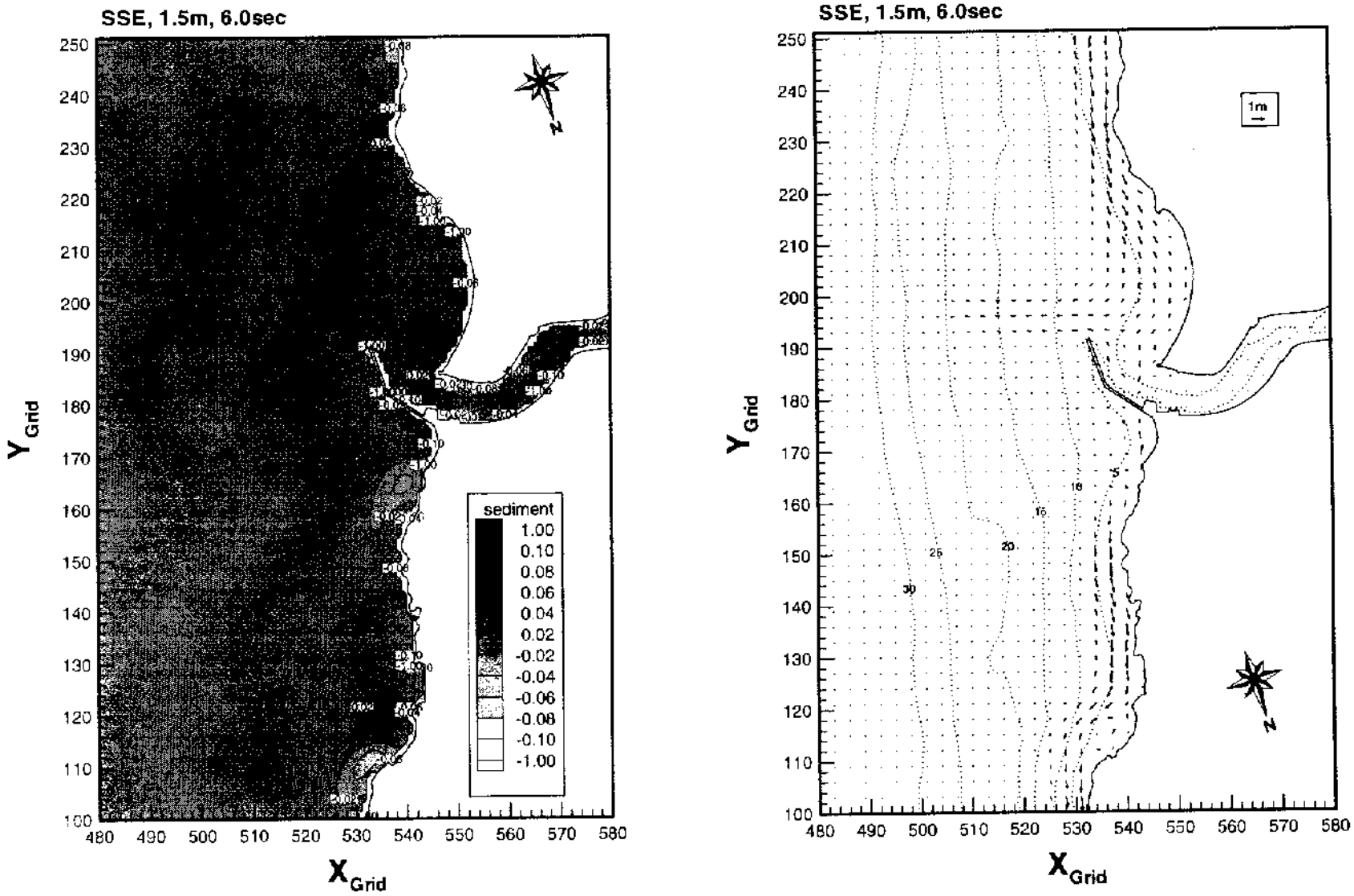



그림 4.6 江口港 附近 沿岸流 및 堆積率 分布 詳細圖 (既 施設, SSE, 1.5m, 平常時)

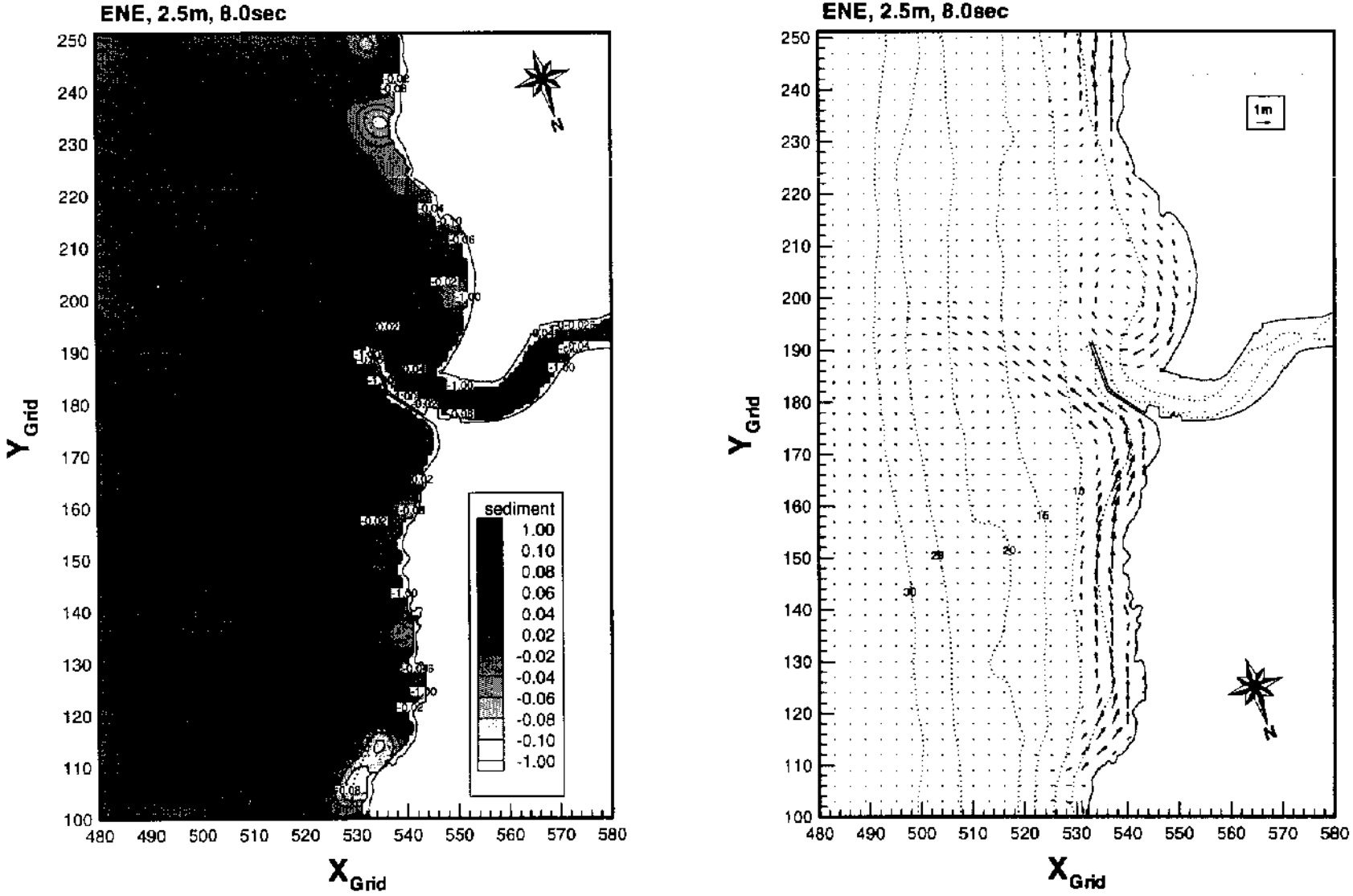



그림 4.7 江口港 附近 沿岸流 및 堆積率 分布 詳細圖 (既 施設, ENE, 2.5m, 平常時)

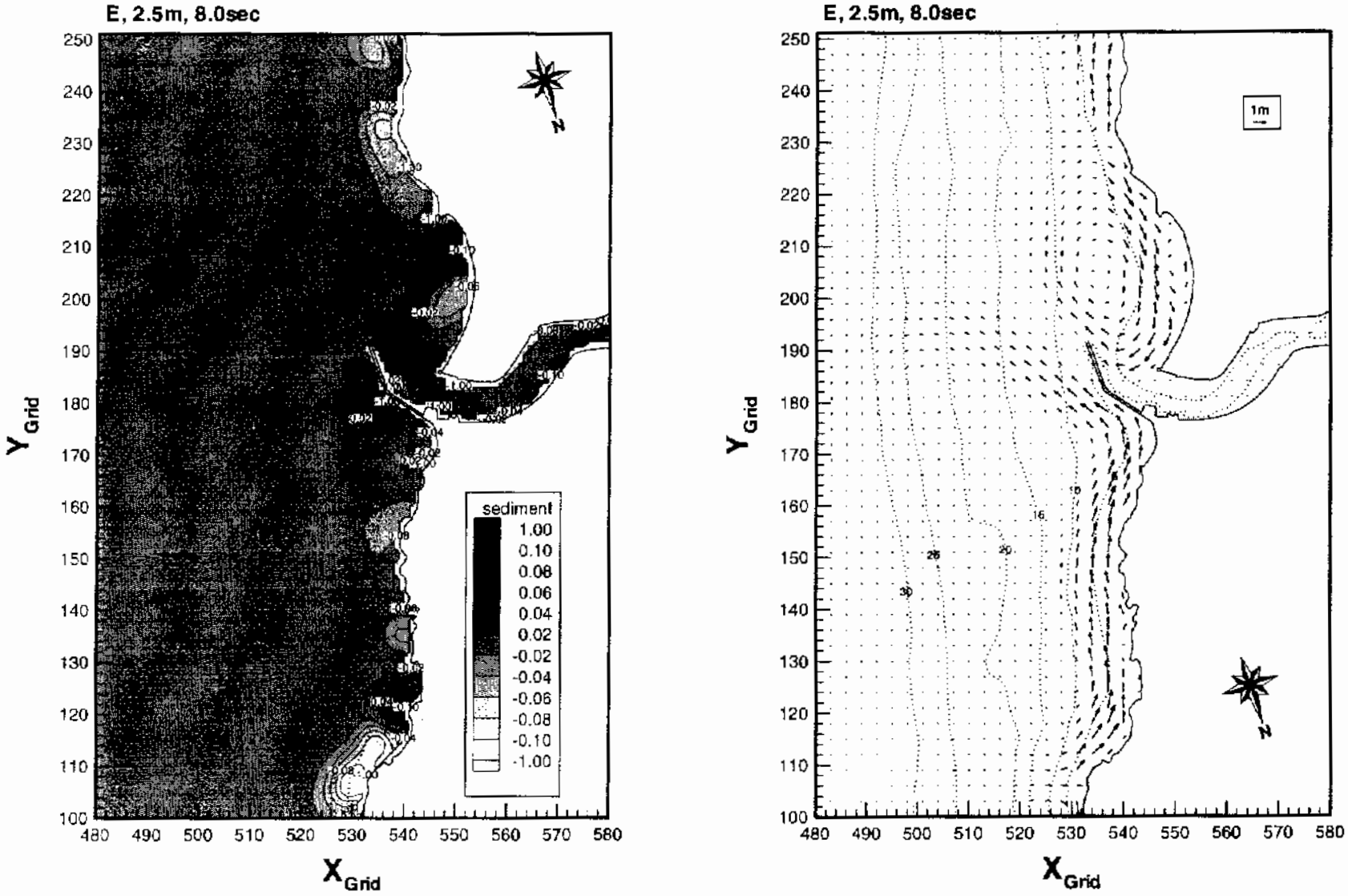



그림 4.8 江口港 附近 沿岸流 및 堆積率 分布 詳細圖 (既 施設, E, 2.5m, 平常時)

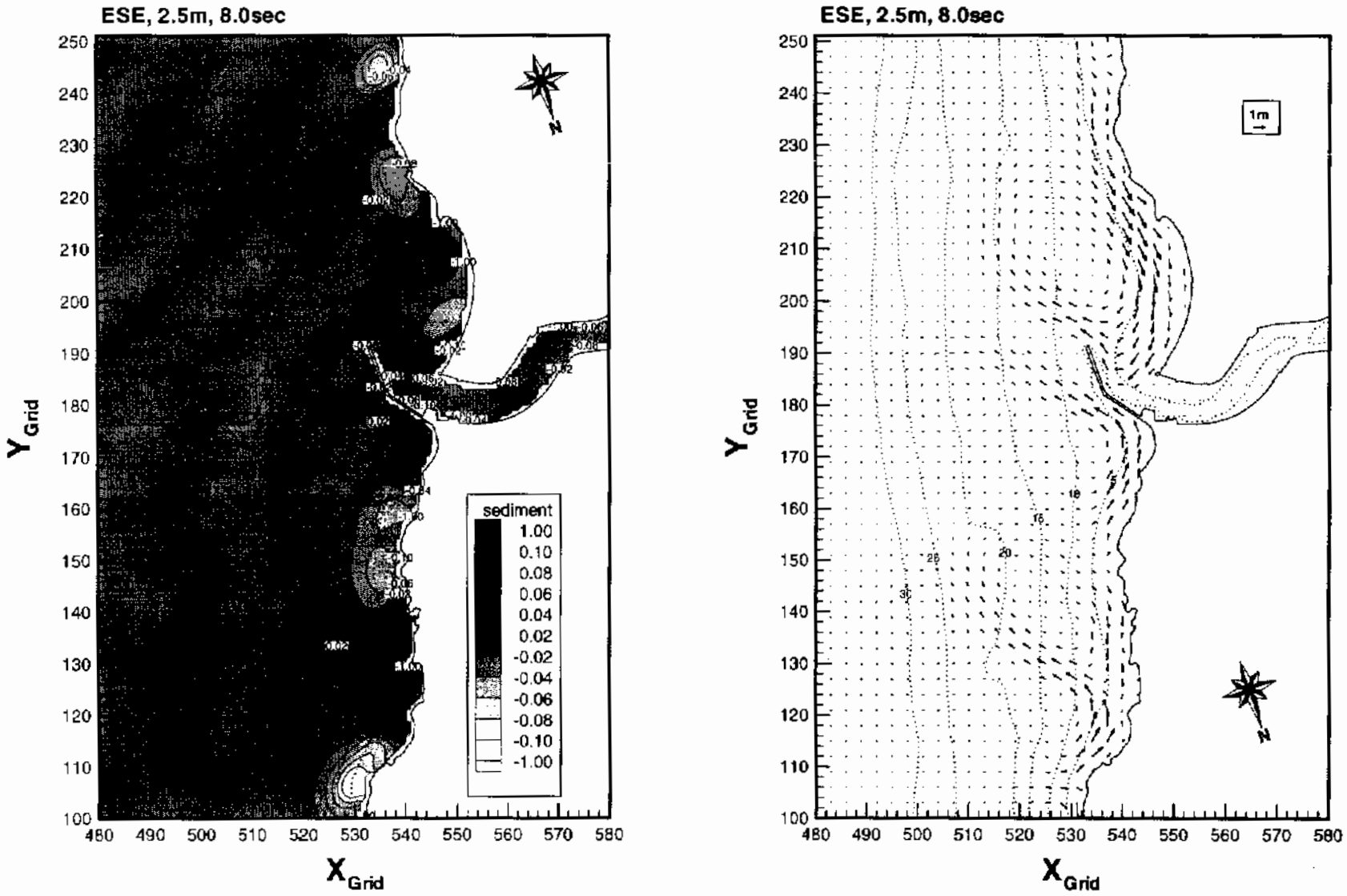



그림 4.9 江口港 附近 沿岸流 및 堆積率 分布 詳細圖 (既 施設, ESE, 2.5m, 平常時)

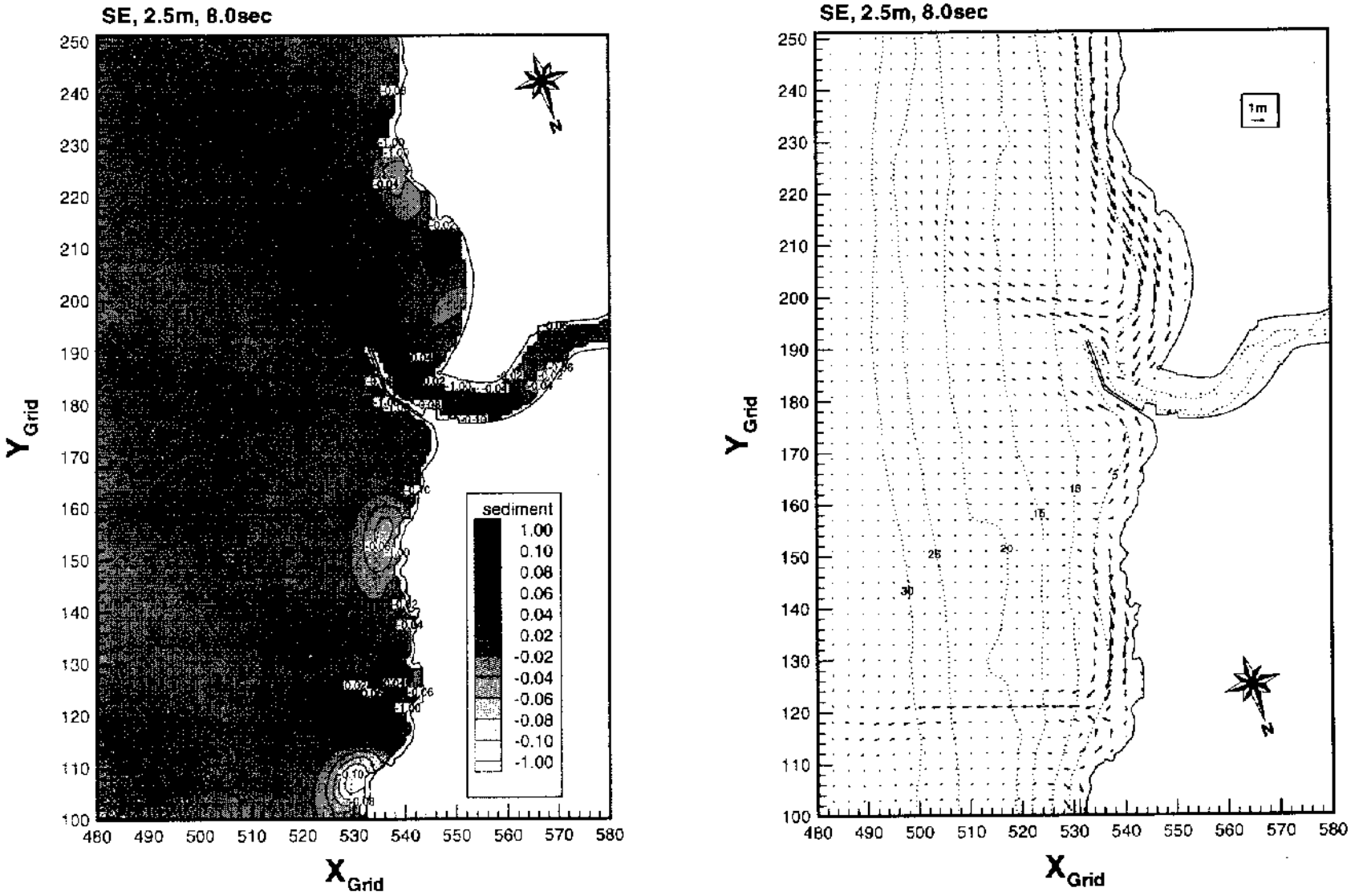



그림 4.10 江口港 附近 沿岸流 및 堆積率 分布 詳細圖 (既 施設, SE, 2.5m, 平常時)

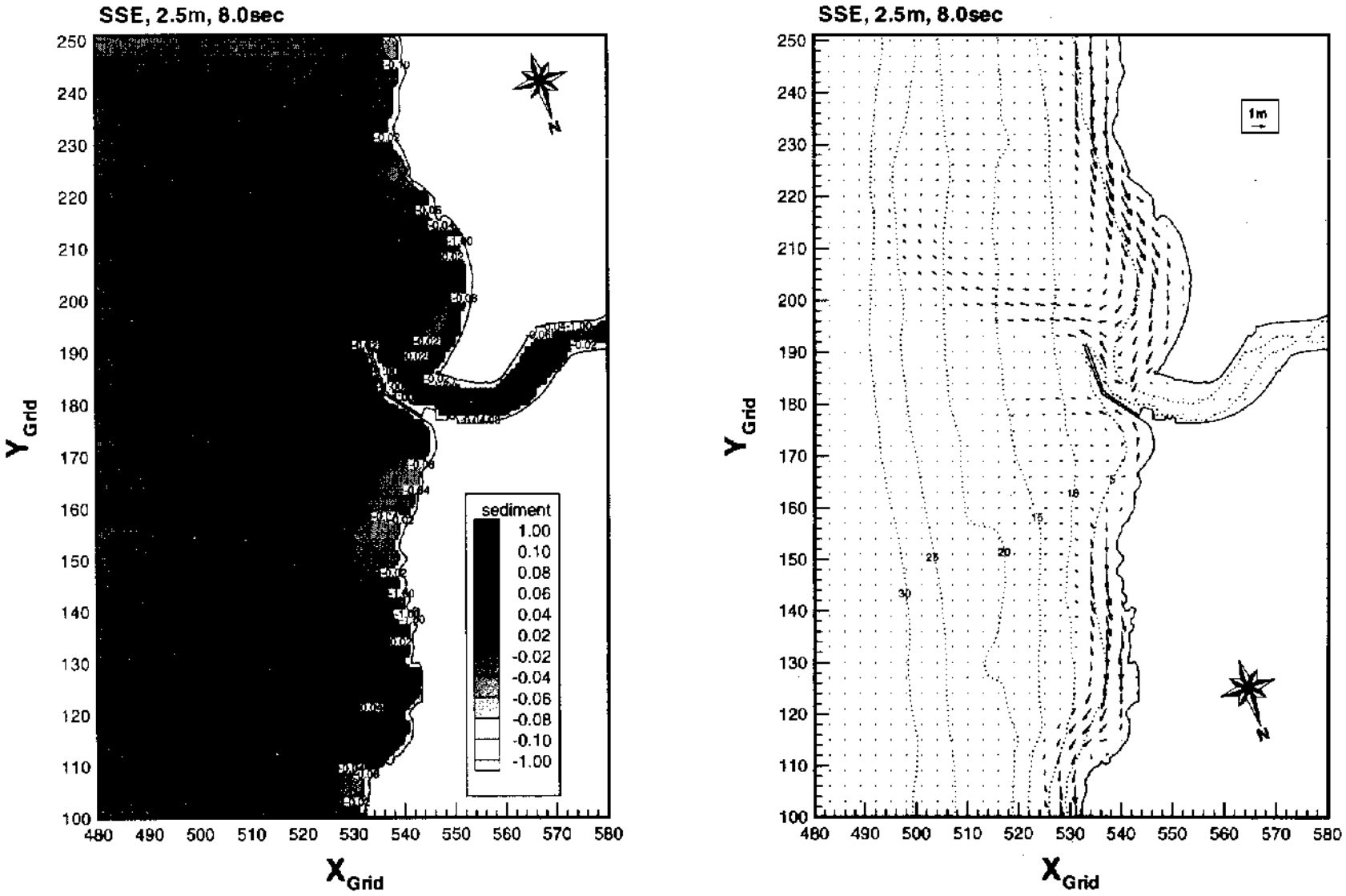



그림 4.11 江口港 附近 沿岸流 및 堆積率 分布 詳細圖 (既 施設, SSE, 2.5m, 平常時)

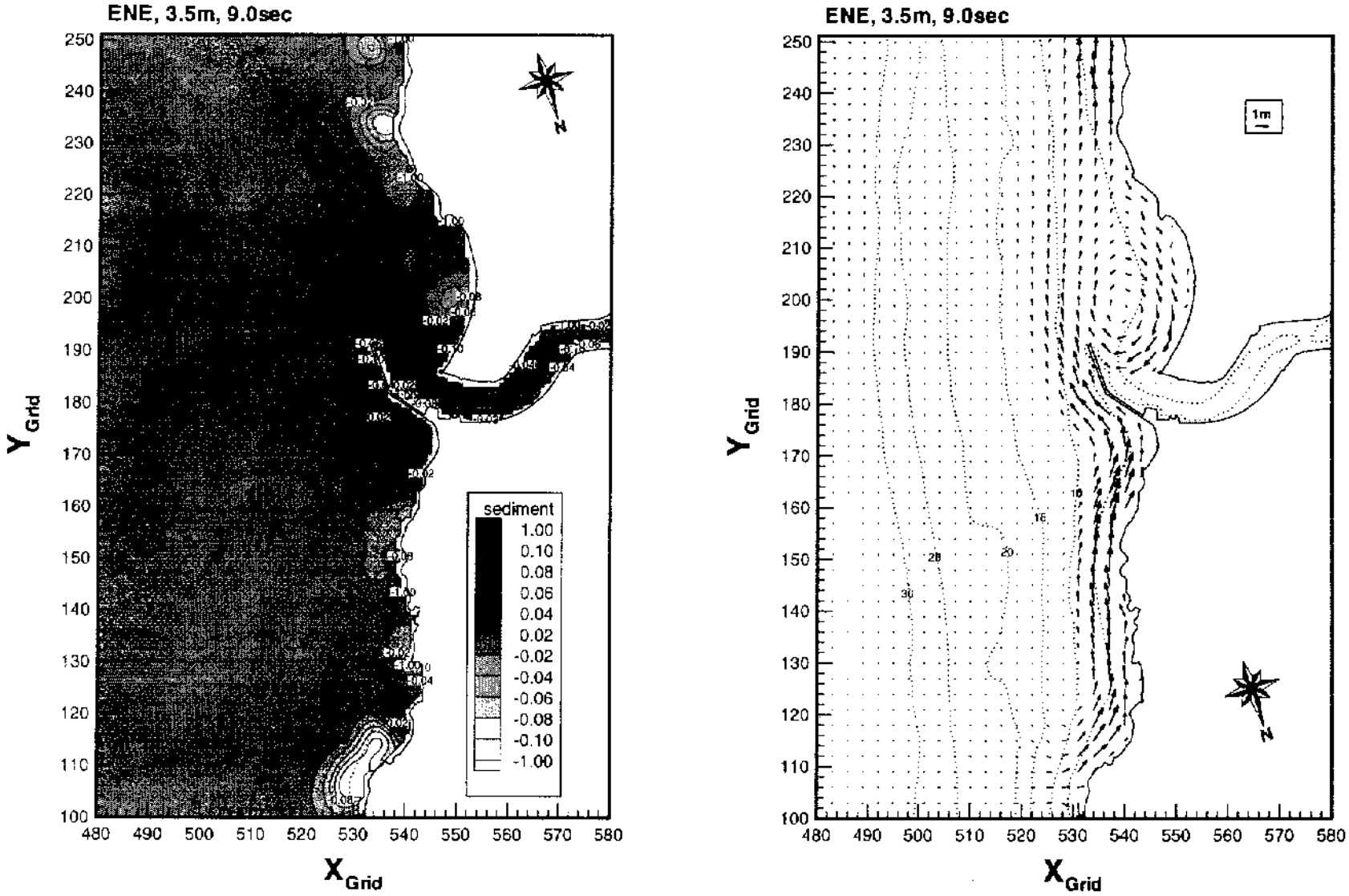



그림 4.12 江口港 附近 沿岸流 및 堆積率 分布 詳細圖 (既 施設, ENE, 3.5m, 平常時)

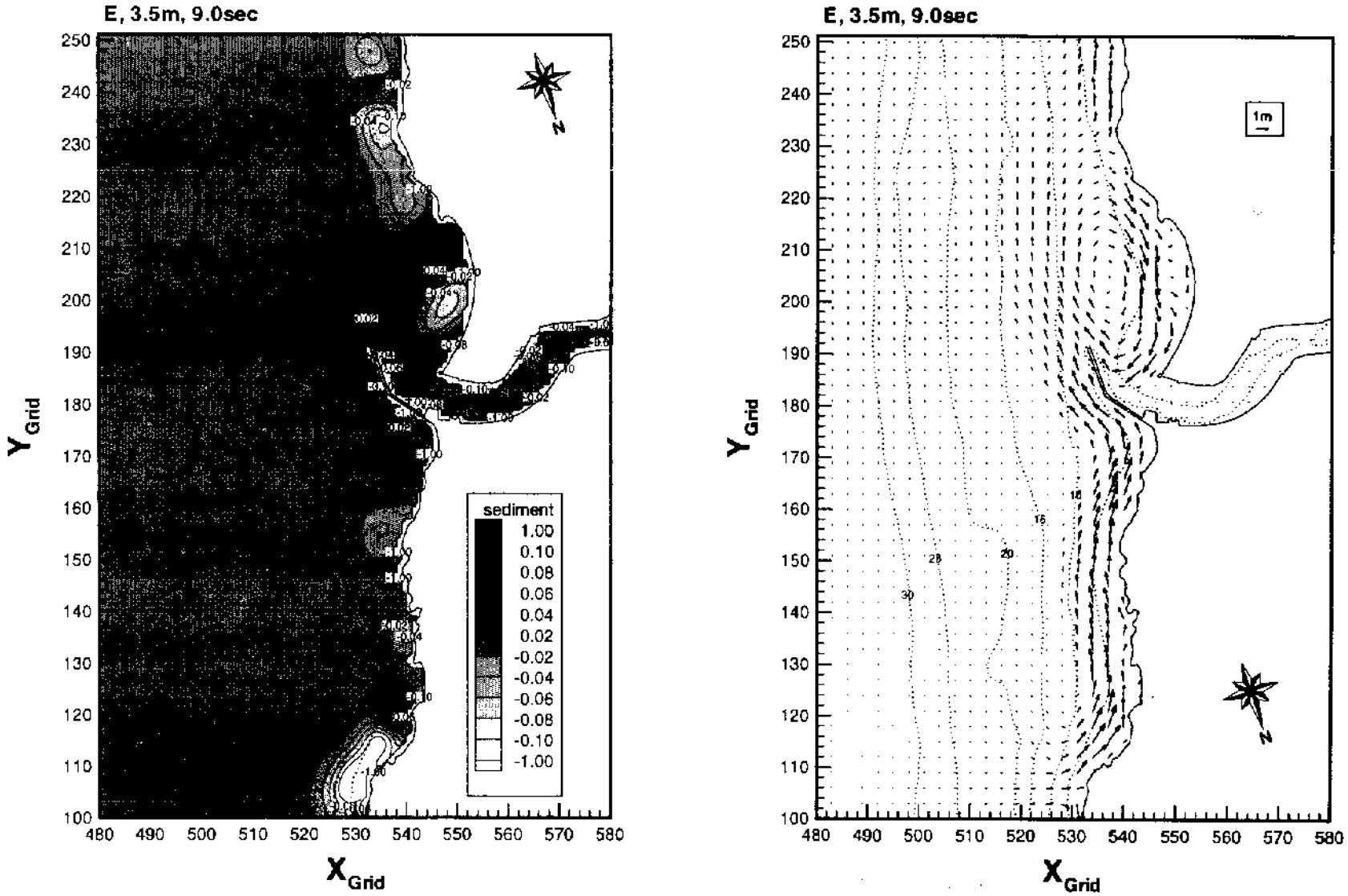



그림 4.13 江口港 附近 沿岸流 및 堆積率 分布 詳細圖 (既 施設, E, 3.5m, 平常時)

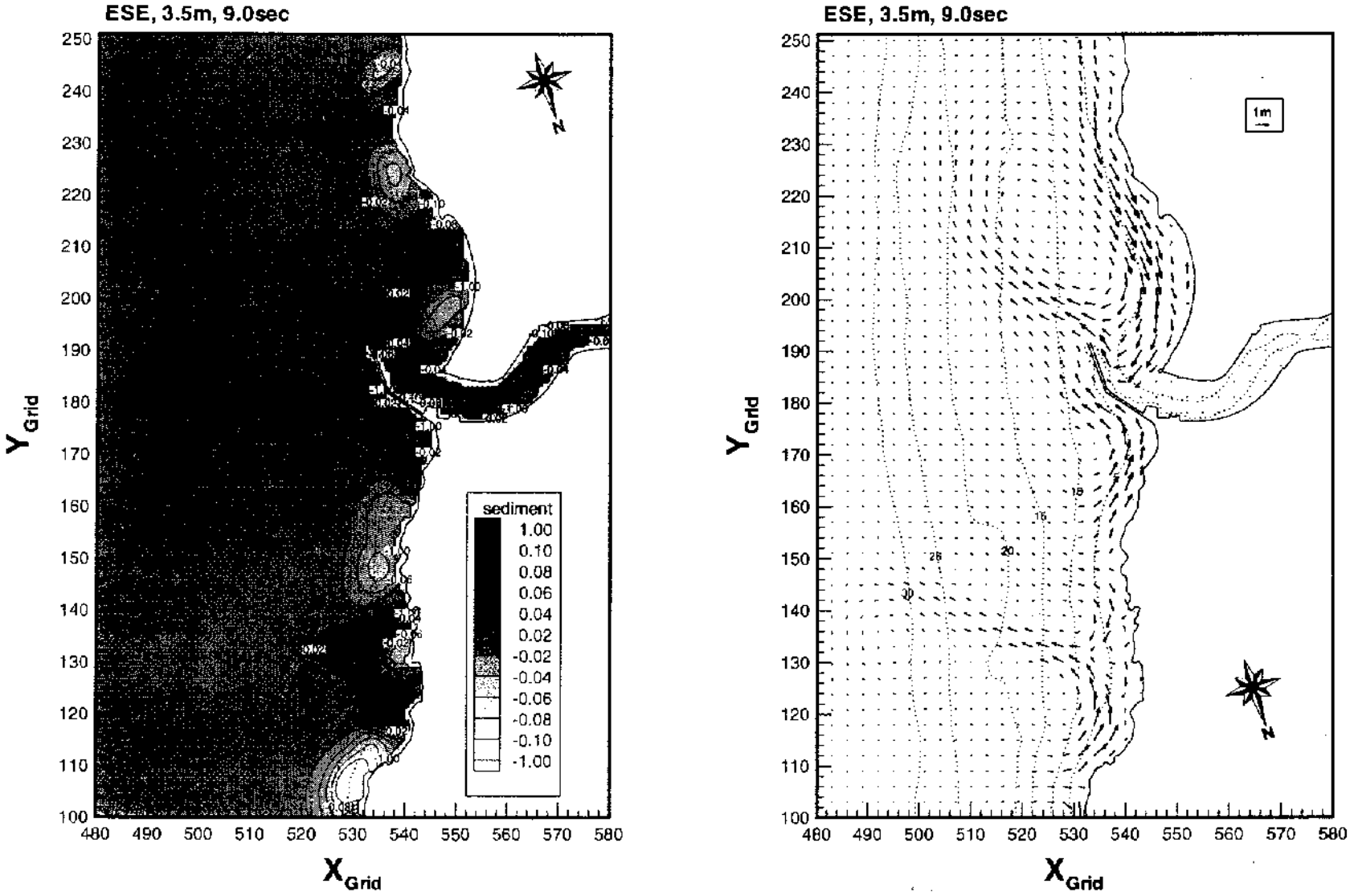



그림 4.14 江口港 附近 沿岸流 및 堆積率 分布 詳細圖 (既 施設, ESE, 3.5m, 平常時)

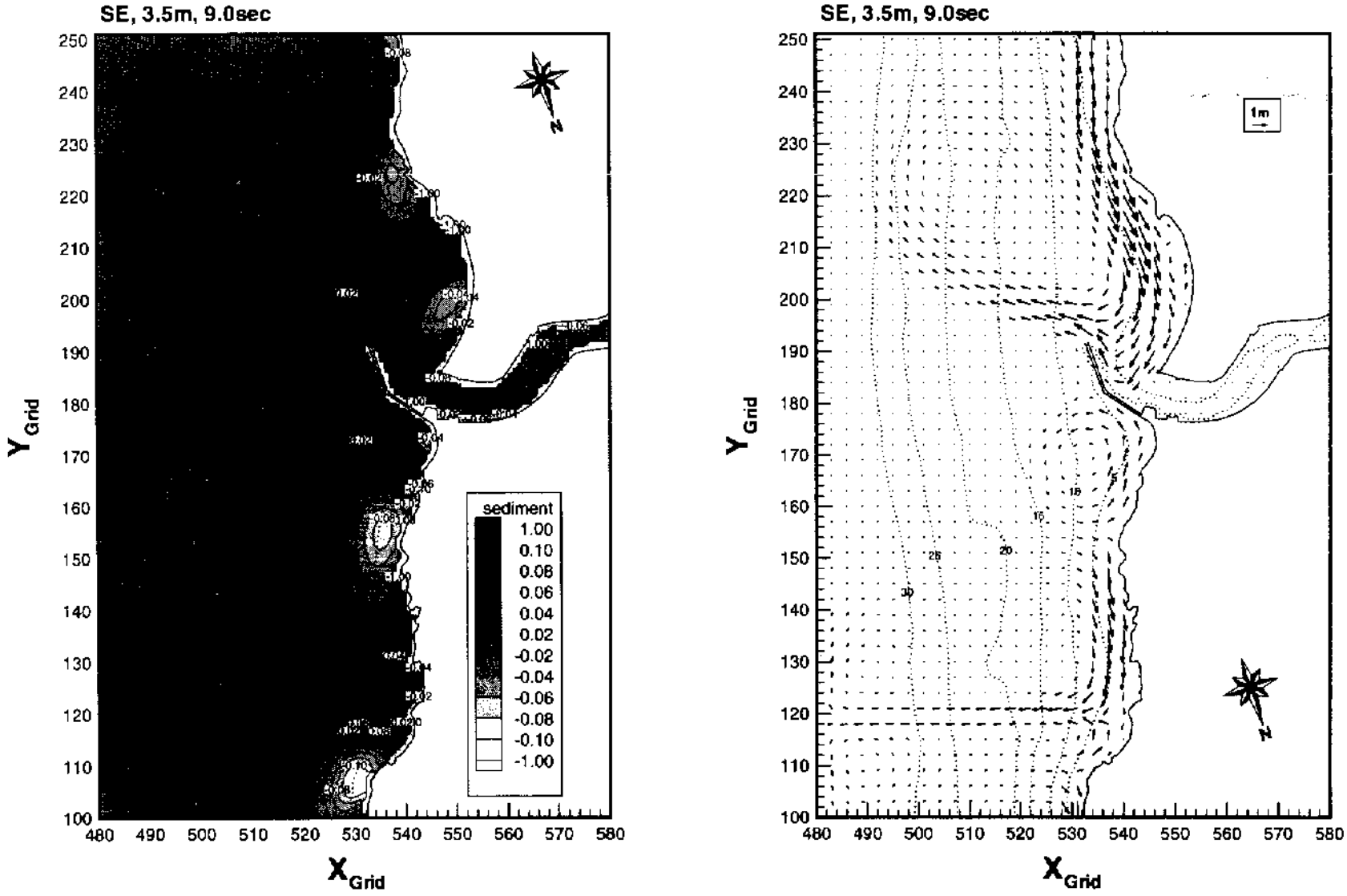



그림 4.15 江口港 附近 沿岸流 및 堆積率 分布 詳細圖 (既 施設, SE, 3.5m, 平常時)

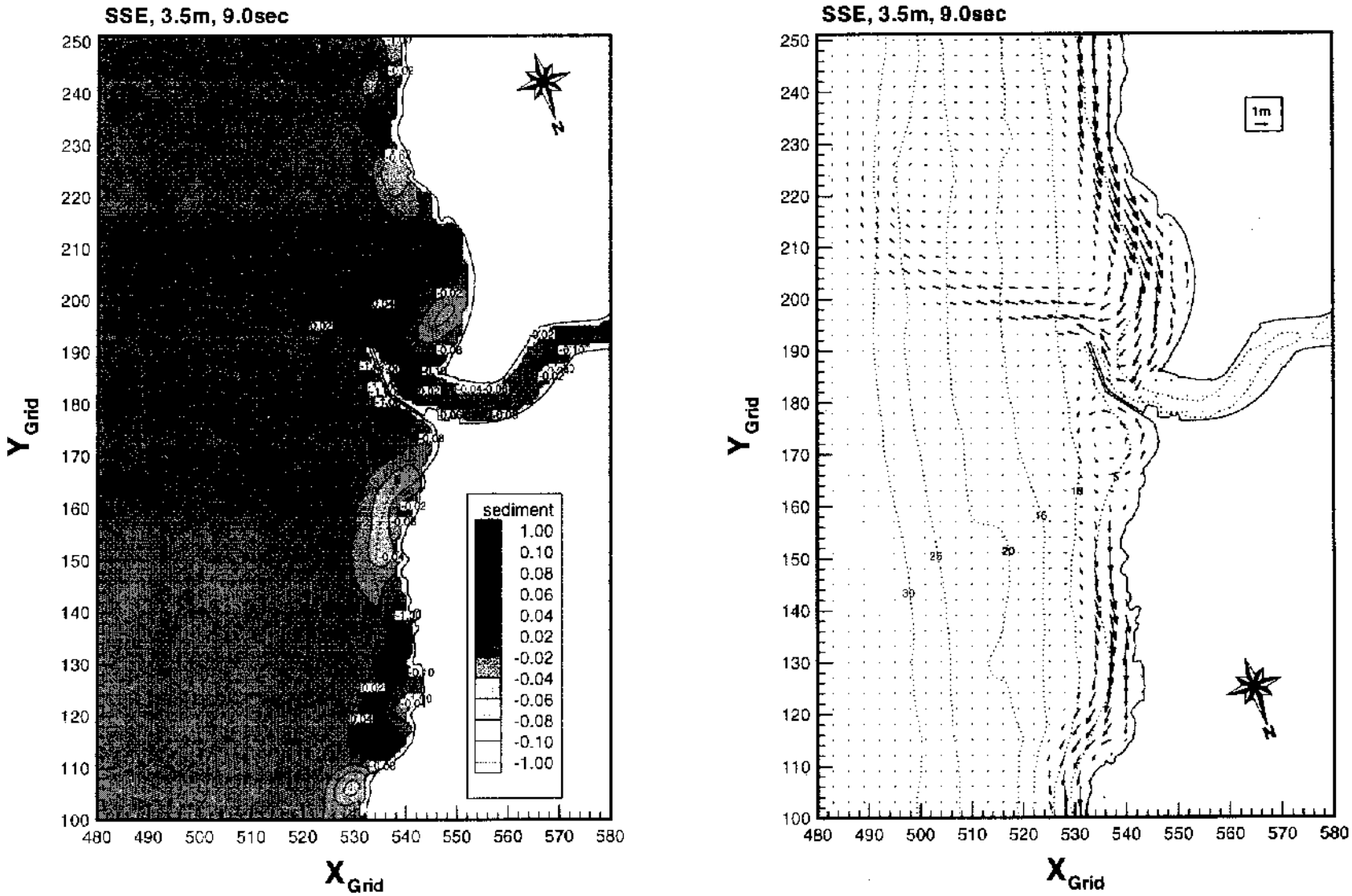



그림 4.16 江口港 附近 沿岸流 및 堆積率 分布 詳細圖 (現 施設, SSE, 3.5m, 平常時)

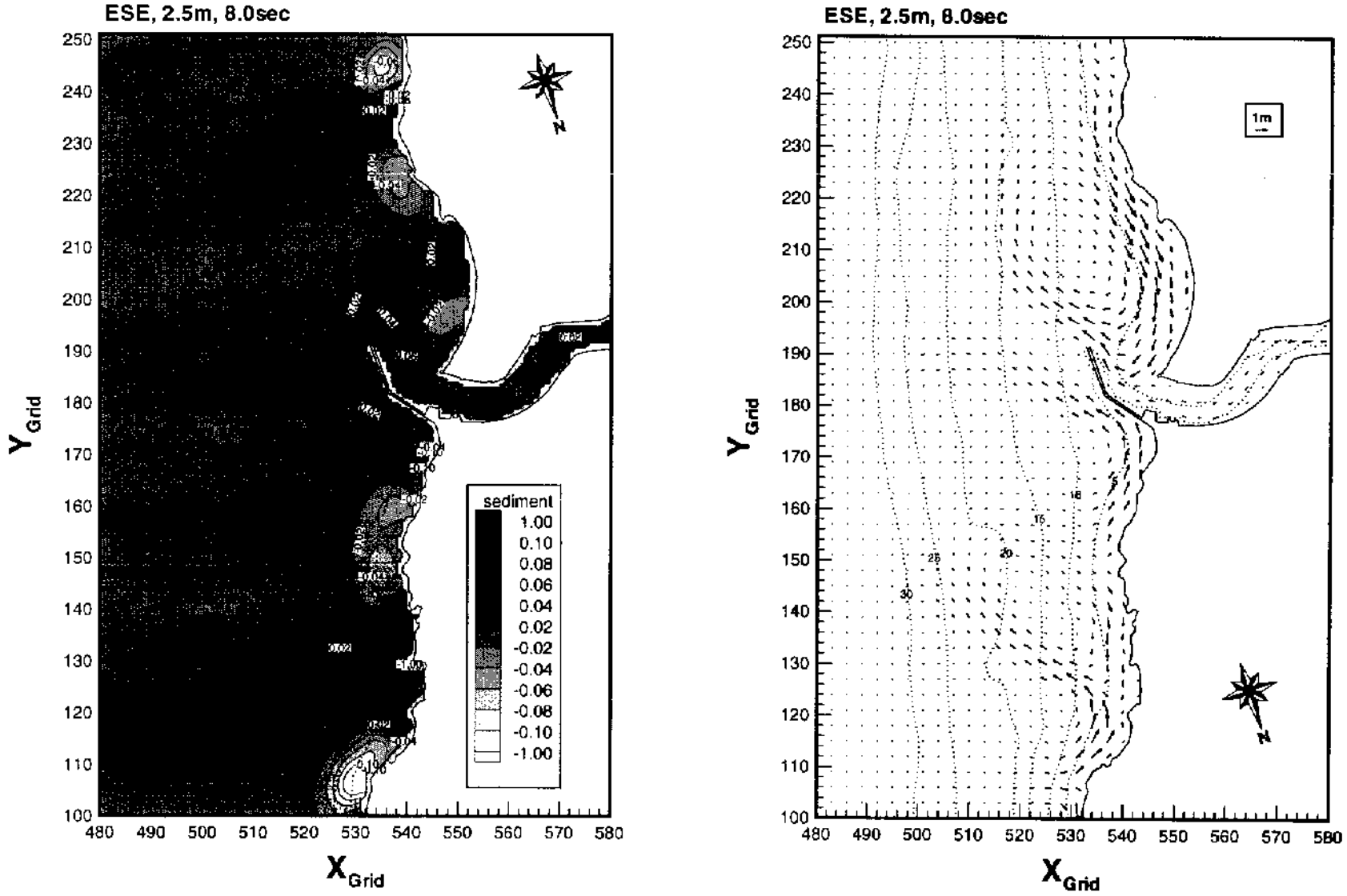



그림 4.17 江口港 附近 沿岸流 및 堆積率 分布 詳細圖 (既 設置, ESE, 2.5m, 洪水時)

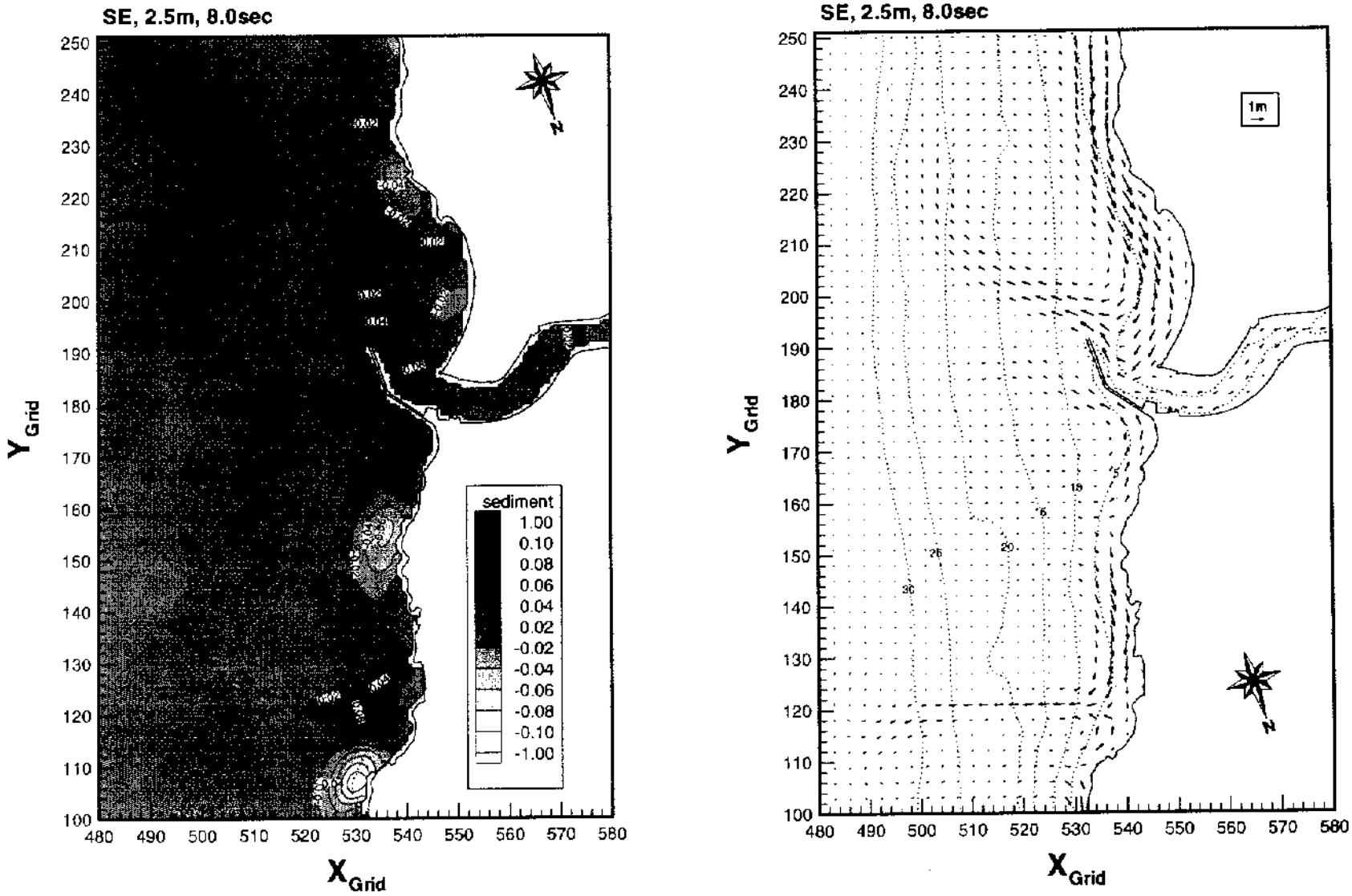



그림 4.18 江口港 附近 沿岸流 및 堆積率 分布 詳細圖 (現 設置, SE, 2.5m, 洪水時)

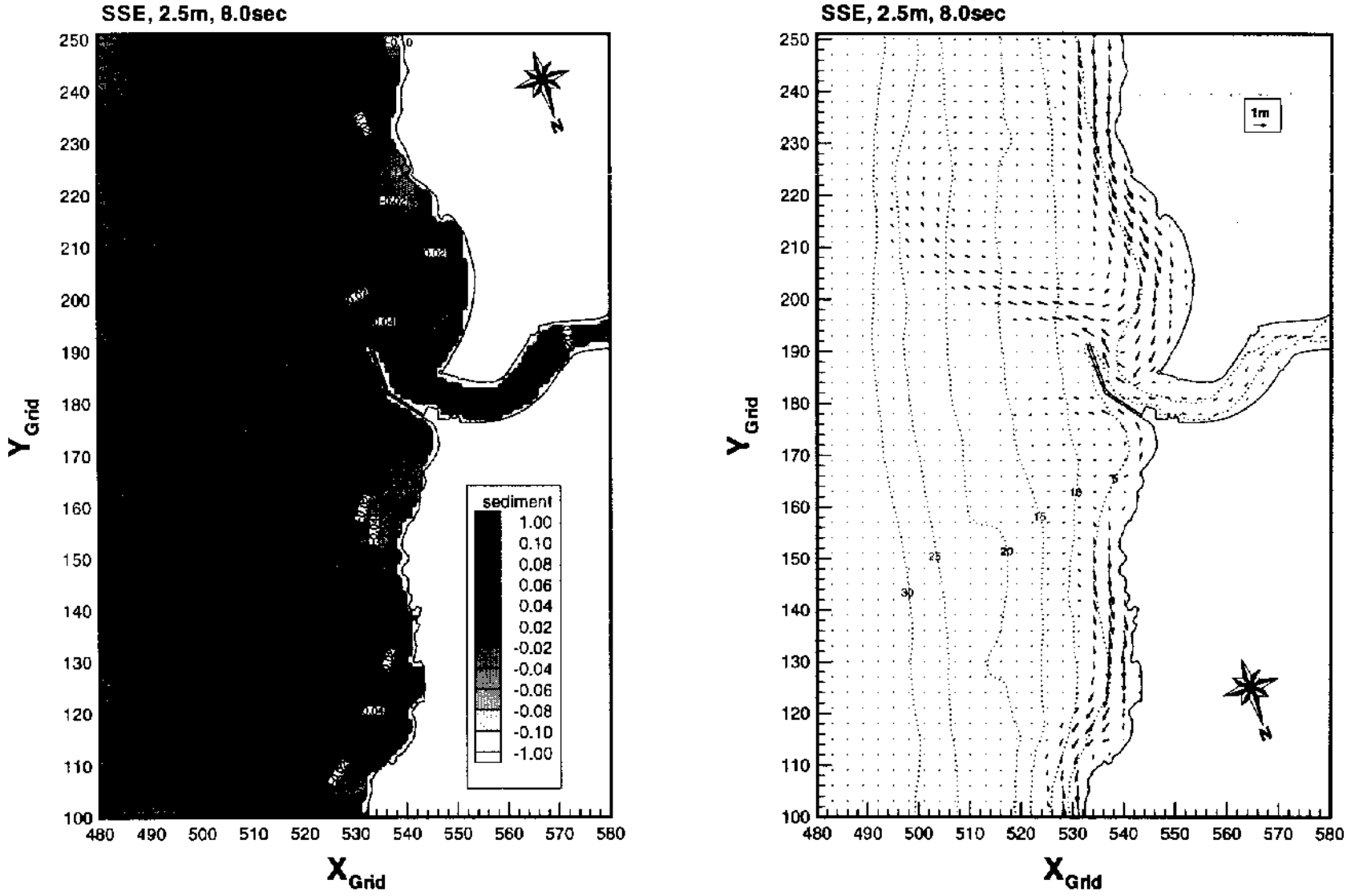



그림 4.19 江口港 附近 沿岸流 및 堆積率 分布 詳細圖 (既 設置, SSE, 2.5m, 洪水時)

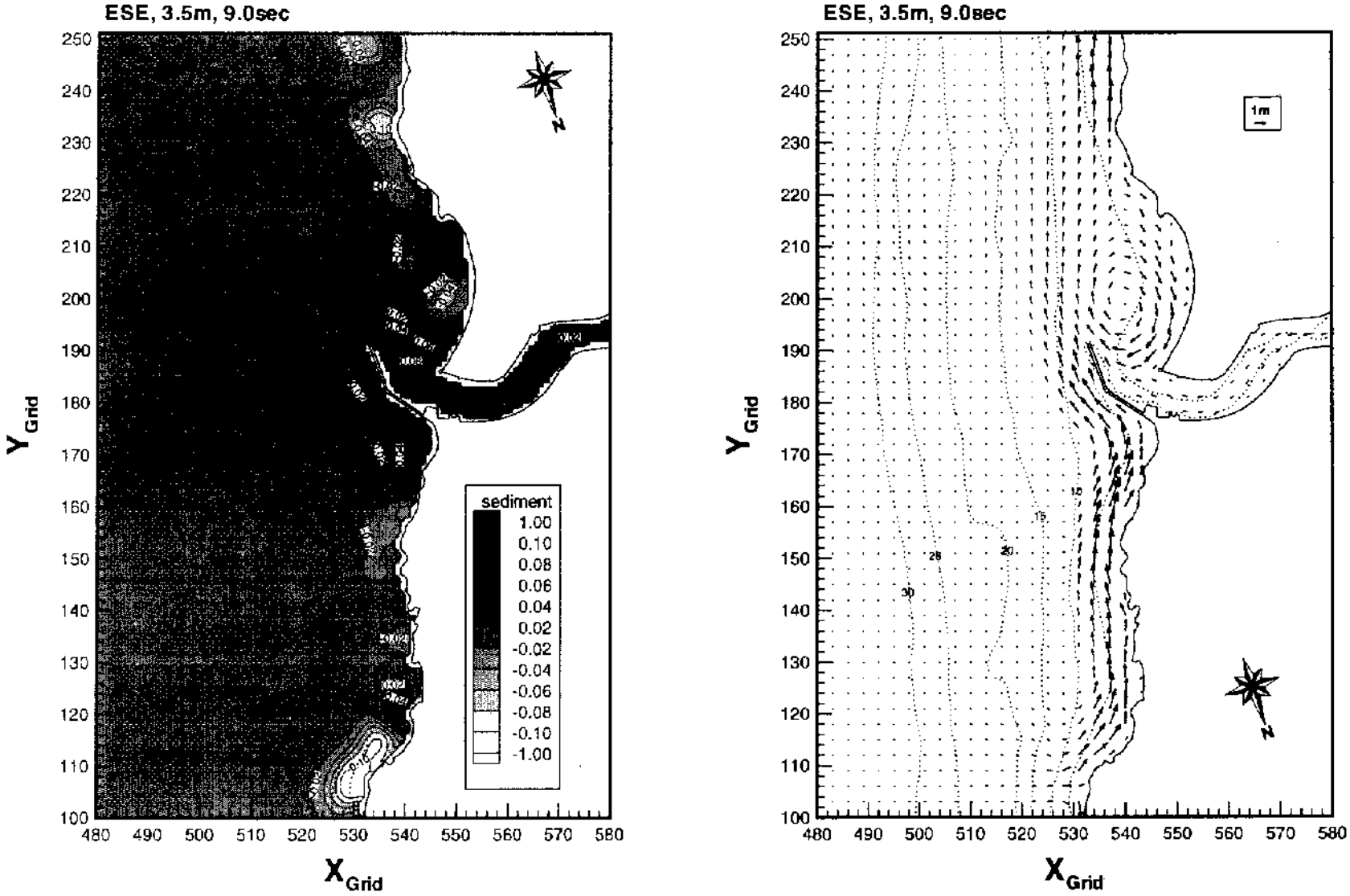



그림 4.20 江口港 附近 沿岸流 및 堆積率 分布 詳細圖 (現 設置, ESE, 3.5m, 洪水時)

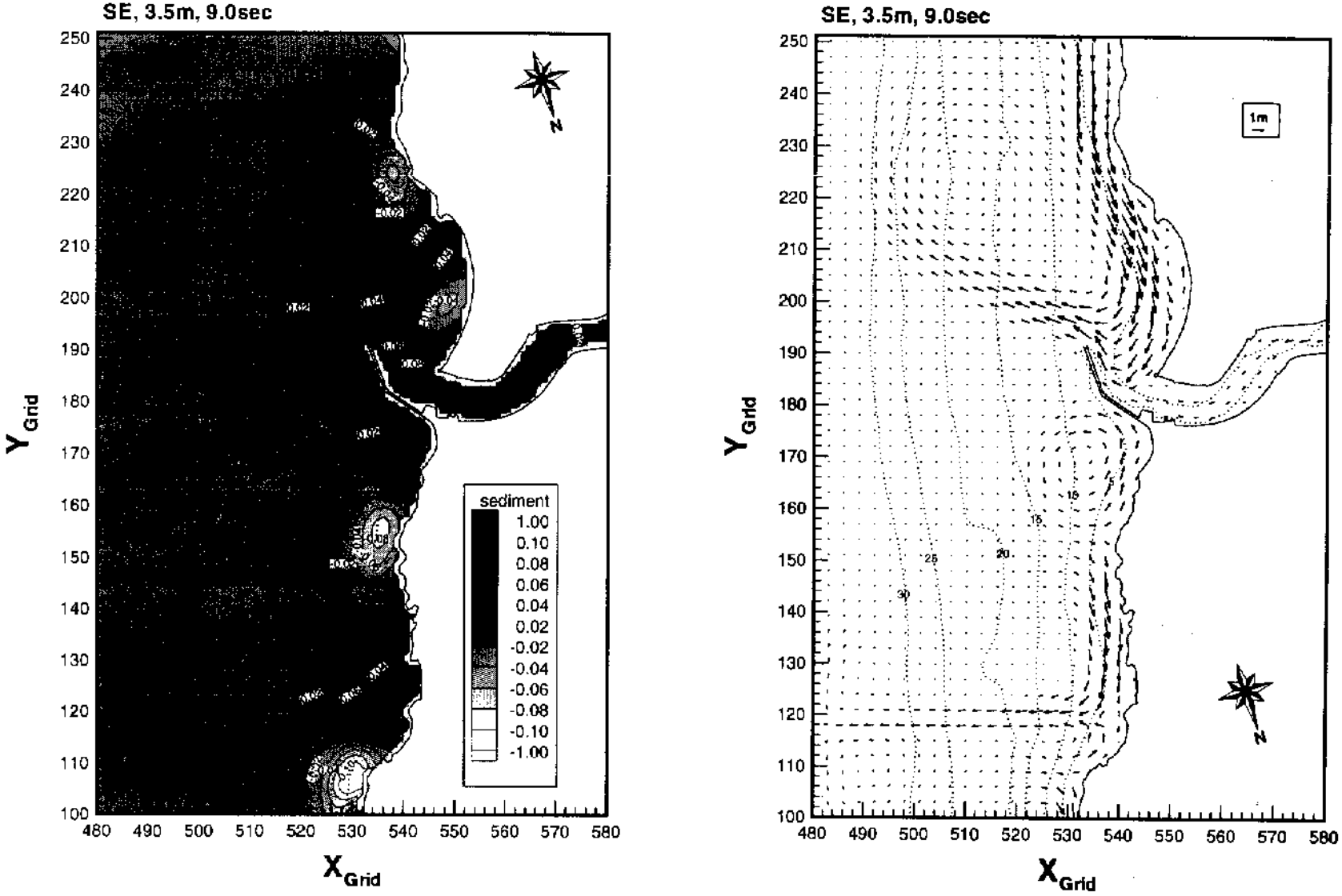



그림 4.21 江口港 附近 沿岸流 및 堆積率 分布 詳細圖 (既 設置, SE, 3.5m, 洪水時)

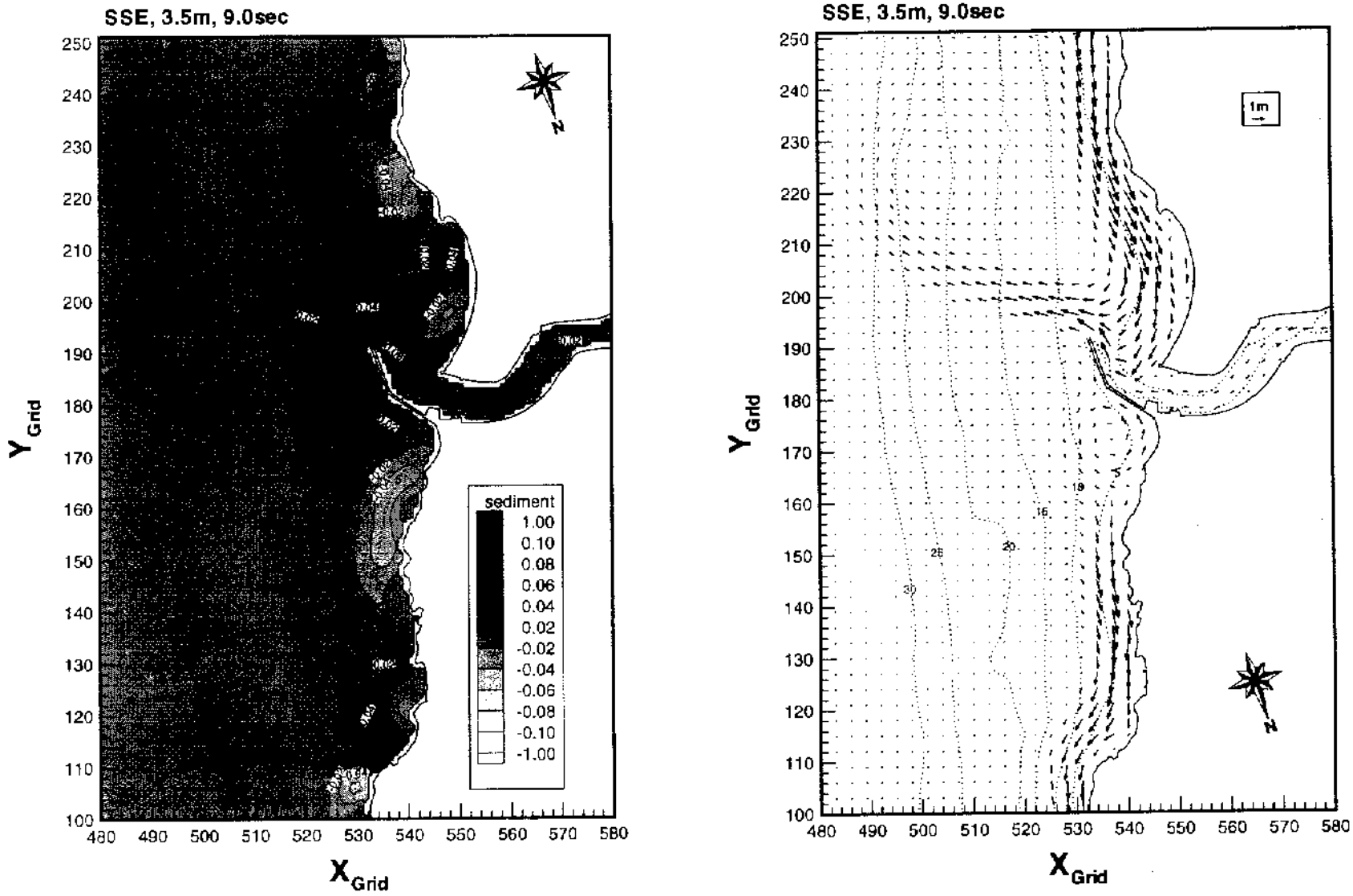



그림 4.22 江口港 附近 沿岸流 및 堆積率 分布 詳細圖 (現 設置, SSE, 3.5m, 洪水時)

# 第 5 章 構造物 配置計劃 樹立

本 章에서는 앞 章에서 既述한 모든 事項을 考慮하고 構造物의 先端水深을 計算하여 이에 대한 適正與否를 檢討한 후 各 配置案을 도출하였다. 導出된 各 配置案에 대하여 沿岸流 모형 및 堆積物移動 모형 결과를 分析하여 周邊 環境에 미치는 影響을 검토하였다. 各 配置案에는 港內 靜穩度를 유지하는 範圍 內에서 漁船의 안전한 入出港과 圓滑한 通行이 유지된 港開口幅이 勘案되었고 設海設計波를 推定하였다. 既存案을 포함한 11개 配置案을 構想하여 퇴적율이 큰 SE와 SSE 3.5m의 파랑에 대해 검토한 후 4개의 안을 選定하여 대상 파랑 전체에 대한 數値模型實驗 결과의 長短點을 比較하여 最適 配置案을 選定하였다.

## 5.1. 防波堤 先端水深 決定

防波堤 先端部는 波浪이 集中되어 洗掘되기 쉬우며 第 3章의 니이가다港에 記述한 바와 같이 이 같은 現狀은 砂濱海岸에 築造되는 防波堤에서 흔히 나타나며 洗掘이 顯著하게 일어나면 先端部의 被害가 發生하게 된다. 따라서 先端部의 被害를 막기 위한 先端水深을 決定하는 일은 매우 重要한 項目이다. 한편 先端水深을 必要 以上 깊게 設定하는 境遇에는 洗掘로 인한 被害는 막을 수 있으나 建設費用이 많이 들게 되므로 이 또한 적합한 方法이 아니다.

漂砂移動 限界水深은 先端水深을 정하는 指標가 되며 第 3章에서 分析·記述된 內容을 綜合하여 보다 安全側에 속한 사또오·다나까式을 사용하였다. 대상 港에서는 NE 계열의 波浪이 持續時間도 길고 波高도 크며 出現頻度도 높으며 第 4章 (表 4.3)으로부터 12시간 지속되는 파랑은 ENE 3.5m로 선정하였다. 江口港 방파제 계획 구간의 底質粒徑 $D_{50}$은 0.15㎜로 나타났으며 이를 사용하였다. 참고로 50年 頻度로 推定된 ENE 深海波浪의 波高는 6.4m, 週期 10.5초이며 波高에 대한 週期의 變動幅은 비교적 넓기 때문에 7.5초에서 9.5초까지의 波浪에 대한 完全移動 限界水深을 구한 결과가 (表 5.1)이다.

表 5.1 江口港 防波堤 計劃區間의 完全移動 限界水深

| 週期 | 7.5초 | 8.5초 | 9.5초 |
|---|---|---|---|
| 限界水深 | 11.7m | 12.5m | 13.1m |

(表 5.1)로부터 安全側에 속하는 週期 8.5초의 移動限界水深을 12.5m로 정하였으며 경제성을 고려하여 計劃先端 수심은 9.5m ~ 10.2m로 한계수심보다 낮은 곳에 정하여 약간의 모래이동을 허용하였다.

## 5.2. 港開口幅 決定

港 開口部는 항시 船舶이 圓滑하게 入出港하는 것은 물론 荒天時에도 안전한 操船이 이루어지도록 計劃되어야 한다. 開口部의 幅은 港內의 靜穩度가 유지되는 範圍內에서 最大의 幅으로 정하는 것이 좋다. 200톤급 漁船을 基準으로 할 경우 全幅(B)은 8m, 滿載吃水는 3m, 荒天時 波浪에 대한 餘裕를 고려한 航路幅인 6B ~ 8B와 所要水深 (-)4m, 防波堤 斷面의 傾斜, 天端高, 天端幅 및 어깨幅을 勘案한 소요길이, 配置案別 防波堤 上部工 間의 거리는 (表 5.2)와 같으며, 각 案別 開口幅 詳細圖를 <그림 5.1> ~ <그림 5.4>에 나타냈다. 각 안별 有效幅은 최대 소요폭인 64m를 넘어 충분하며 현재의 상우방사제 두부와 방파제 제간부 사이의 수심 (-)4m 간격은 88.6m가 된다.

表 5.2 案別 開口幅

| 案別 | 상치간거리(m) | 所要水深길이(m) | 有效幅(m) | 비고 |
|---|---|---|---|---|
| 現在 | 168.7 | 17.4 | 151.3 | 수심도상 (-)4m의 간격 88.6m |
| 第 1案 | 204.3 | 26.5 | 177.8 | (-)4m의 구조물간의 간격 |
| 第 8案 | 150.1 | 28.3 | 121.8 | (-)4m의 구조물간의 간격 |
| 第 11案 | 184.5 | 34.0 | 150.5 | (-)4m의 구조물간의 간격 |
| 第 12案 | 172.8 | 32.5 | 140.3 | (-)4m의 구조물간의 간격 |

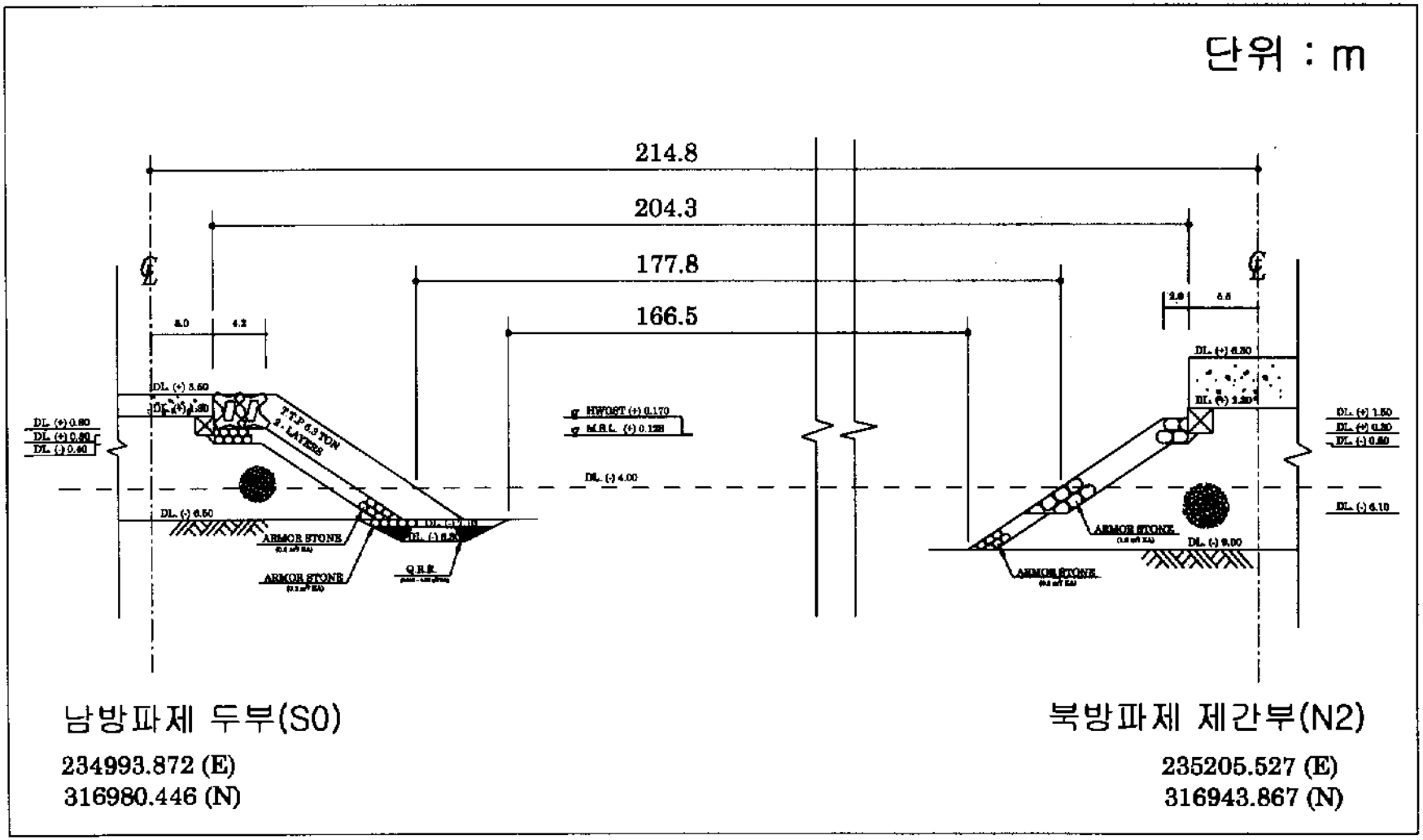



그림 5.1 第 1案 開口幅 詳細圖

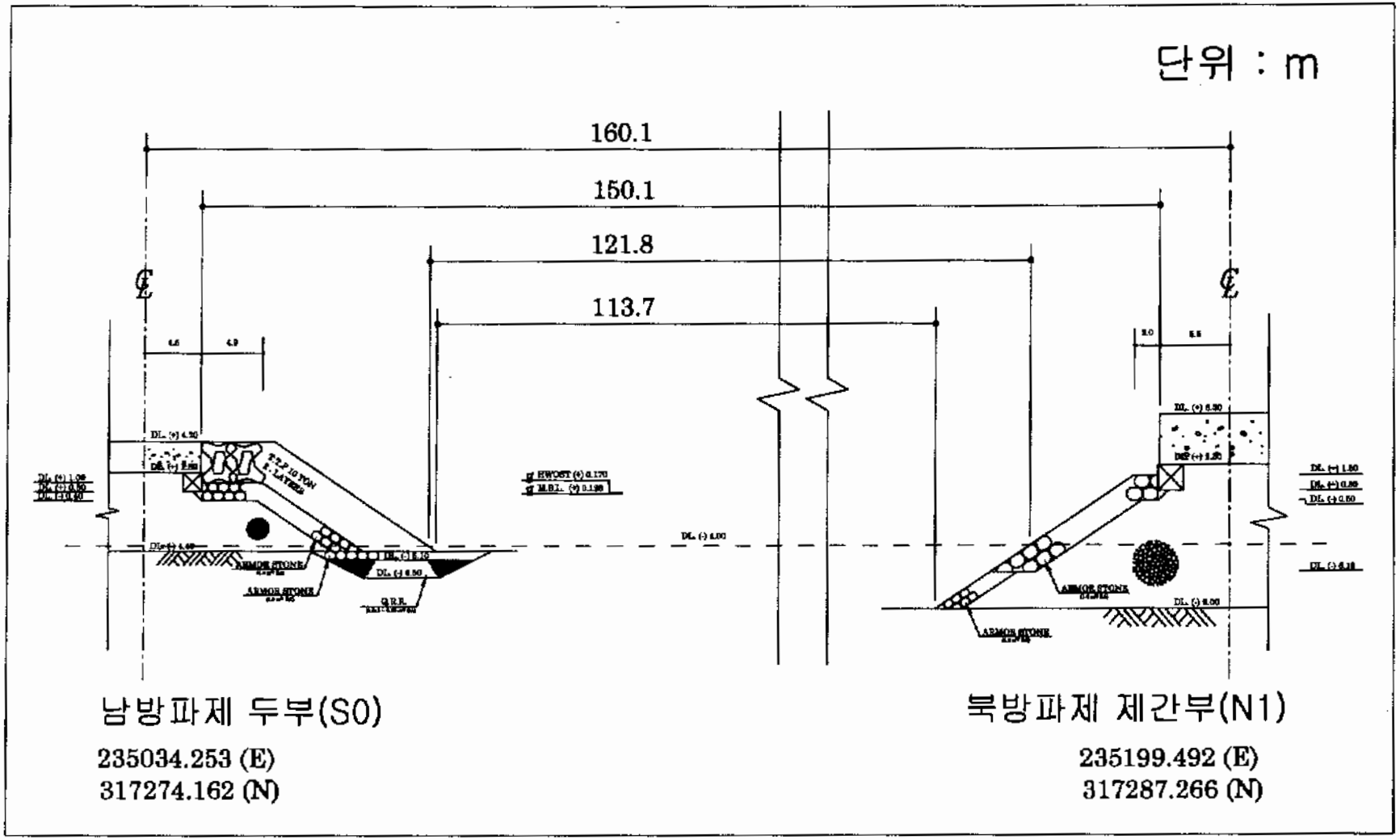



그림 5.2 第 8案 開口幅 詳細圖

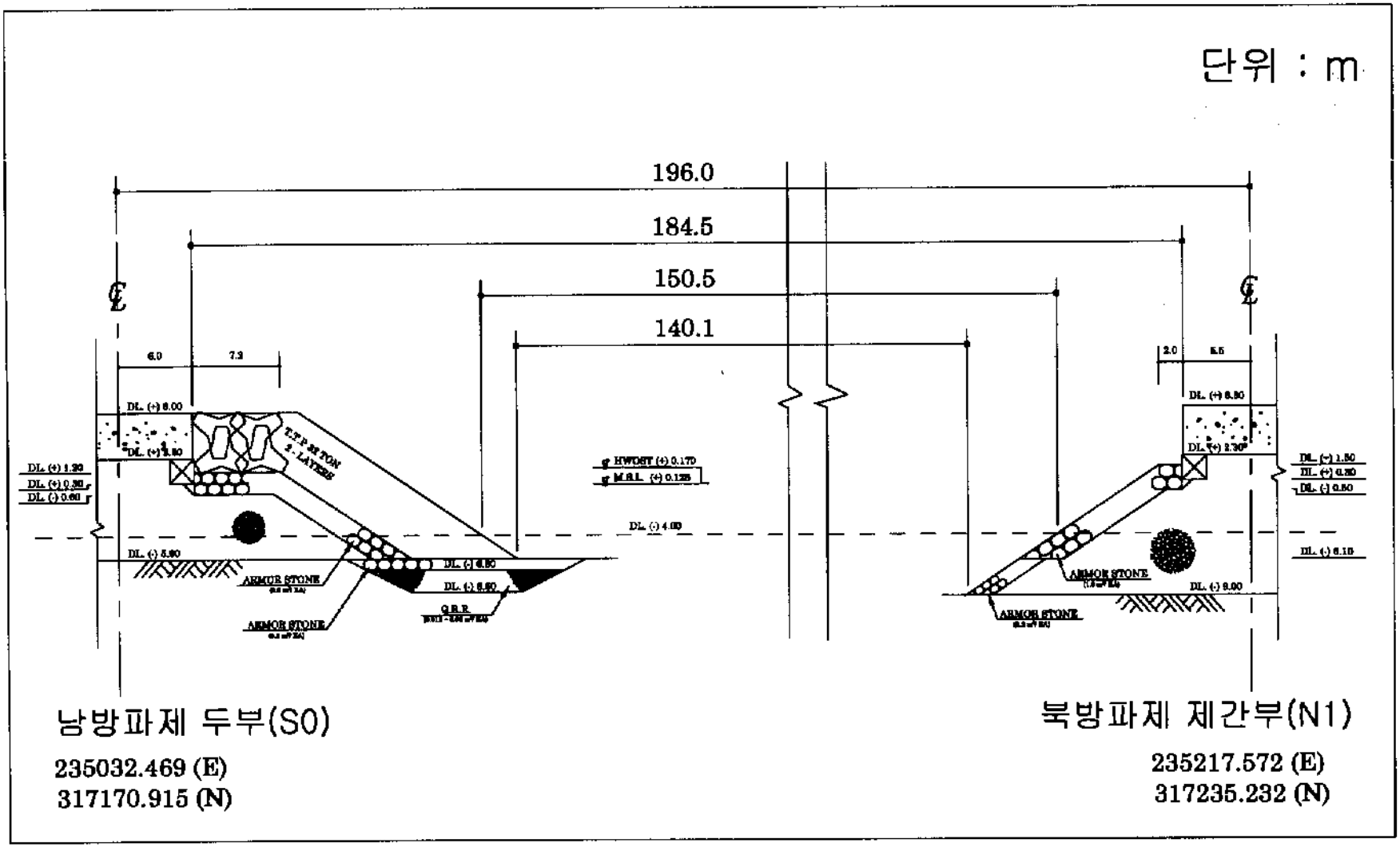



그림 5.3 第 11案 開口幅 詳細圖

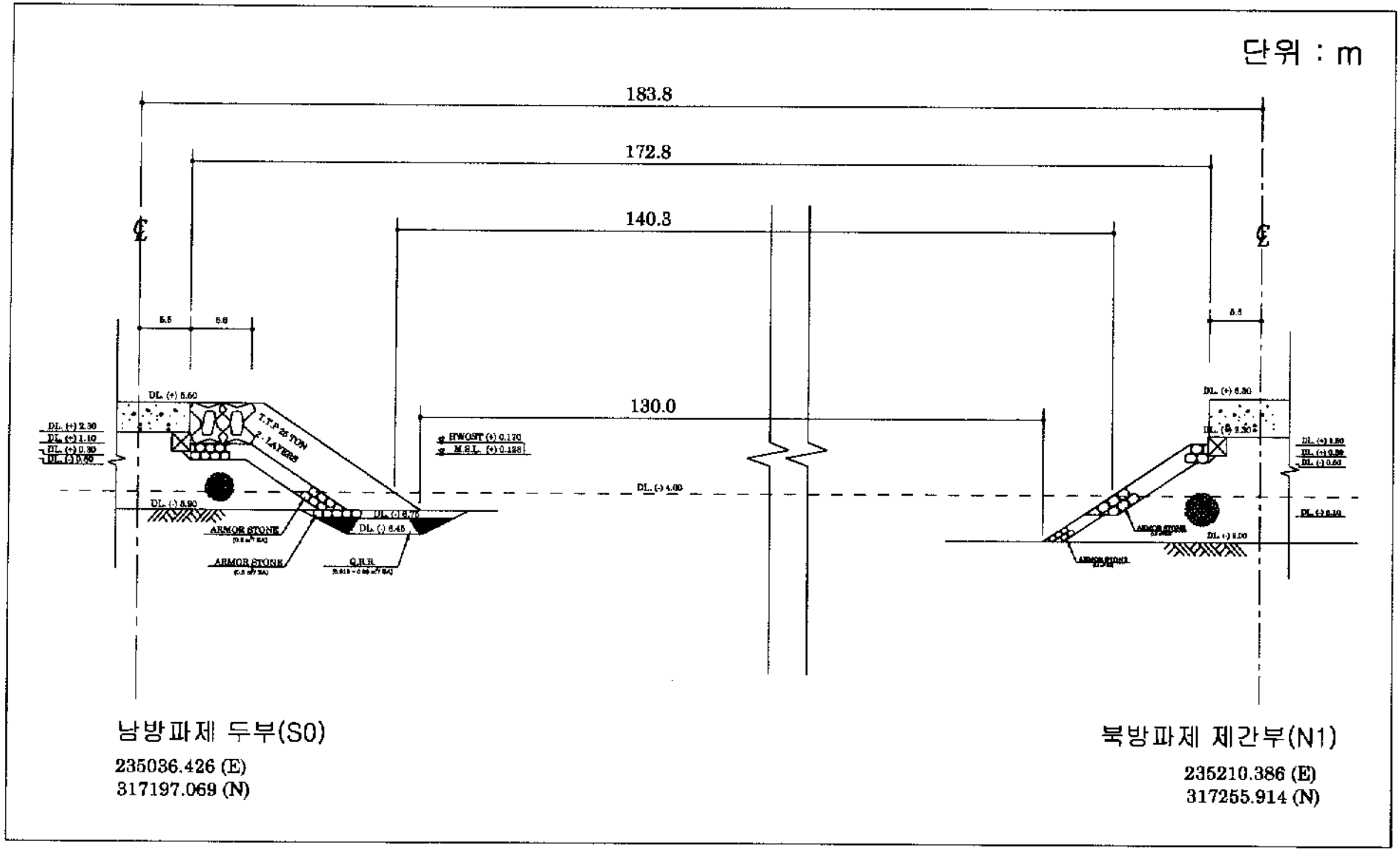



그림 5.4 第 12案 開口部 詳細圖

## 5.3. 淺海波浪 推算

配置案에 대한 淺海波를 檢討하기 위해 推算된 "海域別 深海波 推定報告書(水産廳, 1988)"에서 관련 深海波를 사용하여 屈折·摩擦·碎波를 고려하여 淺海波를 計算하였다. 淺海波 推定에 이용된 深海波 諸元은 (表 5.3)과 같으며 等水深線에 거의 平行하게 入射하는 NNE와 SSW 波浪은 排除하였다.

表 5.3 深海波浪 諸元

| 波向 | 波高(m) | 週期(초) | 입사각 | 비고 |
|---|---|---|---|---|
| NE | 7.5 | 12 | 63 | |
| ENE | 6.4 | 10.5 | 40.5 | 北防波堤 |
| E | 5.5 | 9 | 18 | |
| ESE | 6.0 | 10 | -4.5 | |
| SE | 5.5 | 10.5 | 27 | 北防波堤 |
| SSE | 7.0 | 11 | -49.5 | 南防波堤 |
| S | 9.0 | 13 | -72 | 南防波堤 |

淺海波 推定에는 漁港 設計 淺海波 推定報告書(水産廳, 1988)의 방법을 사용하였으며 第 4章에 記述된 波浪變形 模型과는 다르다. 그러나 深海波는 通常 16 方位로 나타내지며 한 方位角은 22.5° 이므로 淺海波 推算을 보다 정밀하게 計算하기 위하여 이를 3等分하고 각 경우의 波向은 等分의 中心角을 사용하여 計算한 후 계산된 波高와 波向의 算術平均 값을 나타내었다.

海圖(圖葉番號 150, 159)와 本 課業 水深測量 結果를 사용하여 淺海波推算 數値模型의 格子水深을 만들었으며 이는 第 4章의 堆積物移動 模型에 사용한 <그림 4.1>과 同一하다. 대상 항들에 대한 淺海波模型의 原點은 外海側 上端 모서리이며 陸地方向을 $x$축, 海岸線方向을 $y$축으로 정하기 때문에 數値模型의 $x$축은 正東과 162° 의 각을 가져

NE 波向은 模型에서는 63° 의 각으로 入射하게 된다. 數値模型 $y$축상의 水深은 약 100 미터에 달해 (表 5.3)의 11초 이하의 파랑은 深海域에 해당되며 그 밖의 파랑은 Snell의 법칙을 사용하여 初期條件으로 이용하였다. <그림 4.1>에서 굵은 直四角形內에 속한 水深座標를 模型座標로 만들기 위해서 座標變換을 하여 格子水深圖를 作成하였다. 格子의 크기는 $x$와 $y$방향 모두 20m 間隔으로 $x$방향에는 601개(12㎞), $y$방향은 401개(8㎞)의 格子水深을 構成하였다.

構造物 設計에 필요한 淺海波를 提示하기 위하여 計算된 淺海波 推定値와 既存 資料 및 (表 5.4)의 기타 事項을 검토하여 基準을 設定한 후 算出하였다.

表 5.4 設計波 推算 檢討基準

- 區間別 設計波 導出
- 既存 設計波 및 斷面 檢討
- 構造物에 最大 影響을 미치는 波高 導出
- 波浪이 集中되는 曲部의 波高 勘案
- 構造物 遮蔽를 勘案
- 施工의 容易性 勘案

淺海設計波는 사형의 影響을 크게 받기 때문에 同一한 水深에서도 그 값이 다를 수 있으며 平面配置形態에 따라 先端部에 작용하는 波浪이 오히려 堤幹部의 波浪보다 작을 수 있다. 이 경우 被覆材의 重量 및 斷面을 구하면 一部 堤幹部에서는 작아져 斷面의 變化로 인한 施工의 어려움과 構造物 安定에도 惡影響을 줄 수 있기 때문에 피하는 것을 원칙으로 하였다.

## 5.4. 構造物 配置案

外廓施設의 平面配置에는 來襲 波浪을 遮斷하고 港內를 靜穩하게 保護하는 동시에

港의 機能이 低下되지 않도록 漂砂堆積에 의한 埋沒抑制方案 등이 考慮되어야 한다. 또한 配置案 樹立時에는 建設費 및 將來擴張을 고려한 適正規模의 配置案이 決定되어야 한다.

漂砂移動이 큰 砂質海岸에 築造되는 外廓施設의 配置는 漂砂의 特性과 防波堤의 遮蔽機能을 충분히 考慮하여 配置하여야 한다. 砂質海岸의 防波堤 配置는 第 3章에 記述된 바와 같이 다음 事項에 有意하여야 한다.

1) 港 開口部를 漂砂移動이 많은 水域에 위치시키지 말아야 한다.
2) 漂砂移動의 上流側에 위치하는 防波堤의 基部는 沿岸漂砂를 沮止하고 堆積되도록 碎波線을 넘는 곳까지 海岸線에 直角方向으로 伸長한다. 이 부분이 짧거나 漂砂下流側으로 치우치면 상류측의 土砂捕捉 能力이 작아져 土砂가 용이하게 防波堤를 따라 港入口로 移動되어 堆積된다.
3) 海岸線에 直角으로 나온 突出部의 先端을 屈曲시켜 波浪을 遮蔽시킴과 동시에 이 傾斜部에서 反射된 波浪을 이용하여 漂砂를 港入口 반대측으로 擴散시키도록 防波堤 法線을 정한다.
4) 防波堤 先端部는 洗掘에 따른 被害를 막기 위해 移動限界水深을 넘는 지역에 位置시키는 것이 바람직하다.
5) 漂砂下流側에 防砂堤를 設置하는 경우 卓越波浪諸元을 이용 漂砂上流側 防波堤에 의한 回折係數가 1.0인 線 附近에 設置한다.

上記 事項들을 勘案한 11개의 配置案과 既存案을 포함하여 12개의 平面配置案을 構想하여 <그림 5.5>에 각각 나타내었다. 點線으로 나타낸 格子의 크기는 100미터이며 等深線은 1998年 7月의 測深資料이다. 配置案에는 안별 計劃構造物의 종류 및 길이를 표기하였으며 洪水時 五十川 河川水가 外海로 원활히 유출되도록 항 入口幅을 넓게 재확하였다. 第 2章의 資料調査 및 第 4章의 現在 外廓施設에 대한 數値模型實驗 結果에 의하면 江口港 港內埋沒의 모래는 河川土砂, 防波堤 先端을 돌아 유입되는 모래 그리고 南側

海岸에서 이동되는 모래로 조사되었으며 이 가운데 主 要因으로 작용하는 남측해안에서 유입되는 모래를 차단하기 위해서는 南防波堤를 길게 延長하는 것이 좋으나 洪水時의 河川水 원활한 流出을 勘案하여야 하기 때문에 너무 길게 계획할 수 없다.

防波堤를 연장할 必要性은 첫째 前面의 等水深線이 방파제와 거의 평행하게 배치되어 基部에서 先端으로 이동되는 漂砂를 저지해야 하며 둘째 남측해안에서 移動되는 모래를 저지하기 위해서는 現 防砂堤와 상당히 떨어진 거리에 새로운 구조물을 설치해야 하며 防波堤를 연장하지 않고 남측해안에 구조물을 설치하는 경우 第 3章의 沙川津 港의 예에서 나타난 바와 같이 새 構造物과 방사제 구간은 모래의 貯藏所로 作用하여 南東系列의 파랑이 貯藏된 모래를 港內로 유입시키는 결과를 초래하기 때문이다.

既存案인 1案은 방파제를 기존 法線方向으로 延長시킨 것이니 이 경우 五十川의 河川水의 흐름을 計劃 防波堤가 저지하는 형태이므로 계획 방파제의 法線은 외해로 折曲시키는 것이 河川水의 원활한 외해 유출에 효과적이고, 북측에서 南下하는 모래를 저지하는 데도 보다 효과적이다. 그러나 檢討案에서는 計劃 防波堤의 法線을 기존 法線方向으로 연장하는 경우와 折曲시킨 경우를 모두 포함하였다.

檢討에 고려된 12개안은 堆積率이 큰 SE와 SSE 3.5m의 波浪에 대해 수치실험을 행하였으며 이 가운데 埋沒抑制力, 港內水域 利用性 그리고 장래 擴張性을 고려하여 第 1案, 8案, 11案, 12案을 選定하여 이 4개의 안을 면밀히 檢討하였다. 12개안의 유형별 특징을 略述하면 1案 ~ 4案은 北防波堤의 계획길이가 길며, 5案 ~ 8案은 建設費가 많이 드는 北防波堤의 계획길이를 최소화하고 南側海岸에 防砂堤를 설치하는 것이 특징이다. 마지막으로 9案 ~ 12案은 남측해안의 향후 개발이 용이하도록 구상하였다.

수치실험의 결과 가운데 SSE 3.5m의 파랑에 대한 沿岸流 分布 詳細圖는 <그림 5.6>에, <그림 5.7>에는 堆積率 分布 詳細圖를 각각 나타내었다.

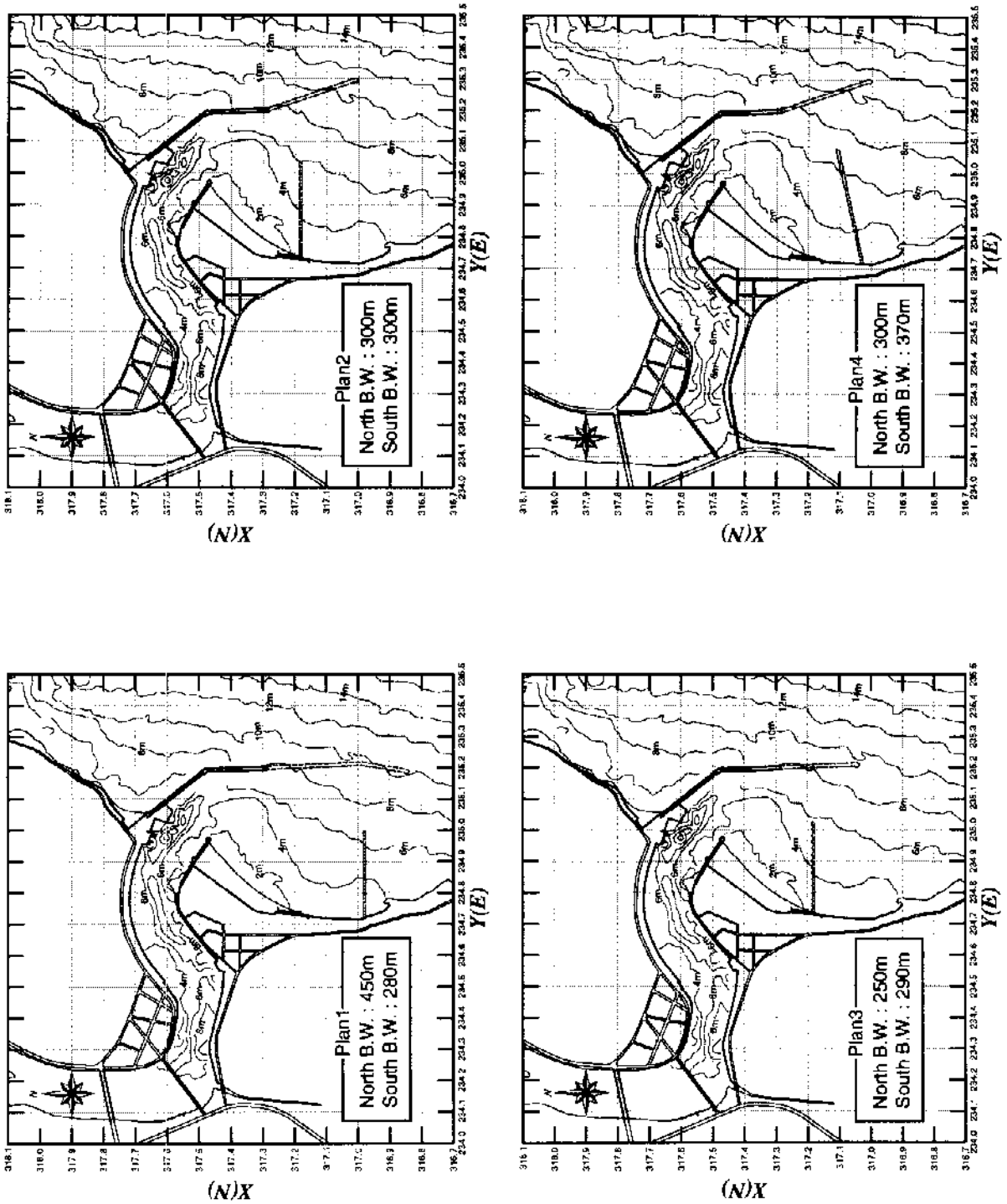



그림 5.5 江口港 平面配置案 比較圖(1案, 2案, 3案, 4案)

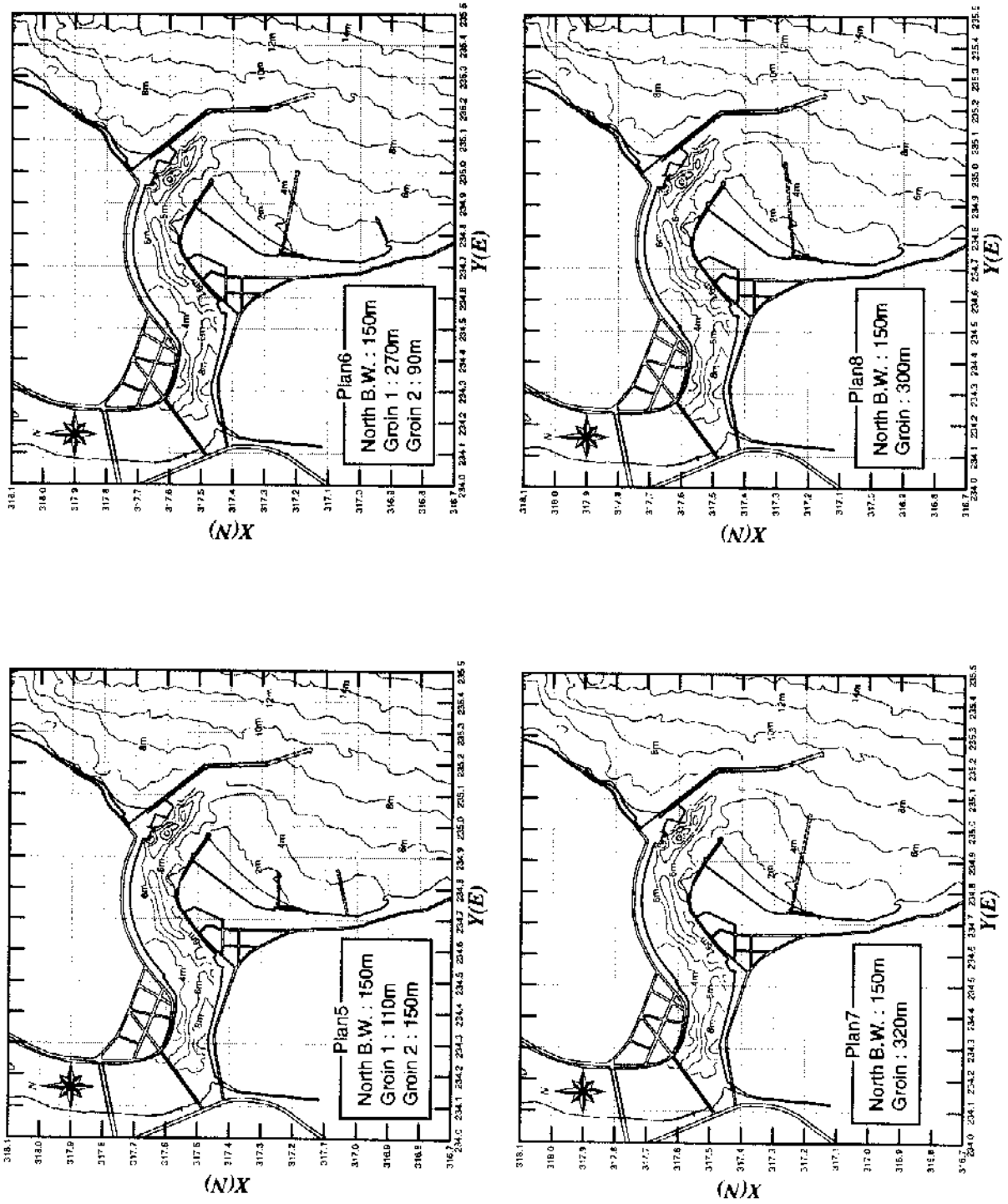



그림 5.5 계속 (5案, 6案, 7案, 8案)

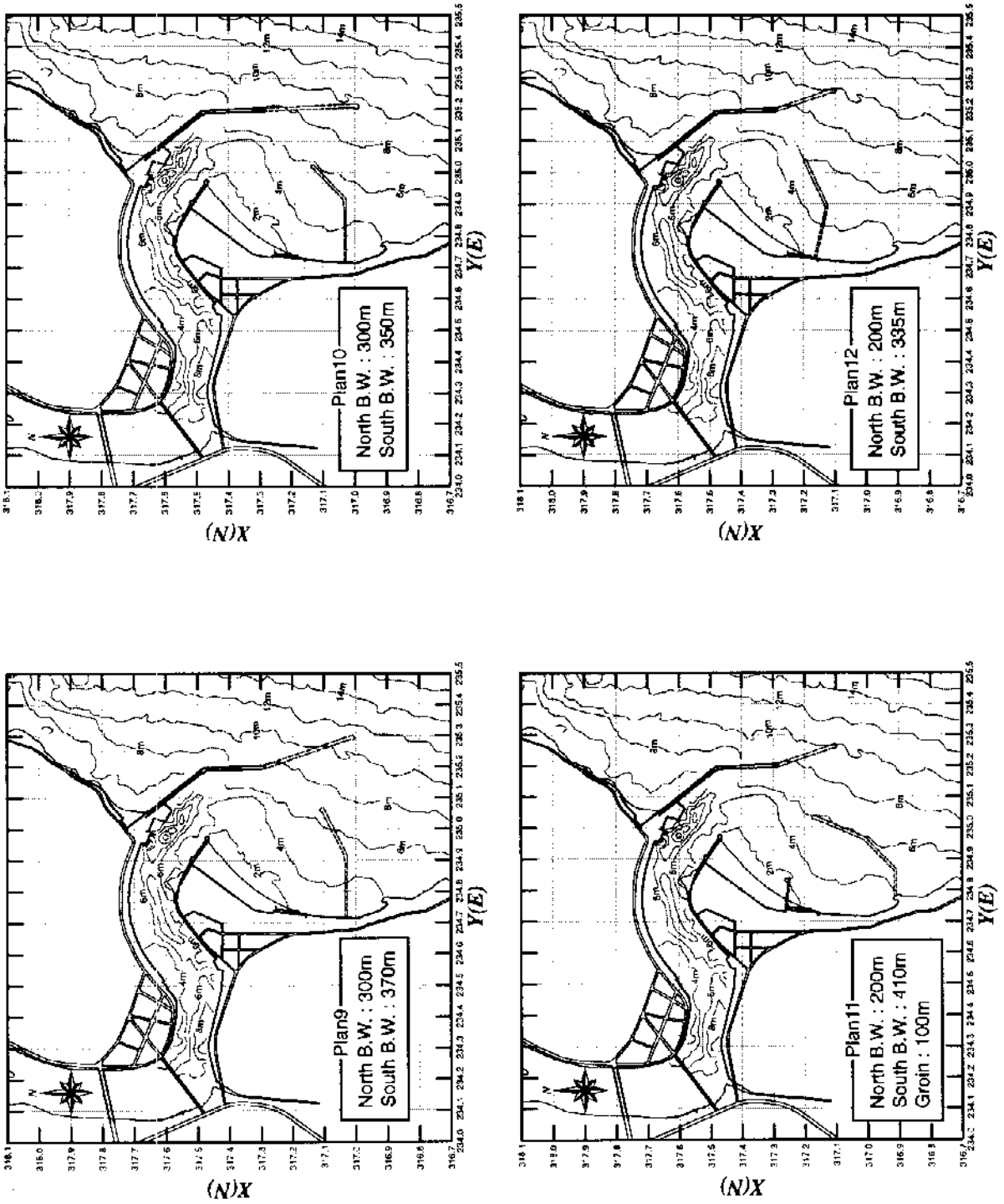



그림 5.5 계속 (9案, 10案, 11案, 12案)

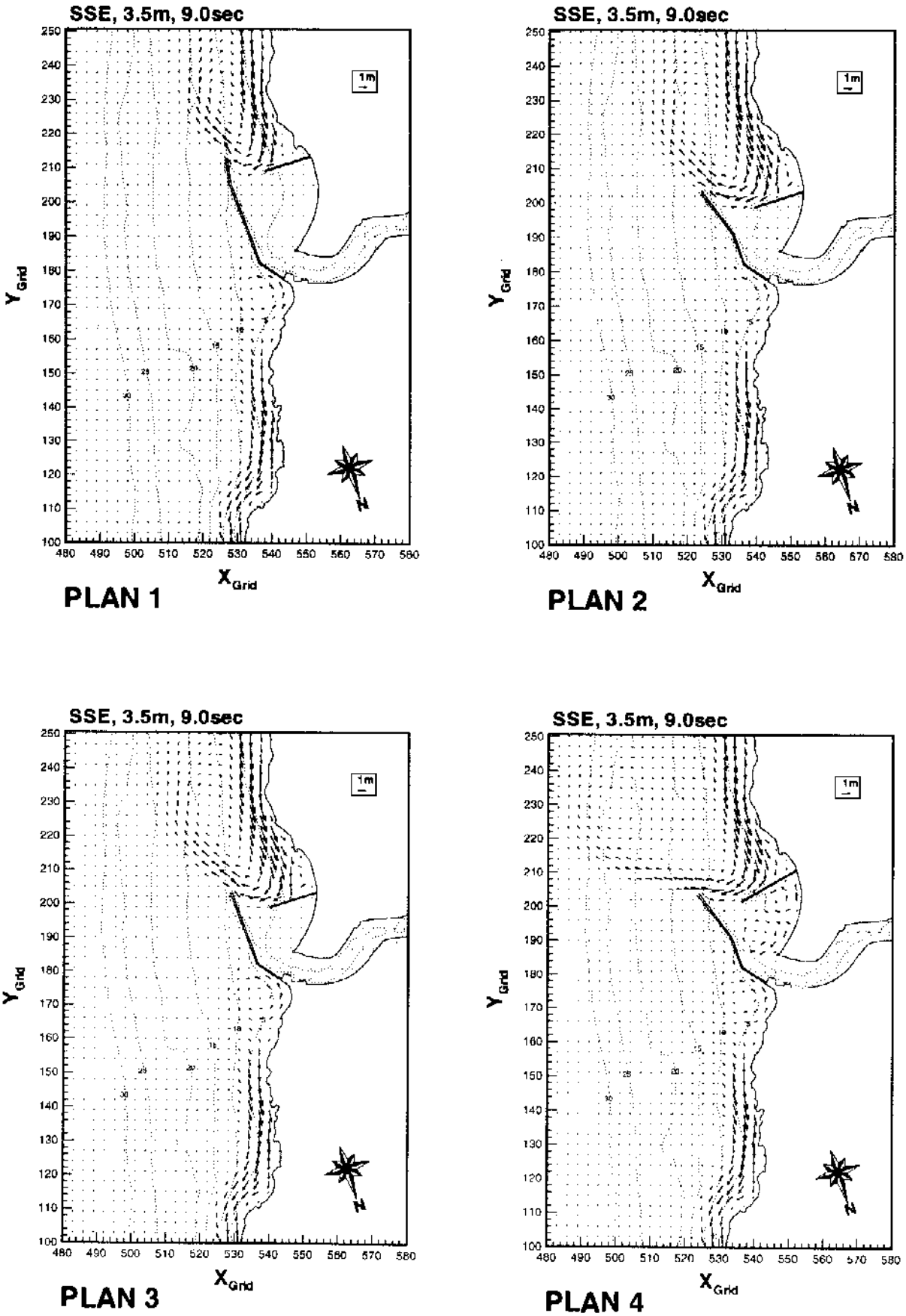
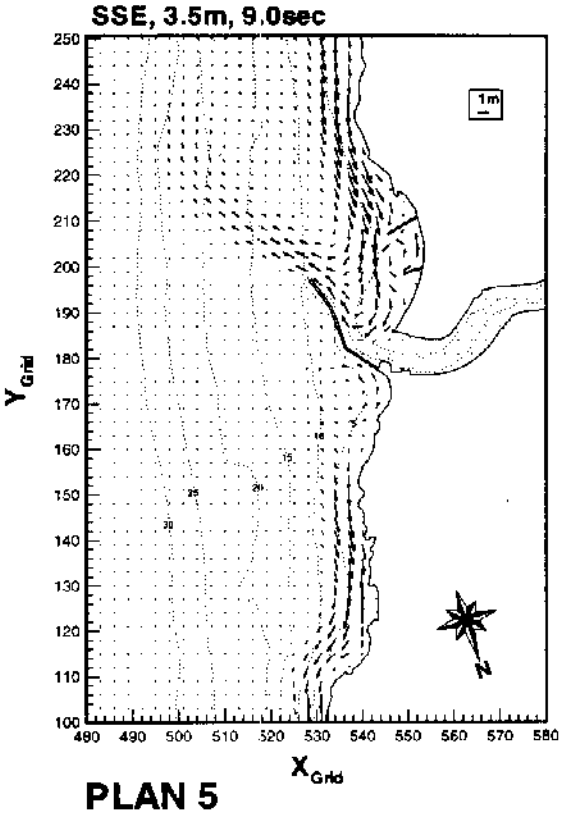
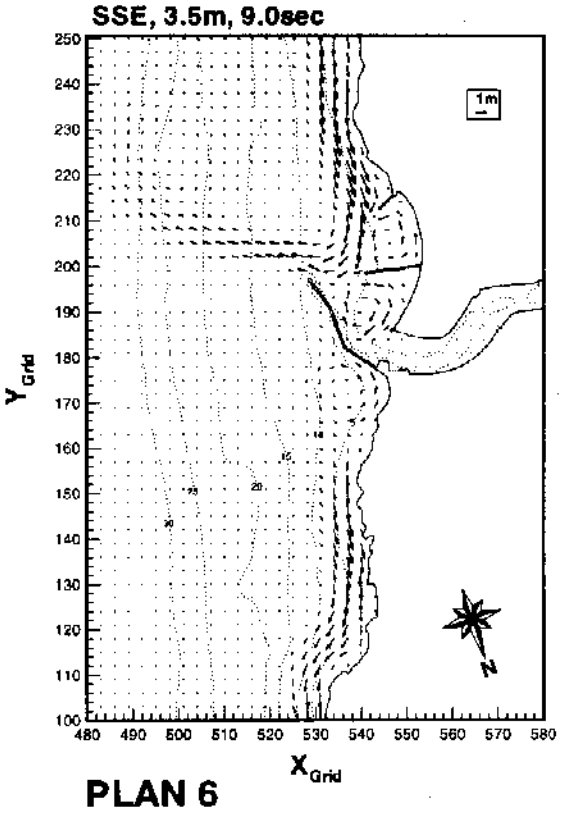
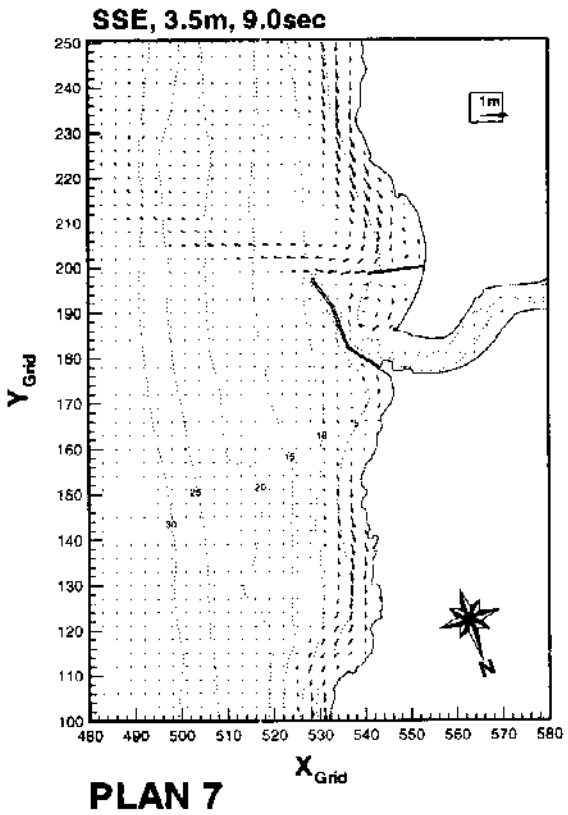



그림 5.6 江口港 附近 沿岸流 分布 詳細圖(1案, 2案, 3案, 4案)



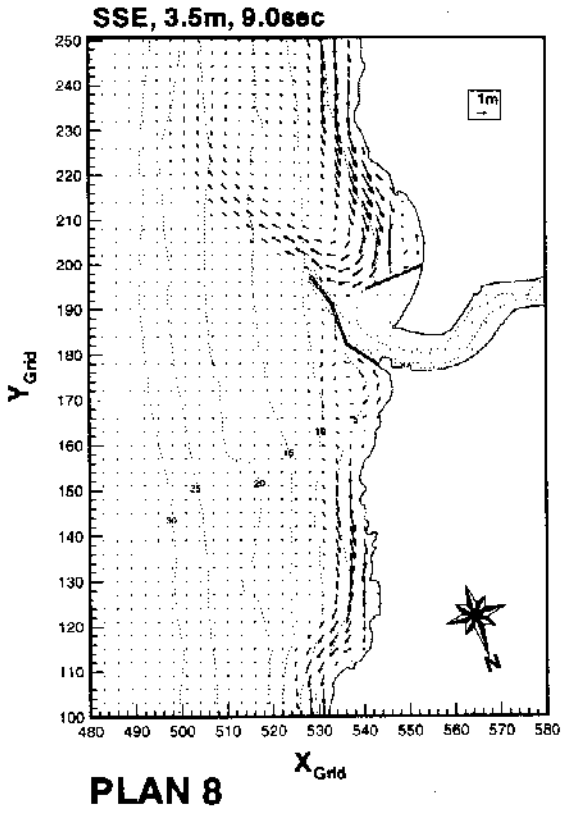
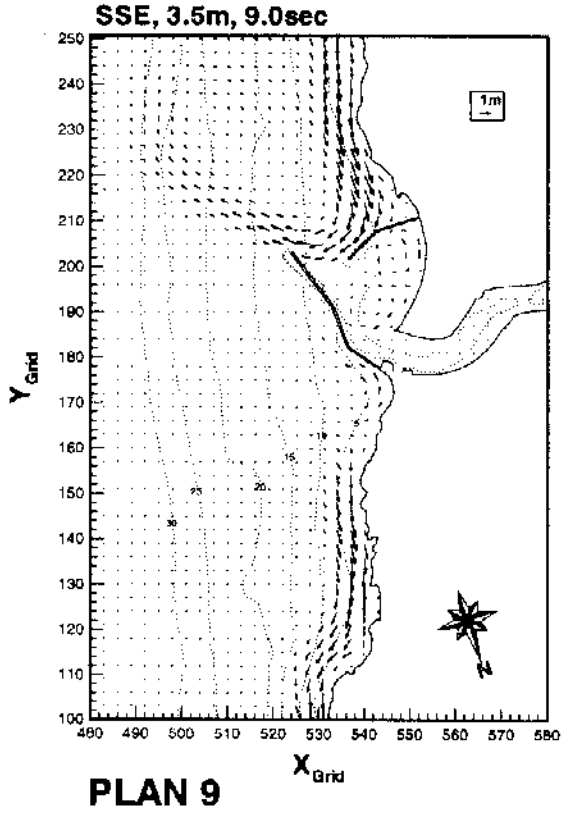
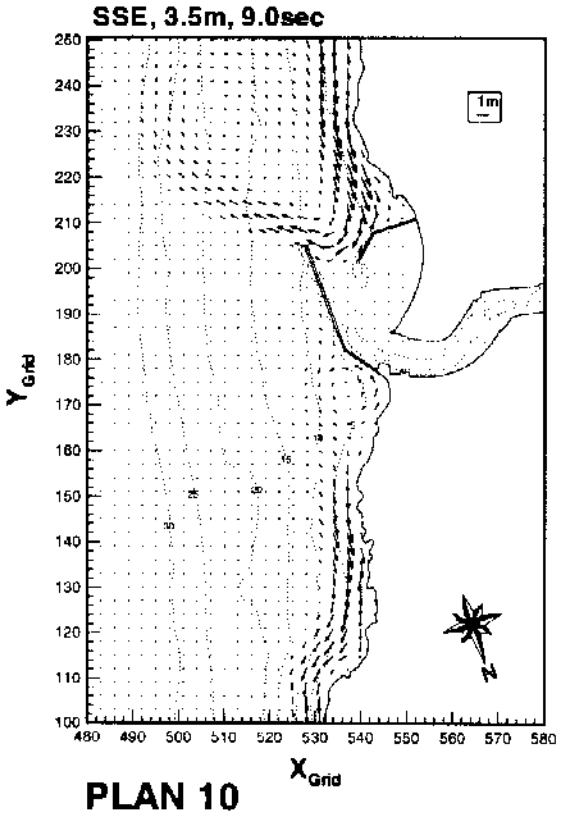
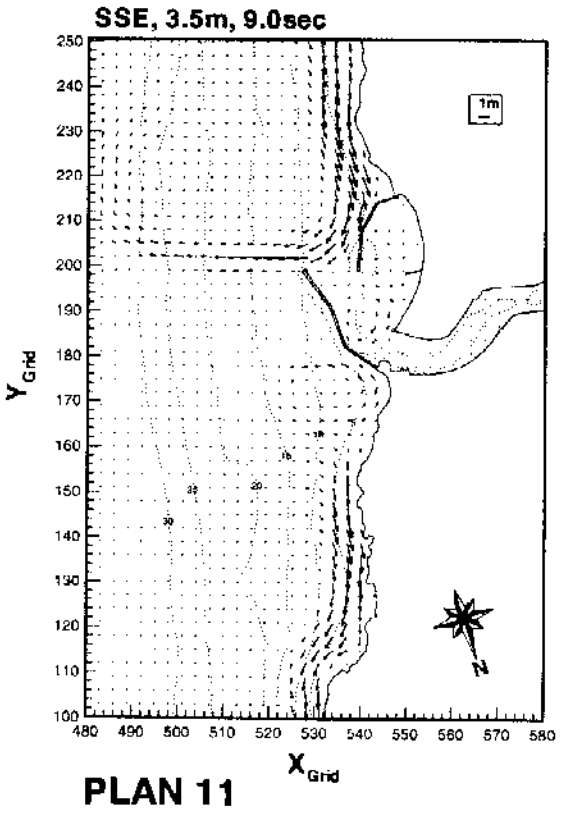




그림 5.6 계속 (5案, 6案, 7案, 8案)



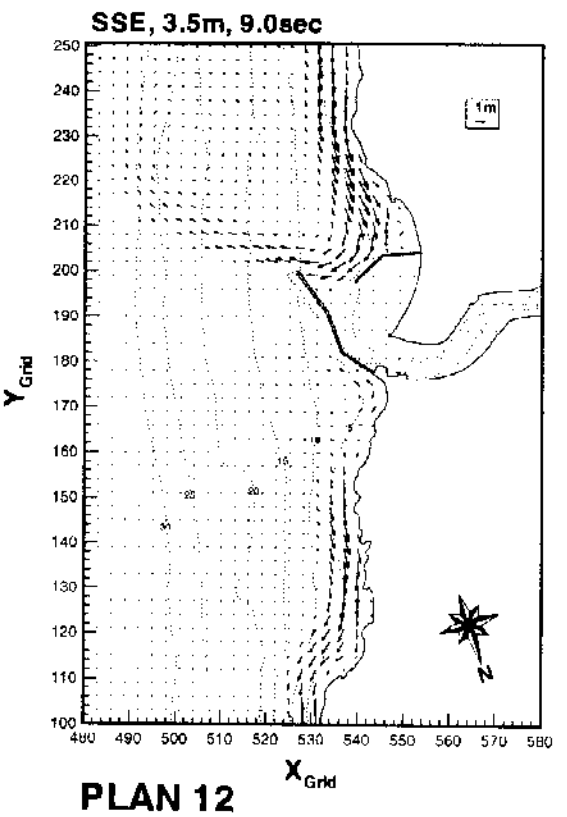




그림 5.6 계속 (9案, 10案, 11案, 12案)

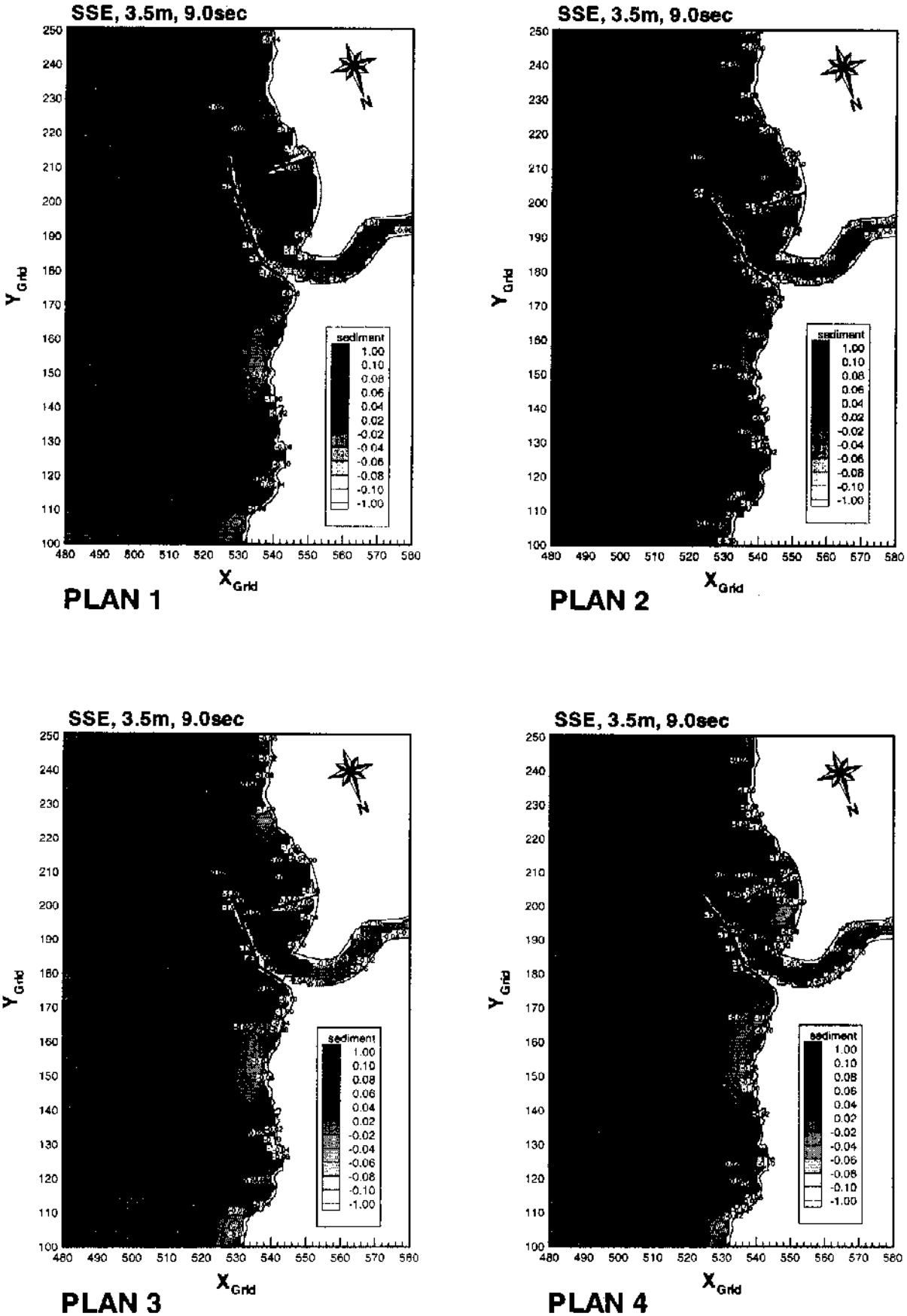
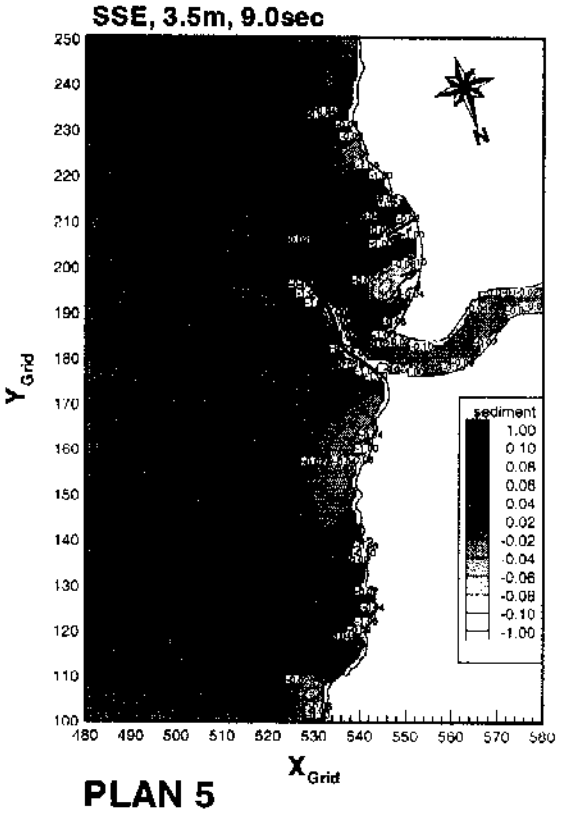
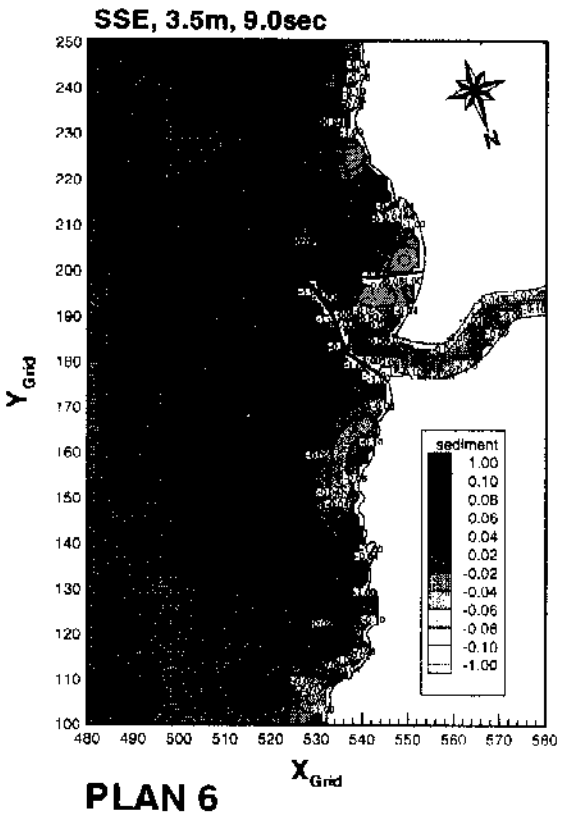
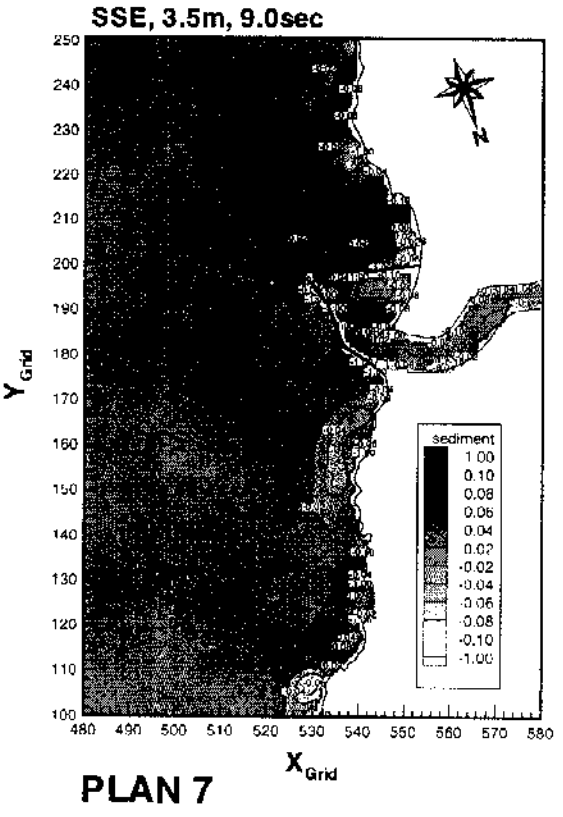



그림 5.7 江口港 附近 堆積率 分布 詳細圖(1案, 2案, 3案, 4案)



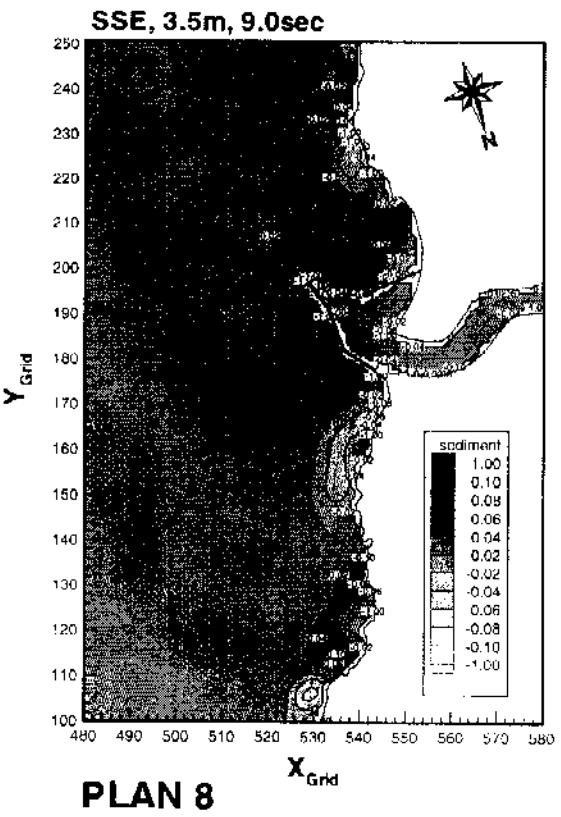
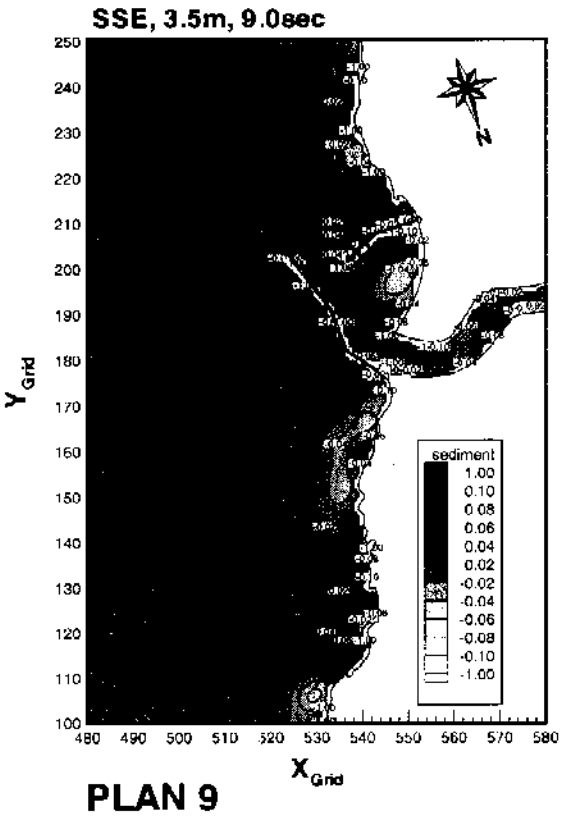
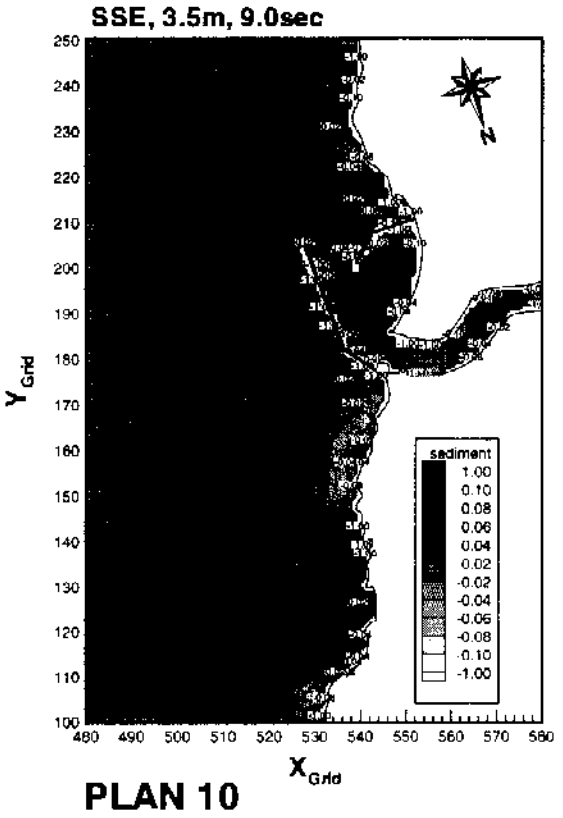
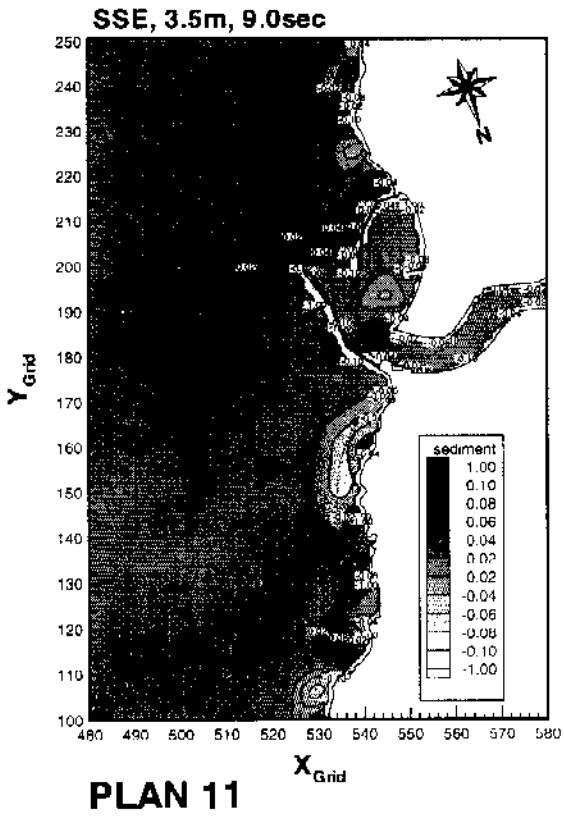




그림 5.7 계속 (5案, 6案, 7案, 8案)



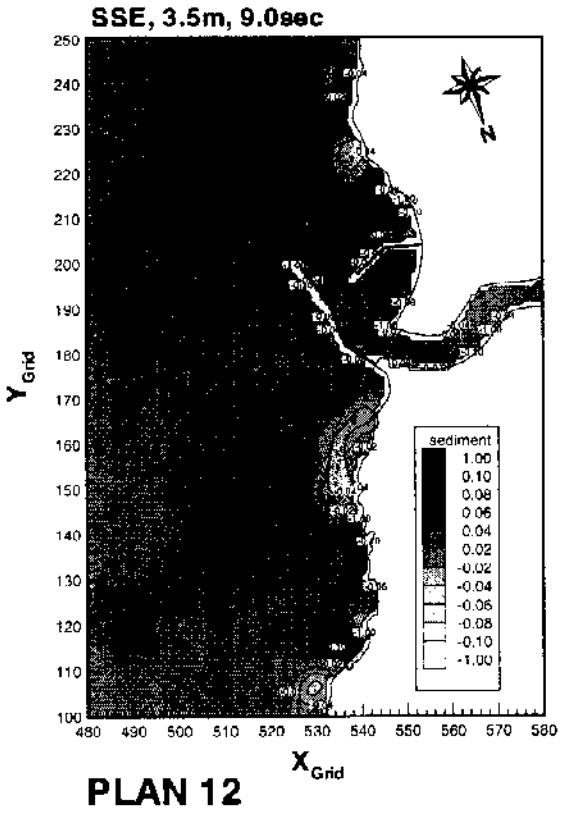




그림 5.7 계속 (9案, 10案, 11案, 12案)

選定된 4개의 안에 대해서는 (表 4.7)의 대상 波浪에 대해 平常時와 洪水時의 수치실험을 실시하여 이 중 波高 2.5m의 ENE, SE 波向에 대한 결과만을 本 章에 실었고 나머지 그림은 附錄에 提示하였다. 또한 4개의 안에 대해서는 構造物의 구간별 길이, 구간별 淺海波 波高圖와 回折圖를 作成하여 나타냈으며 建議案인 12안에 대해서는 淺海波 計算結果인 波高分布圖 및 波向·波高圖를 추가로 제시하였다.

第 1案인 既存案은 "沿岸港 開發 基本計劃 用役報告書(1996)"의 建議案이다. 檢討案 가운데 구조물의 계획길이가 가장 길어 工事費가 가장 많으며 五十川 河川水의 외해 流出을 計劃 北防波堤가 저지하는 형태를 취해 汚染物質의 港內 停滯가 심할 것으로 예상된다. 또한 港內 靜穩區域을 넓게 하기 위하여 防波堤 先端部를 海岸쪽으로 折曲시킨 관계로 船舶의 港內 出入이 불편하다.

第 8案은 工事費가 많이 드는 北防波堤의 길이를 最小化한 案이며 南側海岸에 防砂堤를 두어 남측해안으로부터 이동되는 모래의 流入을 抑制하여 既存 接岸施設의 利用率을 極大化하고 浚渫量을 최소화하도록 構想하였다. 北防波堤는 河川水의 외해 유출이 용이하도록 외해쪽으로 折曲시켜 計劃하였으나 選定된 案중 길이가 가장 짧아 先端水深이 가장 낮고 港 入口幅도 가장 좁다. 또한 港內水面積이 가장 작아 投資費에 대한 開發 利用率이 가장 떨어지는 것으로 평가된다.

第 11案은 北防波堤의 工事費와 河川水의 외해 유출의 용이도를 고려하여 길이를 200m로 計劃하였으며 港 入口幅도 150m이상으로 넓게 構想하였다. 港 入口幅이 넓어 波浪의 港內侵入이 용이함으로써 작은 量의 모래가 항내로 유입되어 既存 防砂堤 부근에 堆積되는 것으로 나타났다. 모래의 항내유입은 SSE 3.5m의 경우에 나타나나 (表 4.5)로부터 그 頻度는 매우 작아 S波浪을 포함해도 年에 4시간 정도에 해당한다.

그리고 대규모의 洪水가 발생하여 많은 量의 河川土砂가 유입되는 경우 4개의 檢討案은 전부 河川流速이 減少되는 防砂堤 부근에 堆積될 수밖에 없다. 따라서 現 防砂堤

南側에 100m의 防砂堤를 設置하여 하천토사의 南側移動을 저지하고 現在의 오포3리 海水浴場을 存置하는 것으로 構想하였다. 방파제 基部內側 대양물산 前面에 接岸施設 설치는 住民들이 강력하게 要請하고 있으며 이 地域을 제외한 지역은 새로 접안시설을 擴張할 구역이 없기 때문에 將來에는 南側海岸을 개발하여 施設別 特化를 유도하여 空間利用을 극대화할 필요가 있다. 이러한 目的과 南側海岸으로부터 流入되는 모래를 沮止하기 위해 南防波堤를 構想하였다.

第 12案은 第 11案에 비해 南防波堤의 先端을 港內側으로 더 이동시켜 港內의 모래유입을 저지력을 강화한 안으로 매몰저지력이 우수한 것으로 나타났다. 장래 計劃 南港面積이 他案에 비해 작으나 漁船隻數 및 어획량 추정에 의한 接岸施設과 水域施設의 규모와 漁港 機能施設 용지 규모에 대한 검토 결과 그리고, 日帝時代부터 개발되었기 때문에 기존 接岸施設의 배후지가 협소한 점을 감안하여 구상한 안이다. 또한 未來指向的인 多技能 어항개발을 위한 부지를 포함한 適正規模의 안으로 평가되기 때문에 본 안의 採擇을 건의한다. 한편 江口港은 沿岸港으로 開發이 되어 防波堤의 마루높이가 港灣을 基準하여 3.7m ~ 4.0m로 비교적 낮아 全 區間에서 越波가 발생하며 잦은 越波의 발생으로 인해 10톤 구간의 內側 사석이 흐트러져 이 구간에 대한 보강이 '97年 이루어졌다. 그러나 금번 推定된 淺海波高 및 漁港設計基準을 적용하면 防波堤 全구간의 補强이 필요하며 주민들의 宿願인 대양물산 前面에 物揚場 135m의 新設도 계획에 포함하였다.

檢討對象 4개의 案에 대한 構造物의 안별 구간별 길이, 구간별 波高圖와 回折圖를 作成하여 <그림 5.8> ~ <그림 5.19>에 각각 나타냈다. 第 12案에 대해서는 <그림 5.20> ~ <그림 5.23>에 波高分布圖와 波向·波高圖를 나타냈으며, 각 안별에 대한 數值模型實驗 결과는 ENE와 SE 2.5m의 파랑에 대해서 不常時 沿岸流 分布圖 및 堆積率 分布詳細圖를 <그림 5.24> ~ <그림 5.27>에, 洪水時 SE 2.5m의 파랑에 대한 沿岸流 分布圖 및 堆積率 分布 詳細圖는 <그림 5.28>과 <그림 5.29>에 각각 나타내고 그 밖의 파랑에 대한 결과는 附錄에 포함시켰다.

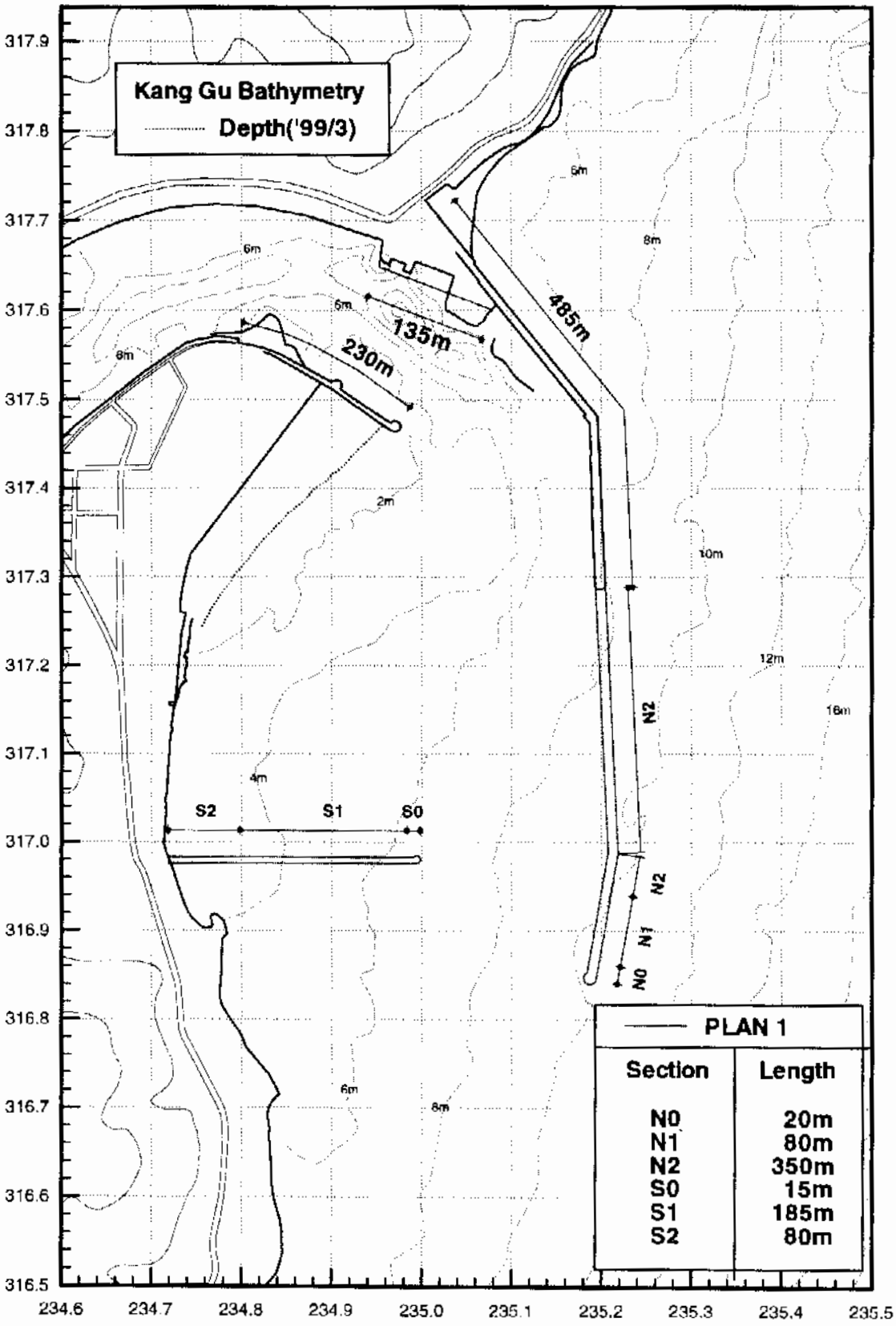



그림 5.8 第 1案 區間別 構造物 길이

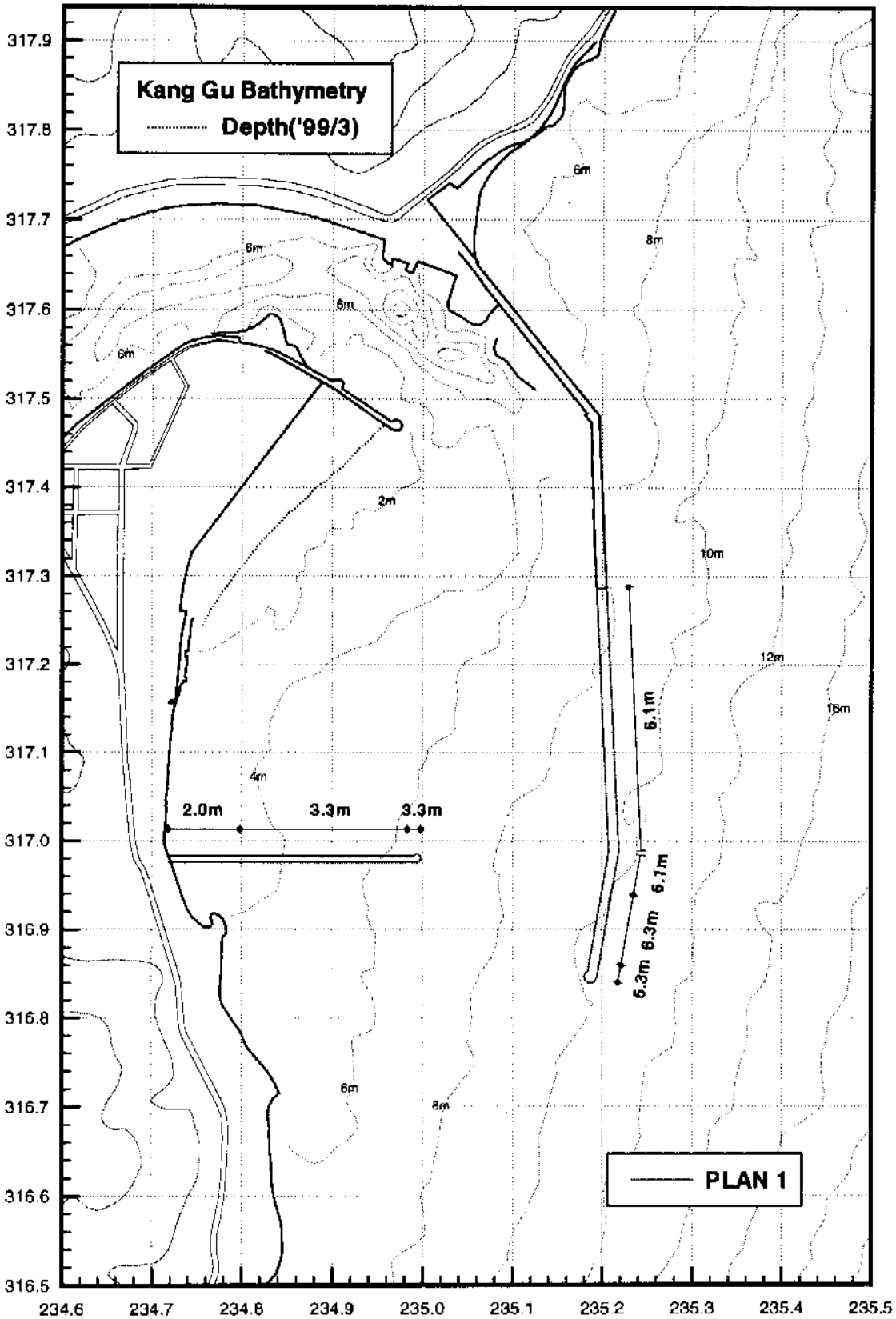



그림 5.9 第 1案 區間別 波高圖

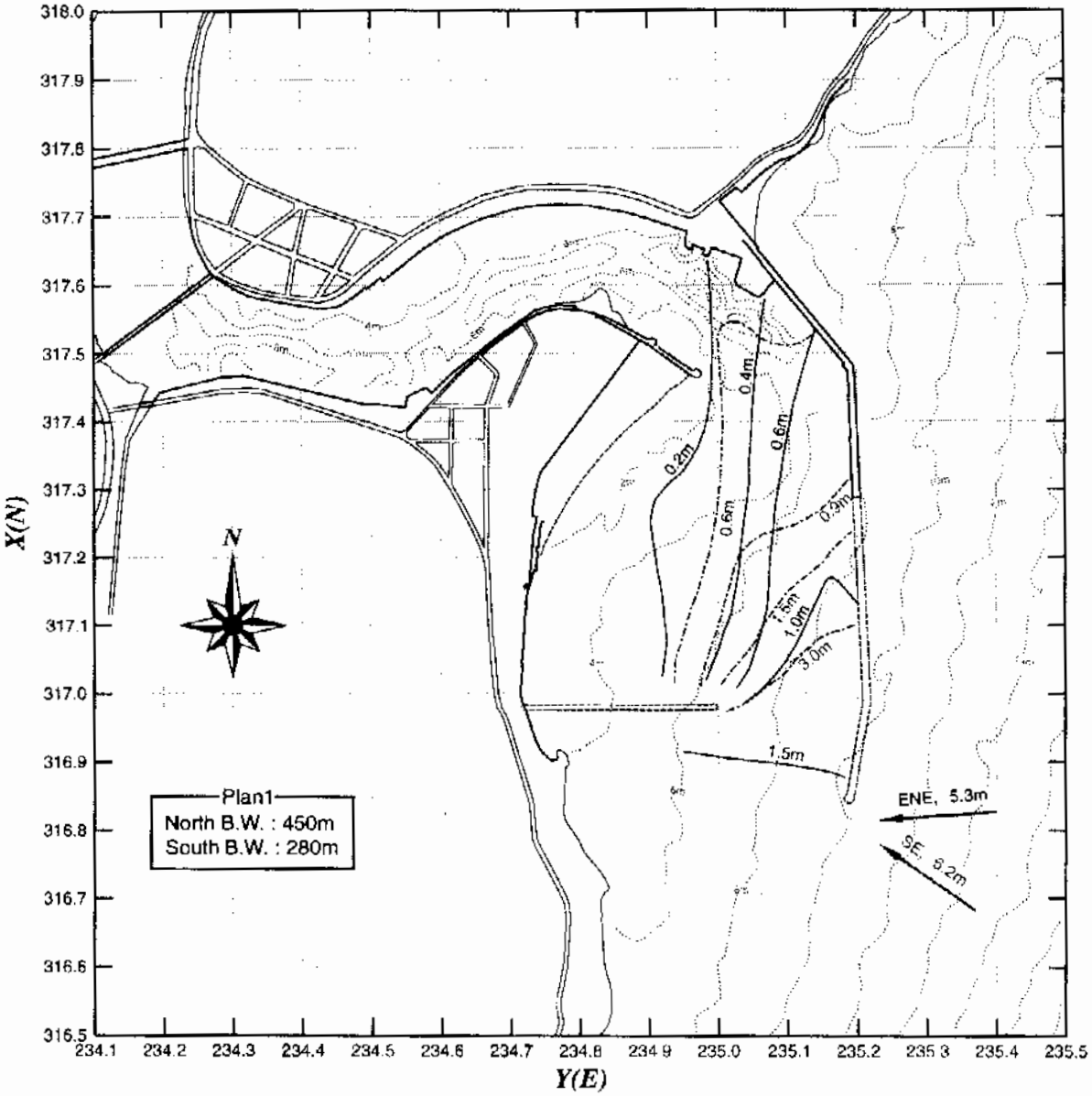



그림 5.10 第 1案 回折圖

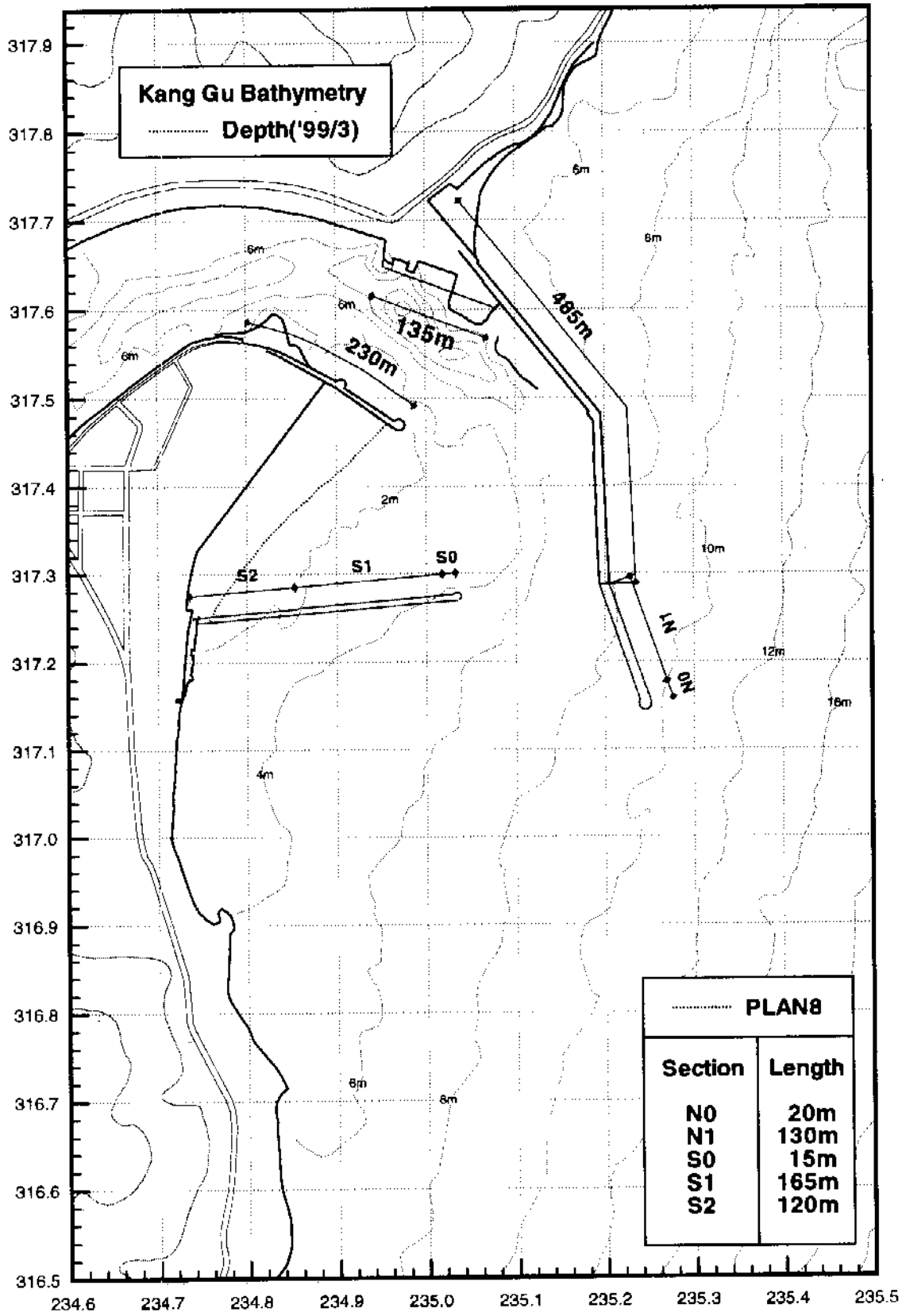



그림 5.11 第 8案 區間別 構造物 길이

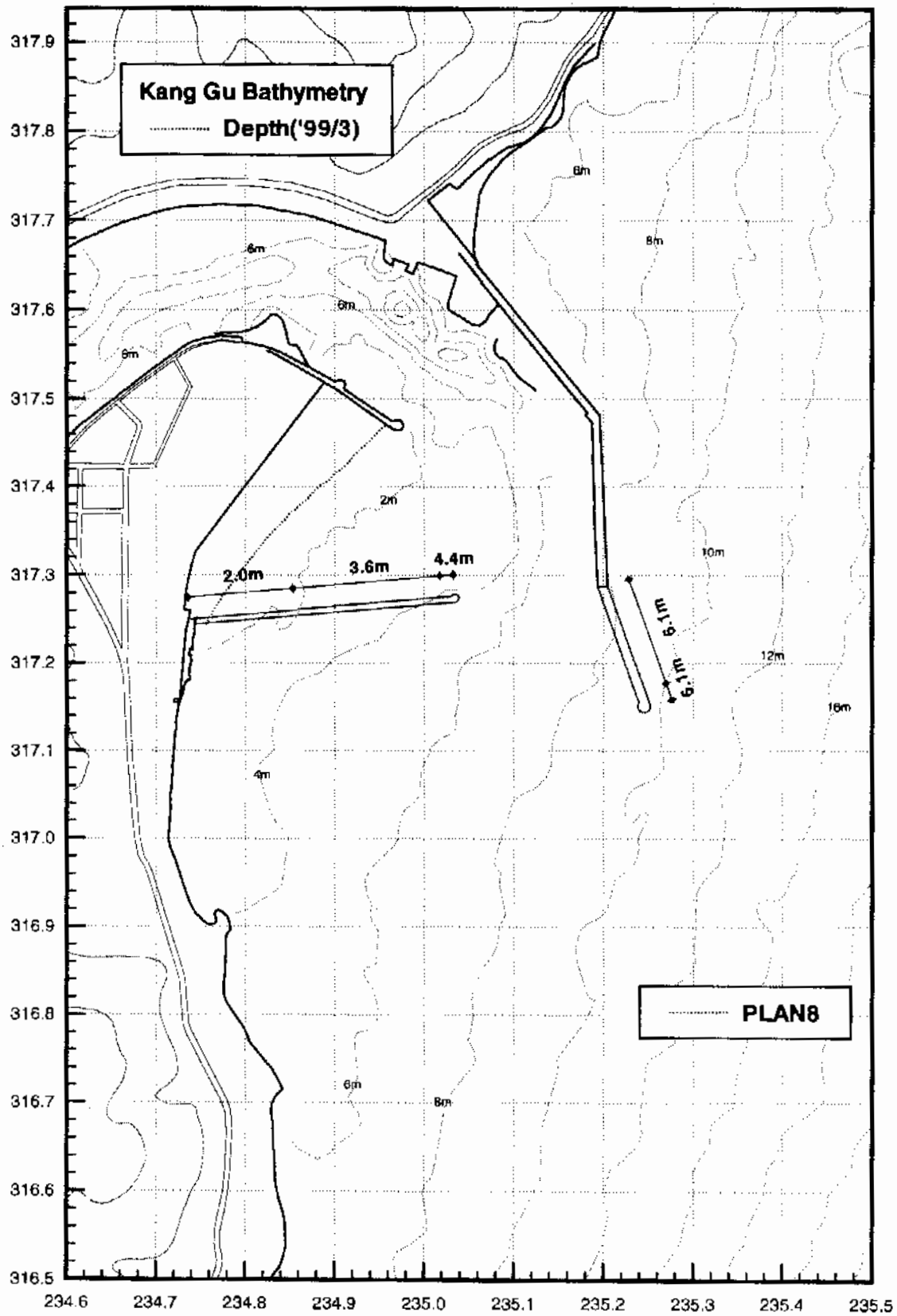



그림 5.12 第 8案 區間別 波高圖

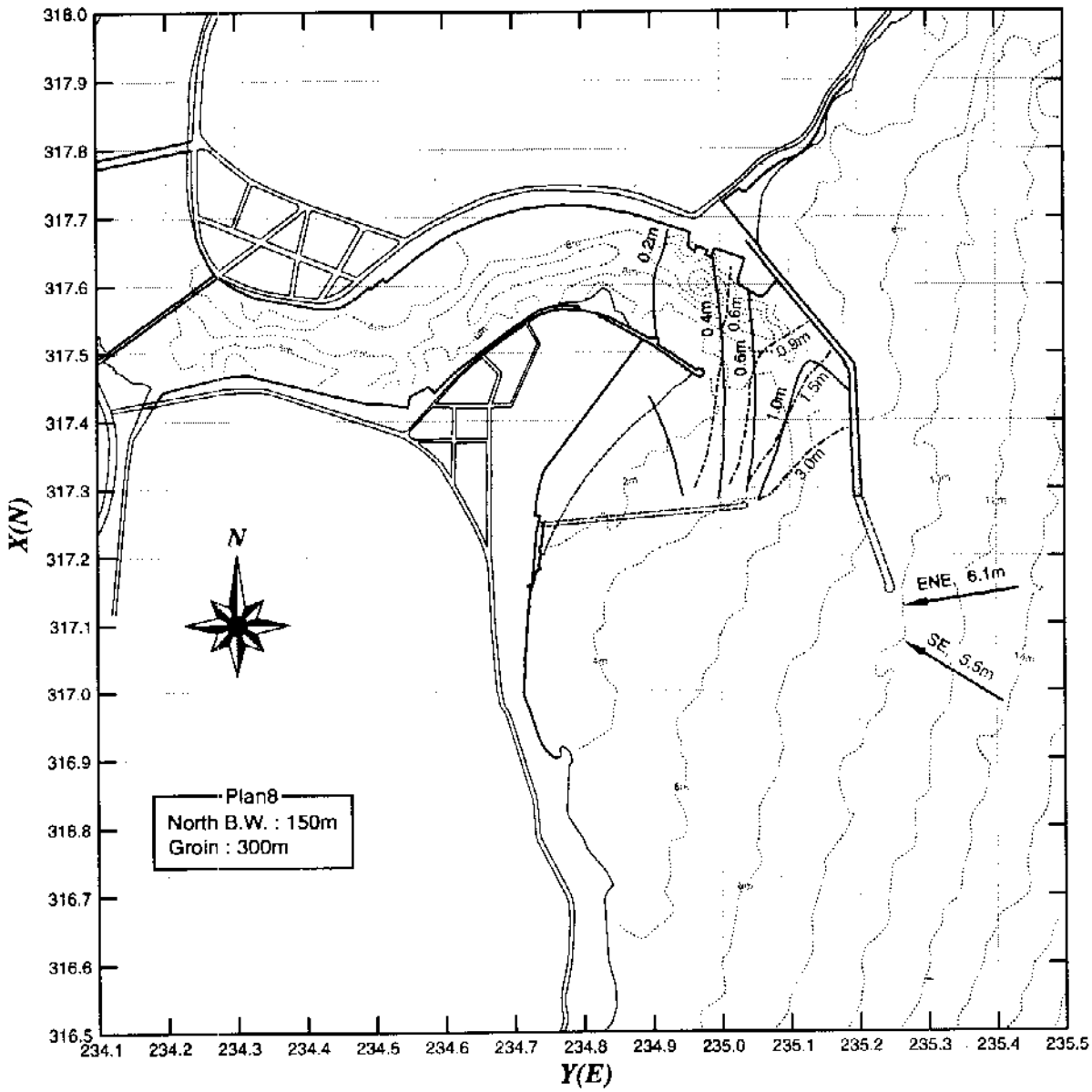



그림 5.13 第 8案 回折圖

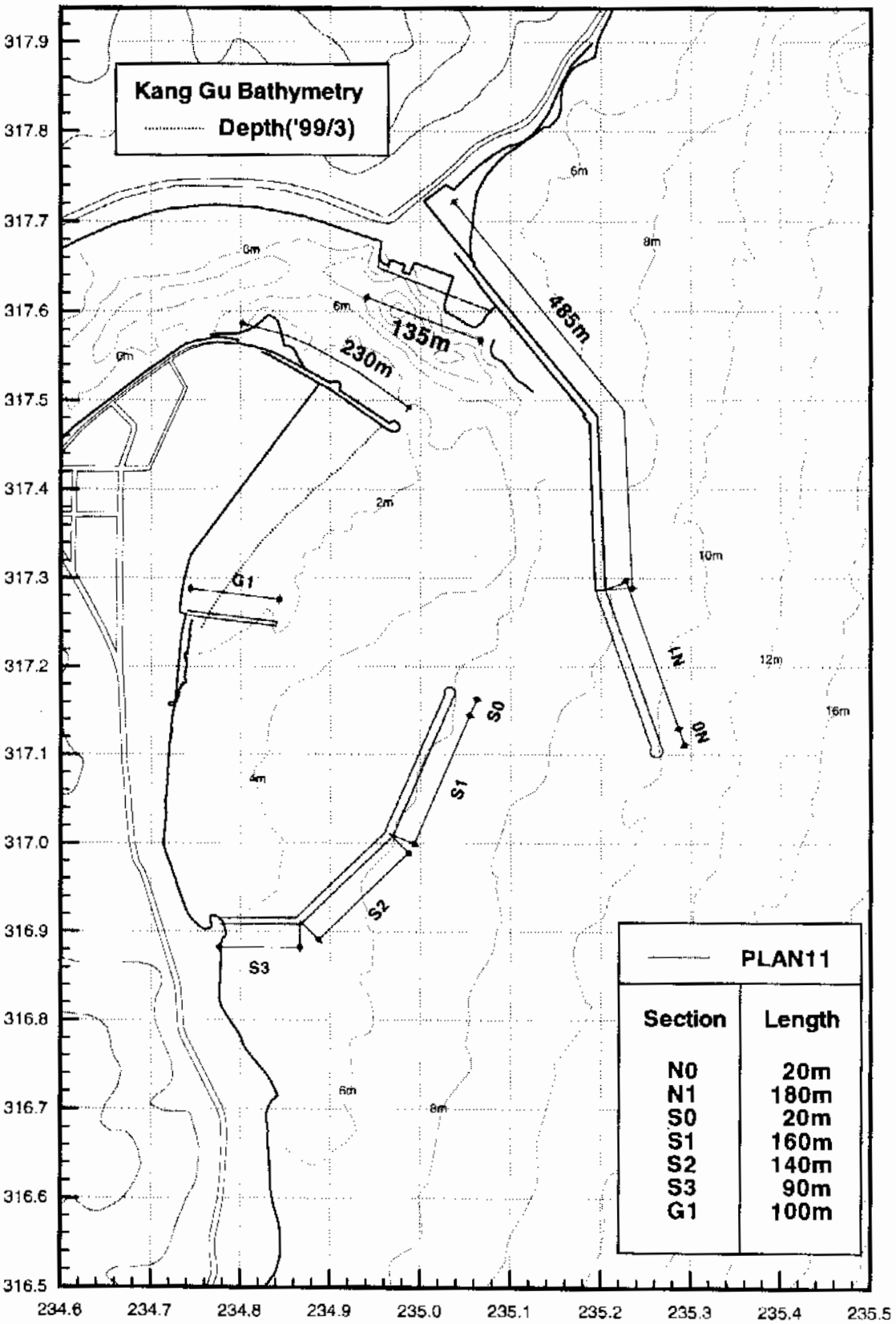



그림 5.14 第 11案 區間別 構造物 길이

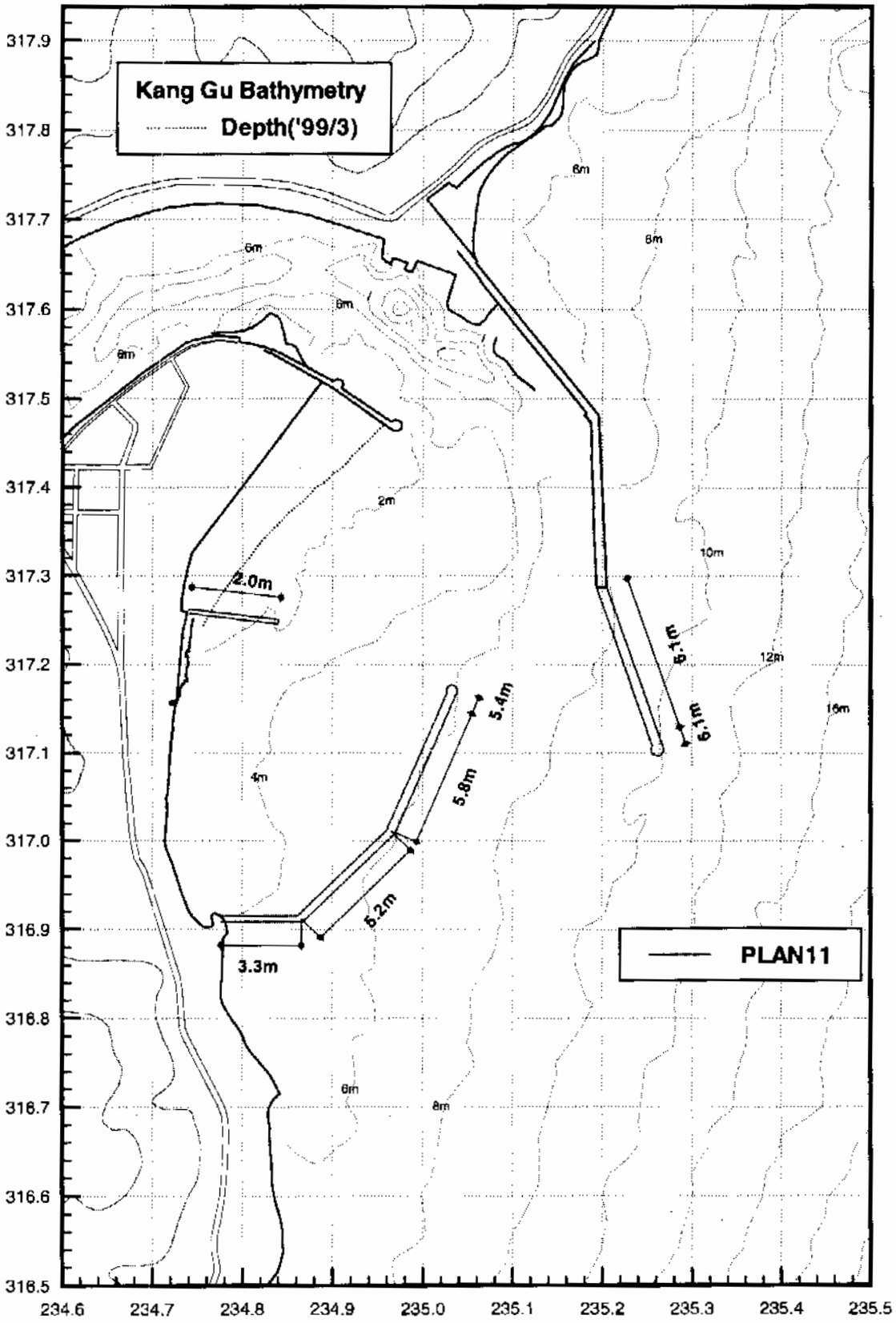



그림 5.15 第 11案 區間別 波高圖

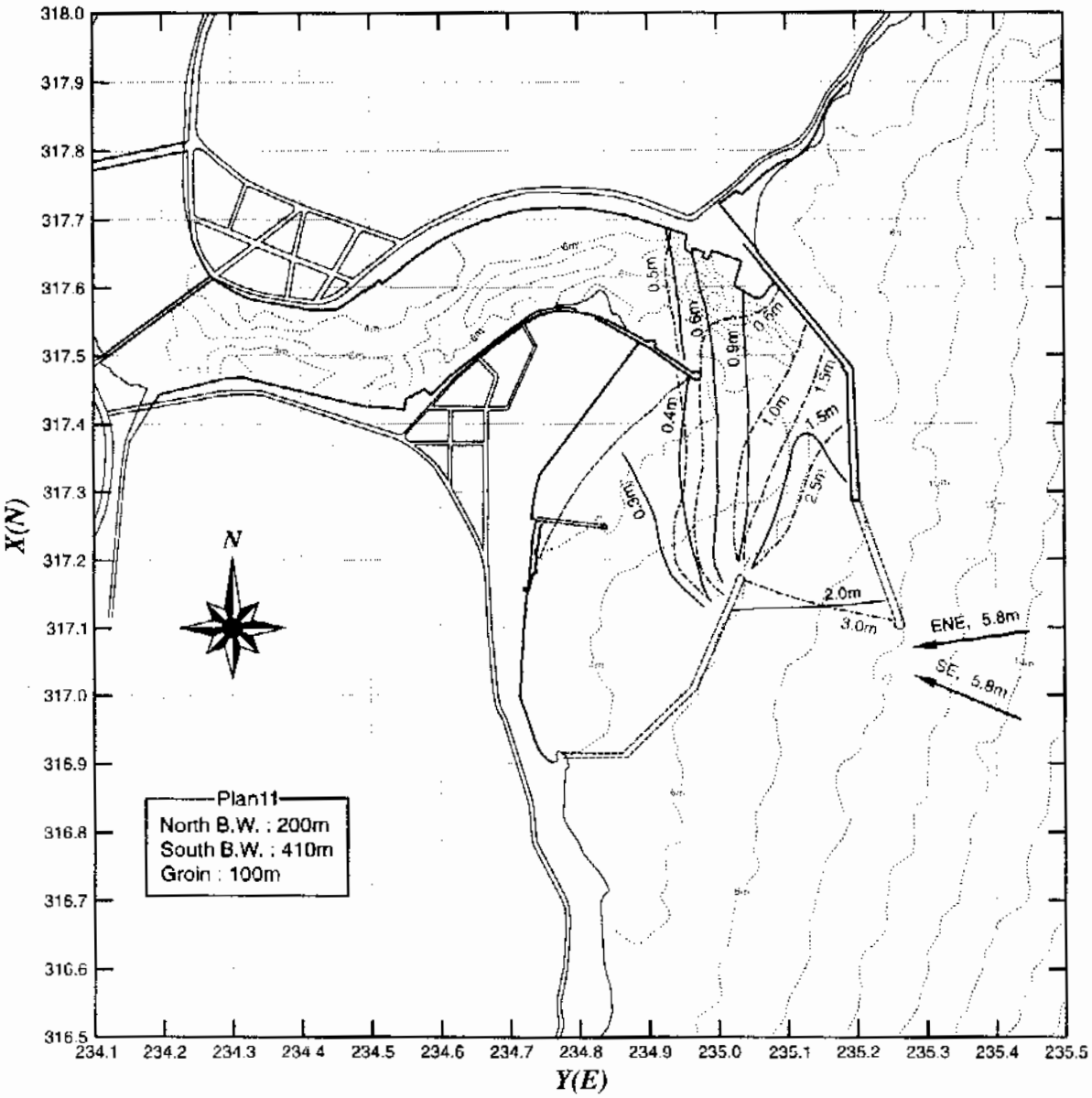



그림 5.16 第 11案 回折圖

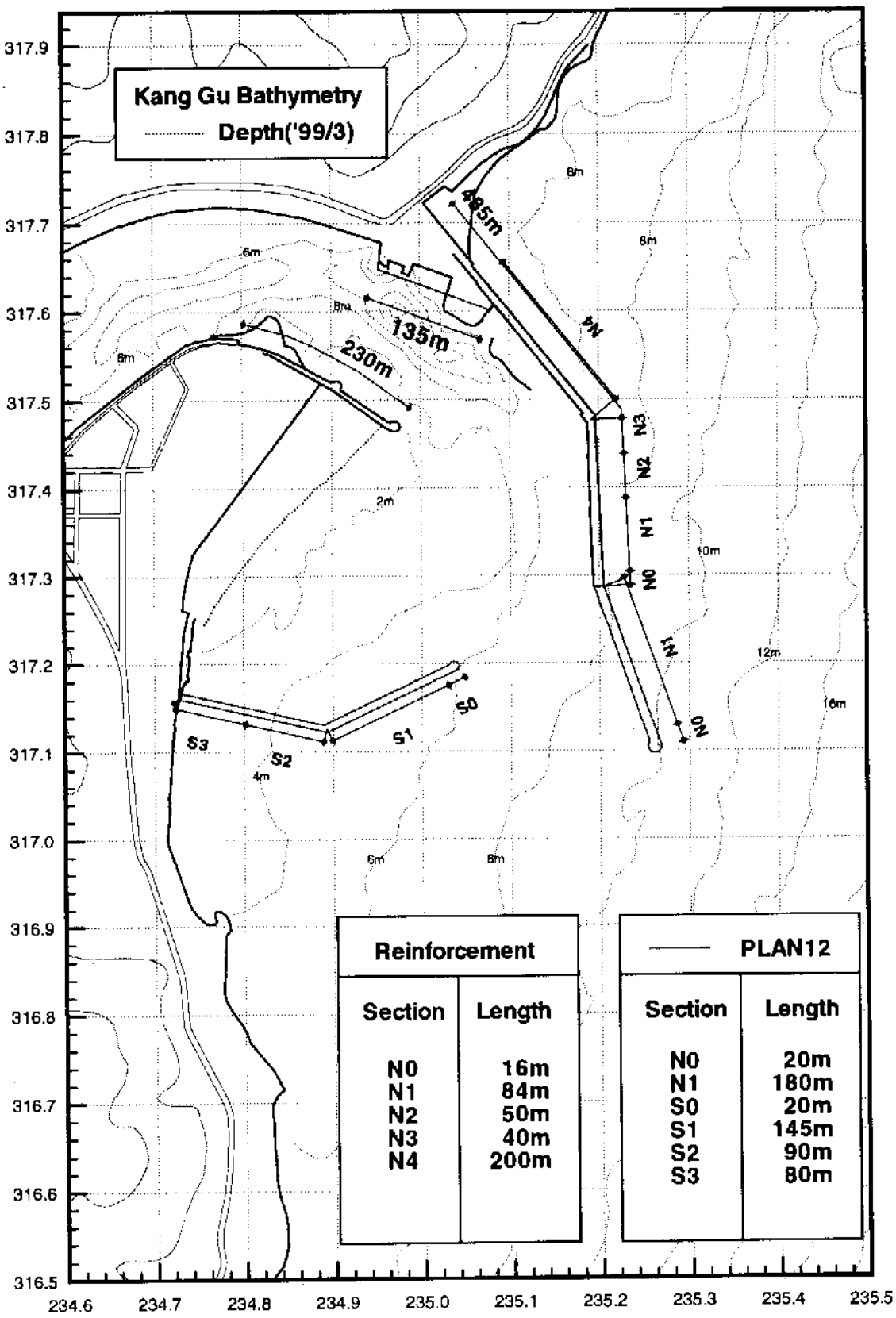



그림 5.17 第 12案 區間別 構造物 길이

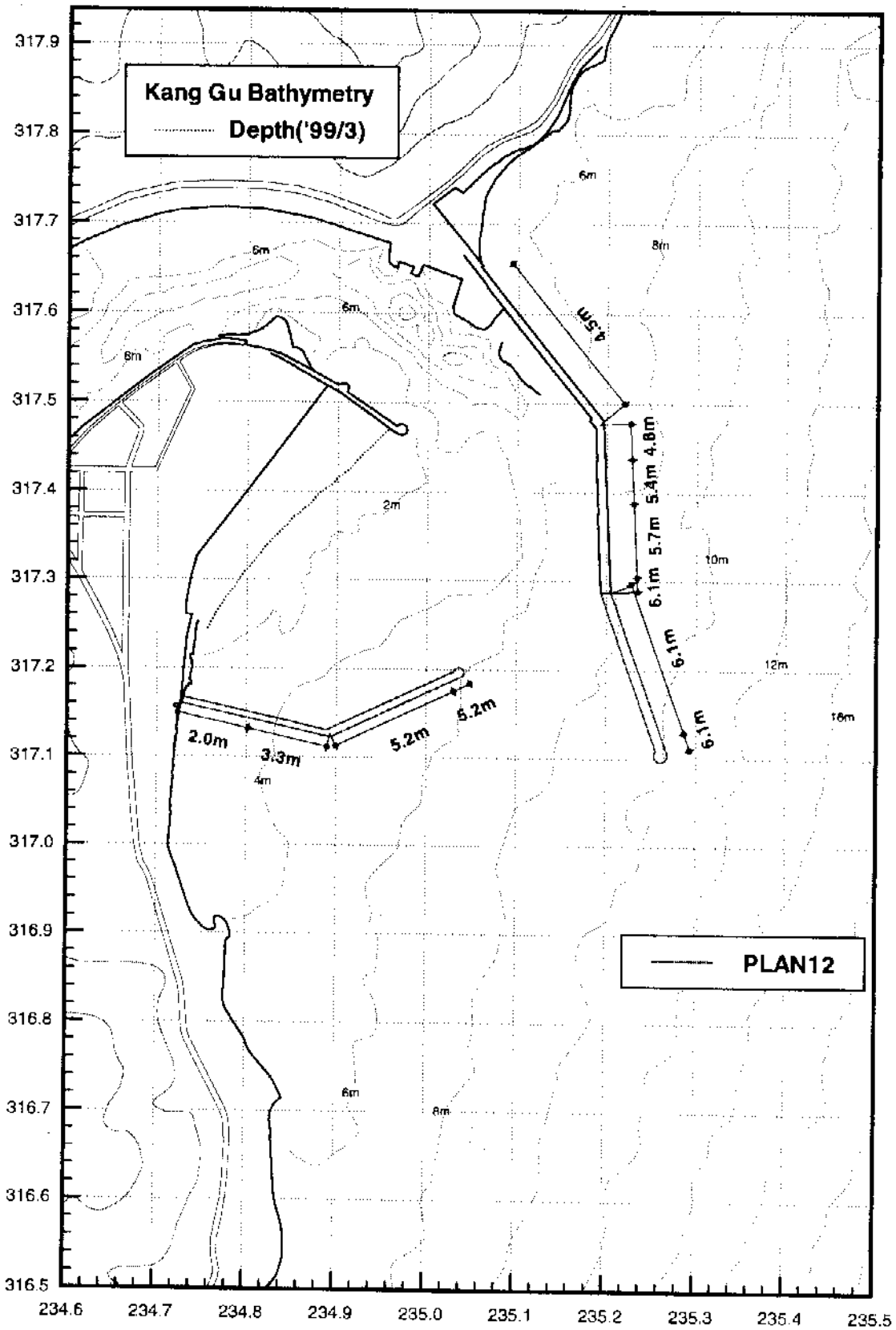



그림 5.18 第 12案 區間別 波高圖

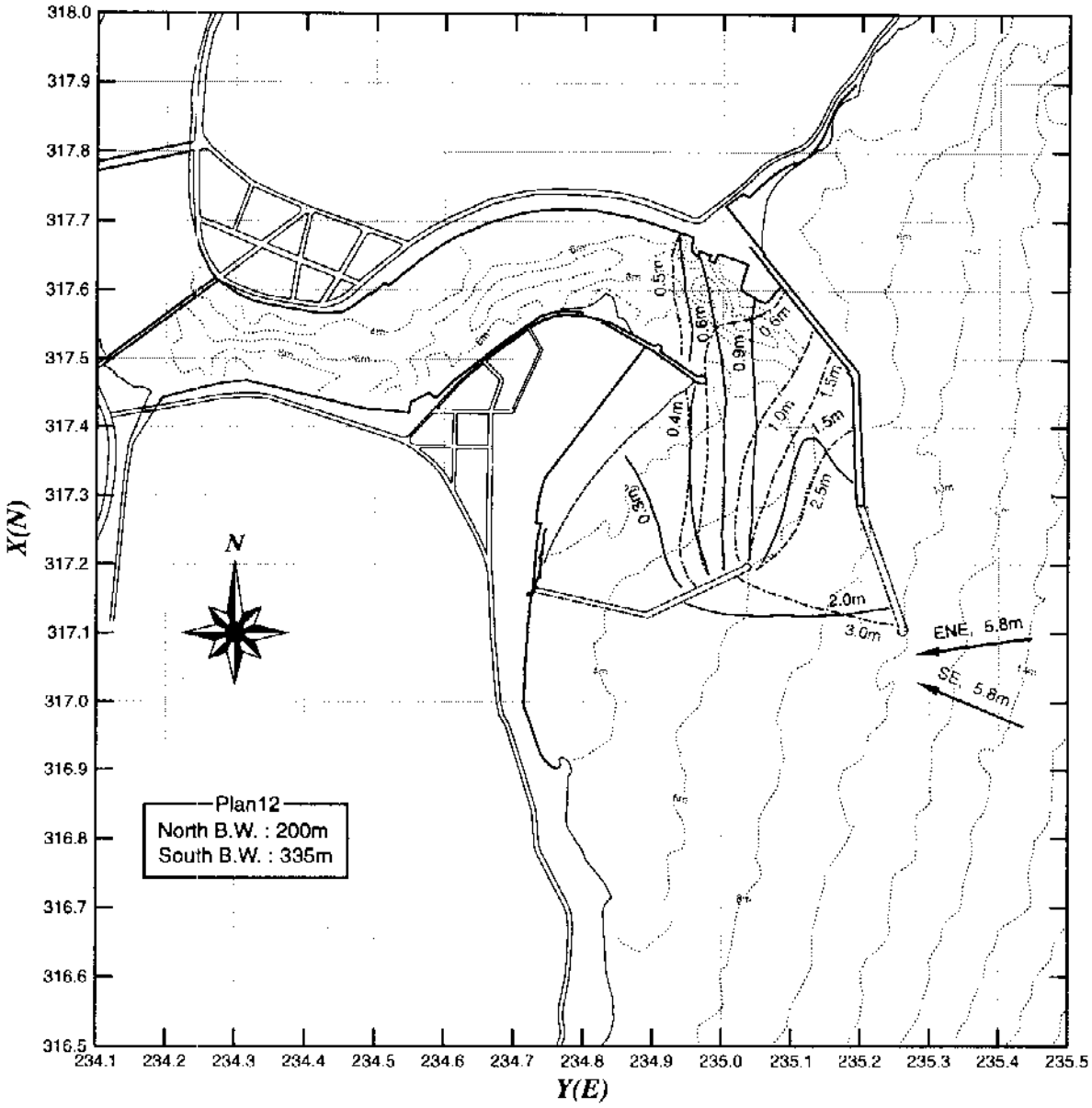



그림 5.19 第 12案 回折圖

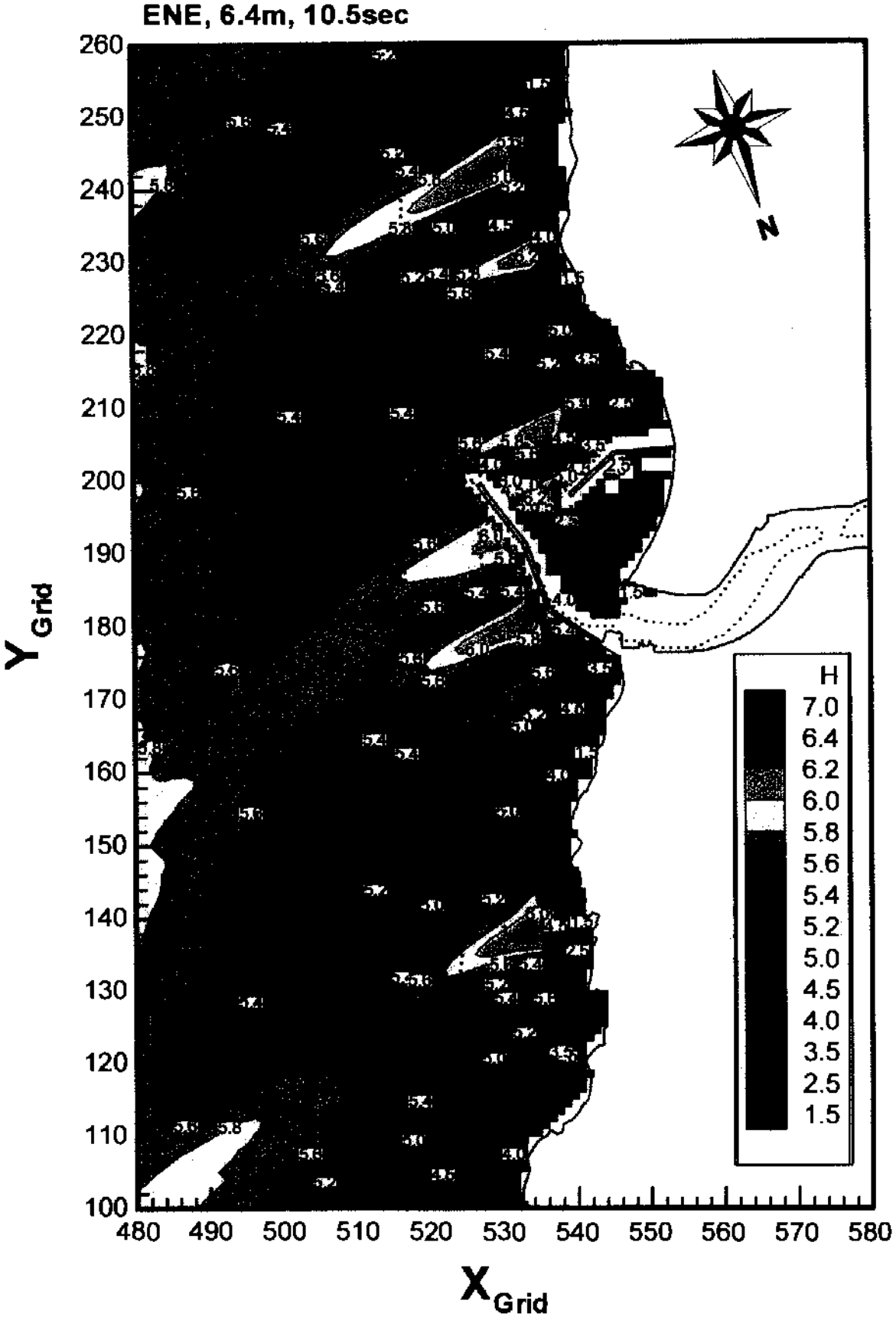



그림 5.20 江口港 ENE 淺海波 波高分布圖(第 12案)

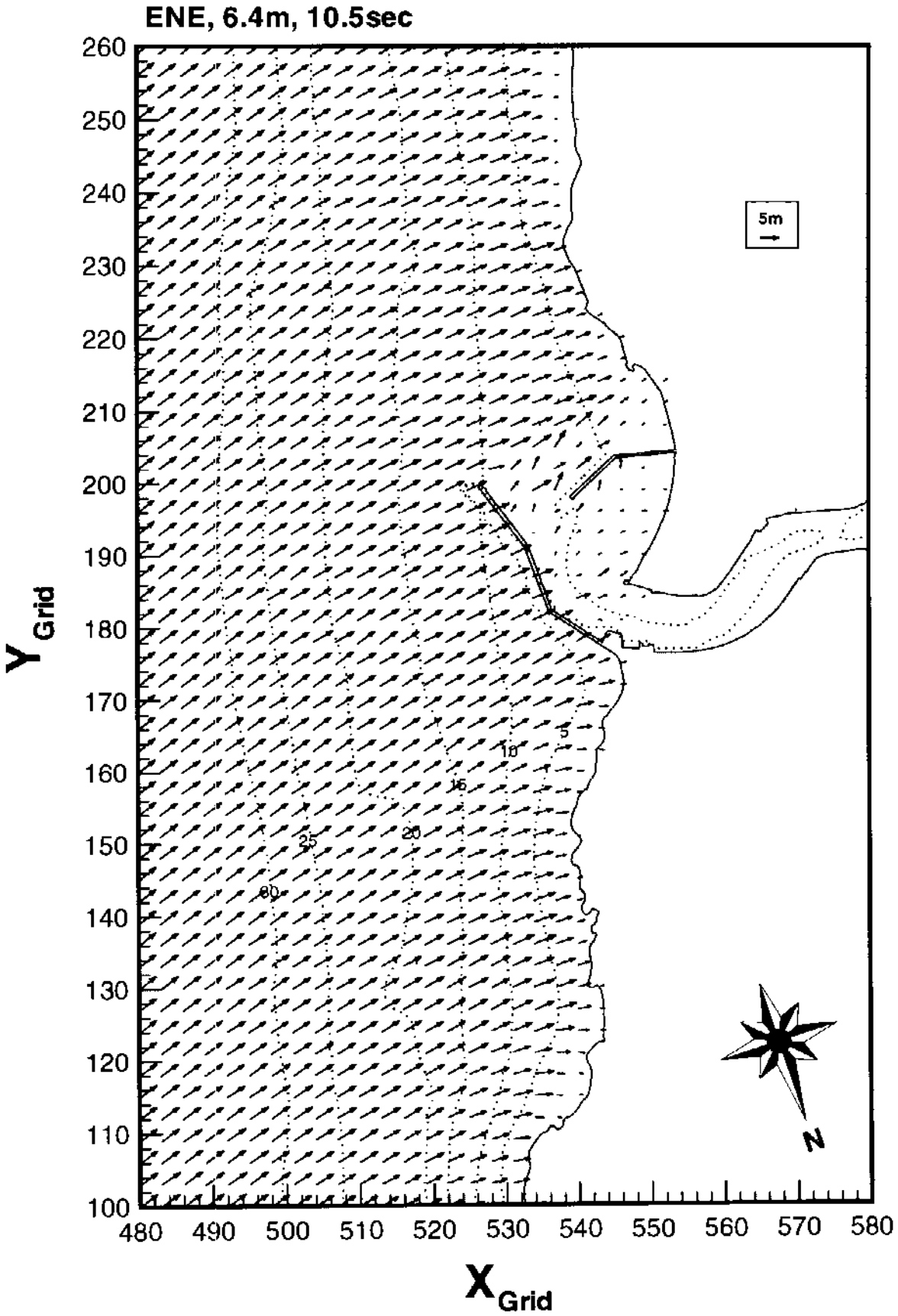



그림 5.21 江口港 ENE 淺海波 波向·波高圖(第 12案)

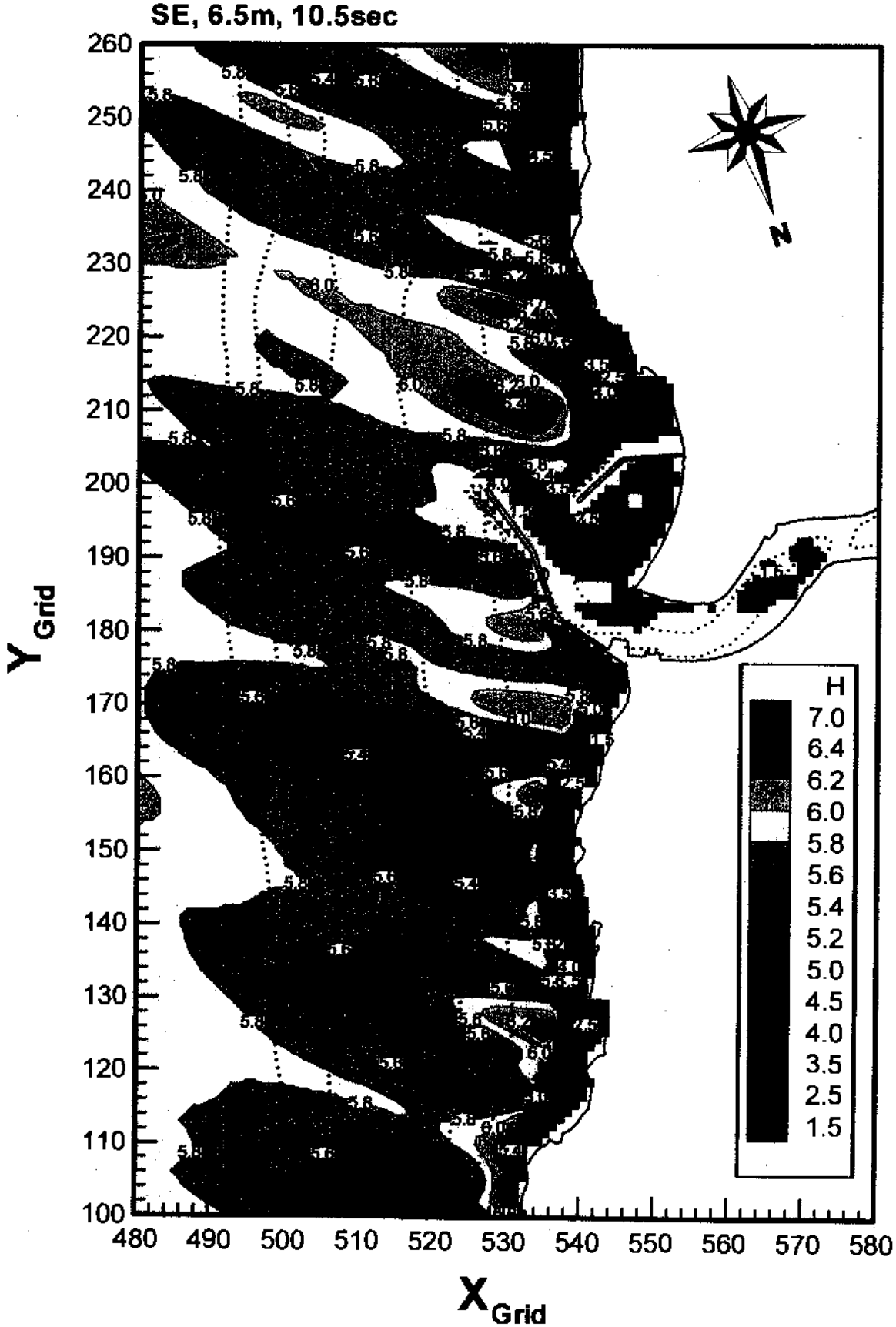



그림 5.22 江口港 SE 淺海波 波高分布圖(第 12案)

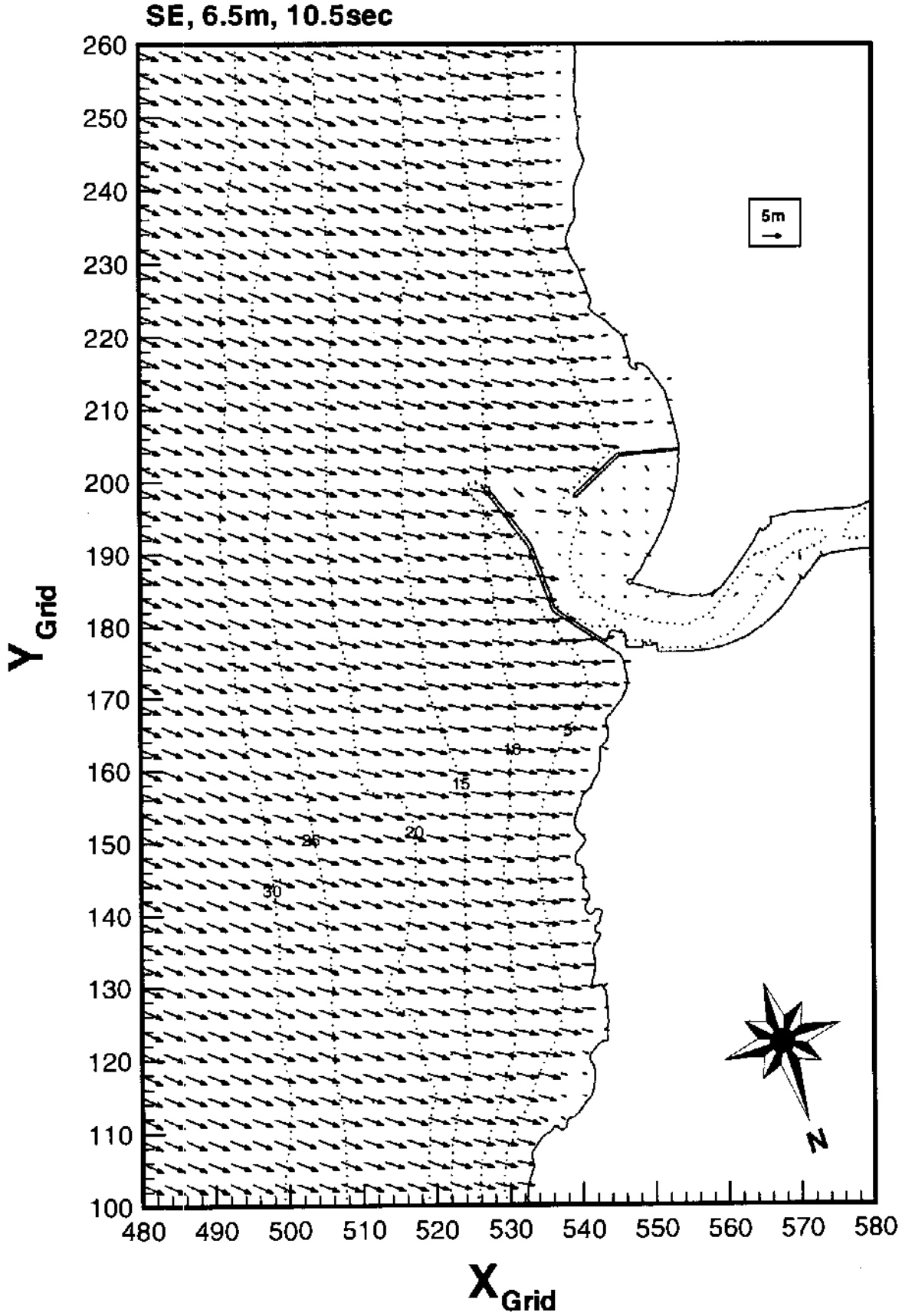



그림 5.23 江口港 SE 淺海波 波向·波高圖(第 12案)

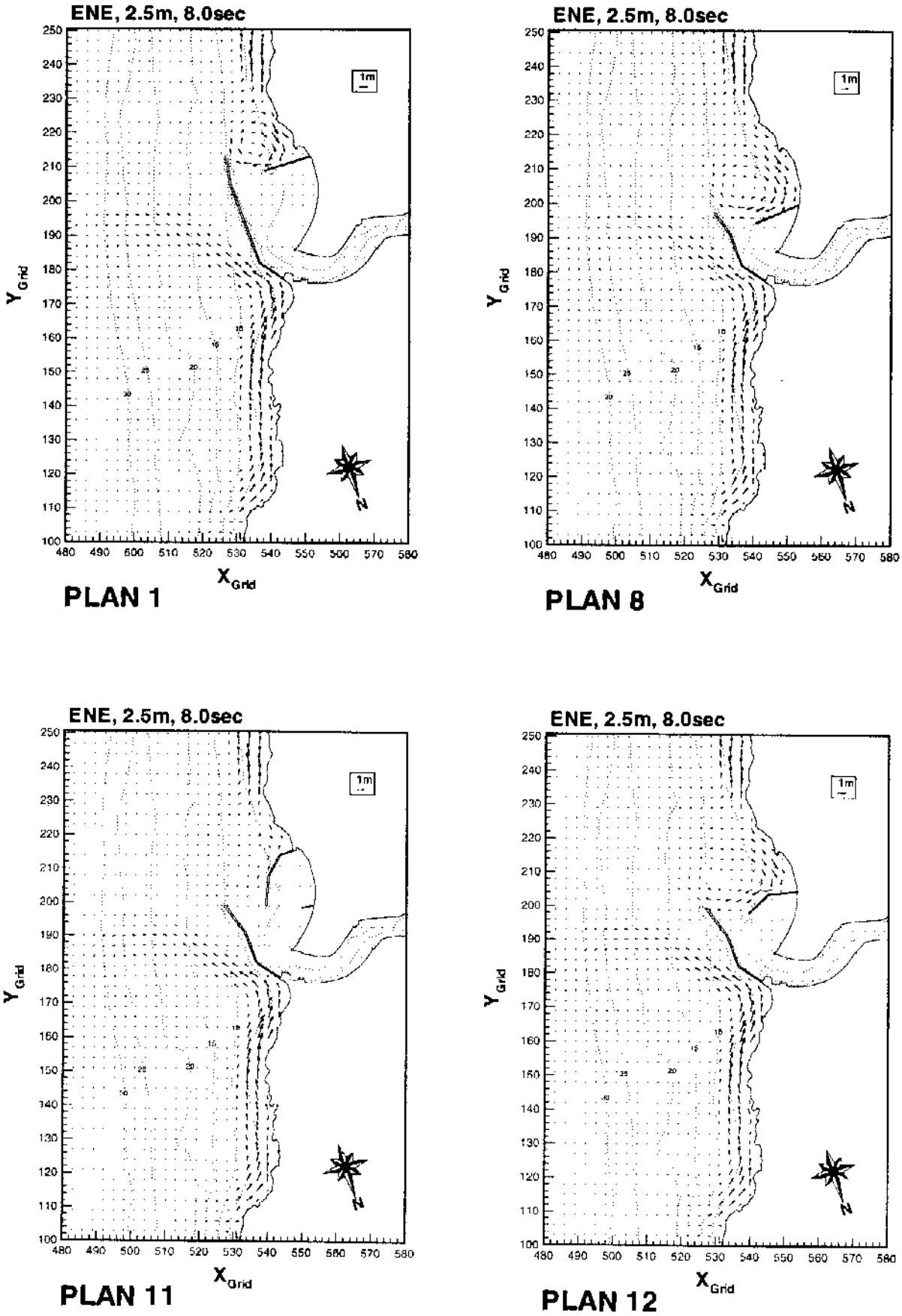



그림 5.24 ENE, 2.5m 平常時 波浪의 沿岸流分布 詳細圖 (1案, 8案, 11案, 12案)

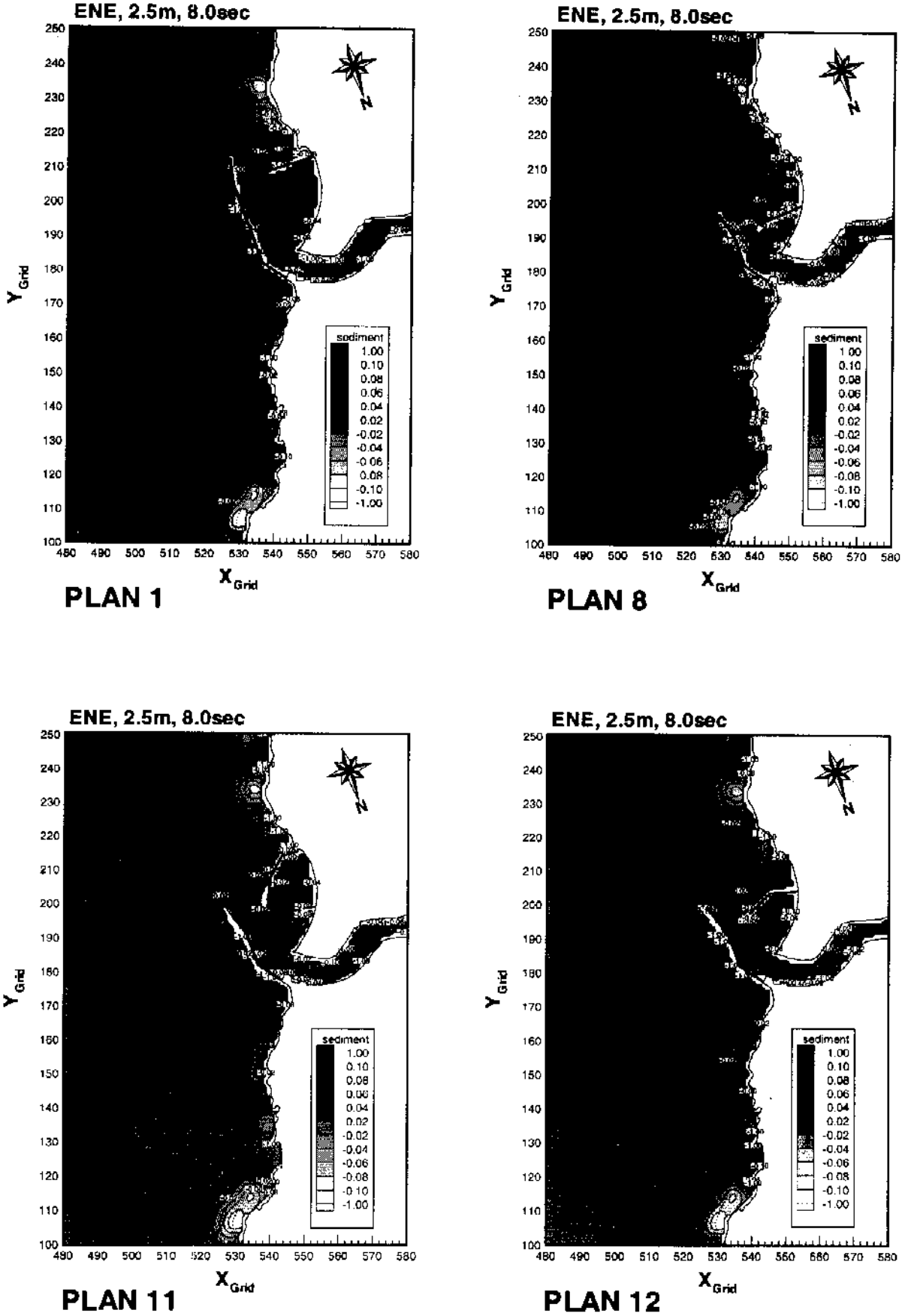



그림 5.25 ENE, 2.5m 平常時 波浪의 堆積率分布 詳細圖 (1案, 8案, 11案, 12案)

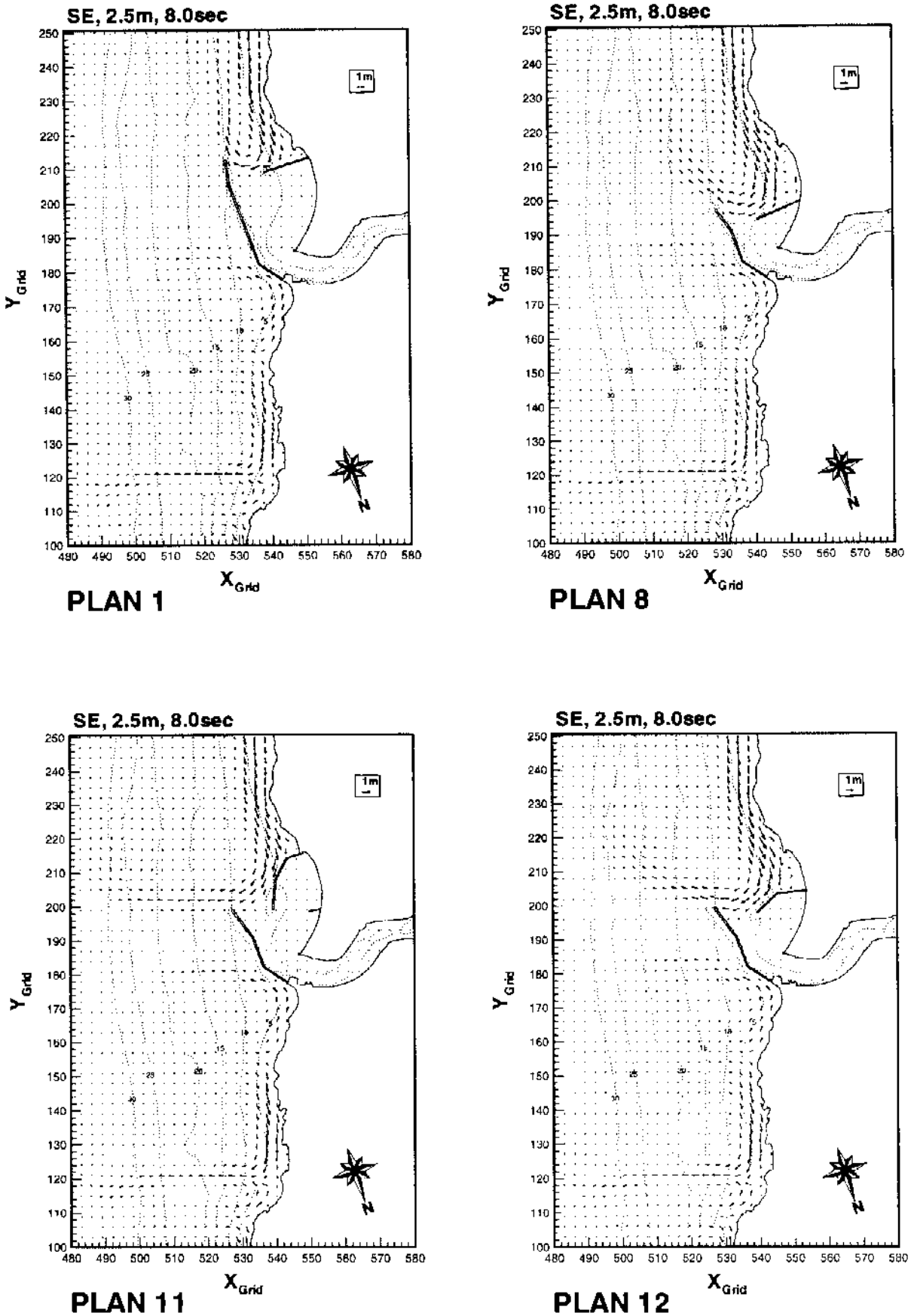
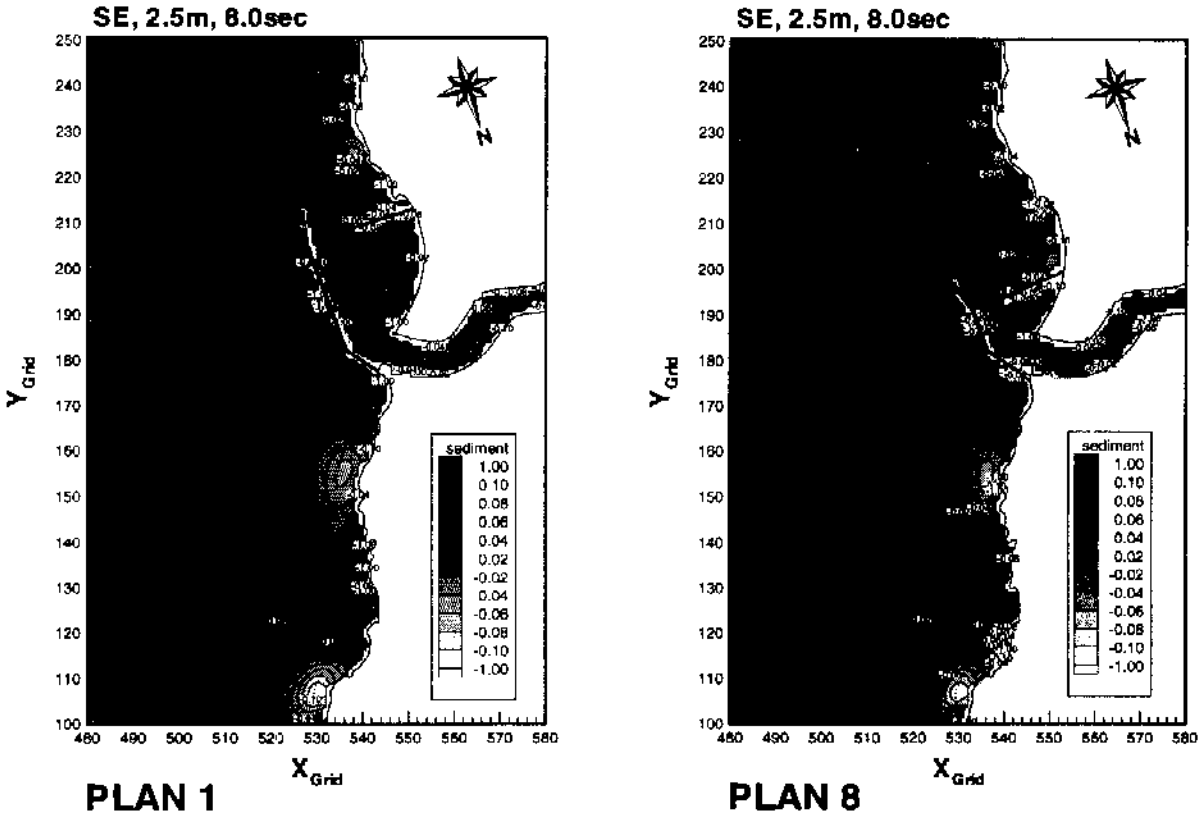



그림 5.26 SE, 2.5m 平常時 波浪의 沿岸流分布 詳細圖 (1案, 8案, 11案, 12案)



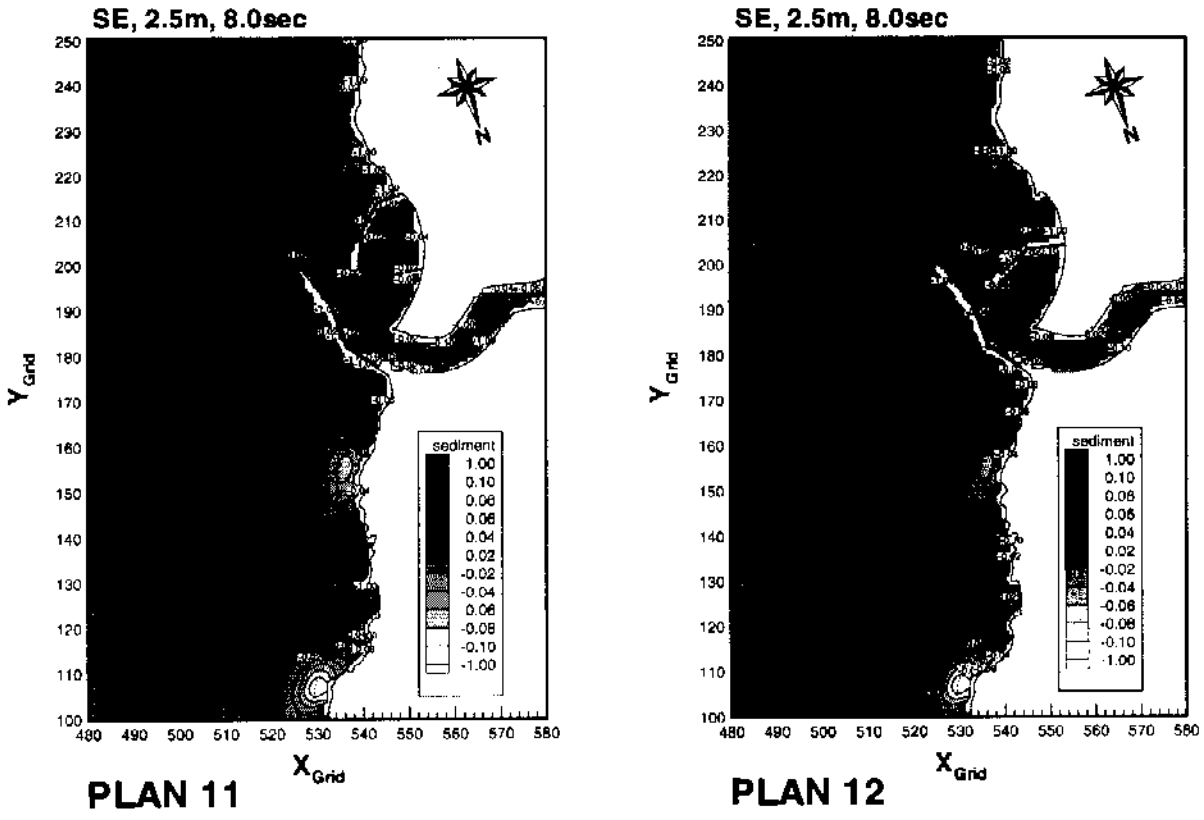




그림 5.27 SE, 2.5m 平常時 波浪의 堆積率分布 詳細圖 (1案, 8案, 11案, 12案)

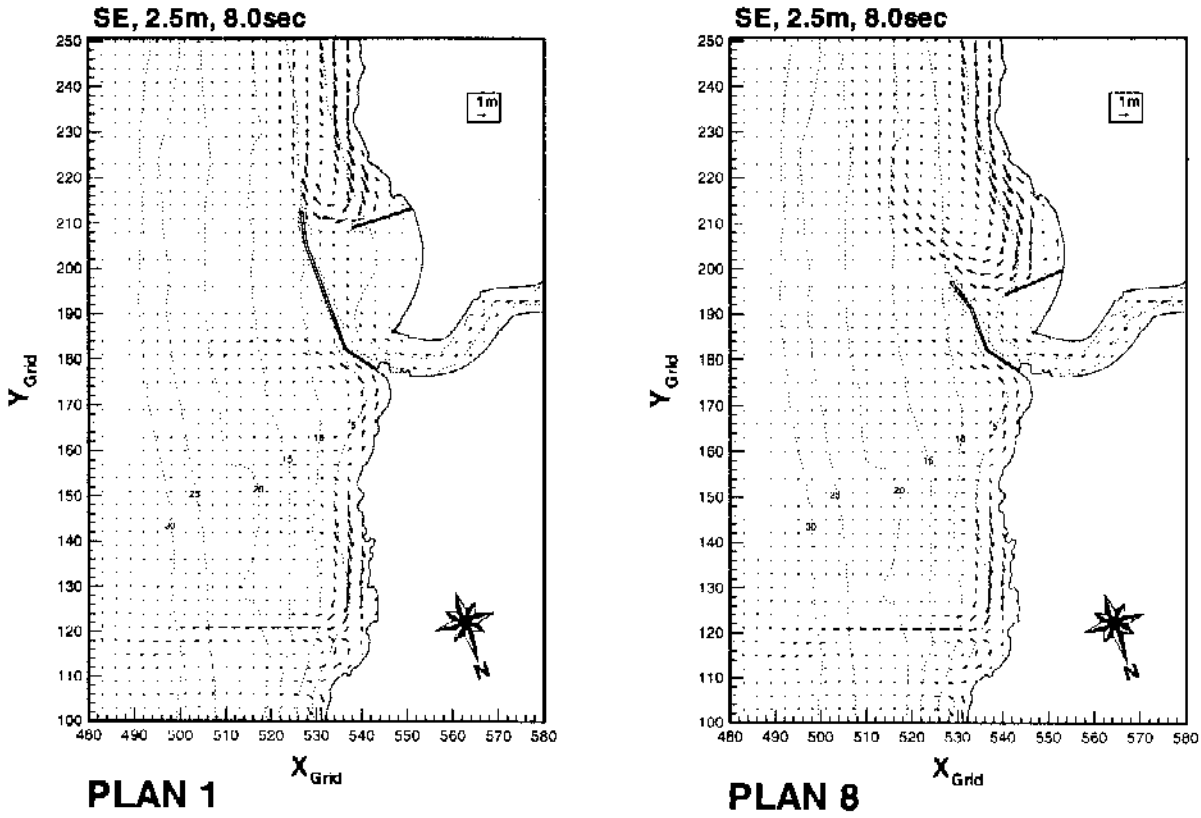
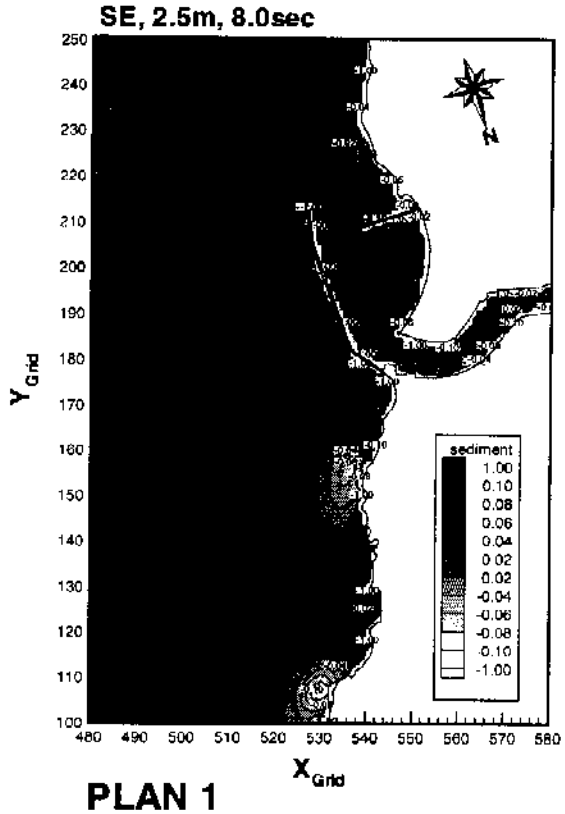
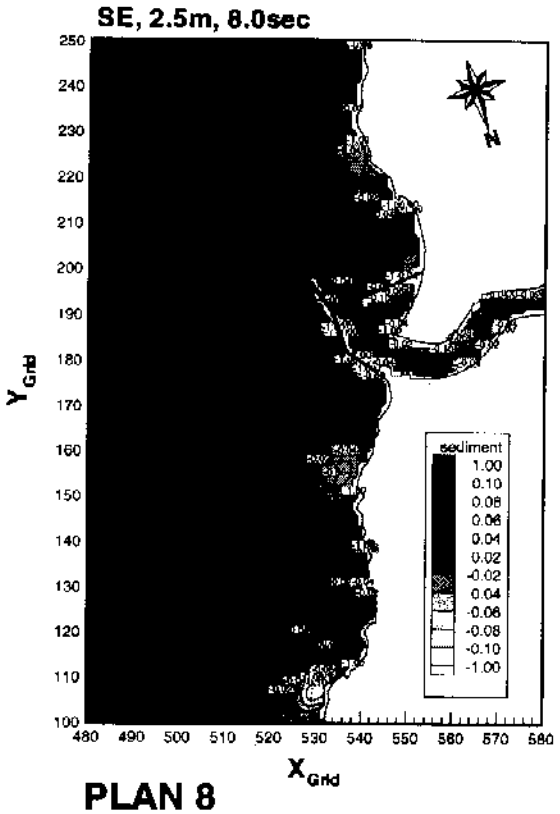
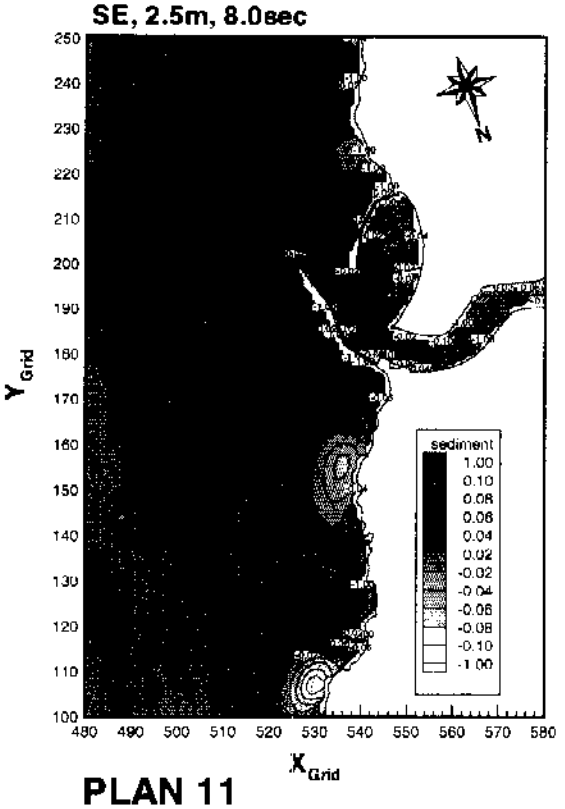



그림 5.28 SE, 2.5m 洪水時 波浪의 沿岸流分布 詳細圖 (1案, 8案, 11案, 12案)



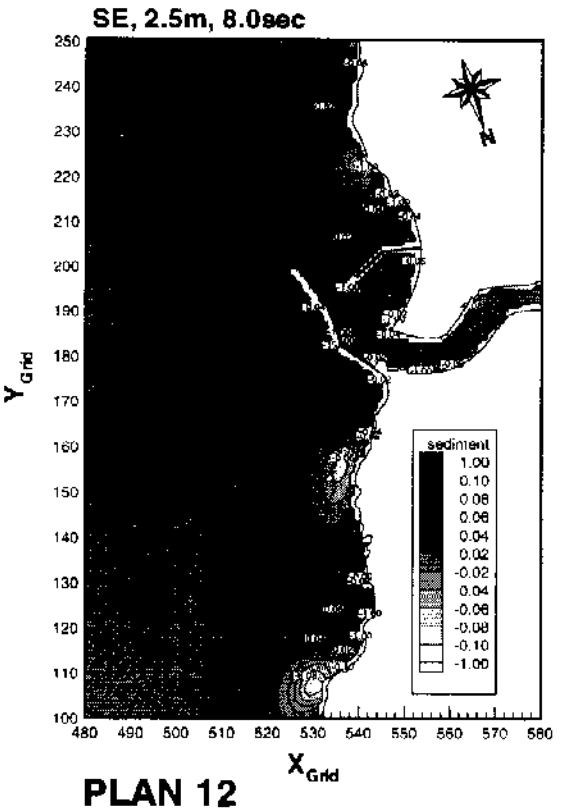




그림 5.20 SE, 2.5m 洪水時 波浪의 堆積率分布 詳細圖 (1案, 8案, 11案, 12案)

## 5.5. 平面配置計劃 決定

既存案인 第 1案을 포함한 第 5.4절의 4個 案에 대한 長短點을 比較하여 (表 5.5)에 나타냈으며 港內埋沒, 船舶의 操船 容易度, 經濟性, 港內 靜穩度, 施設規模의 適正性 등을 考慮하여 上記條件을 滿足하면서 가장 우수한 計劃案으로써 第 12案의 採擇을 建議한다. 概略工事費의 産出은 정부의 建設工事 표준품셈을 基準으로 하고 1999年 政府 勞賃과 物價를 적용 計算하여 案別 經濟性을 검토하였다.

外廓施設의 斷面은 基本調査에서 채택되어 施工된 사면경사 1 : 1.5의 T.T.P 被覆捨石式 傾斜堤로 構造型式에 의거 本 課業에서 추정된 設計波를 사용하여 "漁港構造物 設計基準(1996)"에 따라 設計海面上 $1.0H_{1/3}$에 餘裕高를 두어 港內 傳達波高를 推算하고 이를 港內 許容波高인 0.6m와 비교하여 마루높이를 決定하였다. 被覆材 所要規格은 Hudson 公式을 사용하였고 被覆石의 重量은 T.T.P 所要 質重量(W)의 W/10 ~ W/15를 사용하여 2層 被覆으로 하였고 被覆石 重量이 커서 使用不可한 경우 第 2段은 W/200을 기준으로 하되 外港側 最小規格 0.2㎥, 內港側 最小規格 0.5㎥ 以上이 되도록 調整하였다. 計劃 斷面에 대한 構造物 安定性을 검토하여 標準斷面을 결정하고 案別 斷面의 諸元은 (表 5.6)에 정리하였다.

斷面에 작용하는 波壓强度는 設計基準에 의거 直立壁 基部부터 設計海面上 $1.0H_{1/3}$ 또는 마루높이 중 작은 높이까지 一定하게 作用하는 모리하라式과 피복재를 사용하지 않은 경우에는 히로이식을 사용하였고 斜角入射時 波力輕減을 設計 基準에 따라 적용하였다.

接岸施設 및 案別 外廓施設, 그리고 補强斷面에 대한 標準斷面圖 및 構造計算書는 附錄에 수록하였으며 接岸施設 建議案의 標準斷面圖는 <그림 5.30> ~ <그림 5.35>에, 補强斷面은 부록에 각각 나타내었다. 마지막으로 建議案의 構造物 座標는 (表 5.7)에 나타내고 座標圖는 <그림 5.36>에 제시하였다.

表 5.5 江口港 平面計劃 案別 比較表

| 구 분 | | | 제1안 | 제8안 | 제11안 | 제12안 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 시설계획 | 외곽시설 | 방파제 | 935m (450m) | 635m (150m) | 685m (200m) | 685m (200m) |
| | | 남방파제 | 280m (280m) | - | 410m (410m) | 335m (335m) |
| | | 방파제 보강 | (390m) | (390m) | (390m) | (390m) |
| | | 방사제 | 230m | 530m (300m) | 330m (100m) | 230m |
| | | 호안 | 682m | 682m | 682m | 682m |
| | | 소계 | 2,127m (730m) | 1,847m (450m) | 2,107m (710m) | 1,932m (535m) |
| | 집안시설 | 물양장 | 977m (135m) | 977m (135m) | 977m (135m) | 977m (135m) |
| | | 소계 | 977m (135m) | 977m (135m) | 977m (135m) | 977m (135m) |
| 준설 | | | 20,000㎥ | 20,000㎥ | 20,000㎥ | 20,000㎥ |
| 항내수면적 | | | 360,700㎡ | 222,400㎡ | 324,400㎡ | 264,800㎡ |
| 정온수면적 | | | 231,400㎡ | 153,300㎡ | 226,900㎡ | 171,900㎡ |
| 장·단점비교 | 장점 | | ◦표사억제력 양호<br>◦정온수면적 최대<br>◦함 입구폭 최대 | ◦표사억제력 양호<br>◦하천수 외해유출 양호<br>◦공사비 최소 | ◦선박 입·출항 양호<br>◦항 확장성 우수<br>◦하천수 외해유출 양호 | ◦표사억제력 우수<br>◦항 확장성 양호<br>◦하천수 외해유출 양호 |
| | 단점 | | ◦공사비 최대<br>◦항내순환 불량<br>◦하천수 외해유출 불량<br>◦선박 입·출항 불리 | ◦항 확장성 불량<br>◦항 입구폭 최소<br>◦하천수 외해유출 양호 | ◦표사억제력 보통 | ◦다안에 비해 정온 수면적과 함 입구폭이 작으나 설정 기준을 충분히 충족함 |
| 개략공사비 (백만원) | | | 24,042 | 11,146 | 20,125 | 16,154 |
| 평가 | | | ○漂砂 抑制力이 가장 優秀하고 河川水의 外海 流出과 船舶의 入·出航이 容易하고, 工事費가 低廉하며 未來指向的인 多技能 漁港開發을 위한 적정규모의 接岸施設 및 機能施設 敷地를 確保하여 空間利用을 極大化시킨 안으로 採擇을 建議함 | | | |

※( )는 신설물량

表 5.6 江口港 案別 外廓施設 斷面 諸元表

1) 북방파제

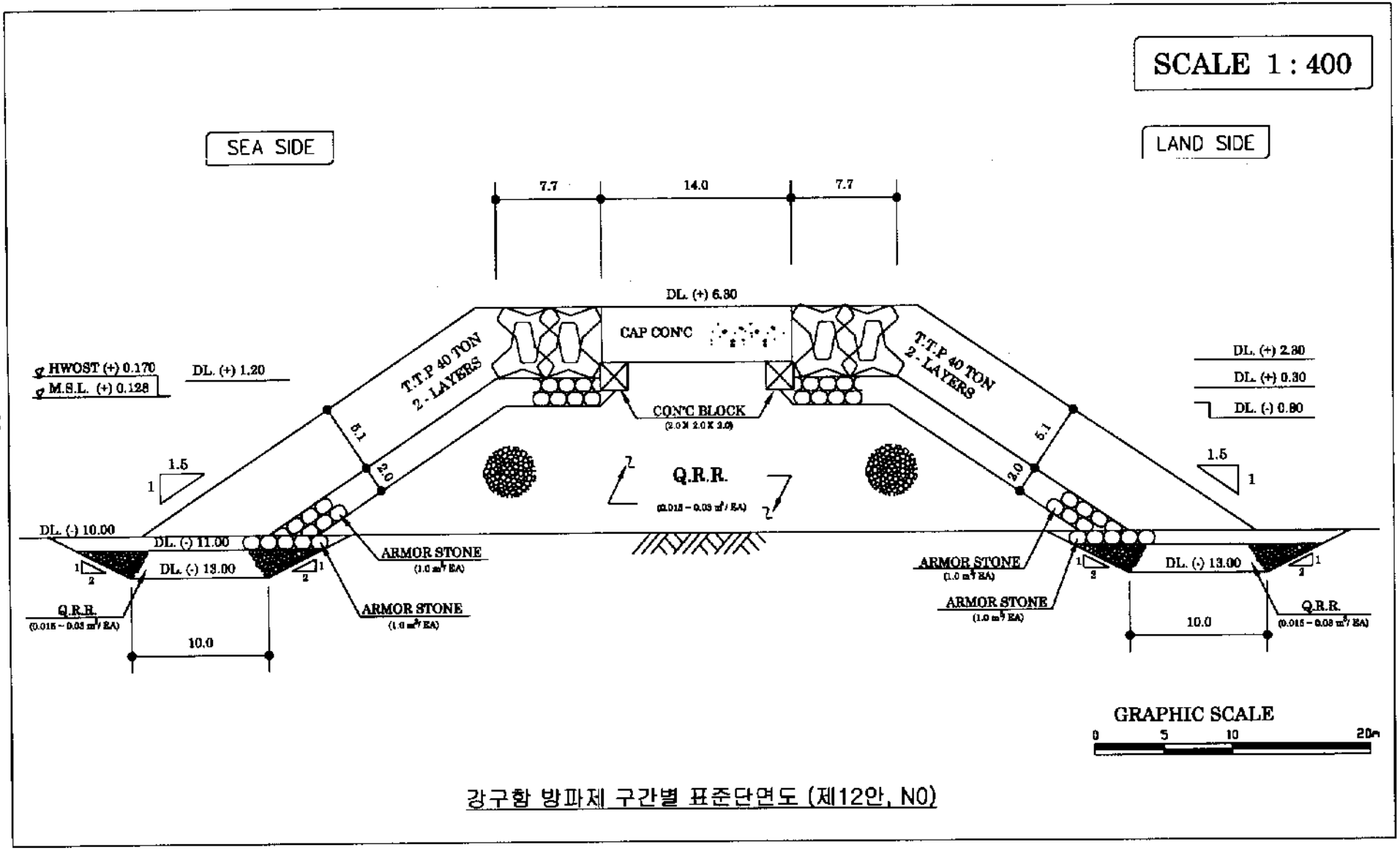
| 안 | 단 | 수심 | 설계파고(m) | | 심해 | 파력 | T.T.P(톤) | | 피복1(m³) | | 피복2(m³) | | 천단고 | 마루폭 | 연장 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 별 | 면 | (m) | 외항 | 내항 | 파향 | 각도 | 외항 | 내항 | 외항 | 내항 | 외항 | 내항 | (m) | (m) | (m) |
| 1 | N0 | 10.2 | 6.3 | 6.3 | SE | 0.0 | 40.0 | 40.0 | 1.0 | 1.0 | - | - | 6.5 | 14.0 | 20 |
| | N1 | 10.2 | 6.3 | - | SE | 5.0 | 32.0 | - | 0.8 | 1.0 | - | 0.2 | 6.5 | 11.0 | 80 |
| | N2 | 9.0 | 6.1 | - | ENE | 0.0 | 32.0 | - | 0.8 | 1.0 | - | 0.2 | 6.3 | 11.0 | 350 |
| 8 | N0 | 9.5 | 6.1 | 6.1 | SE | 0.0 | 40.0 | 40.0 | 1.0 | 1.0 | - | - | 6.3 | 14.0 | 20 |
| | N1 | 9.0 | 6.1 | - | ENE | 5.0 | 32.0 | - | 0.8 | 1.0 | - | 0.2 | 6.3 | 11.0 | 130 |
| 11 | N0 | 10.0 | 6.1 | 6.1 | ENE | 0.0 | 40.0 | 40.0 | 1.0 | 1.0 | - | - | 6.3 | 14.0 | 20 |
| | N1 | 9.0 | 6.1 | - | ENE | 5.0 | 32.0 | - | 0.8 | 1.0 | - | 0.2 | 6.3 | 11.0 | 180 |
| 12 | N0 | 10.0 | 6.1 | 6.1 | ENE | 0.0 | 40.0 | 40.0 | 1.0 | 1.0 | | | 6.3 | 14.0 | 20 |
| | N1 | 9.0 | 6.1 | | ENE | 5.0 | 32.0 | - | 0.8 | 1.0 | - | 0.2 | 6.3 | 11.0 | 180 |

2) 남방파제

| 안 | 단 | 수심 | 설계파고(m) | | 심해 | 파력 | T.T.P(톤) | | 피복1(m³) | | 피복2(m³) | | 천단고 | 마루폭 | 연장 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 별 | 면 | (m) | 외항 | 내항 | 파향 | 각도 | 외항 | 내항 | 외항 | 내항 | 외항 | 내항 | (m) | (m) | (m) |
| 1 | S0 | 6.5 | 3.3 | 3.3 | S | 10.0 | 6.3 | 6.3 | 0.2 | 0.2 | - | - | 3.5 | 10.0 | 15 |
| | S1 | 5.1 | 3.3 | - | S | 55.0 | 5.0 | - | 0.2 | 0.5 | - | 0.2 | 3.5 | 7.0 | 185 |
| | S2 | 3.5 | 2.0 | - | S | 60.0 | - | - | 0.7 | 0.2 | - | - | 2.5 | 7.0 | 80 |
| 8 | S0 | 4.4 | 4.0 | 4.0 | S | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 0.3 | 0.3 | - | - | 4.2 | 9.0 | 15 |
| | S1 | 3.6 | 4.0 | | S | 45.0 | 10.0 | | 0.3 | 0.5 | | | 4.2 | 7.0 | 165 |
| | S2 | 2.0 | 2.0 | - | S | 55.0 | - | - | 0.7 | 0.2 | - | - | 2.5 | 5.0 | 120 |
| 11 | S0 | 5.9 | 5.4 | 5.4 | SSE | 0.0 | 32.0 | 32.0 | 0.8 | 0.8 | - | - | 6.0 | 12.0 | 20 |
| | S1 | 5.9 | 5.8 | | SSE | 0.0 | 25.0 | - | 0.6 | 1.0 | - | - | 6.0 | 10.0 | 160 |
| | S2 | 5.2 | 5.2 | - | SSE | 0.0 | 20.0 | - | 0.5 | 0.7 | - | - | 5.5 | 9.0 | 140 |
| | S3 | 4.2 | 3.3 | - | SSE | 50.0 | 5.0 | - | 0.2 | 0.5 | - | - | 3.5 | 7.0 | 90 |
| 12 | S0 | 5.9 | 5.2 | 5.2 | SSE | 0.0 | 25.0 | 25.0 | 0.6 | 0.6 | - | - | 5.5 | 11.0 | 20 |
| | S1 | 5.2 | 5.2 | - | SSE | 0.0 | 20.0 | | 0.5 | 0.7 | | | 5.5 | 9.0 | 145 |
| | S2 | 4.2 | 3.3 | - | SSE | 0.0 | 5.0 | - | 0.2 | 0.5 | - | - | 3.0 | 7.0 | 90 |
| | S3 | 3.5 | 2.0 | - | S | 60.0 | - | - | 0.7 | 0.2 | - | - | 2.5 | 7.0 | 80 |

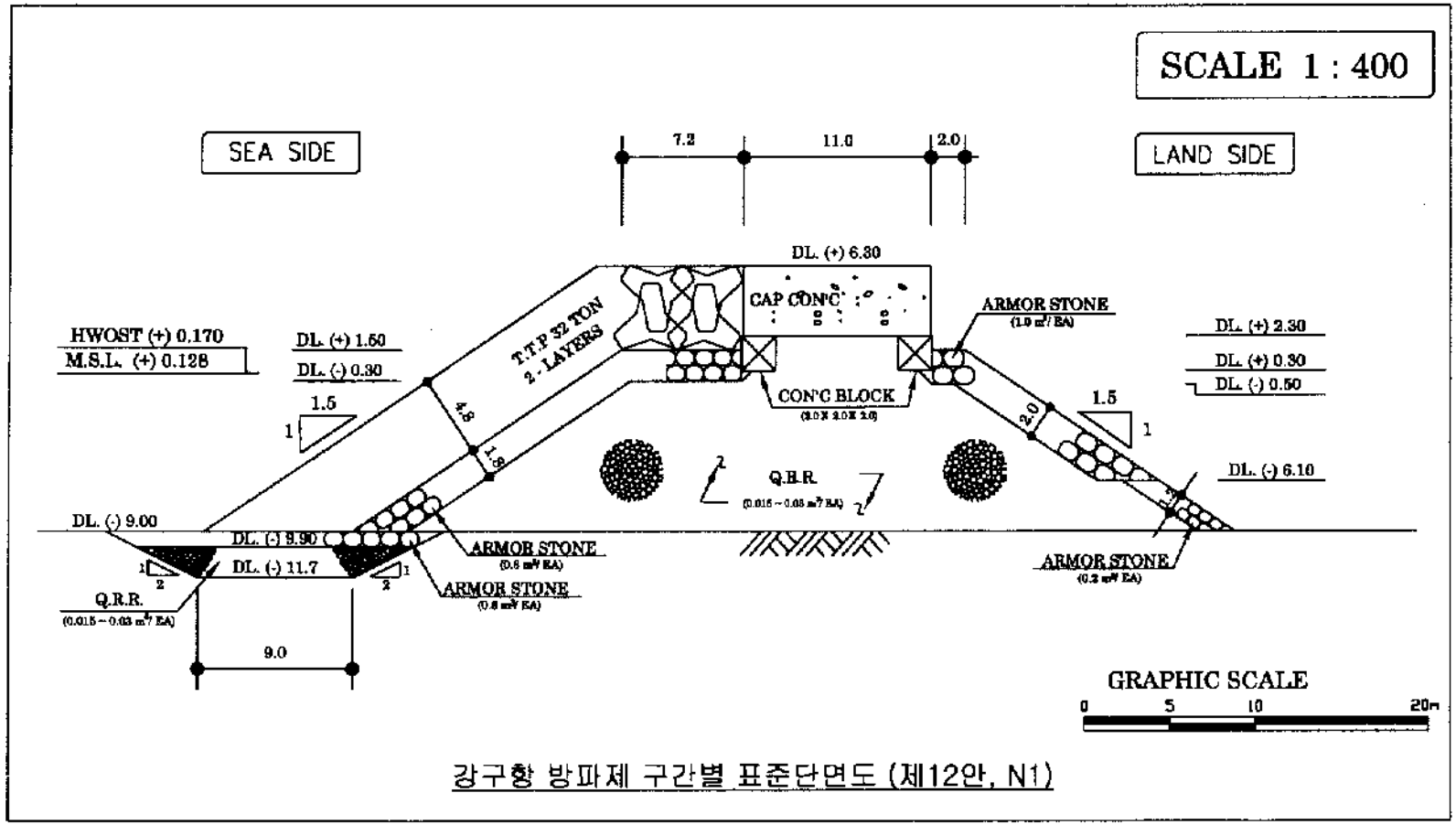
3) 중간 방사제

| 안 | 단 | 수심 | 설계파고(m) | | 심해 | 파력 | T.T.P(톤) | | 피복1(m³) | | 피복2(m³) | | 천단고 | 마루폭 | 연장 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 별 | 면 | (m) | 외항 | 내항 | 파향 | 각도 | 외항 | 내항 | 외항 | 내항 | 외항 | 내항 | (m) | (m) | (m) |
| 11 | G1 | 2.0 | 2.0 | | S | 60.0 | - | - | 0.7 | 0.2 | - | - | 2.5 | 5.0 | 100 |



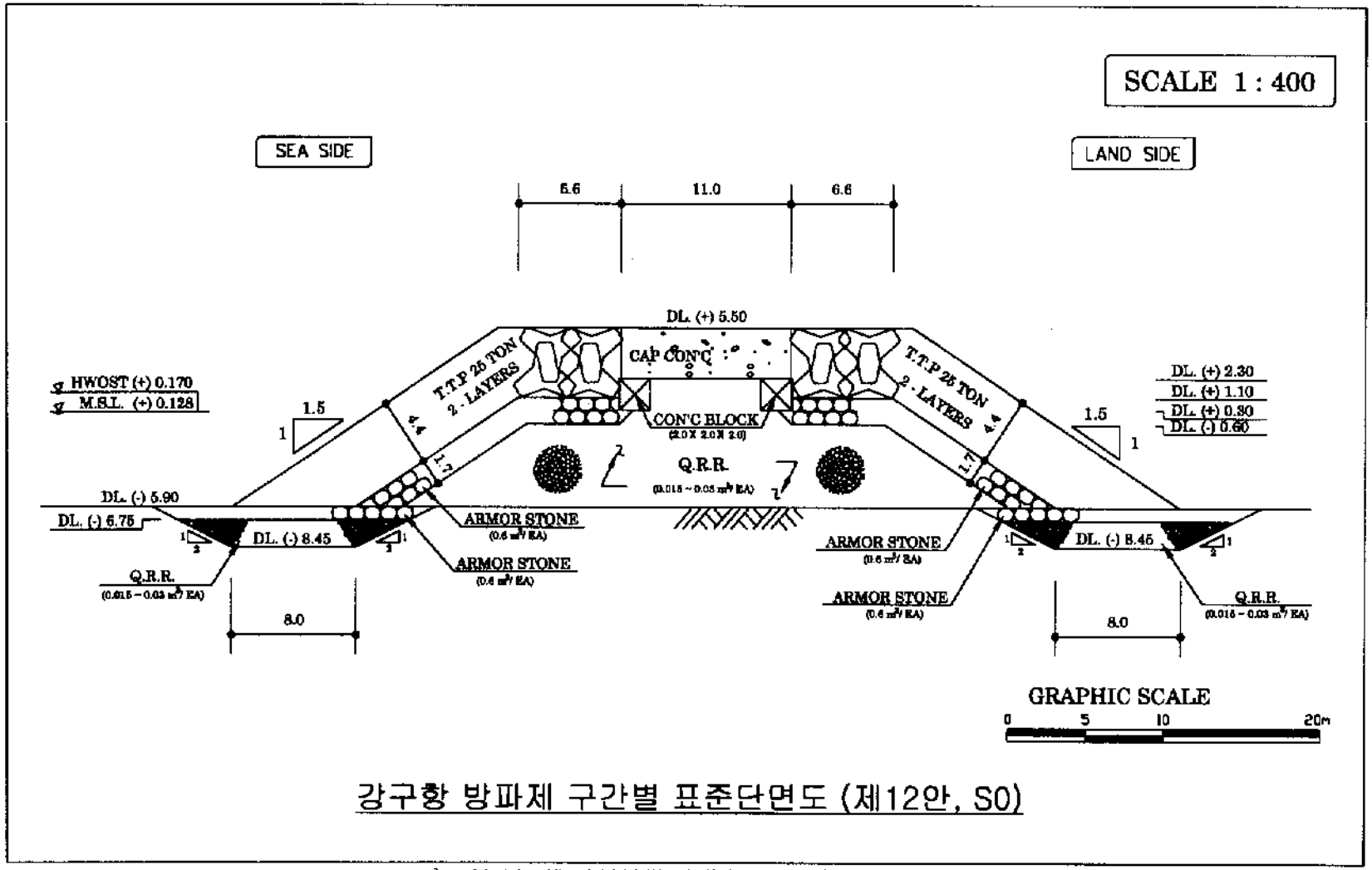

강구항 방파제 구간별 표준단면도 (제12안, N0)

그림 5.30 江口港 北防波堤 建設案 頭部 斷面圖(N0)




강구항 방파제 구간별 표준단면도 (제12안, N1)

그림 5.31 江口港 北防波堤 建議案 堤幹部 斷面圖(N1)




강구항 방파제 구간별 표준단면도 (제12안, S0)

그림 5.32 江口港 南防波堤 建議案 頭部 斷面圖(S0)

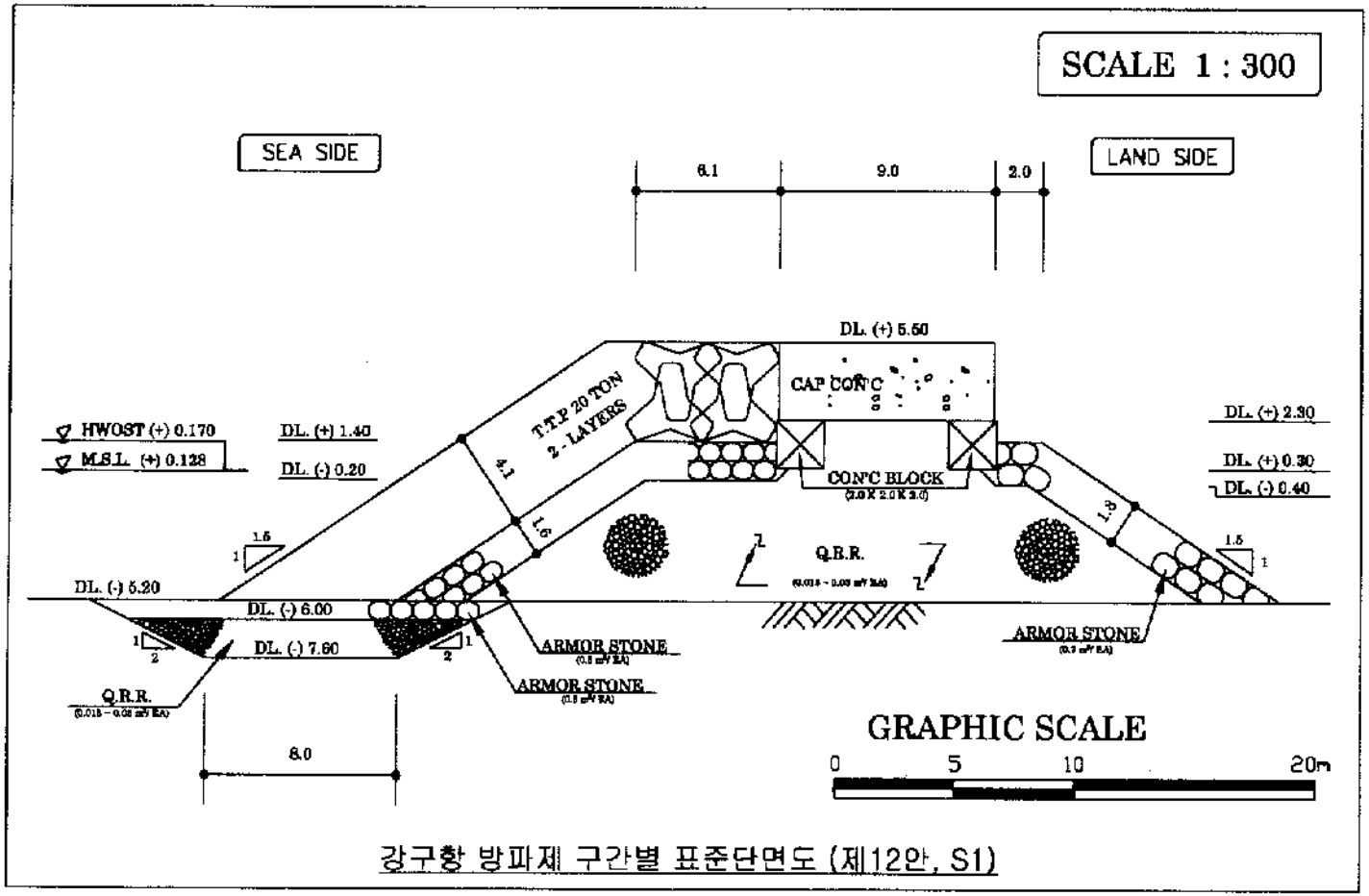



그림 5.33 江口港 南防波堤 建議案 堤幹部 斷面圖(S1)

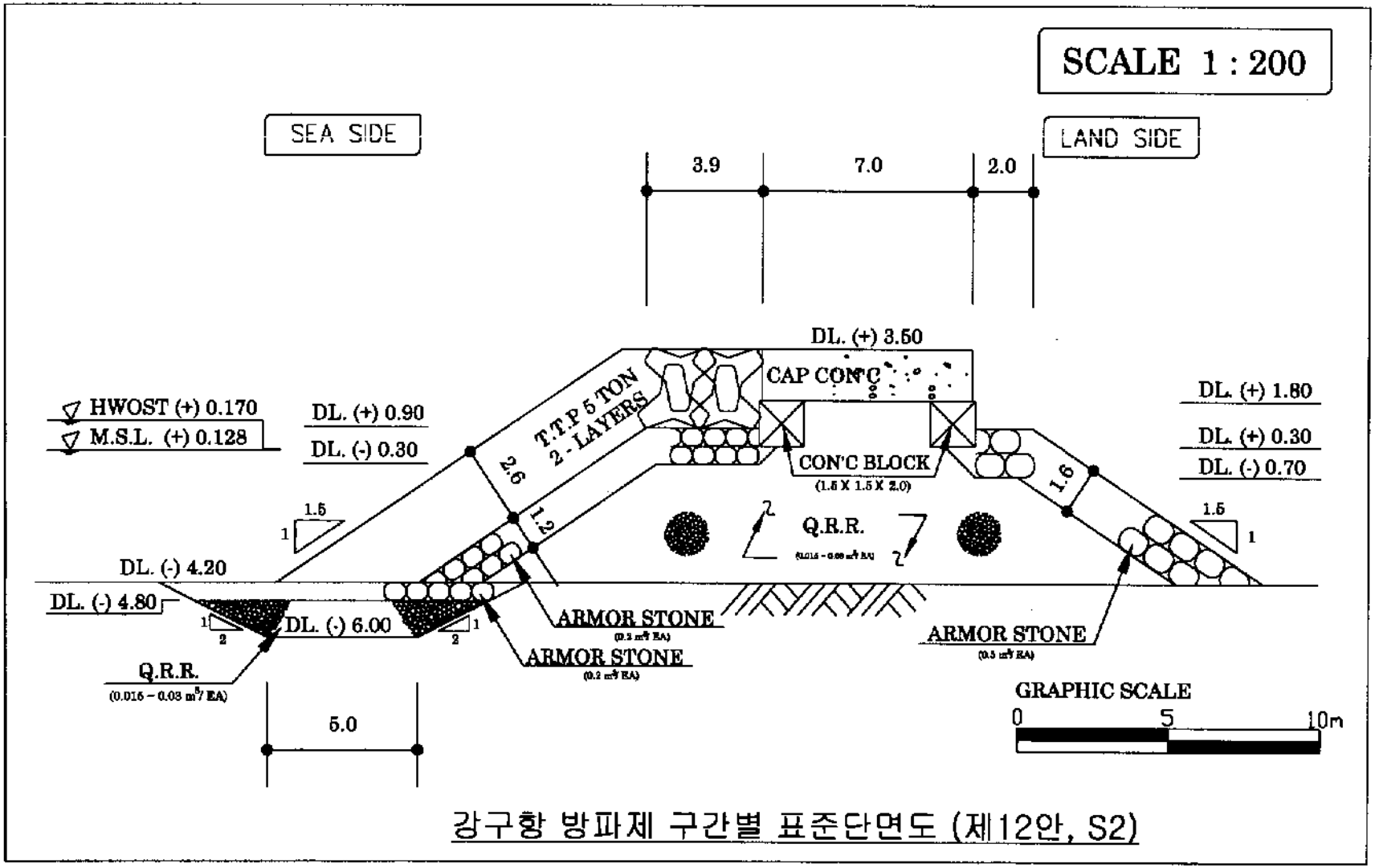



그림 5.34 江口港 南防波堤 建議案 堤幹部 斷面圖(S2)

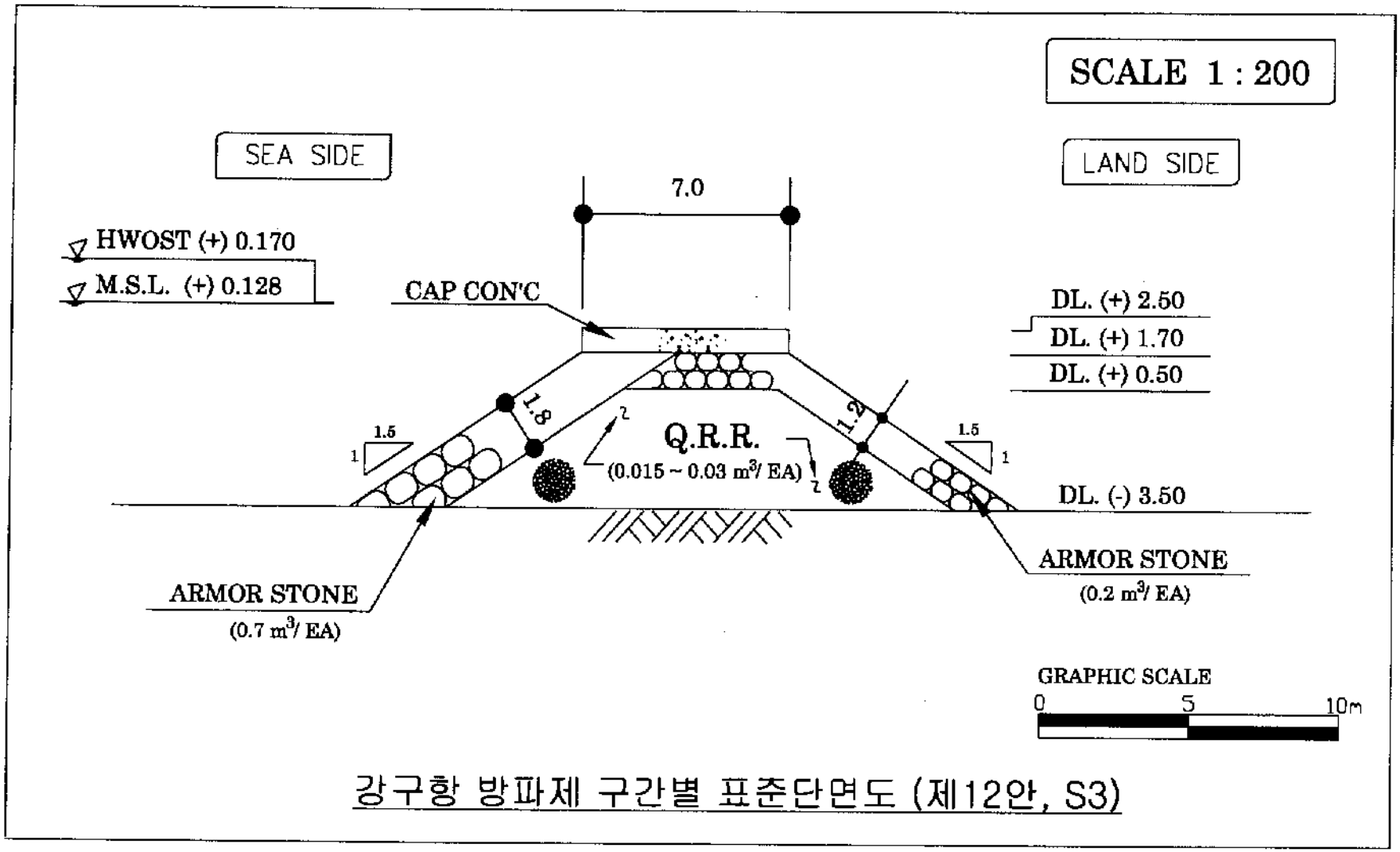
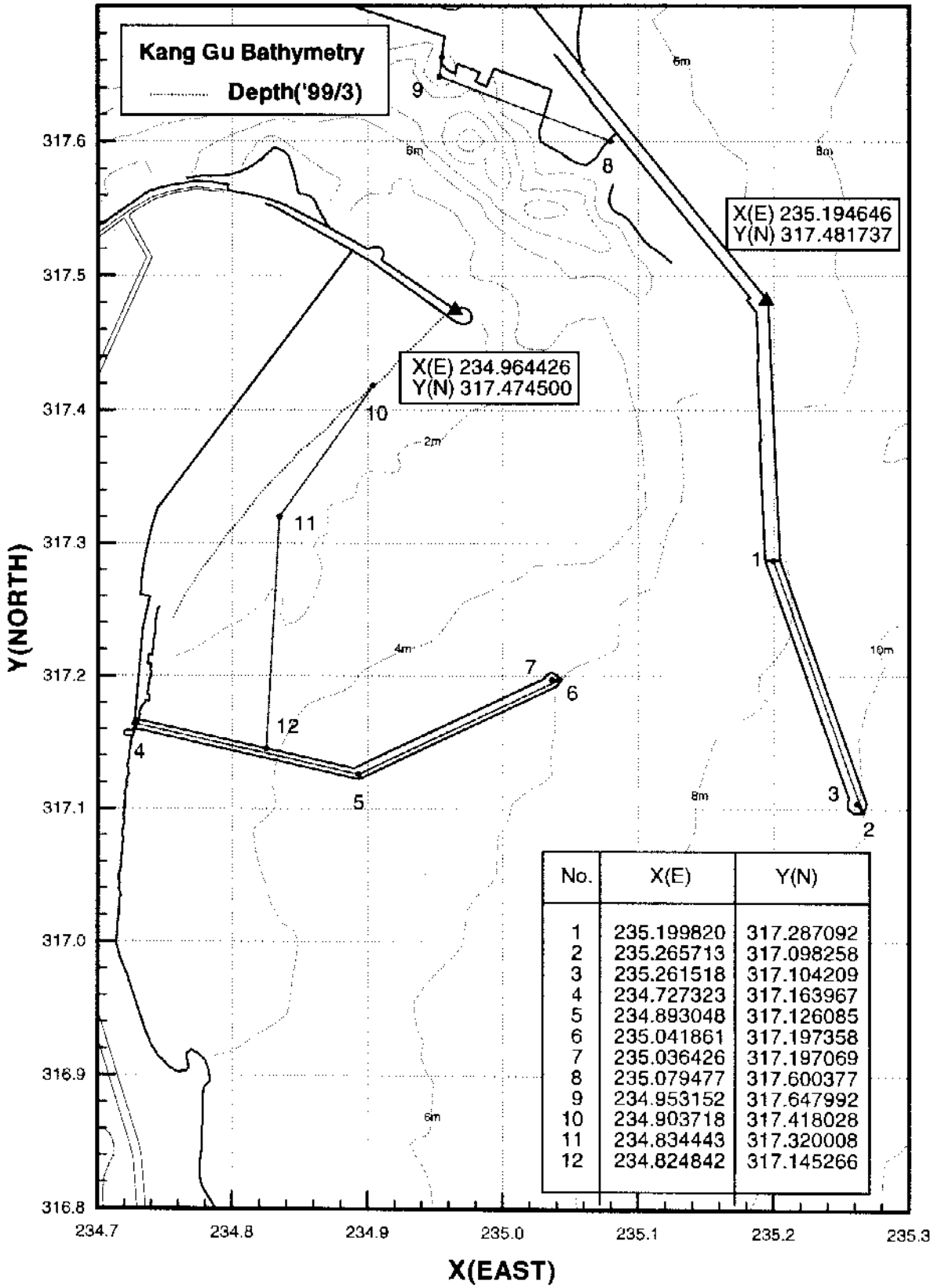



그림 5.35 江口港 南防波堤 建議案 堤幹部 斷面圖(S3)

表 5.7 江口港 構造物의 種類 및 座標(第 12案)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 北防波堤 | N | E | 길이 | 비고 |
| | 317287.092 | 235199.820 | | '93년 終點 |
| | 317098.258 | 235265.713 | 200m | 先 端 |
| | 317104.209 | 235261.518 | | 先端 中心點 |
| 南防波堤 | N | E | 길이 | 비고 |
| | 317163.967 | 234727.323 | | 始 點 |
| | 317126.085 | 234893.048 | 170m | 第 1曲部 |
| | 317197.358 | 235041.861 | 165m | 先 端 |
| | 317197.069 | 235036.426 | | 先端 中心點 |
| 物揚場 | N | E | 길이 | 비고 |
| | 317662.209 | 234954.888 | | 대양물산 전면 초소 |
| | 317647.992 | 234953.152 | | 물양장 시점 |
| | 317600.377 | 235079.477 | 135m | 작업장 외해측 |
| 投棄場 護岸 | N | E | 길이 | 비고 |
| | 317418.028 | 234903.718 | | 방사제 측 |
| | 317320.008 | 234834.443 | 120m | 절곡점 |
| | 317145.266 | 234824.842 | 175m | 남방파제 측 |
| 기준점 좌표 | N | E | 표고 | 비고 |
| | 317481.737 | 235194.646 | 4.39m | 방파제 곡부 수로측 동판 |
| | 317474.500 | 234964.426 | 1.51m | 방사제 선단 매설점 |
| 開口部 | | | 幅 | 비고 |
| | | | 140.3m | 有效幅 |




| No. | X(E) | Y(N) |
|---|---|---|
| 1 | 235.199820 | 317.287092 |
| 2 | 235.265713 | 317.098258 |
| 3 | 235.261518 | 317.104209 |
| 4 | 234.727323 | 317.163967 |
| 5 | 234.893048 | 317.126085 |
| 6 | 235.041861 | 317.197358 |
| 7 | 235.036426 | 317.197069 |
| 8 | 235.079477 | 317.600377 |
| 9 | 234.953152 | 317.647992 |
| 10 | 234.903718 | 317.418028 |
| 11 | 234.834443 | 317.320008 |
| 12 | 234.824842 | 317.145266 |

그림 5.36 江口港 建議案 構造物 座標

## 5.6. 漁港施設 所要規模 檢討

漁港施設의 所要規模를 決定하기 위해 漁船隻數 및 漁獲量의 資料를 利用하여 基準年度別 施設規模를 算定하여 施設計劃의 適正性 및 當爲性을 檢討하였다. 江口港의 漁船推定을 위하여 過去 14年間('84年 ~ '97年)의 農林水産統計年報, 慶尙北道 및 盈德郡 統計資料, 江口港 水産協同組合資料 등를 活用하여 傾向式, 年平均增加率, Logistic 曲線式, 相關式 등의 推定式으로 江口港의 總漁船 및 動力漁船을 算定하였다. 漁船隻數는 全國 및 沿近海 漁船數 → 道 漁船數 → 郡 漁船數 → 勢力圈內 漁船數의 順序로 推定하였다. 각각의 計算科程은 附錄에 나타내었으며, (表 5.8)에 結果를 정리하였다.

表 5.8 漁船의 年度別 隻數

(單位 : 隻)

| 區分 | 年度別 | 全國 | | | | 沿近海 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 總漁船 | 備考 | 動力漁船 | 備考 | 總漁船 | 備考 | 動力漁船 | 備考 |
| 實積值 | 1984 | 90,463 | | 71,650 | | 86,822 | | 69,807 | |
| | 1985 | 90,970 | | 71,836 | | 87,230 | | 69,961 | |
| | 1986 | 93,037 | | 73,905 | | 89,226 | | 71,955 | |
| | 1987 | 94,155 | | 74,835 | | 90,252 | | 72,854 | |
| | 1988 | 99,024 | | 78,424 | | 95,312 | | 76,363 | |
| | 1989 | 98,455 | | 78,291 | | 94,701 | | 76,192 | |
| | 1990 | 99,658 | | 79,365 | | 95,818 | | 77,275 | |
| | 1991 | 103,848 | | 84,024 | | 99,896 | | 81,799 | |
| | 1992 | 94,135 | | 76,825 | | 90,434 | | 74,565 | |
| | 1993 | 87,473 | | 72,838 | | 83,883 | | 70,807 | |
| | 1994 | 77,391 | | 70,082 | | 74,274 | | 67,867 | |
| | 1995 | 76,801 | | 71,041 | | 74,274 | | 67,867 | |
| | 1996 | 75,244 | 87,640 | 69,206 | 72,470 | 72,255 | 84,120 | 66,894 | 70,440 |
| | 1997 | 81,000 | | 73,780 | | 77,805 | | 71,288 | |
| 推定值 | 2001 | 80,340 | 86,490 | 71,780 | 72,700 | 77,270 | 83,020 | 69,240 | 70,610 |
| | 2006 | 77,590 | 85,360 | 70,760 | 72,890 | 74,660 | 81,940 | 68,030 | 70,740 |
| | 2011 | 74,930 | | 69,750 | | 72,140 | | 66,830 | |

※ 備考는 "沿岸港 基本計劃 報告書"의 推定値임.

表 5.8 漁船의 年度別 隻數(계속)

(單位 : 隻)

| 區分 | 年度別 | 慶尙北道 | | | | 盈德郡 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 總漁船 | 備考 | 動力漁船 | 備考 | 總漁船 | 備考 | 動力漁船 | 備考 |
| 實積値 | 1984 | 5,115 | | 3,673 | | 1,135 | | 510 | |
| | 1985 | 5,136 | | 3,668 | | 1,168 | | 543 | |
| | 1986 | 5,354 | | 3,004 | | 1,190 | | 575 | |
| | 1987 | 5,324 | | 3,973 | | 1,188 | | 575 | |
| | 1988 | 5,534 | | 4,425 | | 1,343 | | 838 | |
| | 1989 | 5,260 | | 3,990 | | 1,143 | | 717 | |
| | 1990 | 5,229 | | 4,015 | | 1,123 | | 737 | |
| | 1991 | 5,326 | | 4,082 | | 1,049 | | 725 | |
| | 1992 | 5,792 | | 4,326 | | 1,049 | | 725 | |
| | 1993 | 5,041 | | 3,950 | | 1,004 | | 717 | |
| | 1994 | 4,590 | | 3,950 | | 925 | | 723 | |
| | 1995 | 4,722 | | 3,867 | | 883 | | 702 | |
| | 1996 | 4,722 | 5,050 | 3,867 | 3,920 | 858 | 1,005 | 693 | 717 |
| | 1997 | 4,722 | | 3,867 | | 912 | | 685 | |
| 推定値 | 2001 | 4,850 | 5,020 | 3,860 | 3,990 | 830 | 1,000 | 690 | 717 |
| | 2006 | 4,790 | 4,980 | 3,840 | 4,050 | 750 | 990 | 670 | 717 |
| | 2011 | 4,730 | | 3,820 | | 670 | | 640 | |

※ 備考는 "沿岸港 基本計劃 報告書"의 推定値임.

表 5.8 漁船의 年度別 隻數(계속)

(單位 : 隻)

| 區分 | 年度別 | 江口港 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 總漁船 | 備考 | 動力漁船 | 備考 |
| 實積値 | 1984 | 272 | | 171 | |
| | 1985 | 280 | | 174 | |
| | 1986 | 286 | | 178 | |
| | 1987 | 283 | | 169 | |
| | 1988 | 322 | | 232 | |
| | 1989 | 274 | | 191 | |
| | 1990 | 269 | | 181 | |
| | 1991 | 251 | | 179 | |
| | 1992 | 251 | | 175 | |
| | 1993 | 240 | | 196 | |
| | 1994 | 222 | | 182 | |
| | 1995 | 224 | | 191 | |
| | 1996 | 218 | 204 | 185 | |
| | 1997 | 224 | | 185 | |
| 推定値 | 2001 | 207 | 204 | 181 | |
| | 2006 | 190 | 202 | 177 | |
| | 2011 | 173 | | 169 | |

※ 備考는 "沿岸港 基本計劃 報告書"의 推定値임.

(表 5.8)에서 보는바와 같이 계속적으로 漁船隻數는 減少하는 傾向을 보이고 있으며, "沿岸港 基本計劃 報告書"의 추정치 보다 실제 漁船隻數 推定値가 더 적음을 알 수 있다. 江口港에 登錄되어 있는 漁船에 대하여 年度別 톤수 現況과 漁船隻數 推定値를 利用하여 目標年度別 漁船 톤수를 구한 결과를 (表 5.9)에 나타내었다.

表 5.9 톤급별 漁船隻數 推定結果

(單位 : 隻)

| 年度 | 計 | 1톤미만 | 1-5톤 | 5-10톤 | 10-20톤 | 20-30톤 | 30-50톤 | 50-100톤 | 100톤이상 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1993 | 240 | 93 | 77 | 21 | 22 | 8 | 8 | 10 | 1 |
| 1994 | 222 | 67 | 81 | 24 | 22 | 7 | 9 | 12 | 0 |
| 1995 | 224 | 72 | 79 | 26 | 20 | 6 | 9 | 12 | 0 |
| 1996 | 218 | 64 | 87 | 26 | 15 | 7 | 8 | 11 | 0 |
| 1997 | 224 | 74 | 82 | 24 | 15 | 7 | 8 | 14 | 0 |
| 2001 | 207 | 66 | 75 | 22 | 15 | 7 | 8 | 14 | 0 |
| 2006 | 190 | 63 | 66 | 20 | 15 | 7 | 7 | 12 | 0 |
| 2011 | 173 | 58 | 60 | 20 | 12 | 6 | 7 | 10 | 0 |

江口港의 漁獲量을 推定하기 위하여 漁船推定時와 동일한 方法으로 過去 14年間('85年 ~ '98年)의 江口港 水産協同組合資料를 活用하여 傾向式과 年平均增加率의 推定式으로 江口港의 漁獲量 算定하였다. 傾向式과 年平均增加率의 漁獲量 推定方法에 대한 計算過程은 附錄에 나타내었으며, (表 5.10)에 結果를 정리하였다.

表 5.10 漁獲量 推定結果

| 年度 | 漁獲量(M/T) | 備考 |
|---|---|---|
| 1998 | 20,800 | 實績値 |
| 2001 | 17,112 | 推定値 |
| 2006 | 19,942 | 推定値 |
| 2011 | 22,772 | 推定値 |

가. 接岸施設 및 水域施設 規模決定

江口港 開發에 따른 漁港施設 所要規模 算定은 業種別 船團構成, 回轉率, 船次日數 및 荷役時間 등을 考慮하여 揚陸, 補給, 休息埠頭에 대해 檢討하였으며, 施設規模 算定에 따른 漁船의 船型 및 諸元은 (表 5.11)과 같다.

表 5.11 漁船의 船型 및 諸元

| 船級別 | 全長(L, m) | 全幅(B, m) | 滿載吃水(m) | 所要水深(m) | 基準船舶 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1톤 미만 | 6.7 | 2.1 | 0.4 | (-)1.00 | 1톤 |
| 1~5톤 | 9.5 | 2.8 | 0.8 | (-)2.00 | 3톤 |
| 5~10톤 | 13.5 | 3.4 | 1.1 | (-)2.00 | 7톤 |
| 10~20톤 | 18.0 | 4.3 | 1.4 | (-)2.00 | 15톤 |
| 20~30톤 | 19.9 | 4.9 | 1.5 | (-)2.50 | 24.5톤 |
| 30~50톤 | 27.0 | 5.1 | 1.8 | (-)2.50 | 50톤 |
| 50~100톤 | 29.6 | 5.5 | 2.1 | (-)3.00 | 70톤 |
| 100톤 이상 | 38.5 | 7.5 | 2.8 | (-)4.00 | 150톤 |

江口港을 利用하는 船舶들 大部分이 漁船이므로 앞에서 구한 漁船隻數 推定値를 根據로 '90年 水産廳에서 調査한 "接眼施設(物揚場) 所要規模 調査結果 報告書"와 "漁港構造物設計基準('96年, 水産廳)을 基準으로 所要規模를 檢討하였다.

接岸施設에 대한 所要規模 計算過程은 附錄에 提示하였으며, 結果를 (表 5.12)에 정리하였다. 所要規模 檢討 結果 2006年을 基準으로 할 때 漁船 物揚場이 720m가 필요한 것으로 算定되었다. 이는 現在의 物揚場 길이 842m로 볼 때 現 狀態로도 充分한 것으로 나타났다.

表 5.12 目標年度別 接岸施設 所要規模 檢討 結果

(單位 : m)

| 年度 | 所要水深 | 漁船埠頭 | | | | 所要規模 | 備考 | 過不足 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 揚陸 | 補給 | 休息 | 計 | | | |
| 1997年 | EL.(-)3.0이하 | 270 | | 260 | 530 | 530 | | -162 |
| | EL.(-)3.5 | | 240 | | 240 | 240 | | 234 |
| | 計 | 270 | 240 | 260 | 770 | **770** | | 72 |
| 2001年 | EL.(-)3.0이하 | 260 | | 250 | 510 | 510 | 425 | -142 |
| | EL.(-)3.5 | | 240 | | 240 | 240 | 260 | 234 |
| | 計 | 260 | 240 | 250 | 750 | **750** | 685 | 102 |
| 2006年 | EL.(-)3.0이하 | 250 | | 230 | 480 | 480 | 425 | -112 |
| | EL.(-)3.5 | | 240 | | 240 | 240 | 260 | 234 |
| | 計 | 250 | 240 | 230 | 720 | **720** | 685 | 122 |
| 2011年 | EL.(-)3.0이하 | 210 | | 200 | 410 | 410 | | -42 |
| | EL.(-)3.5 | | 240 | | 240 | 240 | | 234 |
| | 計 | 210 | 240 | 200 | 650 | **650** | | 192 |

※ 備考는 "沿岸港 基本計劃 報告書"의 計算 結果値임.

水域施設의 所要規模는 江口港을 利用하고 있는 漁船을 對象으로 泊地, 旋回場에 대하여 船舶의 安全運航, 操船, 揚陸作業이 圓滑하게 수행될 수 있는 規模를 算定하였다. 漁船用 泊地는 揚陸用, 補給用, 休息用으로 區分하여 泊地面積을 算定하여 (表 5.13)에 제시하였으며, 計算過程은 附錄에 수록하였다.

表 5.13 漁船用 泊地 所要規模

( 單位 : $m^2$ )

| 區分 / 年度 | 計 | 揚陸 | 補給 | 休息 | 所要泊地 | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1997年 | 62,889 | 12,499 | 21,200 | 29,190 | 62,900 | |
| 2001年 | 61,911 | 12,332 | 21,200 | 28,379 | 62,000 | 57,900 |
| 2006年 | 57,088 | 11,481 | 21,200 | 25,307 | 58,000 | 57,900 |
| 2011年 | 53,282 | 9,959 | 21,200 | 22,123 | 53,300 | |

※ 備考는 "沿岸港 基本計劃 報告書"의 計算 結果値임.

旋回場의 規模는 300톤급 油槽船의 원활한 旋回를 위해 3L을 直徑으로 하는 원의 面積으로 算定하였다.

$$\text{所要面積} = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi \times (42.0 \times 3)^2}{4} = 12,463\,m^2 \fallingdotseq 12,500 m^2$$

江口港 利用 船舶에 대한 水域施設의 所要規模를 檢討한 結果를 (表 5.14)에 나타내었으며, 결과에 의하면 現在의 水面積으로도 충분한 것으로 나타났다.

表 5.14 水域施設 所要規模

( 單位 : ㎡ )

| 區分 / 年度 | 漁船繫留泊地 | 旋回場 | 計 | 現在水面積 | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1997年 | 62,900 | 12,500 | 75,400 | 166,000 | |
| 2001年 | 62,000 | 12,500 | 74,500 | 166,000 | 70,400 |
| 2006年 | 58,000 | 12,500 | 70,500 | 166,000 | 70,400 |
| 2011年 | 53,300 | 12,500 | 65,800 | 166,000 | |

※ 備考는 "沿岸港 基本計劃 報告書"의 計算 結果値임.

※ 港內 出入航路 水域은 제외되었음.

## 나. 機能施設 規模決定

漁港施設用地는 漁業活動에 提供되는 用地로서 각종 漁港施設을 위한 敷地로서 地域住民의 生活基盤이라는 觀點에서 環境施設 등의 用地도 考慮해야 하며, 漁港施設用地의 規模와 配置를 시설하게 하여 漁港에서의 活動이 효율적으로 이루어지도록 計劃해야 한다.

江口港을 利用하는 漁船의 揚陸 및 出漁準備에 필요한 給油, 給水 등의 補給施設과 委販場, 共同倉庫 등의 각종 陸上支援施設의 所要規模를 目標年度의 漁船隻數를 考慮하여 다음과 같이 算定하였다.

委販場은 각종 漁港 機能施設에서 가장 基本的인 施設이며, 揚陸된 漁獲物을 商品화하기 위한 選別, 計量등의 作業場으로서의 기능, 商品展示 및 거래의 場으로서의 기능, 商品引受에 따른 包裝 및 發送 作業으로서의 기능을 가지고 있다. 委販場의 規模는 다음式에 의하여 算定할 수 있다.

$$S = \frac{N}{R \times \alpha \times P}$$

여기서, $S$ 는 委販場의 所要面積(㎡), $N$ 은 1日當 計劃 取扱量(=1日 取扱 委販量)(kg/日), $R$ 은 委販場의 回轉數(回/日), $\alpha$ 는 占有率, $P$ 는 單位面積當 取扱量(kg/㎡) 이다.

漁獲物을 委販場에서 搬出하기 위한 가장 一般的인 方法은 트럭에 의한 搬出이다. 이 搬出作業을 하기 위한 空間이 충분히 考慮되지 않으면 트럭이 委販場 背後의 道路를 使用하든가 委販場 안에 트럭이 들어가서 道路의 混雜이나 委販場안의 作業을 妨害하게 된다. 그러므로, 圓滑하게 搬出作業을 하기 위해서 上屋에 平行하게 상차장을 設置하는 것으로 계획하였다. 상차장의 幅은 利用하는 트럭의 全體길이에 餘裕를 考慮하여 決定하여 10m로 정하였다.

또한 委販場은 漁獲物에 얼음을 補給하기 위한 貯氷庫, 競買를 위한 입찰실, 기계실, 市場關係者의 待機室 등 漁獲物의 揚陸 및 委販과 관련된 諸般施設이 필요하다. 附帶施設의 配置 및 面積은 委販場의 본래 기능을 妨害하지 않도록 충분히 計劃하였다.

上屋, 상차장, 附帶施設의 規模를 算定하고, 여기에 建蔽率을 考慮하여 委販場 面積을 決定하였고 計算過程은 附錄에 提示하였다. (表 5.15)는 目標年度別 委販場 所要規模를 정리한 것이다.

表 5.15 目標年度別 委販場 所要規模

| 目標年度 | 委販場 所要規模(㎡) | 備考(現在 委販場 規模)(㎡) | 差異(㎡) |
|---|---|---|---|
| 2001 | 3,070 | 1140 | -1,930 |
| 2006 | 3,070 | 1140 | -1,930 |
| 2011 | 3,070 | 1140 | -1,930 |

漁港에 있어서 製氷·貯氷施設은 漁獲物의 鮮度維持를 위하여 漁獲物의 冷藏用으로 漁船에 실어 나르거나 委販場내에서 사용하거나, 出荷시에 漁箱子에 담는데 사용하는 얼음을 製造, 貯藏하기 위한 施設이다. 漁港에 設置되는 製氷施設은 빙무식 제빙시설과 전자동 쇄빙제빙시설의 2種類가 있다.

季節에 따라 얼음의 使用量이 나르므로 地域特性을 면밀히 調査·分析하여 所要量을 判斷해야 하며, 地域 실정에 맞는 資料가 없는 境遇에는 얼음 所要量으로서 標準的으로 單位漁獲量當 1.0톤을 使用한다. 얼음 所要量을 정한 후 所要施設量을 算定한다. 이 方法에는 빙무식과 전자동식이 있는데 本 施設規模 檢討에는 빙무식을 적용하였다. 氷冠式 製氷施設은 貯氷施設과 組合하여 計劃을 하며, 施設能力은 夏節期를 基準으로 아래의 式을 利用하여 算定한다.

$$\text{製氷施設能力} = \frac{\text{年間 얼음所要量}}{365 \times 0.7}$$

製氷·貯氷施設의 能力과 標準的인 建物面積의 關係는 (表 5.16)과 같으며 이를 이용하여 시설의 규모를 결정하였으며 計算過程은 附錄에 提示하였다. (表 5.17)에 目標年度別 製氷·貯氷施設 所要規模를 정리하였다.

表 5.16 氷缶式 製氷施設의 能力과 建物面積

| 제빙능력(톤/일) | | 1 | 3 | 5 | 10 | 20 | 30 | 50 | 100 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 저빙고 수용량 | | 60 | 180 | 300 | 600 | 1,100 | 1,500 | 2,000 | 3,000 |
| 건물 면적 (㎡) | 제빙실 | 24.8 | 48.4 | 59.4 | 86.6 | 178.2 | 231.0 | 376.2 | 752.4 |
| | 저빙실 | 26.4 | 72.0 | 100.7 | 178.2 | 290.4 | 396.0 | 534.6 | 772.2 |
| | 준비실 | 3.3 | 11.6 | 12.4 | 19.8 | 33.0 | 33.0 | 39.6 | 99.0 |
| | 기계실 | - | 23.1 | 33.0 | 49.5 | 79.2 | 66.0 | 89.1 | 138.6 |
| | 배전실 | - | - | - | - | - | - | 19.8 | 33.0 |
| | 사무실 | - | 9.9 | 12.4 | 24.8 | 46.2 | 39.6 | 52.8 | 52.8 |
| | 숙직실 | - | - | - | | | 26.4 | 36.3 | 62.7 |
| | 기타 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 계 | 54.5 | 165.0 | 217.9 | 358.9 | 627.0 | 792.0 | 1,148.4 | 1,910.7 |

表 5.17 目標年度別 製氷·貯氷施設 所要規模

| 目標年度 | 製氷·貯氷施設 所要規模 | 備考(現在 製氷·貯氷施設 規模) | 差異 |
|---|---|---|---|
| 2001 | 2,000㎡ | 264㎡ | -1,736㎡ |
| 2006 | 2,350㎡ | 264㎡ | -2,086㎡ |
| 2011 | 2,850㎡ | 264㎡ | -2,586㎡ |

揚陸된 漁獲物의 鮮度를 維持하는 것이 가장 重要한 일이다. 水産物을 低溫狀態에서 保管하기 위한 施設을 冷凍·冷藏施設 또는 冷藏庫는 設置되는 目的, 收用되는 水産物의 形態, 保管溫度 등에 따라 각각 다르게 되어 있으나, 여기서는 漁港施設用地에 만들어지는 生産地 冷藏庫에 준하여 規模 및 所要面積을 決定한다.

冷藏庫 規模를 決定하기 위하여 먼저, 年間 漁獲量을 算定한 후, 利用目的別 配分率에 따라 冷藏庫用 出荷量을 決定한다. 다음으로, 年間 回轉率을 決定해야 하는데 回轉數는 漁港의 立地條件, 성격, 漁業種類 등에 따라 다르다. 앞서 記述한 順序를 利用하여 冷藏庫의 規模는 다음 式에 의하여 구한다.

$$\text{冷藏庫 規模(톤)} = \frac{\text{冷藏庫用 出荷量(톤/年)}}{\text{回傳數(回/年)}}$$

冷藏庫의 收容能力(規模)에 의해서 구해진 수치를 利用하여 冷藏庫 單位 容積當의 收用量(보통 0.4톤/㎥ (2.5 ㎥/t)을 使用)을 決定한다. 다음으로, 冷藏室내의 通路, 荷役을 위한 空間이나 機械室, 電氣室, 冷凍室, 準備室, 事務室 등의 실제로 漁獲物을 保管할 수 있는 부분이외의 餘裕를 결정한 후 冷藏庫 施設面積은 아래의 式으로 구한다.

$$\text{冷藏庫 面積(㎡)} = \frac{\text{收容能力}(t) \times 2.5(㎥/t) \times 1.2 \times 1.5}{\text{有效 收用量}} = 4.5 \times \frac{\text{收容能力}}{\text{有效 收用量}}$$

위의 式에 의하여 구해진 冷藏庫 面積을 利用하여 敷地面積을 算定한다.

$$\text{敷地面積(㎡)} = \frac{\text{冷藏庫面積(㎡)}}{\text{階層}} \times \frac{1}{\text{建蔽率}} \times \text{餘裕率}$$

(表 5.18)에 目標年度別 冷凍·冷藏施設 用地 所要規模를 정리하였으며, 計算過程은 附錄에 提示하였다.

表 5.18 目標年度別 冷凍·冷藏施設 所要規模

| 目標年度 | 冷凍·冷藏施設 所要規模 | 備考(現在 冷凍·冷藏施設 規模) | 差異 |
|---|---|---|---|
| 2001 | 900㎡ | 288㎡ | -612㎡ |
| 2006 | 900㎡ | 288㎡ | 612㎡ |
| 2011 | 900㎡ | 288㎡ | -612㎡ |

給油施設은 漁船에 油類를 供給하기 위하여 設置하는 給油 및 貯油를 위한 施設로서 補給時間의 短縮, 大量 求入에 의한 價格 切感 및 安定的 供給에 目的이 있다. 油類 消費量은 다음과 같은 方法으로 算定한다.

$$\text{油類 消費量} = \text{燃料 消費率} \times \text{馬力數} \times \text{使用時間}$$

油類 消費量 算定式을 使用하여 燃料 所要量을 算出하기 위하여 漁船의 馬力數 및 漁場

까지의 距離, 操業狀態 등을 把握해야 한다. 漁業 種類別에 다라 操業時 馬力數가 다르며 같은 船形이라도 定格 馬力數는 복잡한 計算을 해야만 燃料 所要量을 구할 수 있다. 다른 方法으로는 '漁港構造物設計基準('96年, 水産廳)'의 <表 7-2-5>를 參照하여 구할 수 있으니 마력수를 근기로 결정하였다. 각 目標年度別로 구한 給油施設의 面積을 (表 5.19)에 나타내었으며, 計算過程은 附錄에 提示하였다.

表 5.19 目標年度別 給油施設 所要規模

| 目標年度 | 給油施設 所要規模 | 備考(現在 給油施設 規模) | 差異 |
|---|---|---|---|
| 2001 | 450㎡ | 370㎡ | -80㎡ |
| 2006 | 450㎡ | 370㎡ | -80㎡ |
| 2011 | 450㎡ | 370㎡ | -80㎡ |

給水量은 각 目標年度別 江口港 漁船隻數 推定 結果値를 利用하여 구하며, (表 5.20)에 정리한 값은 어선척수에 평균어선 톤수를 곱해 급수기준율과 회전율로 나누어 계산하였다. 각각의 計算過程은 附錄에 나타내었다.

表 5.20 目標年度別 給水施設 所要規模

| 目標年度 | 給水施設 所要規模 | 備考(現在 給水施設 規模) | 差異 |
|---|---|---|---|
| 2001 | 100㎡ | - | -100㎡ |
| 2006 | 100㎡ | - | -100㎡ |
| 2011 | 100㎡ | - | -100㎡ |

野積場은 漁業活動을 圓滑하게 하기 위하여 多目的으로 使用되는 場所이다. 利用目的은 揚陸時의 짐처리나 加工처리의 一時的인 面積의 不足을 補充, 出漁準備중 또는 休息중에 漁具를 一時 保管, 荷役用의 資材 적치, 養殖資材의 組立 및 一時 保管과 漁網, 養殖資材, 드림통 등의 漁業資材를 두는 곳으로 쓰인다. 野積場의 所要面積은 그 役割에 따라 각각의 所要面積을 算定하여 決定한다.

1) 漁具의 臨時保管場所로서 出漁準備중이거나 休息중에 臨時로 野積時의 所要面積

$$A_1 = B \times N \times V_p$$

여기서, $B$ 는 登錄漁船隻數, $N$ 은 漁船 1隻當 使用漁具 統數, $V_p$ 는 1個 統當 漁具占有面積을 나타낸다.

2) 分類用의 資材를 野積하는 곳으로서 木材, 鋼材의 漁箱子나 플라스틱제 漁箱子, 콘테이너 등의 分類資材 및 漁具를 野積時의 所要面積

$$A_2 = \frac{a \times y}{n} \times D \times \frac{1}{r}$$

$$y = \frac{X}{k}$$

여기서, $a$ 는 漁箱子 1箱子의 面積(㎡), $y$ 는 漁箱子의 필요 보유수, $n$ 은 漁箱子를 쌓는 단수, $D$ 는 漁箱子의 準備 日數, $r$ 은 面積 占有率(대략 0.75), $X$ 는 생어기 1日當 漁獲量, $k$ 는 漁箱子 1箱子當의 重量 이다.

3) 養食用 資材의 組立, 臨時 保管倉庫로서 使用하는 境遇의 所要面積

$$A_3 = K \times G \times \frac{E \times J}{F}$$

$$J = \frac{P}{X}$$

여기서, $K$ 는 施設 固有係數, $G$ 는 施設 1室 面積, $E$ 는 施設 1室 組立日數, $F$ 는 年間 組立日數, $J$ 는 施設의 年間 組立日數, $P$ 는 年間 生産目標量, $X$ 는 施設 1室當 年間 生産量을 나타낸다.

4) 漁具를 쌓아두는 空間으로서의 面積算定

$$A_4 = \frac{N \times V_p}{s \times a}$$

여기서, $N$ 는 漁具의 統數, $V_p$ 는 1個 統當 漁具의 占有面積, $S$ 는 漁具의 可能積財 단수, $a$ 는 占有率이다.

1) ~ 4) 까지의 設計마다 使用時期, 配置場所를 調査하여 兼用 可能한 것은 兼用을 考

慮하여 計劃하였다.

野積場의 規模 및 所要面積에 대하여 兼用可能 面積을 考慮하여 각 目標年度別로 (表 5.21)에 정리하였으며, 각각의 計算過程은 附錄에 나타내었다.

表 5.21 目標年度別 野積場 施設 所要規模

| 目標年度 | 野積場 施設 所要規模 | 備考(現在 野積場 施設 規模) | 差異 |
|---|---|---|---|
| 2001 | 4,197㎡ | | -4,197㎡ |
| 2006 | 3,857㎡ | - | 3,857㎡ |
| 2011 | 3,517㎡ | - | -3,517㎡ |

漁具手理場 用地는 漁具를 倉庫에 保管하기 위하여 乾燥作業, 養食資材의 乾燥 維持作業 및 漁具手理 등을 위한 場所이다. 또한, 漁港區域에서 利用 可能한 空間으로서 野積場의 機能도 하며 漁業活動을 圓滑히 遂行하는데 매우 重要하다. 漁具手理場의 所要面積의 算定은 각 漁業 種類別 漁具의 톤수를 算定한 후 1個 統當의 漁具 乾燥面積을 計算하여 각 漁業 種類의 漁具手理場 所要面積을 아래의 式을 利用하여 算定한다.

$$A_i = N_i \times \frac{V_i}{r}$$

여기서, $N_i$ 는 各 漁業 種類別 漁具 統數, $V_i$ 는 1個 統當 所要面積, $r$ 은 面積 有效率을 나타낸다.

漁具手理場의 規模 및 所要面積에 대하여 각 目標年度別로 (表 5.22)에 정리하였으며, 각각의 計算過程은 附錄에 나타내었다.

表 5.22 目標年度別 漁具手理場 施設 所要規模

| 目標年度 | 漁具手理場 所要規模 | 備考(現在 漁具手理場 規模) | 差異 |
|---|---|---|---|
| 2001 | 3,450㎡ | 320㎡ | -3,130㎡ |
| 2006 | 3,150㎡ | 320㎡ | 2,830㎡ |
| 2011 | 2,900㎡ | 320㎡ | -2,580㎡ |

水産倉庫의 所要面積은 다음과 같이 구한다.

$$A = \frac{M}{a \times N \times r \times k}$$

여기서, $M$ 은 倉庫에 保管되는 製品의 數量, $a$ 는 單位面積當 保管數量, $N$ 은 回轉率, $r$ 은 面積 有效率, $k$ 는 層 數이다. 水産倉庫의 規模 및 所要面積의 計算過程은 부록에 나타내었으며, 각 目標年度別 所要面積을 (表 5.23)에 정리하였다.

表 5.23 目標年度別 水産倉庫 施設 所要規模

| 目標年度 | 水産倉庫 施設 所要規模 | 備考(現在 水産倉庫 施設 規模) | 差異 |
|---|---|---|---|
| 2001 | 3,650㎡ | - | -3,650㎡ |
| 2006 | 4,150㎡ | - | -4,150㎡ |
| 2011 | 4,850㎡ | - | -4,850㎡ |

漁民을 위한 福祉施設 用地는 江口港을 利用하는 外來船舶의 乘船人員을 對象으로 事務室, 食堂, 宿泊施設, 休憩室, 化粧室, 會議室, 脫衣室 및 샤워室 등을 收用하는 福祉會館의 用地面積으로 算定한다. 計算過程은 附錄에 나타내었으며, (表 5.24)에 結果를 나타내었다.

表 5.24 目標年度別 漁民福祉施設 所要規模

| 目標年度 | 漁民福祉施設 所要規模 | 備考(現在 漁民福祉施設 規模) | 差異 |
|---|---|---|---|
| 2001 | 1,900㎡ | 432㎡ | -1,468㎡ |
| 2006 | 1,900㎡ | 432㎡ | -1,468㎡ |
| 2011 | 1,900㎡ | 432㎡ | -1,468㎡ |

江口港을 利用하는 外來 訪問客을 위한 駐車場은 드라마의 撮影地 및 隣近의 三恩海上公園 등으로 인해 訪問客이 꾸준히 增加하는 추세이므로 小型車 50대, 大型車 10대를 基準으로 面積을 算定하였다.

表 5.25 目標年度別 駐車設 所要規模

| 目標年度 | 駐車施設 所要規模 | 備考(現在 駐車施設 規模) | 差異 |
|---|---|---|---|
| 2001 | 1,980㎡ | - | -1,980㎡ |
| 2006 | 1,980㎡ | - | -1,980㎡ |
| 2011 | 1,980㎡ | - | -1,980㎡ |

이상으로 각 施設用地에 대하여 規模 및 所要面積을 구하였고 이를 다음의 (表 5.26)에 정리하였다.

表 5.26 機能施設 用地의 算定 結果

| 目標年度 / 區分 | 2001 | 2006 | 2011 | 備考(現在) |
|---|---|---|---|---|
| 委販場 | 3,070㎡ | 3,070㎡ | 3,070㎡ | 1,140㎡ |
| 製氷·貯氷施設 | 2,000㎡ | 2,350㎡ | 2,850㎡ | 264㎡ |
| 冷凍·冷藏施設 | 900㎡ | 900㎡ | 900㎡ | 288㎡ |
| 給油 | 450㎡ | 450㎡ | 450㎡ | 370㎡ |
| 給水 | 100㎡ | 100㎡ | 100㎡ | - |
| 野積場 | 4,197㎡ | 3,857㎡ | 3,517㎡ | |
| 漁具手理場(漁具乾燥場) | 3,450㎡ | 3,150㎡ | 2,900㎡ | 320㎡ |
| 水産倉庫 | 3,650㎡ | 4,150㎡ | 4,850㎡ | - |
| 漁民福祉施設 | 1,900㎡ | 1,900㎡ | 1,900㎡ | 432㎡ |
| 駐車場 | 1,980㎡ | 1,980㎡ | 1,980㎡ | - |
| 所要敷地 | 21,697㎡ | 21,907㎡ | 22,517㎡ | 2,814㎡ |

(表 5.26)에 나타난 結果를 보면 現在 江口港의 機能施設의 用地面積이 目標年度에 따른 推定 用地面積보다 상당히 적은 것으로 나타났다. 現在의 施設面積中 給水施設의 境遇에는 급수용량이 10D/M이지만 안정한 給水施設 用地를 가지고 있지는 않으며, 駐車場의 경우에는 江口港 어시장 주변에 駐車할 수 있는 장소가 있으니 부족하며 (表 5.26)에 提示된 바와 같이 機能施設은 현저하게 不足한 것으로 나타났다.

五十川 河口를 따라 형성된 江口港은 港 周邊에 모래이동이 많고 港內로 流入되는 모래에 의한 港 機能의 低下를 막기 위해 주기적으로 浚渫하고 있다. 준설에 의한 항 機能回復 방안은 工事費가 低廉하나 매몰방지의 근원적인 대책이 아니며 地域住民의 漁業活動을 위축시켜 지역경제 활성에 阻害要因이 되며 이로 인한 民願發生이 그치지 않게 된다. 그리고 일본의 漁港開發 事例에서 알 수 있는 바와 같이 港 埋沒低減에 대한 근본적인 接近方案이 經濟·社會的 論理에 의해 稀釋되는 경우 많은 施行錯誤를 거치게 되며 이로 인한 經濟的 損失이 크게 된다. 이러한 例로 第 3章에 기술한 태평양 연안의 조시항, 카타카이항, 이오카항을 들 수 있으며 결국 이 항들은 外港 또는 新港을 건설하는 方向으로 計劃을 수정하고 있다.

江口港의 境遇에는 目標年度別 漁船隻數推定을 利用하여 算定한 接岸施設 및 水域施設의 所要規模의 結果를 볼 때 現在의 狀態로도 충분한 것으로 나타났지만, 江口港 開發에 대한 住民說明會時 住民들과 水協은 接岸施設의 배후지가 협소하여 어획물의 揚陸空間이 부족하고 背後交通이 혼잡하여 추가 建設을 要求하였다. '88年과 '95年의 航空寫眞에 의하면 7 ~ 8縱 接岸한 것으로 나타났고 江口港의 施設이 日帝時代부터 築造되어 物揚場의 幅이 좁고 背後地가 매우 狹小한 것으로 판단된다. 이 때문에 揚陸時 매우 혼잡하여 使用에 불편한 것으로 나타났다. 또한 目標年度別 機能施設의 規模를 推定한 結果에 의해서도 現在의 施設로는 현저하게 부족한 것으로 나타났다. 이러한 立地 與件을 고려할 때 既存港의 개발 잠재력은 한계에 달한 것으로 판단된다.

따라서 既存 漁港施設은 현재의 機能維持 차원에서 최소한의 施設計劃으로 縮小하고 埋沒防止를 위해 不可避하게 建設해야할 시설물을 최대한 이용하여 未來指向的인 多技能 漁港으로 早期 開發하는 것이 施設 및 豫算의 重複投資를 防止할 것으로 判斷되어 河川 北側에 偏重되어 있는 物揚場 및 機能施設을 分散 配置하기 위한 南側海岸에 機能施設의 敷地를 계획하고 地域經濟 活動의 推移를 살펴 彈力的으로 開發하는 안이 적합한 것으로 判斷된다.

## 5.7. 最大侵蝕 區域, 施工順序 및 港界線 檢討

江口港 建議案은 북방파제를 200미터 연장함에 따라 侵蝕區域도 현재의 해안침식 방지호안 중앙부에서 南側으로 이동하게 되며 과거 構造物의 축조시기에 대한 자료와 海岸線 變化資料를 분석하고 수치모형실험의 결과를 이용하여 예측된 最大侵蝕 豫想地域은 <그림 5.37>에 회색으로 나타낸 區域인 돌출 암초지역으로 판단된다. 따라서 이 지역에 대한 海岸侵蝕防止를 위한 構造物의 설치가 필요하지 않은 것으로 보인다. 그러나 北防波堤의 시공은 여건상 1年에 完工될 수 없기 때문에 北防波堤의 延長에 따른 해안의 변화가 발생되며 이로 인해 侵蝕된 모래가 港內로 이동하여 港內埋沒이 심하게 나타날 것으로 예상된다.

주 방파제인 北防波堤는 강한 북동계열의 파랑을 막게되며 이 경우 南防波堤는 遮蔽區域 內에 위치한다. 그러나 南防波堤는 남동계열의 파랑을 직접 받게 되기 때문에 파랑의 항내침입을 막는 동시에 남측해안으로부터 이동되는 모래를 저지하는 역할도 수요한 기능이 된다. 江口港은 남측에서 이동되는 모래가 많기 때문에 南防波堤의 일부 구간은 竝行 施工할 필요가 있다. 병행 시공은 구조물의 安定性과 주변 해안의 변화에 따른 漂砂移動 형태 등을 豫想하여 시공길이 및 시기를 결정해야 한다. 따라서 시공 중에 발생할 수 있는 港內埋沒을 最小化하기 위하여 위한 施工順序 및 방법을 위에 언급한 사항을 勘案하면 (表 5.27)과 같다.

表 5.27 江口港 段階別 竝行 施工順序

| 단계 / 시설명 | 1 단계 | 2 단계 | 3 단계 |
|---|---|---|---|
| 북방파제 | 총 연장 50m 도달 후 | 총 연장 140m 도달 후 | 두부 20m를 시공할 때 |
| 남방파제 | 80m 병행시공 | 절곡점까지 구간 90m 병행시공 | 경사부 165m에 대해 병행시공하고 북방파제 완공한 후 남방파제의 잔여구간을 시공 |

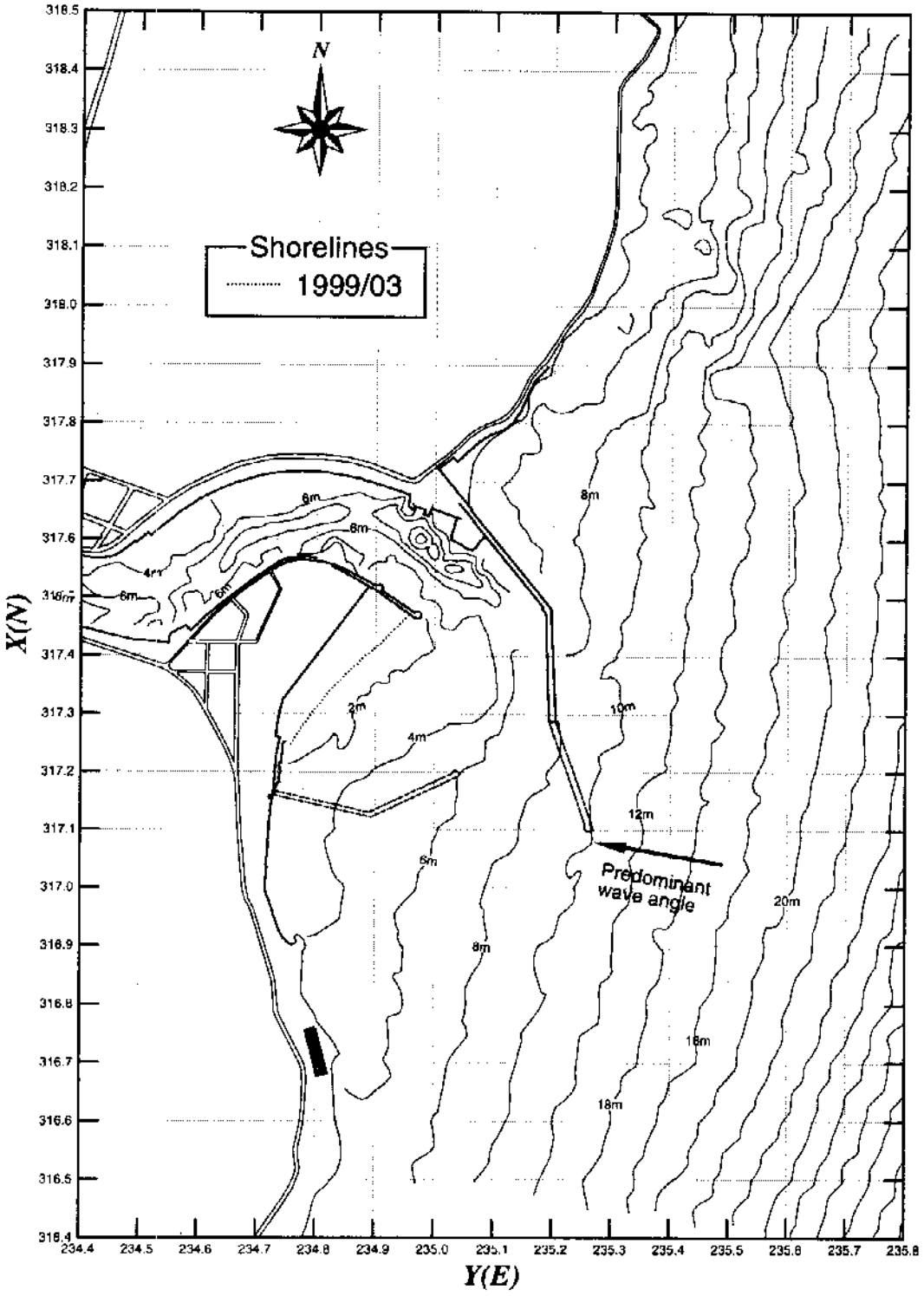



그림 5.37 江口港 建設案의 豫想 最大侵蝕 區域

南防波堤의 直部는 비교적 파고가 작으나 發生頻度가 많은 파랑에 의해 남측해안에서 港內로 移動하는 모래를 沮止하는 기능을 하게 되므로 工事中에 港內埋沒을 最小化할 수 있기 때문에 竝行施工의 時期는 매우 중요하다. 南防波堤의 直部는 수심이 깊지 않기 때문에 北防波堤가 강한 파랑의 일부만을 遮蔽시켜도 構造物은 안전하다.

防波堤 基部側의 대양물산 前面에 계획한 物揚場은 남동계열 강한 파랑의 回折波에 의해 靜穩性이 떨어지나 이의 발생빈도는 年에 1일도 발생하지 않기 때문에 이용에 큰 문제가 되지 않는 것으로 분석된다. 計劃 物揚場의 活用度를 높이기 위해 현재의 물양장과 連結될 수 있는 폭을 確保하여 강 북측의 物揚場 間의 교통흐름이 圓滑하게 계획하였다. 그러나 현재 防砂堤 주변은 堆積이 계속되고 있기 때문에 船舶의 通行 폭이 좁아 物揚場의 築造時期는 南·北 防波堤가 完工된 後에 施工하여야 한다.

五十川에서 내려오는 土砂는 근원적으로 遮斷할 수 없기 때문에 港內 퇴적된 모래는 週期的으로 浚渫하여 港內水深을 維持하며 이 때 발생되는 모래는 南防波堤와 防砂堤 사이에 計劃한 護岸에 投棄하는 것으로 計劃하였다. 投棄場의 面積은 13,400㎡로 受土量은 약 60,000㎥로 推定되며 河川土砂 堆積推定量 2,000㎥/년을 勘案하여 충분히 계획하였다.

江口港의 현재 告示된 港界는 <그림 5.38>에 도시된 일점 쇄선으로 防波堤 基部에서 折曲點을 延長한 線과 南側海岸에 위치한 제1 돌출암초와 제2 돌출암초 사이의 점(Y 234,800, X 316,770)에서 東側으로 연결한 선이 만나는 內側區域이다. 따라서 建議案의 계획 방파제는 現在의 港界를 벗어나기 때문에 그림의 쇄선으로 港界를 조정할 필요가 있다. 한편 現在의 港界 내에도 어업권 면허(①쌍동양식 어업, 영덕97-23; ②마을어업, 영덕97-8)가 許可된 두 구역이 있으며 許可期間은 '97년 5월 ~ 2007년 5월로 나타났으며 港界 變更區域에는 漁業權이 設定되어 있지 않은 것으로 調査되었다.

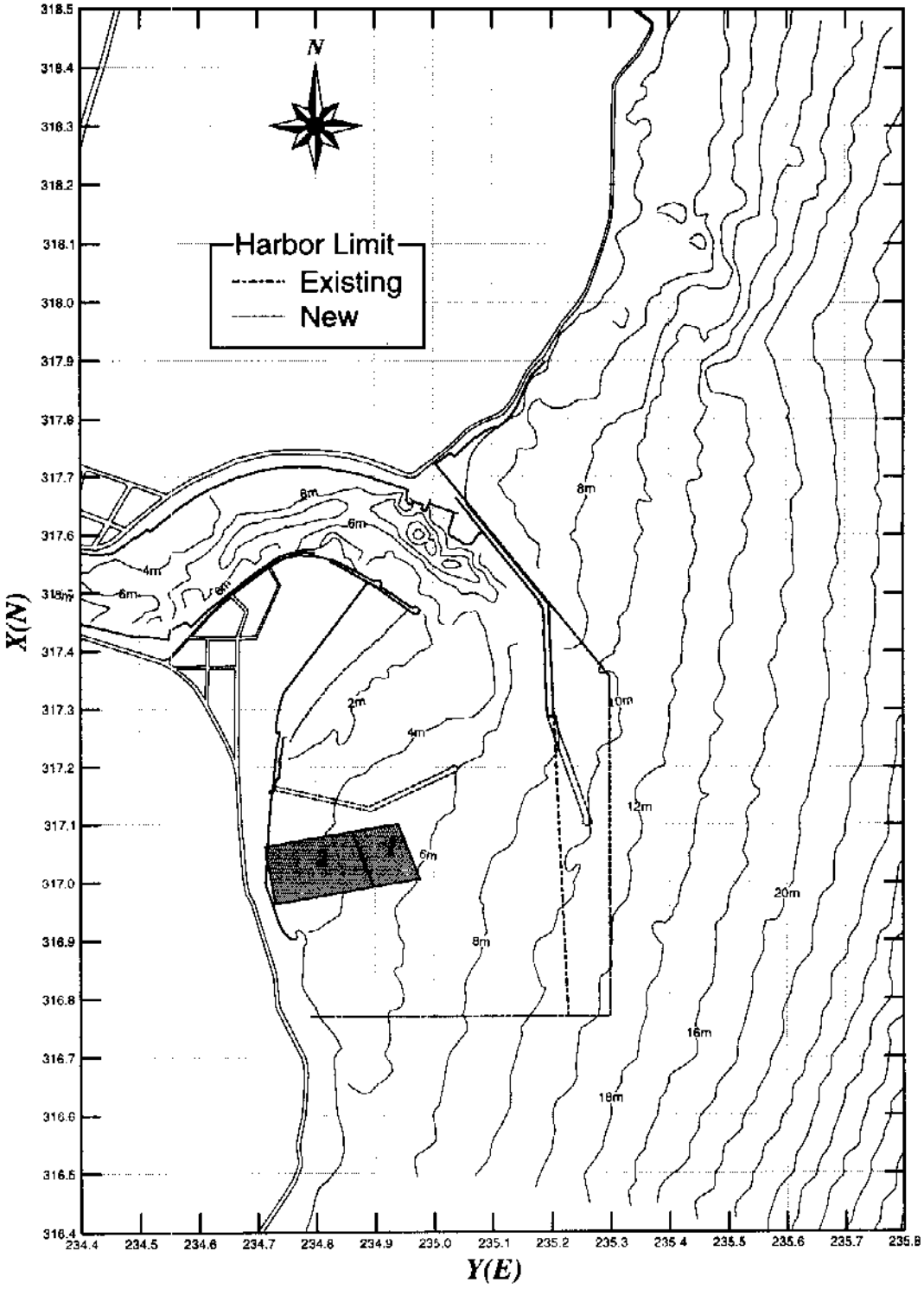



그림 5.38 江口港 港界線 位置圖

# 第 6 章 結 論

## 1. 現況 分析

● 地理與件 - 慶北 盈德郡 位置하고 五十川 河口에 형성된 河口港
- 오십천 평균 河口幅은 150m, 流域面積은 380.8㎢로 넓음
- 년 강수량은 970㎜로 寡雨地域에 속함
- 港 南側은 모래海岸 길이 700m를 제외한 지역은 暗礁海岸

● 水深 - 방파제 先端水深은 8m이나 防砂堤 주변은 1m 이내로 堆積이 심함
- 港 北側 海底傾斜 1/20, 南側 1/40으로 海底傾斜가 급함
- 防波堤 前面의 수심은 방파제와 平行하게 形成되어 南下하는 漂砂에 의한 것으로 分析
- 防波堤 曲部周邊의 淺深地域은 補强工事에 의한 被覆材 및 被覆石의 흐트러짐에 의한 것으로 분석되고 南向漂砂의 일부를 沮止함
- 防砂堤 주변의 水深으로부터 南側海岸에서 港內로 流入되는 모래량이 많은 것으로 分析
- 五十川의 流路는 수심이 깊은(6m~10m) 곳을 따라 形成되어 있고 港內에서 4번 流路가 變更되어 外海로 流出됨

● 海岸線 - 防波堤 延長에 따른 防砂堤 南側 海岸線 前進(80m)하여 防砂堤 先端에 海岸線이 형성됨
- 南側 海岸侵蝕 防止 構造物 設置('92년 ~ '94년) 後 安定
- 江 南側 오포3리는 海岸線 형태상 砂州가 발달된 形態로 海水浴場으로 移用함

● 底質分布 - 港 남측 細粒모래(0.125㎜ ~ 0.25㎜)
- 港外 暗礁 周邊 粗粒모래(0.5㎜ ~ 1.0㎜)
- 計劃 防波堤 주변의 $D_{50}$ 粒徑은 0.15㎜

- 港內 中央部는 粘土質 底質로 五十川의 流速이 거의 없는 地域으로 外海의 모래이동 上流側 限界로 분석

● 構造物 - 防波堤 485m, 防砂堤 230m, 호안 682m로 '93년 完工

- 남측해안의 침식으로 인한 海岸保護 護岸 362m '94년 完工

- 物揚場 842m 설치

● 卓越波向 - 防波堤 주변은 E 波向

- 深海波浪은 NE ~ ENE가 優勢

- 最大侵蝕 구역인 海岸保護 護岸 中央部는 방파제 선단에서 卓越波向과 35° 의 方向임

● 漂砂卓越方向 - 겨울철에는 강한 北東波浪에 의해 南向漂砂가 優勢함

- 여름철에는 南東波浪에 의해 北向漂砂가 優勢함

- 방파제에 의한 回折波에 의해 방사제 남측해안은 년 중 모래는 北向하여 防砂堤 주변에 堆積

● 港內浚渫 現況 - '76년부터 10회 施行하였고 浚渫量은 2년 주기에 19,000㎥임

- 浚渫區域은 港內 北側에서 점차 南側으로 移動하며 최근에는 防砂堤 周邊임

- 浚渫資料에 根據한 江口港 年 埋沒量 10,000㎥로 推定

● 漂砂供給源 - 홍수시 유량측정 결과로부터 推算한 流量은 200㎥/초 이며 年 3回 發生하는 것으로 推定

- 오십천에는 堰가 7개 설치되어 있으며 보와 하천수변의 田畓으로 인해 河口의 流砂量은 減少

- 홍수시의 流砂量 測定은 매우 작은 4.9㎥/일로 나타났으며 流砂量 公式과 河床의 被覆을 고려하여 2000㎥/년으로 추정

- 外海 底質은 모래로 構成되어 港 周邊에는 막대한 량의 모래가 있으며 波浪에 의해 港內로 流入되는 모래가 埋沒의 주요 原因으로 分析됨

## 2. 問題點 導出

- 防波堤 法線과 等深線 및 海岸線이 平行하여 南向漂砂의 先端移動 容易
- 南側海岸에서 港內側으로 移動하는 卓越漂砂의 沮止 方案
- 洪水時 오십천 氾濫을 막기 위한 通水斷面의 維持
- 五十川의 河川流砂를 遮斷하기 위한 根源的인 解決方案 不在
- 現 外廓施設 配置에 대한 모래이동 現象을 數値模型實驗으로 再現하고 計劃配置案에 適用하여 定量的인 豫測

## 3. 對策方案 樹立

- 漂砂移動 限界水深 推算
  - 防波堤 先端의 모래이동이 적은 水深을 정하기 위해 수집된 波浪 및 底質資料를 이용하여 12.5m로 算定
  - 經濟性을 考慮하여 計劃先端 수심을 9.5m ~ 10.2m로 정함
- 設計基準書에 따른 埋沒防止를 위한 外廓施設 計劃線 調整
  - 波浪의 反射率 弱化를 위한 傾斜部를 構想
  - 漂砂沮止를 위해 海岸線에 直角인 直部를 碎波帶 밖까지 伸長
- 沿岸流 및 堆積物 移動 數値模型 結果
  - 防波堤를 따라 南下하는 연안류는 파고가 커짐에 따라 先端에 近接하여 흐름
  - 南側 海岸에 形成된 沿岸流에 의한 流入되는 모래를 遮斷하기 위한 構造物의 設置 必要
  - 既存案을 포함하여 11개의 配置案을 構想하고 數値模型 結果를 分析
  - 埋沒 沮止力과 港 利用度가 優秀한 4개의 안을 選定하여 綿密히 檢討
- 港入口幅 檢討(200톤급 漁船 基準)
  - 所要水深 D.L.(-) 4m

    惡天候時의 適用 航路幅인 全幅의 6 ~ 8배(48 ~ 64m) 確保

● 設計 淺海波浪을 推定하여 構造物 安定度 檢討

- 7개의 深海波를 적용 設計淺海波를 推算(NE ~ S 파랑)
- 遮蔽地域의 波浪推算은 回折效果를 고려하여 斷面을 最小化
- 施工性과 構造物 安定性을 考慮하여 區間別 重量 및 斷面 適用
- 기존 防波堤에 대한 淺海波浪 再 推算

● 港內 靜穩度 檢討

- 淺海 設計波에 대한 各 案別 回折圖 作成
- 各 案別 靜穩水面積을 計算

● 經濟的인 斷面構想

- 波壓强度는 直立벽 基部부터 設計海面上 1.0 $H_{1/3}$ 또는 마루높이 중 작은 높이까지 一定하게 作用(漁港構造物 設計基準)
- 斜角入射時의 波力輕減을 考慮(漁港構造物 設計基準)

  各 案別 工事費를 포함한 比較表 및 外廓施設 斷面 諸元表 作成

● 工事 期間中의 港內埋沒을 低減하기 위한 施工順序 檢討

- 建議案에 대한 施工 中에 發生될 海岸變形을 最小化할 수 있는 段階別 施工順序 및 竝行施工을 檢討함

## 4. 綜合評價

● 五十川의 河川流砂를 遮斷하기 위한 根源的인 解決方案은 五十川의 수심 및 河口港의 特性에 의해 樹立하기가 불가능함

● 五十川 河川水의 氾濫을 막기 위한 通水斷面의 維持가 필요하므로 港 開口幅은 일반적인 경우보다 넓게 設定하여야 함

● 防波堤를 따라 남하하는 모래를 沮止하기 위해 방파제의 延長이 필요하며 河川水의 圓滑한 外海 流出을 위해 現在의 先端에서 外海쪽으로 折曲함

● 南側海岸에서 港內로 流入되는 모래를 沮止하기 위한 構造物이 필요하여 南防波堤를 構想함

- 五十川에서 港內로 이동 퇴적되는 모래의 량은 2000㎥/년으로 推定되며 浚渫에 의해 港內水深을 確保하는 것으로 構想하였고 준설 모래의 投棄를 위한 투기장 護岸을 신설 南防波堤와 防砂堤 사이에 배치하여 外海投棄에 따른 환경피해 및 공사비를 줄이고 投棄 後에는 機能施設 敷地로 사용하는 將來計劃을 수립함
- 漁業現況 資料를 蒐集·分析하여 施設 所要規模를 決定하고 현재 시설의 配置現況 및 港 北側에 偏重되어 있는 機能施設을 分散配置하여 施設移用의 混雜度 緩和 및 향 후 開發에 彈力的으로 對處할 수 있는 計劃을 構想하여 地域住民과 關聯機關의 意見을 收斂하여 이를 최대한 反映함
- 漁港 設計基準, 施工性 및 安定性을 만족하는 最小 斷面을 構想하여 建設費를 最小化하고 既存 防波堤의 設計波를 再 推算하여 構造物 安定性을 검토함
- 港內 靜穩度, 船舶의 操船 容易性 그리고 既 推定된 接岸施設 所要에 따른 繫留施設 計劃 및 斷面을 檢討하여 最適 建議案을 도출함
- 住民 說明會를 開催하여 意見을 收斂하였고 요구사항인 物揚場 擴張을 검토하여 計劃에 反映
- 建議案인 第 12案은 漂砂 抑制力이 가장 優秀하고 河川水의 外海 流出과 船舶의 入·出航이 容易하고, 工事費가 低廉하며 未來指向的인 多技能 漁港開發을 위한 적정규모의 接岸施設 및 機能施設 敷地를 確保하여 空間移用을 極大化시킨 안으로 採擇을 建議함

# 參 考 文 獻


建設部, 1972, 海岸調査報告書.

國立建設研究所, 1975, 竹邊港 海洋調査報告書.

國立建設研究所, 1975, 厚浦港 海洋調査報告書.

國立海洋調査院, 1999, 潮汐表.

水産廳, 1986, 沙銅港 基本調査 및 施設計劃 報告書.

水産廳, 1988, 漁港 設計 波浪 推定 報告書.

水産廳, 1992, 水山港 基本計劃 및 施設計劃用役 報告書.

水産廳, 1995, 安木港 數値模型 實驗 報告書.

水産廳, 1996, 沙川津, 烏山, 邱山港 數値模型 實驗 報告書.

水産廳, 1996, 漁港構造物 設計基準.

海洋水産部, 1997, 沙川津港 數値模型 實驗 報告書.

唯一綜合技術團, 1982, 厚浦港埋沒防止對策 檢討 報告書.

浦項地方 海運港灣廳, 1988, 厚浦港 物揚場 實施 設計用役 報告書.

浦項地方 海運港灣廳, 1989, 竹邊港 埋沒 防止 對策 調査用役 報告書.

海洋研究所, 1988, 海岸 構造物 適正設計條件 決定技法의 體系化 研究(II).

海運港灣廳, 1986, 港灣便覽.

海運港灣廳, 1996, 연안항 개발 기본계획 용역보고서.

日本 全國 漁港協會, 1984, 漁港構造物標準設計法.

田中則男, 灘岡和夫, 1982, 汀線變化豫測モデルの開發と現地への適用, 港灣技研資料, No. 435.

Basco, D.R. 1982. Surf zone currents. Vol. I. State of knowledge. CERC Miscellaneous Report No. 82-7(I)

Berkhoff, J.C.W., Booy, N. and Radder, A.C. 1982. Verification of numerical wave propagation models for simple harmonic linear water waves. Coastal Engineering, Vol. 6, pp. 255-279.

Booij, N. 1981. Gravity waves on water with non-uniform depth and current. Rep. 81-1, Dept. Civil Engrg, Delft Univ. of Tech.

Dalrymple, R.A. and Kirby, J.T. 1988. Models for very wide-angle water waves and wave diffraction. JFM, Vol. 192, pp. 33-50.

Ebersole, B.A., Cialone, M.A., and Prater, M.D. 1986. Regional coastal processes numerical modelling system. Report 1. RCPWAVE-A linear wave propagation model for engineering use. CERC, Department of the Army, US Army Corps of Engineers.

Grant, W.D. and Madsen, O.S. 1976. Quantitative description of sediment transport by waves. ICCE, ASCE.

Hallermeier, R. J., 1981, "A profile zonation for seasonal sand beaches form wave climate," Coastal Engineering, Vol. 4, 299-318.

Hanson, H. and Kraus N.C., 1985, "Seawall constraint in the shoreline numerical model," Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering, Vol. 111, No. 6, 1079-1083.

Hanson, H. and Kraus N.C., 1989, *Genesis: Generalized model for simulating shoreline change,* Technical Report CERC-89-19, U.S. Army Corps of Engineers Waterways Experiment Station, Coastal Engineering Research Center, Vicksburg, MS.

Horikawa, K., 1988, *Nearshore dynamics and coastal processes,* University of Tokyo Press.

Katori, S. 1982. Measurement of sediment transport by streamer trap. Nearshore Environment Resrarch Centre, Tokyo, Japan, Report No. 16, TR-81-2, Report of the 6th cooperative field investigation (in Japanese).

Kim, Hyoseob. 1993. Three-dimensional sediment transport model. Ph.D. Thesis, The University of Liverpool, U.K.

Komar, P.D. and Inman, D.L., 1970, "Longshore sand transport on beaches," Journal of Geophysical Research, Vol. 73, No. 30, 5914-5927.

Kraus, N.C., Isobe, M., Igarashi, H., Sasaki, T., and Horikawa, K. 1982. Field experiments on longshore sand transport in the surf zone. ICCE, ASCE.

Kraus, N.C. and Harikai, S., 1983, "Numerical Model of shoreline change at Oarai beach," Coastal Engineering, Vol. 7, No.1, 1-28.

Liu, P.L.-F. and Boissevain, P.L. 1988. Wave propagation between two breakwaters. J. of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering, ASCE, Vol. 114(2), pp.237-247.

Longuet-Higgins, M.S., 1970, "Longshore currents generated by obliquely incident sea waves," J. Geophys. Res., Vol. 75, 6778-6801.

Nielsen, P. 1977. Turbulent mixing and shear stresses in the surf zone. Progress Report No. 42, Institute of Hydrodynamic and Hydraulic Engineering, Technical University of Denmark, Lyngby, Denmark.

Ozasa, H. and Brampton, A.H., 1980, "Mathematical Modeling of Beaches Backed by seawalls," Coastal Engineering, Vol. 4, No.1, 47-64.

Penney, W.T. and Price, A.T. 1952. The diffraction theory of sea waves and the shelter afforded by breakwater. Phil. Trans., Roy. Soc. (London), ser. A, 244. pp.236-253.

Radder, A.C. 1979. On the parabolic equation method for water-wave propagation. JFM, Vol. 95, pp. 159-176.

Scheffner, N.W. and Rosati, J.D., 1987, *A user's guide to the N-line model: A numerical model to simulate sediment transport in the vicinity of coastal structures*, Instruction Report CERC-87-4, U.S. Army Corps of Engieers Waterways Experiment Station, Coastal Engineering Research Center, Vicksburg, MS.

Sonu, C.J. 1975. Computer Prediction of nearshore and surf zone statistics : Final Report. Report TC-394, Tetra Tech, Inc. Pasadena, California, U.S.A

U.S.Army, Coastal Engineering Research Center, 1984, *Shore Protection Manual.*

# 참여자 명단

| | | |
|---|---|---|
| 연구책임자 | 한국해양연구소 | 서 승 남 |
| 연 구 원 | 〃 | 김 상 익 |
| 연 구 원 | 〃 | 전 기 천 |
| 연 구 원 | 〃 | 정 병 순 |
| 연 구 조 원 | 한국해양연구소 | 박 영 길 |
| 연 구 조 원 | 〃 | 김 선 정 |
| 연 구 조 원 | 〃 | 김 도 훈 |
| 연 구 조 원 | 〃 | 최 태 훈 |
| 연 구 조 원 | 〃 | 장 세 철 |

# 附　　錄

1. 底質 粒度 累積曲線

2. 江口港 數値模型 實驗結果

3. 漁船隻數 推定 및 漁獲量 推定

4. 接岸施設 所要規模 算定 및
   漁港施設 用地 算定

5. 現 防波堤 補强 斷面計算 및
   配置案別 斷面計算

# 1. 底質 粒度 累積曲線

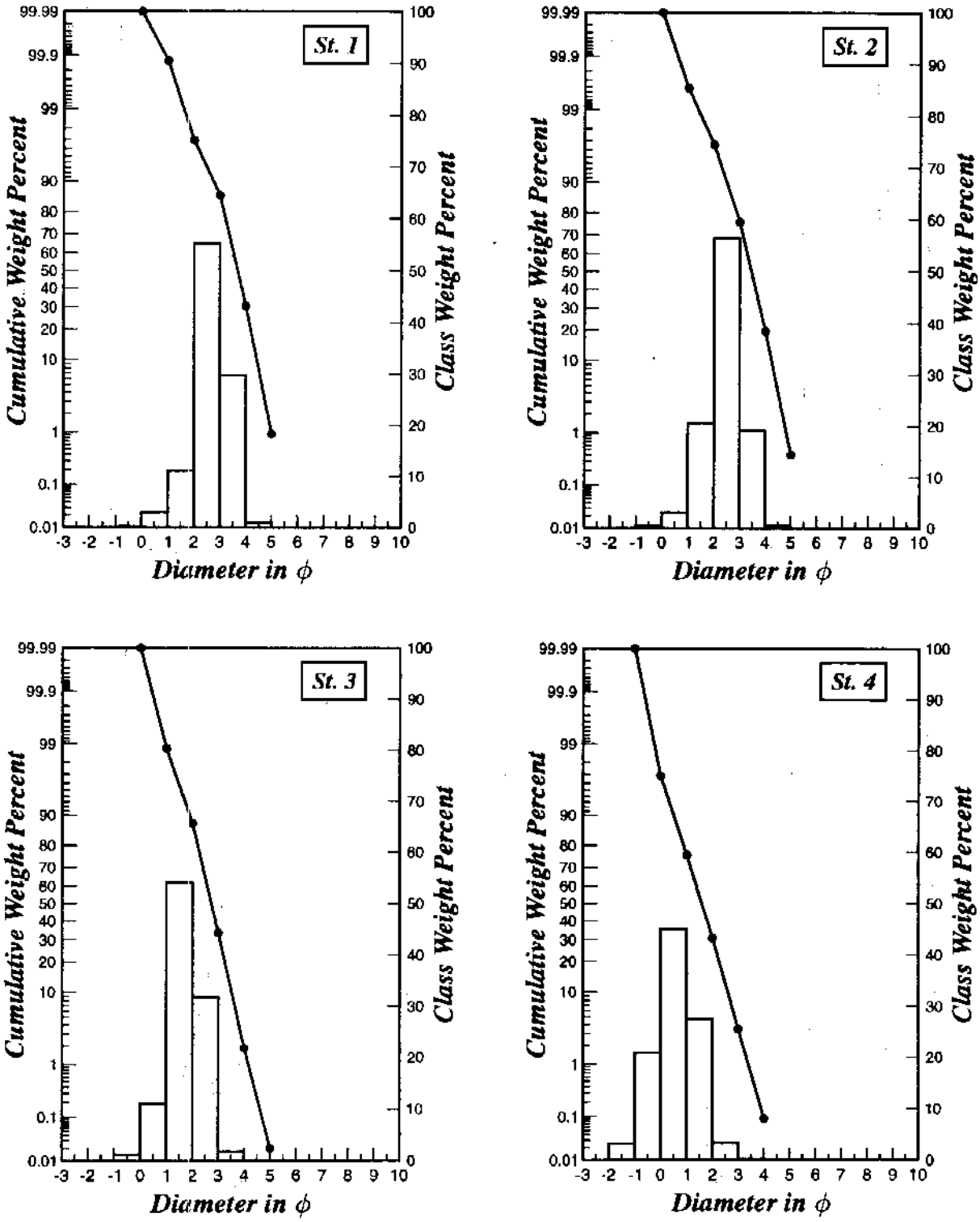



그림. 底質 粒徑의 累積曲線

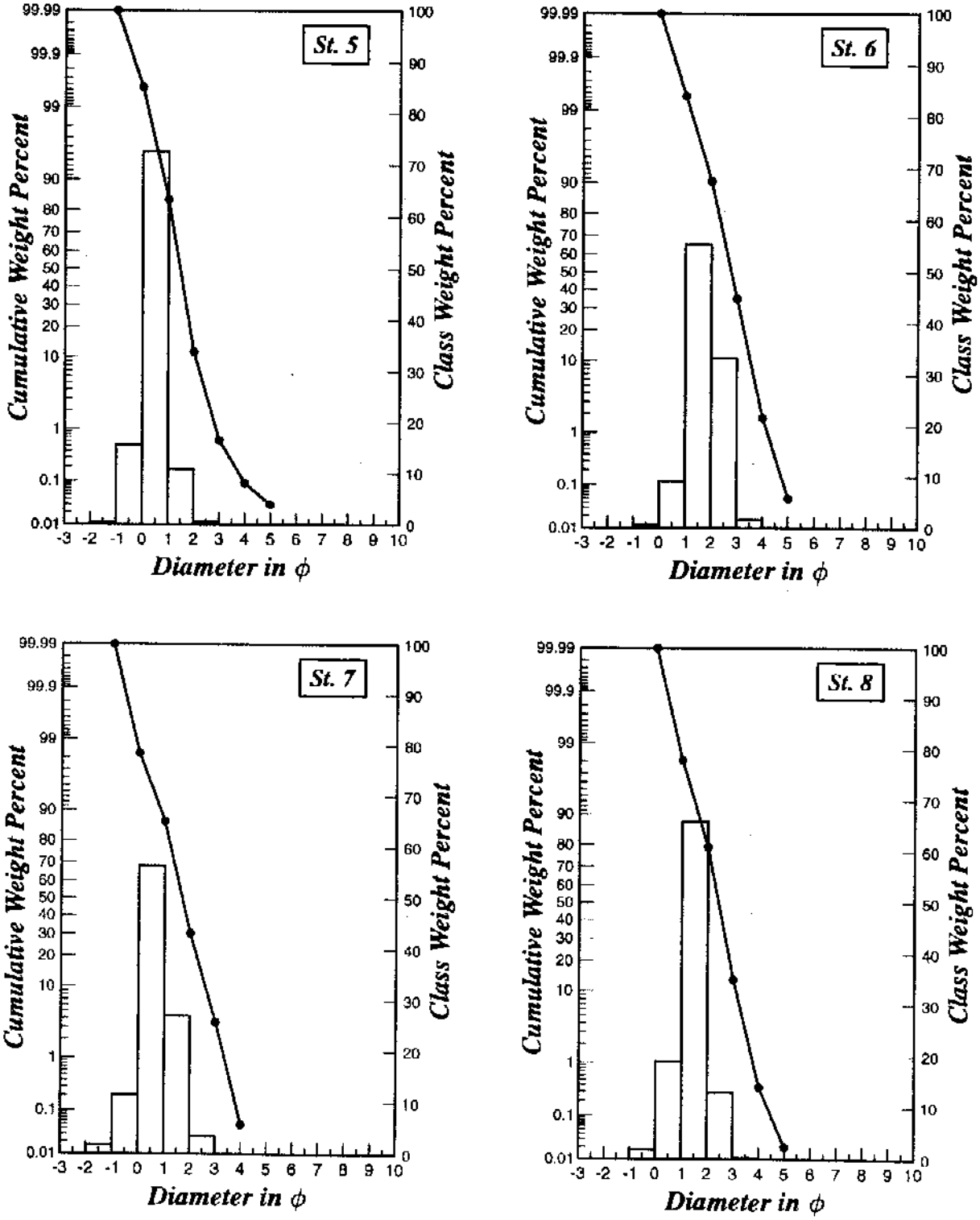



그림. 底質 粒徑의 累積曲線

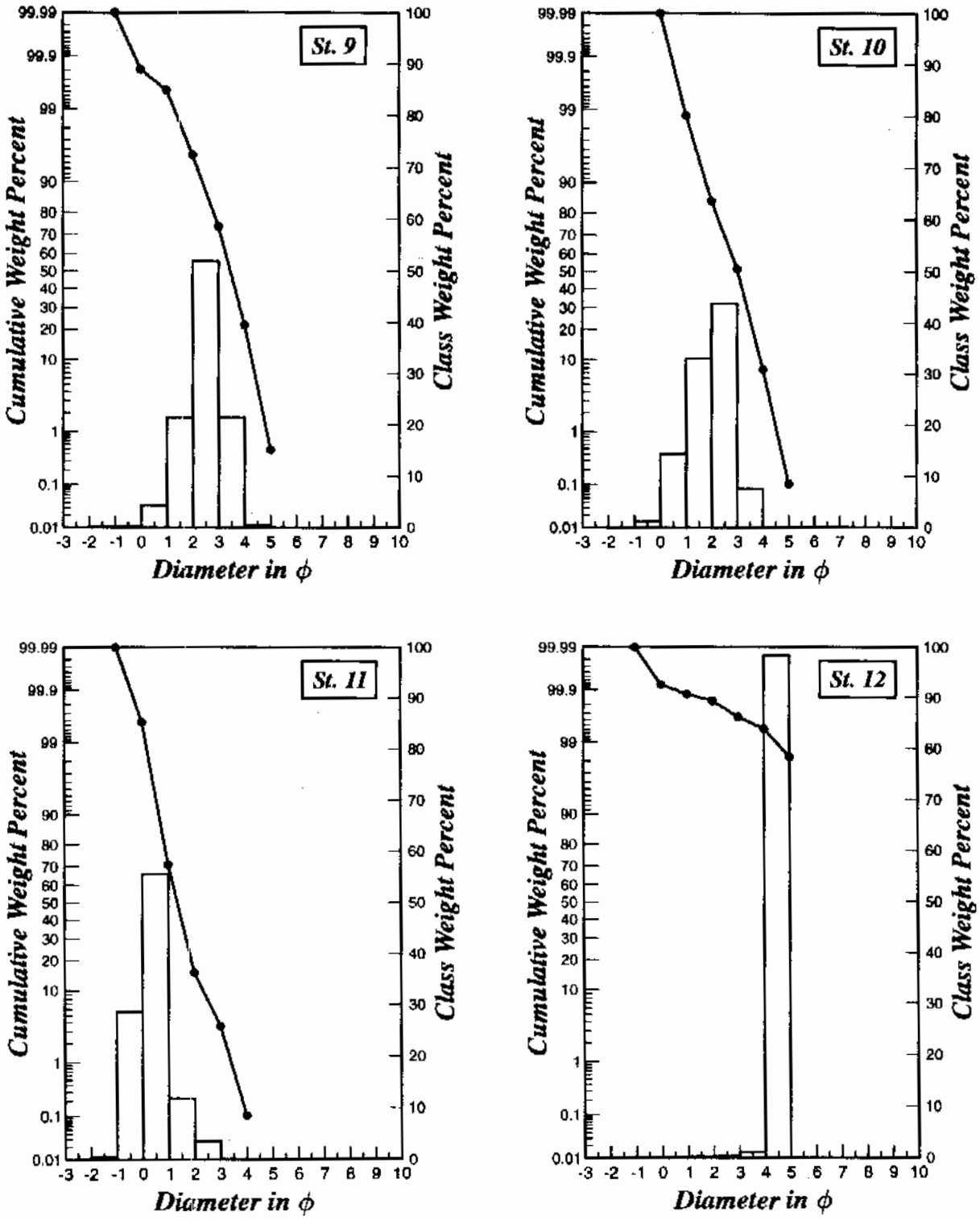



그림. 底質 粒徑의 累積曲線

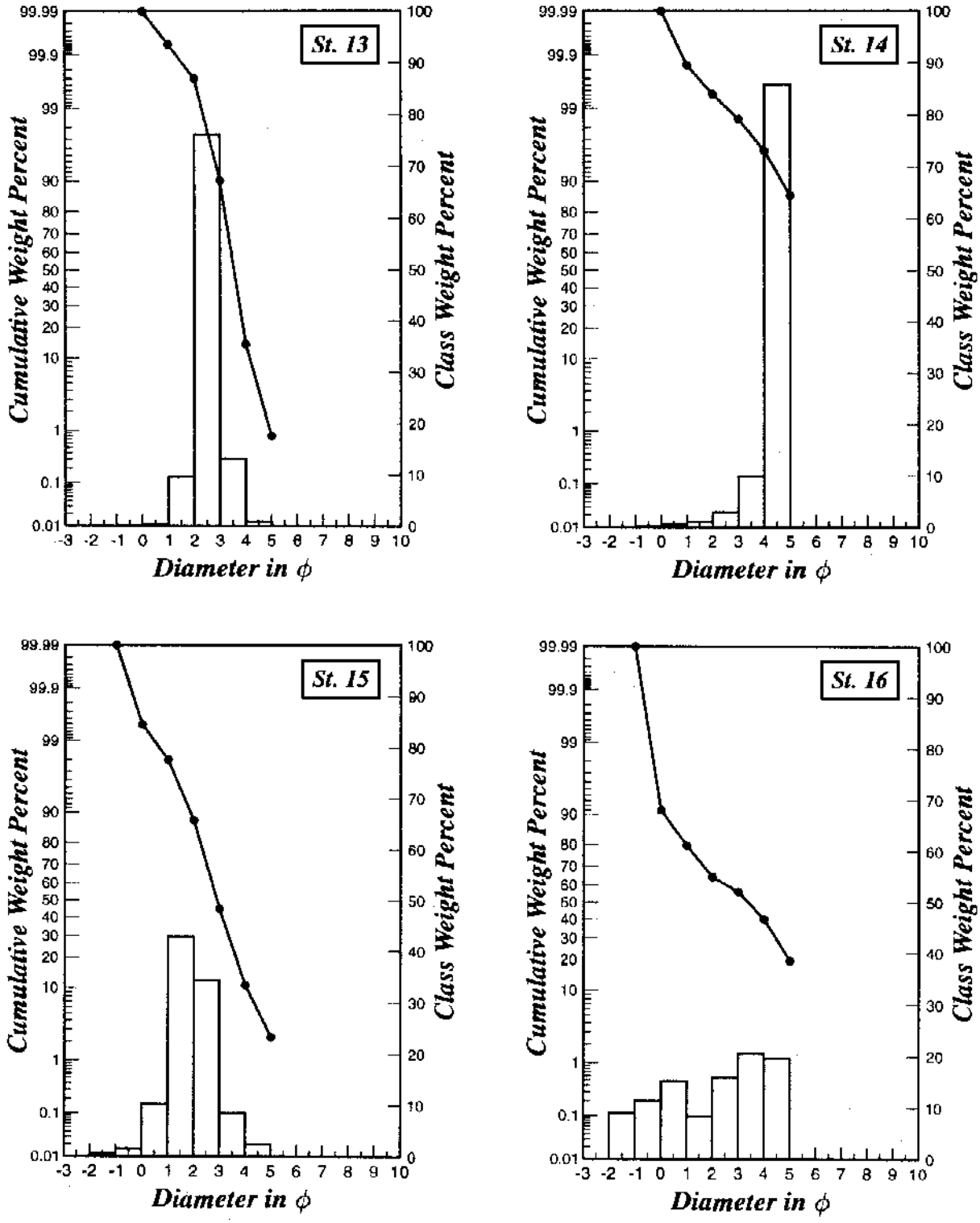



그림. 底質 粒徑의 累積曲線

# 2. 江口港 數値模型 實驗結果

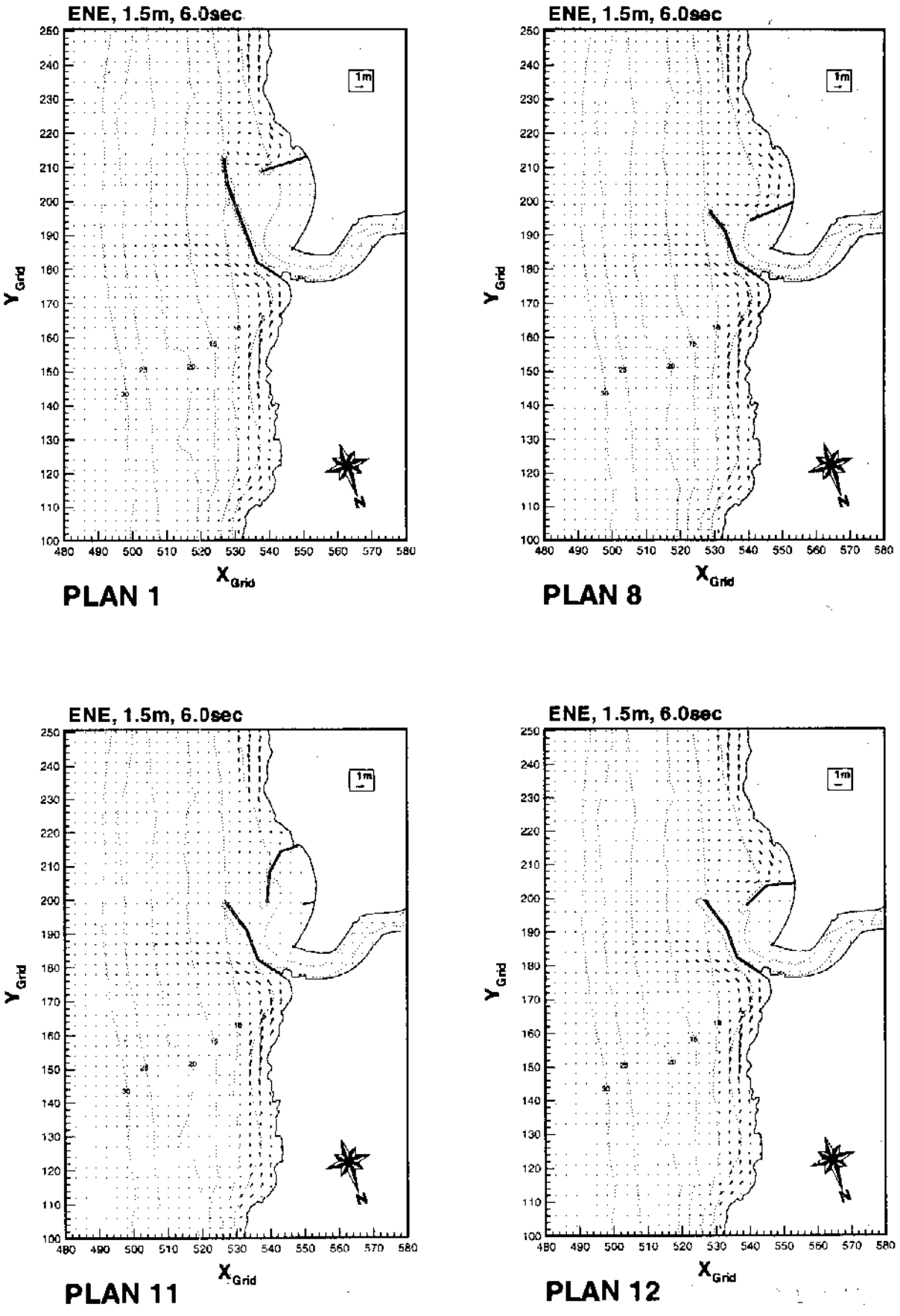



그림 ENE, 1.5m, 平常時 波浪의 沿岸流分布 詳細圖 (1案, 8案, 11案, 12案)

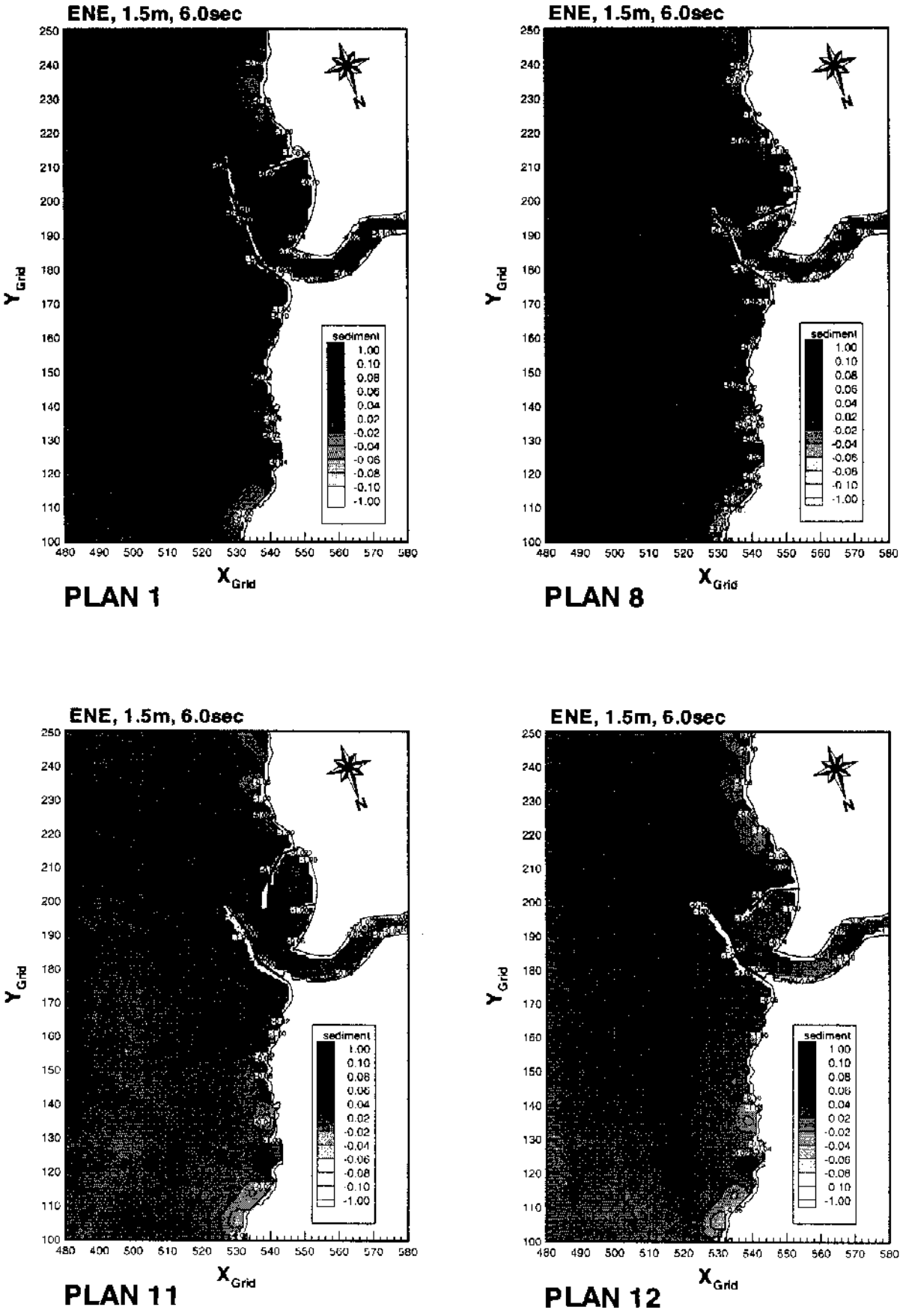



그림 ENE, 1.5m, 平常時 波浪의 堆積率分布 詳細圖 (1案, 8案, 11案, 12案)

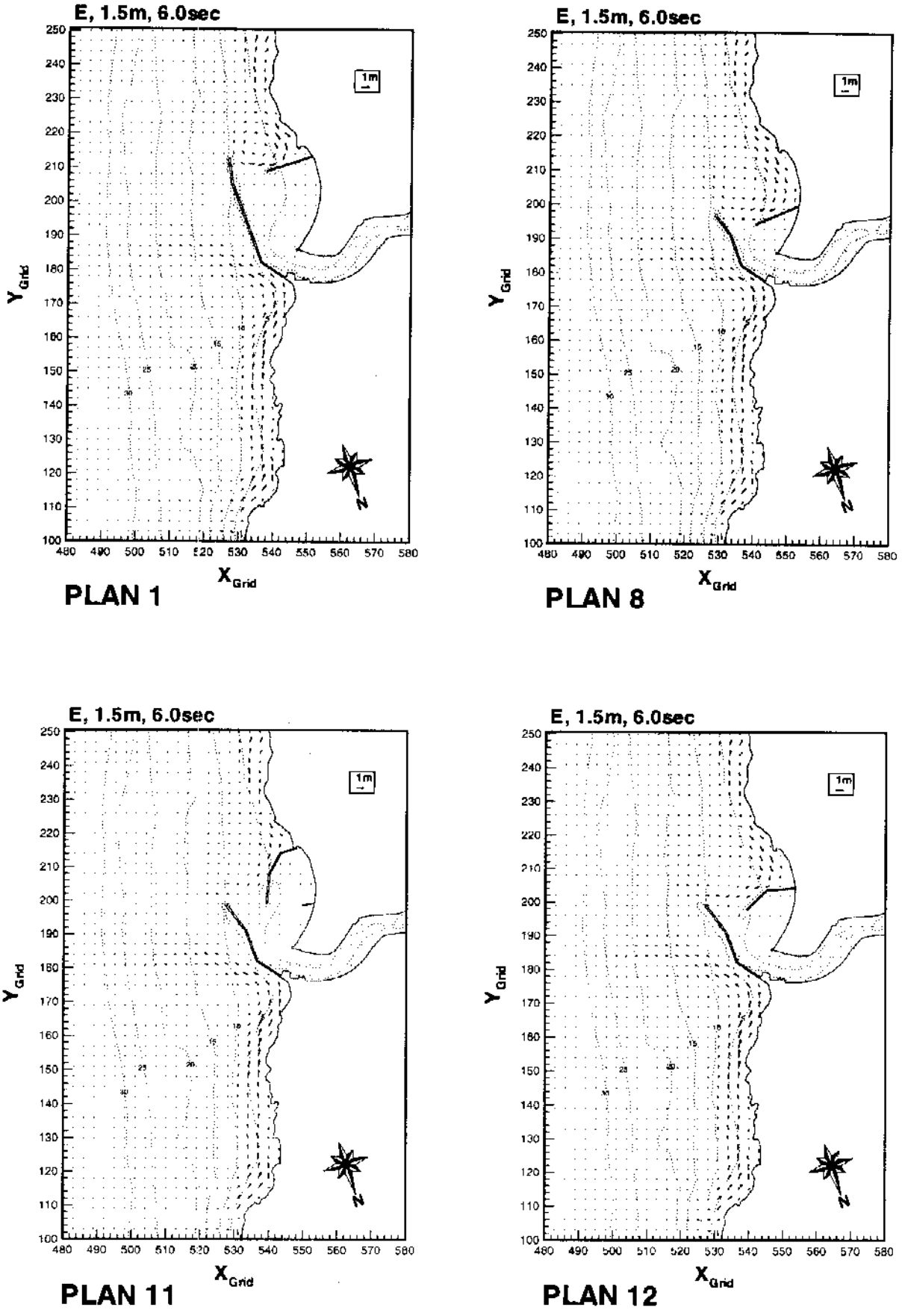



그림 E, 1.5m, 平常時 波浪의 沿岸流分布 詳細圖 (1案, 8案, 11案, 12案)

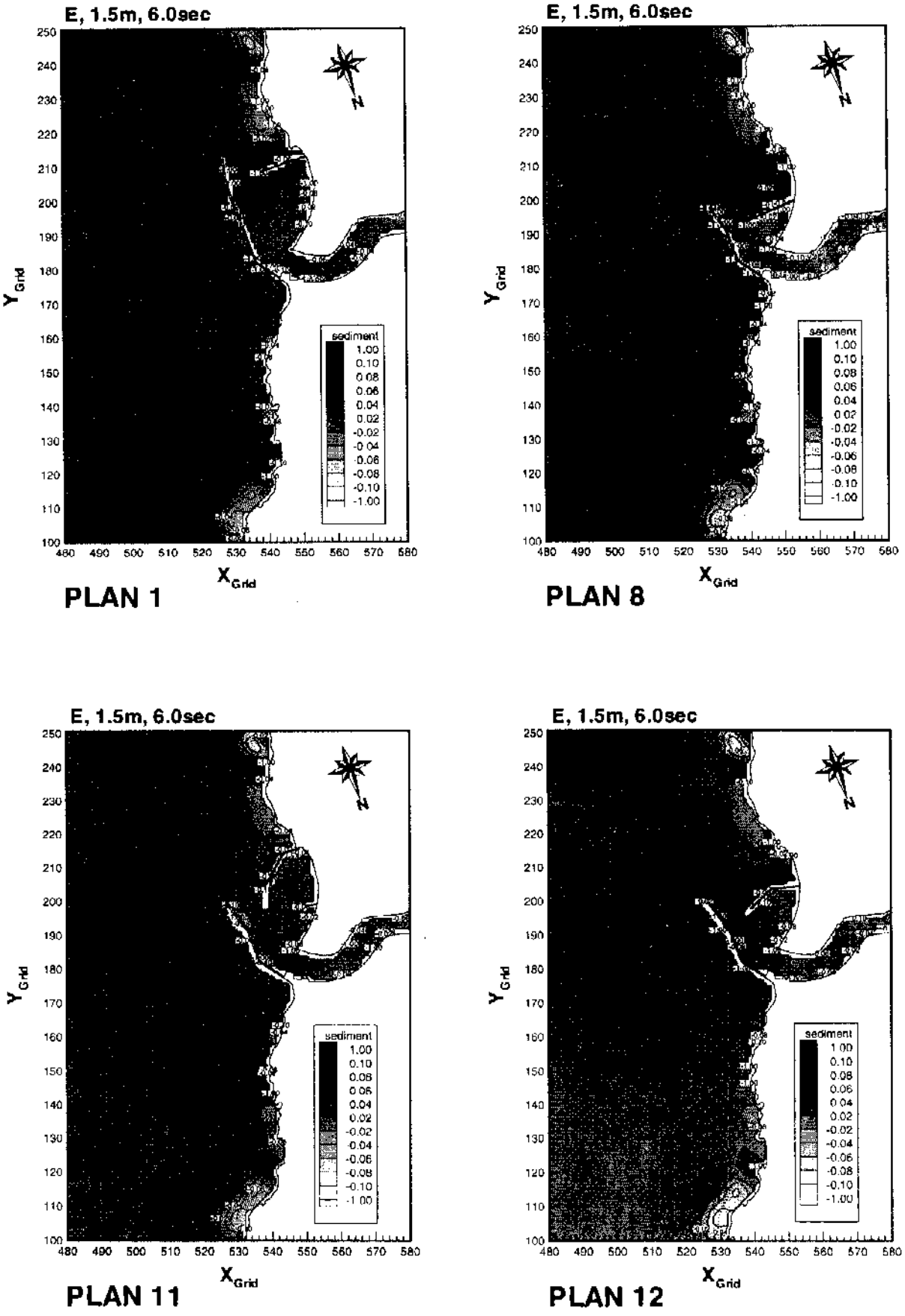



그림 E, 1.5m, 平常時 波浪의 堆積率分布 詳細圖 (1案, 8案, 11案, 12案)

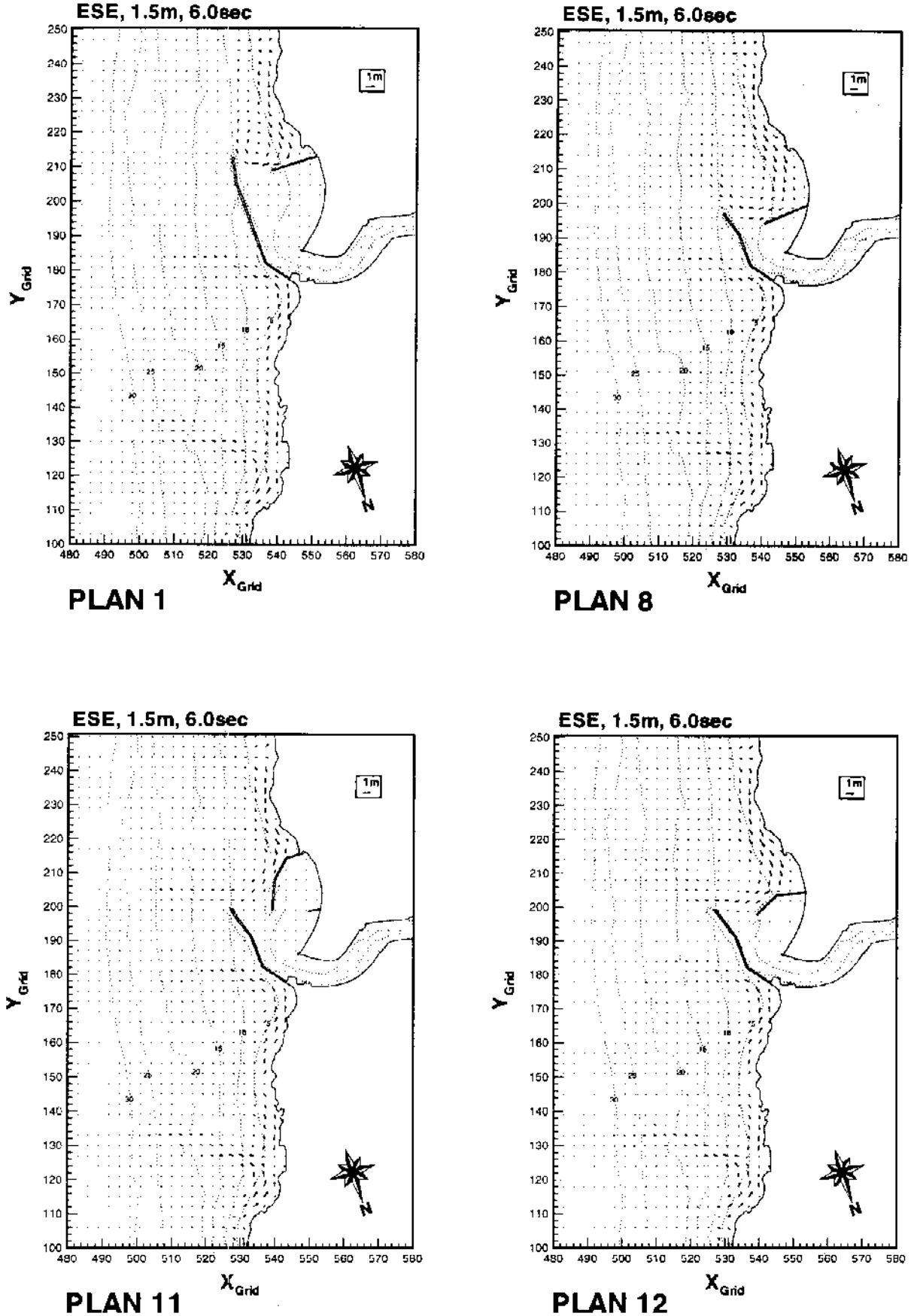



그림 ESE, 1.5m, 平常時 波浪의 沿岸流分布 詳細圖 (1案, 8案, 11案, 12案)

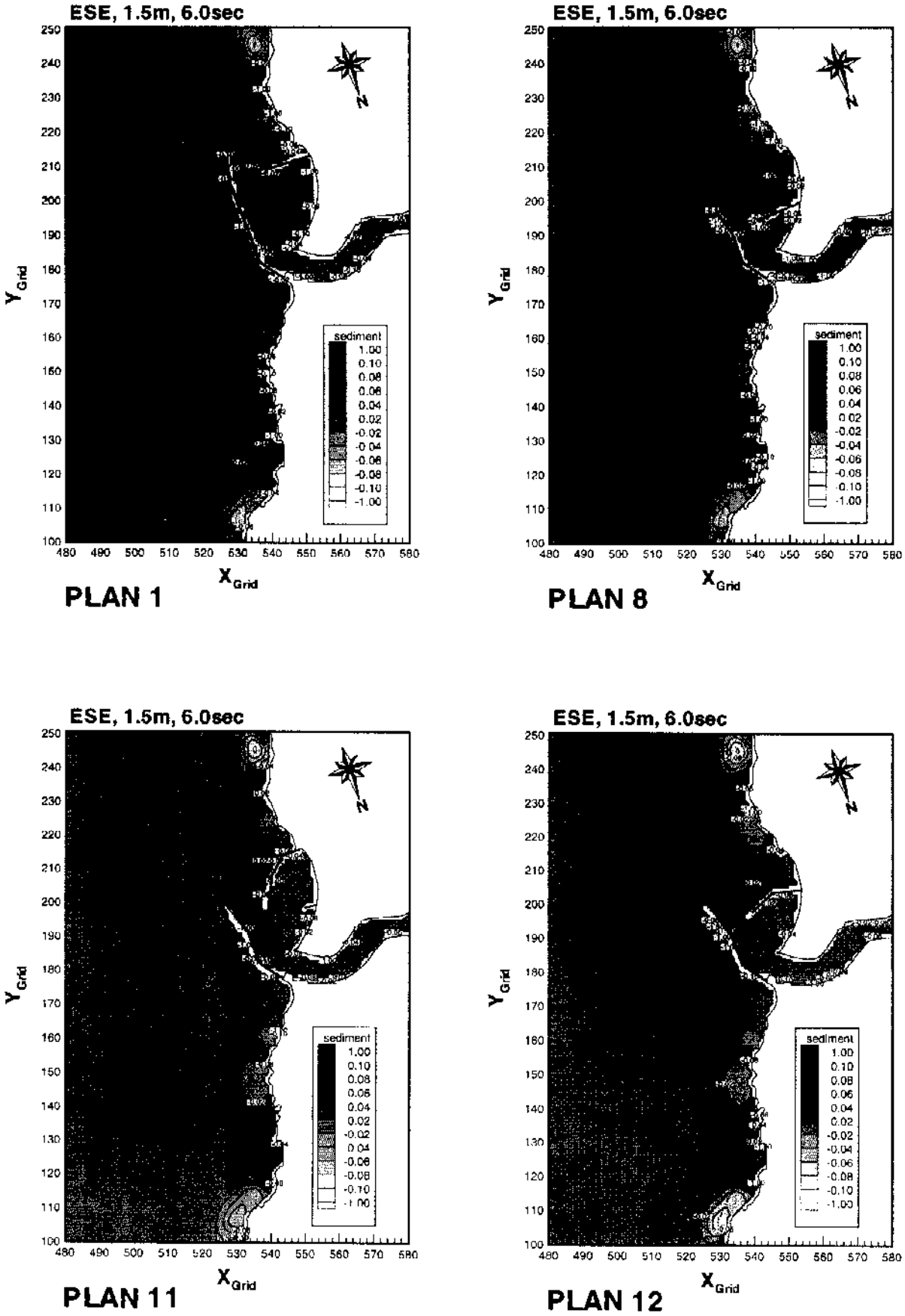



그림 ESE, 1.5m, 平常時 波浪의 堆積率分布 詳細圖 (1案, 8案, 11案, 12案)

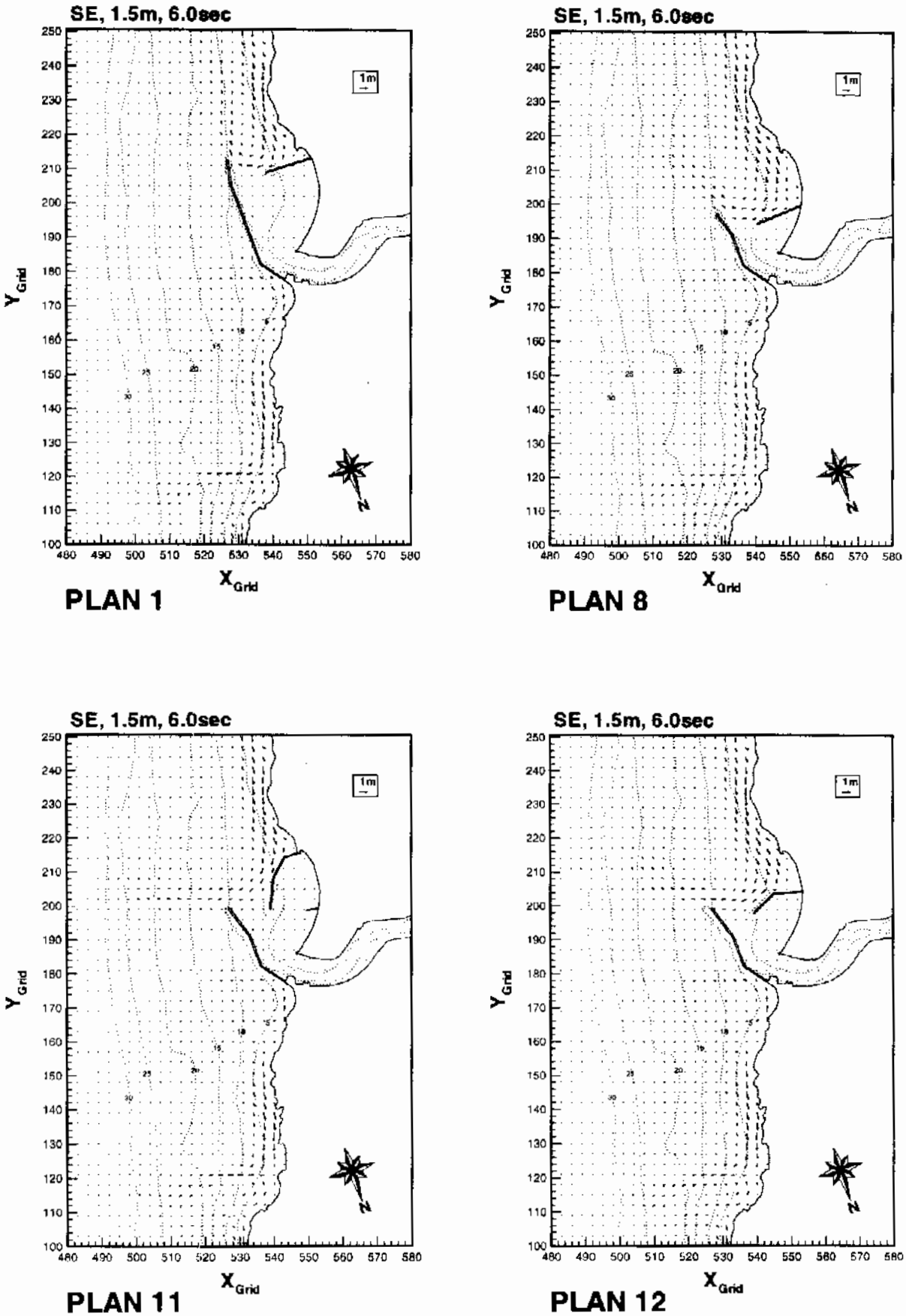



그림 SE, 1.5m, 平常時 波浪의 沿岸流分布 詳細圖 (1案, 8案, 11案, 12案)

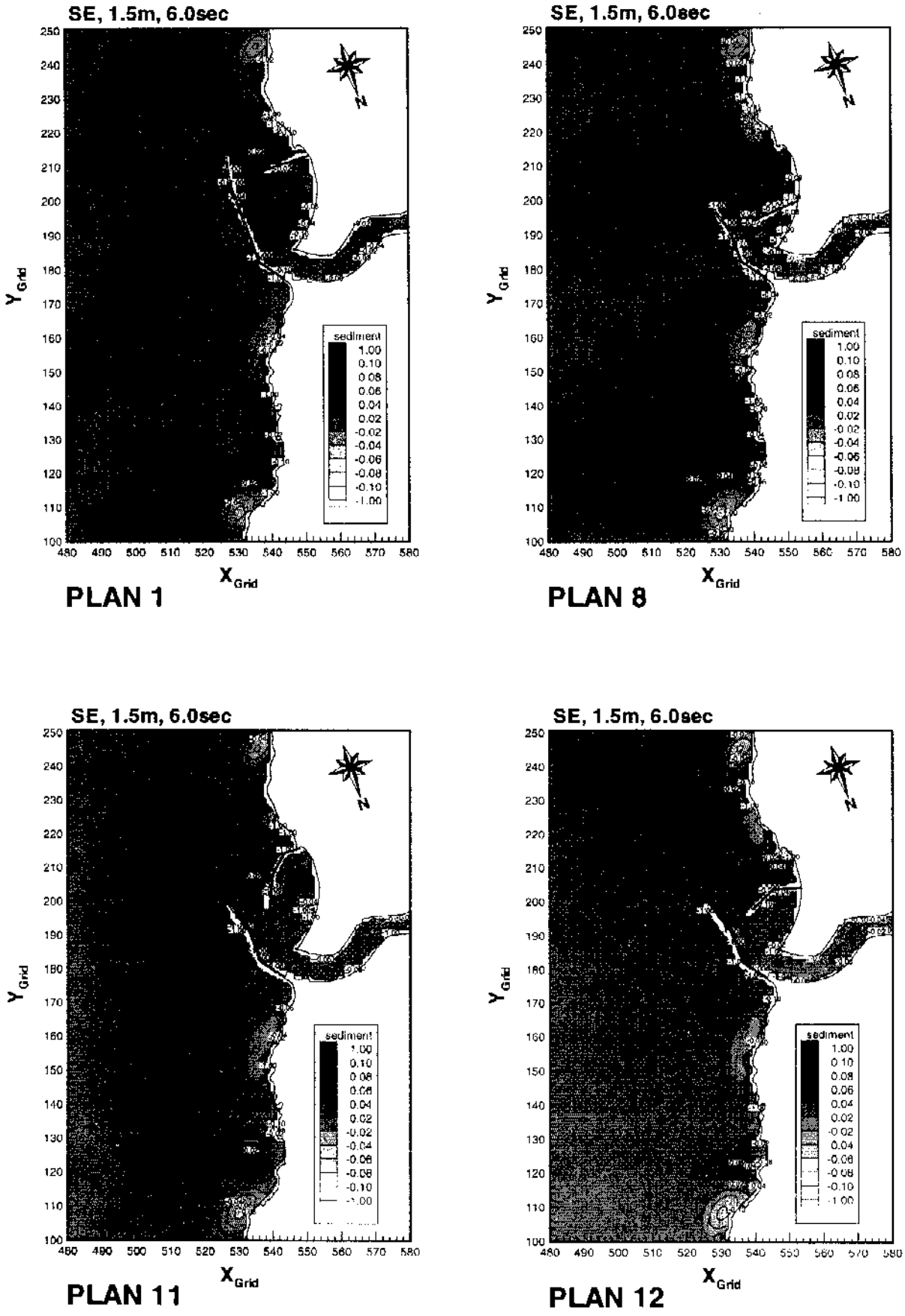



그림 SE, 1.5m, 平常時 波浪의 堆積率分布 詳細圖 (1案, 8案, 11案, 12案)

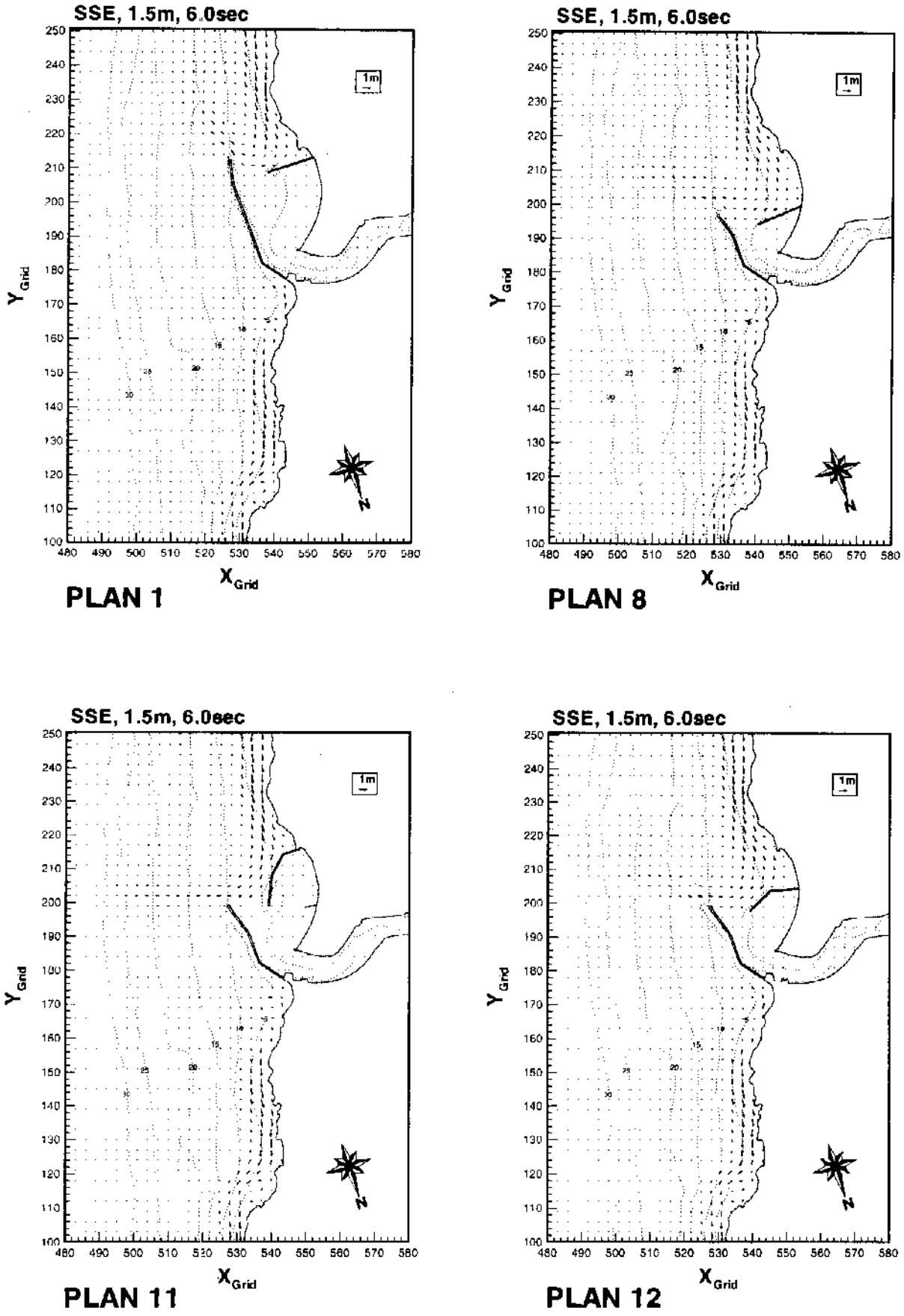



그림. SSE, 1.5m, 平常時 波浪의 沿岸流分布 詳細圖 (1案, 8案, 11案, 12案)

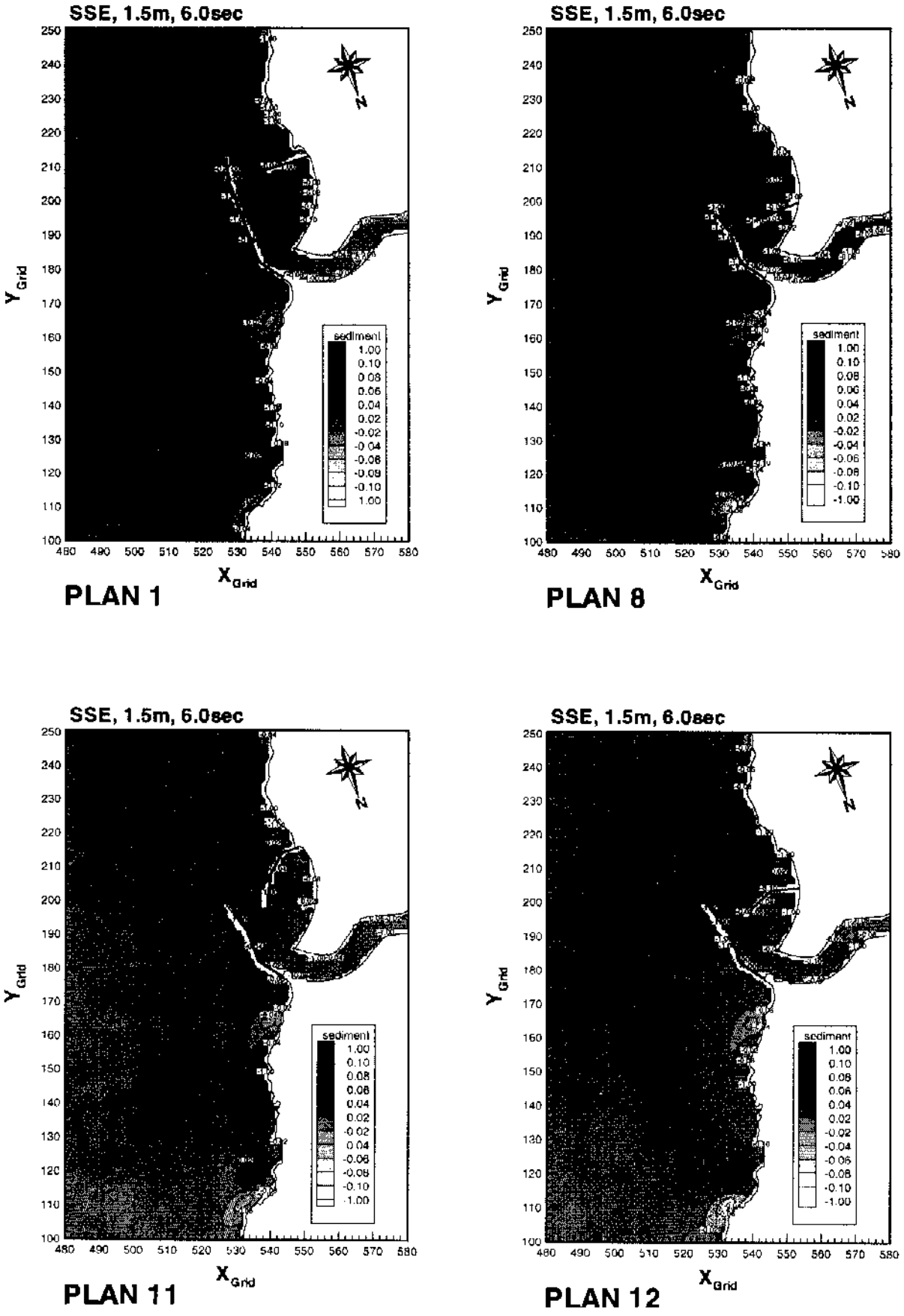



그림 SSE, 1.5m, 平常時 波浪의 堆積率分布 詳細圖 (1案, 8案, 11案, 12案)

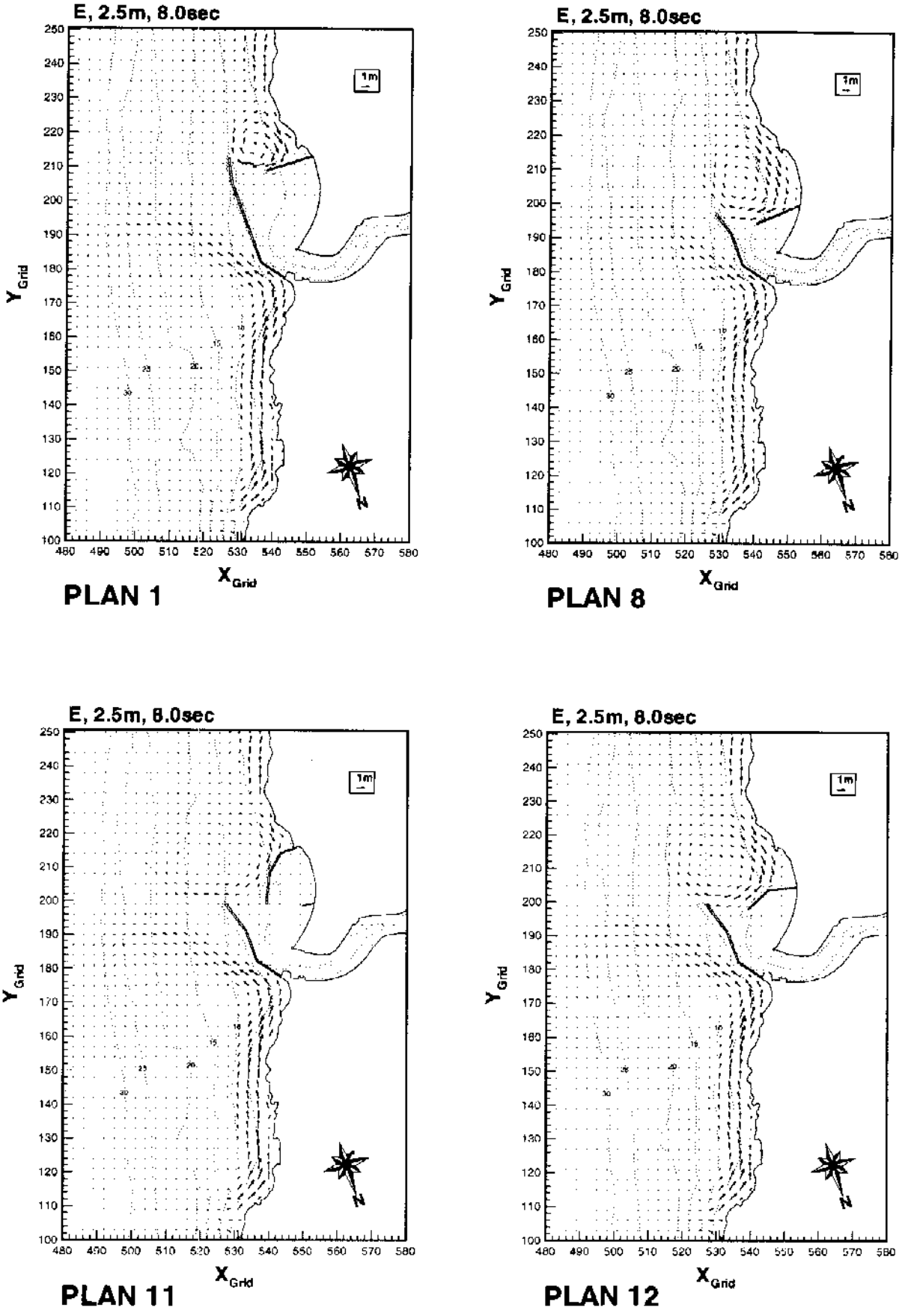



그림 E, 2.5m, 平常時 波浪의 沿岸流分布 詳細圖 (1案, 8案, 11案, 12案)

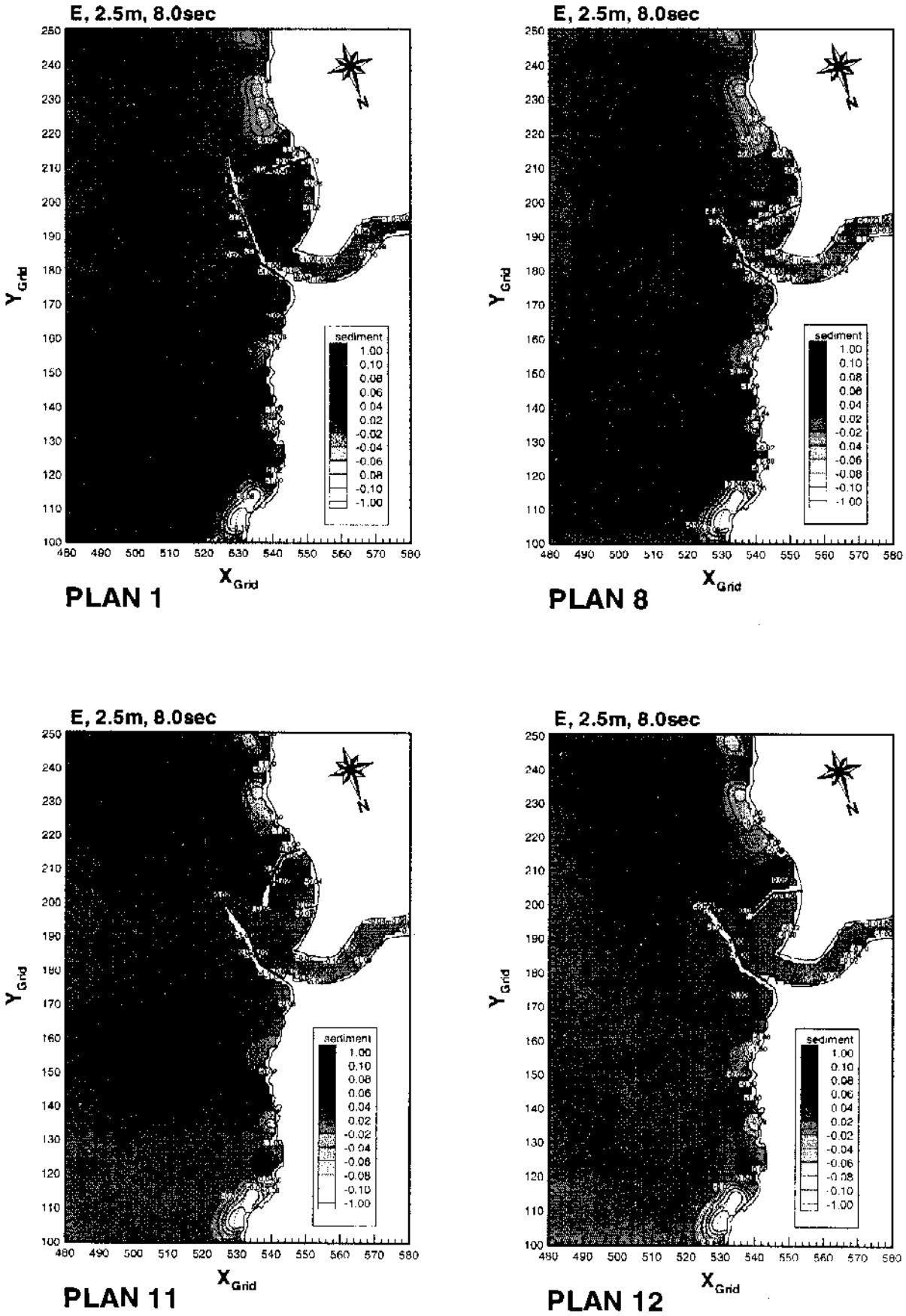



그림 E, 2.5m, 平常時 波浪의 堆積率分布 詳細圖 (1案, 8案, 11案, 12案)

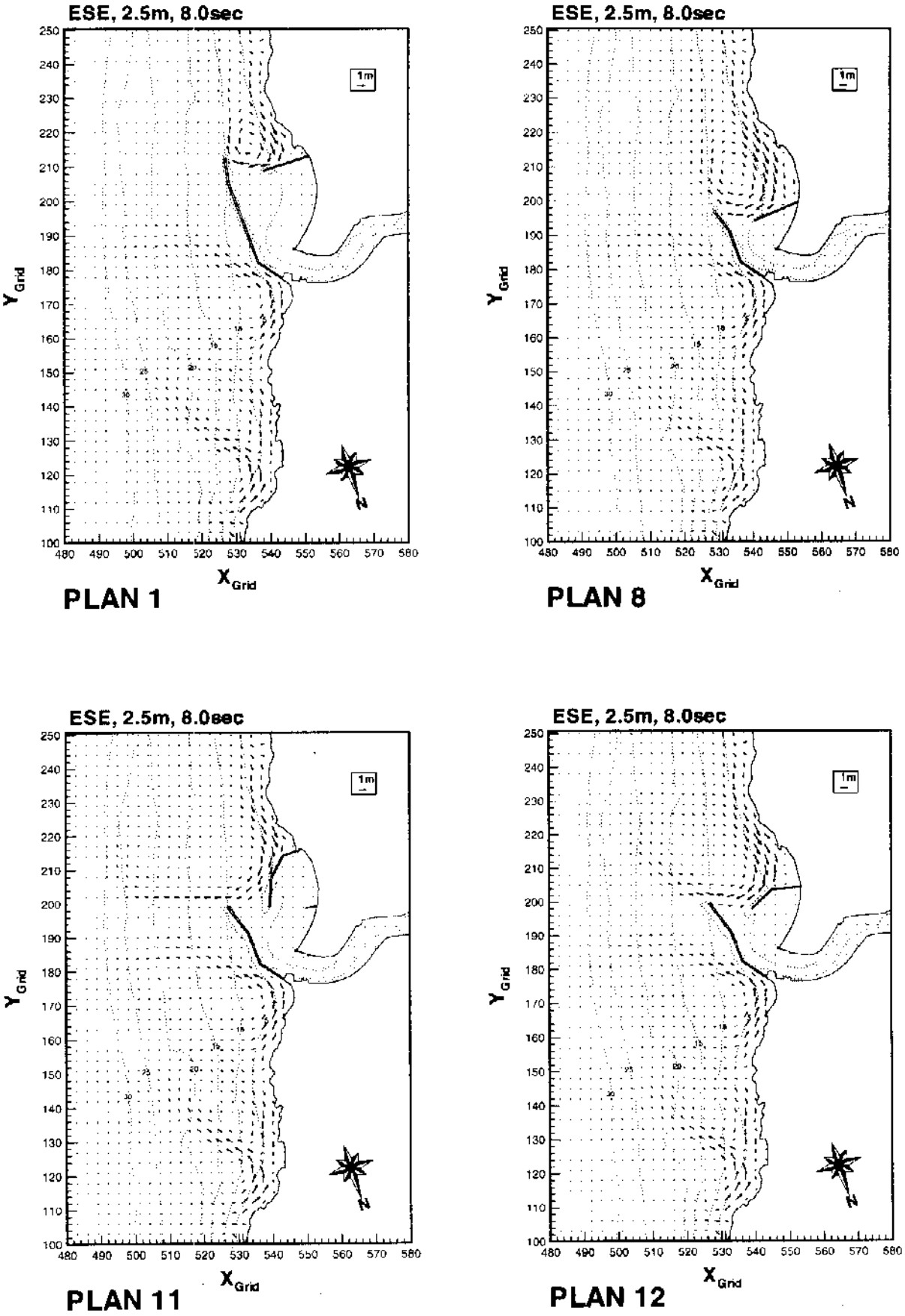



그림 ESE, 2.5m, 平常時 波浪의 沿岸流分布 詳細圖 (1案, 8案, 11案, 12案)

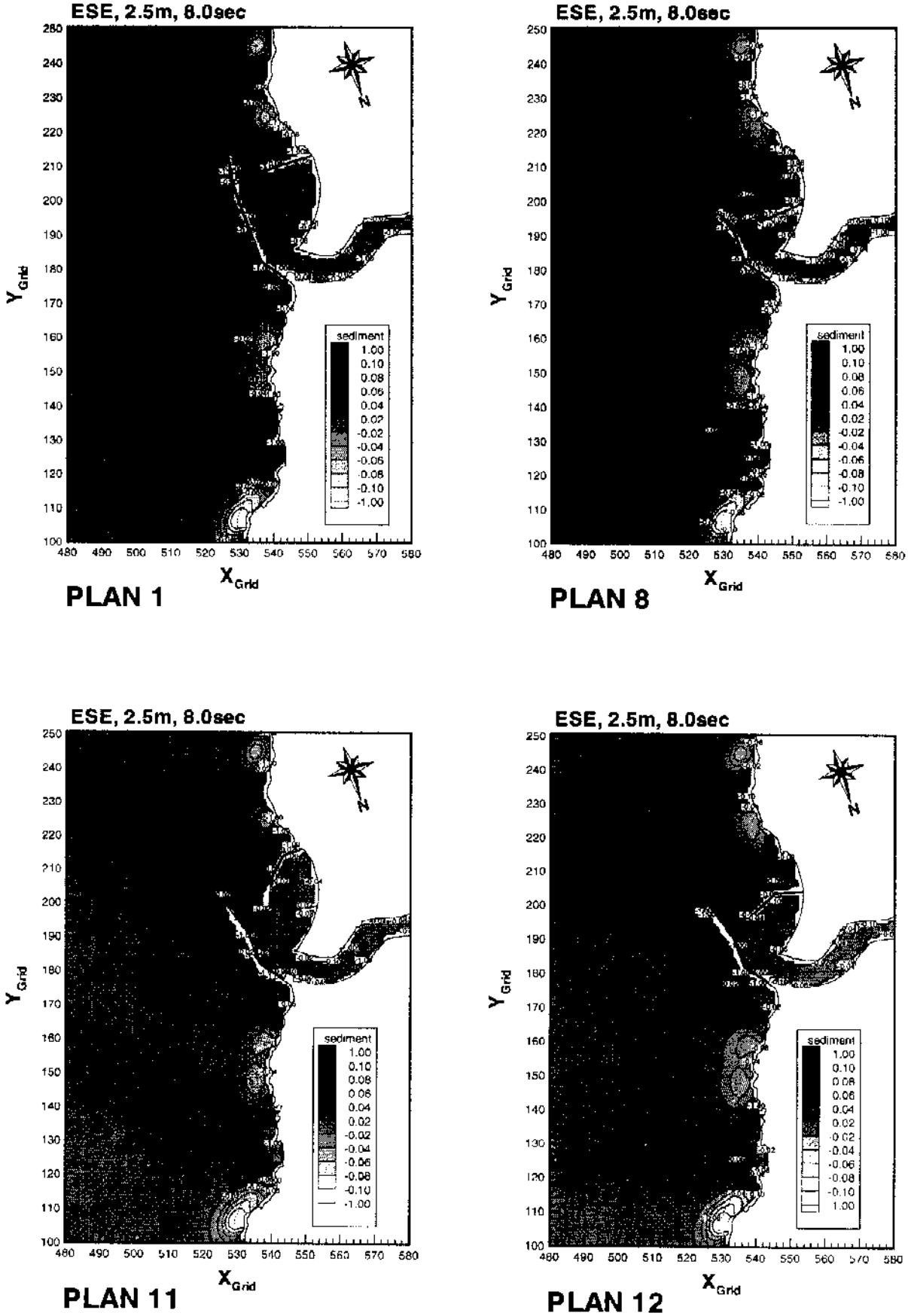



그림 ESE, 2.5m, 平常時 波浪의 堆積率分布 詳細圖 (1案, 8案, 11案, 12案)

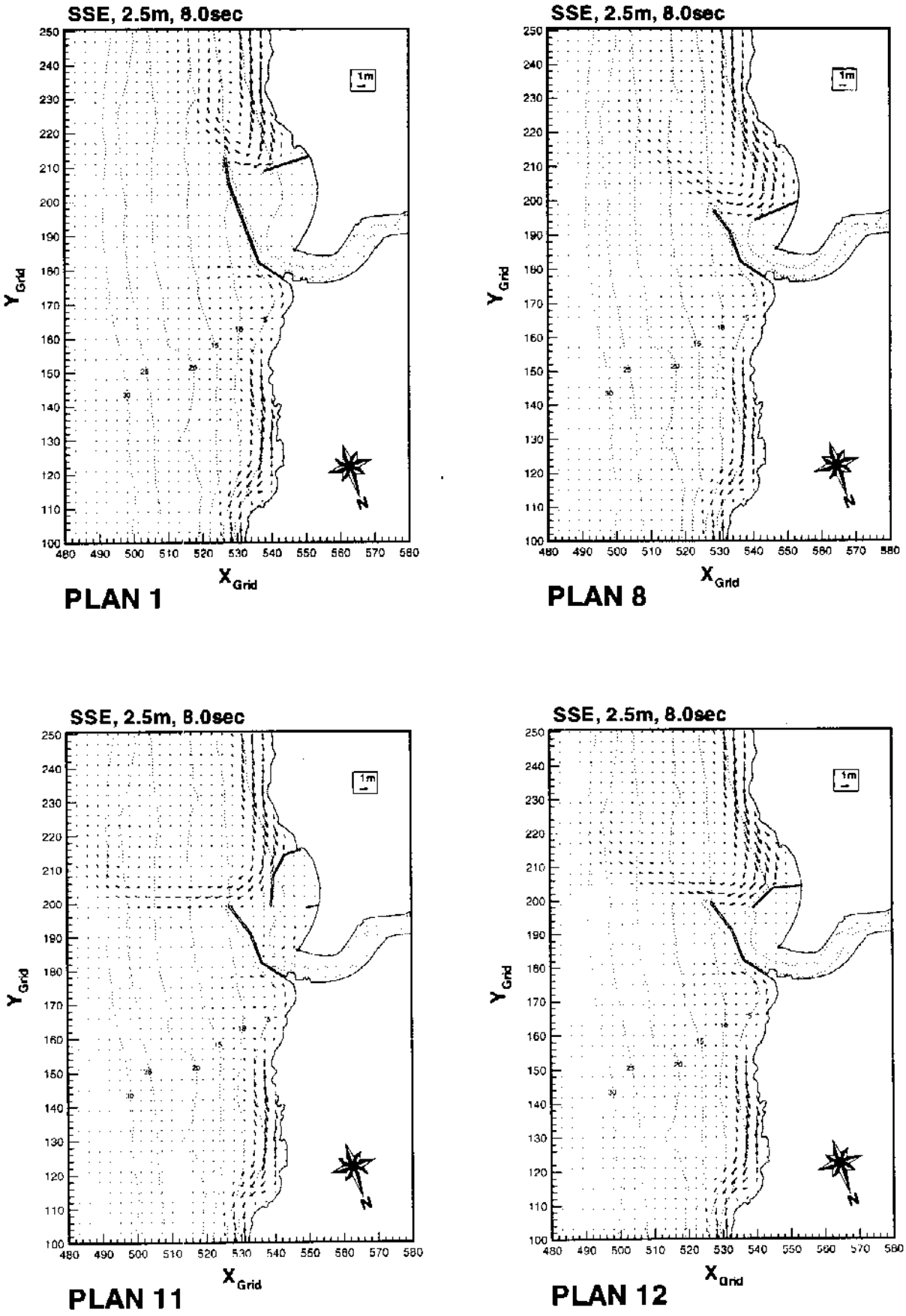



그림 SSE, 2.5m, 平常時 波浪의 沿岸流分布 詳細圖 (1案, 8案, 11案, 12案)

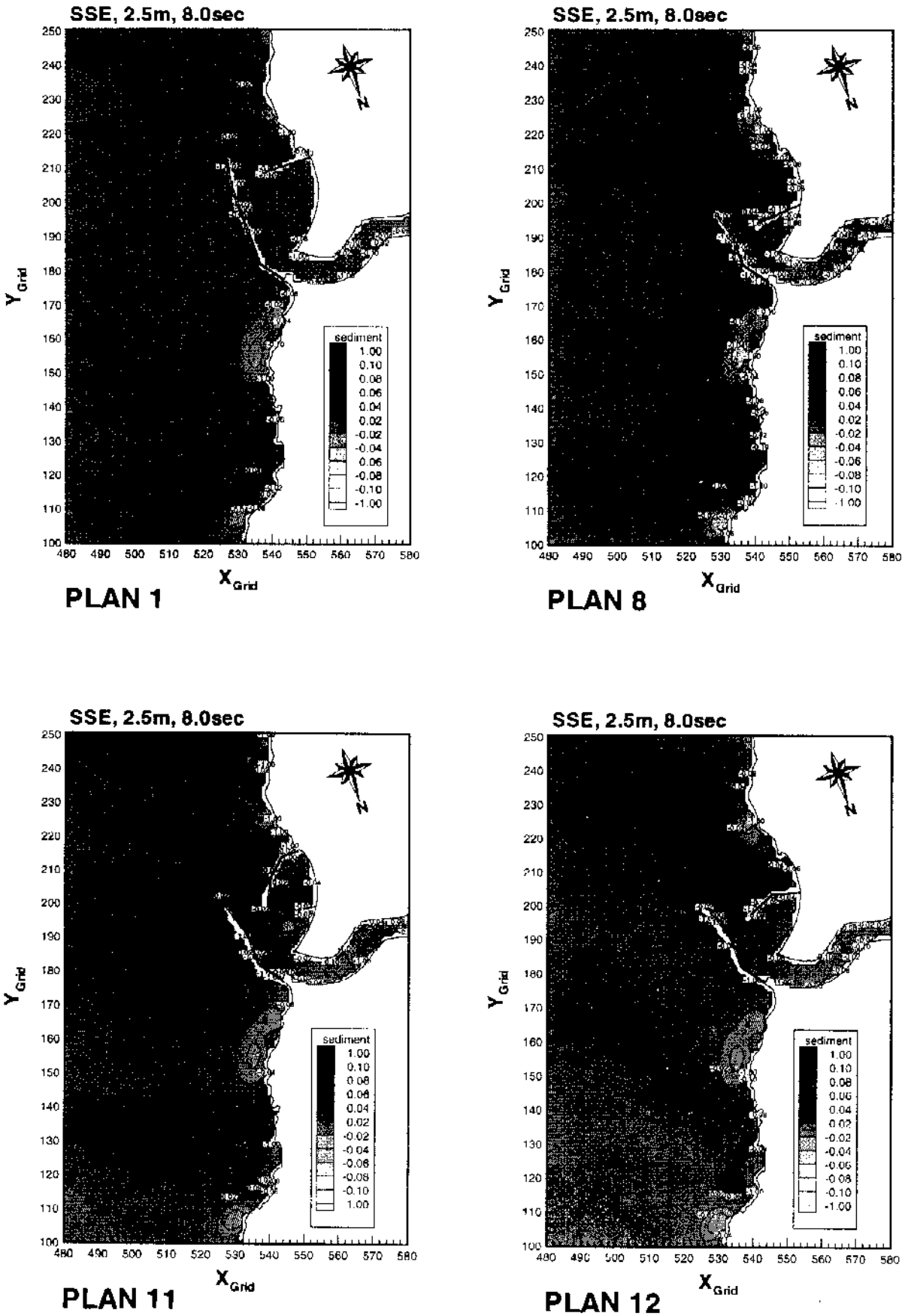
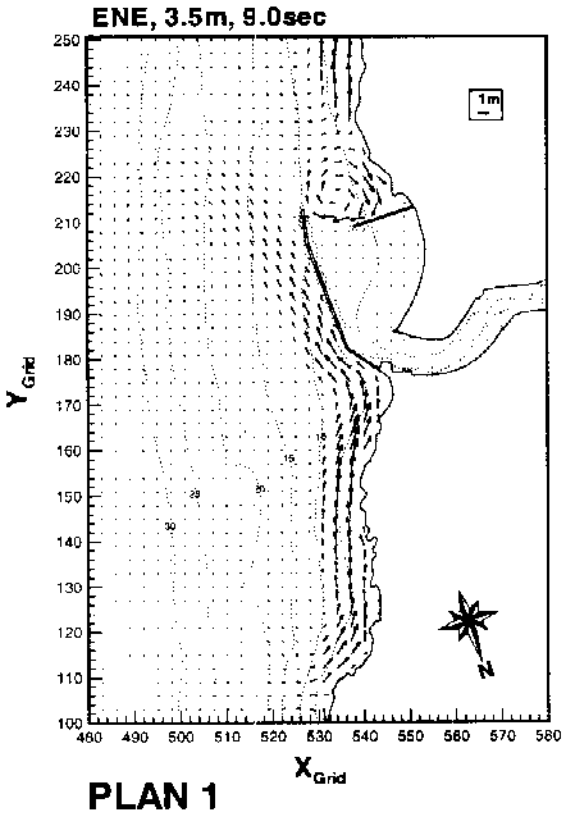
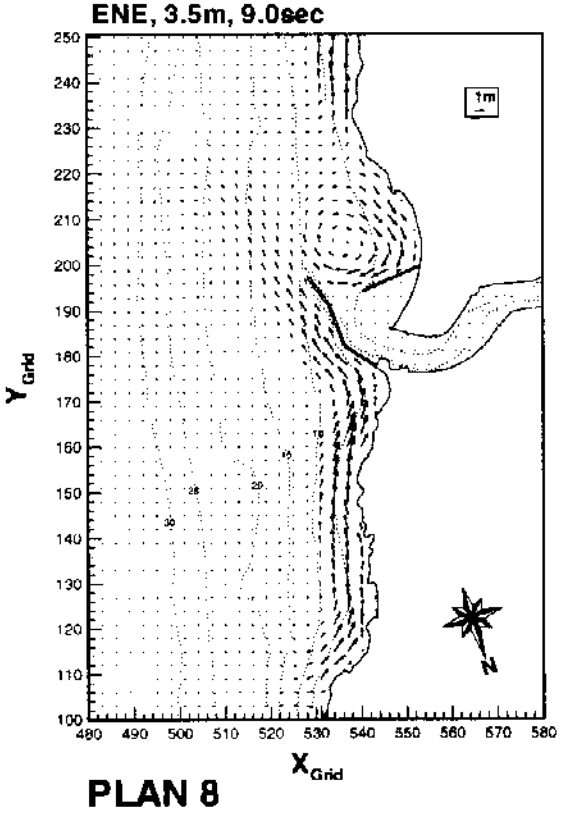
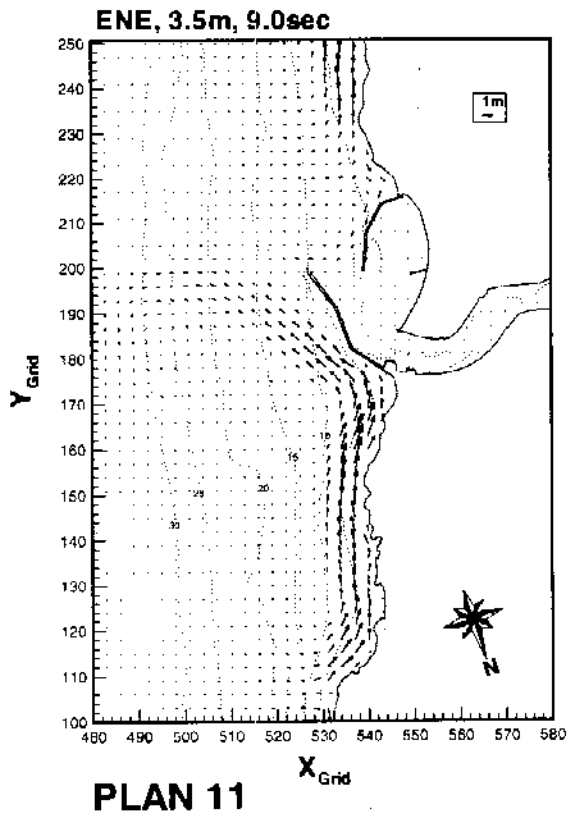



그림 SSE, 2.5m, 平常時 波浪의 堆積率分布 詳細圖 (1案, 8案, 11案, 12案)



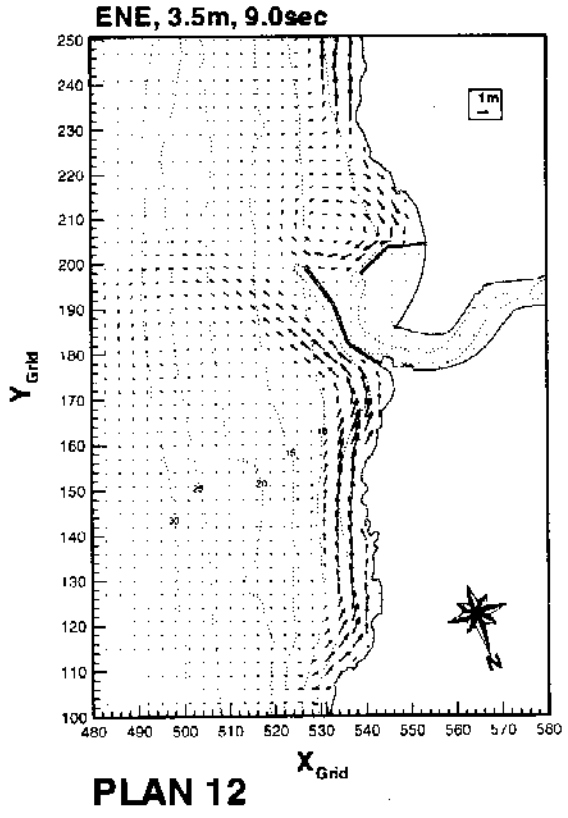




그림 ENE, 3.5m, 平常時 波浪의 沿岸流分布 詳細圖 (1案, 8案, 11案, 12案)

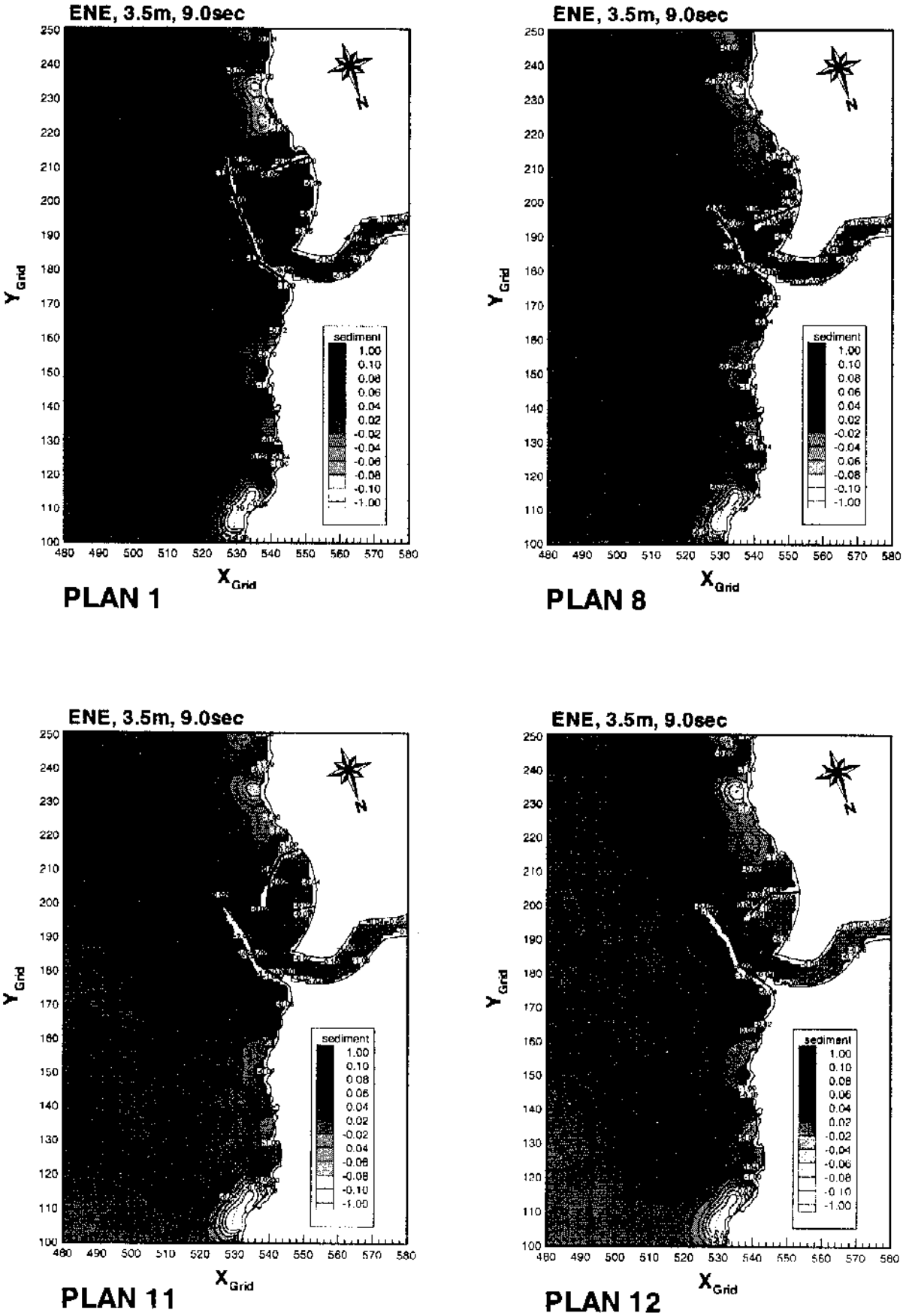



그림 ENE, 3.5m, 平常時 波浪의 堆積率分布 詳細圖 (1案, 8案, 11案, 12案)

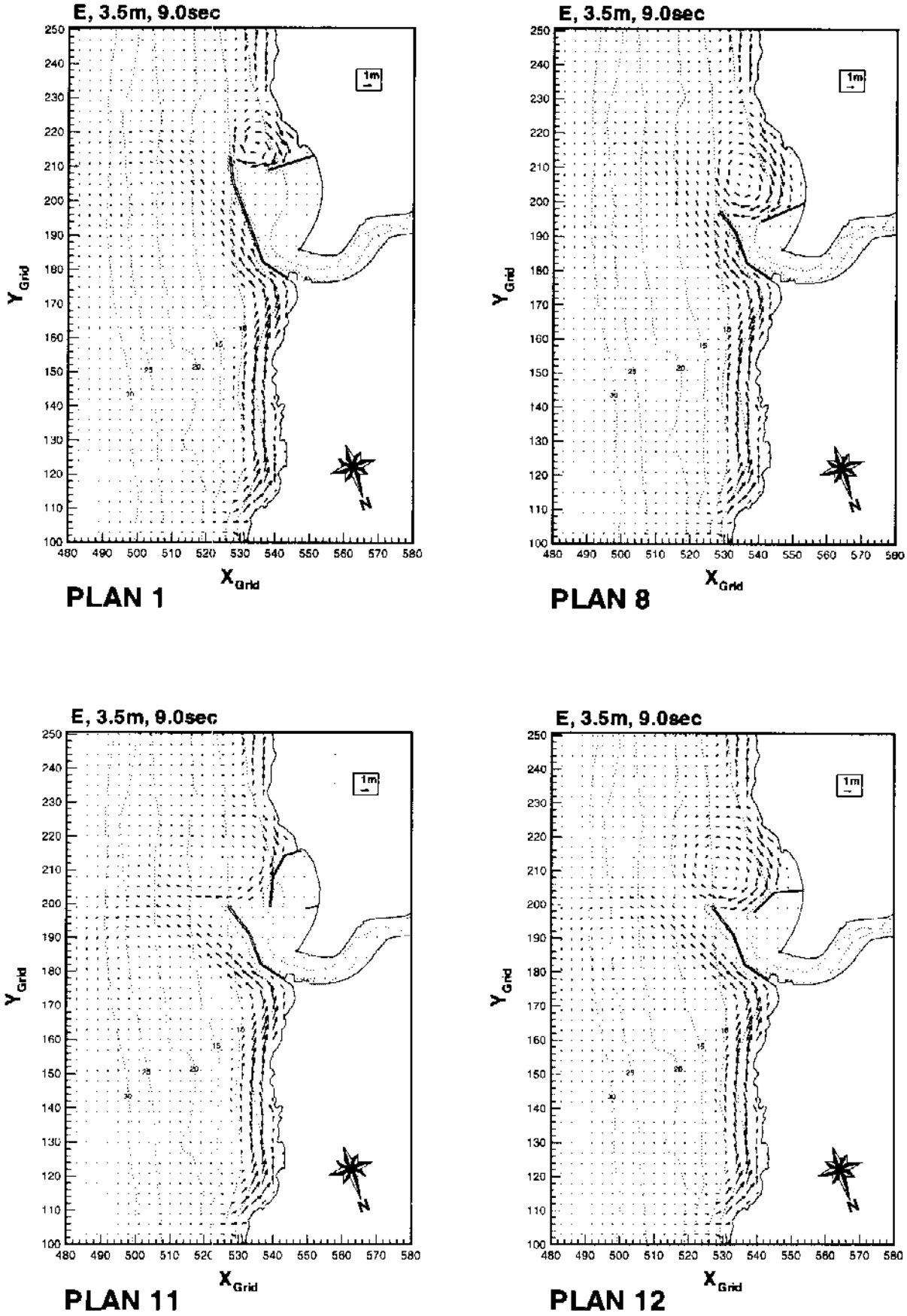



그림 E, 3.5m, 平常時 波浪의 沿岸流分布 詳細圖 (1案, 8案, 11案, 12案)

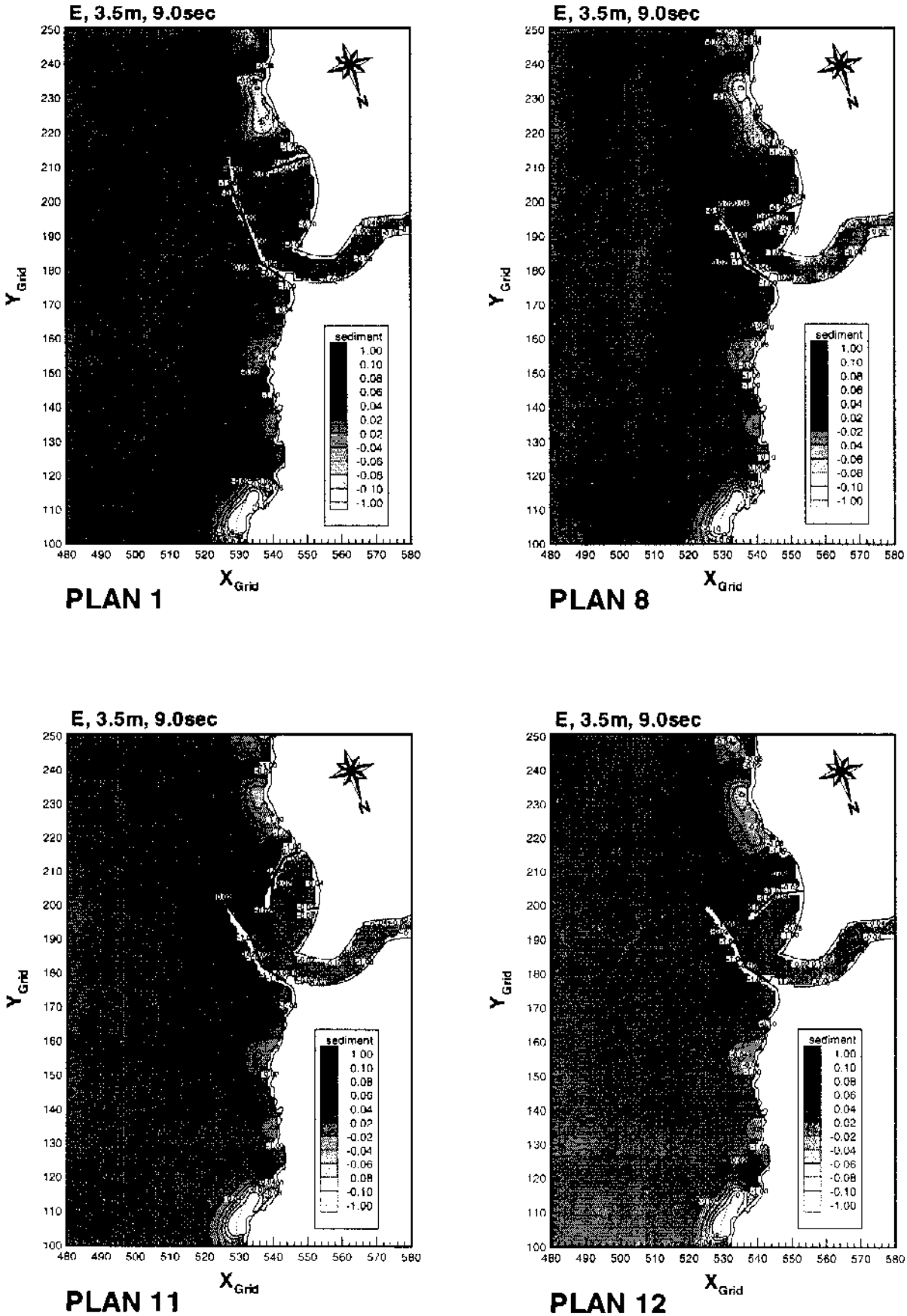



그림 E, 3.5m, 平常時 波浪의 堆積率分布 詳細圖 (1案, 8案, 11案, 12案)

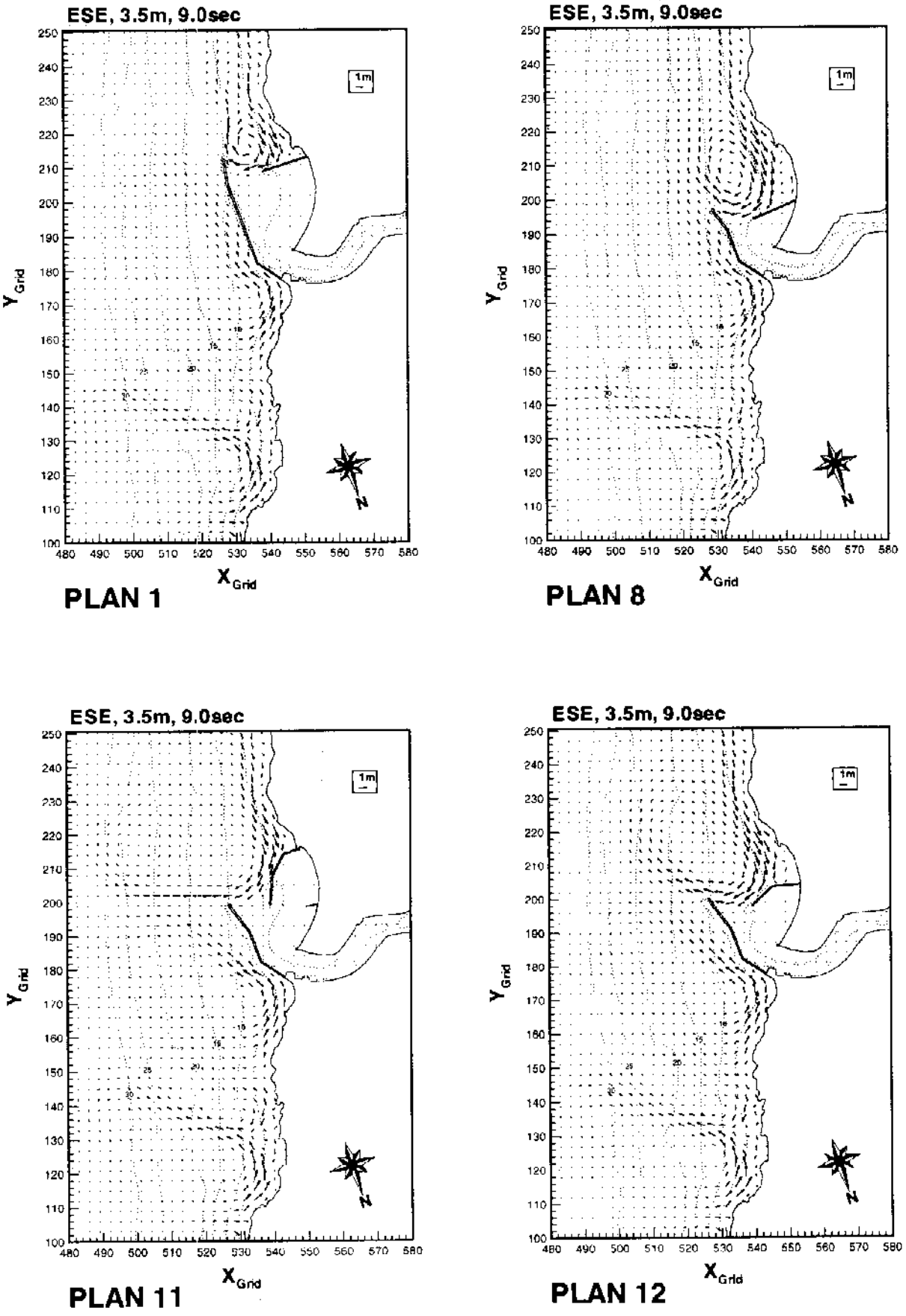



그림 ESE, 3.5m, 平常時 波浪의 沿岸流分布 詳細圖 (1案, 8案, 11案, 12案)

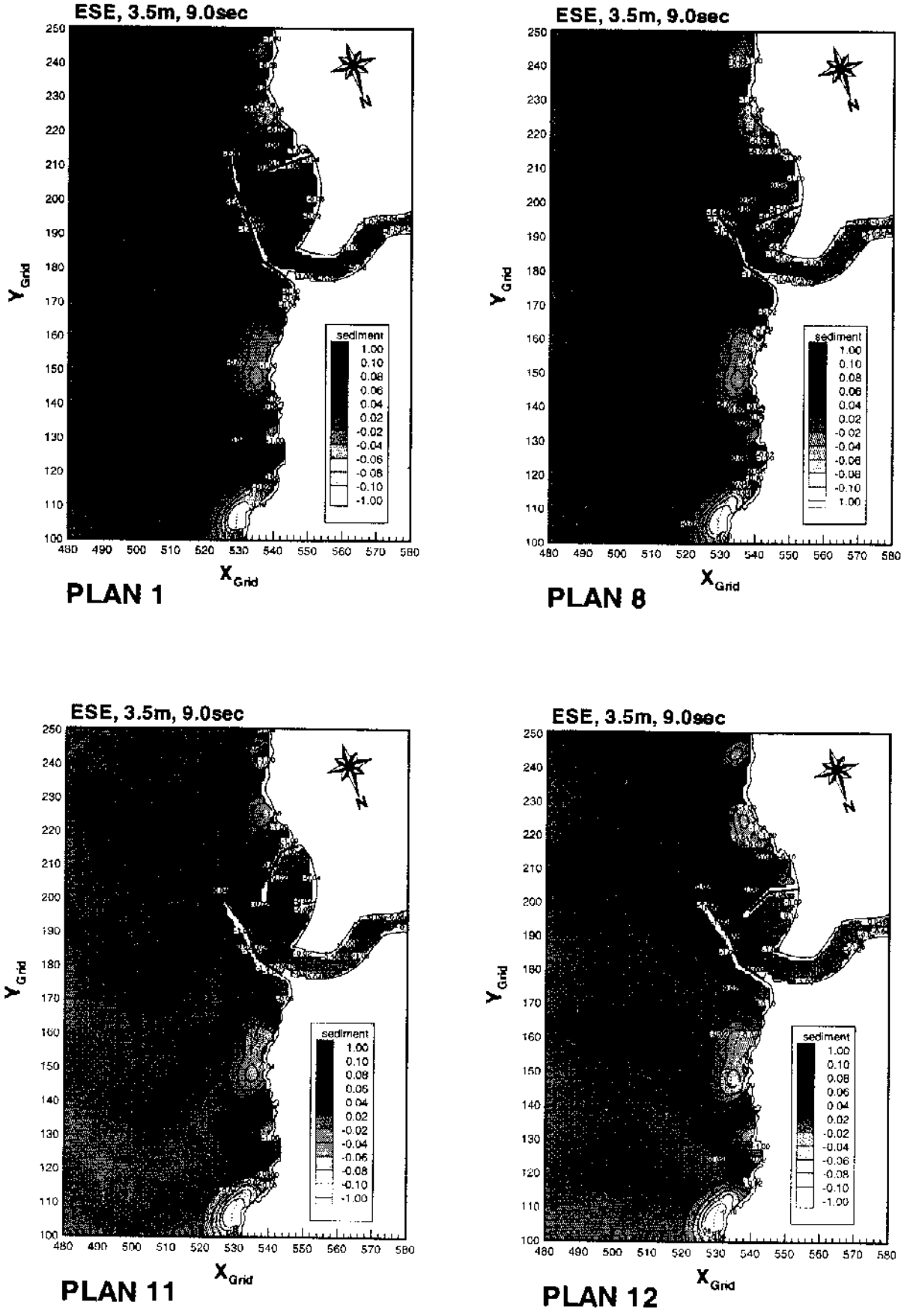
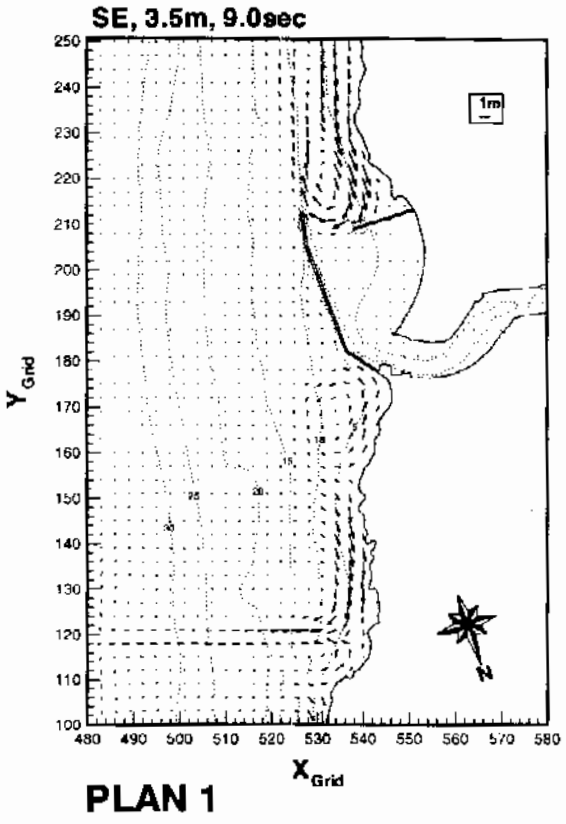
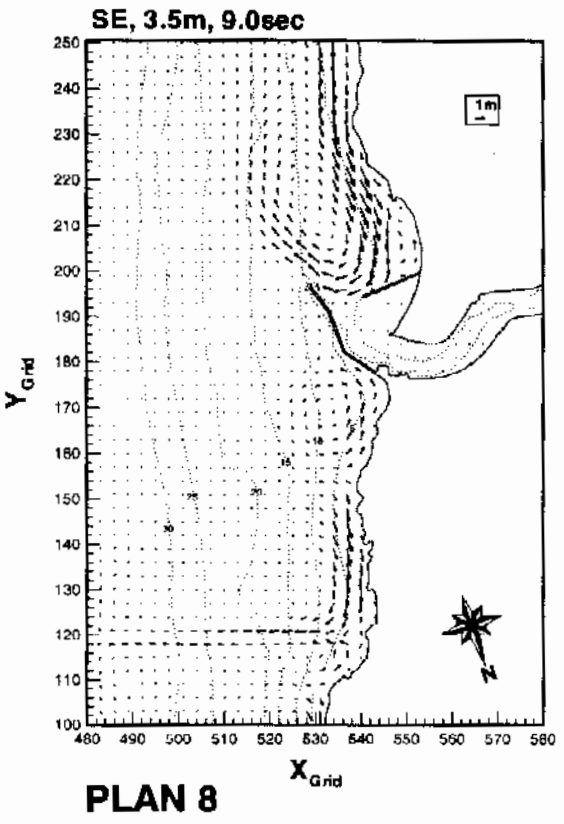
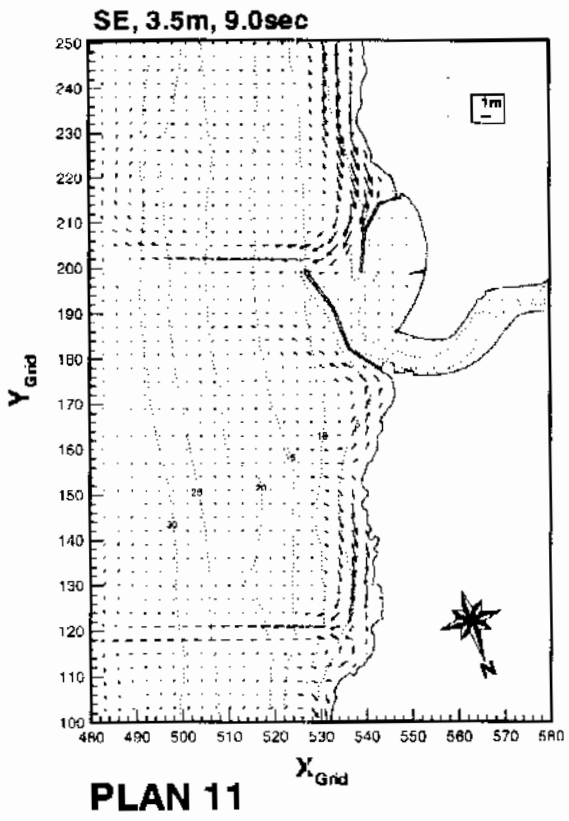



그림 ESE, 3.5m, 平常時 波浪의 堆積率分布 詳細圖 (1案, 8案, 11案, 12案)



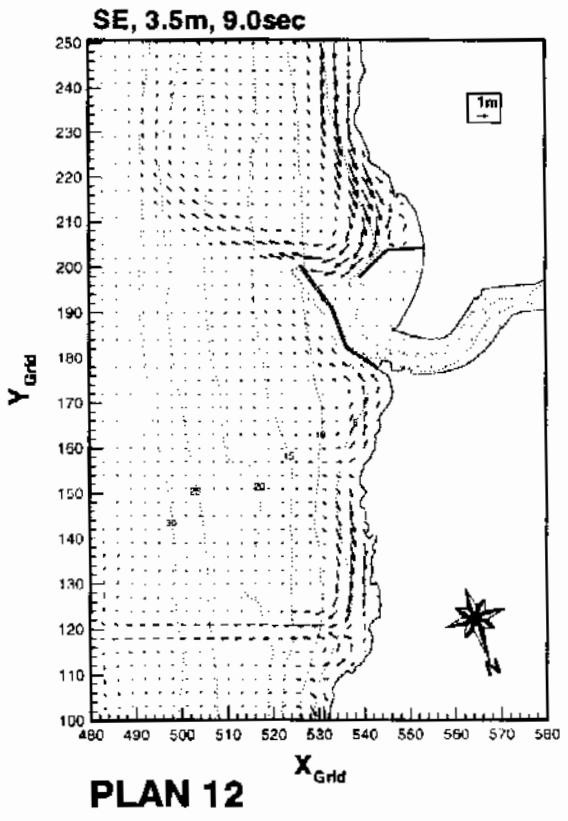




그림 SE, 3.5m, 平常時 波浪의 沿岸流分布 詳細圖 (1案, 8案, 11案, 12案)

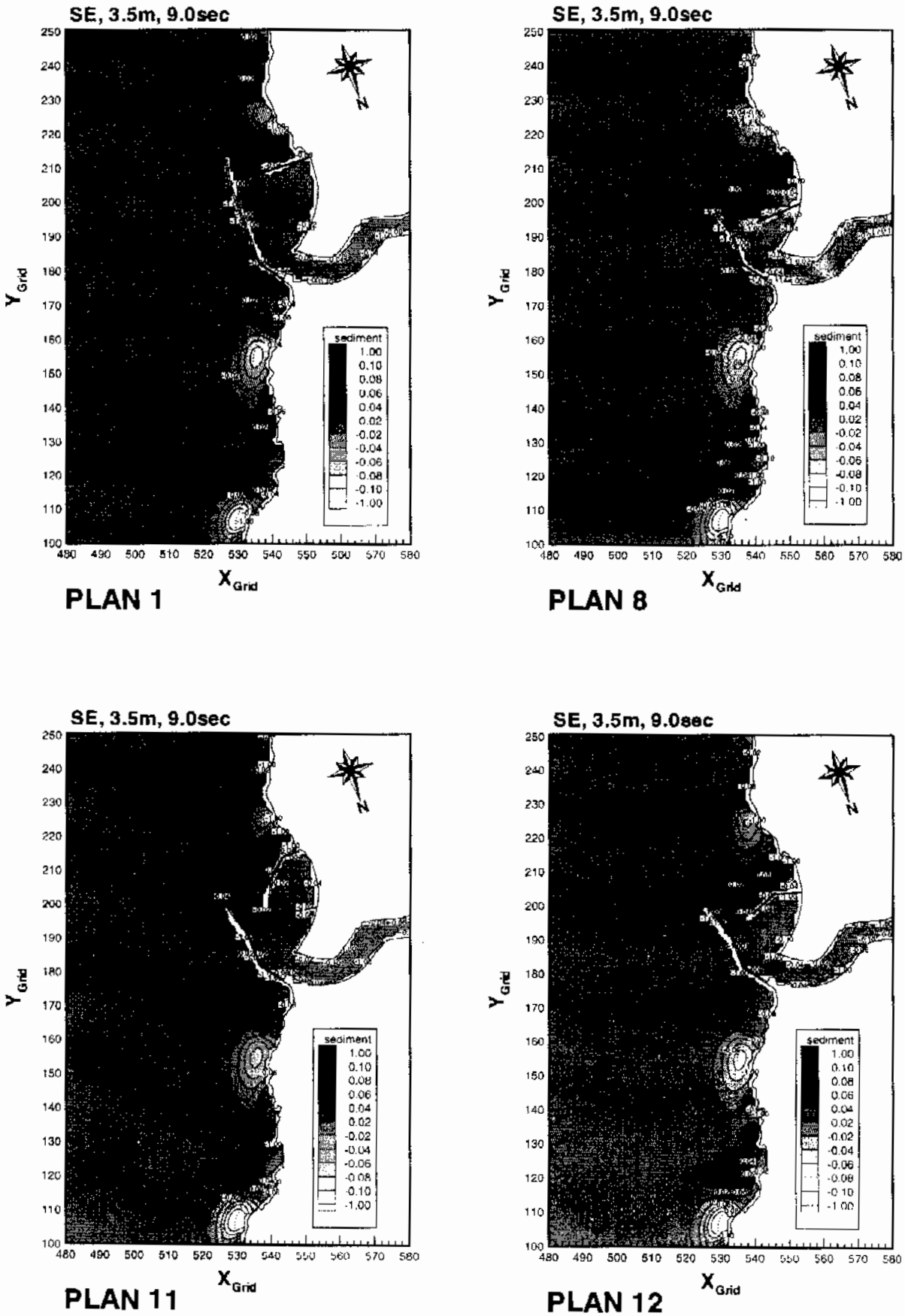



그림 SE, 3.5m, 平常時 波浪의 堆積率分布 詳細圖 (1案, 8案, 11案, 12案)

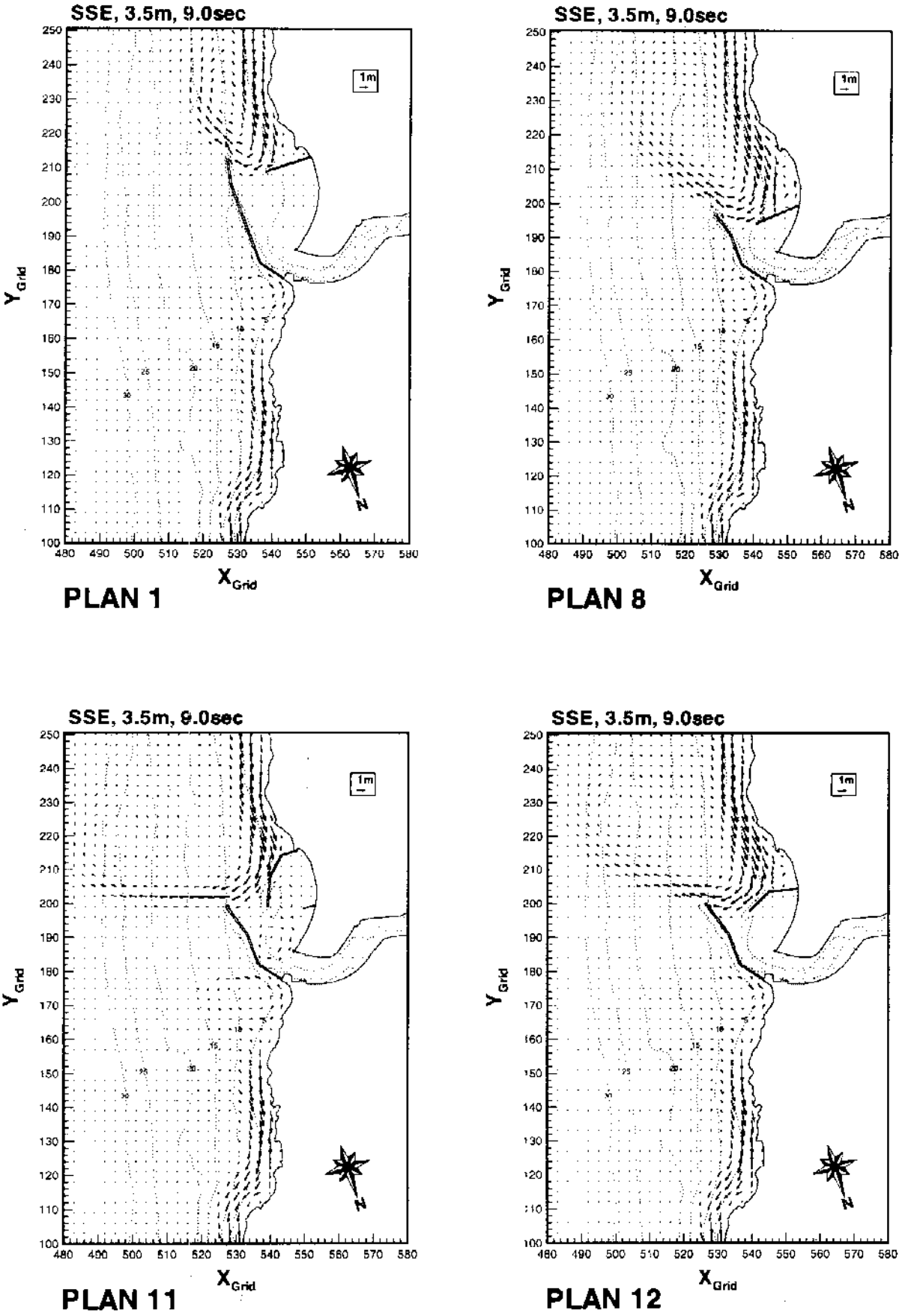



그림 SSE, 3.5m, 平常時 波浪의 沿岸流分布 詳細圖 (1案, 8案, 11案, 12案)

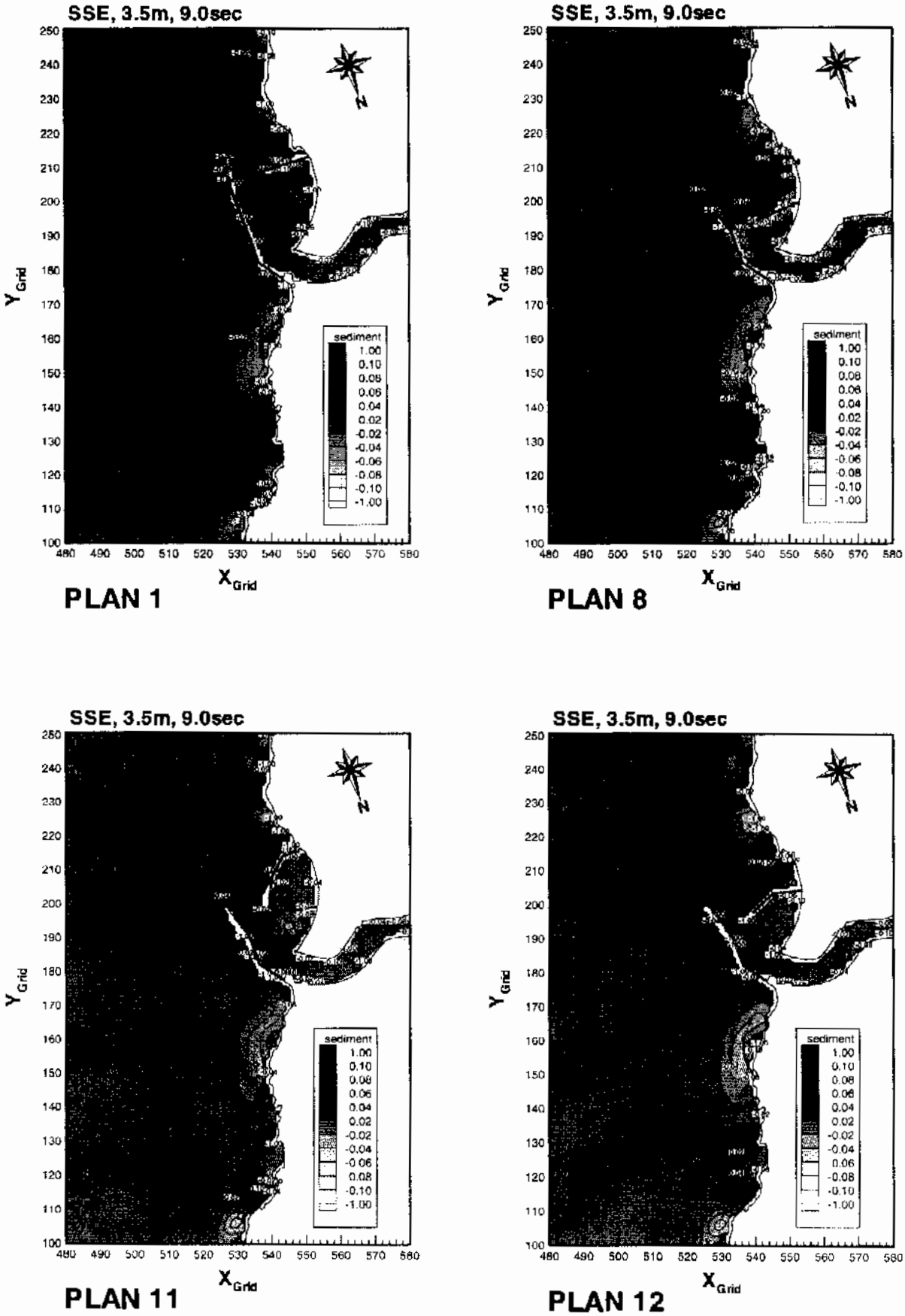



그림 SSE, 3.5m, 平常時 波浪의 堆積率分布 詳細圖 (1案, 8案, 11案, 12案)

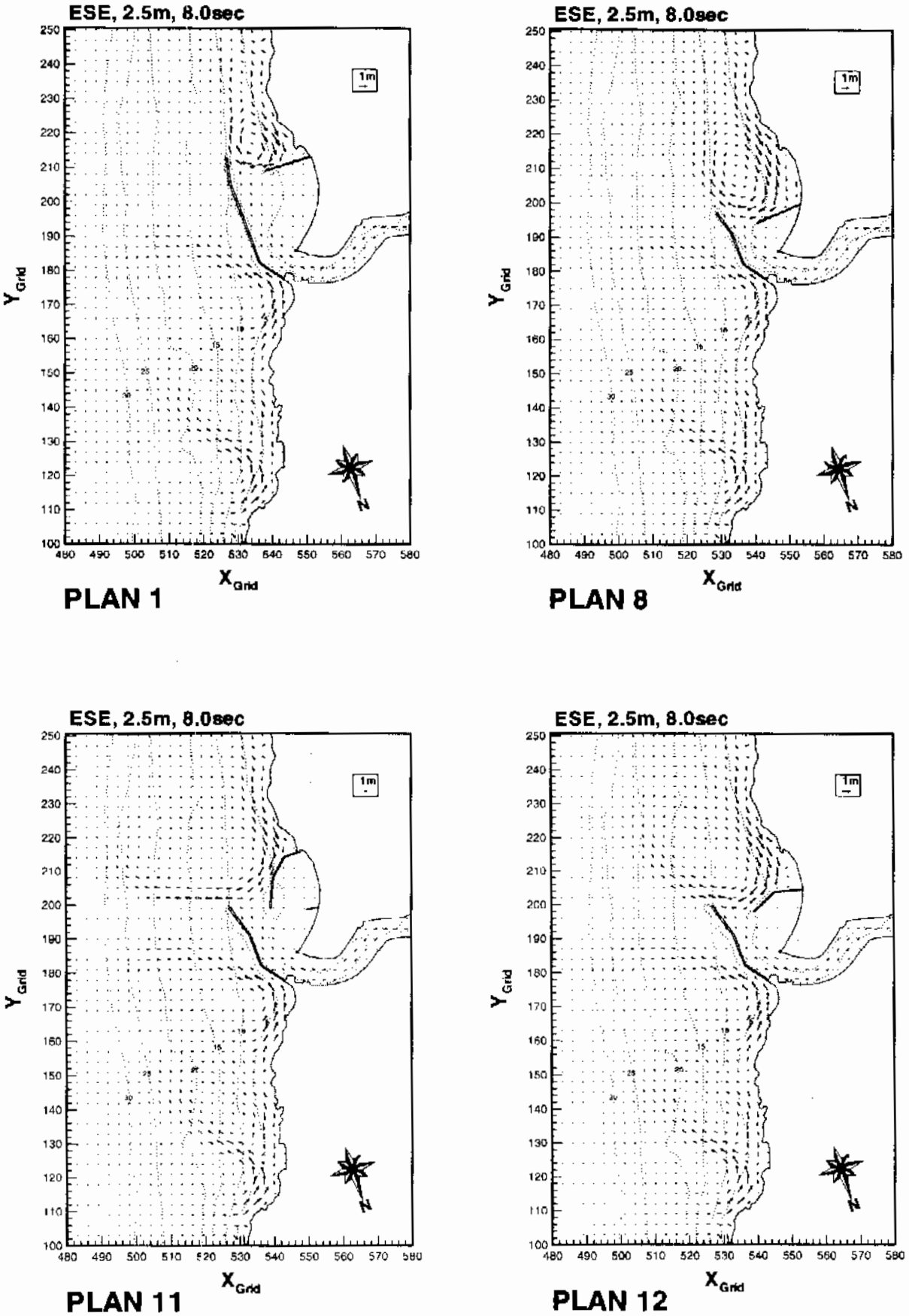



그림 ESE, 2.5m, 洪水時 波浪의 沿岸流分布 詳細圖 (1案, 8案, 11案, 12案)

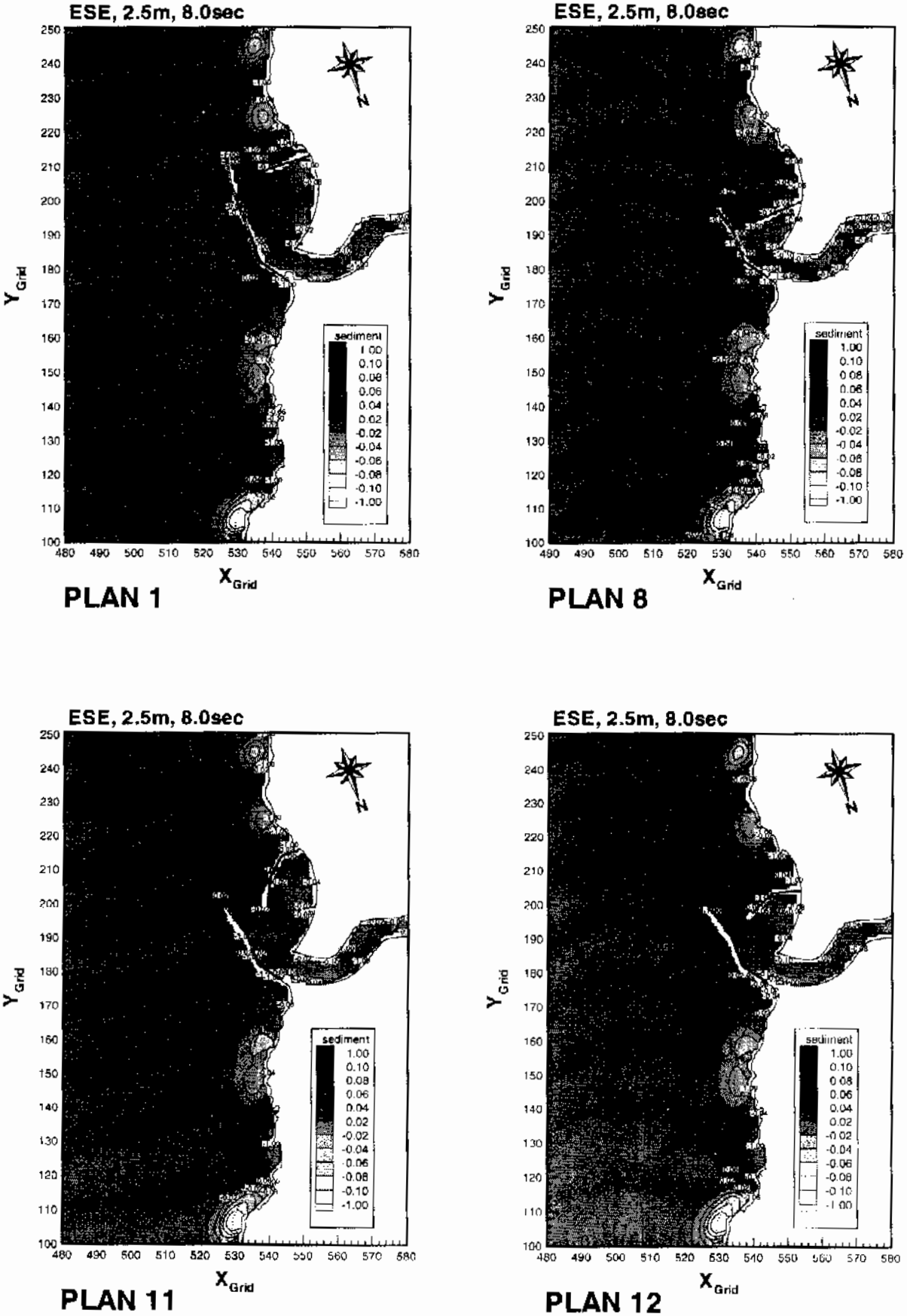
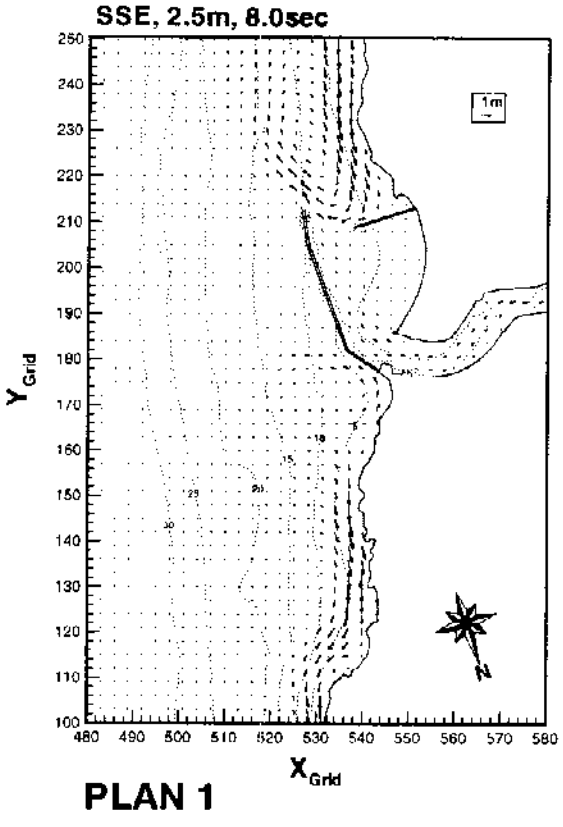
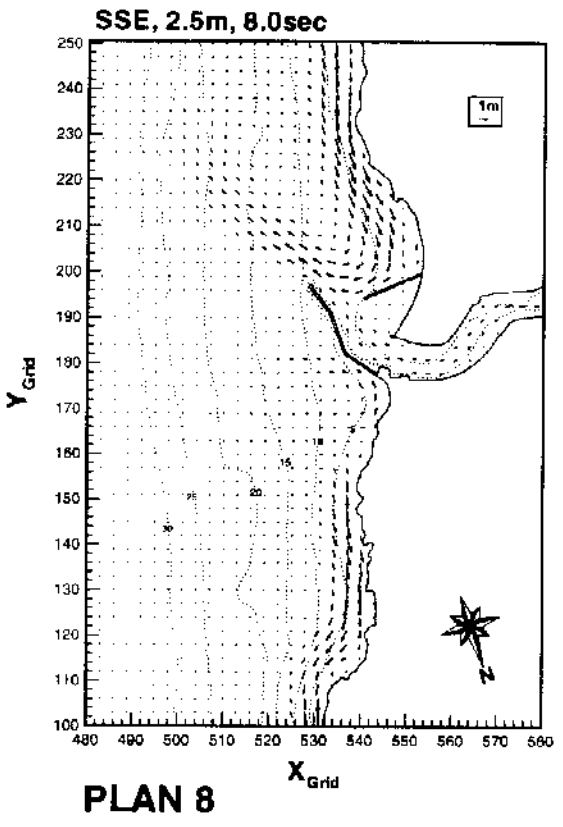
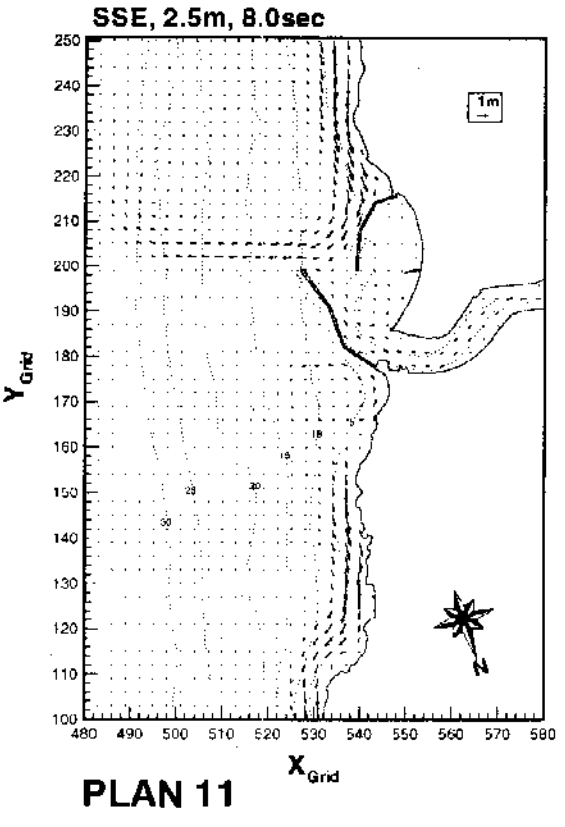



그림 ESE, 2.5m, 洪水時 波浪의 堆積率分布 詳細圖 (1案, 8案, 11案, 12案)



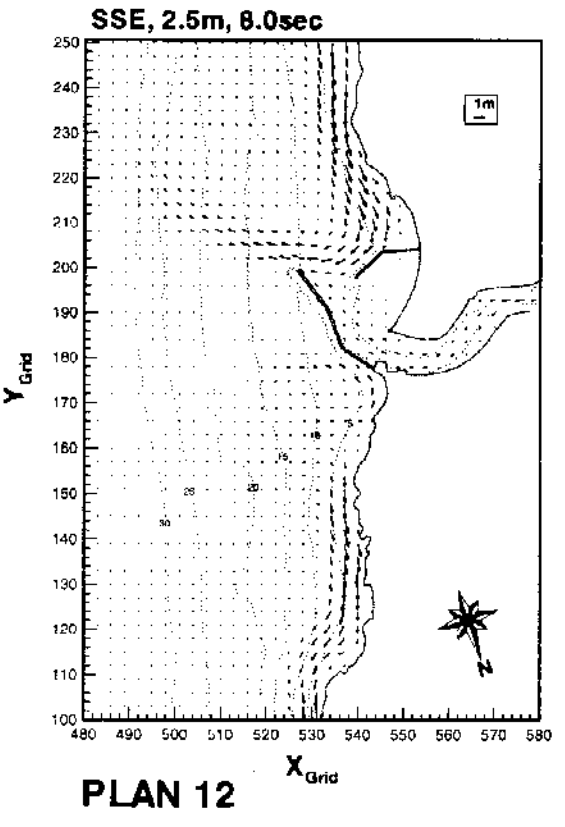




그림 SSE, 2.5m, 洪水時 波浪의 沿岸流分布 詳細圖 (1案, 8案, 11案, 12案)

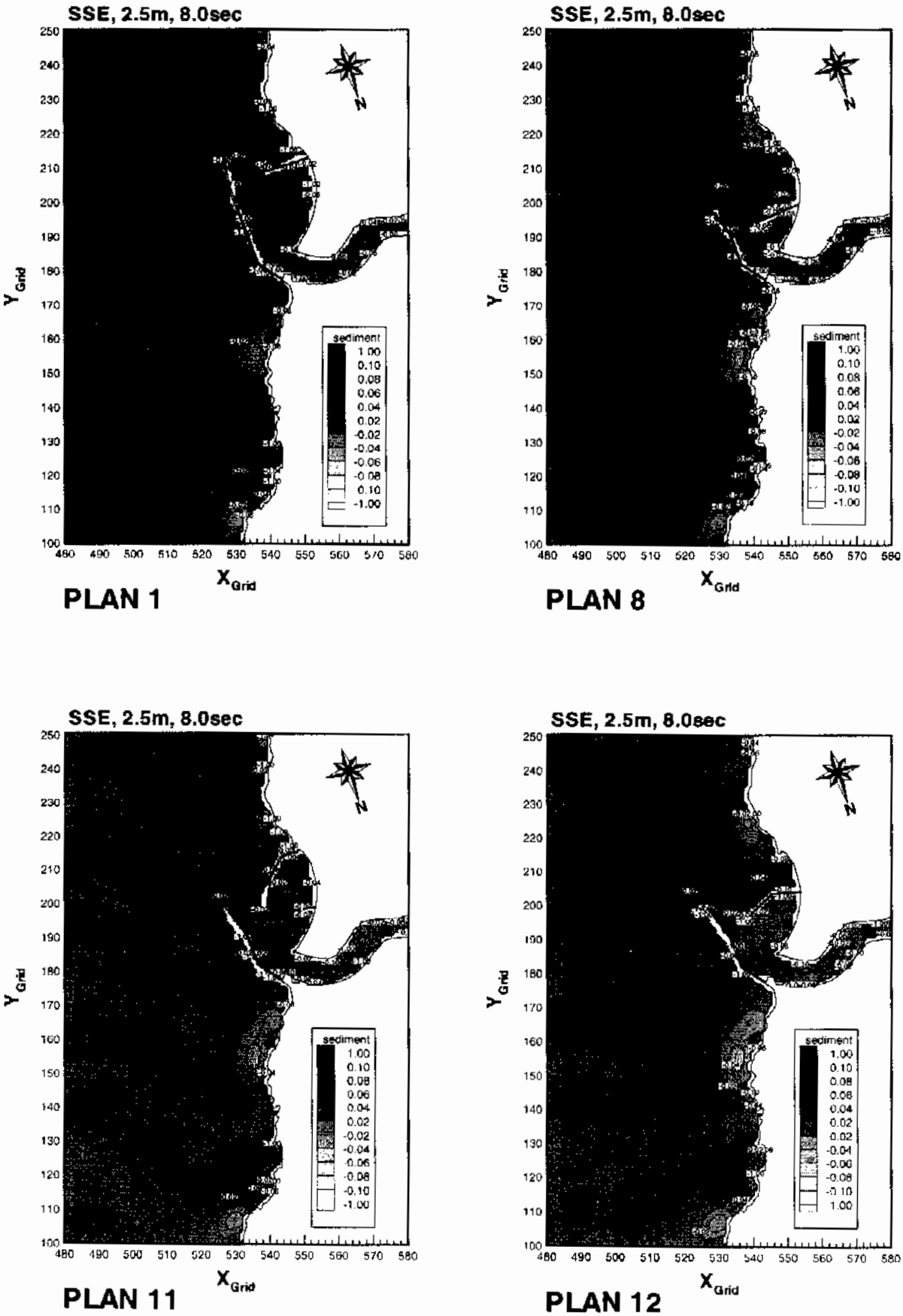



그림 SSE, 2.5m, 洪水時 波浪의 堆積率分布 詳細圖 (1案, 8案, 11案, 12案)

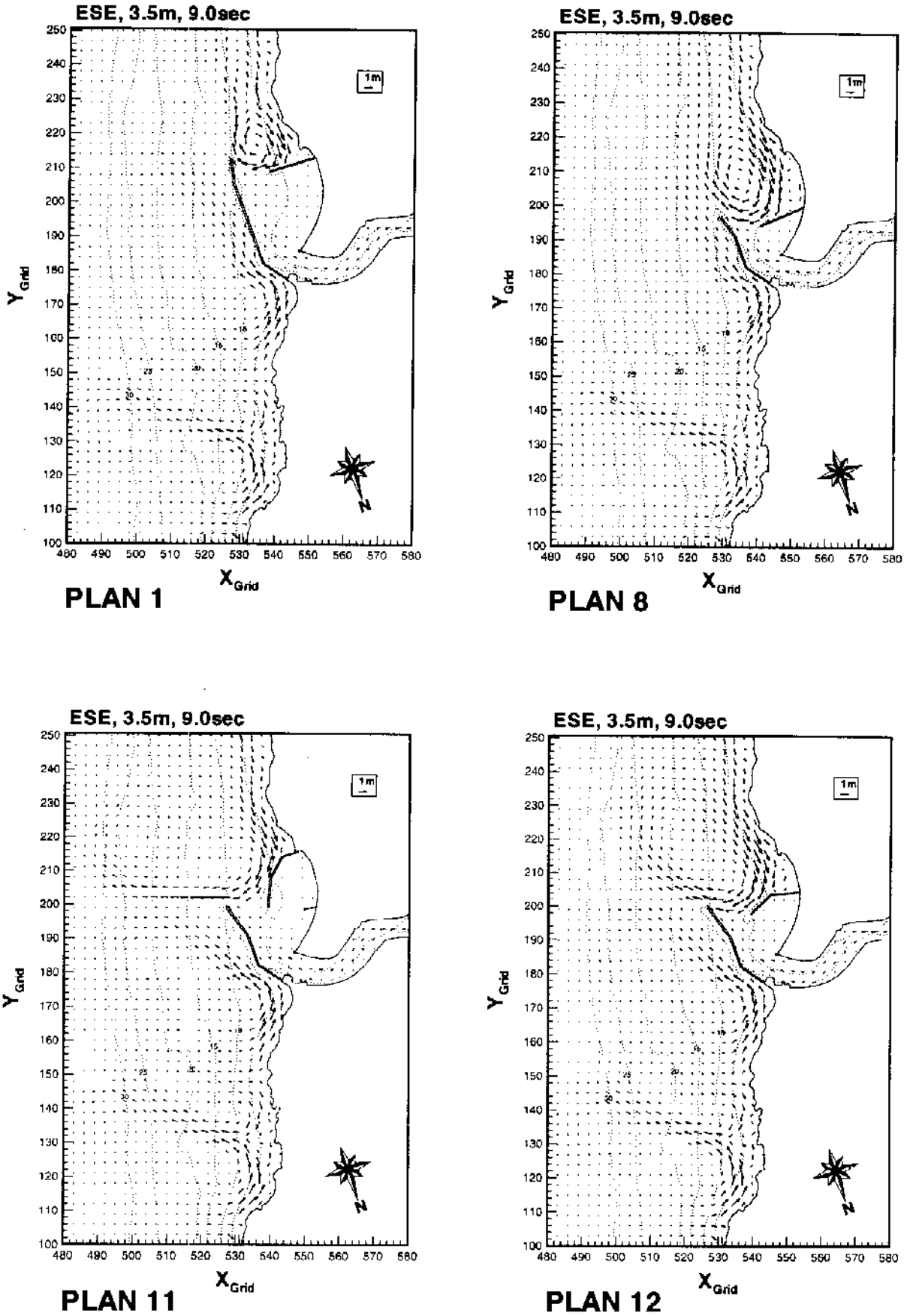
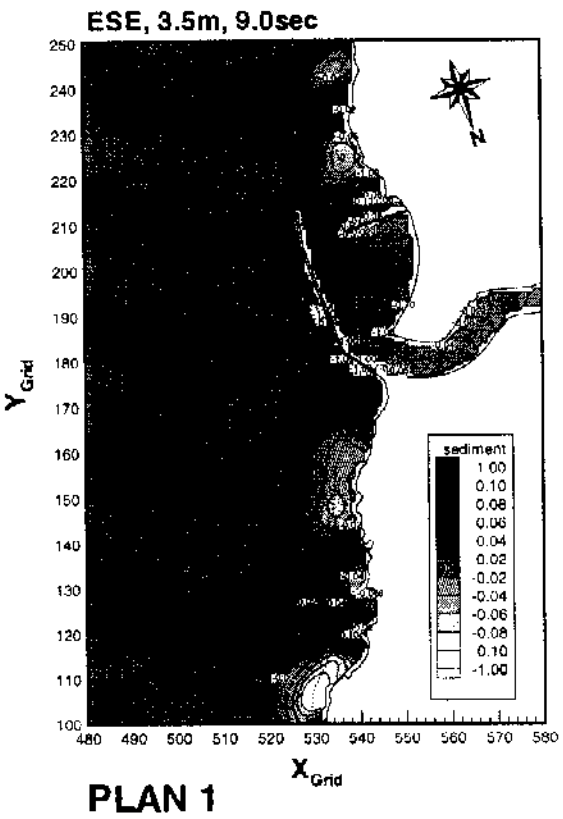
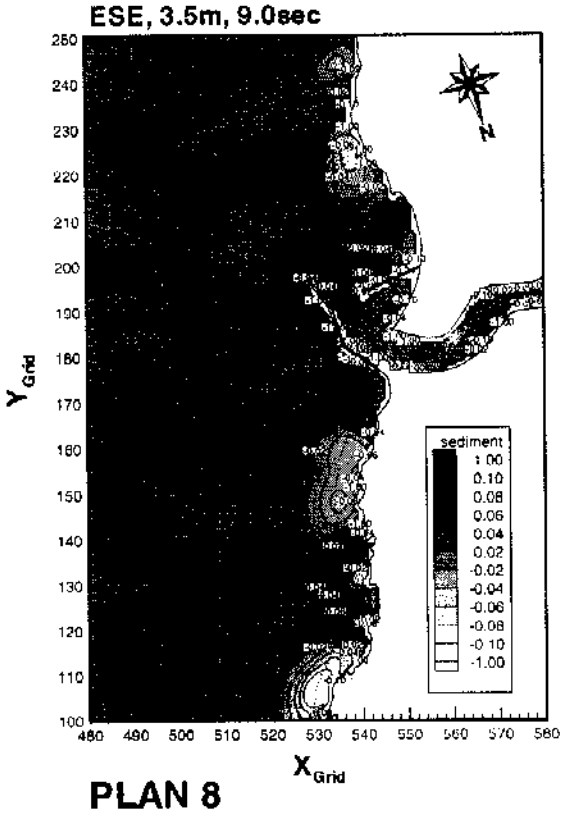
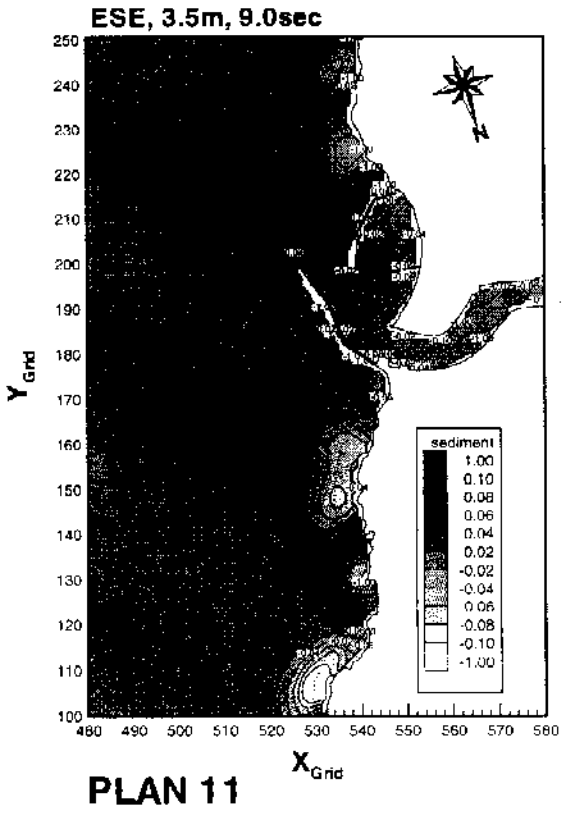



그림 ESE, 3.5m, 洪水時 波浪의 沿岸流分布 詳細圖 (1案, 8案, 11案, 12案)



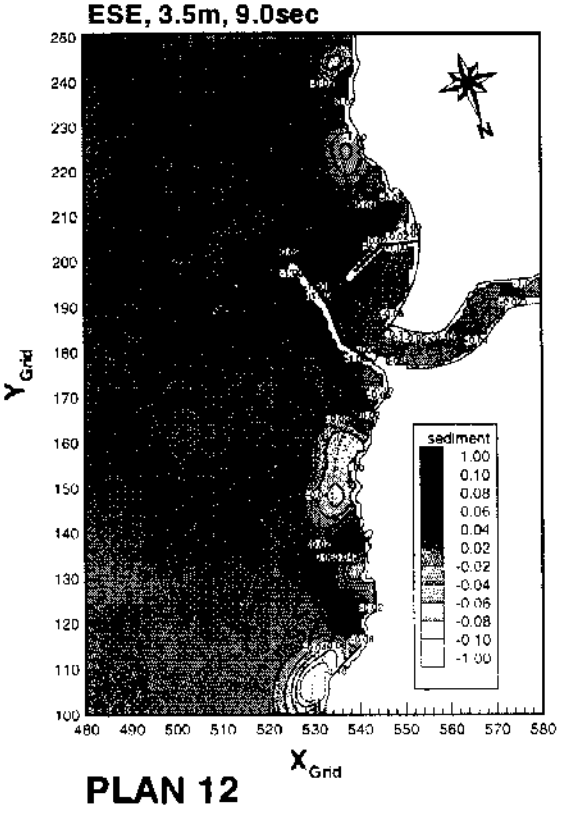




그림 ESE, 3.5m, 洪水時 波浪의 堆積率分布 詳細圖 (1案, 8案, 11案, 12案)

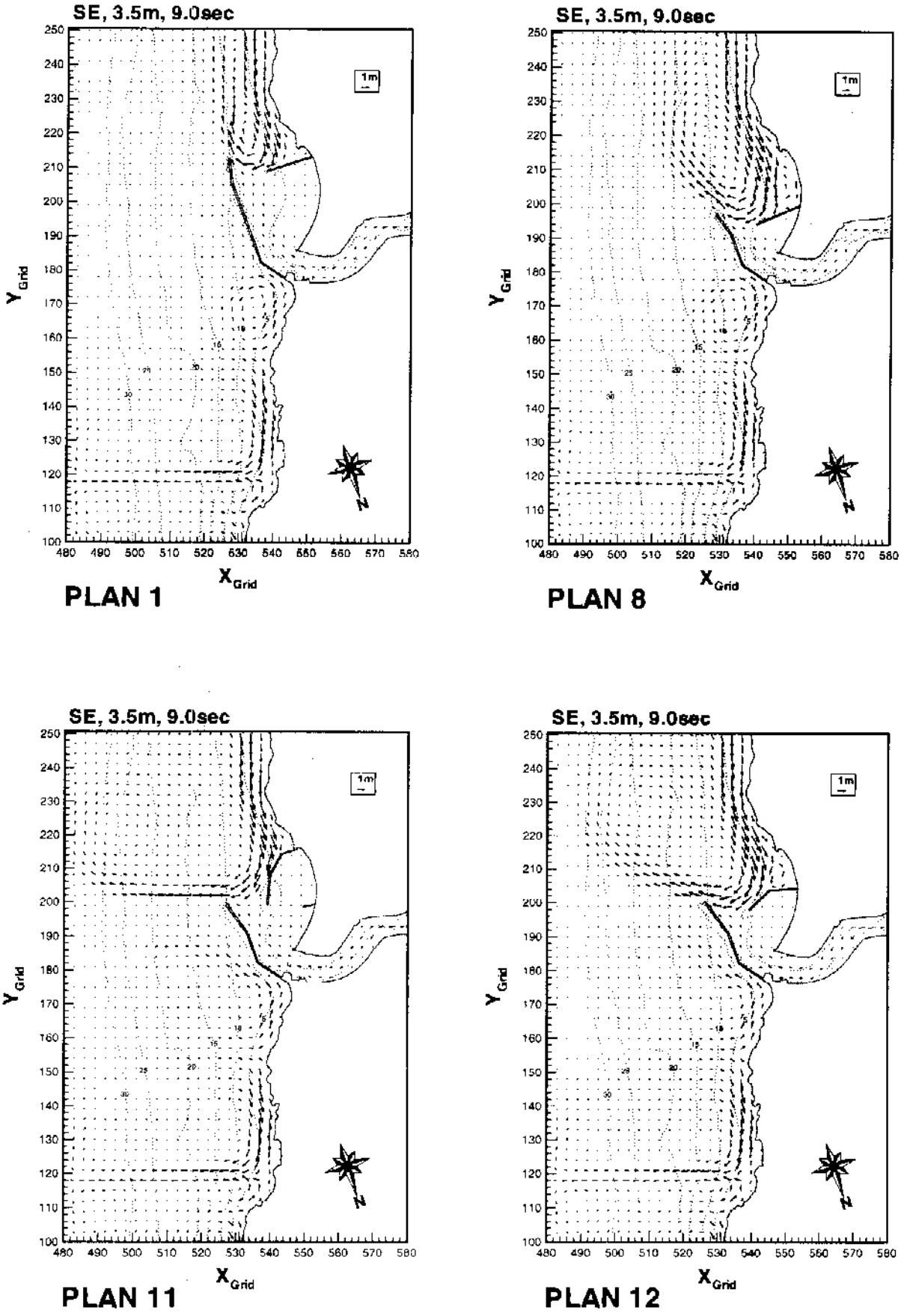



그림 SE, 3.5m, 滿水時 波浪의 沿岸流分布 詳細圖 (1案, 8案, 11案, 12案)

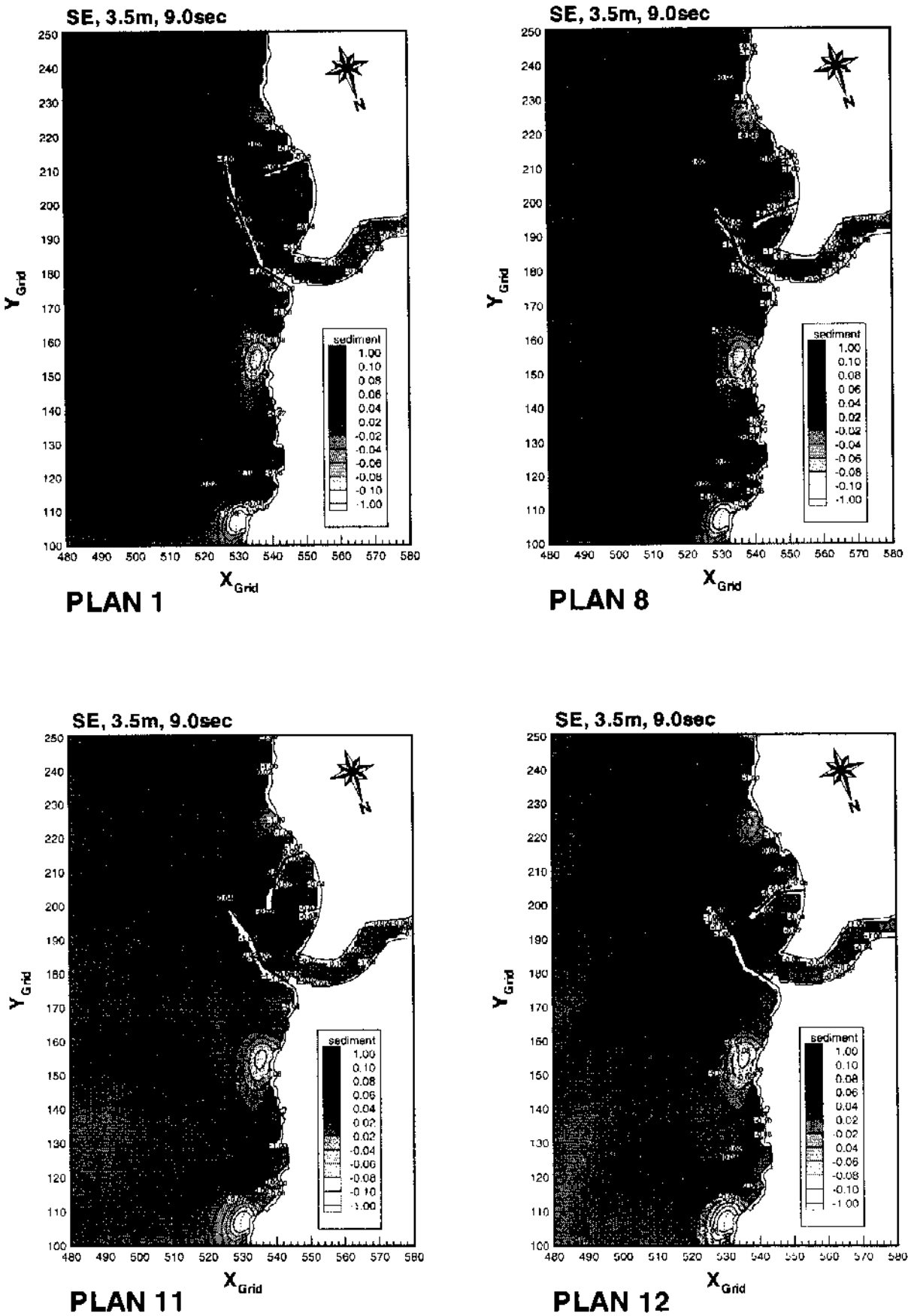



그림 SE, 3.5m, 洪水時 波浪의 堆積率分布 詳細圖 (1案, 8案, 11案, 12案)

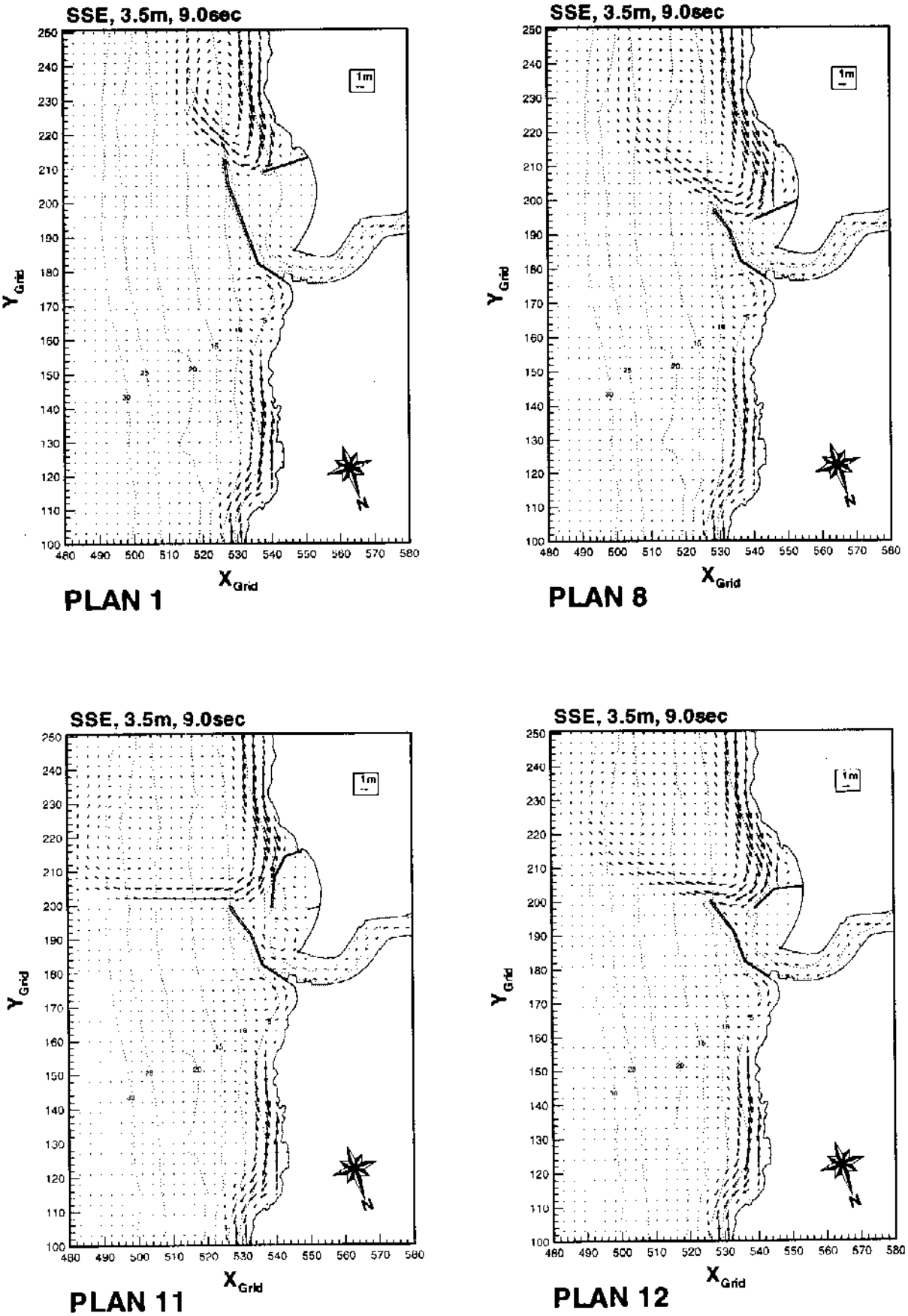



그림 SSE, 3.5m, 洪水時 波浪의 沿岸流分布 詳細圖 (1案, 8案, 11案, 12案)

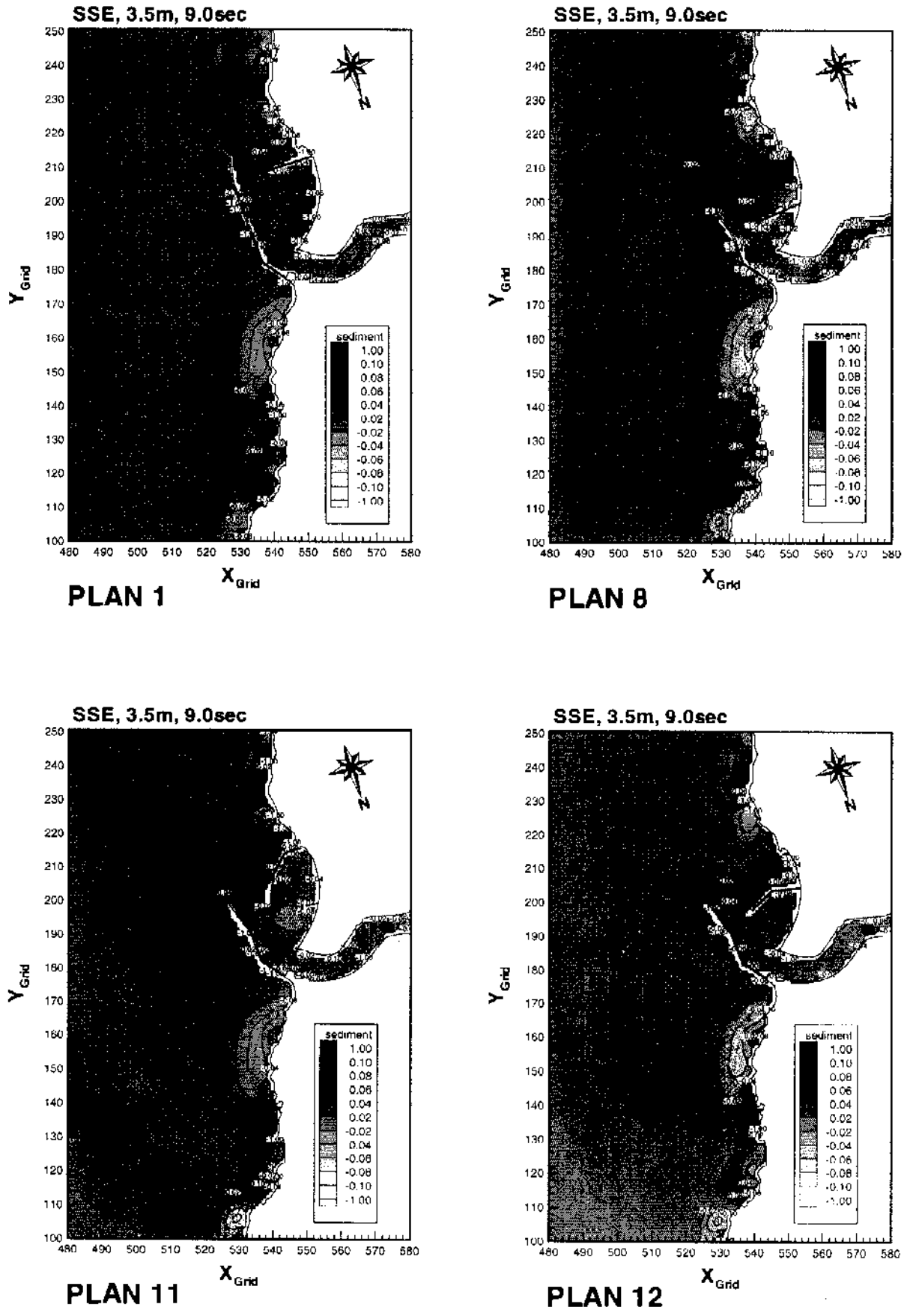



그림 SSE, 3.5m, 洪水時 波浪의 堆積率分布 詳細圖 (1案, 8案, 11案, 12案)

# 3. 漁船隻數 推定 및

# 漁獲量 推定

## 漁船隻數 推定

1. 全國 漁船隻數 推定

가. 全國 總漁船 隻數 推定

1) 傾向式에 의한 推定

| 年度 | 年數 (Xi) | 總漁船隻數 (Yi) | 年數$^2$ ($Xi^2$) | (Xi X Yi) | 總漁船隻數$^2$ ($Yi^2$) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | 0 | 90,463 | 0 | 0 | 8,183,554,369 |
| 1985 | 1 | 90,970 | 1 | 90,970 | 8,275,540,900 |
| 1986 | 2 | 93,037 | 4 | 186,074 | 8,655,883,369 |
| 1987 | 3 | 94,155 | 9 | 282,465 | 8,865,164,025 |
| 1988 | 4 | 99,024 | 16 | 396,096 | 9,805,752,576 |
| 1989 | 5 | 98,455 | 25 | 492,275 | 9,693,387,025 |
| 1990 | 6 | 99,658 | 36 | 597,948 | 9,931,716,964 |
| 1991 | 7 | 103,848 | 49 | 726,936 | 10,784,407,104 |
| 1992 | 8 | 94,135 | 64 | 753,080 | 8,861,398,225 |
| 1993 | 9 | 87,473 | 81 | 787,257 | 7,651,525,729 |
| 1994 | 10 | 77,391 | 100 | 773,910 | 5,989,366,881 |
| 1995 | 11 | 76,801 | 121 | 844,811 | 5,898,393,601 |
| 1996 | 12 | 75,244 | 144 | 902,928 | 5,661,659,536 |
| 1997 | 13 | 81,000 | 169 | 1,053,000 | 6,561,000,000 |
| 計 | 91 | 1,261,654 | 819 | 7,887,750 | 114,818,750,304 |

$$Y = AX_i + B$$

회기계수( $A$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = -1,375.8286

상수( $B$ ) = $\dfrac{\Sigma X^2\Sigma Y - \Sigma X\Sigma(XY)}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 99,061.0286

상관계수( $r$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{\sqrt{\{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2\} \times \{n\Sigma(Y)^2 - (\Sigma Y)^2\}}}$ = -0.6198

$n$ - 資料年數의 총 갯수

| 年度 | 年數 | 推定値 |
|---|---|---|
| 2001 | 17 | 75,672 |
| 2006 | 22 | 68,793 |
| 2011 | 27 | 61,914 |

2) 年平均 增加率에 의한 推定

| 年度 | 年數 (Xi) | 總漁船隻數 (Yi) | 增加率 R(%) |
|---|---|---|---|
| 1984 | 0 | 90,463 | 0.00 |
| 1985 | 1 | 90,970 | 0.56 |
| 1986 | 2 | 93,037 | 2.27 |
| 1987 | 3 | 94,155 | 1.20 |
| 1988 | 4 | 99,024 | 5.17 |
| 1989 | 5 | 98,455 | 0.57 |
| 1990 | 6 | 99,658 | 1.22 |
| 1991 | 7 | 103,848 | 4.20 |
| 1992 | 8 | 94,135 | -9.35 |
| 1993 | 9 | 87,473 | 7.08 |
| 1994 | 10 | 77,391 | -11.53 |
| 1995 | 11 | 76,801 | -0.76 |
| 1996 | 12 | 75,244 | 2.03 |
| 1997 | 13 | 81,000 | 7.65 |
| 計 | 91 | 1,261,654 | -9.04 |

$Y$ = 기준년도치 $\times$ $(1+A)^{Xi}$

$A$ = $\Sigma R$ / $(n-1)$ = -0.6954 %

| 年度 | 年數 | 推定値 |
|---|---|---|
| 2001 | 17 | 80,344 |
| 2006 | 22 | 77,589 |
| 2011 | 27 | 74,928 |

3) 全國 總漁船隻數 推定結果

| 年度 | 方法 ① | 方法 ② | 方法 ③ | **採擇値** | 沿岸港開發 基本計劃 報告書의 推定値 | 差異 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2001 | 75,672 | 80,344 | 78,008 | **80,340** | 86,490 | -6,150 |
| 2006 | 68,793 | 77,589 | 73,191 | **77,590** | 85,360 | -7,770 |
| 2011 | 61,914 | 74,928 | 68,421 | **74,930** | | |

方法 ① : 傾向式에 의한 推定

方法 ② : 年平均增加率에 의한 方法

方法 ③ : ( 方法 ① + 方法 ② ) / 2

全國 總漁船隻數 推定은 全國 漁船隻數 變化資料를 利用하여 目標 年度別로 推定하였다. 이 때 使用한 推定方法은 傾向式에 의한 方法, 年平均增加率에 의한 方法 및 2가지 方法의 平均값을 구한 方法을 使用하였다. 傾向式에 의한 方法은 推定 年度別로 급격하게 減少하는 矛盾이 있어 제외하고, 年平均增加率에 의한 推定値를 採擇하였다. 沿岸港開發 基本計劃 報告書와 比較하면 減少한 것으로 나타났다. 이는 沿岸港開發 基本計劃 報告書가 1993年까지의 資料를 利用하여 推定하였기 때문이라고 볼 수 있다.

나. 全國 動力漁船 隻數 推定

1) 傾向式에 의한 推定

| 年度 | 年數 (Xi) | 動力漁船隻數 (Yi) | 年數$^2$ ($Xi^2$) | (Xi X Yi) | 總漁船隻數$^2$ ($Yi^2$) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | 0 | 71,650 | 0 | 0 | 5,133,722,500 |
| 1985 | 1 | 71,836 | 1 | 71,836 | 5,160,410,896 |
| 1986 | 2 | 73,905 | 4 | 147,810 | 5,461,949,025 |
| 1987 | 3 | 74,835 | 9 | 224,505 | 5,600,277,225 |
| 1988 | 4 | 78,424 | 16 | 313,696 | 6,150,323,776 |
| 1989 | 5 | 78,294 | 25 | 391,470 | 6,129,950,436 |
| 1990 | 6 | 79,365 | 36 | 476,190 | 6,298,803,225 |
| 1991 | 7 | 84,024 | 49 | 588,168 | 7,060,032,576 |
| 1992 | 8 | 76,825 | 64 | 614,600 | 5,902,080,625 |
| 1993 | 9 | 72,838 | 81 | 655,542 | 5,305,374,244 |
| 1994 | 10 | 70,082 | 100 | 700,820 | 4,911,486,724 |
| 1995 | 11 | 71,041 | 121 | 781,451 | 5,046,823,681 |
| 1996 | 12 | 69,206 | 144 | 830,472 | 4,789,470,436 |
| 1997 | 13 | 73,780 | 169 | 959,140 | 5,443,488,400 |
| 計 | 91 | 1,046,105 | 819 | 6,755,700 | 78,394,193,769 |

$$Y = AX_i + B$$

회기계수( $A$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = -193.3297

상수( $B$ ) = $\dfrac{\Sigma X^2\Sigma Y - \Sigma X\Sigma(XY)}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 75,978.4286

상관계수( $r$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{\sqrt{\{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2\} \times \{n\Sigma(Y)^2 - (\Sigma Y)^2\}}}$ = -0.1934

$n$ = 資料年數의 총 갯수

| 年度 | 年數 | 推定値 |
|---|---|---|
| 2001 | 17 | 72,692 |
| 2006 | 22 | 71,726 |
| 2011 | 27 | 70,759 |

2) 年平均 增加率에 의한 推定

| 年度 | 年數 (Xi) | 動力漁船隻數 (Yi) | 增加率 R(%) |
|---|---|---|---|
| 1984 | 0 | 71,650 | 0.00 |
| 1985 | 1 | 71,836 | 0.26 |
| 1986 | 2 | 73,905 | 2.88 |
| 1987 | 3 | 74,835 | 1.26 |
| 1988 | 4 | 78,424 | 4.80 |
| 1989 | 5 | 78,294 | -0.17 |
| 1990 | 6 | 79,365 | 1.37 |
| 1991 | 7 | 84,024 | 5.87 |
| 1992 | 8 | 76,825 | -8.57 |
| 1993 | 9 | 72,838 | -5.19 |
| 1994 | 10 | 70,082 | -3.78 |
| 1995 | 11 | 71,041 | 1.37 |
| 1996 | 12 | 69,206 | -2.58 |
| 1997 | 13 | 73,780 | 6.61 |
| 計 | 91 | 1,046,105 | 4.12 |

$Y$ = 기준년도치 $\times (1+A)^{Xi}$

$A = \sum R / (n-1) =$ 0.3169 %

$n$ = 資料年數의 총 갯수

| 年度 | 年數 | 推定値 |
|---|---|---|
| 2001 | 17 | 75,610 |
| 2006 | 22 | 76,816 |
| 2011 | 27 | 78,040 |

3) 全國 總漁船隻數에 대한 Logistic 曲線式에 의한 推定

| 年度 | 年數 (Xi) | 全國 總漁船隻數 | 動力漁船隻數 | 分擔率 y(%) | (Yi) | 年數$^2$ ($Xi^2$) | (Xi X Yi) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | 0 | 90,463 | 71,650 | 79.20 | 1.3372 | 0 | 0.0000 |
| 1985 | 1 | 90,970 | 71,836 | 78.97 | -1.3229 | 1 | -1.3229 |
| 1986 | 2 | 93,037 | 73,905 | 79.44 | -1.3514 | 4 | -2.7028 |
| 1987 | 3 | 94,155 | 74,835 | 79.48 | -1.3541 | 9 | -4.0624 |
| 1988 | 4 | 99,024 | 78,424 | 79.20 | -1.3368 | 16 | -5.3474 |
| 1989 | 5 | 98,455 | 78,294 | 79.52 | -1.3567 | 25 | 6.7836 |
| 1990 | 6 | 99,658 | 79,365 | 79.64 | -1.3638 | 36 | -8.1827 |
| 1991 | 7 | 103,848 | 84,024 | 80.91 | -1.4442 | 49 | -10.1095 |
| 1992 | 8 | 94,135 | 76,825 | 81.61 | -1.4902 | 64 | -11.9220 |
| 1993 | 9 | 87,473 | 72,838 | 83.27 | -1.6048 | 81 | -14.4434 |
| 1994 | 10 | 77,391 | 70,082 | 90.56 | -2.2606 | 100 | -22.6056 |
| 1995 | 11 | 76,801 | 71,041 | 92.50 | -2.5123 | 121 | -27.6355 |
| 1996 | 12 | 75,244 | 69,206 | 91.98 | -2.4390 | 144 | -29.2682 |
| 1997 | 13 | 81,000 | 73,780 | 91.09 | -2.3242 | 169 | -30.2150 |
| 計 | 91 | 1,261,654 | 1,046,105 | 1167.35 | -23.4985 | 819 | -174.6010 |

$$Y_i = \ln\left(\frac{100}{y} \quad 1\right)$$

$$y' = \frac{100}{1 + e^{B} \cdot e^{A \times Xi}}$$

회기계수( $A$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X \Sigma Y}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = -0.0961

상수( $B$ ) = $\dfrac{\Sigma X^2 \Sigma Y - \Sigma X \Sigma(XY)}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = -1.0539

$n$ = 資料年數의 총 갯수

| 年度 | 年數 | 全國 總漁船隻數(採擇値) | 分擔率 ( $y'$ ) (%) | 推定値 |
|---|---|---|---|---|
| 2001 | 17 | 80,340 | 93.63 | 75,222 |
| 2006 | 22 | 77,590 | 95.96 | 74,455 |
| 2011 | 27 | 74,930 | 97.46 | 73,027 |

4) 全國 總漁船隻數에 대한 相關式에 의한 推定

| 年度 | 總漁船隻數 (Xi) | 動力漁船隻數 (Yi) | ($Xi^2$) | (Xi X Yi) | ($Yi^2$) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | 90,463 | 71,650 | 8,183,554,369 | 6,481,673,950 | 5,133,722,500 |
| 1985 | 90,970 | 71,836 | 8,275,540,900 | 6,534,920,920 | 5,160,410,896 |
| 1986 | 93,037 | 73,905 | 8,655,883,369 | 6,875,899,485 | 5,461,949,025 |
| 1987 | 94,155 | 74,835 | 8,865,164,025 | 7,046,089,425 | 5,600,277,225 |
| 1988 | 99,024 | 78,424 | 9,805,752,576 | 7,765,858,176 | 6,150,323,776 |
| 1989 | 98,455 | 78,294 | 9,693,387,025 | 7,708,435,770 | 6,129,950,436 |
| 1990 | 99,658 | 79,365 | 9,931,716,964 | 7,909,357,170 | 6,298,803,225 |
| 1991 | 103,848 | 84,024 | 10,784,407,104 | 8,725,724,352 | 7,060,032,576 |
| 1992 | 94,135 | 76,825 | 8,861,398,225 | 7,231,921,375 | 5,902,080,625 |
| 1993 | 87,473 | 72,838 | 7,651,525,729 | 6,371,358,374 | 5,305,374,244 |
| 1994 | 77,391 | 70,082 | 5,989,366,881 | 5,423,716,062 | 4,911,486,724 |
| 1995 | 76,801 | 71,041 | 5,898,393,601 | 5,456,019,841 | 5,046,823,681 |
| 1996 | 75,244 | 69,206 | 5,661,659,536 | 5,207,336,264 | 4,789,470,436 |
| 1997 | 81,000 | 73,780 | 6,561,000,000 | 5,976,180,000 | 5,443,488,400 |
| 計 | 1,261,654 | 1,046,105 | 114,818,750,304 | 94,714,491,164 | 78,394,193,769 |

$Y = AQ + B$

회기계수( $A$ ) = $\frac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 0.3939

상수( $B$ ) = $\frac{\Sigma X^2\Sigma Y - \Sigma X\Sigma(XY)}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 39,227.9104

상관계수( $r$ ) = $\frac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{\sqrt{\{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2\} \times \{n\Sigma(Y)^2 - (\Sigma Y)^2\}}}$ = 0.8945

$n$ = 資料年數의 총 갯수

| 年度 | 年數 | 全國 總漁船隻數(採擇値) | 推定値 |
|---|---|---|---|
| 2001 | 17 | 80,340 | 70,874 |
| 2006 | 22 | 77,590 | 69,791 |
| 2011 | 27 | 74,930 | 68,743 |

5) 全國 動力漁船 隻數推定 結果

| 年度 | 方法 ① | 方法 ② | 方法 ③ | 方法 ④ | **採擇値** | 沿岸港開發 基本計劃 報告書의 推定値 | 差異 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2001 | 72,692 | 75,610 | 75,222 | 70,874 | **71,780** | 72,700 | -920 |
| 2006 | 71,726 | 76,816 | 74,455 | 69,791 | **70,760** | 72,890 | -2,130 |
| 2011 | 70,759 | 78,040 | 73,027 | 68,743 | **69,750** | | |

方法 ① : 傾向式에 의한 推定

方法 ② : 年平均增加率에 의한 方法

方法 ③ : 全國 總漁船隻數에 대한 Logistic 曲線式에 의한 推定

方法 ④ : 全國 總漁船隻數에 대한 相關式에 의한 方法

全國 動力漁船隻數 推定은 全國 動力漁船隻數와 全國 總漁船隻數 變化資料를 利用하여 目標 年度別로 推定하였다. 이 때 使用한 推定方法은 傾向式에 의한 方法, 年平均增加率에 의한 方法, Logistic 曲線式에 의한 方法 및 相關式에 의한 方法을 使用하였다.

이기서, 方法 ②와 方法 ③은 97年의 全國動力漁船 73780隻 보다 많은 것으로 나타나 적용하지 않았다. 採擇値는 方法 ①과 方法 ④의 平均値를 利用하여 정하였다.

2. 沿近海 漁船隻數 推定

가. 沿近海 總漁船 隻數 推定

1) 傾向式에 의한 推定

| 年度 | 年數 (Xi) | 沿近海總漁船隻數 (Yi) | 年數² (Xi²) | (Xi X Yi) | 沿近海總漁船隻數² (Yi²) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | 0 | 86,822 | 0 | 0 | 7,538,059,684 |
| 1985 | 1 | 87,230 | 1 | 87,230 | 7,609,072,900 |
| 1986 | 2 | 89,226 | 4 | 178,452 | 7,961,279,076 |
| 1987 | 3 | 90,252 | 9 | 270,756 | 8,145,423,504 |
| 1988 | 4 | 95,312 | 16 | 381,248 | 9,084,377,344 |
| 1989 | 5 | 94,701 | 25 | 473,505 | 8,968,279,401 |
| 1990 | 6 | 95,818 | 36 | 574,908 | 9,181,089,124 |
| 1991 | 7 | 99,896 | 49 | 699,272 | 9,979,210,816 |
| 1992 | 8 | 90,434 | 64 | 723,472 | 8,178,308,356 |
| 1993 | 9 | 83,883 | 81 | 754,947 | 7,036,357,689 |
| 1994 | 10 | 74,274 | 100 | 742,740 | 5,516,627,076 |
| 1995 | 11 | 74,274 | 121 | 817,014 | 5,516,627,076 |
| 1996 | 12 | 72,255 | 144 | 867,060 | 5,220,785,025 |
| 1997 | 13 | 77,805 | 169 | 1,011,465 | 6,053,618,025 |
| 計 | 91 | 1,212,182 | 819 | 7,582,069 | 105,989,115,096 |

$$Y = AX_i + B$$

회기계수( $A$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = -1,305.9956

상수( $B$ ) = $\dfrac{\Sigma X^2\Sigma Y - \Sigma X\Sigma(XY)}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 95,073.4000

상관계수( $r$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{\sqrt{\{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2\} \times \{n\Sigma(Y)^2 - (\Sigma Y)^2\}}}$ = -0.6129

$n$ = 資料年數의 총 개수

| 年度 | 年數 | 推定値 |
|---|---|---|
| 2001 | 17 | 72,871 |
| 2006 | 22 | 66,341 |
| 2011 | 27 | 59,812 |

2) 年平均 增加率에 의한 推定

| 年度 | 年數(Xi) | 沿近海總漁船隻數(Yi) | 增加率 R(%) |
|---|---|---|---|
| 1984 | 0 | 86,822 | 0.00 |
| 1985 | 1 | 87,230 | 0.47 |
| 1986 | 2 | 89,226 | 2.29 |
| 1987 | 3 | 90,252 | 1.15 |
| 1988 | 4 | 95,312 | 5.61 |
| 1989 | 5 | 94,701 | -0.64 |
| 1990 | 6 | 95,818 | 1.18 |
| 1991 | 7 | 99,896 | 4.26 |
| 1992 | 8 | 90,434 | -9.47 |
| 1993 | 9 | 83,883 | -7.24 |
| 1994 | 10 | 74,274 | -11.46 |
| 1995 | 11 | 74,274 | 0.00 |
| 1996 | 12 | 72,255 | -2.72 |
| 1997 | 13 | 77,805 | 7.68 |
| 計 | 91 | 1,212,182 | -8.90 |

$Y$ = 기준년도치 $\times$ $(1+A)^{xi}$

$A$ = $\Sigma R$ / $(n-1)$ = -0.6846 %

$n$ = 資料年數의 총 갯수

| 年度 | 年數 | 推定値 |
|---|---|---|
| 2001 | 17 | 77,252 |
| 2006 | 22 | 74,644 |
| 2011 | 27 | 72,124 |

3) 全國 總漁船에 대한 Logistic 曲線式에 의한 推定

| 年度 | 年數 (Xi) | 全國 總漁船隻數 | 沿近海 總漁船隻數 | 分擔率 y(%) | (Yi) | ($Xi^2$) | (Xi X Yi) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | 0 | 90,463 | 86,822 | 95.98 | -3.1716 | 0 | 0.0000 |
| 1985 | 1 | 90,970 | 87,230 | 95.89 | -3.1495 | 1 | -3.1495 |
| 1986 | 2 | 93,037 | 89,226 | 95.90 | -3.1533 | 4 | -6.3066 |
| 1987 | 3 | 94,155 | 90,252 | 95.85 | -3.1409 | 9 | -9.4226 |
| 1988 | 4 | 99,024 | 95,312 | 96.25 | -3.2456 | 16 | -12.9823 |
| 1989 | 5 | 98,455 | 94,701 | 96.19 | -3.2279 | 25 | -16.1395 |
| 1990 | 6 | 99,658 | 95,818 | 96.15 | -3.2170 | 36 | -19.3019 |
| 1991 | 7 | 103,848 | 99,896 | 96.19 | -3.2299 | 49 | -22.6094 |
| 1992 | 8 | 94,135 | 90,434 | 96.07 | -3.1960 | 64 | -25.5681 |
| 1993 | 9 | 87,473 | 83,883 | 95.90 | -3.1513 | 81 | -28.3614 |
| 1994 | 10 | 77,391 | 74,274 | 95.97 | -3.1709 | 100 | -31.7089 |
| 1995 | 11 | 76,801 | 74,274 | 96.71 | -3.3807 | 121 | -37.1880 |
| 1996 | 12 | 75,244 | 72,255 | 96.03 | -3.1853 | 144 | -38.2232 |
| 1997 | 13 | 81,000 | 77,805 | 96.06 | -3.1926 | 169 | -41.5040 |
| 計 | 91 | 1,261,654 | 1,212,182 | 1345.13 | -44.8124 | 819 | -292.4654 |

$$Y_i = \ln\left(\frac{100}{y} - 1\right)$$

$$y' = \frac{100}{1 + e^{B} \cdot e^{A \times Xi}}$$

회기계수( $A$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X \Sigma Y}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = -0.0052

상수( $B$ ) = $\dfrac{\Sigma X^2 \Sigma Y - \Sigma X \Sigma(XY)}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = -3.1670

$n$ = 資料年數의 총 갯수

| 年度 | 年數 | 全國 總漁船隻數(採擇値) | 分擔率 ( $y'$ ) (%) | 推定値 |
|---|---|---|---|---|
| 2001 | 17 | 80,340 | 96.29 | 77,359 |
| 2006 | 22 | 77,590 | 96.38 | 74,781 |
| 2011 | 27 | 74,930 | 96.47 | 72,285 |

4) 全國 總漁船隻數에 대한 相關式에 의한 推定

| 年度 | 全國 總漁船隻數(Xi) | 沿近海 總漁船隻數(Yi) | ($Xi^2$) | (Xi X Yi) | ($Yi^2$) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | 90,463 | 86,822 | 8,183,554,369 | 7,854,178,586 | 7,538,059,684 |
| 1985 | 90,970 | 87,230 | 8,275,540,900 | 7,935,313,100 | 7,609,072,900 |
| 1986 | 93,037 | 89,226 | 8,655,883,369 | 8,301,319,362 | 7,961,279,076 |
| 1987 | 94,155 | 90,252 | 8,865,164,025 | 8,497,677,060 | 8,145,423,504 |
| 1988 | 99,024 | 95,312 | 9,805,752,576 | 9,438,175,488 | 9,084,377,344 |
| 1989 | 98,455 | 94,701 | 9,693,387,025 | 9,323,786,955 | 8,968,279,401 |
| 1990 | 99,658 | 95,818 | 9,931,716,964 | 9,549,030,244 | 9,181,089,124 |
| 1991 | 103,848 | 99,896 | 10,784,407,104 | 10,373,999,808 | 9,979,210,816 |
| 1992 | 94,135 | 90,434 | 8,861,398,225 | 8,513,004,590 | 8,178,308,356 |
| 1993 | 87,473 | 83,883 | 7,651,525,729 | 7,337,497,659 | 7,036,357,689 |
| 1994 | 77,391 | 74,274 | 5,989,366,881 | 5,748,139,134 | 5,516,627,076 |
| 1995 | 76,801 | 74,274 | 5,898,393,601 | 5,704,317,474 | 5,516,627,076 |
| 1996 | 75,244 | 72,255 | 5,661,659,536 | 5,436,755,220 | 5,220,785,025 |
| 1997 | 81,000 | 77,805 | 6,561,000,000 | 6,302,205,000 | 6,053,618,025 |
| 計 | 1,261,654 | 1,212,182 | 114,818,750,304 | 110,315,399,680 | 105,989,115,096 |

$$Y = AQ + B$$

회기계수( $A$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 0.9598

상수( $B$ ) = $\dfrac{\Sigma X^2\Sigma Y - \Sigma X\Sigma(XY)}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 86.4861

상관계수( $r$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{\sqrt{\{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2\} \times \{n\Sigma(Y)^2 - (\Sigma Y)^2\}}}$ = 0.9908

$n$ - 資料年數의 총 갯수

| 年度 | 年數 | 全國 總漁船隻數(採擇值) | 推定値 |
|---|---|---|---|
| 2001 | 17 | 80,340 | 77,199 |
| 2006 | 22 | 77,590 | 74,560 |
| 2011 | 27 | 74,930 | 72,006 |

5) 沿近海 總漁船隻數 推定結果

| 年度 | 方法 ① | 方法 ② | 方法 ③ | 方法 ④ | **採擇値** | 沿岸港開發 基本計劃 報告書의 推定値 | 差異 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2001 | 72,871 | 77,252 | 77,359 | 77,199 | **77,270** | 83,020 | -5,750 |
| 2006 | 66,341 | 74,644 | 74,781 | 74,560 | **74,660** | 81,940 | -7,280 |
| 2011 | 59,812 | 72,124 | 72,285 | 72,285 | **72,006** | | |

方法 ① : 傾向式에 의한 推定

方法 ② : 年平均增加率에 의한 方法

方法 ③ : 全國 總漁船隻數에 대한 Logistic 曲線式에 의한 推定

方法 ④ : 全國 總漁船隻數에 대한 相關式에 의한 方法

各 方法 모두 1997年 沿近海 漁船隻數 77,805隻을 超過하지 않으나, 方法 ①인 1次 傾向式에 의한 方法은 推定 年度別로 급격하게 減少하는 矛盾이 있어 제외한다. 採擇値는 方法 ①을 제외한 나머지 方法을 平均하여 정하였다.

나. 沿近海 動力漁船隻數 推定

1) 傾向式에 의한 推定

| 年度 | 年數 (Xi) | 沿近海 動力漁船隻數(Yi) | 年數² (Xi²) | (Xi X Yi) | 沿近海 動力漁船隻數²(Yi²) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | 0 | 69,807 | 0 | 0 | 4,873,017,249 |
| 1985 | 1 | 69,961 | 1 | 69,961 | 4,894,541,521 |
| 1986 | 2 | 71,955 | 4 | 143,910 | 5,177,522,025 |
| 1987 | 3 | 72,854 | 9 | 218,562 | 5,307,705,316 |
| 1988 | 4 | 76,363 | 16 | 305,452 | 5,831,307,769 |
| 1989 | 5 | 76,192 | 25 | 380,960 | 5,805,220,864 |
| 1990 | 6 | 77,275 | 36 | 463,650 | 5,971,425,625 |
| 1991 | 7 | 81,799 | 49 | 572,593 | 6,691,076,401 |
| 1992 | 8 | 74,565 | 64 | 596,520 | 5,559,939,225 |
| 1993 | 9 | 70,807 | 81 | 637,263 | 5,013,631,249 |
| 1994 | 10 | 67,867 | 100 | 678,670 | 4,605,929,689 |
| 1995 | 11 | 67,867 | 121 | 746,537 | 4,605,929,689 |
| 1996 | 12 | 66,894 | 144 | 802,728 | 4,474,807,236 |
| 1997 | 13 | 71,288 | 169 | 926,744 | 5,081,978,944 |
| 計 | 91 | 1,015,494 | 819 | 6,543,550 | 73,894,032,802 |

$$Y = A X_i + B$$

회기계수( $A$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = -251.2571

상수( $B$ ) = $\dfrac{\Sigma X^2\Sigma Y - \Sigma X\Sigma(XY)}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 74,168.4571

상관계수( $r$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{\sqrt{\{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2\} \times \{n\Sigma(Y)^2 - (\Sigma Y)^2\}}}$ = -0.2473

$n$ = 資料年數의 총 개수

| 年度 | 年數 | 推定値 |
|---|---|---|
| 2001 | 17 | 69,897 |
| 2006 | 22 | 68,641 |
| 2011 | 27 | 67,385 |

2) 年平均 增加率에 의한 推定

| 年度 | 年數 (Xi) | 沿近海 動力漁船隻數(Yi) | 增加率 R(%) |
|---|---|---|---|
| 1984 | 0 | 69,807 | 0.00 |
| 1985 | 1 | 69,961 | 0.22 |
| 1986 | 2 | 71,955 | 2.85 |
| 1987 | 3 | 72,854 | 1.25 |
| 1988 | 4 | 76,363 | 4.82 |
| 1989 | 5 | 76,192 | -0.22 |
| 1990 | 6 | 77,275 | 1.42 |
| 1991 | 7 | 81,799 | 5.85 |
| 1992 | 8 | 74,565 | -8.84 |
| 1993 | 9 | 70,807 | -5.04 |
| 1994 | 10 | 67,867 | -4.15 |
| 1995 | 11 | 67,867 | 0.00 |
| 1996 | 12 | 66,894 | -1.43 |
| 1997 | 13 | 71,288 | 6.57 |
| 計 | 91 | 1,015,494 | 3.29 |

$Y$ = 기준년도치 × $(1+A)^{Xi}$

$A = \Sigma R / (n-1) =$ 0.2529 %

$n$ = 資料年數의 총 갯수

| 年度 | 年數 | 推定値 |
|---|---|---|
| 2001 | 17 | 72,870 |
| 2006 | 22 | 73,796 |
| 2011 | 27 | 74,734 |

3) 全國 動力漁船에 대한 Logistic 曲線式에 의한 推定

| 年度 | 年數 (Xi) | 全國 動力漁船隻數 | 沿近海 動力漁船隻數 | 分擔率 y(%) | (Yi) | ($Xi^2$) | (Xi X Yi) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | 0 | 71,650 | 69,807 | 97.43 | -3.6343 | 0 | 0.0000 |
| 1985 | 1 | 71,836 | 69,961 | 97.39 | -3.6193 | 1 | -3.6193 |
| 1986 | 2 | 73,905 | 71,955 | 97.36 | -3.6082 | 4 | -7.2164 |
| 1987 | 3 | 74,835 | 72,854 | 97.35 | -3.6049 | 9 | -10.8146 |
| 1988 | 4 | 78,424 | 76,363 | 97.37 | -3.6123 | 16 | -14.4492 |
| 1989 | 5 | 78,294 | 76,192 | 97.32 | -3.5904 | 25 | -17.9518 |
| 1990 | 6 | 79,365 | 77,275 | 97.37 | -3.6102 | 36 | -21.6612 |
| 1991 | 7 | 84,024 | 81,799 | 97.35 | -3.6045 | 49 | -25.2316 |
| 1992 | 8 | 76,825 | 74,565 | 97.06 | -3.4963 | 64 | -27.9705 |
| 1993 | 9 | 72,838 | 70,807 | 97.21 | -3.5514 | 81 | -31.9629 |
| 1994 | 10 | 70,082 | 67,867 | 96.84 | -3.4223 | 100 | -34.2230 |
| 1995 | 11 | 71,041 | 67,867 | 95.53 | -3.0626 | 121 | -33.6881 |
| 1996 | 12 | 69,206 | 66,894 | 96.66 | -3.3650 | 144 | -40.3800 |
| 1997 | 13 | 73,780 | 71,288 | 96.62 | -3.3536 | 169 | -43.5974 |
| 計 | 91 | 1,046,105 | 1,015,494 | 1358.86 | -49.1354 | 819 | -312.7659 |

$$Y_i = \ln\left(\frac{100}{y} - 1\right)$$

$$y' = \frac{100}{1 + e^{B} \cdot e^{A \times Xi}}$$

회기계수( $A$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X \Sigma Y}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 0.0291

상수( $B$ ) = $\dfrac{\Sigma X^2 \Sigma Y - \Sigma X \Sigma(XY)}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = -3.6986

$n$ = 資料年數의 총 갯수

| 年度 | 年數 | 全國 動力漁船隻數(採擇値) | 分擔率 ( $y'$ ) (%) | 推定値 |
|---|---|---|---|---|
| 2001 | 17 | 71,780 | 96.10 | 68,981 |
| 2006 | 22 | 70,760 | 95.51 | 67,583 |
| 2011 | 27 | 69,750 | 94.85 | 66,158 |

4) 沿近海 總漁船에 대한 Logistic 曲線式에 의한 推定

| 年度 | 年數(Xi) | 沿近海 總漁船隻數 | 沿近海 動力漁船隻數 | 分擔率 y(%) | (Yi) | ($Xi^2$) | (Xi X Yi) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | 0 | 86,822 | 69,807 | 80.40 | -1.4116 | 0 | 0.0000 |
| 1985 | 1 | 87,230 | 69,961 | 80.20 | -1.3990 | 1 | -1.3990 |
| 1986 | 2 | 89,226 | 71,955 | 80.64 | -1.4270 | 4 | -2.8540 |
| 1987 | 3 | 90,252 | 72,854 | 80.72 | -1.4321 | 9 | -4.2963 |
| 1988 | 4 | 95,312 | 76,363 | 80.12 | -1.3937 | 16 | -5.5750 |
| 1989 | 5 | 94,701 | 76,192 | 80.46 | -1.4150 | 25 | -7.0750 |
| 1990 | 6 | 95,818 | 77,275 | 80.65 | -1.4273 | 36 | -8.5637 |
| 1991 | 7 | 99,896 | 81,799 | 81.88 | -1.5085 | 49 | -10.5596 |
| 1992 | 8 | 90,434 | 74,565 | 82.45 | -1.5473 | 64 | -12.3784 |
| 1993 | 9 | 83,883 | 70,807 | 84.41 | -1.6892 | 81 | -15.2026 |
| 1994 | 10 | 74,274 | 67,867 | 91.37 | -2.3602 | 100 | -23.6016 |
| 1995 | 11 | 74,274 | 67,867 | 91.37 | -2.3602 | 121 | -25.9617 |
| 1996 | 12 | 72,255 | 66,894 | 92.58 | -2.5240 | 144 | -30.2875 |
| 1997 | 13 | 77,805 | 71,288 | 91.62 | -2.3923 | 169 | -31.1001 |
| 計 | 91 | 1,212,182 | 1,015,494 | 1178.89 | -24.2874 | 819 | -178.8546 |

$$Y_i = \ln\left(\frac{100}{y} - 1\right)$$

$$y = \frac{100}{1 + e^{B} \cdot e^{A \times Xi}}$$

회기계수( $A$ ) - $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X \Sigma Y}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = -0.0922

상수( $B$ ) = $\dfrac{\Sigma X^2 \Sigma Y - \Sigma X \Sigma(XY)}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = -1.1352

$n$ = 資料年數의 총 갯수

| 年度 | 年數 | 全國 動力漁船隻數(採擇値) | 分擔率 ( $y'$ ) (%) | 推定値 |
|---|---|---|---|---|
| 2001 | 17 | 77,270 | 93.72 | 72,417 |
| 2006 | 22 | 74,660 | 95.94 | 71,629 |
| 2011 | 27 | 72,140 | 97.40 | 70,264 |

5) 全國 動力漁船에 대한 相關式에 의한 推定

| 年度 | 全國 動力漁船 隻數(Xi) | 沿近海 動力漁船隻數(Yi) | ($Xi^2$) | (Xi X Yi) | ($Yi^2$) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | 71,650 | 69,807 | 5,133,722,500 | 5,001,671,550 | 4,873,017,249 |
| 1985 | 71,836 | 69,961 | 5,160,410,896 | 5,025,718,396 | 4,894,541,521 |
| 1986 | 73,905 | 71,955 | 5,461,949,025 | 5,317,834,275 | 5,177,522,025 |
| 1987 | 74,835 | 72,854 | 5,600,277,225 | 5,452,029,090 | 5,307,705,316 |
| 1988 | 78,424 | 76,363 | 6,150,323,776 | 5,988,691,912 | 5,831,307,769 |
| 1989 | 78,294 | 76,192 | 6,129,950,436 | 5,965,376,448 | 5,805,220,864 |
| 1990 | 79,365 | 77,275 | 6,298,803,225 | 6,132,930,375 | 5,971,425,625 |
| 1991 | 84,024 | 81,799 | 7,060,032,576 | 6,873,079,176 | 6,691,076,401 |
| 1992 | 76,825 | 74,565 | 5,902,080,625 | 5,728,456,125 | 5,559,939,225 |
| 1993 | 72,838 | 70,807 | 5,305,374,244 | 5,157,440,266 | 5,013,631,249 |
| 1994 | 70,082 | 67,867 | 4,911,486,724 | 4,756,255,094 | 4,605,929,689 |
| 1995 | 71,041 | 67,867 | 5,046,823,681 | 4,821,339,547 | 4,605,929,689 |
| 1996 | 69,206 | 66,894 | 4,789,470,436 | 4,629,466,164 | 4,474,807,236 |
| 1997 | 73,780 | 71,288 | 5,443,488,400 | 5,259,628,640 | 5,081,978,944 |
| 計 | 1,046,105 | 1,015,494 | 78,394,103,769 | 76,109,917,058 | 73,894,032,802 |

$Y = AQ + B$

회기계수( $A$ ) = $\frac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 1.0133

상수( $B$ ) = $\frac{\Sigma X^2\Sigma Y - \Sigma X\Sigma(XY)}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = -3,182.9230

상관계수( $r$ ) = $\frac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{\sqrt{\{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2\} \times \{n\Sigma(Y)^2 - (\Sigma Y)^2\}}}$ = 0.5717

$n$ = 資料年數의 총 갯수

| 年度 | 年數 | 全國 動力漁船隻數(採擇値) | 推定値 |
|---|---|---|---|
| 2001 | 17 | 71,780 | 69,554 |
| 2006 | 22 | 70,760 | 68,521 |
| 2011 | 27 | 69,750 | 67,497 |

6) 沿近海 總漁船에 대한 相關式에 의한 推定

| 年度 | 沿近海 總漁船隻數(Xi) | 沿近海 動力漁船隻數(Yi) | ($Xi^2$) | (Xi X Yi) | ($Yi^2$) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | 86,822 | 69,807 | 7,538,059,684 | 6,060,783,354 | 4,873,017,249 |
| 1985 | 87,230 | 69,961 | 7,609,072,900 | 6,102,698,030 | 4,894,541,521 |
| 1986 | 89,226 | 71,955 | 7,961,279,076 | 6,420,256,830 | 5,177,522,025 |
| 1987 | 90,252 | 72,854 | 8,145,423,504 | 6,575,219,208 | 5,307,705,316 |
| 1988 | 95,312 | 76,363 | 9,084,377,344 | 7,278,310,256 | 5,831,307,769 |
| 1989 | 94,701 | 76,192 | 8,968,279,401 | 7,215,458,592 | 5,805,220,864 |
| 1990 | 95,818 | 77,275 | 9,181,089,124 | 7,404,335,950 | 5,971,425,625 |
| 1991 | 99,896 | 81,799 | 9,979,210,816 | 8,171,392,904 | 6,691,076,401 |
| 1992 | 90,434 | 74,565 | 8,178,308,356 | 6,743,211,210 | 5,559,939,225 |
| 1993 | 83,883 | 70,807 | 7,036,357,689 | 5,939,503,581 | 5,013,631,249 |
| 1994 | 74,274 | 67,867 | 5,516,627,076 | 5,040,753,558 | 4,605,929,689 |
| 1995 | 74,274 | 67,867 | 5,516,627,076 | 5,040,753,558 | 4,605,929,689 |
| 1996 | 72,255 | 66,894 | 5,220,785,025 | 4,833,425,970 | 4,474,807,236 |
| 1997 | 77,805 | 71,288 | 6,053,618,025 | 5,546,562,840 | 5,081,978,944 |
| 計 | 1,212,182 | 1,015,494 | 105,989,115,096 | 88,372,665,841 | 73,894,032,802 |

$$Y = AQ + B$$

회기계수( $A$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 0.4324

상수( $B$ ) = $\dfrac{\Sigma X^2\Sigma Y - \Sigma X\Sigma(XY)}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 35,094.8157

상관계수( $r$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{\sqrt{\{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2\} \times \{n\Sigma(Y)^2 - (\Sigma Y)^2\}}}$ = 0.5200

$n$ = 資料年數의 총 갯수

| 年度 | 年數 | 沿近海 總漁船隻數(採擇値) | 推定値 |
|---|---|---|---|
| 2001 | 17 | 77,270 | 68,508 |
| 2006 | 22 | 74,660 | 67,379 |
| 2011 | 27 | 72,140 | 66,289 |

7) 沿近海 動力漁船隻數 推定 結果

| 年度 | 方法 ① | 方法 ② | 方法 ③ | 方法 ④ | 方法 ⑤ | 方法 ⑥ | 採擇値 | 沿岸港開發 基本計劃 報告書의 推定値 | 差異 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2001 | 69,897 | 72,870 | 68,981 | 72,417 | 69,554 | 68,508 | **69,240** | 70,610 | -1,370 |
| 2006 | 68,641 | 73,796 | 67,583 | 71,629 | 68,521 | 67,379 | **68,030** | 70,740 | 2,710 |
| 2011 | 67,385 | 74,734 | 66,158 | 70,264 | 67,497 | 66,289 | **66,830** | | |

方法 ① : 傾向式에 의한 推定

方法 ② : 年平均增加率에 의한 方法

方法 ③ : 全國 動力漁船隻數에 대한 Logistic 曲線式에 의한 推定

方法 ④ : 沿近海 總漁船隻數에 대한 Logistic 曲線式에 의한 推定

方法 ⑤ : 全國 動力漁船隻數에 대한 相關式에 의한 方法

方法 ⑥ : 沿近海 總漁船隻數에 대한 相關式에 의한 方法

方法 ②의 境遇에는 沿近海 動力漁船隻數 推定値중 2011年의 값이 74,734隻으로 沿近海 總漁船隻數 72,140隻보다 많으므로 제외하였다. 또한, 方法 ④의 境遇에는 1997年의 沿近海 動力漁船隻數 71,288隻보다 2001年의 漁船隻數 72,417隻이 많으므로 제외하였다.

方法 ②와 方法 ④를 제외한 나머지 方法들을 平均하여 採擇値를 구하였다.

3. 慶尙北道 漁船隻數 推定

가. 慶尙北道 總漁船 隻數 推定

1) 傾向式에 의한 推定

| 年度 | 年數 (Xi) | 慶尙北道 總漁船隻數(Yi) | 年數$^2$ ($Xi^2$) | (Xi X Yi) | 慶尙北道 總漁船隻數$^2$($Yi^2$) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | 0 | 5,115 | 0 | 0 | 26,163,225 |
| 1985 | 1 | 5,136 | 1 | 5,136 | 26,378,496 |
| 1986 | 2 | 5,354 | 4 | 10,708 | 28,665,316 |
| 1987 | 3 | 5,324 | 9 | 15,972 | 28,344,976 |
| 1988 | 4 | 5,534 | 16 | 22,136 | 30,625,156 |
| 1989 | 5 | 5,260 | 25 | 26,300 | 27,667,600 |
| 1990 | 6 | 5,229 | 36 | 31,374 | 27,342,441 |
| 1991 | 7 | 5,326 | 49 | 37,282 | 28,366,276 |
| 1992 | 8 | 5,792 | 64 | 46,336 | 33,547,264 |
| 1993 | 9 | 5,041 | 81 | 45,369 | 25,411,681 |
| 1994 | 10 | 4,590 | 100 | 45,900 | 21,068,100 |
| 1995 | 11 | 4,722 | 121 | 51,942 | 22,297,284 |
| 1996 | 12 | 4,722 | 144 | 56,664 | 22,297,284 |
| 1997 | 13 | 4,722 | 169 | 61,386 | 22,297,284 |
| 計 | 91 | 71,867 | 819 | 456,505 | 370,472,383 |

$$Y = AX_i + B$$

회기계수( $A$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = -46.7275

상수( $B$ ) = $\dfrac{\Sigma X^2\Sigma Y - \Sigma X\Sigma(XY)}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 5,437.0857

상관계수( $r$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{\sqrt{\{n\Sigma X^2-(\Sigma X)^2\} \times \{n\Sigma(Y)^2-(\Sigma Y)^2\}}}$ = -0.5655

$n$ = 資料年數의 총 개수

| 年度 | 年數 | 推定値 |
|---|---|---|
| 2001 | 17 | 4,643 |
| 2006 | 22 | 4,409 |
| 2011 | 27 | 4,175 |

2) 年平均 增加率에 의한 推定

| 年度 | 年數 (Xi) | 慶尙北道 總漁船隻數(Yi) | 增加率 R(%) |
|---|---|---|---|
| 1984 | 0 | 5,115 | 0.00 |
| 1985 | 1 | 5,136 | 0.41 |
| 1986 | 2 | 5,354 | 4.24 |
| 1987 | 3 | 5,324 | -0.56 |
| 1988 | 4 | 5,534 | 3.94 |
| 1989 | 5 | 5,260 | -4.95 |
| 1990 | 6 | 5,229 | -0.59 |
| 1991 | 7 | 5,326 | 1.86 |
| 1992 | 8 | 5,792 | 8.75 |
| 1993 | 9 | 5,041 | -12.97 |
| 1994 | 10 | 4,590 | -8.95 |
| 1995 | 11 | 4,722 | 2.88 |
| 1996 | 12 | 4,722 | 0.00 |
| 1997 | 13 | 4,722 | 0.00 |
| 計 | 91 | 71,867 | -5.03 |

$Y$ = 기준년도치 × $(1+A)^{Xi}$

$A$ = $\Sigma R / (n-1)$ = -0.4564 %

$n$ = 資料年數의 총 갯수

| 年度 | 年數 | 推定値 |
|---|---|---|
| 2001 | 17 | 4,732 |
| 2006 | 22 | 4,625 |
| 2011 | 27 | 4,521 |

3) 全國 總漁船에 대한 Logistic 曲線式에 의한 推定

| 年度 | 年數 (Xi) | 全國 總漁船隻數 | 慶尙北道 總漁船隻數 | 分擔率 y(%) | (Yi) | 年數$^2$ ($Xi^2$) | (Xi X Yi) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | 0 | 90,463 | 5,115 | 5.65 | 2.8146 | 0 | 0.0000 |
| 1985 | 1 | 90,970 | 5,136 | 5.65 | 2.8161 | 1 | 2.8161 |
| 1986 | 2 | 93,037 | 5,354 | 5.75 | 2.7959 | 4 | 5.5918 |
| 1987 | 3 | 94,155 | 5,324 | 5.65 | 2.8145 | 9 | 8.4435 |
| 1988 | 4 | 99,024 | 5,534 | 5.59 | 2.8269 | 16 | 11.3078 |
| 1989 | 5 | 98,455 | 5,260 | 5.34 | 2.8746 | 25 | 14.3728 |
| 1990 | 6 | 99,658 | 5,229 | 5.25 | 2.8936 | 36 | 17.3618 |
| 1991 | 7 | 103,848 | 5,326 | 5.13 | 2.9177 | 49 | 20.4238 |
| 1992 | 8 | 94,135 | 5,792 | 6.15 | 2.7247 | 64 | 21.7980 |
| 1993 | 9 | 87,473 | 5,041 | 5.76 | 2.7944 | 81 | 25.1493 |
| 1994 | 10 | 77,391 | 4,590 | 5.93 | 2.7638 | 100 | 27.6385 |
| 1995 | 11 | 76,801 | 4,722 | 6.15 | 2.7255 | 121 | 29.9808 |
| 1996 | 12 | 75,244 | 4,722 | 6.28 | 2.7037 | 144 | 32.4443 |
| 1997 | 13 | 81,000 | 4,722 | 5.83 | 2.7822 | 169 | 36.1680 |
| 計 | 91 | 1,261,654 | 71,867 | 80.12 | 39.2483 | 819 | 253.4965 |

$$Y_i = \ln\left(\frac{100}{y} - 1\right)$$

$$y' = \frac{100}{1 + e^{B} \cdot e^{A \times Xi}}$$

회기계수( $A$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X \Sigma Y}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = -0.0071

상수( $B$ ) = $\dfrac{\Sigma X^2 \Sigma Y - \Sigma X \Sigma(XY)}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 2.8497

$n$ = 資料年數의 총 갯수

| 年度 | 年數 | 全國 總漁船隻數(採擇値) | 分擔率 ( $y'$ ) (%) | 推定値 |
|---|---|---|---|---|
| 2001 | 17 | 80,340 | 6.13 | 4,925 |
| 2006 | 22 | 77,590 | 6.34 | 4,919 |
| 2011 | 27 | 74,930 | 6.55 | 4,908 |

4) 沿近海 總漁船에 대한 Logistic 曲線式에 의한 推定

| 年度 | 年數 (Xi) | 沿近海 總漁船隻數 | 慶尙北道 總漁船隻數 | 分擔率 y(%) | (Yi) | 年數² ($Xi^2$) | (Xi X Yi) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | 0 | 86,822 | 5,115 | 5.89 | 2.7710 | 0 | 0.0000 |
| 1985 | 1 | 87,230 | 5,136 | 5.89 | 2.7716 | 1 | 2.7716 |
| 1986 | 2 | 89,226 | 5,354 | 6.00 | 2.7514 | 4 | 5.5029 |
| 1987 | 3 | 90,252 | 5,324 | 5.90 | 2.7696 | 9 | 8.3087 |
| 1988 | 4 | 95,312 | 5,534 | 5.81 | 2.7864 | 16 | 11.1457 |
| 1989 | 5 | 94,701 | 5,260 | 5.55 | 2.8334 | 25 | 14.1672 |
| 1990 | 6 | 95,818 | 5,229 | 5.46 | 2.8521 | 36 | 17.1127 |
| 1991 | 7 | 99,896 | 5,326 | 5.33 | 2.8767 | 49 | 20.1372 |
| 1992 | 8 | 90,434 | 5,792 | 6.40 | 2.6820 | 64 | 21.4556 |
| 1993 | 9 | 83,883 | 5,041 | 6.01 | 2.7498 | 81 | 24.7486 |
| 1994 | 10 | 74,274 | 4,590 | 6.18 | 2.7201 | 100 | 27.2009 |
| 1995 | 11 | 74,274 | 4,722 | 6.36 | 2.6898 | 121 | 29.5883 |
| 1996 | 12 | 72,255 | 4,722 | 6.54 | 2.6604 | 144 | 31.9246 |
| 1997 | 13 | 77,805 | 4,722 | 6.07 | 2.7394 | 169 | 35.6117 |
| 計 | 91 | 1,212,182 | 71,867 | 83.38 | 38.6538 | 819 | 249.6757 |

$$Y_i = \ln\left(\frac{100}{y} - 1\right)$$

$$y' = \frac{100}{1 + e^{B} \cdot e^{A \times Xi}}$$

회기계수( $A$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X \Sigma Y}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = -0.0069

상수( $B$ ) = $\dfrac{\Sigma X^2 \Sigma Y - \Sigma X \Sigma(XY)}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 2.8060

$n$ = 資料年數의 총 갯수

| 年度 | 年數 | 沿近海 總漁船隻數(採擇値) | 分擔率 ( $y'$ ) (%) | 推定値 |
|---|---|---|---|---|
| 2001 | 17 | 77,270 | 6.36 | 4,914 |
| 2006 | 22 | 74,660 | 6.57 | 4,905 |
| 2011 | 27 | 72,140 | 6.79 | 4,898 |

5) 全國 總漁船隻數에 대한 相關式에 의한 推定

| 年度 | 全國 總漁船隻數(Xi) | 慶尙北道 總漁船隻數(Yi) | ($Xi^2$) | (Xi X Yi) | ($Yi^2$) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | 90,463 | 5,115 | 8,183,554,369 | 462,718,245 | 26,163,225 |
| 1985 | 90,970 | 5,136 | 8,275,540,900 | 467,221,920 | 26,378,496 |
| 1986 | 93,037 | 5,354 | 8,655,883,369 | 498,120,098 | 28,665,316 |
| 1987 | 94,155 | 5,324 | 8,865,164,025 | 501,281,220 | 28,344,976 |
| 1988 | 99,024 | 5,534 | 9,805,752,576 | 547,998,816 | 30,625,156 |
| 1989 | 98,455 | 5,260 | 9,693,387,025 | 517,873,300 | 27,667,600 |
| 1990 | 99,658 | 5,229 | 9,931,716,964 | 521,111,682 | 27,342,441 |
| 1991 | 103,848 | 5,326 | 10,784,407,104 | 553,094,448 | 28,366,276 |
| 1992 | 94,135 | 5,792 | 8,861,398,225 | 545,229,920 | 33,547,264 |
| 1993 | 87,473 | 5,041 | 7,651,525,729 | 440,951,393 | 25,411,681 |
| 1994 | 77,391 | 4,590 | 5,989,366,881 | 355,224,690 | 21,068,100 |
| 1995 | 76,801 | 4,722 | 5,898,393,601 | 362,654,322 | 22,297,284 |
| 1996 | 75,244 | 4,722 | 5,661,659,536 | 355,302,168 | 22,297,284 |
| 1997 | 81,000 | 4,722 | 6,561,000,000 | 382,482,000 | 22,297,284 |
| 計 | 1,261,654 | 71,867 | 114,818,750,304 | 6,511,264,222 | 370,472,383 |

$$Y = AQ + B$$

회기계수( $A$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 0.0310

상수( $B$ ) = $\dfrac{\Sigma X^2\Sigma Y - \Sigma X\Sigma(XY)}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 2,339.8742

상관계수( $r$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{\sqrt{\{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2\} \times \{n\Sigma(Y)^2 - (\Sigma Y)^2\}}}$ = 0.8326

$n$ = 資料年數의 총 갯수

| 年度 | 年數 | 全國 總漁船隻數(採擇値) | 推定値 |
|---|---|---|---|
| 2001 | 17 | 80,340 | 4,830 |
| 2006 | 22 | 77,590 | 4,745 |
| 2011 | 27 | 74,930 | 4,663 |

6) 沿近海 總漁船에 대한 相關式에 의한 推定

| 年度 | 沿近海 總漁船隻數(Xi) | 慶尙北道 總漁船隻數(Yi) | ($Xi^2$) | (Xi X Yi) | ($Yi^2$) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | 86,822 | 5,115 | 7,538,059,684 | 444,094,530 | 26,163,225 |
| 1985 | 87,230 | 5,136 | 7,609,072,900 | 448,013,280 | 26,378,496 |
| 1986 | 89,226 | 5,354 | 7,961,279,076 | 477,716,004 | 28,665,316 |
| 1987 | 90,252 | 5,324 | 8,145,423,504 | 480,501,648 | 28,344,976 |
| 1988 | 95,312 | 5,534 | 9,084,377,344 | 527,456,608 | 30,625,156 |
| 1989 | 94,701 | 5,260 | 8,968,279,401 | 498,127,260 | 27,667,600 |
| 1990 | 95,818 | 5,229 | 9,181,089,124 | 501,032,322 | 27,342,441 |
| 1991 | 99,896 | 5,326 | 9,979,210,816 | 532,046,096 | 28,366,276 |
| 1992 | 90,434 | 5,792 | 8,178,308,356 | 523,793,728 | 33,547,264 |
| 1993 | 83,883 | 5,041 | 7,036,357,689 | 422,854,203 | 25,411,681 |
| 1994 | 74,274 | 4,590 | 5,516,627,076 | 340,917,660 | 21,068,100 |
| 1995 | 74,274 | 4,722 | 5,516,627,076 | 350,721,828 | 22,297,284 |
| 1996 | 72,255 | 4,722 | 5,220,785,025 | 341,188,110 | 22,297,284 |
| 1997 | 77,805 | 4,722 | 6,053,618,025 | 367,395,210 | 22,297,284 |
| 計 | 1,212,182 | 71,867 | 105,989,115,096 | 6,255,858,487 | 370,472,383 |

$$Y - AQ + B$$

회기계수( $A$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 0.0322

상수( $B$ ) = $\dfrac{\Sigma X^2\Sigma Y - \Sigma X\Sigma(XY)}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 2,342.6719

상관계수( $r$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{\sqrt{\{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2\} \times \{n\Sigma(Y)^2 - (\Sigma Y)^2\}}}$ = 0.8312

$n$ = 資料年數의 총 갯수

| 年度 | 年數 | 沿近海 總漁船隻數(採擇値) | 推定値 |
|---|---|---|---|
| 2001 | 17 | 77,270 | 4,833 |
| 2006 | 22 | 74,660 | 4,749 |
| 2011 | 27 | 72,140 | 4,668 |

7) 慶尙北道 總漁船隻數 推定 結果

| 年度 | 方法 ① | 方法 ② | 方法 ③ | 方法 ④ | 方法 ⑤ | 方法 ⑥ | **採擇値** | 沿岸港開發 基本計劃 報告書의 推定値 | 差異 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2001 | 4,643 | 4,732 | 4,925 | 4,914 | 4,830 | 4,833 | **4,850** | 5,020 | -170 |
| 2006 | 4,409 | 4,625 | 4,919 | 4,905 | 4,745 | 4,749 | **4,790** | 4,980 | -190 |
| 2011 | 4,175 | 4,521 | 4,908 | 4,898 | 4,663 | 4,668 | **4,730** | | |

方法 ① : 傾向式에 의한 推定

方法 ② : 年平均增加率에 의한 方法

方法 ③ : 全國 總漁船隻數에 대한 Logistic 曲線式에 의한 推定

方法 ④ : 沿近海 總漁船隻數에 대한 Logistic 曲線式에 의한 推定

方法 ⑤ : 全國 總漁船隻數에 대한 相關式에 의한 方法

方法 ⑥ : 沿近海 總漁船隻數에 대한 相關式에 의한 方法

慶尙北道 漁船隻數 變化資料중 '96年과 '97年의 資料가 없는 관계로 '95年 資料를 利用하였다. 方法 ①을 제외한 모든 方法들이 1997年 慶尙北道 總漁船隻數 4,722隻보다 많으나, 資料가 없는 관계로 그대로 利用하였다.

方法 ①의 境遇에는 推定年度別 漁船隻數 變化가 심한 관계로 제외하고 나머지 方法들의 平均값을 採擇値로 정하였다.

나. 慶尙北道 動力漁船 隻數推定

1) 傾向式에 의한 推定

| 年度 | 年數 (Xi) | 慶尙北道 動力漁船隻數(Yi) | ($Xi^2$) | (Xi X Yi) | ($Yi^2$) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | 0 | 3,673 | 0 | 0 | 13,490,929 |
| 1985 | 1 | 3,668 | 1 | 3,668 | 13,454,224 |
| 1986 | 2 | 3,904 | 4 | 7,808 | 15,241,216 |
| 1987 | 3 | 3,973 | 9 | 11,919 | 15,784,729 |
| 1988 | 4 | 4,425 | 16 | 17,700 | 19,580,625 |
| 1989 | 5 | 3,990 | 25 | 19,950 | 15,920,100 |
| 1990 | 6 | 4,015 | 36 | 24,090 | 16,120,225 |
| 1991 | 7 | 4,082 | 49 | 28,574 | 16,662,724 |
| 1992 | 8 | 4,326 | 64 | 34,608 | 18,714,276 |
| 1993 | 9 | 3,950 | 81 | 35,550 | 15,602,500 |
| 1994 | 10 | 3,950 | 100 | 39,500 | 15,602,500 |
| 1995 | 11 | 3,867 | 121 | 42,537 | 14,953,689 |
| 1996 | 12 | 3,867 | 144 | 46,404 | 14,953,689 |
| 1997 | 13 | 3,867 | 169 | 50,271 | 14,953,689 |
| 計 | 91 | 55,557 | 819 | 362,579 | 221,035,115 |

$$Y = AX_i + B$$

회기계수( $A$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 6.4110

상수( $B$ ) = $\dfrac{\Sigma X^2\Sigma Y - \Sigma X\Sigma(XY)}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 3,926.6857

상관계수( $r$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{\sqrt{\{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2\} \times \{n\Sigma(Y)^2 - (\Sigma Y)^2\}}}$ = 0.1286

$n$ - 資料年數의 총 개수

| 年度 | 年數 | 推定値 |
|---|---|---|
| 2001 | 17 | 4,036 |
| 2006 | 22 | 4,068 |
| 2011 | 27 | 4,100 |

2) 年平均 增加率에 의한 推定

| 年度 | 年數(Xi) | 慶尙北道 動力漁船隻數(Yi) | 增加率 R(%) |
|---|---|---|---|
| 1984 | 0 | 3,673 | 0.00 |
| 1985 | 1 | 3,668 | -0.14 |
| 1986 | 2 | 3,904 | 6.43 |
| 1987 | 3 | 3,973 | 1.77 |
| 1988 | 4 | 4,425 | 11.38 |
| 1989 | 5 | 3,990 | -9.83 |
| 1990 | 6 | 4,015 | 0.63 |
| 1991 | 7 | 4,082 | 1.67 |
| 1992 | 8 | 4,326 | 5.98 |
| 1993 | 9 | 3,950 | -8.69 |
| 1994 | 10 | 3,950 | 0.00 |
| 1995 | 11 | 3,867 | -2.10 |
| 1996 | 12 | 3,867 | 0.00 |
| 1997 | 13 | 3,867 | 0.00 |
| 計 | 91 | 55,557 | 7.09 |

$Y$ = 기준년도치 × $(1+A)^{Xi}$

$A$ = $\Sigma R / (n-1)$ = 0.5455 %

$n$ = 資料年數의 총 갯수

| 年度 | 年數 | 推定値 |
|---|---|---|
| 2001 | 17 | 4,031 |
| 2006 | 22 | 4,142 |
| 2011 | 27 | 4,256 |

3) 慶尙北道 總漁船에 대한 Logistic 曲線式에 의한 推定

| 年度 | 年數 (Xi) | 慶尙北道 總漁船隻數 | 慶尙北道 動力漁船隻數 | 分搪率 y(%) | (Yi) | ($Xi^2$) | (Xi X Yi) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | 0 | 5,115 | 3,673 | 71.81 | -0.9350 | 0 | 0.0000 |
| 1985 | 1 | 5,136 | 3,668 | 71.42 | -0.9157 | 1 | -0.9157 |
| 1986 | 2 | 5,354 | 3,904 | 72.92 | -0.9904 | 4 | -1.9809 |
| 1987 | 3 | 5,324 | 3,973 | 74.62 | -1.0787 | 9 | -3.2360 |
| 1988 | 4 | 5,534 | 4,425 | 79.96 | -1.3838 | 16 | -5.5352 |
| 1989 | 5 | 5,260 | 3,990 | 75.86 | -1.1448 | 25 | -5.7239 |
| 1990 | 6 | 5,229 | 4,015 | 76.78 | -1.1961 | 36 | -7.1767 |
| 1991 | 7 | 5,326 | 4,082 | 76.64 | -1.1883 | 49 | -8.3178 |
| 1992 | 8 | 5,792 | 4,326 | 74.69 | -1.0821 | 64 | -8.6568 |
| 1993 | 9 | 5,041 | 3,950 | 78.36 | -1.2866 | 81 | -11.5796 |
| 1994 | 10 | 4,590 | 3,950 | 86.06 | -1.8200 | 100 | -18.2000 |
| 1995 | 11 | 4,722 | 3,867 | 81.89 | -1.5091 | 121 | -16.6005 |
| 1996 | 12 | 4,722 | 3,867 | 81.89 | -1.5091 | 144 | -18.1096 |
| 1997 | 13 | 4,722 | 3,867 | 81.89 | -1.5091 | 169 | -19.6187 |
| 計 | 91 | 71,867 | 55,557 | 1084.79 | -17.5489 | 819 | 125.6515 |

$$Y_i = \ln\left(\frac{100}{y} - 1\right)$$

$$y' = \frac{100}{1 + e^{B} \cdot e^{A \times Xi}}$$

회기계수( $A$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X \Sigma Y}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = -0.0509

상수( $B$ ) = $\dfrac{\Sigma X^2 \Sigma Y - \Sigma X \Sigma(XY)}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = -0.9225

$n$ - 資料年數의 총 갯수

| 年度 | 年數 | 慶尙北道 總漁船隻數(採擇値) | 分搪率 ( $y'$ ) (%) | 推定値 |
|---|---|---|---|---|
| 2001 | 17 | 4,850 | 85.67 | 4,155 |
| 2006 | 22 | 4,790 | 88.52 | 4,240 |
| 2011 | 27 | 4,730 | 90.86 | 4,298 |

4) 慶尙北道 總漁船에 대한 相關式에 의한 推定

| 年度 | 慶尙北道 總漁船隻數(Xi) | 慶尙北道 動力漁船隻數(Yi) | ($Xi^2$) | (Xi X Yi) | ($Yi^2$) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | 5,115 | 3,673 | 26,163,225 | 18,787,395 | 13,490,929 |
| 1985 | 5,136 | 3,668 | 26,378,496 | 18,838,848 | 13,454,224 |
| 1986 | 5,354 | 3,904 | 28,665,316 | 20,902,016 | 15,241,216 |
| 1987 | 5,324 | 3,973 | 28,344,976 | 21,152,252 | 15,784,729 |
| 1988 | 5,534 | 4,425 | 30,625,156 | 24,487,950 | 19,580,625 |
| 1989 | 5,260 | 3,990 | 27,667,600 | 20,987,400 | 15,920,100 |
| 1990 | 5,229 | 4,015 | 27,342,441 | 20,994,435 | 16,120,225 |
| 1991 | 5,326 | 4,082 | 28,366,276 | 21,740,732 | 16,662,724 |
| 1992 | 5,792 | 4,326 | 33,547,264 | 25,056,192 | 18,714,276 |
| 1993 | 5,041 | 3,950 | 25,411,681 | 19,911,950 | 15,602,500 |
| 1994 | 4,590 | 3,950 | 21,068,100 | 18,130,500 | 15,602,500 |
| 1995 | 4,722 | 3,867 | 22,297,284 | 18,259,974 | 14,953,689 |
| 1996 | 4,722 | 3,867 | 22,297,284 | 18,259,974 | 14,953,689 |
| 1997 | 4,722 | 3,867 | 22,297,284 | 18,259,974 | 14,953,689 |
| 計 | 71,867 | 55,557 | 370,472,383 | 285,769,592 | 221,035,115 |

$$Y = AQ + B$$

회기계수( $A$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 0.3706

상수( $B$ ) = $\dfrac{\Sigma X^2\Sigma Y - \Sigma X\Sigma(XY)}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 2,066.0102

상관계수( $r$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{\sqrt{\{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2\} \times \{n\Sigma(Y)^2 - (\Sigma Y)^2\}}}$ = 0.6144

$n$ = 資料年數의 총 갯수

| 年度 | 年數 | 慶尙北道 總漁船隻數(採擇値) | 推定値 |
|---|---|---|---|
| 2001 | 17 | 4,850 | 3,863 |
| 2006 | 22 | 4,790 | 3,841 |
| 2011 | 27 | 4,730 | 3,819 |

5) 慶尙北道 動力漁船 隻數推定 結果

| 年度 | 方法 ① | 方法 ② | 方法 ③ | 方法 ④ | **採擇値** | 沿岸港開發 基本計劃 報告書의 推定値 | 差異 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2001 | 4,036 | 4,031 | 4,155 | 3,863 | **3,860** | 3,990 | -130 |
| 2006 | 4,068 | 4,142 | 4,240 | 3,841 | **3,840** | 4,050 | 210 |
| 2011 | 4,100 | 4,256 | 4,298 | 3,819 | **3,820** | | |

方法 ① : 傾向式에 의한 推定

方法 ② : 年平均增加率에 의한 方法

方法 ③ : 慶尙北道 總漁船隻數에 대한 Logistic 曲線式에 의한 推定

方法 ④ : 慶尙北道 總漁船隻數에 대한 相關式에 의한 方法

慶尙北道 動力漁船隻數 變化資料중 '96年과 '97年의 資料가 없어서 '95年 資料를 利用하였다. 方法 ④를 제외한 모든 方法들이 推定年數가 증가할수록 漁船隻數가 증가하는 矛盾이 있어서 제외하고, 方法 ④를 利用하여 採擇値를 구하였다.

4. 盈德郡 漁船隻數 推定

가. 盈德郡 總漁船 隻數 推定

1) 傾向式에 의한 推定

| 年度 | 年數 (Xi) | 盈德郡 總漁船隻數(Yi) | ($Xi^2$) | (Xi X Yi) | ($Yi^2$) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | 0 | 1,135 | 0 | 0 | 1,288,225 |
| 1985 | 1 | 1,168 | 1 | 1,168 | 1,364,224 |
| 1986 | 2 | 1,190 | 4 | 2,380 | 1,416,100 |
| 1987 | 3 | 1,188 | 9 | 3,564 | 1,411,344 |
| 1988 | 4 | 1,343 | 16 | 5,372 | 1,803,649 |
| 1989 | 5 | 1,143 | 25 | 5,715 | 1,306,449 |
| 1990 | 6 | 1,123 | 36 | 6,738 | 1,261,129 |
| 1991 | 7 | 1,049 | 49 | 7,343 | 1,100,401 |
| 1992 | 8 | 1,049 | 64 | 8,392 | 1,100,401 |
| 1993 | 9 | 1,004 | 81 | 9,036 | 1,008,016 |
| 1994 | 10 | 925 | 100 | 9,250 | 855,625 |
| 1995 | 11 | 883 | 121 | 9,713 | 779,689 |
| 1996 | 12 | 858 | 144 | 10,296 | 736,164 |
| 1997 | 13 | 912 | 169 | 11,856 | 831,744 |
| 計 | 91 | 14,970 | 819 | 90,823 | 16,263,160 |

$$Y = AX_i + B$$

회기계수( $A$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = -28.4923

상수( $B$ ) = $\dfrac{\Sigma X^2\Sigma Y - \Sigma X\Sigma(XY)}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 1,254.4857

상관계수( $r$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{\sqrt{\{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2\} \times \{n\Sigma(Y)^2 - (\Sigma Y)^2\}}}$ = -0.8495

$n$ = 資料年數의 총 개수

| 年度 | 年數 | 推定値 |
|---|---|---|
| 2001 | 17 | 770 |
| 2006 | 22 | 628 |
| 2011 | 27 | 485 |

2) 年平均 增加率에 의한 推定

| 年度 | 年數 (Xi) | 盈德郡 總漁船隻數(Yi) | 增加率 R(%) |
|---|---|---|---|
| 1984 | 0 | 1,135 | 0.00 |
| 1985 | 1 | 1,168 | 2.91 |
| 1986 | 2 | 1,190 | 1.88 |
| 1987 | 3 | 1,188 | -0.17 |
| 1988 | 4 | 1,343 | 13.05 |
| 1989 | 5 | 1,143 | -14.89 |
| 1990 | 6 | 1,123 | -1.75 |
| 1991 | 7 | 1,049 | 6.59 |
| 1992 | 8 | 1,049 | 0.00 |
| 1993 | 9 | 1,004 | -4.29 |
| 1994 | 10 | 925 | -7.87 |
| 1995 | 11 | 883 | -4.54 |
| 1996 | 12 | 858 | -2.83 |
| 1997 | 13 | 912 | 6.29 |
| 計 | 91 | 14,970 | -18.80 |

$Y$ = 기준년도치 × $(1+A)^{Xi}$

$A$ = $\Sigma R$ / $(n-1)$ = -0.1880 %

$n$ = 資料年數의 총 갯수

| 年度 | 年數 | 推定値 |
|---|---|---|
| 2001 | 17 | 1,099 |
| 2006 | 22 | 1,089 |
| 2011 | 27 | 1,079 |

3) 慶尙北道 總漁船에 대한 Logistic 曲線式에 의한 推定

| 年度 | 年數 (Xi) | 慶尙北道 總漁船隻數 | 盈德郡 總漁船隻數 | 分擔率 y(%) | (Yi) | ($Xi^2$) | (Xi X Yi) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | 0 | 5,115 | 1,135 | 22.19 | 1.2546 | 0 | 0.0000 |
| 1985 | 1 | 5,136 | 1,168 | 22.74 | 1.2230 | 1 | 1.2230 |
| 1986 | 2 | 5,354 | 1,190 | 22.23 | 1.2525 | 4 | 2.5050 |
| 1987 | 3 | 5,324 | 1,188 | 22.31 | 1.2475 | 9 | 3.7424 |
| 1988 | 4 | 5,534 | 1,343 | 24.27 | 1.1380 | 16 | 4.5521 |
| 1989 | 5 | 5,260 | 1,143 | 21.73 | 1.2815 | 25 | 6.4073 |
| 1990 | 6 | 5,229 | 1,123 | 21.48 | 1.2964 | 36 | 7.7787 |
| 1991 | 7 | 5,326 | 1,049 | 19.70 | 1.4054 | 49 | 9.8379 |
| 1992 | 8 | 5,792 | 1,049 | 18.11 | 1.5088 | 64 | 12.0707 |
| 1993 | 9 | 5,041 | 1,004 | 19.92 | 1.3915 | 81 | 12.5236 |
| 1994 | 10 | 4,590 | 925 | 20.15 | 1.3768 | 100 | 13.7679 |
| 1995 | 11 | 4,722 | 883 | 18.70 | 1.4696 | 121 | 16.1661 |
| 1996 | 12 | 4,722 | 858 | 18.17 | 1.5049 | 144 | 18.0582 |
| 1997 | 13 | 4,722 | 912 | 19.31 | 1.4297 | 169 | 18.5867 |
| 計 | 91 | 71,867 | 14,970 | 291.01 | 18.7803 | 819 | 127.2196 |

$$Y_i = \ln\left(\frac{100}{y} - 1\right)$$

$$y' = \frac{100}{1 + e^{B} \cdot e^{A \times Xi}}$$

회기계수( $A$ ) - $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X \Sigma Y}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 0.0226

상수( $B$ ) = $\dfrac{\Sigma X^2 \Sigma Y - \Sigma X \Sigma(XY)}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 1.1944

$n$ = 資料年數의 총 갯수

| 年度 | 年數 | 慶尙北道 總漁船隻數(採擇値) | 分擔率 ( $y'$ ) (%) | 推定値 |
|---|---|---|---|---|
| 2001 | 17 | 4,850 | 17.10 | 829 |
| 2006 | 22 | 4,790 | 15.56 | 745 |
| 2011 | 27 | 4,730 | 14.13 | 668 |

4) 慶尙北道 總漁船에 대한 相關式에 의한 推定

| 年度 | 慶尙北道 總漁船隻數(Xi) | 盈德郡 總漁船隻數(Yi) | ($Xi^2$) | (Xi X Yi) | ($Yi^2$) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | 5,115 | 1,135 | 26,163,225 | 5,805,525 | 1,288,225 |
| 1985 | 5,136 | 1,168 | 26,378,496 | 5,998,848 | 1,364,224 |
| 1986 | 5,354 | 1,190 | 28,665,316 | 6,371,260 | 1,416,100 |
| 1987 | 5,324 | 1,188 | 28,344,976 | 6,324,912 | 1,411,344 |
| 1988 | 5,534 | 1,343 | 30,625,156 | 7,432,162 | 1,803,649 |
| 1989 | 5,260 | 1,143 | 27,667,600 | 6,012,180 | 1,306,449 |
| 1990 | 5,229 | 1,123 | 27,342,441 | 5,872,167 | 1,261,129 |
| 1991 | 5,326 | 1,049 | 28,366,276 | 5,586,974 | 1,100,401 |
| 1992 | 5,792 | 1,049 | 33,547,264 | 6,075,808 | 1,100,401 |
| 1993 | 5,041 | 1,004 | 25,411,681 | 5,061,164 | 1,008,016 |
| 1994 | 4,590 | 925 | 21,068,100 | 4,245,750 | 855,625 |
| 1995 | 4,722 | 883 | 22,297,284 | 4,169,526 | 779,689 |
| 1996 | 4,722 | 858 | 22,297,284 | 4,051,476 | 736,164 |
| 1997 | 4,722 | 912 | 22,297,284 | 4,306,464 | 831,744 |
| 計 | 71,867 | 14,970 | 370,472,383 | 77,314,216 | 16,263,160 |

$$Y = AQ + B$$

회기계수( $A$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 0.3012

상수( $B$ ) = $\dfrac{\Sigma X^2\Sigma Y - \Sigma X\Sigma(XY)}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = -476.7953

상관계수( $r$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{\sqrt{\{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2\} \times \{n\Sigma(Y)^2 - (\Sigma Y)^2\}}}$ = 0.7420

$n$ = 資料年數의 총 갯수

| 年度 | 年數 | 慶尙北道 總漁船隻數(採擇値) | 推定値 |
|---|---|---|---|
| 2001 | 17 | 4,850 | 984 |
| 2006 | 22 | 4,790 | 966 |
| 2011 | 27 | 4,730 | 948 |

5) 盈德郡 總漁船隻數 推定 結果

| 年度 | 方法 ① | 方法 ② | 方法 ③ | 方法 ④ | **採擇値** | 沿岸港開發 基本計劃 報告書의 推定値 | 差異 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2001 | 770 | 1,099 | 829 | 984 | **830** | 1,000 | -170 |
| 2006 | 628 | 1,089 | 745 | 966 | **750** | 990 | -240 |
| 2011 | 485 | 1,079 | 668 | 948 | **670** | | |

方法 ① : 傾向式에 의한 推定

方法 ② : 年平均增加率에 의한 方法

方法 ③ : 慶尙北道 總漁船隻數에 대한 Logistic 曲線式에 의한 推定

方法 ④ : 慶尙北道 總漁船隻數에 대한 相關式에 의한 方法

方法 ①의 境遇에는 年度別로 급격하게 減少하는 矛盾이 있어 제외하고, 方法 ②와 方法 ④는 1997年 盈德郡 總漁船隻數 912隻보다 推定年度 漁船隻數가 더 많은 관계로 제외하였다.

그러므로, 方法 ③을 利用하여 採擇値를 정하였다.

나. 盈德郡 動力漁船 隻數推定

1) 傾向式에 의한 推定

| 年度 | 年數 (Xi) | 盈德郡 動力漁船隻數(Yi) | ($Xi^2$) | (Xi X Yi) | ($Yi^2$) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | 0 | 510 | 0 | 0 | 260,100 |
| 1985 | 1 | 543 | 1 | 543 | 294,849 |
| 1986 | 2 | 575 | 4 | 1,150 | 330,625 |
| 1987 | 3 | 575 | 9 | 1,725 | 330,625 |
| 1988 | 4 | 838 | 16 | 3,352 | 702,244 |
| 1989 | 5 | 717 | 25 | 3,585 | 514,089 |
| 1990 | 6 | 737 | 36 | 4,422 | 543,169 |
| 1991 | 7 | 725 | 49 | 5,075 | 525,625 |
| 1992 | 8 | 725 | 64 | 5,800 | 525,625 |
| 1993 | 9 | 717 | 81 | 6,453 | 514,089 |
| 1994 | 10 | 723 | 100 | 7,230 | 522,729 |
| 1995 | 11 | 702 | 121 | 7,722 | 492,804 |
| 1996 | 12 | 693 | 144 | 8,316 | 480,249 |
| 1997 | 13 | 685 | 169 | 8,905 | 469,225 |
| 計 | 91 | 9,465 | 819 | 64,278 | 6,506,047 |

$$Y = \Lambda X_i + B$$

회기계수( $\Lambda$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 12.1121

상수( $B$ ) = $\dfrac{\Sigma X^2\Sigma Y - \Sigma X\Sigma(XY)}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 597.3429

상관계수( $r$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{\sqrt{\{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2\} \times \{n\Sigma(Y)^2 - (\Sigma Y)^2\}}}$ = 0.5584

$n$ - 資料年數의 총 개수

| 年度 | 年數 | 推定値 |
|---|---|---|
| 2001 | 17 | 803 |
| 2006 | 22 | 864 |
| 2011 | 27 | 924 |

2) 年平均 增加率에 의한 推定

| 年度 | 年數(Xi) | 盈德郡 動力漁船隻數(Yi) | 增加率 R(%) |
|---|---|---|---|
| 1984 | 0 | 510 | 0.00 |
| 1985 | 1 | 543 | 6.47 |
| 1986 | 2 | 575 | 5.89 |
| 1987 | 3 | 575 | 0.00 |
| 1988 | 4 | 838 | 45.74 |
| 1989 | 5 | 717 | -14.44 |
| 1990 | 6 | 737 | 2.79 |
| 1991 | 7 | 725 | -1.63 |
| 1992 | 8 | 725 | 0.00 |
| 1993 | 9 | 717 | -1.10 |
| 1994 | 10 | 723 | 0.84 |
| 1995 | 11 | 702 | -2.90 |
| 1996 | 12 | 693 | 1.28 |
| 1997 | 13 | 685 | -1.15 |
| 計 | 91 | 9,465 | 39.22 |

$Y$ = 기준년도치 × $(1+A)^{X_i}$

$A$ = $\Sigma R / (n-1)$ = 3.0167 %

$n$ = 資料年數의 총 갯수

| 年度 | 年數 | 推定値 |
|---|---|---|
| 2001 | 17 | 845 |
| 2006 | 22 | 981 |
| 2011 | 27 | 1,138 |

3) 慶尙北道 動力漁船에 대한 Logistic 曲線式에 의한 推定

| 年度 | 年數 (Xi) | 慶尙北道 動力漁船隻數 | 盈德郡 動力漁船隻數 | 分擔率 y(%) | (Yi) | ($Xi^2$) | (Xi X Yi) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | 0 | 3,673 | 510 | 13.89 | 1.8249 | 0 | 0.0000 |
| 1985 | 1 | 3,668 | 543 | 14.80 | 1.7501 | 1 | 1.7501 |
| 1986 | 2 | 3,904 | 575 | 14.73 | 1.7561 | 4 | 3.5121 |
| 1987 | 3 | 3,973 | 575 | 14.47 | 1.7766 | 9 | 5.3297 |
| 1988 | 4 | 4,425 | 838 | 18.94 | 1.4541 | 16 | 5.8162 |
| 1989 | 5 | 3,990 | 717 | 17.97 | 1.5184 | 25 | 7.5919 |
| 1990 | 6 | 4,015 | 737 | 18.36 | 1.4924 | 36 | 8.9544 |
| 1991 | 7 | 4,082 | 725 | 17.76 | 1.5326 | 49 | 10.7284 |
| 1992 | 8 | 4,326 | 725 | 16.76 | 1.6028 | 64 | 12.8224 |
| 1993 | 9 | 3,950 | 717 | 18.15 | 1.5061 | 81 | 13.5548 |
| 1994 | 10 | 3,950 | 723 | 18.30 | 1.4959 | 100 | 14.9590 |
| 1995 | 11 | 3,867 | 702 | 18.15 | 1.5060 | 121 | 16.5657 |
| 1996 | 12 | 3,867 | 693 | 17.92 | 1.5217 | 144 | 18.2606 |
| 1997 | 13 | 3,867 | 685 | 17.71 | 1.5358 | 169 | 19.9660 |
| 計 | 91 | 55,557 | 9,465 | 237.92 | 22.2734 | 819 | 139.8114 |

$$Y_i = \ln\left(\frac{100}{y} - 1\right)$$

$$y' = \frac{100}{1 + e^{B} \cdot e^{A \times Xi}}$$

회기계수( $A$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X \Sigma Y}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = -0.0218

상수( $B$ ) = $\dfrac{\Sigma X^2 \Sigma Y - \Sigma X \Sigma(XY)}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 1.7328

$n$ = 資料年數의 총 갯수

| 年度 | 年數 | 慶尙北道 動力漁船隻數(採擇値) | 分擔率 ( $y'$ ) (%) | 推定値 |
|---|---|---|---|---|
| 2001 | 17 | 3,860 | 20.39 | 787 |
| 2006 | 22 | 3,840 | 22.21 | 853 |
| 2011 | 27 | 3,820 | 24.16 | 923 |

4) 盈德郡 總漁船에 대한 相關式에 의한 推定

| 年度 | 年數 (Xi) | 盈德郡 總漁船隻數 | 盈德郡 動力漁船隻數 | 分搪率 y(%) | (Yi) | ($Xi^2$) | (Xi X Yi) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | 0 | 1,135 | 510 | 44.93 | 0.2033 | 0 | 0.0000 |
| 1985 | 1 | 1,168 | 543 | 46.49 | 0.1406 | 1 | 0.1406 |
| 1986 | 2 | 1,190 | 575 | 48.32 | 0.0673 | 4 | 0.1345 |
| 1987 | 3 | 1,188 | 575 | 48.40 | 0.0640 | 9 | 0.1920 |
| 1988 | 4 | 1,343 | 838 | 62.40 | -0.5065 | 16 | -2.0258 |
| 1989 | 5 | 1,143 | 717 | 62.73 | -0.5206 | 25 | -2.6032 |
| 1990 | 6 | 1,123 | 737 | 65.63 | -0.6468 | 36 | -3.8805 |
| 1991 | 7 | 1,049 | 725 | 69.11 | -0.8054 | 49 | -5.6380 |
| 1992 | 8 | 1,049 | 725 | 69.11 | -0.8054 | 64 | -6.4434 |
| 1993 | 9 | 1,004 | 717 | 71.41 | -0.9156 | 81 | -8.2403 |
| 1994 | 10 | 925 | 723 | 78.16 | -1.2751 | 100 | -12.7514 |
| 1995 | 11 | 883 | 702 | 79.50 | -1.3554 | 121 | -14.9098 |
| 1996 | 12 | 858 | 693 | 80.77 | -1.4351 | 144 | -17.2210 |
| 1997 | 13 | 912 | 685 | 75.11 | -1.1045 | 169 | -14.3581 |
| 計 | 91 | 14,970 | 9,465 | 902.08 | -8.8952 | 819 | -87.6045 |

$$Y_i = \ln\left(\frac{100}{y} \quad 1\right)$$

$$y' = \frac{100}{1 + e^{B} \cdot e^{A \times Xi}}$$

회기계수( $A$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X \Sigma Y}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = -0.1309

상수( $B$ ) = $\dfrac{\Sigma X^2 \Sigma Y - \Sigma X \Sigma(XY)}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 0.2156

$n$ = 資料年數의 총 갯수

| 年度 | 年數 | 盈德郡 總漁船隻數(採擇値) | 分搪率 ( $y'$ ) (%) | 推定値 |
|---|---|---|---|---|
| 2001 | 17 | 830 | 88.18 | 732 |
| 2006 | 22 | 750 | 93.49 | 701 |
| 2011 | 27 | 670 | 96.51 | 647 |

5) 慶尙北道 動力漁船에 대한 相關式에 의한 推定

| 年度 | 慶尙北道<br>動力漁船隻數(Xi) | 盈德郡<br>動力漁船隻數(Yi) | ($Xi^2$) | (Xi X Yi) | ($Yi^2$) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | 3,673 | 510 | 13,490,929 | 1,873,230 | 260,100 |
| 1985 | 3,668 | 543 | 13,454,224 | 1,991,724 | 294,849 |
| 1986 | 3,904 | 575 | 15,241,216 | 2,244,800 | 330,625 |
| 1987 | 3,973 | 575 | 15,784,729 | 2,284,475 | 330,625 |
| 1988 | 4,425 | 838 | 19,580,625 | 3,708,150 | 702,244 |
| 1989 | 3,990 | 717 | 15,920,100 | 2,860,830 | 514,089 |
| 1990 | 4,015 | 737 | 16,120,225 | 2,959,055 | 543,169 |
| 1991 | 4,082 | 725 | 16,662,724 | 2,959,450 | 525,625 |
| 1992 | 4,326 | 725 | 18,714,276 | 3,136,350 | 525,625 |
| 1993 | 3,950 | 717 | 15,602,500 | 2,832,150 | 514,089 |
| 1994 | 3,950 | 723 | 15,602,500 | 2,855,850 | 522,729 |
| 1995 | 3,867 | 702 | 14,953,689 | 2,714,634 | 492,804 |
| 1996 | 3,867 | 693 | 14,953,689 | 2,679,831 | 480,249 |
| 1997 | 3,867 | 685 | 14,953,689 | 2,648,895 | 469,225 |
| 計 | 55,557 | 9,465 | 221,035,115 | 37,749,424 | 6,506,047 |

$$Y = AQ + B$$

회기계수( $A$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) \quad \Sigma X\Sigma Y}{n\Sigma X^2-(\Sigma X)^2}$ = 0.3343

상수( $B$ ) = $\dfrac{\Sigma X^2\Sigma Y - \Sigma X\Sigma(XY)}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = -650.6321

상관계수( $r$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{\sqrt{\{n\Sigma X^2-(\Sigma X)^2\} \times \{n\Sigma(Y)^2-(\Sigma Y)^2\}}}$ = 0.7682

$n$ = 資料年數의 총 갯수

| 年度 | 年數 | 慶尙北道 動力漁船隻數(採擇値) | 推定値 |
|---|---|---|---|
| 2001 | 17 | 3,860 | 640 |
| 2006 | 22 | 3,840 | 633 |
| 2011 | 27 | 3,820 | 626 |

6) 盈德郡 總漁船에 대한 相關式에 의한 推定

| 年度 | 盈德郡<br>總漁船隻數(Xi) | 盈德郡<br>動力漁船隻數(Yi) | ($Xi^2$) | (Xi X Yi) | ($Yi^2$) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | 1,135 | 510 | 1,288,225 | 578,850 | 260,100 |
| 1985 | 1,168 | 543 | 1,364,224 | 634,224 | 294,849 |
| 1986 | 1,190 | 575 | 1,416,100 | 684,250 | 330,625 |
| 1987 | 1,188 | 575 | 1,411,344 | 683,100 | 330,625 |
| 1988 | 1,343 | 838 | 1,803,649 | 1,125,434 | 702,244 |
| 1989 | 1,143 | 717 | 1,306,449 | 819,531 | 514,089 |
| 1990 | 1,123 | 737 | 1,261,129 | 827,651 | 543,169 |
| 1991 | 1,049 | 725 | 1,100,401 | 760,525 | 525,625 |
| 1992 | 1,049 | 725 | 1,100,401 | 760,525 | 525,625 |
| 1993 | 1,004 | 717 | 1,008,016 | 719,868 | 514,089 |
| 1994 | 925 | 723 | 855,625 | 668,775 | 522,729 |
| 1995 | 883 | 702 | 779,689 | 619,866 | 492,804 |
| 1996 | 858 | 693 | 736,164 | 594,594 | 480,249 |
| 1997 | 912 | 685 | 831,744 | 624,720 | 469,225 |
| 計 | 14,970 | 9,465 | 16,263,160 | 10,101,913 | 6,506,047 |

$$Y = AQ + B$$

회귀계수( $A$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = -0.0737

상수( $B$ ) - $\dfrac{\Sigma X^2\Sigma Y - \Sigma X\Sigma(XY)}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 754.9303

상관계수( $r$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{\sqrt{\{n\Sigma X^2-(\Sigma X)^2\} \times \{n\Sigma(Y)^2-(\Sigma Y)^2\}}}$ - -0.1140

$n$ - 資料年數의 총 갯수

| 年度 | 年數 | 盈德郡 總漁船隻數(採擇値) | 推定値 |
|---|---|---|---|
| 2001 | 17 | 830 | 694 |
| 2006 | 22 | 750 | 700 |
| 2011 | 27 | 670 | 706 |

7) 慶尙北道 動力漁船隻數 推定 結果

| 年度 | 方法 ① | 方法 ② | 方法 ③ | 方法 ④ | 方法 ⑤ | 方法 ⑥ | 採擇値 | 沿岸港開發 基本計劃 報告書의 推定値 | 差異 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2001 | 803 | 845 | 787 | 732 | 640 | 694 | **690** | 717 | -27 |
| 2006 | 864 | 981 | 853 | 701 | 633 | 700 | **670** | 717 | -47 |
| 2011 | 924 | 1,138 | 923 | 647 | 626 | 706 | **640** | | |

方法 ① : 傾向式에 의한 推定

方法 ② : 年平均增加率에 의한 方法

方法 ③ : 慶尙北道 動力漁船隻數에 대한 Logistic 曲線式에 의한 推定

方法 ④ : 盈德郡 總漁船隻數에 대한 Logistic 曲線式에 의한 推定

方法 ⑤ : 慶尙北道 動力漁船隻數에 대한 相關式에 의한 方法

方法 ⑥ : 盈德郡 總漁船隻數에 대한 相關式에 의한 方法

方法 ④와 ⑤를 제외한 나머지 方法들은 盈德郡 漁船隻數 推定結果의 採擇値보다 높게 나와서 제외하고 方法 ④와 ⑤의 平均値를 採擇하였다.

## 5. 江口港 漁船隻數 推定

### 가. 江口港 總漁船 隻數 推定

#### 1) 傾向式에 의한 推定

| 年度 | 年數 (Xi) | 江口港 總漁船隻數(Yi) | ($Xi^2$) | (Xi X Yi) | ($Yi^2$) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | 0 | 272 | 0 | 0 | 73,984 |
| 1985 | 1 | 280 | 1 | 280 | 78,400 |
| 1986 | 2 | 286 | 4 | 572 | 81,796 |
| 1987 | 3 | 283 | 9 | 849 | 80,089 |
| 1988 | 4 | 322 | 16 | 1,288 | 103,684 |
| 1989 | 5 | 274 | 25 | 1,370 | 75,076 |
| 1990 | 6 | 269 | 36 | 1,614 | 72,361 |
| 1991 | 7 | 251 | 49 | 1,757 | 63,001 |
| 1992 | 8 | 251 | 64 | 2,008 | 63,001 |
| 1993 | 9 | 240 | 81 | 2,160 | 57,600 |
| 1994 | 10 | 222 | 100 | 2,220 | 49,284 |
| 1995 | 11 | 224 | 121 | 2,464 | 50,176 |
| 1996 | 12 | 218 | 144 | 2,616 | 47,524 |
| 1997 | 13 | 224 | 169 | 2,912 | 50,176 |
| 計 | 91 | 3,616 | 819 | 22,110 | 946,152 |

$$Y = AX_i + B$$

회기계수( $A$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = -6.1275

상수( $B$ ) = $\dfrac{\Sigma X^2\Sigma Y - \Sigma X\Sigma(XY)}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 298.1143

상관계수( $r$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{\sqrt{\{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2\} \times \{n\Sigma(Y)^2 - (\Sigma Y)^2\}}}$ = -0.8371

$n$ = 資料年數의 총 개수

| 年度 | 年數 | 推定値 |
|---|---|---|
| 2001 | 17 | 194 |
| 2006 | 22 | 163 |
| 2011 | 27 | 133 |

2) 年平均 增加率에 의한 推定

| 年度 | 年數 (Xi) | 江口港 總漁船隻數 (Yi) | 增加率 R(%) |
|---|---|---|---|
| 1984 | 0 | 272 | 0.00 |
| 1985 | 1 | 280 | 2.94 |
| 1986 | 2 | 286 | 2.14 |
| 1987 | 3 | 283 | -1.05 |
| 1988 | 4 | 322 | 13.78 |
| 1989 | 5 | 274 | -14.91 |
| 1990 | 6 | 269 | -1.82 |
| 1991 | 7 | 251 | -6.69 |
| 1992 | 8 | 251 | 0.00 |
| 1993 | 9 | 240 | -4.38 |
| 1994 | 10 | 222 | -7.50 |
| 1995 | 11 | 224 | 0.90 |
| 1996 | 12 | 218 | -2.68 |
| 1997 | 13 | 224 | 2.75 |
| 計 | 91 | 3,616 | -16.51 |

$Y$ = 기준년도치 × $(1+A)^{Xi}$

$A$ = $\Sigma R / (n-1)$ = -0.1651 %

$n$ - 資料年數의 총 갯수

| 年度 | 年數 | 推定値 |
|---|---|---|
| 2001 | 17 | 264 |
| 2006 | 22 | 262 |
| 2011 | 27 | 260 |

3) 盈德郡 總漁船에 대한 Logistic 曲線式에 의한 推定

| 年度 | 年數 (Xi) | 盈德郡 總漁船隻數 | 江口港 總漁船隻數 | 分擔率 y(%) | (Yi) | ($Xi^2$) | (Xi X Yi) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | 0 | 1,135 | 272 | 23.96 | 1.1546 | 0 | 0.0000 |
| 1985 | 1 | 1,168 | 280 | 23.97 | 1.1542 | 1 | 1.1542 |
| 1986 | 2 | 1,190 | 286 | 24.03 | 1.1508 | 4 | 2.3017 |
| 1987 | 3 | 1,188 | 283 | 23.82 | 1.1625 | 9 | 3.4875 |
| 1988 | 4 | 1,343 | 322 | 23.98 | 1.1540 | 16 | 4.6159 |
| 1989 | 5 | 1,143 | 274 | 23.97 | 1.1542 | 25 | 5.7711 |
| 1990 | 6 | 1,123 | 269 | 23.95 | 1.1552 | 36 | 6.9313 |
| 1991 | 7 | 1,049 | 251 | 23.93 | 1.1567 | 49 | 8.0966 |
| 1992 | 8 | 1,049 | 251 | 23.93 | 1.1567 | 64 | 9.2532 |
| 1993 | 9 | 1,004 | 240 | 23.90 | 1.1579 | 81 | 10.4214 |
| 1994 | 10 | 925 | 222 | 24.00 | 1.1527 | 100 | 11.5268 |
| 1995 | 11 | 883 | 224 | 25.37 | 1.0791 | 121 | 11.8699 |
| 1996 | 12 | 858 | 218 | 25.41 | 1.0770 | 144 | 12.9237 |
| 1997 | 13 | 912 | 224 | 24.56 | 1.1221 | 169 | 14.5879 |
| 計 | 91 | 14,970 | 3,616 | 338.79 | 15.9877 | 819 | 102.9410 |

$$Y_i = \ln\left(\frac{100}{y} - 1\right)$$

$$y' = \frac{100}{1 + e^{B} \cdot e^{A \times Xi}}$$

회기계수( $A$ ) - $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X \Sigma Y}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = -0.0043

상수( $B$ ) = $\dfrac{\Sigma X^2 \Sigma Y - \Sigma X \Sigma (XY)}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 1.1699

$n$ = 資料年數의 총 갯수

| 年度 | 年數 | 盈德郡 總漁船隻數(採擇値) | 分擔率 ( $y'$ ) (%) | 推定値 |
|---|---|---|---|---|
| 2001 | 17 | 830 | 25.03 | 208 |
| 2006 | 22 | 750 | 25.44 | 191 |
| 2011 | 27 | 670 | 25.85 | 173 |

4) 盈德郡 總漁船隻數에 대한 相關式에 의한 推定

| 年度 | 盈德郡 總漁船隻數(Xi) | 江口港 總漁船隻數(Yi) | ($Xi^2$) | (Xi X Yi) | ($Yi^2$) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | 1,135 | 272 | 1,288,225 | 308,720 | 73,984 |
| 1985 | 1,168 | 280 | 1,364,224 | 327,040 | 78,400 |
| 1986 | 1,190 | 286 | 1,416,100 | 340,340 | 81,796 |
| 1987 | 1,188 | 283 | 1,411,344 | 336,204 | 80,089 |
| 1988 | 1,343 | 322 | 1,803,649 | 432,446 | 103,684 |
| 1989 | 1,143 | 274 | 1,306,449 | 313,182 | 75,076 |
| 1990 | 1,123 | 269 | 1,261,129 | 302,087 | 72,361 |
| 1991 | 1,049 | 251 | 1,100,401 | 263,299 | 63,001 |
| 1992 | 1,049 | 251 | 1,100,401 | 263,299 | 63,001 |
| 1993 | 1,004 | 240 | 1,008,016 | 240,960 | 57,600 |
| 1994 | 925 | 222 | 855,625 | 205,350 | 49,284 |
| 1995 | 883 | 224 | 779,689 | 197,792 | 50,176 |
| 1996 | 858 | 218 | 736,164 | 187,044 | 47,524 |
| 1997 | 912 | 224 | 831,744 | 204,288 | 50,176 |
| 計 | 14,970 | 3,616 | 16,263,160 | 3,922,051 | 946,152 |

$$Y = AQ + B$$

회기계수( $A$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 0.2169

상수( $B$ ) = $\dfrac{\Sigma X^2\Sigma Y - \Sigma X\Sigma(XY)}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 26.3673

상관계수( $r$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{\sqrt{\{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2\} \times \{n\Sigma(Y)^2 - (\Sigma Y)^2\}}}$ = 0.9938

$n$ = 資料年數의 총 갯수

| 年度 | 年數 | 盈德郡 總漁船隻數(採擇値) | 推定値 |
|---|---|---|---|
| 2001 | 17 | 830 | 206 |
| 2006 | 22 | 750 | 189 |
| 2011 | 27 | 670 | 172 |

5) 江口港 總漁船隻數 推定 結果

| 年度 | 方法 ① | 方法 ② | 方法 ③ | 方法 ④ | **採擇値** | 沿岸港開發 基本計劃 報告書의 推定値 | 差異 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2001 | 196 | 264 | 208 | 206 | **207** | 204 | 3 |
| 2006 | 163 | 262 | 191 | 189 | **190** | 202 | -12 |
| 2011 | 133 | 260 | 173 | 172 | **173** | | |

方法 ① : 傾向式에 의한 推定

方法 ② : 年平均增加率에 의한 方法

方法 ③ : 盈德郡 總漁船隻數에 대한 Logistic 曲線式에 의한 推定

方法 ④ : 盈德郡 總漁船隻數에 대한 相關式에 의한 方法

方法 ①의 境遇에는 年度別로 급격하게 減少하는 傾向이 있으므로 제외하고, 方法 ②의 境遇에는 '97年의 漁船隻數 224隻보다 推定年度値가 많으므로 제외하였다.

方法 ③과 ④를 平均하여 採擇値를 구하였다.

나. 江口浦 動力漁船隻數 推定

1) 傾向式에 의한 推定

| 年度 | 年數 (Xi) | 江口浦 動力漁船隻數(Yi) | ($Xi^2$) | (Xi X Yi) | ($Yi^2$) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | 0 | 171 | 0 | 0 | 29,241 |
| 1985 | 1 | 174 | 1 | 174 | 30,276 |
| 1986 | 2 | 178 | 4 | 356 | 31,684 |
| 1987 | 3 | 169 | 9 | 507 | 28,561 |
| 1988 | 4 | 232 | 16 | 928 | 53,824 |
| 1989 | 5 | 191 | 25 | 955 | 36,481 |
| 1990 | 6 | 181 | 36 | 1,086 | 32,761 |
| 1991 | 7 | 179 | 49 | 1,253 | 32,041 |
| 1992 | 8 | 175 | 64 | 1,400 | 30,625 |
| 1993 | 9 | 196 | 81 | 1,764 | 38,416 |
| 1994 | 10 | 182 | 100 | 1,820 | 33,124 |
| 1995 | 11 | 191 | 121 | 2,101 | 36,481 |
| 1996 | 12 | 185 | 144 | 2,220 | 34,225 |
| 1997 | 13 | 185 | 169 | 2,405 | 34,225 |
| 計 | 91 | 2,589 | 819 | 16,969 | 481,965 |

$$Y = AX_i + B$$

회기계수( $A$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 0.6176

상수( $B$ ) = $\dfrac{\Sigma X^2\Sigma Y - \Sigma X\Sigma(XY)}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 180.9143

상관계수( $r$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{\sqrt{\{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2\} \times \{n\Sigma(Y)^2 - (\Sigma Y)^2\}}}$ = 0.1651

$n$ = 資料年數의 총 개수

| 年度 | 年數 | 推定値 |
|---|---|---|
| 2001 | 17 | 191 |
| 2006 | 22 | 195 |
| 2011 | 27 | 198 |

2) 年平均 增加率에 의한 推定

| 年度 | 年數 (Xi) | 江口港 動力漁船隻數(Yi) | 增加率 R(%) |
|---|---|---|---|
| 1984 | 0 | 171 | 0.00 |
| 1985 | 1 | 174 | 1.75 |
| 1986 | 2 | 178 | 2.30 |
| 1987 | 3 | 169 | -5.06 |
| 1988 | 4 | 232 | 37.28 |
| 1989 | 5 | 191 | -17.67 |
| 1990 | 6 | 181 | -5.24 |
| 1991 | 7 | 179 | -1.10 |
| 1992 | 8 | 175 | -2.23 |
| 1993 | 9 | 196 | 12.00 |
| 1994 | 10 | 182 | -7.14 |
| 1995 | 11 | 191 | 4.95 |
| 1996 | 12 | 185 | -3.14 |
| 1997 | 13 | 185 | 0.00 |
| 計 | 91 | 2,589 | 16.69 |

$Y$ = 기준년도치 $\times (1+A)^{Xi}$

$A = \Sigma R / (n-1) =$ 1.2837 %

$n$ - 資料年數의 총 갯수

| 年度 | 年數 | 推定値 |
|---|---|---|
| 2001 | 17 | 212 |
| 2006 | 22 | 226 |
| 2011 | 27 | 241 |

3) 盈德郡 動力漁船에 대한 Logistic 曲線式에 의한 推定

| 年度 | 年數 (Xi) | 盈德郡 動力漁船隻數 | 江口港 動力漁船隻數 | 分擔率 y(%) | (Yi) | ($Xi^2$) | (Xi X Yi) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | 0 | 510 | 171 | 33.53 | 0.6843 | 0 | 0.0000 |
| 1985 | 1 | 543 | 174 | 32.04 | 0.7517 | 1 | 0.7517 |
| 1986 | 2 | 575 | 178 | 30.96 | 0.8022 | 4 | 1.6043 |
| 1987 | 3 | 575 | 169 | 29.39 | 0.8765 | 9 | 2.6294 |
| 1988 | 4 | 838 | 232 | 27.68 | 0.9601 | 16 | 3.8406 |
| 1989 | 5 | 717 | 191 | 26.64 | 1.0130 | 25 | 5.0651 |
| 1990 | 6 | 737 | 181 | 24.56 | 1.1223 | 36 | 6.7336 |
| 1991 | 7 | 725 | 179 | 24.69 | 1.1152 | 49 | 7.8066 |
| 1992 | 8 | 725 | 175 | 24.14 | 1.1451 | 64 | 9.1611 |
| 1993 | 9 | 717 | 196 | 27.34 | 0.9776 | 81 | 8.7987 |
| 1994 | 10 | 723 | 182 | 25.17 | 1.0894 | 100 | 10.8941 |
| 1995 | 11 | 702 | 191 | 27.21 | 0.9841 | 121 | 10.8251 |
| 1996 | 12 | 693 | 185 | 26.70 | 1.0101 | 144 | 12.1215 |
| 1997 | 13 | 685 | 185 | 27.01 | 0.9943 | 169 | 12.9253 |
| 計 | 91 | 9,465 | 2,589 | 387.05 | 13.5260 | 819 | 93.1571 |

$$Y_i = \ln\left(\frac{100}{y} - 1\right)$$

$$y' = \frac{100}{1 + e^{B} \cdot e^{A \times Xi}}$$

회기계수( $A$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X \Sigma Y}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 0.0230

상수( $B$ ) = $\dfrac{\Sigma X^2 \Sigma Y - \Sigma X \Sigma(XY)}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 0.8165

$n$ = 資料年數의 총 갯수

| 年度 | 年數 | 盈德郡 動力漁船隻數(採擇値) | 分擔率 ( $y'$ ) (%) | 推定値 |
|---|---|---|---|---|
| 2001 | 17 | 690 | 23.01 | 159 |
| 2006 | 22 | 670 | 21.04 | 141 |
| 2011 | 27 | 640 | 19.19 | 123 |

4) 江口港 總漁船에 대한 Logistic 曲線式에 의한 推定

| 年度 | 年數 (Xi) | 江口港 總漁船隻數 | 江口港 動力漁船隻數 | 分擔率 y(%) | (Yi) | ($Xi^2$) | (Xi × Yi) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | 0 | 272 | 171 | 62.87 | -0.5265 | 0 | 0.0000 |
| 1985 | 1 | 280 | 174 | 62.14 | -0.4956 | 1 | -0.4956 |
| 1986 | 2 | 286 | 178 | 62.24 | -0.4997 | 4 | -0.9993 |
| 1987 | 3 | 283 | 169 | 59.72 | -0.3937 | 9 | -1.1811 |
| 1988 | 4 | 322 | 232 | 72.05 | -0.9469 | 16 | -3.7877 |
| 1989 | 5 | 274 | 191 | 69.71 | -0.8334 | 25 | -4.1672 |
| 1990 | 6 | 269 | 181 | 67.29 | -0.7212 | 36 | -4.3270 |
| 1991 | 7 | 251 | 179 | 71.31 | -0.9107 | 49 | -6.3750 |
| 1992 | 8 | 251 | 175 | 69.72 | -0.8341 | 64 | -6.6724 |
| 1993 | 9 | 240 | 196 | 81.67 | -1.4939 | 81 | -13.4453 |
| 1994 | 10 | 222 | 182 | 81.98 | -1.5151 | 100 | -15.1513 |
| 1995 | 11 | 224 | 191 | 85.27 | -1.7558 | 121 | -19.3134 |
| 1996 | 12 | 218 | 185 | 84.86 | -1.7238 | 144 | -20.6862 |
| 1997 | 13 | 224 | 185 | 82.59 | -1.5568 | 169 | -20.2383 |
| 計 | 91 | 3,616 | 2,589 | 1013.41 | -14.2073 | 819 | -116.8398 |

$$Y_i = \ln\left(\frac{100}{y} - 1\right)$$

$$y' = \frac{100}{1 + e^{B} \cdot e^{A \times Xi}}$$

회기계수( $A$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X \Sigma Y}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = -0.1077

상수( $B$ ) = $\dfrac{\Sigma X^2 \Sigma Y - \Sigma X \Sigma(XY)}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = -0.3150

$n$ = 資料年數의 총 갯수

| 年度 | 年數 | 江口港 總漁船隻數(採擇値) | 分擔率 ( $y'$ ) (%) | 推定値 |
|---|---|---|---|---|
| 2001 | 17 | 207 | 89.53 | 185 |
| 2006 | 22 | 190 | 93.61 | 178 |
| 2011 | 27 | 173 | 96.17 | 166 |

5) 盈德郡 動力漁船에 대한 相關式에 의한 推定

| 年度 | 盈德郡<br>動力漁船隻數(Xi) | 江口港<br>動力漁船隻數(Yi) | ($Xi^2$) | (Xi X Yi) | ($Yi^2$) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | 510 | 171 | 260,100 | 87,210 | 29,241 |
| 1985 | 543 | 174 | 294,849 | 94,482 | 30,276 |
| 1986 | 575 | 178 | 330,625 | 102,350 | 31,684 |
| 1987 | 575 | 169 | 330,625 | 97,175 | 28,561 |
| 1988 | 838 | 232 | 702,244 | 194,416 | 53,824 |
| 1989 | 717 | 191 | 514,089 | 136,947 | 36,481 |
| 1990 | 737 | 181 | 543,169 | 133,397 | 32,761 |
| 1991 | 725 | 179 | 525,625 | 129,775 | 32,041 |
| 1992 | 725 | 175 | 525,625 | 126,875 | 30,625 |
| 1993 | 717 | 196 | 514,089 | 140,532 | 38,416 |
| 1994 | 723 | 182 | 522,729 | 131,586 | 33,124 |
| 1995 | 702 | 191 | 492,804 | 134,082 | 36,481 |
| 1996 | 693 | 185 | 480,249 | 128,205 | 34,225 |
| 1997 | 685 | 185 | 469,225 | 126,725 | 34,225 |
| 計 | 9,465 | 2,580 | 6,506,047 | 1,763,757 | 481,965 |

$$Y = AQ + B$$

회기계수( $A$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 0.1253

상수( $B$ ) = $\dfrac{\Sigma X^2\Sigma Y - \Sigma X\Sigma(XY)}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 100.2352

상관계수( $r$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{\sqrt{\{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2\} \times \{n\Sigma(Y)^2 - (\Sigma Y)^2\}}}$ = 0.7262

$n$ = 資料年數의 총 갯수

| 年度 | 年數 | 盈德郡 動力漁船隻數(採擇値) | 推定値 |
|---|---|---|---|
| 2001 | 17 | 690 | 187 |
| 2006 | 22 | 670 | 184 |
| 2011 | 27 | 640 | 180 |

6) 江口港 總漁船에 대한 相關式에 의한 推定

| 年度 | 江口港<br>總漁船隻數(Xi) | 江口港<br>動力漁船隻數(Yi) | ($Xi^2$) | (Xi X Yi) | ($Yi^2$) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1984 | 272 | 171 | 73,984 | 46,512 | 29,241 |
| 1985 | 280 | 174 | 78,400 | 48,720 | 30,276 |
| 1986 | 286 | 178 | 81,796 | 50,908 | 31,684 |
| 1987 | 283 | 169 | 80,089 | 47,827 | 28,561 |
| 1988 | 322 | 232 | 103,684 | 74,704 | 53,824 |
| 1989 | 274 | 191 | 75,076 | 52,334 | 36,481 |
| 1990 | 269 | 181 | 72,361 | 48,689 | 32,761 |
| 1991 | 251 | 179 | 63,001 | 44,929 | 32,041 |
| 1992 | 251 | 175 | 63,001 | 43,925 | 30,625 |
| 1993 | 240 | 196 | 57,600 | 47,040 | 38,416 |
| 1994 | 222 | 182 | 49,284 | 40,404 | 33,124 |
| 1995 | 224 | 191 | 50,176 | 42,784 | 36,481 |
| 1996 | 218 | 185 | 47,524 | 40,330 | 34,225 |
| 1997 | 224 | 185 | 50,176 | 41,440 | 34,225 |
| 計 | 3,616 | 2,589 | 946,152 | 670,546 | 481,965 |

$$Y = AQ + B$$

회기계수( $A$ ) - $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 0.1513

상수( $B$ ) = $\dfrac{\Sigma X^2\Sigma Y - \Sigma X\Sigma(XY)}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ - 145.8540

상관계수( $r$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{\sqrt{\{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2\} \times \{n\Sigma(Y)^2 - (\Sigma Y)^2\}}}$ = 0.2960

$n$ = 資料年數의 총 갯수

| 年度 | 年數 | 江口港 總漁船隻數(採擇値) | 推定値 |
|---|---|---|---|
| 2001 | 17 | 207 | 177 |
| 2006 | 22 | 190 | 175 |
| 2011 | 27 | 173 | 172 |

7) 江口港 動力漁船隻數 推定 結果

| 年度 | 方法 ① | 方法 ② | 方法 ③ | 方法 ④ | 方法 ⑤ | 方法 ⑥ | 採擇値 | 沿岸港開發 基本計劃 報告書의 推定値 | 差異 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2001 | 191 | 212 | 159 | 185 | 187 | 177 | **181** | - | - |
| 2006 | 195 | 226 | 141 | 178 | 184 | 175 | **177** | - | - |
| 2011 | 198 | 241 | 123 | 166 | 180 | 172 | **169** | | |

方法 ① : 傾向式에 의한 推定

方法 ② : 年平均增加率에 의한 方法

方法 ③ : 盈德郡 動力漁船隻數에 대한 Logistic 曲線式에 의한 推定

方法 ④ : 江口港 總漁船隻數에 대한 Logistic 曲線式에 의한 推定

方法 ⑤ : 盈德郡 動力漁船隻數에 대한 相關式에 의한 方法

方法 ⑥ : 江口港 總漁船隻數에 대한 相關式에 의한 方法

方法 ①과 ②의 境遇에는 '97年의 江口港 動力漁船隻數 185隻보다 많은 관계로 제외하였다. 方法 ③은 漁船隻數 推定値가 너무 낮게 나와서 제외하였고, 方法 ⑤의 境遇에는 2011年의 江口港 總漁船隻數 推定値 173隻보다 江口港 動力漁船隻數 推定値가 더 많게 나와서 제외하였다.

方法 ④와 ⑥을 平均하여 採擇値를 정하였다.

## 漁獲量 推定

### 1. 江口港 漁獲量 推定

#### 1) 傾向式에 의한 推定

| 年度 | 年數 (Xi) | 江口港 漁獲量 (M/T) (Yi) | 年數$^2$ ($Xi^2$) | (Xi X Yi) | 江口港漁獲量$^2$ (M/T) ($Yi^2$) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1985 | 0 | 17,750 | 0 | 0 | 315,062,500 |
| 1986 | 1 | 9,235 | 1 | 9,235 | 85,285,225 |
| 1987 | 2 | 4,543 | 4 | 9,086 | 20,638,849 |
| 1988 | 3 | 6,934 | 9 | 20,802 | 48,080,356 |
| 1989 | 4 | 6,714 | 16 | 26,856 | 45,077,796 |
| 1990 | 5 | 8,894 | 25 | 44,470 | 79,103,236 |
| 1991 | 6 | 7,490 | 36 | 44,940 | 56,100,100 |
| 1992 | 7 | 9,570 | 49 | 66,990 | 91,584,900 |
| 1993 | 8 | 10,470 | 64 | 83,760 | 109,620,900 |
| 1994 | 9 | 11,970 | 81 | 107,730 | 143,280,900 |
| 1995 | 10 | 13,990 | 100 | 139,900 | 195,720,100 |
| 1996 | 11 | 15,008 | 121 | 165,088 | 225,240,064 |
| 1997 | 12 | 12,984 | 144 | 155,808 | 168,584,256 |
| 1998 | 13 | 20,800 | 169 | 270,400 | 432,640,000 |
| 計 | 91 | 156,352 | 819 | 1,145,065 | 2,016,019,182 |

$$Y = AX_i + B$$

회기계수( $A$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 566.0527

상수( $B$ ) = $\dfrac{\Sigma X^2\Sigma Y - \Sigma X\Sigma(XY)}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$ = 7,488.6571

상관계수( $r$ ) = $\dfrac{n\Sigma(XY) - \Sigma X\Sigma Y}{\sqrt{\{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2\} \times \{n\Sigma(Y)^2 - (\Sigma Y)^2\}}}$ = 0.5197

$n$ = 資料年數의 총 개수

| 年度 | 年數 | 推定値 |
|---|---|---|
| 2001 | 17 | 17,112 |
| 2006 | 22 | 19,942 |
| 2011 | 27 | 22,772 |

2) 年平均 增加率에 의한 推定

| 年度 | 年數 (Xi) | 江口港 漁獲量 (M/T) (Yi) | 增加率 R(%) |
|---|---|---|---|
| 1985 | 0 | 17,750 | 0.00 |
| 1986 | 1 | 9,235 | -47.97 |
| 1987 | 2 | 4,543 | -50.81 |
| 1988 | 3 | 6,934 | 52.63 |
| 1989 | 4 | 6,714 | -3.17 |
| 1990 | 5 | 8,894 | 32.47 |
| 1991 | 6 | 7,490 | -15.79 |
| 1992 | 7 | 9,570 | 27.77 |
| 1993 | 8 | 10,470 | 9.40 |
| 1994 | 9 | 11,970 | 14.33 |
| 1995 | 10 | 13,990 | 16.88 |
| 1996 | 11 | 15,008 | 7.28 |
| 1997 | 12 | 12,984 | -13.49 |
| 1998 | 13 | 20,800 | 60.20 |
| 計 | 91 | 156,352 | 89.73 |

$Y$ = 기준년도치 $\times (1+\Lambda)^{Xi}$

$\Lambda = \sum R / (n-1) =$ 6.9021 %

| 年度 | 年數 | 推定値 |
|---|---|---|
| 2001 | 17 | 55,203 |
| 2006 | 22 | 77,072 |
| 2011 | 27 | 107,604 |

3) 江口港 漁獲量 推定結果

| 年度 | 方法 ① | 方法 ② | **採擇値** |
|---|---|---|---|
| 2001 | 17,112 | 55,203 | **17,112** |
| 2006 | 19,942 | 77,072 | **19,942** |
| 2011 | 22,772 | 107,604 | **22,772** |

方法 ① : 傾向式에 의한 推定

方法 ② : 年平均增加率에 의한 方法

江口港 漁獲量 推定은 江口水産業協同組合의 資料를 利用하여 目標 年度別로 推定하였다. 이 때 使用한 推定方法은 傾向式에 의한 方法, 年平均增加率에 의한 方法으로서 方法 ②의 境遇에는 推定年度別 급격하게 增加하는 矛盾이 있어 제외하고, 方法 ①의 結果値를 採擇値로 설하였다.

# 4. 接岸施設 所要規模 算定 및
# 漁港施設 用地 算定

# 接岸施設用地 所要規模 算定

1. 接岸施設 所要規模

接岸施設 所要規模는 漁船埠頭를 揚陸, 補給, 休息埠頭로 區分하여 檢討하였다.

가. 揚陸埠頭

揚陸埠頭는 주로 漁獲物 揚陸時 使用되는 埠頭로서 利用漁船은 勢力圈內의 地方漁船中 盛漁基時에 操業하는 漁船을 對象으로 業種別, 톤급별로 該當 揚陸量 및 揚陸時間, 揚陸方法의 實態를 把握하여 埠頭 所要延長을 "接岸施設(物揚場) 所要規模 調査課業 報告書('90. 10, 水産廳)"를 基準하여 算定한다.

- 接岸方法 : 横接岸
- 對象漁船 : 勢力圈內 地方漁船 + 外來漁船 (盛漁基時 日 平均 利用漁船)
- 業種別, 톤급별 該當 揚陸時間 (接岸 및 離岸時間 포함)

  : 江口港의 주 漁獲物이 오징어, 고등어, 정어리, 새우인 점을 勘案하여 表 1.1에 나타내었다.

表 1.1 業種別, 톤급별 揚陸時間

| 톤급별 / 구분 | 1톤미만 | 1-5톤 | 5-10톤 | 10-20톤 | 20-30톤 | 30-50톤 | 50톤이상 | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 유자망 | 15분 | 15분 | 25분 | 3.67시간 | 3.67시간 | 3.67시간 | 3.67시간 | |
| 연승 | 15분 | 15분 | 40분 | 50분 | 0 | 0 | 0 | |
| 통발 | 15분 | 15분 | 30분 | 30분 | 1.25시간 | 1.25시간 | 1.25시간 | |
| 適用 | 0.25시간 | 0.25시간 | 0.53시간 | 1.67시간 | 2.46시간 | 2.96시간 | 2.96시간 | |

※ 接岸 및 離岸時間 포함.

- 1日 揚陸可能時間 : 8時間

● 埠頭所要延長 = $\frac{\text{利用隻數} \times 1.2 \times L \times \text{船舶該當 揚陸所要時間}}{\text{1日 揚陸可能時間}}$

表 1.2 揚陸埠頭 所要延長

| 年度 | 톤급별 | 隻數 | 1日 荷役時間 | 該當 荷役時間 | 船次 日數 | 船團 構成 | 所要 船座數 | 船長 | 船座 延長(1.2L) | 埠頭延長 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1997年 | 1톤미만 | 74 | 8 | 0.25 | 1 | 1 | 2.81 | 6.7 | 8.0 | 18.6 |
| | 1-5톤 | 82 | 8 | 0.25 | 1 | 1 | 1.88 | 9.5 | 11.4 | 29.2 |
| | 5-10톤 | 24 | 8 | 0.53 | 1 | 1 | 1.26 | 13.5 | 16.2 | 25.8 |
| | 10-20톤 | 15 | 8 | 1.67 | 1 | 1 | 2.92 | 18.0 | 21.6 | 67.6 |
| | 20-30톤 | 7 | 8 | 2.46 | 1 | 1 | 0.62 | 19.9 | 23.9 | 51.4 |
| | 30-50톤 | 8 | 8 | 2.96 | 4 | 1 | 0.56 | 27.0 | 32.4 | 24.0 |
| | 50-100톤 | 14 | 8 | 2.96 | 4 | 1 | 1.11 | 29.6 | 35.5 | 46.0 |
| | 100톤이상 | 0 | 8 | 2.96 | 4 | 1 | 0.09 | 38.5 | 46.2 | 0.0 |
| | 計 | 224 | | | | | | | | **262.6** |
| 2001年 | 1톤미만 | 66 | 8 | 0.25 | 1 | 1 | 2.81 | 6.7 | 8.0 | 16.6 |
| | 1-5톤 | 75 | 8 | 0.25 | 1 | 1 | 1.88 | 9.5 | 11.4 | 26.7 |
| | 5-10톤 | 22 | 8 | 0.53 | 1 | 1 | 1.26 | 13.5 | 16.2 | 23.6 |
| | 10-20톤 | 15 | 8 | 1.67 | 1 | 1 | 2.92 | 18.0 | 21.6 | 67.6 |
| | 20-30톤 | 7 | 8 | 2.46 | 1 | 1 | 0.62 | 19.9 | 23.9 | 51.4 |
| | 30-50톤 | 8 | 8 | 2.96 | 4 | 1 | 0.56 | 27.0 | 32.4 | 24.0 |
| | 50-100톤 | 14 | 8 | 2.96 | 4 | 1 | 1.11 | 29.6 | 35.5 | 46.0 |
| | 100톤이상 | 0 | 8 | 2.96 | 4 | 1 | 0.09 | 38.5 | 46.2 | 0.0 |
| | 計 | 207 | | | | | | | | **255.9** |

表 1.2 揚陸埠頭 所要延長 (계속)

| 年度 | 톤급별 | 隻數 | 1日 荷役時間 | 該當 荷役時間 | 船次 日數 | 船團 構成 | 所要 船座數 | 船長 | 船座 延長(1.2L) | 埠頭延長 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2006년 | 1톤미만 | 63 | 8 | 0.25 | 1 | 1 | 2.81 | 6.7 | 8.0 | 15.8 |
| | 1-5톤 | 66 | 8 | 0.25 | 1 | 1 | 1.88 | 9.5 | 11.4 | 23.5 |
| | 5-10톤 | 20 | 8 | 0.53 | 1 | 1 | 1.26 | 13.5 | 16.2 | 21.5 |
| | 10-20톤 | 15 | 8 | 1.67 | 1 | 1 | 2.92 | 18.0 | 21.6 | 67.6 |
| | 20-30톤 | 7 | 8 | 2.46 | 1 | 1 | 0.62 | 19.9 | 23.9 | 51.4 |
| | 30-50톤 | 7 | 8 | 2.96 | 4 | 1 | 0.56 | 27.0 | 32.4 | 21.0 |
| | 50-100톤 | 12 | 8 | 2.96 | 4 | 1 | 1.11 | 29.6 | 35.5 | 39.4 |
| | 100톤이상 | 0 | 8 | 2.96 | 4 | 1 | 0.09 | 38.5 | 46.2 | 0.0 |
| | 계 | 190 | | | | | | | | **240.2** |
| 2001년 | 1톤미만 | 58 | 8 | 0.25 | 1 | 1 | 2.81 | 6.7 | 8.0 | 14.6 |
| | 1-5톤 | 60 | 8 | 0.25 | 1 | 1 | 1.88 | 9.5 | 11.4 | 21.4 |
| | 5-10톤 | 20 | 8 | 0.53 | 1 | 1 | 1.26 | 13.5 | 16.2 | 21.5 |
| | 10-20톤 | 12 | 8 | 1.67 | 1 | 1 | 2.92 | 18.0 | 21.6 | 54.1 |
| | 20-30톤 | 6 | 8 | 2.46 | 1 | 1 | 0.62 | 19.9 | 23.9 | 44.1 |
| | 30-50톤 | 7 | 8 | 2.96 | 4 | 1 | 0.56 | 27.0 | 32.4 | 21.0 |
| | 50-100톤 | 10 | 8 | 2.96 | 4 | 1 | 1.11 | 29.6 | 35.5 | 32.9 |
| | 100톤이상 | 0 | 8 | 2.96 | 4 | 1 | 0.09 | 38.5 | 46.2 | 0.0 |
| | 계 | 173 | | | | | | | | **209.4** |

나. 補給埠頭

補給埠頭는 주로 專用施設을 利用하여 給油, 給水, 給氷 등의 補給을 위해 利用하는 埠頭로서 利用漁船中 最大 船級을 基準하여 給油, 給水 ,給氷埠頭 2船座씩 計劃(200~500隻 基準)하였다.

表 1.3 補給埠頭 所要延長

| 埠頭別 | 船座數 | 埠頭延長 | 前面水深 | 備考 |
|---|---|---|---|---|
| 給油 | 2 | 80.0m | (-)3.50m | 300톤급 油槽船 基準 |
| 給水 | 2 | 80.0m | (-)3.50m | 100G/T급 漁船 |
| 給氷 | 2 | 80.0m | (-)3.50m | 100G/T급 漁船 |
| 計 | 6 | 240.0m | (-)3.50m | |

나. 休息埠頭

休息埠頭는 揚陸, 出漁準備 前後에 休息 또는 대기를 위해 漁船이 接岸 및 계선하는 埠頭로서 江口港을 利用하는 漁船을 對象으로 所要延長을 算定.

● 接岸 方法 : 3縱 接岸

● 對象 漁船 : 在籍漁船의 80% 適用

● 埠頭所要延長 = $\frac{\text{接岸施設} \times 1.15 \times B}{3}$

表 1.4 休息埠頭 所要延長

| 年度 | 톤급별 | 總 隻數 | 休息 隻數 | 縱接岸 隻數 | 船幅 (B) | 該當 船座幅(1.15B) | 埠頭延長 | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1997年 | 1톤미만 | 74 | 59 | 3 | 2.1 | 2.42 | 47.7 | |
| | 1-5톤 | 82 | 66 | 3 | 2.8 | 3.22 | 70.4 | |
| | 5-10톤 | 24 | 19 | 3 | 3.4 | 3.91 | 25.0 | |
| | 10-20톤 | 15 | 12 | 3 | 4.3 | 4.95 | 19.8 | |
| | 20-30톤 | 7 | 6 | 3 | 4.9 | 5.64 | 10.5 | |
| | 30-50톤 | 8 | 6 | 3 | 5.1 | 5.87 | 12.5 | |
| | 50-100톤 | 14 | 11 | 1 | 5.5 | 6.33 | 70.8 | |
| | 100톤이상 | 0 | 0 | 1 | 7.5 | 8.63 | 0.0 | |
| | 計 | 224 | 179 | | | | **256.7** | |
| 2001年 | 1톤미만 | 66 | 53 | 3 | 2.1 | 2.42 | 42.5 | |
| | 1-5톤 | 75 | 60 | 3 | 2.8 | 3.22 | 64.4 | |
| | 5-10톤 | 22 | 18 | 3 | 3.4 | 3.91 | 22.9 | |
| | 10-20톤 | 15 | 12 | 3 | 4.3 | 4.95 | 19.8 | |
| | 20-30톤 | 7 | 6 | 3 | 4.9 | 5.64 | 10.5 | |
| | 30-50톤 | 8 | 6 | 3 | 5.1 | 5.87 | 12.5 | |
| | 50-100톤 | 14 | 11 | 1 | 5.5 | 6.33 | 70.8 | |
| | 100톤이상 | 0 | 0 | 1 | 7.5 | 8.63 | 0.0 | |
| | 計 | 207 | 166 | | | | **243.5** | |

表 1.4 休息埠頭 所要延長 (계속)

| 年度 | 톤급별 | 總隻數 | 休息隻數 | 縱接岸隻數 | 船幅(B) | 該當船座幅(1.15B) | 埠頭延長 | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2006年 | 1톤미만 | 63 | 50 | 3 | 2.1 | 2.42 | 40.6 | |
| | 1-5톤 | 66 | 53 | 3 | 2.8 | 3.22 | 56.7 | |
| | 5-10톤 | 20 | 16 | 3 | 3.4 | 3.91 | 20.9 | |
| | 10-20톤 | 15 | 12 | 3 | 4.3 | 4.95 | 19.8 | |
| | 20-30톤 | 7 | 6 | 3 | 4.9 | 5.64 | 10.5 | |
| | 30-50톤 | 7 | 6 | 3 | 5.1 | 5.87 | 10.9 | |
| | 50-100톤 | 12 | 10 | 1 | 5.5 | 6.33 | 60.7 | |
| | 100톤이상 | 0 | 0 | 1 | 7.5 | 8.63 | 0.0 | |
| | 計 | 190 | 152 | | | | **220.1** | |
| 2011年 | 1톤미만 | 58 | 46 | 3 | 2.1 | 2.42 | 37.4 | |
| | 1-5톤 | 60 | 48 | 3 | 2.8 | 3.22 | 51.5 | |
| | 5-10톤 | 20 | 16 | 3 | 3.4 | 3.91 | 20.9 | |
| | 10 20톤 | 12 | 10 | 3 | 4.3 | 4.95 | 15.8 | |
| | 20-30톤 | 6 | 5 | 3 | 4.9 | 5.64 | 9.0 | |
| | 30-50톤 | 7 | 6 | 3 | 5.1 | 5.87 | 10.9 | |
| | 50-100톤 | 10 | 8 | 1 | 5.5 | 6.33 | 50.6 | |
| | 100톤이상 | 0 | 0 | 1 | 7.5 | 8.63 | 0.0 | |
| | 計 | 173 | 138 | | | | **196.1** | |

2. 水域施設 所要規模 檢討

漁船用 泊地는 揚陸用, 補給用, 休息用으로 區分하여 泊地面積을 算定하였다.

가. 揚陸用 泊地

揚陸用 泊地는 橫接岸하는 것을 基準으로 하며 航路와 操船水域을 포함하여 算定함.

$$\begin{aligned} \text{泊地面積} &= \text{埠頭延長} \times (\text{橫接岸幅} + \text{航路幅} + \text{操船幅}) \\ &= \text{埠頭延長} \times (0.25L + 0.75L + 1.5L) \\ &= \text{埠頭延長} \times 2.5L \end{aligned}$$

단, $L$ 은 船長임.

나. 補給用 泊地

補給時의 接岸方式은 橫接岸이며 航路 및 操船 所要面積을 考慮하여 目標年度別 埠頭延長을 基準으로 算定함.

$$\begin{aligned} \text{泊地面積} &= \text{埠頭延長} \times (\text{橫接岸幅} + \text{航路幅} + \text{操船幅}) \\ &= \text{埠頭延長} \times (0.25L + 0.75L + 1.5L) \\ &= \text{埠頭延長} \times 2.5L \\ &= 80 \times 2.5 \times 42 + 160 \times 2.5 \times 32 \\ &= 21,200\text{m}^2 \end{aligned}$$

다. 休息用 泊地

休息用에는 3縱接岸을 原則으로 하고 純占用面積 및 航路와 操船 所要面積을 考慮하여 算定함.

$$\begin{aligned} \text{泊地面積} &= \text{埠頭延長} \times (\text{3縱接岸} + \text{航路幅} + \text{操船幅}) \\ &= \text{埠頭延長} \times (1.5L \times 3 + 0.75L + 1.5L) \\ &= \text{埠頭延長} \times 6.75L \end{aligned}$$

表 2.1 揚陸用 泊地面積

| 年度 | 톤급별 | 埠頭延長 | 船長(L) | 所要幅(2.5L) | 泊地面積(㎡) | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1997年 | 1톤미만 | 18.6 | 6.7 | 16.8 | 311.6 | |
| | 1-5톤 | 29.2 | 9.5 | 23.8 | 693.5 | |
| | 5-10톤 | 25.8 | 13.5 | 33.8 | 870.8 | |
| | 10-20톤 | 67.6 | 18.0 | 45.0 | 3,042.0 | |
| | 20-30톤 | 51.4 | 19.9 | 49.8 | 2,557.2 | |
| | 30-50톤 | 24.0 | 27.0 | 67.5 | 1,620.0 | |
| | 50-100톤 | 46.0 | 29.6 | 74.0 | 3,404.0 | |
| | 100톤이상 | 0.0 | 38.5 | 96.3 | 0.0 | |
| | 計 | 262.6 | | | **12,499.0** | |
| 2001年 | 1톤미만 | 16.6 | 6.7 | 16.8 | 278.1 | |
| | 1-5톤 | 26.7 | 9.5 | 23.8 | 634.1 | |
| | 5-10톤 | 23.6 | 13.5 | 33.8 | 796.5 | |
| | 10-20톤 | 67.6 | 18.0 | 45.0 | 3,042.0 | |
| | 20-30톤 | 51.4 | 19.9 | 49.8 | 2,557.2 | |
| | 30-50톤 | 24.0 | 27.0 | 67.5 | 1,620.0 | |
| | 50-100톤 | 46.0 | 29.6 | 74.0 | 3,404.0 | |
| | 100톤이상 | 0.0 | 38.5 | 96.3 | 0.0 | |
| | 計 | 255.9 | | | **12,331.8** | |

表 2.1 揚陸用 泊地面積 (계속)

| 年度 | 톤급별 | 埠頭延長 | 船長(L) | 所要幅(2.5L) | 泊地面積(㎡) | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2006年 | 1톤미만 | 15.8 | 6.7 | 16.8 | 264.7 | |
| | 1-5톤 | 23.5 | 9.5 | 23.8 | 558.1 | |
| | 5-10톤 | 21.5 | 13.5 | 33.8 | 725.6 | |
| | 10-20톤 | 67.6 | 18.0 | 45.0 | 3,042.0 | |
| | 20-30톤 | 51.4 | 19.9 | 49.8 | 2,557.2 | |
| | 30-50톤 | 21.0 | 27.0 | 67.5 | 1,417.5 | |
| | 50-100톤 | 39.4 | 29.6 | 74.0 | 2,915.6 | |
| | 100톤이상 | 0.0 | 38.5 | 96.3 | 0.0 | |
| | 計 | 240.2 | | | **11,480.7** | |
| 2011年 | 1톤미만 | 14.6 | 6.7 | 16.8 | 244.6 | |
| | 1-5톤 | 21.4 | 9.5 | 23.8 | 508.3 | |
| | 5-10톤 | 21.5 | 13.5 | 33.8 | 725.6 | |
| | 10-20톤 | 54.1 | 18.0 | 45.0 | 2,434.5 | |
| | 20-30톤 | 44.1 | 19.9 | 49.8 | 2,194.0 | |
| | 30-50톤 | 21.0 | 27.0 | 67.5 | 1,417.5 | |
| | 50-100톤 | 32.9 | 29.6 | 74.0 | 2,434.6 | |
| | 100톤이상 | 0.0 | 38.5 | 96.3 | 0.0 | |
| | 計 | 209.6 | | | 9,959.0 | |

表 2.2 休息用 泊地面積

| 年度 | 톤급별 | 埠頭延長 | 船長(L) | 所要幅(6.75L) | 泊地面積(㎡) | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1997年 | 1톤미만 | 47.7 | 6.7 | 45.2 | 2,157.2 | |
| | 1-5톤 | 70.4 | 9.5 | 64.1 | 4,514.4 | |
| | 5-10톤 | 25.0 | 13.5 | 91.1 | 2,278.1 | |
| | 10-20톤 | 19.8 | 18.0 | 121.5 | 2,405.7 | |
| | 20-30톤 | 10.5 | 19.9 | 134.3 | 1,410.4 | |
| | 30-50톤 | 12.5 | 27.0 | 182.3 | 2,278.1 | |
| | 50-100톤 | 70.8 | 29.6 | 199.8 | 14,145.8 | |
| | 100톤이상 | 0.0 | 38.5 | 259.9 | 0.0 | |
| | 計 | 256.7 | | | **29,189.8** | |
| 2001年 | 1톤미만 | 42.5 | 6.7 | 45.2 | 1,922.1 | |
| | 1-5톤 | 64.4 | 9.5 | 64.1 | 4,129.7 | |
| | 5-10톤 | 22.9 | 13.5 | 91.1 | 2,086.8 | |
| | 10-20톤 | 19.8 | 18.0 | 121.5 | 2,405.7 | |
| | 20-30톤 | 10.5 | 19.9 | 134.3 | 1,410.4 | |
| | 30-50톤 | 12.5 | 27.0 | 182.3 | 2,278.1 | |
| | 50-100톤 | 70.8 | 29.6 | 199.8 | 14,145.8 | |
| | 100톤이상 | 0.0 | 38.5 | 259.9 | 0.0 | |
| | 計 | 243.4 | | | **28,378.6** | |

表 2.2 休息用 泊地面積 (계속)

| 年度 | 톤급별 | 埠頭延長 | 船長(L) | 所要幅(6.75L) | 泊地面積(㎡) | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2006年 | 1톤미만 | 40.6 | 6.7 | 45.2 | 1,836.1 | |
| | 1-5톤 | 56.7 | 9.5 | 64.1 | 3,635.9 | |
| | 5-10톤 | 20.9 | 13.5 | 91.1 | 1,904.5 | |
| | 10-20톤 | 19.8 | 18.0 | 121.5 | 2,405.7 | |
| | 20-30톤 | 10.5 | 19.9 | 134.3 | 1,410.4 | |
| | 30-50톤 | 10.9 | 27.0 | 182.3 | 1,986.5 | |
| | 50-100톤 | 60.7 | 29.6 | 199.8 | 12,127.9 | |
| | 100톤이상 | 0.0 | 38.5 | 259.9 | 0.0 | |
| | 計 | 220.1 | | | **25,307.0** | |
| 2011年 | 1톤미만 | 37.4 | 6.7 | 45.2 | 1,691.4 | |
| | 1-5톤 | 51.5 | 9.5 | 64.1 | 3,302.4 | |
| | 5-10톤 | 20.9 | 13.5 | 91.1 | 1,904.5 | |
| | 10-20톤 | 15.8 | 18.0 | 121.5 | 1,919.7 | |
| | 20-30톤 | 9.0 | 19.9 | 134.3 | 1,208.9 | |
| | 30-50톤 | 10.9 | 27.0 | 182.3 | 1,986.5 | |
| | 50-100톤 | 50.6 | 29.6 | 199.8 | 10,109.9 | |
| | 100톤이상 | 0.0 | 38.5 | 259.9 | 0.0 | |
| | 計 | 196.1 | | | **22,123.4** | |

## 漁港施設用地 所要規模 算定

1. 委販場 規模 算定

<算定條件>

- 標準日 魚種別 揚陸量
  - ● 정어리, 고등어 : 100톤
  - ● 오징어 : 20톤
- 整列 方法
  - ● 箱子채움 5단 쌓기
  - ● 回轉數 : 2回(정어리, 고등어), 1回(오징어)

<算定>

- 上屋面積(㎡) = $\Sigma \frac{N}{R \times \alpha \times P}$

$$= \frac{100,000}{2 \times 0.2 \times 200} + \frac{20,000}{1 \times 0.2 \times 200} = 1,750㎡$$

- 上屋形象 : (길이) 90m × (폭) 20m = 1,800㎡로 計劃
- 적재장 : (길이) 90m × (지입장) 10m = 900㎡
- 附帶施設 : 기계실 100㎡
  시장관계실 200㎡
  저병실 50㎡
  계 350㎡
- 合計 : ① (上屋 + 附帶施設) ÷ 建蔽率 = (1800+350)÷0.7 = 3,070㎡
  ② (上屋 + 附帶施設) + 적재장(상차장) = (1800+350)+900 = 3,050㎡

① > ② 이므로 委販場 用地面積(㎡) = 3,070㎡

각 目標年度別로 볼 때 동일한 標準日 魚種別 揚陸量을 利用하였으므로 委販場 所要面積은 같다.

2. 製氷·貯氷施設 規模 算定

<算定條件>

● 年間 漁獲量 : 2001年 - 17,112 톤/년

2006年 - 19,942 톤/년

2011年 - 22,772 톤/년

● 地區외 얼음 搬出 所要量 : 1,000 톤/년

● 標準日 揚陸量 : 120 톤/일

● 建蔽率 : 60%

<算定>

- 2001年 所要規模 檢討

● 年間 얼음 所要量 : 17,112 + 1,000 = 18,112 톤

● 製氷施設能力(톤/일)

$$= \frac{18,112}{365 \times 0.7} = 70.89 \fallingdotseq 75톤$$

● 施設面積 : 1,200㎡ (氷缶式 製氷施設의 能力과 建物面積의 表를 利用한다.)

● 施設用地面積 : 1,200/0.6 = 2,000㎡

- 2006年 所要規模 檢討

● 年間 얼음 所要量 : 19,942 + 1,000 = 20,942 톤

● 製氷施設能力(톤/일)

$$= \frac{20,942}{365 \times 0.7} = 81.96 \fallingdotseq 85톤$$

● 施設面積 : 1,400㎡ (氷缶式 製氷施設의 能力과 建物面積의 表를 利用한다.)

● 施設用地面積 : 1,400/0.6 = 2,350㎡

- 2011年 所要規模 檢討

● 年間 얼음 所要量 : 22,772 + 1,000 = 23,772 톤

● 製氷施設能力(톤/일)

$$= \frac{23,772}{365 \times 0.7} = 93.04 \fallingdotseq 95톤$$

● 施設面積 : 1,700㎡ (氷缶式 製氷施設의 能力과 建物面積의 表를 利用한다.)

● 施設用地面積 : 1,700/0.6 = 2,850㎡

3. 冷凍·冷藏施設 用地 規模 算定

<算定條件>

● 年間 漁獲量 : 2001年 - 17,112 톤/년

2006年 19,942 톤/년

2011年 - 22,772 톤/년

● 冷藏庫用 수량 : 600 톤/년

● 回轉數 : 3 회/년

● 建物層 : 1層

● 作業條件 : 人力에 의한 하역

<算定>

- 冷藏庫 所要規模(톤) = $\frac{600}{3}$ = 200 톤

冷藏庫 所要面積(㎡) = $2.25 \times \frac{200 \times 1.2 \times 1.5}{3.0}$ = 300㎡

- 施設用地面積(㎡) = $3 \times \frac{300}{1}$ = 900㎡

각 目標年度別로 동일한 冷藏庫用 수량을 利用하였으므로 冷凍·冷藏施設 用地의 所要面積은 같다.

4. 給油施設 用地 規模 算定

<算定條件>

● 負荷率 : 80%

● 時間率 : $\frac{\text{實運轉時間}}{\text{運轉時間}}$ = 60%

● 隻當 馬力 : 20HP

● 日稼動時間 : 10 hr/일

● 月操業日數 : 25 일/월

● 1 馬力當 時間當 油類消費量 : 0.24 HP/hr (디젤엔진의 경우)

● 總漁船隻數 : 2001年 - 207隻

2006年 - 190隻

2011年 - 173隻

<算定>

- 시간당 연료소비량 : ( 0.24 × 20 × 0.8 × 0.6 ) × 5톤/척 = 11.52 l/hr/척

- 目標年度 月當 油類消費量

● 2001년 : 11.52 × 10 × 25 × 207 = 596,160 l/월

● 2006년 : 11.52 × 10 × 25 × 190 = 547,200 l/월

● 2011년 : 11.52 × 10 × 25 × 173 = 498,240 l/월

1個月分의 油類所要量은 約 600 kl로 計算되므로 貯油槽의 規模는 $\phi$ 4m × H 5m 規模의 貯油槽 2基를 設置하고 給油施設 用地는 安全距離가 維持될 수 있도록 하여 450 $m^2$으로 한다.

5. 給水施設 用地 規模 算定

<算定條件>

● 給水 基準 : 漁船 總 톤수의 1/10

● 回轉率 : 3 回/일

● 總漁船隻數 : 2001年 - 207隻

2006年 - 190隻

2011年 - 173隻

<算定>

- 隻當 平均톤수

● 2001年 : 10.7 톤/척

● 2006年 : 10.5 톤/척

● 2011年 : 10.1 톤/척

- 給水量

● 2001年 : $(207隻 \times 10.7) \times \frac{1}{10} \times \frac{1}{3}$ = 73.8 톤

● 2006年 : $(190隻 \times 10.5) \times \frac{1}{10} \times \frac{1}{3}$ = 66.5 톤

● 2011年 : $(173隻 \times 10.1) \times \frac{1}{10} \times \frac{1}{3}$ = 58.2 톤

本 施設檢討에서는 漁船用水에 대해서만 計劃을 樹立하고 貯水槽는 2006年을 기준으로 貯藏容量이 3日分( 66.5 × 3 = 199.5 톤 )을 貯藏할 수 있도록 100㎡(10m×10m)의 면적에 높이 2.0m 規模의 貯水槽 1基를 計劃한다.

6. 野積場 用地 規模 算定

가. 漁具 假置場

<算定條件>

● 漁船 1隻當 使用 漁具統數 : 2

● 1統當 漁具占有面積 : 10㎡

● 繫漁船隻數 : 2001年 - 207隻

2006年 - 190隻

2011年 - 173隻

<算定>

- 漁具 假置場 面積

● 2001年 : 207 × 2 × 10 = 4,140㎡

● 2006年 : 190 × 2 × 10 = 3,800㎡

● 2011年 : 173 × 2 × 10 = 3,460㎡

나. 荷役用 資材置場

<算定條件>

● 漁函 1函當 面積 : 0.23㎡

● 漁函設置 段數 : 15

● 漁函準備 日數 : 6日

● 盛漁基 1日當 漁獲量 : 5톤

● 1函當 重量 : 8kg

<算定>

- 荷役用 資材置場 面積

$$\frac{0.23 \times 5,000 \times 6}{15 \cdot 8} = 57㎡$$

- 野積場 總 面積

● 2001年 : 4,140㎡ + 57㎡ = 4,197㎡

● 2006年 : 3,800㎡ + 57㎡ = 3,857㎡

● 2011年 : 3,460㎡ + 57㎡ = 3,517㎡

7. 漁具수리장(漁具乾燥場) 用地 規模 算定

漁船 1隻當 그물 1統 程度를 保有하고 있으며, 漁船 1隻當 5坪 정도의 乾燥場이 필요하다.

<算定>

漁具乾燥場 面積

- 2001年 : 207 × 5 × 3.3 ≒ 3,450㎡
- 2006年 : 190 × 5 × 3.3 ≒ 3,150㎡
- 2011年 : 173 × 5 × 3.3 ≒ 2,900㎡

8. 水産倉庫 用地 規模 算定

<算定條件>

- 取扱貨物量 : 漁獲量의 10%
- 倉庫回轉率 : 3 回/년
- 倉庫利用率 : 75%
- 單位面積當 貨物積載量 : 0.3 톤/㎡
- 建蔽率 : 70%
- 年間 漁獲量 : 2001年 - 17,112 톤
  2006年 - 19,942 톤
  2011年 - 22,772 톤

<算定>

- 2001年 : $\frac{1,711.2}{3 \times 0.75 \times 0.3 \times 0.7}$ = 3,650㎡
- 2006年 : $\frac{1,994.2}{3 \times 0.75 \times 0.3 \times 0.7}$ = 4,150㎡
- 2011年 : $\frac{2,277.2}{3 \times 0.75 \times 0.3 \times 0.7}$ = 4,850㎡

9. 漁民 福祉施設 用地 規模 算定

<算定>

- 對象人員 : 最大集結 外來漁船隻 × 隻當 乘船人員
  = 90隻 × 5人/隻 - 450人

● 事務所

$A_1$ = 3.3㎡/人 × 20人 = 66㎡

● 食堂

$A_2$ = 1.0㎡/人 × (450 × 0.5)人 = 225㎡

● 宿泊施設

$A_3 = \frac{2.5㎡/人 \times 450人}{2層}$ = 562.5㎡

● 休憩室

$A_4$ = 1.0㎡/人 × (450 × 0.5)人 - 225㎡

● 化粧室

$A_5$ = 2.2㎡/人 × (450 × 0.2)人 = 198㎡

● 會議室

$A_6$ = 50평 = 165㎡

● 脫衣室 및 샤워실

$A_7$ = 2.0㎡/人 × (450 × 0.5)人 = 450㎡

- 福祉會館 總 面積

$A = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6 + A_7$

- 1,891.5㎡ ≒ 1,900㎡

9. 駐車場 用地 規模 算定

- 駐車場 面積

22.8㎡ × 50臺 + 84.0㎡ × 10臺 = 1,980㎡

# 5. 現 防波堤 補強 斷面計算 및 配置案別 斷面計算

**강구항 방파제 보강단면(N0)**

가. 설계 조건

설계해면 = 0.170m

전면수심 = -8.40m

설계파고 = 6.10m

파랑주기 = 10.5초

파력각도 = 0.0도

나. 마루높이 결정

1) 어항 구조물 설계기준 방법

마루높이(= 설계해면 + 유의파고 + 여유고) = 6.30m

주) 여유고 = 0.030m

2) 월파에 따른 항내 전달파고 계산에 의한 방법

환산심해파고(H'o) = 5.939m

$H_o'/gT^2$ = 0.005491

$D_s/H_o'$ = 1.443

$R/H_o'$ = 2.619

주) 상대처오름 높이( $R/H_o'$ )는 SPM의 도표를 이용하여 계산

치오름 높이( $R$ ) = 7.209m

주) 조도수정계수 = 0.45, 축척보정계수 = 1.03(T.T.P의 경우) 사용

마루폭(B) = 11.00m

마루높이 = 6.30m

제체높이(h) = 14.70m

계수(C = 0.51 - 0.11*B/h) = 0.428

전달파고 = 0.391m < 0.6m

3) 마루높이

전달파고가 항내 허용파고(0.6m) 보다 작아 마루높이를 6.30m로 결정

다. 피복재 중량 검토

1) 쇄파여부 검토

해저면경사 = 0.020

쇄파고(Goda, 1975) = 8.19m

쇄파고(Weggel, 1972) = 7.18m

설계파고가 쇄파고보다 작아 한 수심에서 < 비쇄파 >

2) 계산 하중

무근콘크리트 = 2.30톤/입방미터

피복석 = 2.65톤/입방미터

해 수 = 1.03톤/입방미터

3) 항외측 피복재 중량

Hudson 공식에 의한 중량 = 23.208톤

수) $K_D$ = 8.0을 사용

T.T.P 중량 = 32.0톤을 사용 2층 난적 < 실중량(W) 28.75톤 >

층1 피복석중량(W/15) = 1.917톤

층1 피복석 = 0.8입방미터를 사용 < 실부피 0.72입방미터 >

4) 항내측 피복재 중량

Hudson 공식에 의한 중량 = 23.208톤

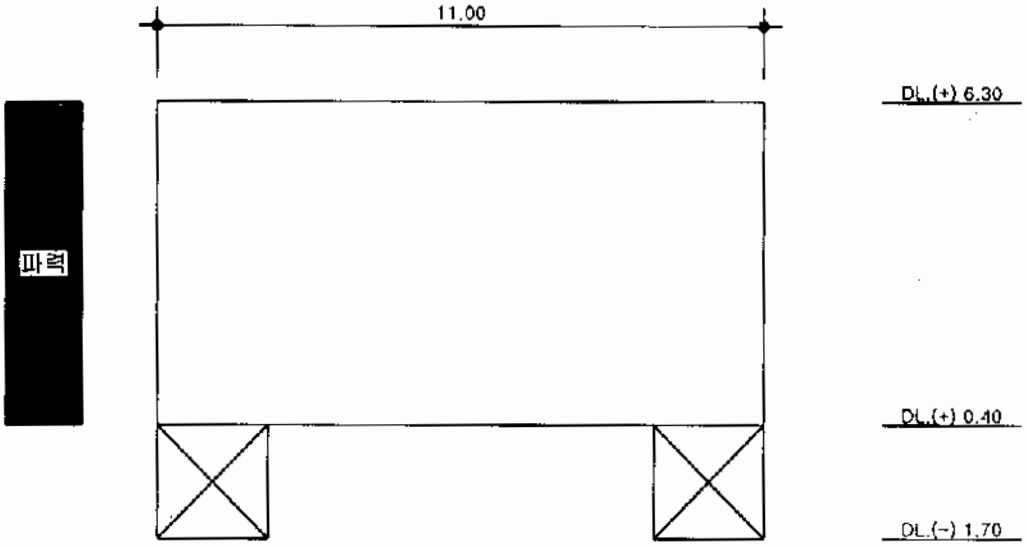
수) $K_D$ = 8.0을 사용

T.T.P 중량 = 32.0톤을 사용 2층 난적 < 실중량(W) 28.75톤 >

층1 피복석중량(W/15) = 1.917톤

층1 피복석 = 0.8입방미터를 사용 < 실부피 0.72입방미터 >

주) 안정검토는 소파블록이 충분히 피복된 경우에 적용하는 모리히라 식을 사용하여 검토한 결과임

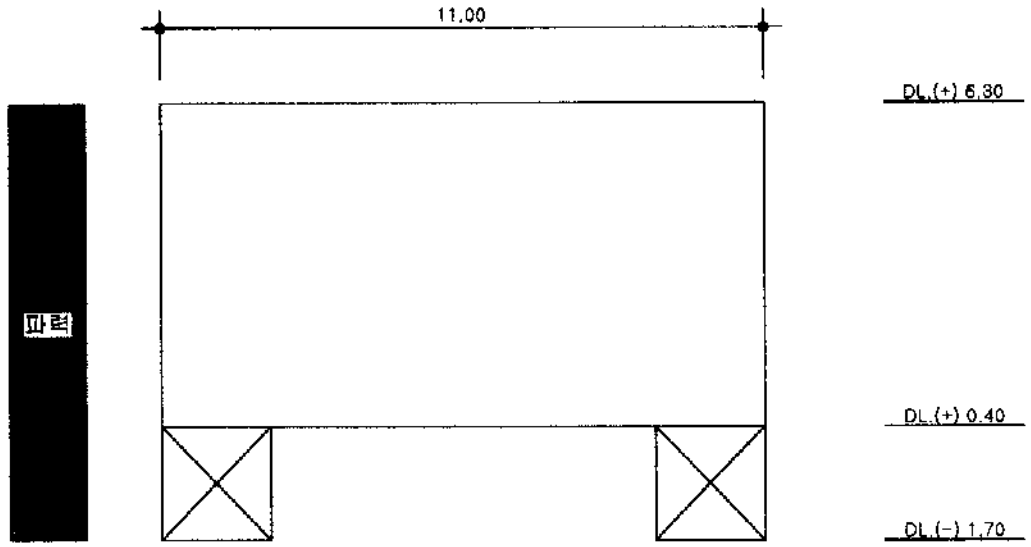



DL.(+).40m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -8.40m
설계해면 = .170m
설계파 = 6.10m
파력각도 = 0.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 6.1 x 1.00 = 6.28톤/입방미터
파력 = 6.28 x 5.87 = 36.88톤/m
파력 모멘트 = 108.25톤
사석자중 = .00톤/m
자중 = 84.37톤/m
자중 모멘트 = 464.03톤
마찰계수 = 0.56

활동율 = 1.289 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 4.287 > 1.2 이므로 적합

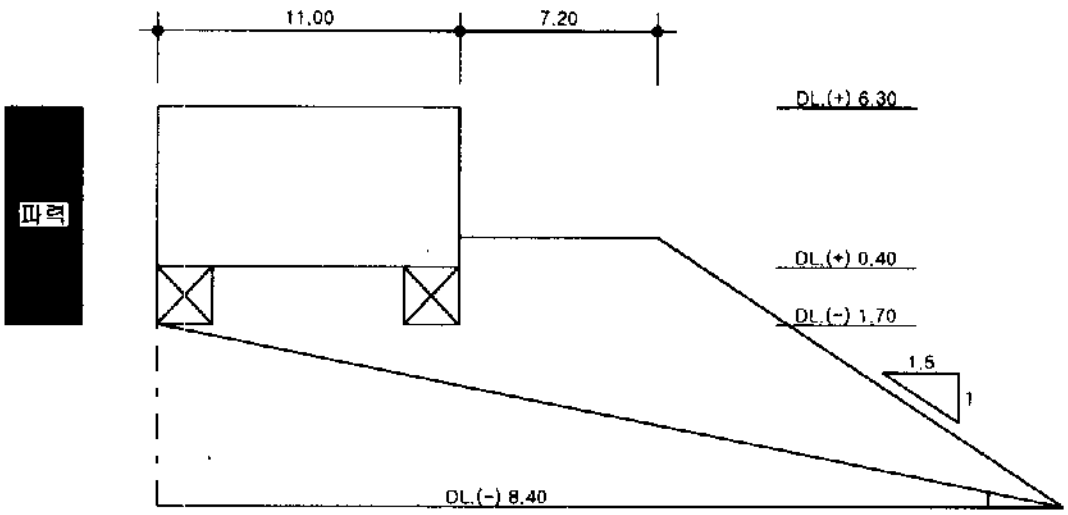



DL.(-)-1.70m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -8.40m
설계해면 = .170m
설계파 = 6.10m
파력각도 = 0.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 6.1 x 1.00 = 6.28톤/입방미터
파력 = 6.28 x 7.97 = 50.08톤/m
파력 모멘트 = 199.55톤
사석자중 = 14.70톤/m
자중 = 109.99톤/m
자중 모멘트 = 604.94톤
마찰계수 = 0.73

활동율 = 1.597 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 3.032 > 1.2 이므로 적합

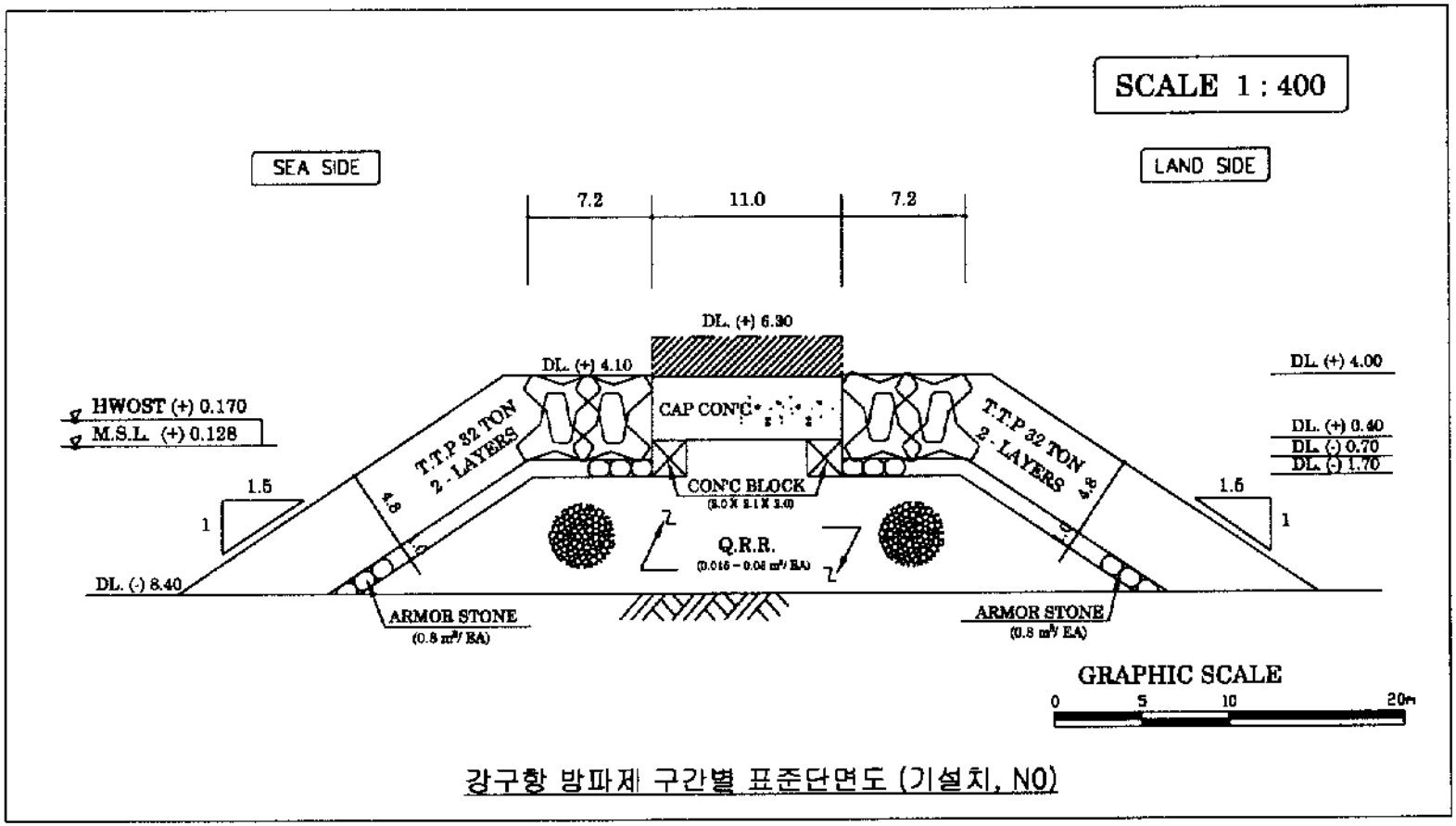



제체 외측하단과 해저면에 대한 직선활동 안정검토

수심 = -8.40m
설계해면 = .170m
설계파 = 6.10m
파력각도 = 0.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 6.1 x 1.00 = 6.28톤/m
파력 = 6.28 x 7.97 = 50.08톤/m
제체 자중 = 95.29톤/m
활동면상 자중 = 217.76톤/m
마찰계수 = 0.80
활동 경사각 = 11.46도

직선 활동율 = 1.763 > 1.2 이므로 적합




강구항 방파제 구간별 표준단면도 (기설치, N0)

# 강구항 북 방파제 보강단면 (기 설치, NO)

(단위 : 원)

| 공 종 | 규 격 | 단위 | 수 량 | 단 가 | 금 액 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.기초공 | | | | | - |
| 기초사석(육상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^3$ | - | 16,817 | - |
| 기초사석(육해상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^3$ | - | 26,322 | - |
| 기초사석(해상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^3$ | - | 30,881 | - |
| 피복석(육상) | 0.7$m^3$/EA | $m^3$ | - | 32,647 | - |
| 피복석(육해상) | 0.7$m^3$/EA | $m^3$ | - | 33,437 | - |
| 피복석(해상) | 0.7$m^3$/EA | $m^3$ | - | 47,538 | - |
| 피복석(육상) | 0.2$m^3$/EA | $m^3$ | - | 31,608 | - |
| 피복석(육해상) | 0.2$m^3$/EA | $m^3$ | - | 32,399 | - |
| 피복석(해상) | 0.2$m^3$/EA | $m^3$ | - | 46,095 | - |
| 터파기 | 토사 | $m^3$ | - | 484 | - |
| 피복석고르기(수상) | 0.7$m^3$/EA | $m^2$ | - | 18,739 | - |
| 피복석고르기(수중) | 0.7$m^3$/EA | $m^2$ | - | 77,089 | - |
| 피복석고르기(수상) | 0.2$m^3$/EA | $m^2$ | - | 18,739 | - |
| 피복석고르기(수중) | 0.2$m^3$/EA | $m^2$ | - | 52,649 | - |
| 속고르기(수상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | - | 7,649 | - |
| 속고르기(수중) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | - | 21,429 | - |
| 2.상부공 | | | | | 1,975,920 |
| CAP.CONC. | 50-180-8 | $m^3$ | 25.300 | 54,635 | 1,382,266 |
| 거푸집 | 합판 4회 | $m^2$ | 4.600 | 12,264 | 56,414 |
| 신구콘크리크 접착 | | $m^2$ | 11.000 | 48,840 | 537,240 |
| 3.구체공 | | | | | - |
| CONC.Block제작 | | EA | - | | - |
| 육상 운반 및 거치 | | EA | - | | - |
| 소계 | | | | | 1,975,920 |
| 제경비 | 35% | 식 | | | 691,572 |
| 계 | | | | | 2,667,492 |
| VAT | 10% | | | | 266,749 |
| m당공사비 | | | | | 2,934,241 |

## 강구항 방파제 보강단면(N1)

가. 설계 조건

설계해면 = 0.170m

전면수심 = -8.40m

설계파고 = 5.70m

파랑주기 = 10.5초

파력각도 = 0.0도

나. 마루높이 결정

1) 어항 구조물 설계기준 방법

마루높이(= 설계해면 + 유의파고 + 여유고) = 6.00m

주) 여유고 = 0.130m

2) 월파에 따른 함내 전달파고 계산에 의한 방법

환산심해파고(H'o) = 5.550m

$H_o' / gT^2$ = 0.005131

$D_s / H_o'$ = 1.544

$R / H_o'$ = 2.667

주) 상대처오름 높이( $R / H_o'$ )는 SPM의 도표를 이용하여 계산

처오름 높이( $R$ ) = 6.861m

주) 조도수정계수 = 0.45, 축척보정계수 = 1.03(T.T.P의 경우) 사용

마루폭(B) = 11.00m

마루높이 = 6.00m

제체높이(h) = 14.40m

계수(C = 0.51 - 0.11*B/h) = 0.426

전달파고 = 0.365m < 0.6m

3) 마루높이

전달파고가 함내 허용파고(0.6m) 보다 작아 마루높이를 6.00m로 결정

다. 피복재 중량 검토

1) 쇄파여부 검토

해저면경사 = 0.020

쇄파고(Goda, 1975) = 8.19m

쇄파고(Weggel, 1972) = 7.18m

설계파고가 쇄파고보다 작아 현 수심에서 < 비쇄파 >

2) 계산 하중

무근콘크리트 = 2.30톤/입방미터

피복석 = 2.65톤/입방미터

해 수 = 1.03톤/입방미터

3) 함외측 피복재 중량

Hudson 공식에 의한 중량 = 18.935톤

주) $K_D$ = 8.0을 사용

T.T.P 중량 = 25.0톤을 사용 2층 난적 < 실중량(W) 23.00톤 >

층1 피복석중량(W/15) = 1.533톤

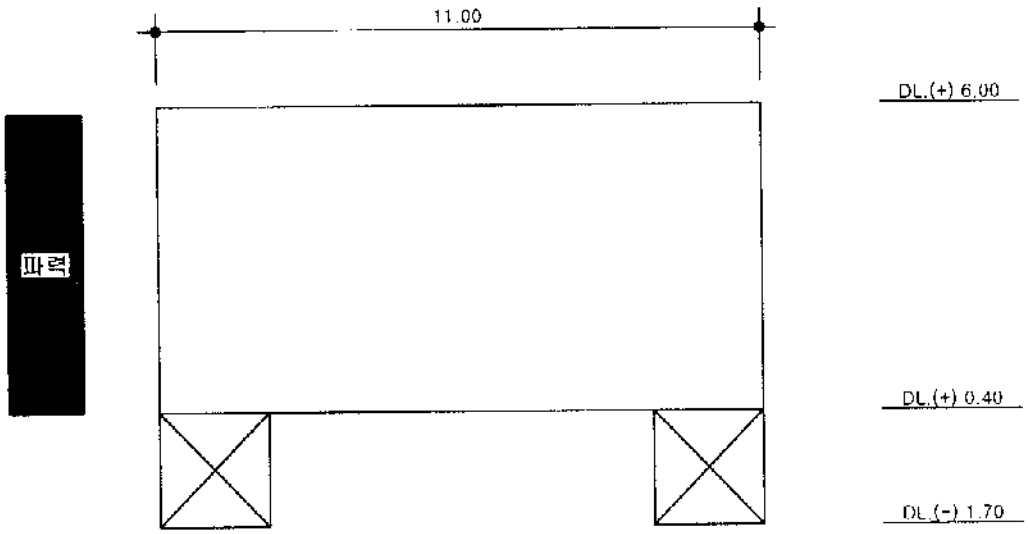
층1 피복석 = 0.6입방미터를 사용 < 실부피 0.58입방미터 >

4) 함내측 피복재 중량

층1 피복석중량(W/10) = 2.300톤

층1 피복석 = 1.0입방미터를 사용 < 실부피 0.87입방미터 >

주) 안정검토는 소파블록이 충분히 피복된 경우에 적용하는 모리히라 식을 사용하여 검토한 결과임

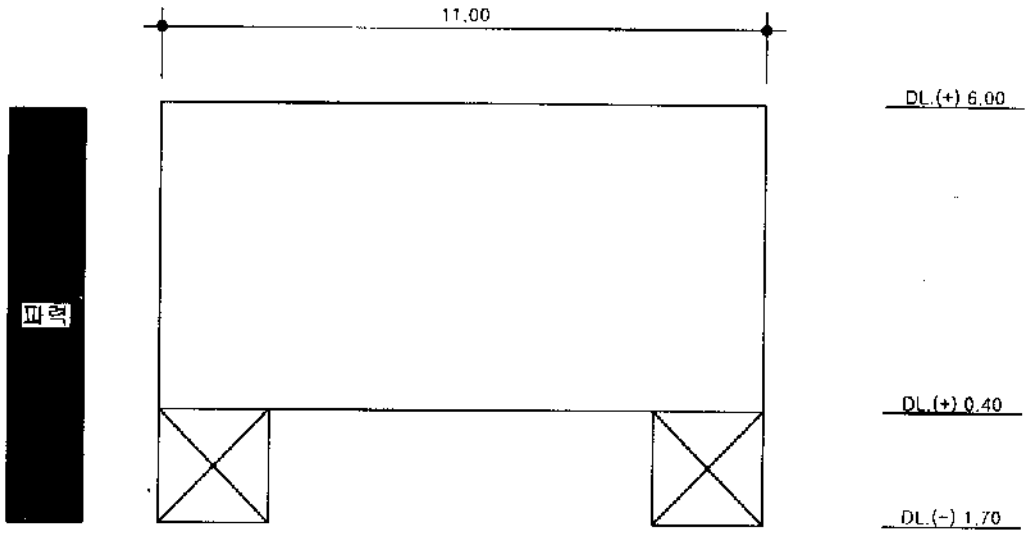



DL.(+).40m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -8.40m
설계해면 = .170m
설계파 = 5.70m
파력각도 = 0.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 5.7 x 1.00 = 5.87톤/입방미터
파력 = 5.87 x 5.47 = 32.11톤/m
파력 모멘트 = 87.83톤
사석자중 = .00톤/m
자중 = 80.08톤/m
자중 모멘트 = 440.44톤
마찰계수 = 0.56

활동율 = 1.405 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 5.015 > 1.2 이므로 적합

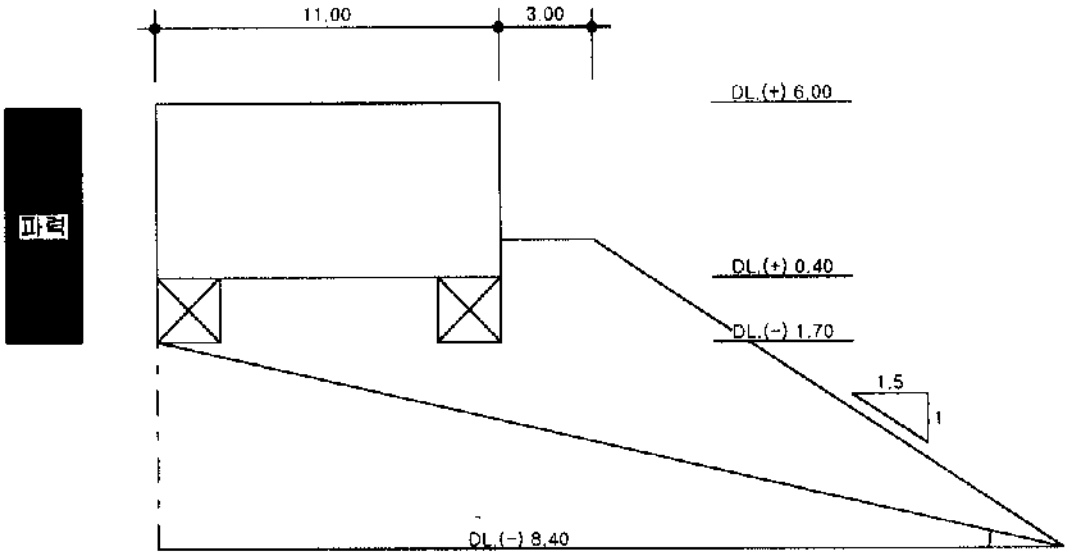



DL.(-)-1.70m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -8.40m
설계해면 = .170m
설계파 = 5.70m
파력각도 = 0.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 5.7 x 1.00 = 5.87톤/입방미터
파력 = 5.87 x 7.57 = 44.44톤/m
파력 모멘트 = 168.22톤
사석자중 = 14.70톤/m
자중 = 105.70톤/m
자중 모멘트 = 581.35톤
마찰계수 = 0.73

활동율 = 1.730 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 3.456 > 1.2 이므로 적합

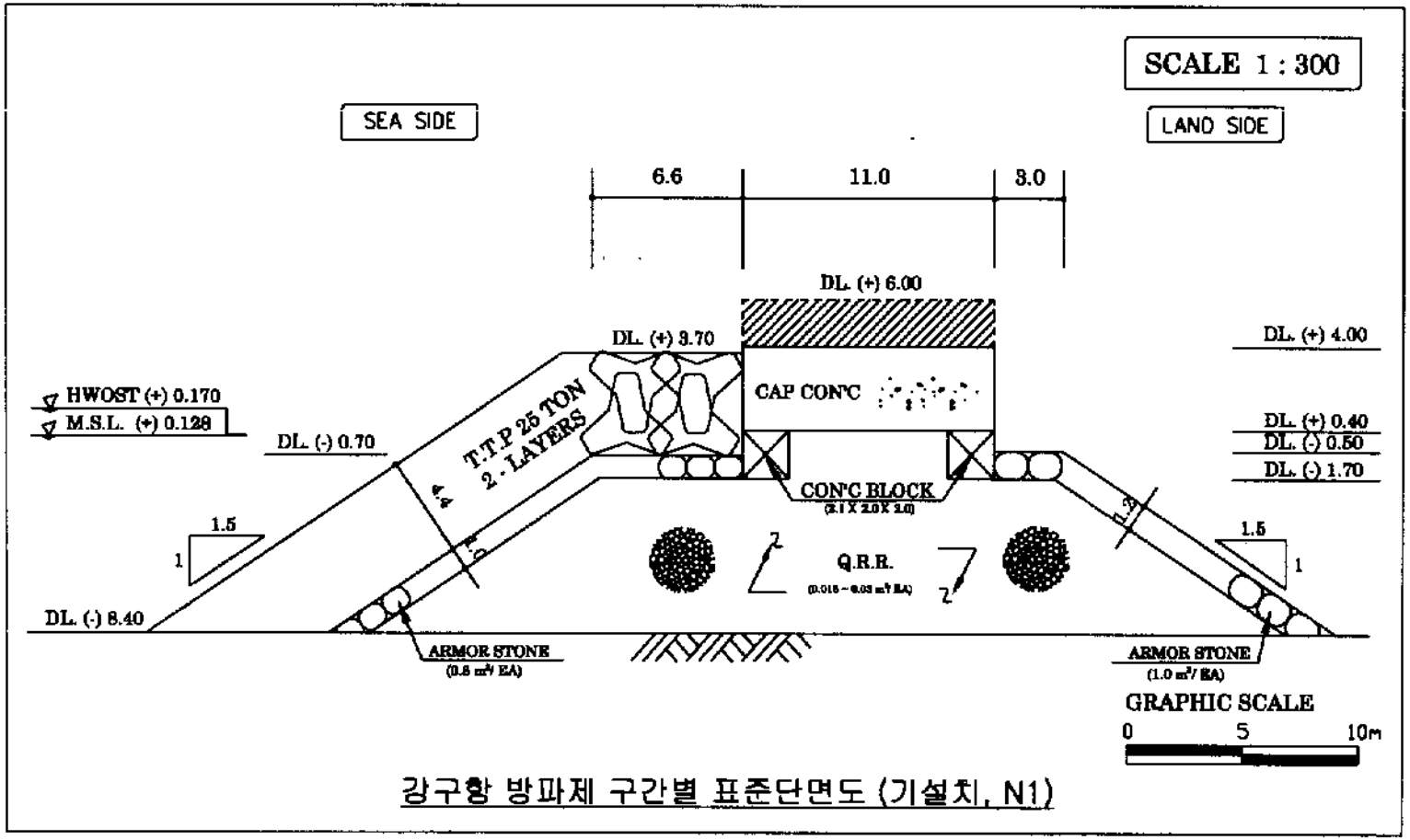



제체 외측하단과 해저면에 대한 직선활동 안정검토

수심 = -8.40m
설계해면 = .170m
설계파 = 5.70m
파력각도 = 0.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 5.7 x 1.00 = 5.87톤/m
파력 = 5.87 x 7.57 = 44.44톤/m
제체 자중 = 91.00톤/m
활동면상 자중 = 187.25톤/m
마찰계수 = 0.80
활동 경사각 = 13.01도

직선 활동율 = 1.614 > 1.2 이므로 적합




강구항 방파제 구간별 표준단면도 (기설치, N1)

# 강구항 북 방파제 보강단면 (기 설치, N1)

(단위 : 원)

| 공 종 | 규 격 | 단위 | 수 량 | 단 가 | 금 액 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.기초공 | | | | | - |
| 기초사석(육상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎥ | - | 16,817 | - |
| 기초사석(육해상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎥ | - | 26,322 | - |
| 기초사석(해상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎥ | - | 30,881 | - |
| 피복석(육삼) | 0.7㎥/EA | ㎥ | - | 32,647 | - |
| 피복석(육해상) | 0.7㎥/EA | ㎥ | - | 33,437 | - |
| 피복석(해상) | 0.7㎥/EA | ㎥ | - | 47,538 | - |
| 피복석(육상) | 0.2㎥/EA | ㎥ | - | 31,608 | - |
| 피복석(육해상) | 0.2㎥/EA | ㎥ | - | 32,399 | - |
| 피복석(해상) | 0.2㎥/EA | ㎥ | - | 46,095 | - |
| 더파기 | 토사 | ㎥ | - | 484 | - |
| 피복석고르기(수상) | 0.7㎥/EA | ㎡ | - | 18,739 | - |
| 피복석고르기(수중) | 0.7㎥/EA | ㎡ | - | 77,089 | - |
| 피복석고르기(수상) | 0.2㎥/EA | ㎡ | - | 18,739 | - |
| 피복석고르기(수중) | 0.2㎥/EA | ㎡ | - | 52,649 | - |
| 속고르기(수상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎡ | - | 7,649 | - |
| 속고르기(수중) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎡ | - | 21,429 | - |
| 2.상부공 | | | | | 1,788,266 |
| CAP.CONC. | 50-180-8 | ㎥ | 22.000 | 54,635 | 1,201,970 |
| 거푸집 | 합판 4회 | ㎡ | 4.000 | 12,264 | 49,056 |
| 신구콘크리크 접착 | | ㎡ | 11.000 | 48,840 | 537,240 |
| 3.구체공 | | | | | - |
| CONC.Block제작 | | EA | - | | - |
| 육상 운반 및 거치 | | EA | - | | - |
| 소계 | | | | | 1,788,266 |
| 제경비 | 35% | 식 | | | 625,893 |
| 계 | | | | | 2,414,159 |
| VAT | 10% | | | | 241,416 |
| ㎥당공사비 | | | | | 2,655,575 |

## 강구항 방파제 보강단면(N2)

가. 설계 조건

설계해면 = 0.170m

전면수심 = -7.00m

설계파고 = 5.40m

파랑주기 = 12.0초

파력각도 = 0.0도

나. 마루높이 결정

1) 어항 구조물 설계기준 방법

마루높이(= 설계해면 + 유의파고 + 여유고) = 6.00m

주) 여유고 = 0.430m

2) 월파에 따른 항내 전달파고 계산에 의한 방법

환산심해파고(H'o) = 4.834m

$H_o' / gT^2$ = 0.003422

$D_s / H_o'$ = 1.483

$R / H_o'$ = 3.046

주) 상대처오름 높이( $R / H_o'$ )는 SPM의 도표를 이용하여 계산

처오름 높이( $R$ ) = 6.824m

주) 조도수정계수 = 0.45, 축척보정계수 = 1.03(T.T.P의 경우) 사용

마루폭(B) = 10.00m

마루높이 = 6.00m

세체높이(h) = 13.00m

계수(C = 0.51 - 0.11*B/h) = 0.425

전달파고 = 0.335m < 0.6m

3) 마루높이

전달파고가 항내 허용파고(0.6m) 보다 작아 마루높이를 6.00m로 결정

다. 피복재 중량 검토

1) 쇄파여부 검토

해저면경사 = 0.033

쇄파고(Goda, 1975) = 8.47m

쇄파고(Weggel, 1972) = 6.66m

설계파고가 쇄파고보다 작아 현 수심에서 < 비쇄파 >

2) 계산 하중

무근콘크리트 = 2.30톤/입방미터

피복석 = 2.65톤/입방미터

해 수 = 1.03톤/입방미터

3) 항외측 피복재 중량

Hudson 공식에 의한 중량 = 16.100톤

주) $K_D$ = 8.0을 사용

T.T.P 중량 = 20.0톤을 사용 2층 난적 < 실중량(W) 18.40톤 >

층1 피복석중량(W/15) = 1.227톤

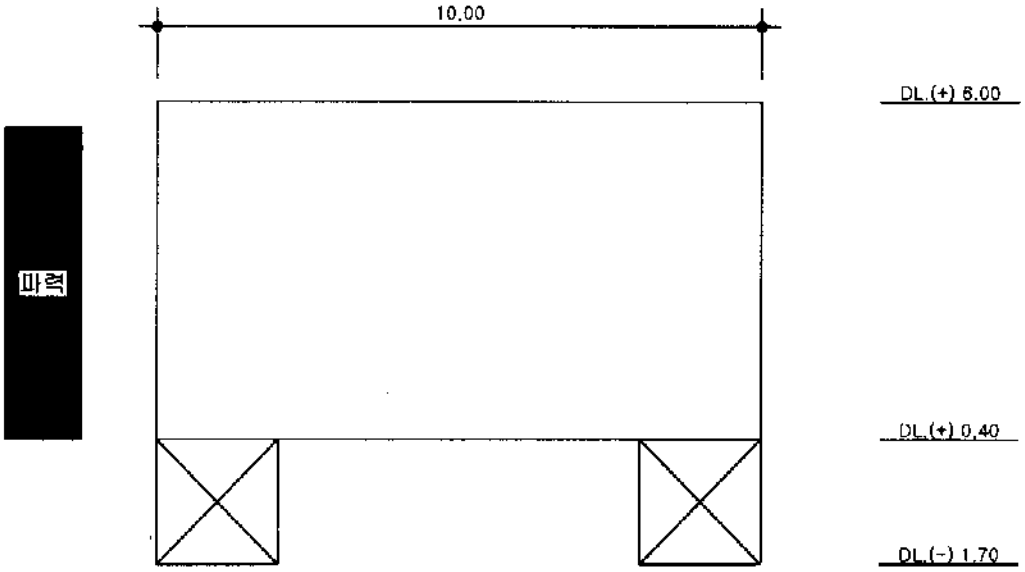
층1 피복석 = 0.5입방미터를 사용 < 실부피 0.46입방미터 >

4) 항내측 피복재 중량

층1 피복석중량(W/10) = 1.840톤

층1 피복석 = 0.7입방미터를 사용 < 실부피 0.69입방미터 >

주) 안정검토는 소파블록이 충분히 피복된 경우에 적용하는 모리히라 식을 사용하여 검토한 결과임

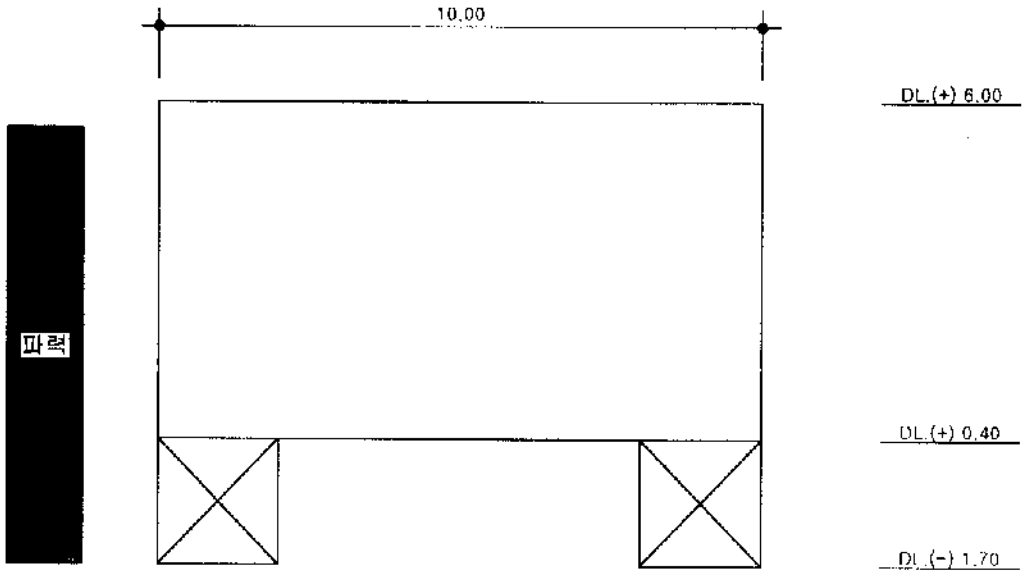



DL.(+).40m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -7.00m
설계해면 = .170m
설계파 = 5.40m
파력각도 = 0.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 5.4 x 1.00 = 5.56톤/입방미터
파력 = 5.56 x 5.17 = 28.76톤/m
파력 모멘트 = 74.33톤
사석자중 = .00톤/m
자중 = 72.80톤/m
자중 모멘트 = 364.00톤
마찰계수 = 0.56

활동율 = 1.418 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 4.897 > 1.2 이므로 적합

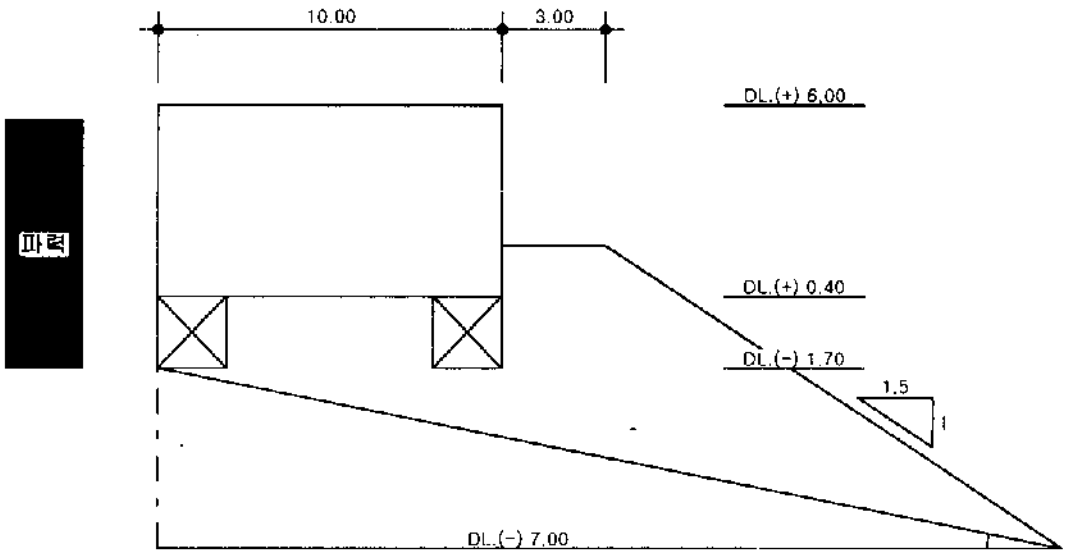



DL.(-)-1.70m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -7.00m
설계해면 = .170m
설계파 = 5.40m
파력각도 = 0.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 5.4 x 1.00 = 5.56톤/입방미터
파력 = 5.56 x 7.27 = 40.44톤/m
파력 모멘트 = 146.98톤
사석자중 = 12.60톤/m
자중 = 96.32톤/m
자중 모멘트 = 481.60톤
마찰계수 = 0.72

활동율 = 1.715 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 3.277 > 1.2 이므로 적합

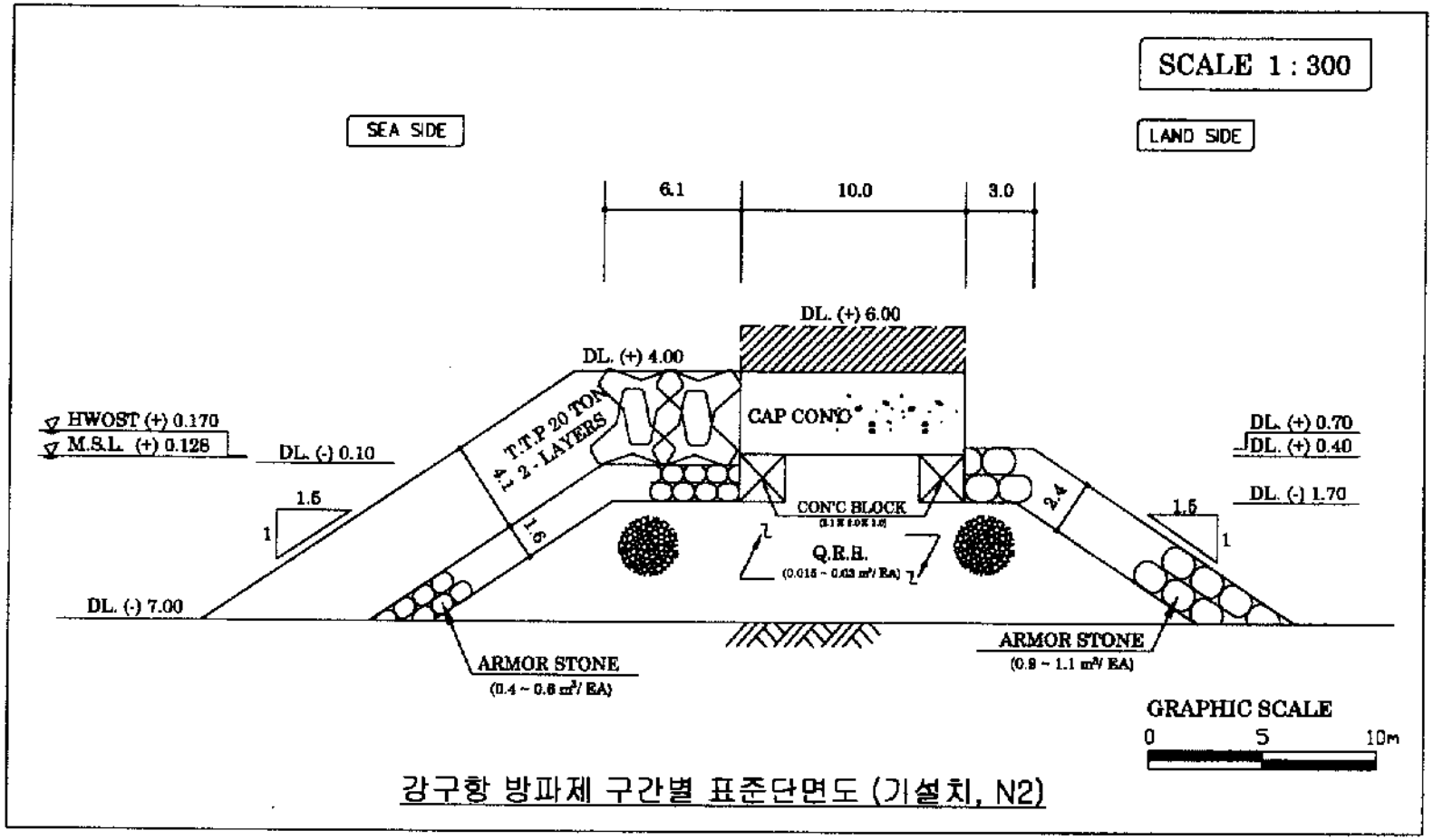



제체 외측하단과 해저면에 대한 직선활동 안정검토

수심 = -7.00m
설계해면 = .170m
설계파 = 5.40m
파력각도 = 0.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 5.4 x 1.00 = 5.56톤/m
파력 = 5.56 x 7.27 = 40.44톤/m
제체 자중 = 83.72톤/m
활동면상 자중 = 165.60톤/m
마찰계수 = 0.80
활동 경사각 = 11.37도

직선 활동율 = 1.708 > 1.2 이므로 적합




강구항 방파제 구간별 표준단면도 (기설치, N2)

# 강구항 북 방파제 보강단면 (기 설치, N2)

(단위 : 원)

| 공 종 | 규 격 | 단위 | 수 량 | 단 가 | 금 액 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.기초공 | | | | | - |
| 기초사석(육상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^3$ | - | 16,817 | - |
| 기초사석(육해상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^3$ | - | 26,322 | - |
| 기초사석(해상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^3$ | - | 30,881 | - |
| 피복석(육상) | 0.7$m^3$/EA | $m^3$ | - | 32,647 | - |
| 피복석(육해상) | 0.7$m^3$/EA | $m^3$ | - | 33,437 | - |
| 피복석(해상) | 0.7$m^3$/EA | $m^3$ | - | 47,538 | - |
| 피복석(육상) | 0.2$m^3$/EA | $m^3$ | - | 31,608 | - |
| 피복석(육해상) | 0.2$m^3$/EA | $m^3$ | - | 32,399 | - |
| 피복석(해삼) | 0.2$m^3$/EA | $m^3$ | - | 46,095 | - |
| 터파기 | 토사 | $m^3$ | - | 484 | - |
| 피복석고르기(수상) | 0.7$m^3$/EA | $m^2$ | - | 18,739 | - |
| 피복석고르기(수중) | 0.7$m^3$/EA | $m^2$ | - | 77,089 | - |
| 피복석고르기(수상) | 0.2$m^3$/EA | $m^2$ | - | 18,739 | - |
| 피복석고르기(수중) | 0.2$m^3$/EA | $m^2$ | - | 52,649 | - |
| 속고르기(수상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | - | 7,649 | - |
| 속고르기(수중) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | - | 21,429 | - |
| 2.상부공 | | | | | 1,630,156 |
| CAP.CONC. | 50-180-8 | $m^3$ | 20.000 | 54,635 | 1,092,700 |
| 거푸집 | 합판 4회 | $m^2$ | 4.000 | 12,264 | 49,056 |
| 신구콘크리크 접착 | | $m^2$ | 10.000 | 48,840 | 488,400 |
| 3.구체공 | | | | | - |
| CONC.Block제작 | | EA | - | | - |
| 육상 운반 및 거치 | | EA | - | | - |
| 소계 | | | | | 1,630,156 |
| 제경비 | 35% | 식 | | | 570,555 |
| 계 | | | | | 2,200,711 |
| VAT | 10% | | | | 220,071 |
| m당공사비 | | | | | 2,420,782 |

**강구항 방파제 보강단면(N3)**

가. 설계 조건

설계해면 = 0.170m

진면수심 = -6.40m

설계파고 = 4.80m

파랑주기 = 9.0초

파력각도 - 0.0도

나. 마루높이 결정

1) 어항 구조물 설계기준 방법

마루높이(= 설계해면 + 유의파고 + 여유고) = 5.00m

주) 여유고 = 0.030m

2) 월파에 따른 항내 전달파고 계산에 의한 방법

환산심해파고(H'o) = 4.702m

$H_o'/gT^2$ = 0.005918

$D_s/H_o'$ = 1.397

$R/H_o'$ = 2.537

주) 상대처오름 높이( $R/H_o'$ )는 SPM의 도표를 이용하여 계산

처오름 높이(R) = 5.529m

주) 조도수정계수 = 0.45, 축척보정계수 = 1.03(T.T.P의 경우) 사용

마루폭(B) = 9.00m

마루높이 = 5.00m

세체높이(h) = 11.40m

계수(C = 0.51 - 0.11*B/h) = 0.423

전달파고 = 0.257m < 0.6m

3) 마루높이

전달파고가 항내 허용파고(0.6m) 보다 작아 마루높이를 5.00m로 결정

다. 피복재 중량 검토

1) 쇄파여부 검토

해저면경사 = 0.025

쇄파고(Goda, 1975) = 6.61m

쇄파고(Weggel, 1972) = 5.59m

설계파고가 쇄파고보다 작아 현 수심에서 < 비쇄파 >

2) 계산 하중

무근콘크리트 - 2.30톤/입방미터

피복석 = 2.65톤/입방미터

해 수 = 1.03톤/입방미터

3) 함외측 피복재 중량

Hudson 공식에 의한 중량 - 11.308톤

주) $K_D$ = 8.0을 사용

T.T.P 중량 = 12.5톤을 사용 2층 난적 < 실중량(W) 11.50톤 >

층1 피복석중량(W/15) = 0.767톤

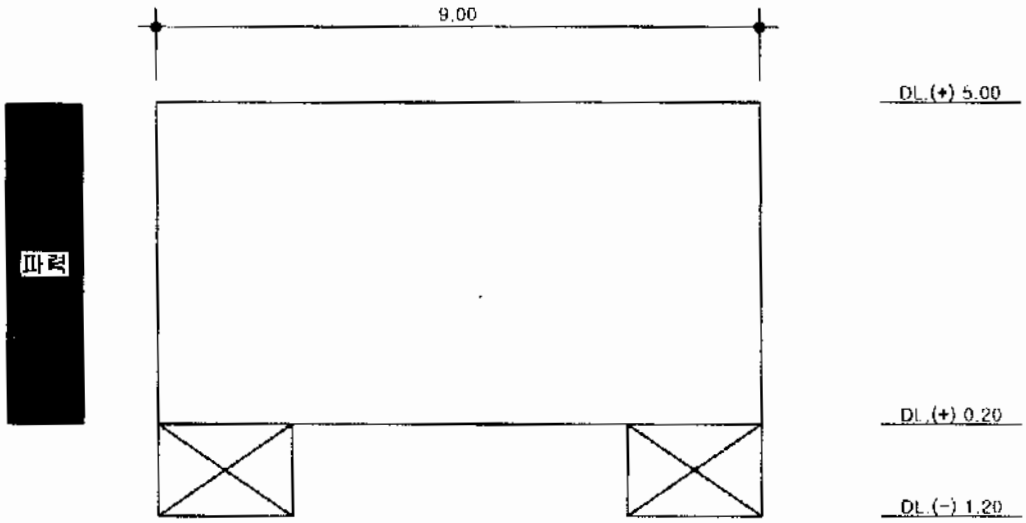
층1 피복석 = 0.3입방미터를 사용 < 실부피 0.29입방미터 >

4) 항내측 피복재 중량

층1 피복석중량(W/10) = 1.150톤

층1 피복석 = 0.5입방미터를 사용 < 실부피 0.43입방미터 >

주) 안정검토는 소파블록이 충분히 피복된 경우에 적용하는 모리히라 식을 사용하여 검토한 결과임

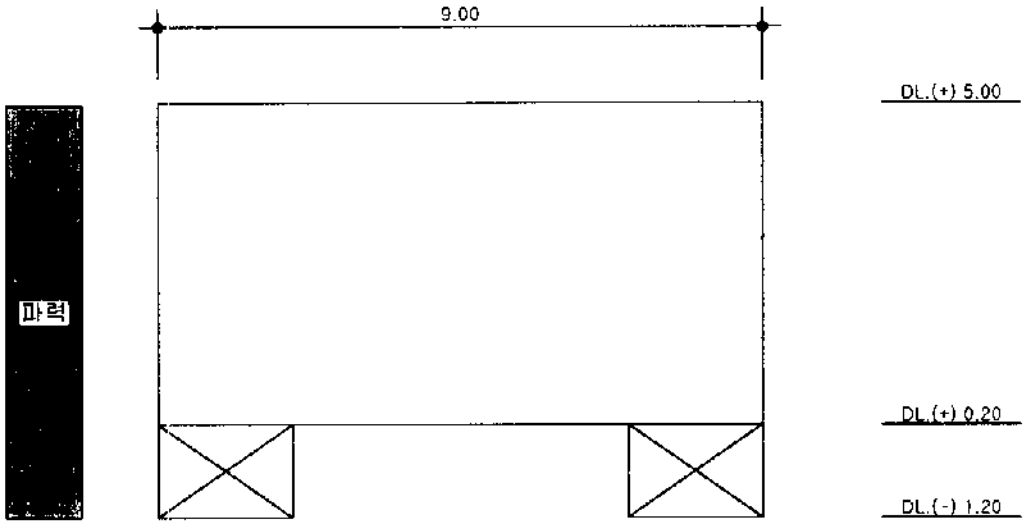



DL.(+).20m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -6.40m
설계해면 = .170m
설계파 = 4.80m
파력각도 = 0.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 4.8 x 1.00 = 4.94톤/입방미터
파력 = 4.94 x 4.77 = 23.58톤/m
파력 모멘트 = 56.25톤
사석자중 = .00톤/m
자중 = 56.16톤/m
자중 모멘트 = 252.72톤
마찰계수 = 0.56

활동율 = 1.323 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 4.493 > 1.2 이므로 적합

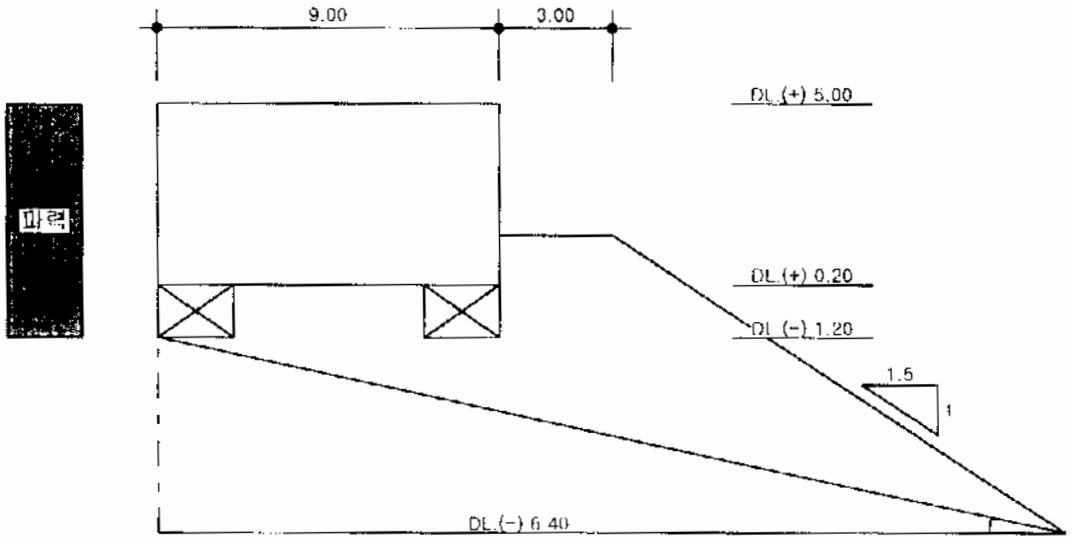



DL.(-)-1.20m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -6.40m
설계해면 = .170m
설계파 = 4.80m
파력각도 = 0.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 4.8 x 1.00 = 4.94톤/입방미터
파력 = 4.94 x 6.17 = 30.50톤/m
파력 모멘트 = 94.11톤
사석자중 = 7.00톤/m
자중 = 70.44톤/m
자중 모멘트 = 316.98톤
마찰계수 = 0.71

활동율 = 1.642 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 3.368 > 1.2 이므로 적합

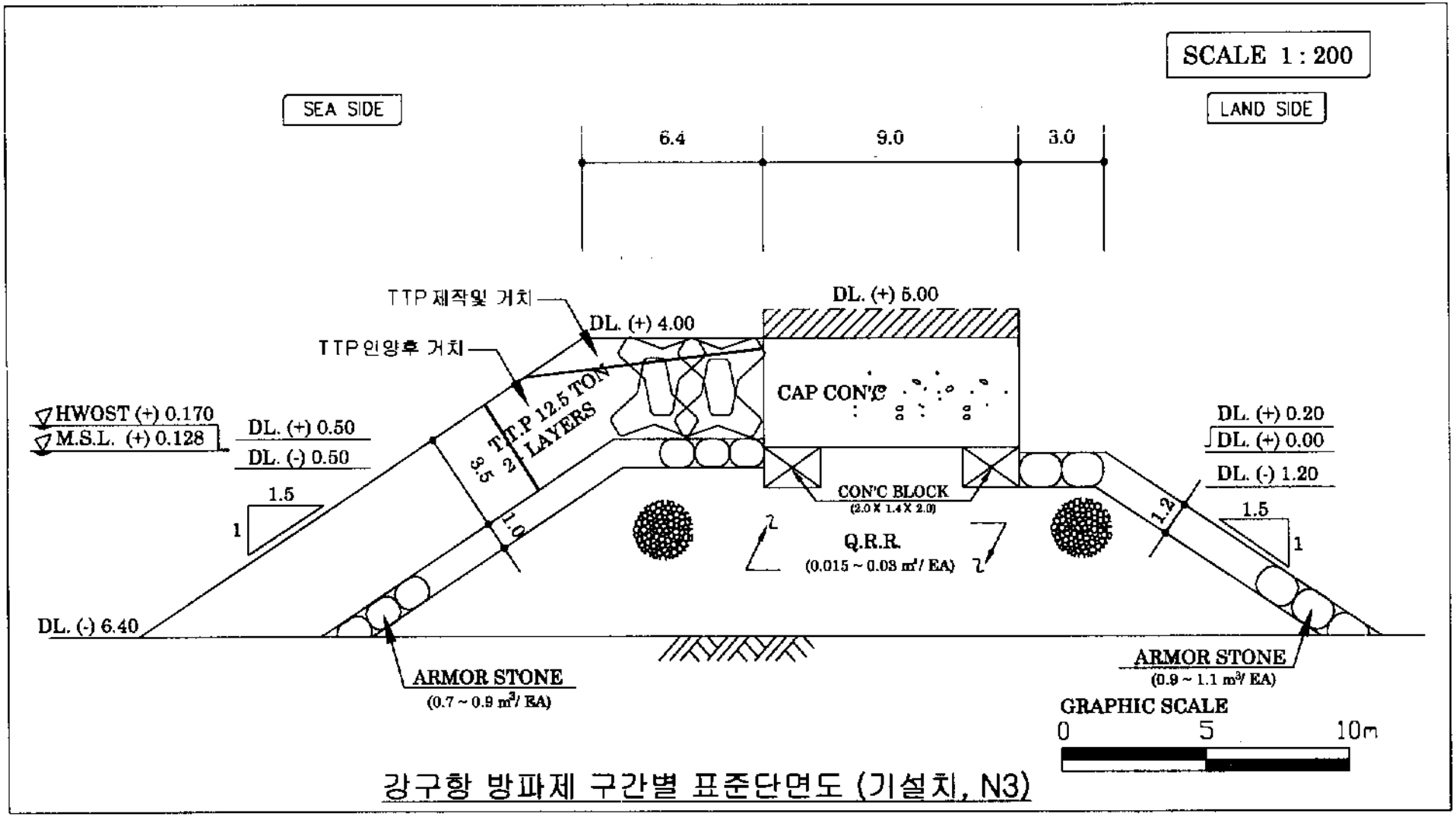



## 제체 외측하단과 해저면에 대한 직선활동 안정검토

수심 = -6.40m
설계해면 = .170m
설계파 = 4.80m
파력각도 = 0.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 4.8 x 1.00 = 4.94톤/m
파력 = 4.94 x 6.17 = 30.50톤/m
제체 자중 = 63.44톤/m
활동면상 자중 = 125.74톤/m
마찰계수 = 0.80
활동 경사각 = 12.30도

직선 활동율 = 1.645 > 1.2 이므로 적합




강구항 방파제 구간별 표준단면도 (기설치, N3)

# 강구항 북 방파제 보강단면 (기 설치, N3)

(단위 : 원)

| 공 종 | 규 격 | 단위 | 수 량 | 단 가 | 금 액 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.기초공 | | | | | 37,723,470 |
| 기초사석(육상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^3$ | - | 16,817 | - |
| 기초사석(육해상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^3$ | - | 26,322 | - |
| 기초사석(해상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^3$ | - | 30,881 | - |
| 피복석(육상) | 0.7$m^3$/EA | $m^3$ | - | 32,647 | - |
| 피복석(육해상) | 0.7$m^3$/EA | $m^3$ | - | 33,437 | - |
| 피복석(해상) | 0.7$m^3$/EA | $m^3$ | - | 47,538 | - |
| 터파기 | 토사 | $m^3$ | - | 484 | - |
| 피복석고르기(수상) | 0.7-0.9 $m^3$/EA | $m^2$ | 264.000 | 17,774 | 4,692,336 |
| 피복석고르기(수중) | 0.7-0.9 $m^3$/EA | $m^2$ | 96.000 | 76,856 | 7,378,176 |
| 속고르기(수상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | - | 7,649 | - |
| 속고르기(수중) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | - | 21,429 | - |
| T.T.P제작 | 12.5ton | EA | 27.000 | 230,575 | 6,225,525 |
| T.T.P거치(수상) | 12.5ton | EA | 27.000 | 114,149 | 3,082,023 |
| T.T.P인양(수상) | 12.5ton | EA | 115.000 | 71,067 | 8,172,705 |
| T.T.P인양분 거치 | 12.5ton | EA | 115.000 | 71,067 | 8,172,705 |
| 2.상부공 | | | | | 38,232,120 |
| CAP.CONC. | 50-180-8 | $m^3$ | 360.000 | 54,635 | 19,668,600 |
| 거푸집 | 합판 4회 | $m^2$ | 80.000 | 12,264 | 981,120 |
| 신구콘크리크 접착 | | $m^2$ | 360.000 | 48,840 | 17,582,400 |
| 3.구체공 | | | | | - |
| CONC.Block제작 | | EA | - | | - |
| 육상 운반 및 거치 | | EA | - | | - |
| 소계 | | | | | 75,955,590 |
| 제경비 | 26% | 식 | | | 20,037,085 |
| 계 | | | | | 95,992,675 |
| 관리비 및 이윤 | 21% | 식 | | | 20,158,462 |
| 총 원가 | | | | | 116,151,136 |
| VAT | 10% | | | | 9,599,267 |
| 도급액 | | | | | 125,750,404 |
| 관급자재대 | | | | | 6,663,680 |
| 총 공사비 | | | | | 132,414,084 |

**강구항 방파제 보강단면(N4)**

가. 설계 조건

설계해면 = 0.170m

전변수심 = -6.00m

설계파고 = 4.50m

파랑주기 = 12.0초

파력각도 - 10.0도

나. 마루높이 결정

1) 항만 구조물 설계기준 방법

마루높이(= 설계해면 + 유의파고 + 여유고) = 5.00m

주) 여유고 = 0.330m

2) 월파에 따른 항내 전단파고 계산에 의한 방법

환산심해파고(H'o) = 3.904m

$H_o'/gT^2$ = 0.002763

$D_s/H_o'$ = 1.581

$R/H_o'$ = 3.168

주) 상대처오름 높이( $R/H_o'$ )는 SPM의 도표를 이용하여 계산

처오름 높이( $R$ ) - 5.732m

주) 조도수정계수 = 0.45, 축척보정계수 = 1.03(T.T.P의 경우) 사용

마루폭(B) = 9.00m

마루높이 = 5.00m

제체높이(h) = 11.00m

계수(C = 0.51 - 0.11*B/h) = 0.420

전달파고 = 0.297m < 0.6m

3) 마루높이

전달파고가 항내 허용파고(0.6m) 보다 작아 마루높이를 5.00m로 결정

다. 피복재 중량 검토

1) 쇄파여부 검토

해저면경사 = 0.020

쇄파고(Goda, 1975) = 6.33m

쇄파고(Weggel, 1972) = 5.41m

설계파고가 쇄파고보다 작아 현 수심에서 < 비쇄파 >

2) 계산 하중

무근콘크리트 = 2.30톤/입방미터

피복식 = 2.65톤/입방미터

해 수 = 1.03톤/입방미터

3) 항외측 피복재 중량

Hudson 공식에 의한 중량 = 9.317톤

주) $K_D$ = 8.0을 사용

T.T.P 중량 = 12.5톤을 사용 2층 난적 < 실중량(W) 11.50톤 >

층1 피복석중량(W/15) = 0.767톤

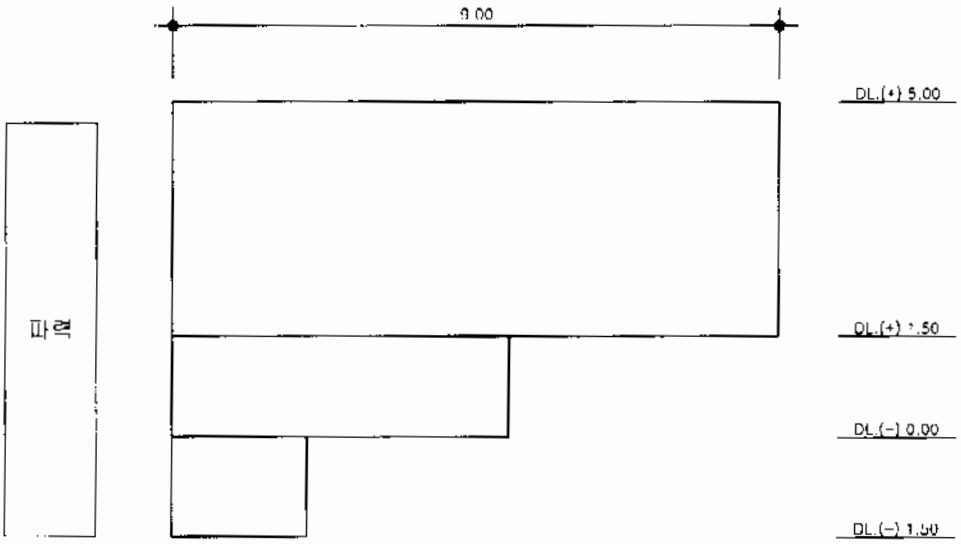
층1 피복석 = 0.3입방미터를 사용 < 실부피 0.29입방미터 >

4) 항내측 피복재 중량

층1 피복석중량(W/10) = 1.150톤

층1 피복석 = 0.5입방미터를 사용 < 실부피 0.43입방미터 >

주) 안정검토는 소파블록이 충분히 피복된 경우에 적용하는 모리하라 식을 사용하여 검토한 결과임




DL.(-) 1.50m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -6.00m
설계해면 = 0.170m
설계파고 = 4.50m
파력각도 = 10.0도

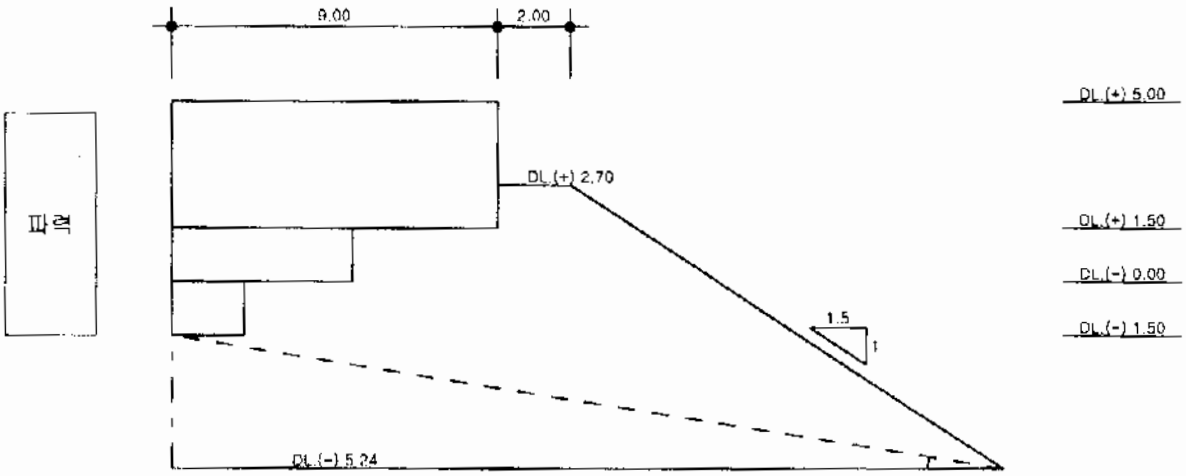
파력 = 28.16톤/m: 모리하라 파압식
파력 모멘트 = 86.88톤
양압력 = .00톤/m
양압력 모멘트 = .00톤
제체자중 = 71.10톤/m
자중 모멘트 = 327.60톤
마찰계수 = 0.76

활동율 = 1.907 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 3.771 > 1.2 이므로 적합

DL.(+) 0.00m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

파력 = 21.32톤/m: 모리하라 파압식
파력 모멘트 = 49.77톤
양압력 = .00톤/m
양압력 모멘트 = .00톤
제체자중 = 56.70톤/m
자중 모멘트 = 259.65톤
마찰계수 = 0.67

활동율 = 1.773 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 5.217 > 1.2 이므로 적합

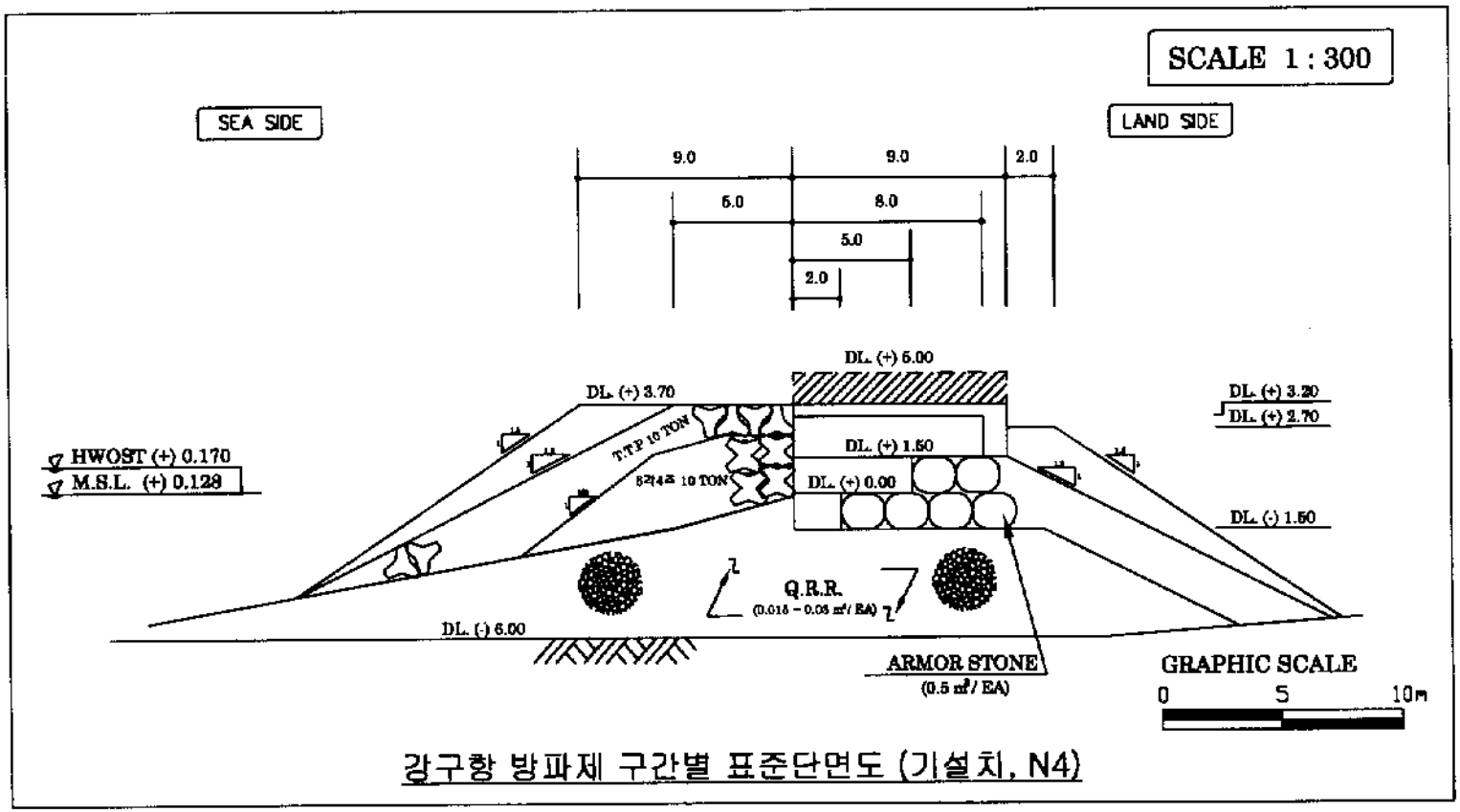



제체 외측하단과 해저면에 대한 직선활동 안정검토

수심 = -6.00m
설계해면 = 0.170m
설계파고 = 4.50m
파력각도 = 10.0도

파력 = 28.16톤/m: 모리히라 파압식
양압력 = .00톤/m
활동면상 자중 = 125.11톤/m
마찰계수 = 0.80
활동 경사각 = 9.28도

직선 활동율 = 1.984 > 1.2 이므로 적합




강구항 방파제 구간별 표준단면도 (기설치, N4)

# 강구항 북 방파제 보강단면 (기 설치, N4)

(단위 : 원)

| 공 종 | 규 격 | 단위 | 수 량 | 단 가 | 금 액 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.기초공 | | | | | - |
| 기초사석(육상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎥ | - | 16,817 | - |
| 기초사석(육해상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎥ | - | 26,322 | - |
| 기초사석(해상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎥ | - | 30,881 | - |
| 피복석(육상) | 0.7㎥/EA | ㎥ | - | 32,647 | - |
| 피복석(육해상) | 0.7㎥/EA | ㎥ | - | 33,437 | - |
| 피복석(해상) | 0.7㎥/EA | ㎥ | - | 47,538 | - |
| 피복석(육상) | 0.2㎥/EA | ㎥ | - | 31,608 | - |
| 피복석(육해상) | 0.2㎥/EA | ㎥ | - | 32,399 | - |
| 피복석(해상) | 0.2㎥/EA | ㎥ | - | 46,095 | - |
| 터파기 | 도사 | ㎥ | - | 484 | - |
| 피복석고르기(수상) | 0.7㎥/EA | ㎡ | - | 18,739 | - |
| 피복석고르기(수중) | 0.7㎥/EA | ㎡ | - | 77,089 | - |
| 피복석고르기(수상) | 0.2㎥/EA | ㎡ | - | 18,739 | - |
| 피복석고르기(수중) | 0.2㎥/EA | ㎡ | - | 52,649 | - |
| 속고르기(수상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎡ | - | 7,649 | - |
| 속고르기(수중) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎡ | - | 21,429 | - |
| 2.상부공 | | | | | 1,110,676 |
| CAP.CONC. | 50-180-8 | ㎥ | 11.700 | 54,635 | 639,230 |
| 거푸집 | 합판 4회 | ㎡ | 2.600 | 12,264 | 31,886 |
| 신구콘크리크 접착 | | ㎡ | 9.000 | 48,840 | 439,560 |
| 3.구체공 | | | | | - |
| CONC.Block제작 | | EA | - | | - |
| 육상 운반 및 거치 | | EA | - | | - |
| 소계 | | | | | 1,110,676 |
| 제경비 | 35% | 식 | | | 388,737 |
| 계 | | | | | 1,499,412 |
| VAT | 10% | | | | 149,941 |
| m당공사비 | | | | | 1,649,354 |

**강구항 북방파제 제1안 두부 단면(N0)**

가. 설계 조건

설계해면 = 0.170m

전면수심 = -10.20m

설계파고 = 6.30m

파랑주기 = 10.5초

파력각도 = 0.0도

나. 마루높이 결정

1) 항만 구조물 설계기준 방법

마루높이(= 설계해면 + 유의파고 + 여유고) = 6.50m

주) 여유고 = 0.030m

2) 월파에 따른 함내 전달파고 계산에 의한 방법

환산심해파고( $H_o'$ ) = 6.331m

$H_o'/gT^2$ = 0.005854

$D_s/H_o'$ = 1.638

$R/H_o'$ = 2.520

주) 상대처오름 높이( $R/H_o'$ )는 SPM의 도표를 이용하여 계산

처오름 높이( $R$ ) = 7.396m

주) 조도수정계수 = 0.45, 축척보정계수 = 1.03(T.T.P의 경우) 사용

마루폭(B) = 14.00m

마루높이 = 6.50m

세체높이(h) = 16.70m

계수(C = 0.51 - 0.11*B/h) = 0.418

전달파고 = 0.379m < 0.6m

3) 마루높이

전달파고가 함내 허용파고(0.6m) 보다 작아 마루높이를 6.50m로 결정

다. 피복재 중량 검토

1) 쇄파여부 검토

해저면경사 = 0.020

쇄파고(Goda, 1975) = 9.60m

쇄파고(Weggel, 1972) = 8.52m

설계파고가 쇄파고보다 작아 현 수심에서 < 비쇄파 >

2) 계산 하중

무근콘크리트 = 2.30톤/입방미터

피복석 = 2.65톤/입방미터

해 수 = 1.03톤/입방미터

3) 항외측 피복재 중량

Hudson 공식에 의한 중량 = 34.088톤

주) $K_D$ = 6.0을 사용

T.T.P 중량 = 40.0톤을 사용 2층 난적 < 실중량(W) 36.80톤 >

층1 피복석중량(W/15) = 2.453톤

층1 피복석 = 1.0입방미터를 사용 < 실부피 0.93입방미터 >

4) 항내측 피복재 중량

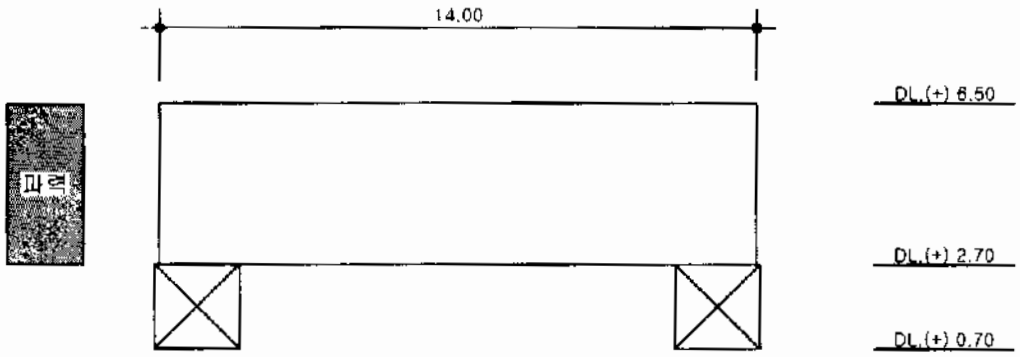
Hudson 공식에 의한 중량 = 34.088톤

주) $K_D$ = 6.0을 사용

T.T.P 중량 = 40.0톤을 사용 2층 난적 < 실중량(W) 36.80톤 >

층1 피복석중량(W/15) = 2.453톤

층1 피복석 = 1.0입방미터를 사용 < 실부피 0.93입방미터 >

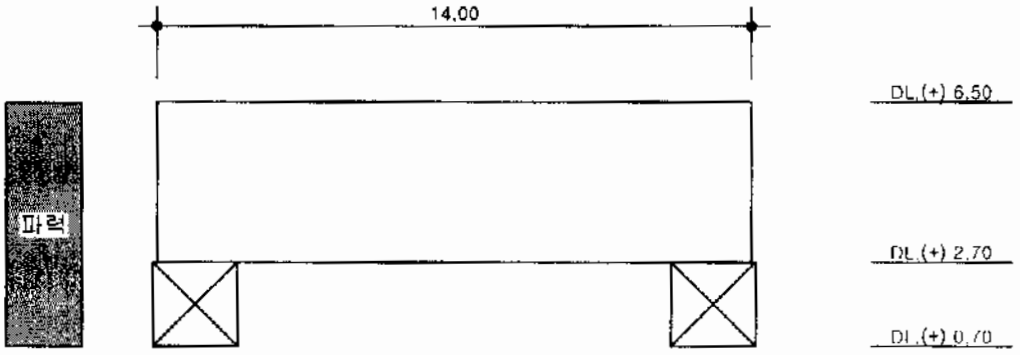



DL.(+)2.70m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -10.20m
설계해면 = .170m
설계파 = 6.30m
파력각도 = 0.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 6.3 x 1.00 = 6.49톤/입방미터
파력 = 6.49 x 3.77 = 24.46톤/m
파력 모멘트 = 46.11톤
사석자중 = .00톤/m
자중 = 69.16톤/m
자중 모멘트 = 484.12톤
마찰계수 = 0.57

활동율 = 1.620 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 10.498 > 1.2 이므로 적합

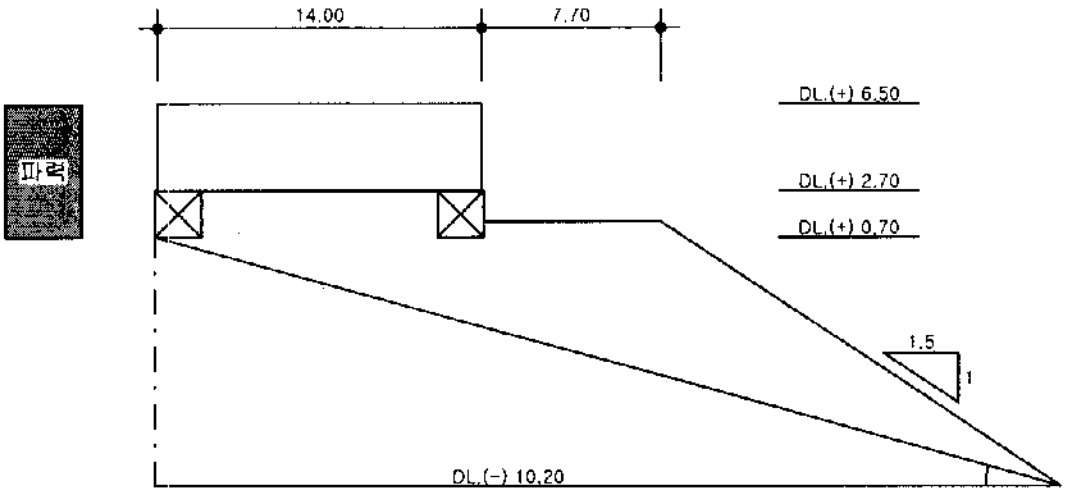



DL.(+).70m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -10.20m
설계해면 = .170m
설계파 = 6.30m
파력각도 = 0.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 6.3 x 1.00 = 6.49톤/입방미터
파력 = 6.49 x 5.77 = 37.44톤/m
파력 모멘트 = 108.02톤
사석자중 = 20.40톤/m
자중 = 99.96톤/m
자중 모멘트 = 709.72톤
마찰계수 = 0.74

활동율 = 1.985 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 6.570 > 1.2 이므로 적합

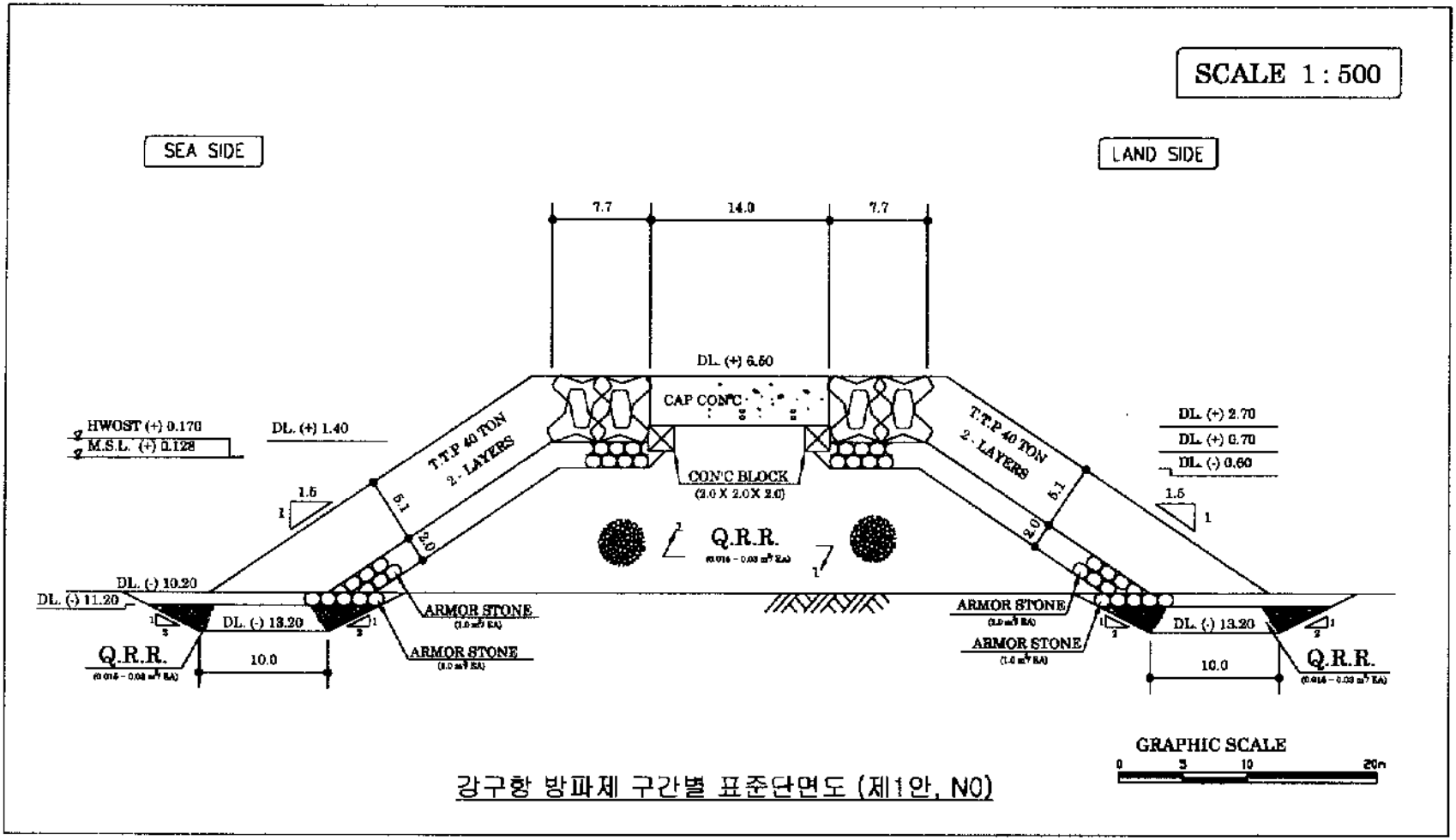



제체 외측하단과 해저면에 대한 직선활동 안정검토

수심 = -10.20m
설계해면 = .170m
설계파 = 6.30m
파력각도 = 0.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 6.3 x 1.00 = 6.49톤/m
파력 = 6.49 x 5.77 = 37.44톤/m
제체 자중 = 79.56톤/m
활동면상 자중 = 230.18톤/m
마찰계수 = 0.80
활동 경사각 = 15.54도

직선 활동율 = 1.733 > 1.2 이므로 적합




강구항 방파제 구간별 표준단면도 (제1안, N0)

# 강구항 북 방파제 두부 단면 (제 1안, N0)

(단위 : 원)

| 공 종 | 규 격 | 단위 | 수 량 | 단 가 | 금 액 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.기초공 | | | | | 40,606,711 |
| 기초사석(육상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎥ | 318.780 | 16,817 | 5,360,923 |
| 기초사석(육해상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎥ | 170.528 | 26,322 | 4,488,649 |
| 기초사석(해상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎥ | 113.119 | 30,881 | 3,493,234 |
| 피복석(육상) | 1.0㎥/EA | ㎥ | 67.666 | 33,196 | 2,246,241 |
| 피복석(육해상) | 1.0㎥/EA | ㎥ | 44.977 | 33,987 | 1,528,616 |
| 피복석(해상) | 1.0㎥/EA | ㎥ | 56.771 | 48,375 | 2,746,292 |
| 터파기 | 토사 | ㎥ | 96.000 | 484 | 46,464 |
| 피복석고르기(수상) | 1.0㎥/EA | ㎡ | 19.786 | 18,739 | 370,770 |
| 피복석고르기(수중) | 1.0㎥/EA | ㎡ | 37.238 | 77,089 | 2,870,640 |
| 속고르기(수상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎡ | 10.200 | 7,649 | 78,020 |
| 속고르기(수중) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎡ | 48.602 | 21,429 | 1,041,492 |
| 기초고르기(수상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎡ | 5.000 | 20,848 | 104,240 |
| 기초고르기(수중) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎡ | - | 46,395 | - |
| T.T.P제작 | 40ton/EA | ㎡ | 10.823 | 1,038,324 | 11,238,235 |
| T.T.P거치(수상) | 40ton/EA | ㎡ | 4.889 | 326,172 | 1,594,533 |
| T.T.P거치(수중) | 40ton/EA | ㎡ | 5.935 | 572,615 | 3,398,363 |
| 2.상부공 | | | | | 2,999,788 |
| CAP.CONC. | 50-180-8 | ㎥ | 53.200 | 54,635 | 2,906,582 |
| 거푸집 | 합판 4회 | ㎡ | 7.600 | 12,264 | 93,206 |
| 3.구체공 | | | | | 851,808 |
| CONC.Block제작 | 2.0x2.0x2.0 | EA | 1.000 | 682,760 | 682,760 |
| 육상 운반 및 거치 | 2.0x2.0x2.0 | EA | 1.000 | 169,048 | 169,048 |
| 소계 | | | | | 44,458,308 |
| 제경비 | 35% | 식 | | | 15,560,408 |
| 계 | | | | | 60,018,715 |
| VAT | 10% | | | | 6,001,872 |
| m당공사비 | | | | | 66,020,587 |

## 강구항 북방파제 제1안 제간부 단면(N1)

가. 설계 조건

설계해면 = 0.170m

전면수심 = -10.20m

설계파고 = 6.30m

파랑주기 = 10.5초

파력각도 = 5.0도

나. 마루높이 검정

1) 항만 구조물 설계기준 방법

마루높이(= 설계해면 + 유의파고 + 여유고) = 6.50m

주) 여유고 = 0.030m

2) 월파에 따른 함내 전달파고 계산에 의한 방법

환산심해파고(H'o) = 6.331m

$H_o'/gT^2$ = 0.005854

$D_s/H_o'$ = 1.638

$R/H_o'$ = 2.520

주) 상대처오름 높이( $R/H_o'$ )는 SPM의 도표를 이용하여 계산

처오름 높이( $R$ ) = 7.396m

주) 조도수정계수 = 0.45, 추척보정계수 = 1.03(T.T.P의 경우) 사용

마루폭(B) = 11.00m

마루높이 = 6.50m

세체높이(h) = 16.70m

계수(C = 0.51 - 0.11*B/h) = 0.438

전달파고 = 0.397m < 0.6m

3) 마루높이

전달파고가 함내 허용파고(0.6m) 보다 작아 마루높이를 6.50m로 설정

다. 피복재 중량 검토

1) 쇄파여부 검토

해저면경사 = 0.020

쇄파고(Goda, 1975) = 9.60m

쇄파고(Weggel, 1972) = 8.52m

설계파고가 쇄파고보다 작아 현 수심에서 < 비쇄파 >

2) 계산 하중

무근콘크리트 = 2.30톤/입방미터

피복석 = 2.65톤/입방미터

해 수 = 1.03톤/입방미터

3) 항외측 피복재 중량

Hudson 공식에 의한 중량 = 25.566톤

주) $K_D$ = 8.0을 사용

T.T.P 중량 = 32.0톤을 사용 2층 난적 < 실중량(W) 28.75톤 >

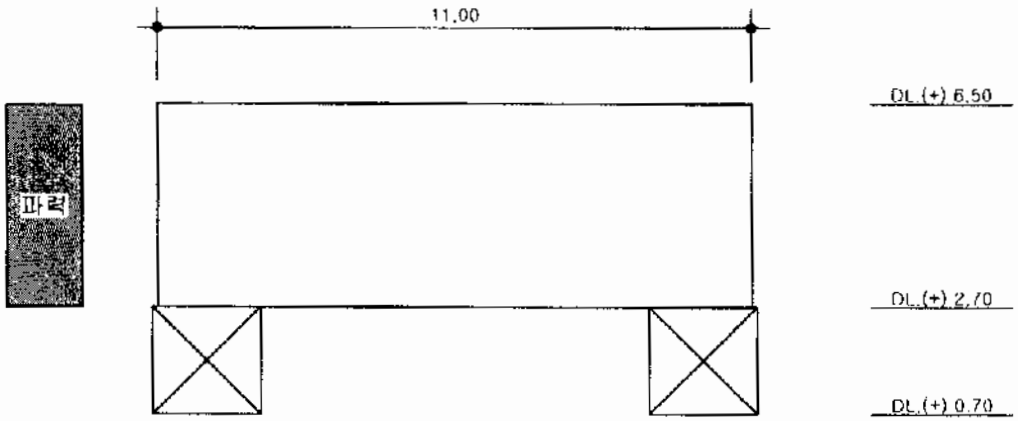
층1 피복석중량(W/15) = 1.917톤

층1 피복석 - 0.8입방미터를 사용 < 실부피 0.72입방미터 >

4) 항내측 피복재 중량

층1 피복석중량(W/10) = 2.875톤

층1 피복석 - 1.0입방미터를 사용 < 실부피 1.08입방미터 >

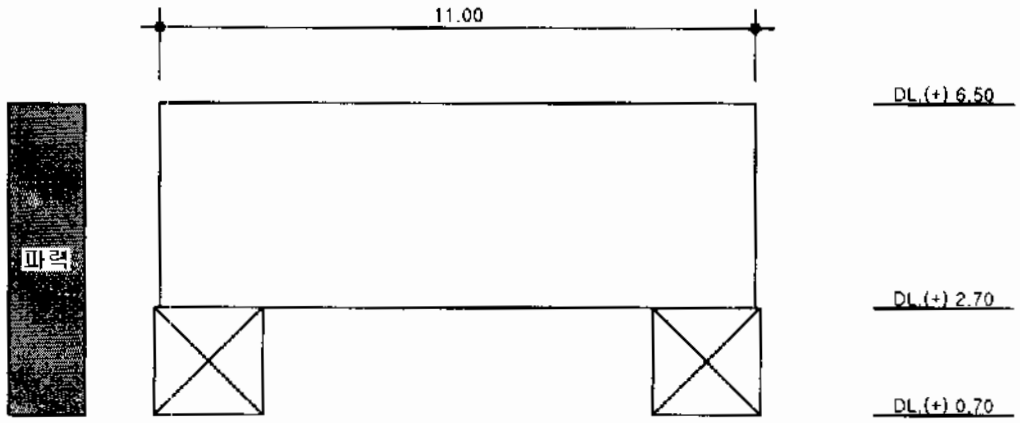



DL.(+)2.70m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -10.20m
설계해면 = .170m
설계파 = 6.30m
파력각도 = 5.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 6.3 x 1.00 = 6.46톤/입방미터
파력 = 6.46 x 3.77 = 24.37톤/m
파력 모멘트 = 45.94톤
사석자중 = .00톤/m
자중 = 54.34톤/m
자중 모멘트 = 298.87톤
마찰계수 = 0.57

활동율 = 1.261 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 6.506 > 1.2 이므로 적합

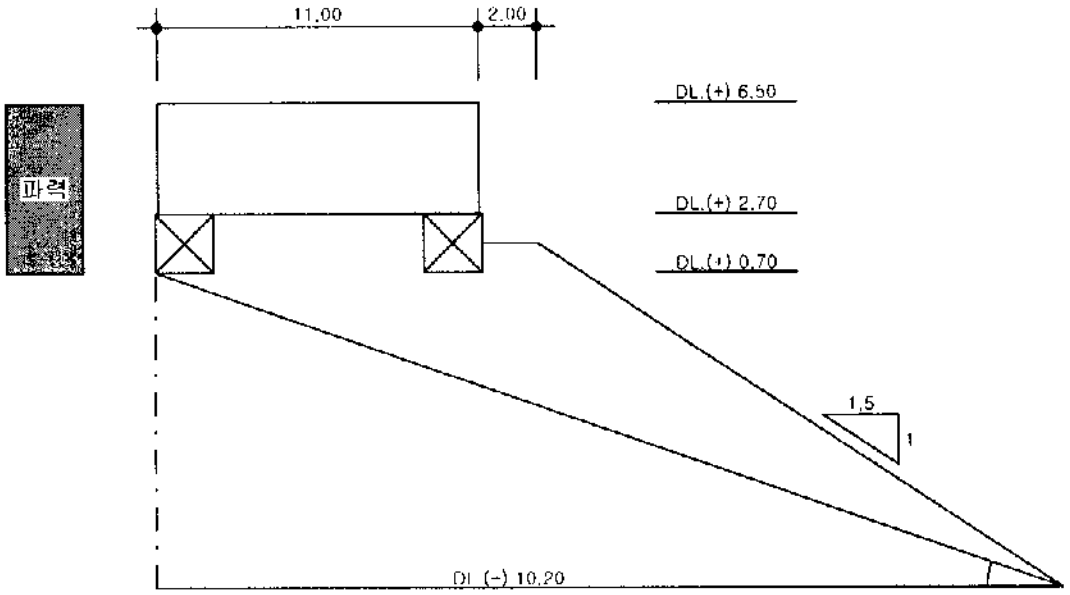



DL.(+).70m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -10.20m
설계해면 = .170m
설계파 = 6.30m
파력각도 = 5.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 6.3 x 1.00 = 6.46톤/입방미터
파력 = 6.46 x 5.77 = 37.30톤/m
파력 모멘트 = 107.61톤
사석자중 = 14.40톤/m
자중 = 79.14톤/m
자중 모멘트 = 443.18톤
마찰계수 = 0.73

활동율 = 1.546 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 4.119 > 1.2 이므로 적합

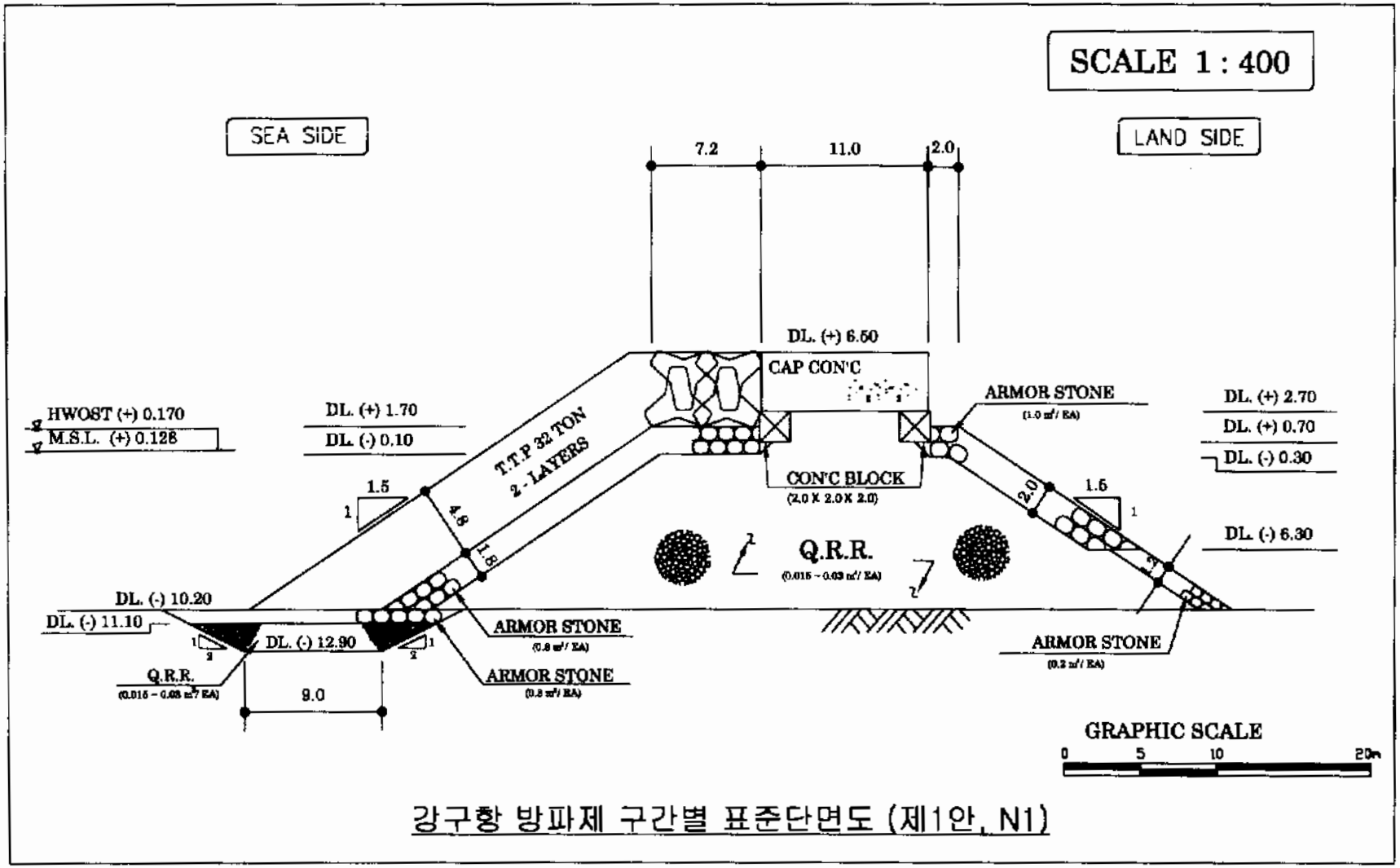



제체 외측하단과 해저면에 대한 직선활동 안정검토

수심 = -10.20m
설계해면 = .170m
설계파 = 6.30m
파력각도 = 5.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 6.3 x 1.00 = 6.46톤/m
파력 = 6.46 x 5.77 = 37.30톤/m
제체 자중 = 64.74톤/m
활동면상 자중 = 161.36톤/m
마찰계수 = 0.80
활동 경사각 = 19.40도

직선 활동율 = 1.260 > 1.2 이므로 적합




강구항 방파제 구간별 표준단면도 (제1안, N1)

## 강구항 북 방파제 제간부 단면 (제 1안, N1)

(단위 : 원)

| 공 종 | 규 격 | 단위 | 수 량 | 단 가 | 금 액 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.기초공 | | | | | 26,617,612 |
| 기초사석(육상) | 0.015-0.03m³/EA | m³ | 282.804 | 16,817 | 4,755,915 |
| 기초사석(육해상) | 0.015-0.03m³/EA | m³ | 124.884 | 26,322 | 3,287,197 |
| 기초사석(해상) | 0.015-0.03m³/EA | m³ | 63.913 | 30,881 | 1,973,704 |
| 피복석(육상) | 1.0m³/EA | m³ | 21.395 | 33,196 | 710,215 |
| 피복석(육해상) | 1.0m³/EA | m³ | 11.827 | 33,987 | 401,951 |
| 피복석(해상) | 1.0m³/EA | m³ | 0.053 | 48,375 | 2,559 |
| 피복석(육상) | 0.8m³/EA | m³ | 29.118 | 32,950 | 959,438 |
| 피복석(육해상) | 0.8m³/EA | m³ | 21.046 | 33,740 | 710,097 |
| 피복석(해상) | 0.8m³/EA | m³ | 24.015 | 48,000 | 1,152,742 |
| 피복석(육상) | 0.2m³/EA | m³ | - | 31,608 | - |
| 피복석(육해상) | 0.2m³/EA | m³ | 4.370 | 32,399 | 141,584 |
| 피복석(해상) | 0.2m³/EA | m³ | 5.333 | 46,095 | 245,804 |
| 터파기 | 토사 | m³ | 38.880 | 484 | 18,818 |
| 피복석고르기(수상) | 1.0m³/EA | m² | 4.734 | 18,739 | 88,710 |
| 피복석고르기(수중) | 1.0m³/EA | m² | 11.588 | 77,089 | 893,307 |
| 피복석고르기(수상) | 0.8m³/EA | m² | 9.934 | 18,739 | 186,153 |
| 피복석고르기(수중) | 0.8m³/EA | m² | 18.619 | 77,089 | 1,435,320 |
| 피복석고르기(수상) | 0.2m³/EA | m² | - | 18,739 | - |
| 피복석고르기(수중) | 0.2m³/EA | m² | 9.194 | 52,649 | 484,055 |
| 속고르기(수상) | 0.015-0.03m³/EA | m² | 7.200 | 7,649 | 55,073 |
| 속고르기(수중) | 0.015-0.03m³/EA | m² | 45.347 | 21,429 | 971,741 |
| 기초고르기(수상) | 0.015-0.03m³/EA | m² | 5.000 | 20,848 | 104,240 |
| 기초고르기(수중) | 0.015-0.03m³/EA | m² | - | 46,395 | - |
| T.T.P제작 | 32ton/EA | m² | 6.468 | 833,924 | 5,393,520 |
| T.T.P거치(수상) | 32ton/EA | m² | 2.893 | 276,604 | 800,149 |
| T.T.P거치(수중) | 32ton/EA | m² | 3.575 | 516,191 | 1,845,321 |
| 2.상부공 | | | | | 2,376,949 |
| CAP.CONC. | 50-180-8 | m³ | 41.800 | 54,635 | 2,283,743 |
| 거푸집 | 합판 4회 | m² | 7.600 | 12,264 | 93,206 |
| 3.구체공 | | | | | 851,808 |
| CONC.Block제작 | 2.0x2.0x2.0 | EA | 1.000 | 682,760 | 682,760 |
| 육상 운반 및 거치 | 2.0x2.0x2.0 | EA | 1.000 | 169,048 | 169,048 |
| 소계 | | | | | 29,846,369 |
| 제경비 | 35% | 식 | | | 10,446,229 |
| 계 | | | | | 40,292,598 |
| VAT | 10% | | | | 4,029,260 |
| m당공사비 | | | | | 44,321,858 |

**강구항 북방파제 제1안 제간부 단면(N2)**

가. 설계 조건

설계해면 = 0.170m

천면수심 = -9.00m

설계파고 = 6.10m

파랑주기 = 10.5초

파력각도 = 0.0도

나. 마루높이 결정

1) 항만 구조물 설계기준 방법

마루높이(= 설계해면 + 유의파고 + 여유고) = 6.30m

주) 여유고 = 0.030m

2) 월파에 따른 항내 전달파고 계산에 의한 방법

환산심해파고(H'o) = 6.008m

$H_o' / gT^2$ = 0.005555

$D_s / H_o'$ = 1.526

$R / H_o'$ = 2.591

주) 상대처오름 높이( $R / H_o'$ )는 SPM의 도표를 이용하여 계산

처오름 높이( $R$ ) = 7.216m

주) 조도수정계수 = 0.45, 축척보정계수 = 1.03(T.T.P의 경우) 사용

마루폭(B) = 11.00m

마루높이 = 6.30m

세체높이(h) = 15.30m

계수(C = 0.51 - 0.11*B/h) = 0.431

전달파고 = 0.396m < 0.6m

3) 마루높이

전달파고가 항내 허용파고(0.6m) 보다 작아 마루높이를 6.30m로 설정

다. 피복재 중량 검토

1) 쇄파여부 검토

해저면경사 - 0.033

쇄파고(Goda, 1975) = 10.00m

쇄파고(Weggel, 1972) - 8.01m

설계파고가 쇄파고보다 작아 한 수심에서 < 비쇄파 >

2) 계산 하중

무근콘크리트 = 2.30톤/입방미터

피복석 = 2.65톤/입방미터

해 수 = 1.03톤/입방미터

3) 항외측 피복재 중량

Hudson 공식에 의한 중량 - 23.208톤

주) $K_D$ - 8.0을 사용

T.T.P 중량 - 32.0톤을 사용 2층 난식 < 실중량(W) 28.75톤 >

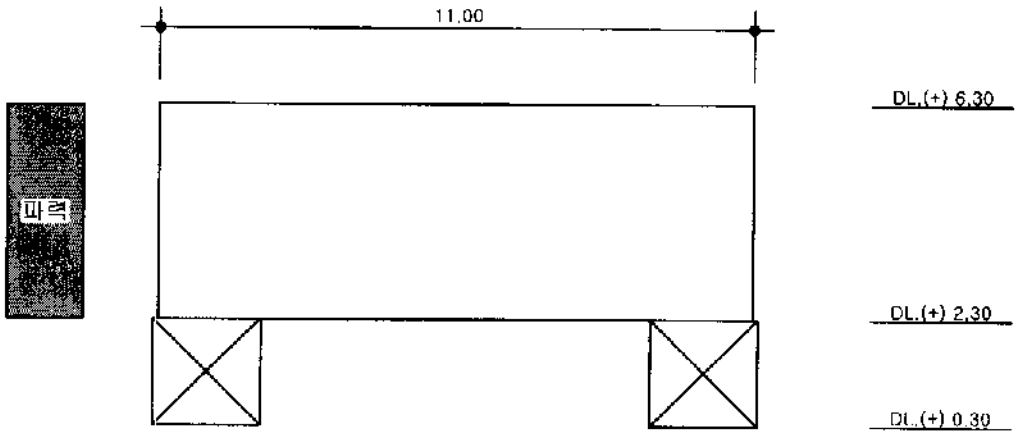
층1 피복석중량(W/15) = 1.917톤

층1 피복석 = 0.8입방미터를 사용 < 실부피 0.72입방미터 >

4) 항내측 피복재 중량

층1 피복석중량(W/10) = 2.875톤

층1 피복석 = 1.0입방미터를 사용 < 실부피 1.08입방미터 >

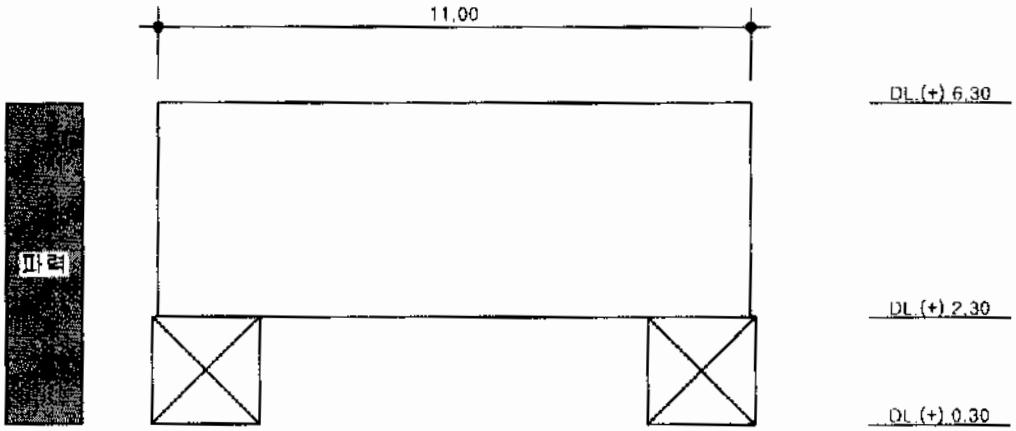



DL.(+)2.30m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -9.00m
설계해면 = .170m
설계파 = 6.10m
파력각도 = 0.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 6.1 x 1.00 = 6.28톤/입방미터
파력 = 6.28 x 3.97 = 24.94톤/m
파력 모멘트 = 49.51톤
사석자중 = .00톤/m
자중 = 57.20톤/m
자중 모멘트 = 314.60톤
마찰계수 = 0.57

활동율 = 1.297 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 6.354 > 1.2 이므로 적합

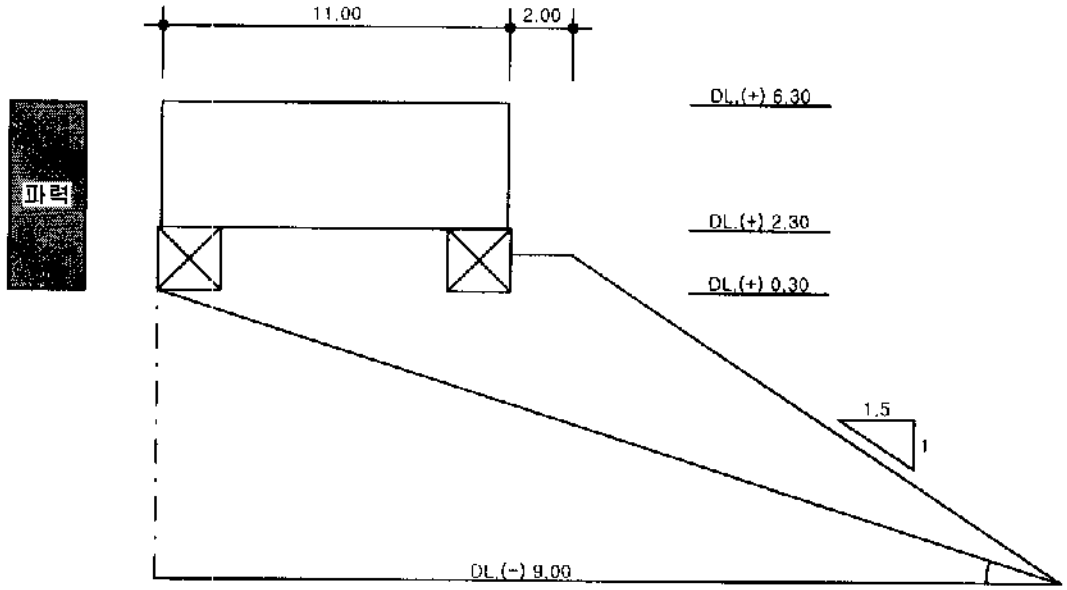



DL.(+).30m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -9.00m
설계해면 = .170m
설계파 = 6.10m
파력각도 = 0.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 6.1 x 1.00 = 6.28톤/입방미터
파력 = 6.28 x 5.97 = 37.51톤/m
파력 모멘트 = 111.97톤
사석자중 = 14.40톤/m
자중 = 82.00톤/m
자중 모멘트 = 459.20톤
마찰계수 = 0.73

활동율 = 1.593 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 4.101 > 1.2 이므로 적합

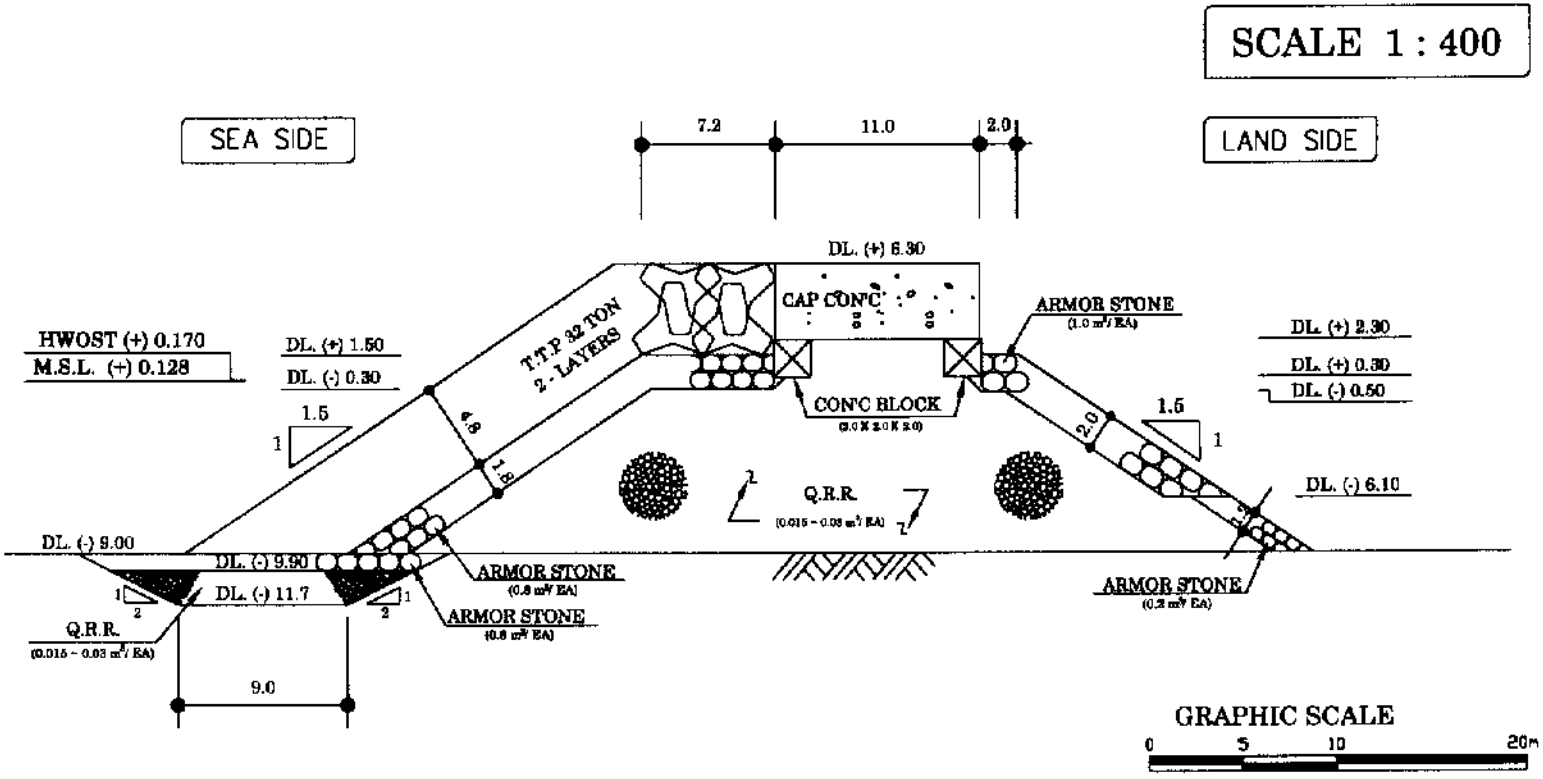



제체 외측하단과 해저면에 대한 직선활동 안정검토

수심 = -9.00m
설계해면 = .170m
설계파 = 6.10m
파력각도 = 0.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 6.1 x 1.00 = 6.28톤/m
파력 = 6.28 x 5.97 = 37.51톤/m
제체 자중 = 67.60톤/m
활동면상 자중 = 154.65톤/m
마찰계수 = 0.80
활동 경사각 = 17.87도

직선 활동율 = 1.305 > 1.2 이므로 적합




강구항 방파제 구간별 표준단면도 (제1안, N2)

# 강구항 북 방파제 제간부 단면 (제 1안, N2)

(단위 : 원)

| 공 종 | 규 격 | 단위 | 수 량 | 단 가 | 금 액 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.기초공 | | | | | 23,438,163 |
| 기초사석(육상) | 0.015-0.03m³/EA | m³ | 230.436 | 16,817 | 3,875,242 |
| 기초사석(육해상) | 0.015-0.03m³/EA | m³ | 105.499 | 26,322 | 2,776,950 |
| 기초사석(해상) | 0.015-0.03m³/EA | m³ | 52.756 | 30,881 | 1,629,146 |
| 피복석(육상) | 1.0m³/EA | m³ | 20.256 | 33,196 | 672,421 |
| 피복석(육해상) | 1.0m³/EA | m³ | 11.137 | 33,987 | 378,500 |
| 피복석(해상) | 1.0m³/EA | m³ | 0.015 | 48,375 | 723 |
| 피복석(육상) | 0.8m³/EA | m³ | 28.211 | 32,950 | 929,541 |
| 피복석(육해상) | 0.8m³/EA | m³ | 19.141 | 33,740 | 645,804 |
| 피복석(해상) | 0.8m³/EA | m³ | 21.443 | 48,000 | 1,029,259 |
| 피복석(육상) | 0.2m³/EA | m³ | - | 31,608 | - |
| 피복석(육해상) | 0.2m³/EA | m³ | 4.417 | 32,399 | 143,111 |
| 피복석(해상) | 0.2m³/EA | m³ | 2.798 | 46,095 | 128,972 |
| 터파기 | 토사 | m³ | 38.880 | 484 | 18,818 |
| 피복석고르기(수상) | 1.0m³/EA | m² | 4.373 | 18,739 | 81,946 |
| 피복석고르기(수중) | 1.0m³/EA | m² | 11.228 | 77,089 | 865,555 |
| 피복석고르기(수상) | 0.8m³/EA | m² | 9.573 | 18,739 | 179,388 |
| 피복석고르기(수중) | 0.8m³/EA | m² | 16.456 | 77,089 | 1,268,577 |
| 피복석고르기(수상) | 0.2m³/EA | m² | - | 18,739 | - |
| 피복석고르기(수중) | 0.2m³/EA | m² | 7.391 | 52,649 | 389,129 |
| 속고르기(수상) | 0.015-0.03m³/EA | m² | 7.200 | 7,649 | 55,073 |
| 속고르기(수중) | 0.015-0.03m³/EA | m² | 40.299 | 21,429 | 863,567 |
| 기초고르기(수상) | 0.015-0.03m³/EA | m² | 5.000 | 20,848 | 104,240 |
| 기초고르기(수중) | 0.015-0.03m³/EA | m² | - | 46,395 | - |
| T.T.P제작 | 32ton/EA | m² | 5.984 | 833,924 | 4,990,068 |
| T.T.P거치(수상) | 32ton/EA | m² | 2.824 | 276,604 | 781,218 |
| T.T.P거치(수중) | 32ton/EA | m² | 3.160 | 516,191 | 1,630,916 |
| 2.상부공 | | | | | 2,502,052 |
| CAP.CONC. | 50·180-8 | m³ | 44.000 | 54,635 | 2,403,940 |
| 거푸집 | 합판 4회 | m² | 8.000 | 12,264 | 98,112 |
| 3.구체공 | | | | | 851,808 |
| CONC.Block제작 | 2.0x2.0x2.0 | EA | 1.000 | 682,760 | 682,760 |
| 육상 운반 및 거치 | 2.0x2.0x2.0 | EA | 1.000 | 169,048 | 169,048 |
| 소계 | | | | | 26,792,023 |
| 제경비 | 35% | 식 | | | 9,377,208 |
| 계 | | | | | 36,169,232 |
| VAT | 10% | | | | 3,616,923 |
| m당공사비 | | | | | 39,786,155 |

**강구항 남방파제 제1안 두부 단면(S0)**

가. 설계 조건

설계해면 = 0.170m

전면수심 = -6.50m

설계파고 = 3.30m

파랑주기 = 13.0초

파랙각도 = 10.0도

나. 마루높이 결정

1) 항만 구조물 설계기준 방법

마루높이(= 설계해면 + 유의파고 + 여유고) = 3.50m

주) 여유고 = 0.030m

2) 월파에 따른 항내 전달파고 계산에 의한 방법

환산심해파고(H'o) = 2.815m

$H_o'/gT^2$ = 0.001698

$D_s/H_o'$ = 2.369

$R/H_o'$ = 2.806

주) 상대처오름 높이( $R/H_o'$ )는 SPM의 도표를 이용하여 계산

처오름 높이( $R$ ) = 3.662m

주) 조도수정계수 = 0.45, 축척보정계수 = 1.03(T.T.P의 경우) 사용

마루폭(B) = 10.00m

마루높이 = 3.50m

제체높이(h) = 10.00m

계수(C = 0.51 - 0.11*B/h) = 0.400

전달파고 = 0.120m < 0.6m

3) 마루높이

전달파고가 항내 허용파고(0.6m) 보다 작아 마루높이를 3.50m로 결정

다. 피복재 중량 검토

1) 쇄파여부 검토

해저면경사 = 0.014

쇄파고(Goda, 1975) = 6.37m

쇄파고(Weggel, 1972) = 5.68m

설계파고가 쇄파고보다 작아 현 수심에서 < 비쇄파 >

2) 계산 하중

무근콘크리트 = 2.30톤/입방미터

피복석 = 2.65톤/입방미터

해 수 = 1.03톤/입방미터

3) 항외측 피복재 중량

Hudson 공식에 의한 중량 = 4.899톤

주) $K_D$ = 6.0을 사용

T.T.P 중량 = 6.3톤을 사용 2층 난적 < 실중량(W) 5.75톤 >

층1 피복석중량(W/15) = 0.383톤

층1 피복석 = 0.2입방미터를 사용 < 실부피 0.14입방미터 >

4) 항내측 피복재 중량

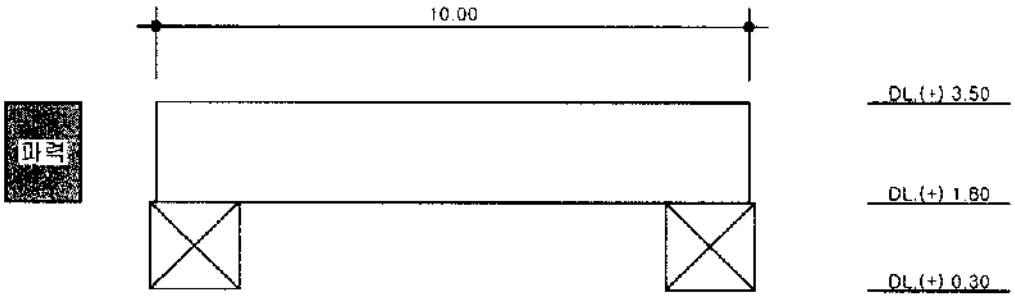
Hudson 공식에 의한 중량 = 4.899톤

주) $K_D$ = 6.0을 사용

T.T.P 중량 = 6.3톤을 사용 2층 난적 < 실중량(W) 5.75톤 >

층1 피복석중량(W/15) = 0.383톤

층1 피복석 = 0.2입방미터를 사용 < 실부피 0.14입방미터 >

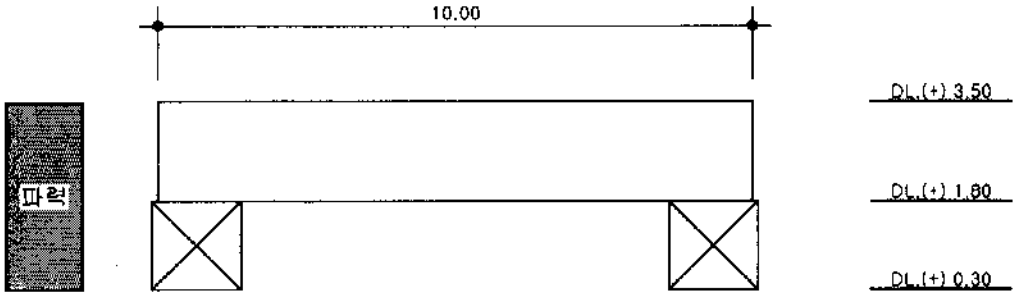



DL.(+)1.80m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -6.50m
설계해면 = .170m
설계파 = 3.30m
파력각도 = 10.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 3.3 x 0.98 = 3.35톤/입방미터
파력 = 3.35 x 1.67 = 5.59톤/m
파력 모멘트 = 4.67톤
사석자중 = .00톤/m
자중 = 22.10톤/m
자중 모멘트 = 110.50톤
마찰계수 = 0.57

활동율 = 2.261 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 23.673 > 1.2 이므로 적합

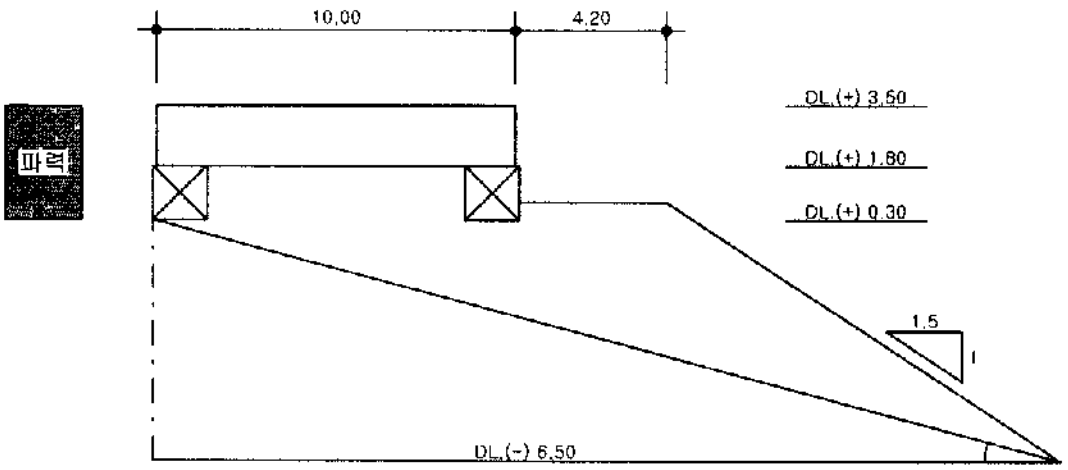



DL.(+).30m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -6.50m
설계해면 = .170m
설계파 = 3.30m
파력각도 = 10.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 3.3 x 0.98 = 3.35톤/입방미터
파력 = 3.35 x 3.17 = 10.61톤/m
파력 모멘트 = 16.82톤
사석자중 = 10.80톤/m
자중 = 38.75톤/m
자중 모멘트 = 197.63톤
마찰계수 = 0.74

활동율 = 2.707 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 1[illegible].750 > 1.2 이므로 적합

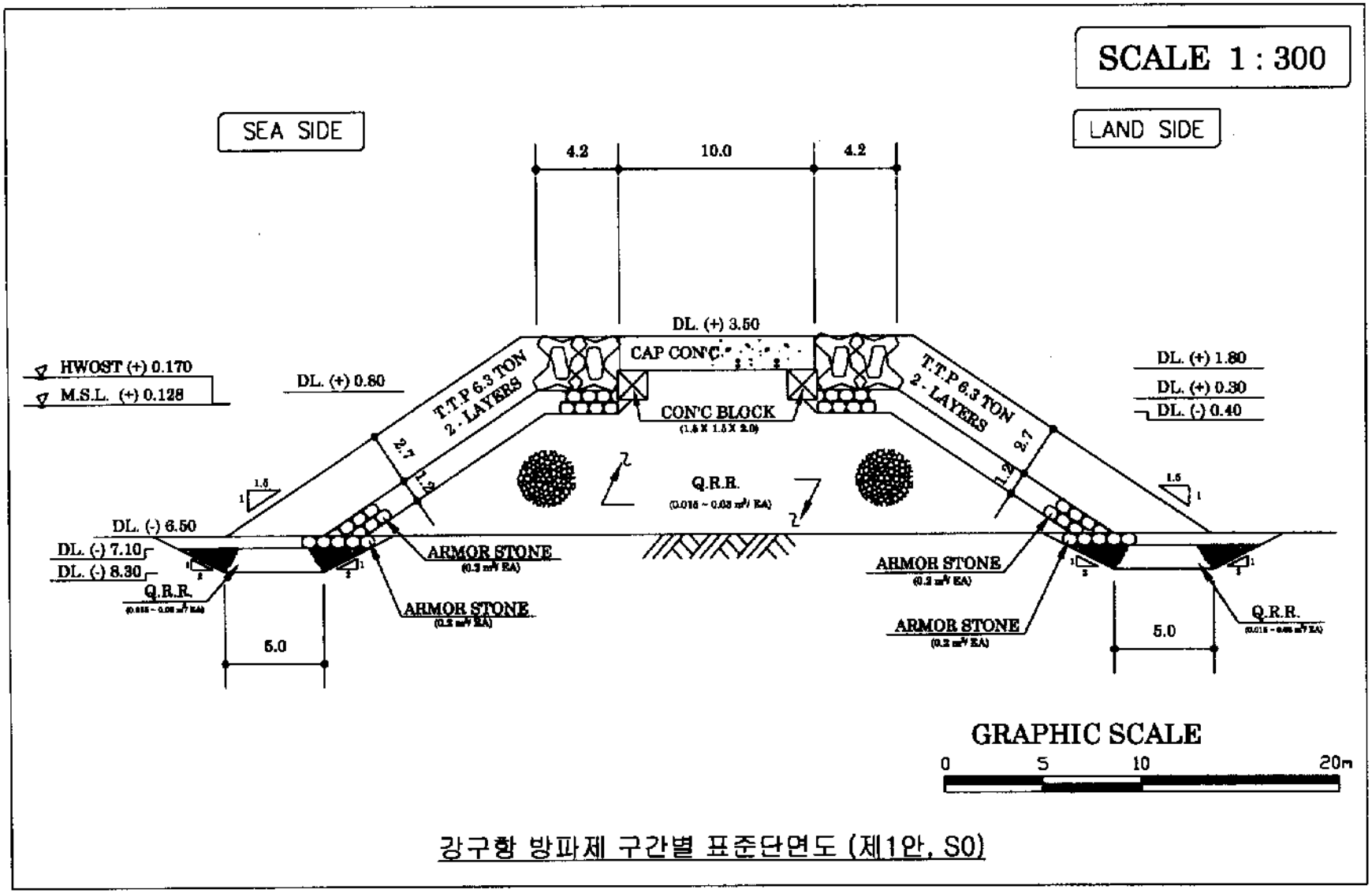



제체 외측하단과 해저면에 대한 직선활동 안정검토

수심 = -6.50m
설계해면 = .170m
설계파 = 3.30m
파력각도 = 10.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 3.3 x 0.98 = 3.35톤/m
파력 = 3.35 x 3.17 = 10.61톤/m
제체 자중 = 27.95톤/m
활동면상 자중 = 92.16톤/m
마찰계수 = 0.80
활동 경사각 = 15.07도

직선 활동율 = 2.016 > 1.2 이므로 적합




강구항 방파제 구간별 표준단면도 (제1안, S0)

# 강구항 남 방파제 두부 단면 (제 1안, S0)

(단위 : 원)

| 공 종 | 규 격 | 단위 | 수 량 | 단 가 | 금 액 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.기초공 | | | | | 16,783,082 |
| 기초사석(육상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎥ | 140.256 | 16,817 | 2,358,685 |
| 기초사석(육해상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎥ | 71.833 | 26,322 | 1,890,793 |
| 기초사석(해상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎥ | 26.509 | 30,881 | 818,631 |
| 피복석(육상) | 0.2㎥/EA | ㎥ | 22.501 | 31,608 | 711,208 |
| 피복석(육해상) | 0.2㎥/EA | ㎥ | 21.988 | 32,399 | 712,389 |
| 피복석(해상) | 0.2㎥/EA | ㎥ | 15.408 | 46,095 | 710,218 |
| 터파기 | 모래질 | ㎥ | 30.960 | 484 | 14,985 |
| 피복석고르기(수상) | 0.2㎥/EA | ㎡ | 10.622 | 18,739 | 199,046 |
| 피복석고르기(수중) | 0.2㎥/EA | ㎡ | 23.898 | 52,649 | 1,258,206 |
| 속고르기(수상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎡ | 7.200 | 7,649 | 55,073 |
| 속고르기(수중) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎡ | 29.467 | 21,429 | 631,448 |
| 기초고르기(수상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎡ | 4.000 | 20,848 | 83,392 |
| 기초고르기(수중) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎡ | - | 46,395 | - |
| T.T.P제작 | 6.3ton/EA | ㎡ | 21.779 | 192,197 | 4,185,897 |
| T.T.P거치(수상) | 6.3ton/EA | ㎡ | 8.874 | 57,748 | 512,479 |
| T.T.P거치(수중) | 6.3ton/EA | ㎡ | 12.905 | 204,624 | 2,640,632 |
| 2.상부공 | | | | | 970,493 |
| CAP.CONC. | 50-180-8 | ㎥ | 17.000 | 54,635 | 928,795 |
| 거푸집 | 합판 4회 | ㎡ | 3.400 | 12,264 | 41,698 |
| 3.구체공 | | | | | 580,740 |
| CONC.Block제작 | 1.5x1.5x2.0 | EA | 1.000 | 411,692 | 411,692 |
| 육상 운반 및 거치 | 1.5x1.5x2.0 | EA | 1.000 | 169,048 | 169,048 |
| 소계 | | | | | 18,334,314 |
| 제경비 | 35% | 식 | | | 6,417,010 |
| 계 | | | | | 24,751,324 |
| VAT | 10% | | | | 2,475,132 |
| m당공사비 | | | | | 27,226,457 |

## 강구항 남방파제 제1안 제간부 단면(S1)

가. 설계 조건

설계해면 = 0.170m

전면수심 = -5.10m

설계파고 = 3.30m

파랑주기 = 13.0초

파력각도 = 56.0도

나. 마루높이 결정

1) 항만 구조물 설계기준 방법

마루높이(= 설계해면 + 유의파고 + 여유고) = 3.50m

주) 여유고 = 0.030m

2) 월파에 따른 항내 전달파고 계산에 의한 방법

환산심해파고(H'o) = 2.672m

$H_o'/gT^2$ = 0.001612

$D_s/H_o'$ = 1.972

$R/H_o'$ = 3.301

주) 상대처오름 높이($R/H_o'$)는 SPM의 도표를 이용하여 계산

처오름 높이($R$) = 4.088m

주) 조도수정계수 = 0.45, 국척보성계수 = 1.03(T.T.P의 경우) 사용

마루폭(B) = 7.00m

마루높이 = 3.50m

제체높이(h) = 8.60m

계수(C = 0.51 - 0.11*B/h) = 0.420

전달파고 = 0.257m < 0.6m

3) 마루높이

전달파고가 항내 허용파고(0.6m) 보다 작아 마루높이를 3.50m로 결정

다. 피복재 중량 검토

1) 쇄파여부 검토

해저면경사 = 0.014

쇄파고(Goda, 1975) = 5.11m

쇄파고(Weggel, 1972) = 4.53m

설계파고가 쇄파고보다 작아 현 수심에서 < 비쇄파 >

2) 제산 하중

무근콘크리트 = 2.30톤/입방미터

피복석 = 2.65톤/입방미터

해 수 = 1.03톤/입방미터

3) 항외측 피복재 중량

Hudson 공식에 의한 중량 = 3.674톤

주) $K_D$ = 8.0을 사용

T.T.P 중량 = 5.0톤을 사용 2층 난적 < 실중량(W) 4.60톤 >

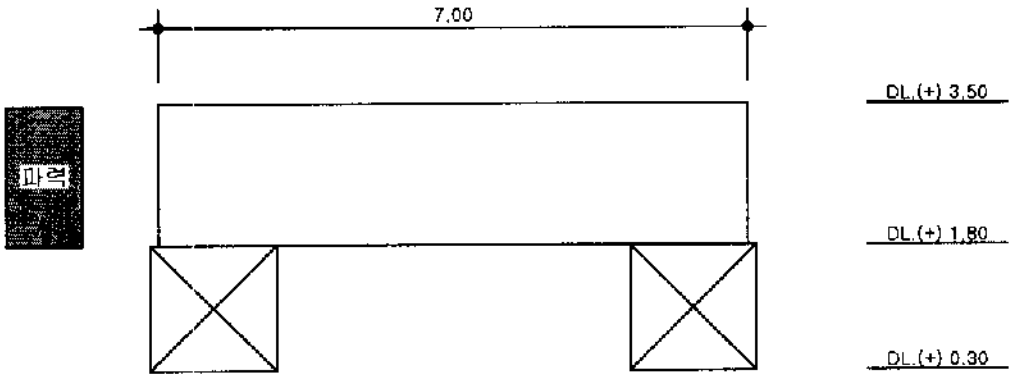
층1 피복석중량(W/15) = 0.307톤

층1 피복석 = 0.2입방미터를 사용 < 실부피 0.12입방미터 >

4) 항내측 피복재 중량

층1 피복석중량(W/10) = 1.193톤

층1 피복석 = 항내측 최소규격 0.5입방미터를 사용 < 실부피 0.45입방미터 >

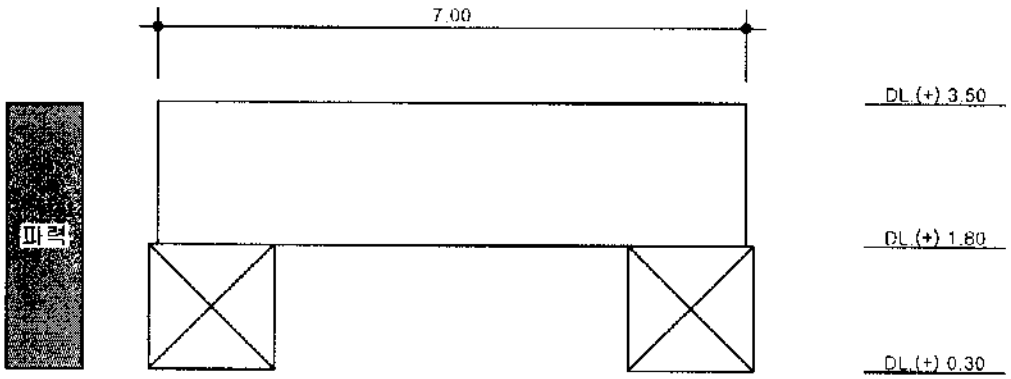



DL.(+)1.80m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -5.10m
설계해면 = .170m
설계파 = 3.30m
파력각도 = 55.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 3.3 x 0.70 = 2.38톤/입방미터
파력 = 2.38 x 1.67 = 3.97톤/m
파력 모멘트 = 3.32톤
사석자중 = .00톤/m
자중 = 15.47톤/m
자중 모멘트 = 54.14톤
마찰계수 = 0.56

활동율 = 2.180 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 16.319 > 1.2 이므로 적합

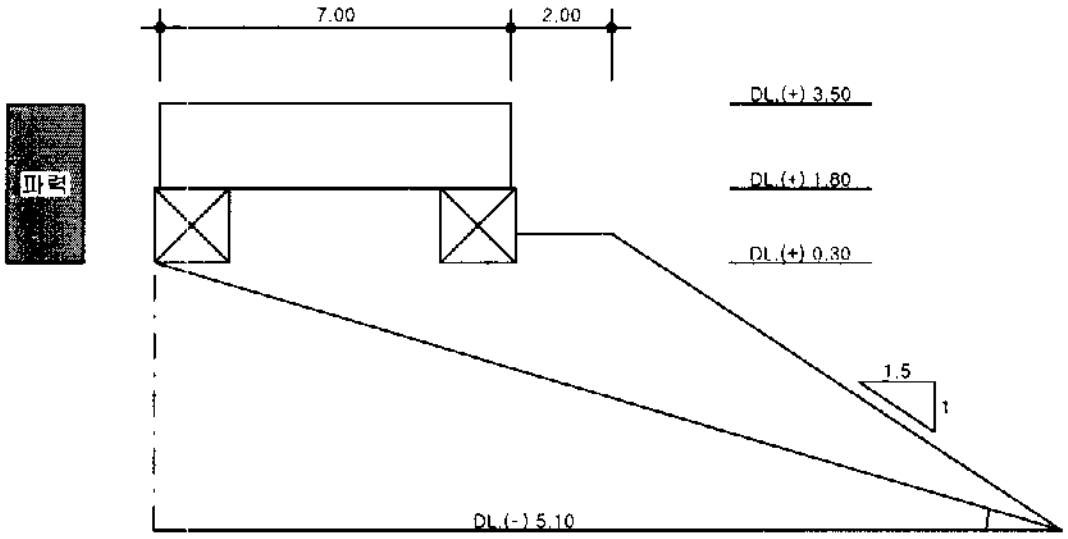



DL.(+).30m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -5.10m
설계해면 = .170m
설계파 = 3.30m
파력각도 = 55.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 3.3 x 0.70 = 2.38톤/입방미터
파력 = 2.38 x 3.17 = 7.54톤/m
파력 모멘트 = 11.95톤
사석자중 = 6.30톤/m
자중 = 27.62톤/m
자중 모멘트 = 99.43톤
마찰계수 = 0.72

활동율 = 2.624 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 8.317 > 1.2 이므로 적합

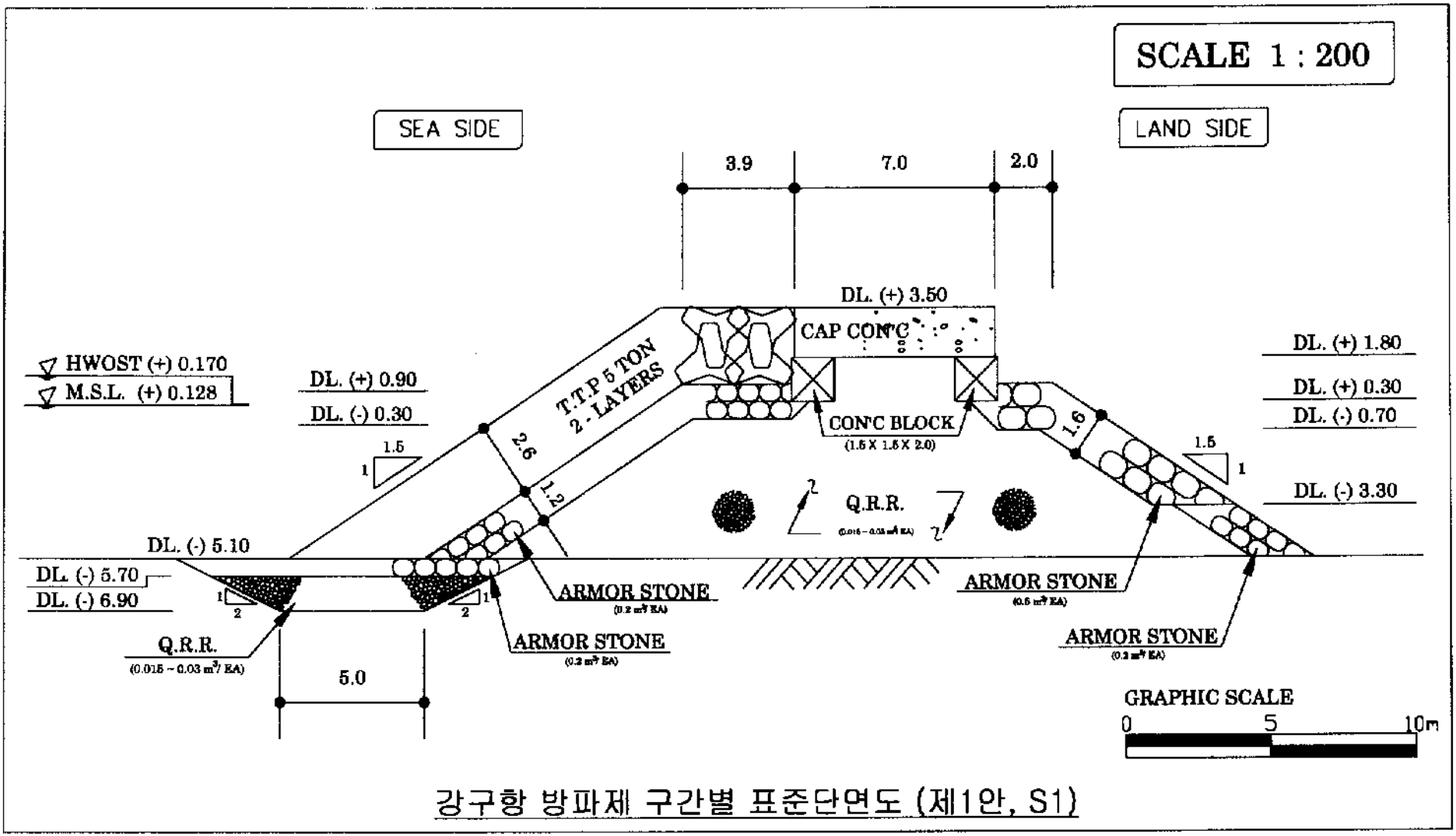



제체 외측하단과 해저면에 대한 직선활동 안정검토

수심 = -5.10m
설계해면 = .170m
설계파 = 3.30m
파력각도 = 55.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 3.3 x 0.70 = 2.38톤/m
파력 = 2.38 x 3.17 = 7.54톤/m
제체 자중 = 21.32톤/m
활동면상 자중 = 56.03톤/m
마찰계수 = 0.80
활동 경사각 = 16.61도

직선 활동율 = 1.774 > 1.2 이므로 적합




강구항 방파제 구간별 표준단면도 (제1안, S1)

# 강구항 남 방파제 제간부 단면 (제 1안, S1)

(단위 : 원)

| 공 종 | 규 격 | 단위 | 수 량 | 단 가 | 금 액 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.기초공 | | | | | 8,938,711 |
| 기초사석(육상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^3$ | 78.840 | 16,817 | 1,325,852 |
| 기초사석(육해상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^3$ | 40.936 | 26,322 | 1,077,507 |
| 기초사석(해상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^3$ | 11.267 | 30,881 | 347,930 |
| 피복석(육상) | 0.5$m^3$/EA | $m^3$ | 11.525 | 32,345 | 372,786 |
| 피복석(육해상) | 0.5$m^3$/EA | $m^3$ | 3.379 | 33,134 | 111,950 |
| 피복석(해상) | 0.5$m^3$/EA | $m^3$ | - | 47,096 | - |
| 피복석(육상) | 0.2$m^3$/EA | $m^3$ | 11.010 | 31,608 | 348,007 |
| 피복석(육해상) | 0.2$m^3$/EA | $m^3$ | 11.114 | 32,399 | 360,070 |
| 피복석(해상) | 0.2$m^3$/EA | $m^3$ | 8.579 | 46,095 | 395,449 |
| 터파기 | 토사 | $m^3$ | 15.480 | 484 | 7,492 |
| 피복석고르기(수상) | 0.5$m^3$/EA | $m^2$ | 3.292 | 18,739 | 61,689 |
| 피복석고르기(수중) | 0.5$m^3$/EA | $m^2$ | 6.180 | 53,715 | 331,959 |
| 피복석고르기(수상) | 0.2$m^3$/EA | $m^2$ | 5.192 | 18,739 | 97,293 |
| 피복석고르기(수중) | 0.2$m^3$/EA | $m^2$ | 14.833 | 52,649 | 780,943 |
| 속고르기(수상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | 4.200 | 7,649 | 32,126 |
| 속고르기(수중) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | 22.159 | 21,429 | 474,845 |
| 기초고르기(수상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | 4.000 | 20,848 | 83,392 |
| 기초고르기(수중) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | - | 46,395 | - |
| T.T.P제작 | 5ton/EA | $m^2$ | 11.323 | 156,707 | 1,774,315 |
| T.T.P거치(수상) | 5ton/EA | $m^2$ | 5.196 | 48,918 | 254,190 |
| T.T.P거치(수중) | 5ton/EA | $m^2$ | 6.126 | 114,412 | 700,917 |
| 2.상부공 | | | | | 691,854 |
| CAP.CONC. | 50-180-8 | $m^3$ | 11.900 | 54,635 | 650,157 |
| 거푸집 | 합판 4회 | $m^2$ | 3.400 | 12,264 | 41,698 |
| 3.구체공 | | | | | 580,740 |
| CONC.Block제작 | 1.5x1.5x2.0 | EA | 1.000 | 411,692 | 411,692 |
| 육상 운반 및 거치 | 1.5x1.5x2.0 | EA | 1.000 | 169,048 | 169,048 |
| 소계 | | | | | 10,211,305 |
| 제경비 | 35% | 식 | | | 3,573,957 |
| 계 | | | | | 13,785,261 |
| VAT | 10% | | | | 1,378,526 |
| m당공사비 | | | | | 15,163,788 |

**강구항 남방파제 제1안 세간부 단면(S2)**

가. 설계 조건

설계해면 = 0.170m

전면수심 = -3.50m

설계파고 = 2.00m

파랑주기 = 13.0초

파랙각도 = 60.0도

나. 마루높이 검정

1) 항만 구조물 설계기준 방법

마루높이(= 설계해면 + 유의파고 + 여유고) - 2.50m

주) 여유고 - 0.33m

2) 마루높이는 항만 구조물 설계기준에 의해 2.50m로 결정

다. 피복재 중량 검토

1) 쇄파여부 검토

해저면경사 = 0.013

쇄파고(Goda, 1975) = 2.09m ~ 3.14m

설계파고가 쇄파고보다 작아 현 수심에서 < 비쇄파 >

2) 재산 하중

무근콘크리트 = 2.30톤/입방미터

피복석 = 2.65톤/입방미터

해 수 = 1.03톤/입방미터

3) 항외측 피복재 중량

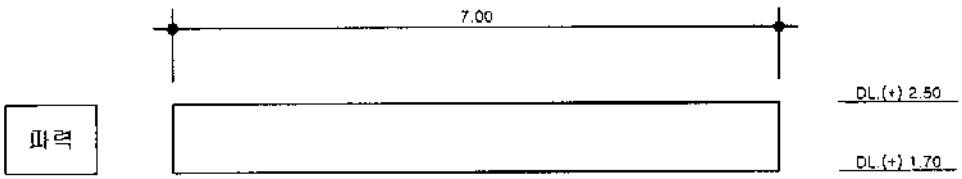
Hudson 공식에 의한 중량 = 1.816톤

주) $K_D$ - 2.0을 사용

층1 피복석 = 0.7입방미터를 사용 < 실무의 0.685입방미터 >

4) 항내측 피복재 중량

층1 피복석 = 0.2입방미터를 사용

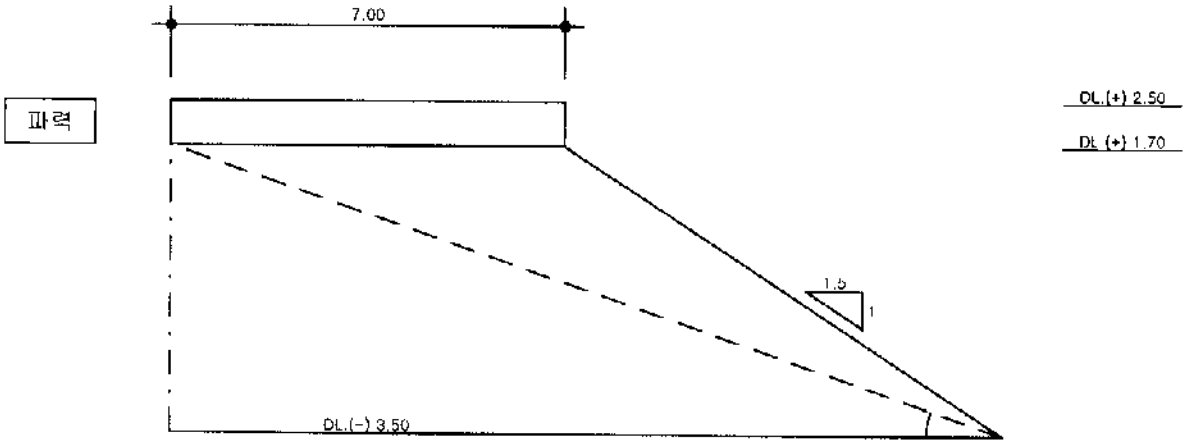



DL.(+) 1.70m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -3.50m
설계해면 = 0.170m
설계파고 = 2.00m
파력각도 = 0.0도

파력 = 2.47톤/m: 히로이 파압식
파력 모멘트 = 0.99톤
양압력 = 0.00톤/m
양압력 모멘트 = 0.00톤
제체자중 = 7.28톤/m
자중 모멘트 = 25.48톤
마찰계수 = 0.60

활동율 = 1.767 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 25.769 > 1.2 이므로 적합

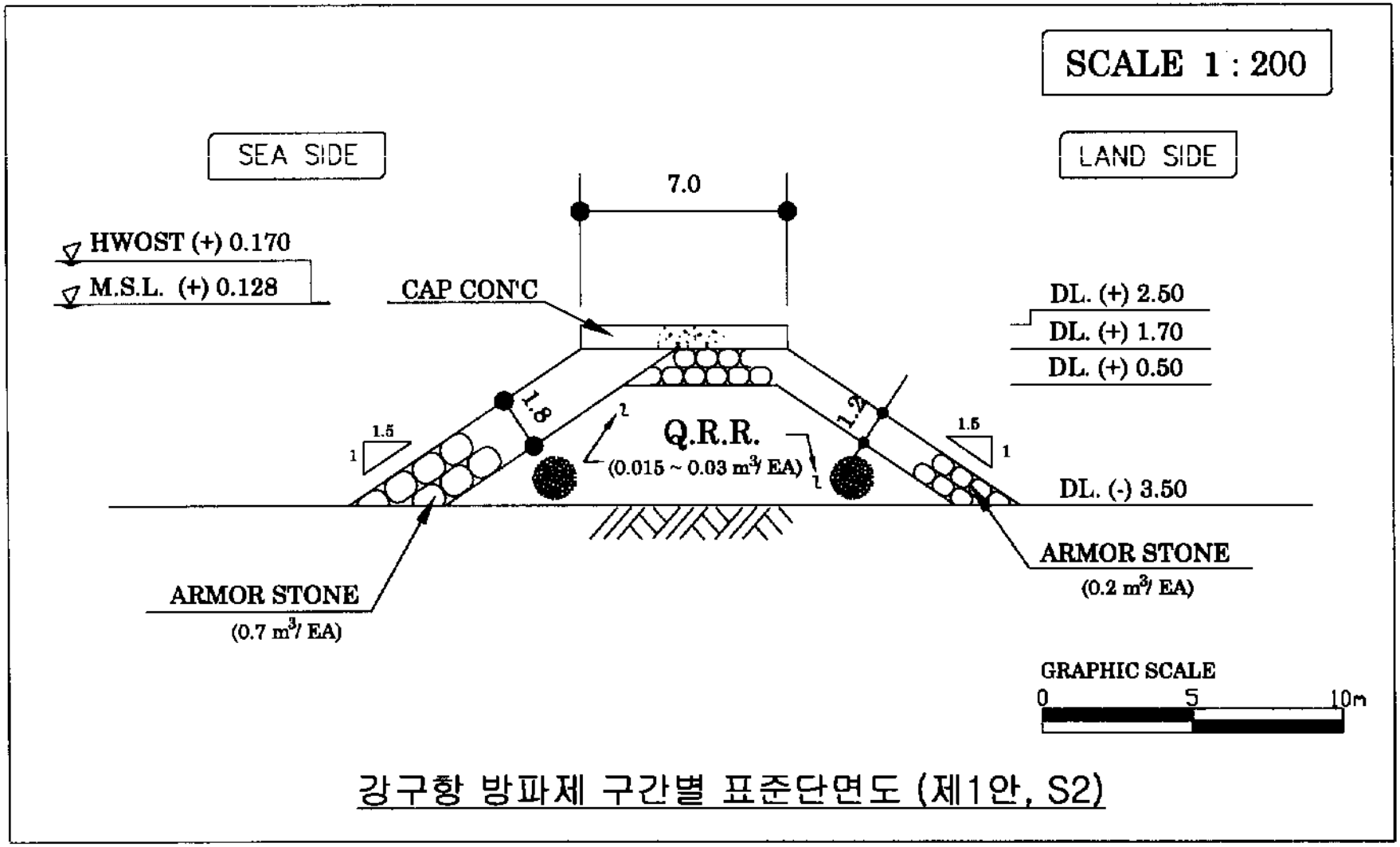



제체 외측하단과 해저면에 대한 직선활동 안정검토

수심 = -3.50m
설계해면 = 0.170m
설계파고 = 2.00m
파력각도 = 0.0도

파력 = 2.47톤/m: 하로이 파압식
양압력 = 0.00톤/m
활동면상 자중 = 25.48톤/m
마찰계수 = 0.80
활동 경사각 = 19.36도

직선 활동율 = 1.723 > 1.2 이므로 적합




강구항 방파제 구간별 표준단면도 (제1안, S2)

# 강구항 남 방파제 제간부 단면 (제 1안, S2)

(단위 : 원)

| 공 종 | 규 격 | 단위 | 수 량 | 단 가 | 금 액 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.기초공 | | | | | 3,520,774 |
| 기초사석(육상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^3$ | 46.370 | 16,817 | 779,811 |
| 기초사석(육해상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^3$ | 7.350 | 26,322 | 193,467 |
| 기초사석(해상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^3$ | - | 30,881 | - |
| 피복석(육상) | 0.7$m^3$/EA | $m^3$ | 15.884 | 32,647 | 518,558 |
| 피복석(육해상) | 0.7$m^3$/EA | $m^3$ | 3.522 | 33,437 | 117,780 |
| 피복석(해상) | 0.7$m^3$/EA | $m^3$ | - | 47,538 | - |
| 피복석(육상) | 0.2$m^3$/EA | $m^3$ | 14.096 | 31,608 | 445,532 |
| 피복석(육해상) | 0.2$m^3$/EA | $m^3$ | 3.522 | 32,399 | 114,124 |
| 피복석(해상) | 0.2$m^3$/EA | $m^3$ | - | 46,095 | - |
| 터파기 | 토사 | $m^3$ | - | 484 | - |
| 피복석고르기(수상) | 0.7$m^3$/EA | $m^2$ | 3.065 | 18,739 | 57,435 |
| 피복석고르기(수중) | 0.7$m^3$/EA | $m^2$ | 6.310 | 77,089 | 486,432 |
| 피복석고르기(수상) | 0.2$m^3$/EA | $m^2$ | 5.228 | 18,739 | 97,967 |
| 피복석고르기(수중) | 0.2$m^3$/EA | $m^2$ | 6.310 | 52,649 | 332,215 |
| 속고르기(수상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | 13.994 | 7,649 | 107,040 |
| 속고르기(수중) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | 12.619 | 21,429 | 270,413 |
| 2.상부공 | | | | | 325,578 |
| CAP.CONC. | 50-180-8 | $m^3$ | 5.600 | 54,635 | 305,956 |
| 거푸집 | 합판 4회 | $m^2$ | 1.600 | 12,264 | 19,622 |
| 3.구체공 | | | | | - |
| CONC.Block제작 | | EA | - | | - |
| 육상 운반 및 거치 | | EA | - | | - |
| 소계 | | | | | 3,846,353 |
| 제경비 | 35% | 식 | | | 1,346,223 |
| 계 | | | | | 5,192,576 |
| VAT | 10% | | | | 519,258 |
| m당공사비 | | | | | 5,711,834 |

**강구항 북방파제 제8안 두부 단면(N0)**

가. 설계 조건

설계해면 = 0.170m

전면수심 = -9.50m

설계파고 = 6.10m

파랑주기 = 10.5초

파력각도 = 0.0도

나. 마루높이 결정

1) 항만 구조물 설계기준 방법

마루높이(= 설계해면 + 유의파고 + 여유고) = 6.30m

주) 여유고 = 0.030m

2) 월파에 따른 항내 전달파고 계산에 의한 방법

환산심해파고(H'o) = 6.062m

$H_o' / gT^2$ = 0.005605

$D_s / H_o'$ = 1.595

$R / H_o'$ = 2.570

주) 상대처오름 높이( $R / H_o'$ )는 SPM의 도표를 이용하여 계산

처오름 높이( $R$ ) = 7.221m

주) 조도수정계수 = 0.45, 축척보정계수 = 1.03(T.T.P의 경우) 사용

마루폭(B) = 14.00m

마루높이 = 6.30m

제체높이(h) = 15.80m

계수(C = 0.51 - 0.11*B/h) = 0.413

전달파고 = 0.380m < 0.6m

3) 마루높이

전달파고가 항내 허용파고(0.6m) 보다 작아 마루높이를 6.30m로 결정

다. 피복재 중량 검토

1) 쇄파여부 검토

해저면경사 - 0.020

쇄파고(Goda, 1975) = 9.06m

쇄파고(Weggel, 1972) = 8.01m

설계파고가 쇄파고보다 작아 현 수심에서 < 비쇄파 >

2) 계산 하중

무근콘크리트 - 2.30톤/입방미터

피복석 - 2.65톤/입방미터

해 수 = 1.03톤/입방미터

3) 항외측 피복재 중량

Hudson 공식에 의한 중량 = 30.944톤

주) $K_D$ = 6.0을 사용

T.T.P 중량 = 40.0톤을 사용 2층 난적 < 실중량(W) 36.80톤 >

층1 피복석중량(W/15) = 2.453톤

층1 피복석 = 1.0입방미터를 사용 < 실부피 0.93입방미터 >

4) 항내측 피복재 중량

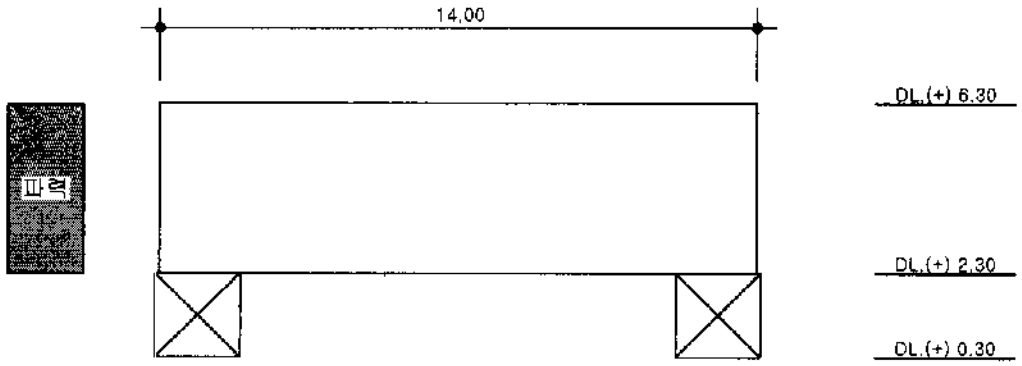
Hudson 공식에 의한 중량 - 30.944톤

주) $K_D$ = 6.0을 사용

T.T.P 중량 - 40.0톤을 사용 2층 난적 < 실중량(W) 36.80톤 >

층1 피복석중량(W/15) - 2.453톤

층1 피복석 = 1.0입방미터를 사용 < 실부피 0.93입방미터 >

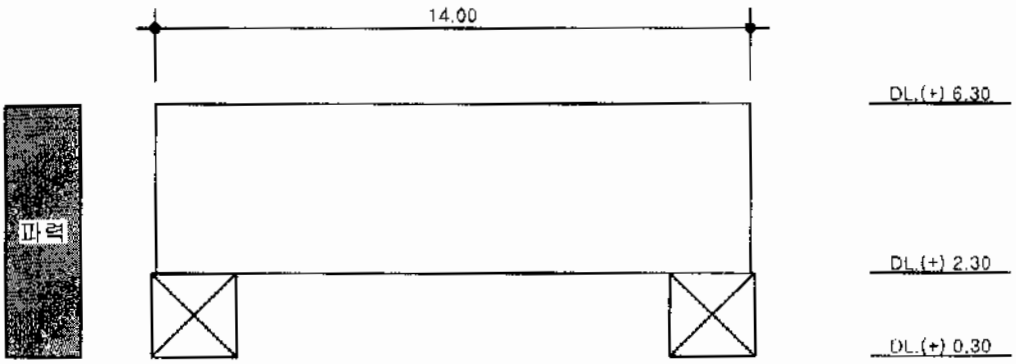



DL.(+)2.30m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -9.50m
설계해면 = .170m
설계파 = 6.10m
파력각도 = 0.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 6.1 x 1.00 = 6.28톤/입방미터
파력 = 6.28 x 3.97 = 24.94톤/m
파력 모멘트 = 49.51톤
사석자중 = .00톤/m
자중 = 72.80톤/m
자중 모멘트 = 509.60톤
마찰계수 = 0.57

활동율 = 1.672 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 10.292 > 1.2 이므로 적합

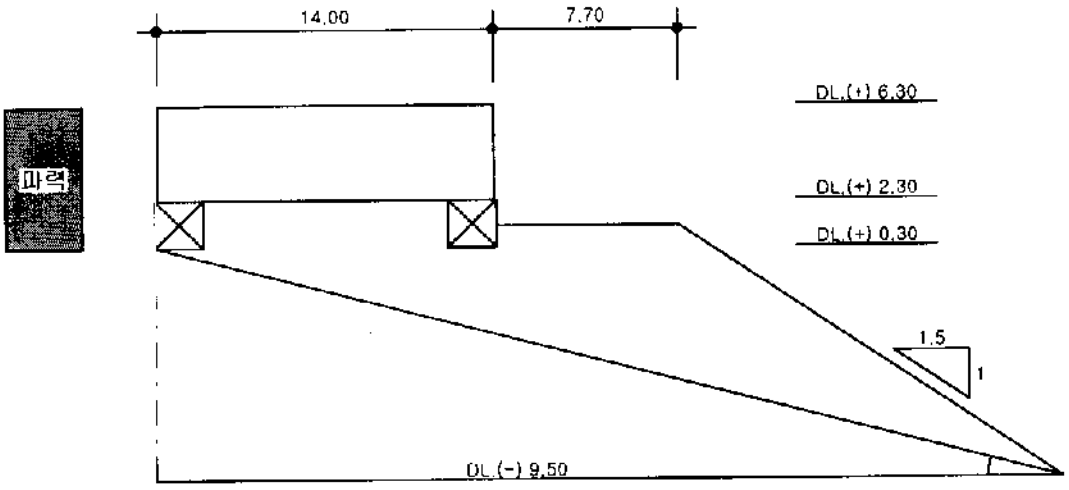



DL.(+).30m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -9.50m
설계해면 = .170m
설계파 = 6.10m
파력각도 = 0.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 6.1 x 1.00 = 6.28톤/입방미터
파력 = 6.28 x 5.97 = 37.51톤/m
파력 모엔트 = 111.97톤
사석자중 = 20.40톤/m
자중 = 103.60톤/m
자중 모엔트 = 735.56톤
마찰계수 = 0.74

활동율 = 2.054 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 6.570 > 1.2 이므로 적합

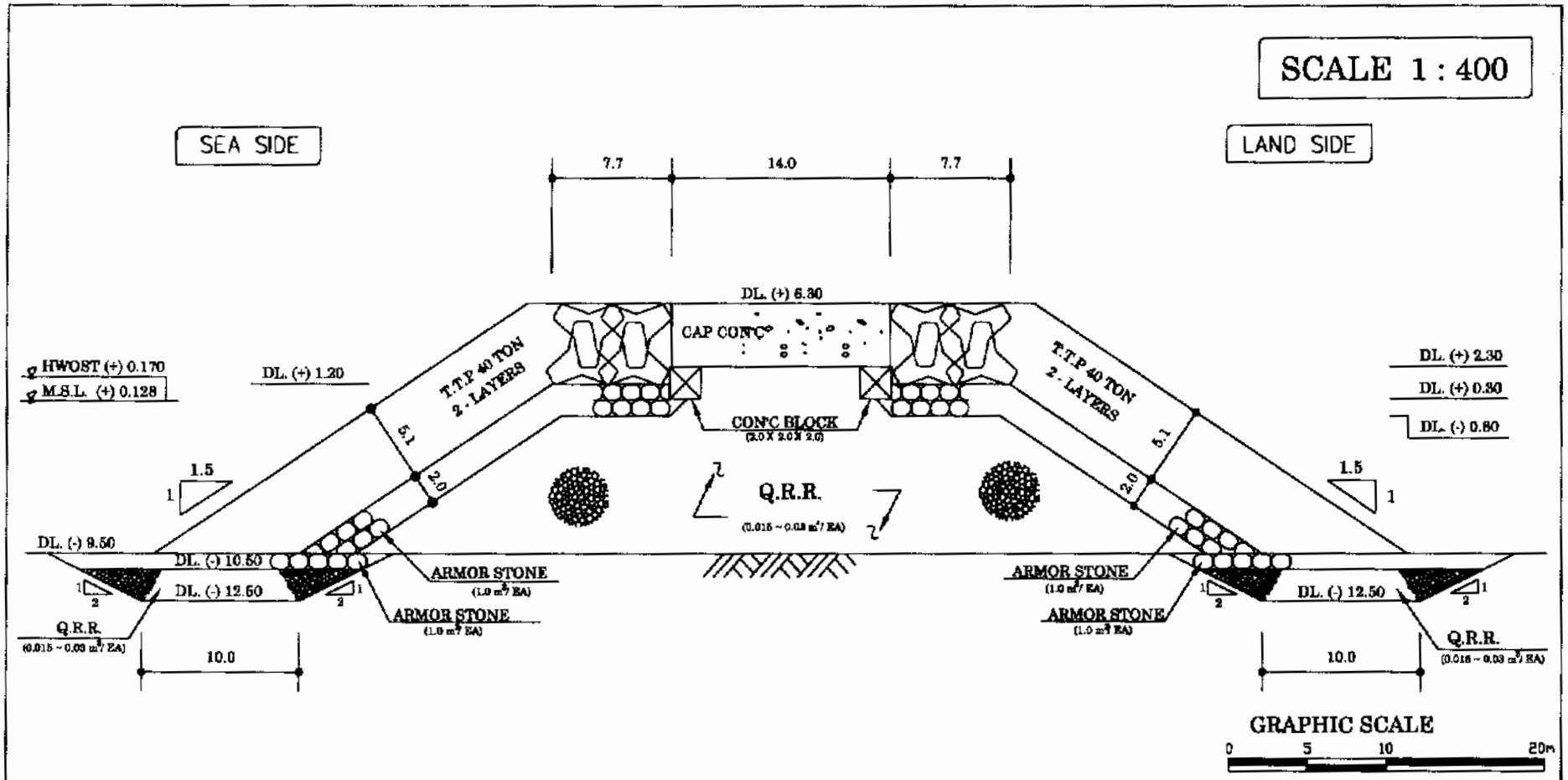



제체 외측하단과 해저면에 대한 직선활동 안정검토

수심 = -9.50m
설계해면 = .170m
설계파 = 6.10m
파력각도 = 0.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 6.1 x 1.00 = 6.28톤/m
파력 = 6.28 x 5.97 = 37.51톤/m
제체 자중 = 83.20톤/m
활동면상 자중 = 224.48톤/m
마찰계수 = 0.80
활동 경사각 = 14.52도

직선 활동률 = 1.797 > 1.2 이므로 적합




강구항 방파제 구간별 표준단면도 (제8안, N0)

# 강구항 북 방파제 두부 단면 (제 8안, N0)

(단위 : 원)

| 공 종 | 규 격 | 단위 | 수 량 | 단 가 | 금 액 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.기초공 | | | | | 37,878,549 |
| 기초사석(육상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^3$ | 280.848 | 16,817 | 4,723,021 |
| 기초사석(육해상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^3$ | 153.234 | 26,322 | 4,033,425 |
| 기초사석(해상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^3$ | 105.424 | 30,881 | 3,255,586 |
| 피복석(육상) | 1.0$m^3$/EA | $m^3$ | 65.456 | 33,196 | 2,172,867 |
| 피복석(육해상) | 1.0$m^3$/EA | $m^3$ | 42.375 | 33,987 | 1,440,206 |
| 피복석(해상) | 1.0$m^3$/EA | $m^3$ | 53.569 | 48,375 | 2,591,415 |
| 터파기 | 토사 | $m^3$ | 96.000 | 484 | 46,464 |
| 피복석고르기(수상) | 1.0$m^3$/EA | $m^2$ | 19.066 | 18,739 | 357,278 |
| 피복석고르기(수중) | 1.0$m^3$/EA | $m^2$ | 34.714 | 77,089 | 2,676,068 |
| 속고르기(수상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | 10.200 | 7,649 | 78,020 |
| 속고르기(수중) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | 45.357 | 21,429 | 971,955 |
| 기초고르기(수상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | 5.000 | 20,848 | 104,240 |
| 기초고르기(수중) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | - | 46,395 | - |
| T.T.P제작 | 40ton/EA | $m^2$ | 10.308 | 1,038,324 | 10,702,525 |
| T.T.P거치(수상) | 40ton/EA | $m^2$ | 4.775 | 326,172 | 1,557,451 |
| T.T.P거치(수중) | 40ton/EA | $m^2$ | 5.533 | 572,615 | 3,168,028 |
| 2.상부공 | | | | | 3,157,672 |
| CAP.CONC. | 50-180-8 | $m^3$ | 56.000 | 54,635 | 3,059,560 |
| 거푸집 | 합판 4회 | $m^2$ | 8.000 | 12,264 | 98,112 |
| 3.구체공 | | | | | 851,808 |
| CONC.Block제작 | 2.0x2.0x2.0 | EA | 1.000 | 682,760 | 682,760 |
| 육상 운반 및 거치 | 2.0x2.0x2.0 | EA | 1.000 | 169,048 | 169,048 |
| 소계 | | | | | 41,888,029 |
| 제경비 | 35% | 식 | | | 14,660,810 |
| 계 | | | | | 56,548,839 |
| VAT | 10% | | | | 5,654,884 |
| ㎥당공사비 | | | | | 62,203,723 |

## 강구항 북방파제 제8안 제간부 단면(N1)

가. 설계 조건

설계해면 = 0.170m

전면수심 = -9.00m

설계파고 = 6.10m

파랑주기 = 10.5초

파력각도 = 5.0도

나. 마루높이 결정

1) 항만 구조물 설계기준 방법

마루높이(= 설계해면 + 유의파고 + 여유고) = 6.30m

주) 여유고 = 0.030m

2) 월파에 따른 항내 전달파고 계산에 의한 방법

환산심해파고(H'o) = 6.008m

$H_o'/gT^2$ = 0.005555

$D_s/H_o'$ = 1.526

$R/H_o'$ = 2.591

주) 상대처오름 높이( $R/H_o'$ )는 SPM의 도표를 이용하여 계산

처오름 높이( $R$ ) = 7.216m

주) 조도수정계수 = 0.45, 축척보정계수 = 1.03(T.T.P의 경우) 사용

마루폭(B) = 11.00m

마루높이 = 6.30m

제체높이(h) = 15.30m

계수(C = 0.51 - 0.11*B/h) = 0.431

전달파고 = 0.396m < 0.6m

3) 마루높이

전달파고가 항내 허용파고(0.6m) 보다 작아 마루높이를 6.30m로 결정

다. 피복재 중량 검토

1) 쇄파여부 검토

해저면경사 = 0.033

쇄파고(Goda, 1975) = 10.00m

쇄파고(Weggel, 1972) = 8.01m

설계파고가 쇄파고보다 작아 현 수심에서 < 비쇄파 >

2) 계산 하중

무근콘크리트 = 2.30톤/입방미터

피복석 = 2.65톤/입방미터

해 수 = 1.03톤/입방미터

3) 항외측 피복재 중량

Hudson 공식에 의한 중량 = 23.208톤

주) $K_D$ = 8.0을 사용

T.T.P 중량 = 32.0톤을 사용 2층 난적 < 실중량(W) 28.75톤 >

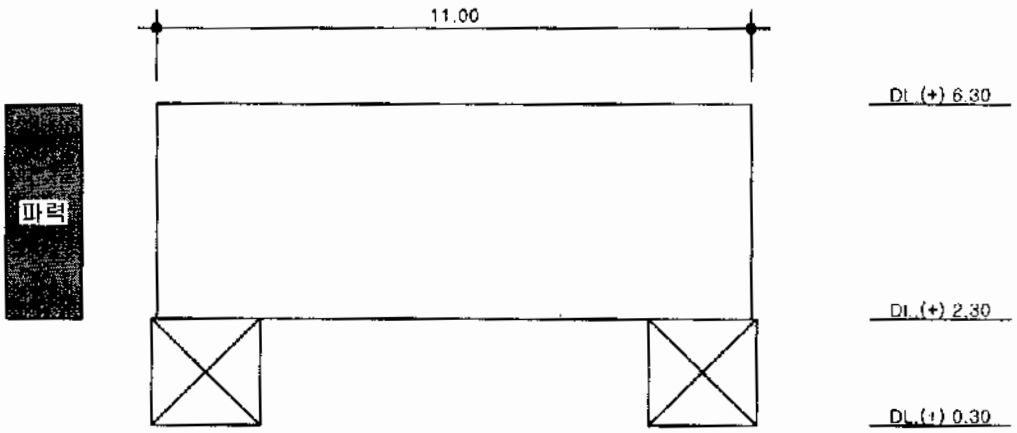
층1 피복석중량(W/15) = 1.917톤

층1 피복석 = 0.8입방미터를 사용 < 실부피 0.72입방미터 >

4) 항내측 피복재 중량

층1 피복석중량(W/10) = 2.875톤

층1 피복석 = 1.0입방미터를 사용 < 실부피 1.08입방미터 >

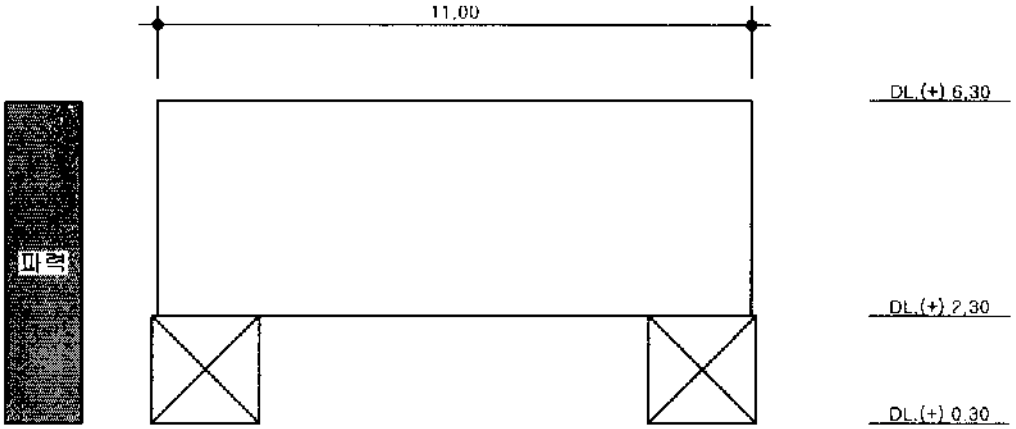



DL.(+)2.30m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -9.00m
설계해면 = .170m
설계파 = 6.10m
파력각도 = 5.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 6.1 x 1.00 = 6.26톤/입방미터
파력 = 6.26 x 3.97 = 24.85톤/m
파력 모멘트 = 49.32톤
사석자중 = .00톤/m
자중 = 57.20톤/m
자중 모멘트 = 314.60톤
마찰계수 = 0.57

활동율 = 1.302 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 6.378 > 1.2 이므로 적합

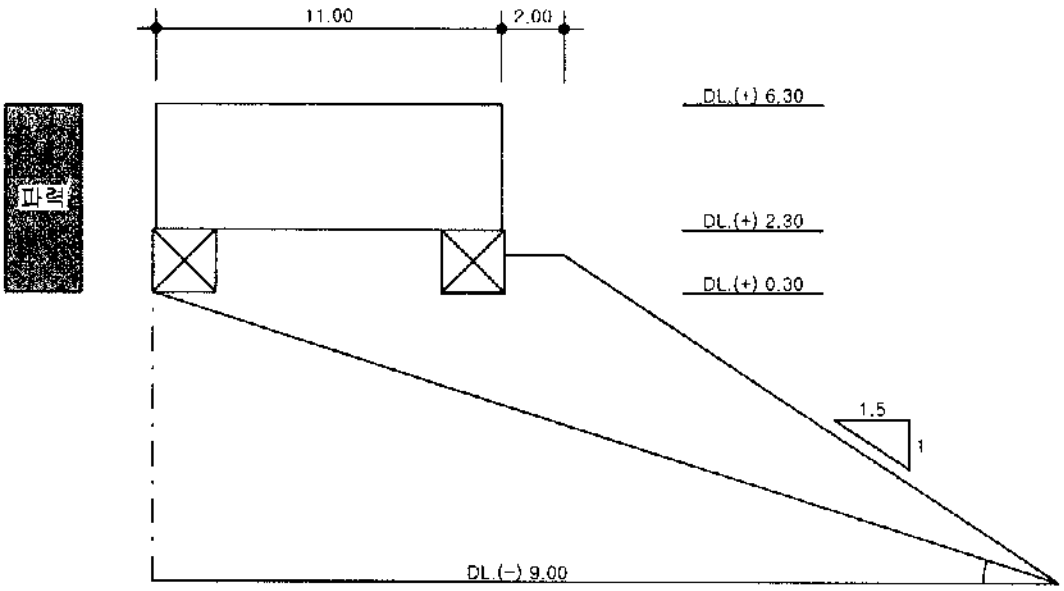



DL.(+).30m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -9.00m
설계해면 = .170m
설계파 = 6.10m
파력각도 = 5.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 6.1 x 1.00 = 6.26톤/입방미터
파력 = 6.26 x 5.97 = 37.37톤/m
파력 모멘트 = 111.54톤
사석자중 = 14.40톤/m
자중 = 82.00톤/m
자중 모멘트 = 459.20톤
마찰계수 = 0.73

활동율 = 1.599 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 4.117 > 1.2 이므로 적합

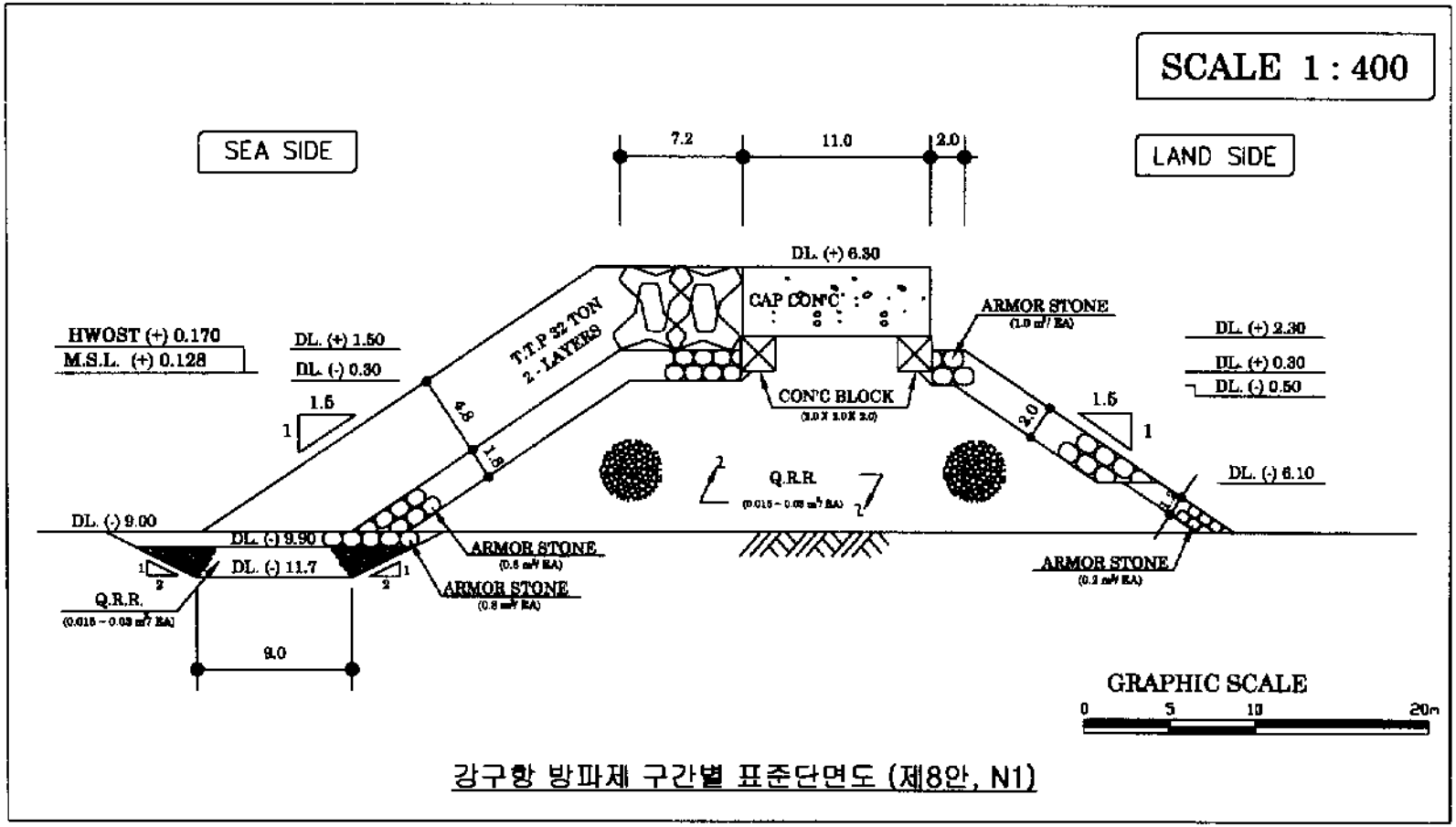



제체 외측하단과 해저면에 대한 직선활동 안정검토

수심 = -9.00m
설계해면 = .170m
설계파 = 6.10m
파력각도 = 5.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 6.1 x 1.00 = 6.26톤/m
파력 = 6.26 x 5.97 = 37.37톤/m
제체 자중 = 67.60톤/m
활동면상 자중 = 154.65톤/m
마찰계수 = 0.80
활동 경사각 = 17.87도

직선 활동율 = 1.308 > 1.2 이므로 적합




강구항 방파제 구간별 표준단면도 (제8안, N1)

# 강구항 북 방파제 제간부 단면 (제 8안, N1)

(단위 : 원)

| 공 종 | 규 격 | 단위 | 수 량 | 단 가 | 금 액 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.기초공 | | | | | 23,438,163 |
| 기초사석(육상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎥ | 230.436 | 16,817 | 3,875,242 |
| 기초사석(육해상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎥ | 105.499 | 26,322 | 2,776,950 |
| 기초사석(해상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎥ | 52.756 | 30,881 | 1,629,146 |
| 피복석(육상) | 1.0㎥/EA | ㎥ | 20.256 | 33,196 | 672,421 |
| 피복석(육해상) | 1.0㎥/EA | ㎥ | 11.137 | 33,987 | 378,500 |
| 피복석(해상) | 1.0㎥/EA | ㎥ | 0.015 | 48,375 | 723 |
| 피복석(육상) | 0.8㎥/EA | ㎥ | 28.211 | 32,950 | 929,541 |
| 피복석(육해상) | 0.8㎥/EA | ㎥ | 19.141 | 33,740 | 645,804 |
| 피복석(해상) | 0.8㎥/EA | ㎥ | 21.443 | 48,000 | 1,029,259 |
| 피복석(육상) | 0.2㎥/EA | ㎥ | - | 31,608 | - |
| 피복석(육해상) | 0.2㎥/EA | ㎥ | 4.417 | 32,399 | 143,111 |
| 피복석(해상) | 0.2㎥/EA | ㎥ | 2.798 | 46,095 | 128,972 |
| 터파기 | 토사 | ㎥ | 38.880 | 484 | 18,818 |
| 피복석고르기(수상) | 1.0㎥/EA | ㎡ | 4.373 | 18,739 | 81,946 |
| 피복석고르기(수중) | 1.0㎥/EA | ㎡ | 11.228 | 77,089 | 865,555 |
| 피복석고르기(수상) | 0.8㎥/EA | ㎡ | 9.573 | 18,739 | 179,388 |
| 피복석고르기(수중) | 0.8㎥/EA | ㎡ | 16.456 | 77,089 | 1,268,577 |
| 피복석고르기(수상) | 0.2㎥/EA | ㎡ | - | 18,739 | - |
| 피복석고르기(수중) | 0.2㎥/EA | ㎡ | 7.391 | 52,649 | 389,129 |
| 속고르기(수상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎡ | 7.200 | 7,649 | 55,073 |
| 속고르기(수중) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎡ | 40.299 | 21,429 | 863,567 |
| 기초고르기(수상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎡ | 5.000 | 20,848 | 104,240 |
| 기초고르기(수중) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎡ | - | 46,395 | - |
| T.T.P제작 | 32ton/EA | ㎡ | 5.984 | 833,924 | 4,990,068 |
| T.T.P거치(수상) | 32ton/EA | ㎡ | 2.824 | 276,604 | 781,218 |
| T.T.P거치(수중) | 32ton/EA | ㎡ | 3.160 | 516,191 | 1,630,916 |
| 2.상부공 | | | | | 2,502,052 |
| CAP.CONC. | 50-180-8 | ㎥ | 44.000 | 54,635 | 2,403,940 |
| 거푸집 | 합판 4회 | ㎡ | 8.000 | 12,264 | 98,112 |
| 3.구체공 | | | | | 851,808 |
| CONC.Block제작 | 2.0x2.0x2.0 | EA | 1.000 | 682,760 | 682,760 |
| 육상 운반 및 거치 | 2.0x2.0x2.0 | EA | 1.000 | 169,048 | 169,048 |
| 소계 | | | | | 26,792,023 |
| 제경비 | 35% | 식 | | | 9,377,208 |
| 계 | | | | | 36,169,232 |
| VAT | 10% | | | | 3,616,923 |
| ㎥당공사비 | | | | | 39,786,155 |

**강구항 남방파제 제8안 두부 단면(S0)**

가. 설계 조건

설계해면 = 0.170m

전면수심 = -4.40m

설계파고 = 4.00m

파랑주기 = 13.0초

파력각도 = 10.0도

나. 마루높이 결정

1) 항만 구조물 설계기준 방법

마루높이(= 설계해면 + 유의파고 + 여유고) = 4.20m

주) 여유고 = 0.030m

2) 월파에 따른 항내 전달파고 계산에 의한 방법

환산심해파고(H'o) = 3.135m

$H_o'/gT^2$ = 0.001891

$D_s/H_o'$ = 1.458

$R/H_o'$ = 3.611

주) 상대처오름 높이( $R/H_o'$)는 SPM의 도표를 이용하여 계산

처오름 높이( $R$) = 5.246m

주) 조도수정계수 = 0.45, 축척보정계수 = 1.03(T.T.P의 경우) 사용

마루폭(B) = 9.00m

마루높이 = 4.20m

제체높이(h) = 8.60m

계수(C = 0.51 - 0.11*B/h) = 0.395

전달파고 = 0.366m < 0.6m

3) 마루높이

전달파고가 항내 허용파고(0.6m) 보다 작아 마루높이를 4.20m로 결정

다. 피복재 중량 검토

1) 쇄파여부 검토

해저면경사 - 0.033

쇄파고(Goda, 1975) = 5.70m

쇄파고(Weggel, 1972) = 4.43m

설계파고가 쇄파고보다 작아 현 수심에서 < 비쇄파 >

2) 계산 하중

무근콘크리트 = 2.30톤/입방미터

피복석 = 2.65톤/입방미터

해 수 - 1.03톤/입방미터

3) 항외측 피복재 중량

Hudson 공식에 의한 중량 = 8.725톤

주) $K_D$ = 6.0을 사용

T.T.P 중량 = 10.0톤을 사용 2층 난적 < 실중량(W) 9.20톤 >

층1 피복석중량(W/15) - 0.613톤

층1 피복석 = 0.3입방미터를 사용 < 실부피 0.23입방미터 >

4) 항내측 피복재 중량

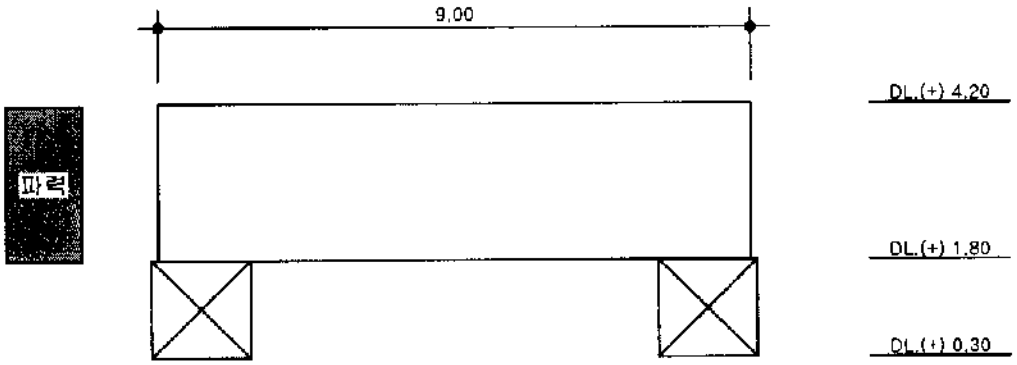
Hudson 공식에 의한 중량 = 8.725톤

주) $K_D$ = 6.0을 사용

T.T.P 중량 = 10.0톤을 사용 2층 난적 < 실중량(W) 9.20톤 >

층1 피복석중량(W/15) - 0.613톤

층1 피복석 = 0.3입방미터를 사용 < 실부피 0.23입방미터 >

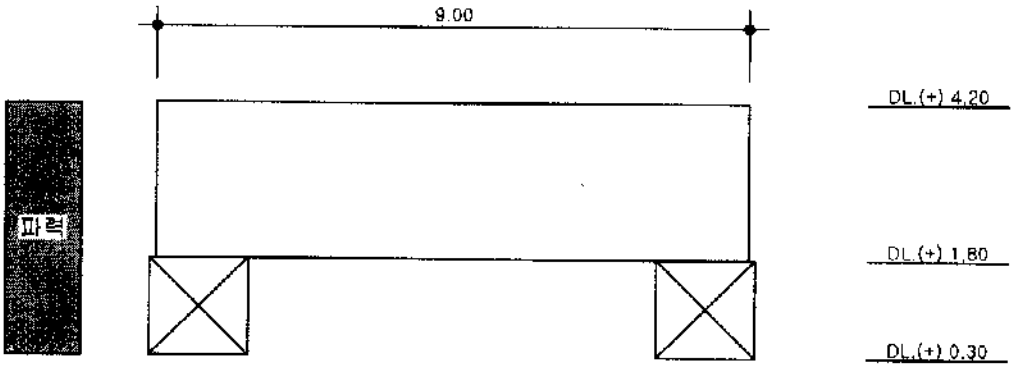



DL.(+)1.80m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -4.40m
설계해면 = .170m
설계파 = 4.00m
파력각도 = 10.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 4.0 x 0.98 = 4.06톤/입방미터
파력 = 4.06 x 2.37 = 9.62톤/m
파력 모멘트 = 11.40톤
사석자중 = .00톤/m
자중 = 28.08톤/m
자중 모멘트 = 126.36톤
마찰계수 = 0.57

활동율 = 1.661 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 11.089 > 1.2 이므로 적합

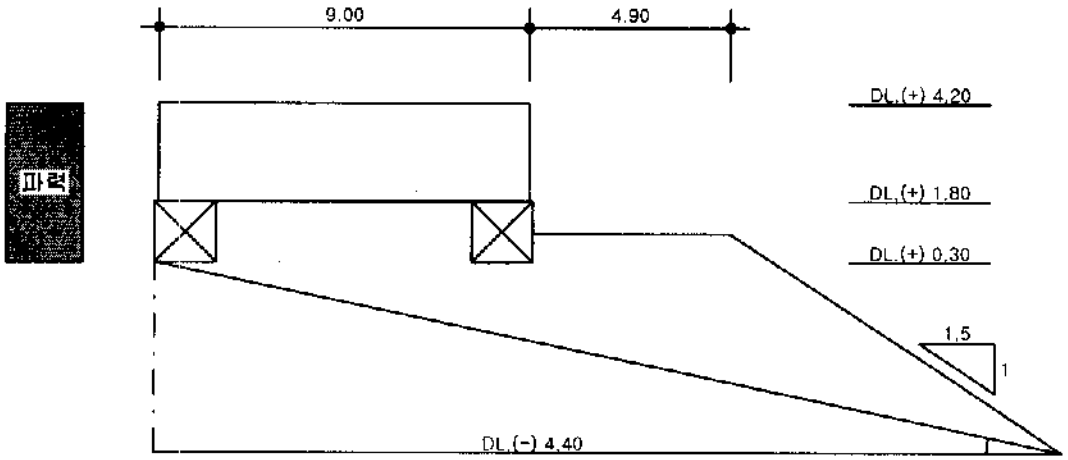



DL.(+).30m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -4.40m
설계해면 = .170m
설계파 = 4.00m
파력각도 = 10.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 4.0 x 0.98 = 4.06톤/입방미터
파력 = 4.06 x 3.87 = 15.70톤/m
파력 모멘트 = 30.38톤
사석자중 = 9.30톤/m
자중 = 43.23톤/m
자중 모멘트 = 198.86톤
마찰계수 = 0.73

활동율 = 2.023 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 6.545 > 1.2 이므로 적합

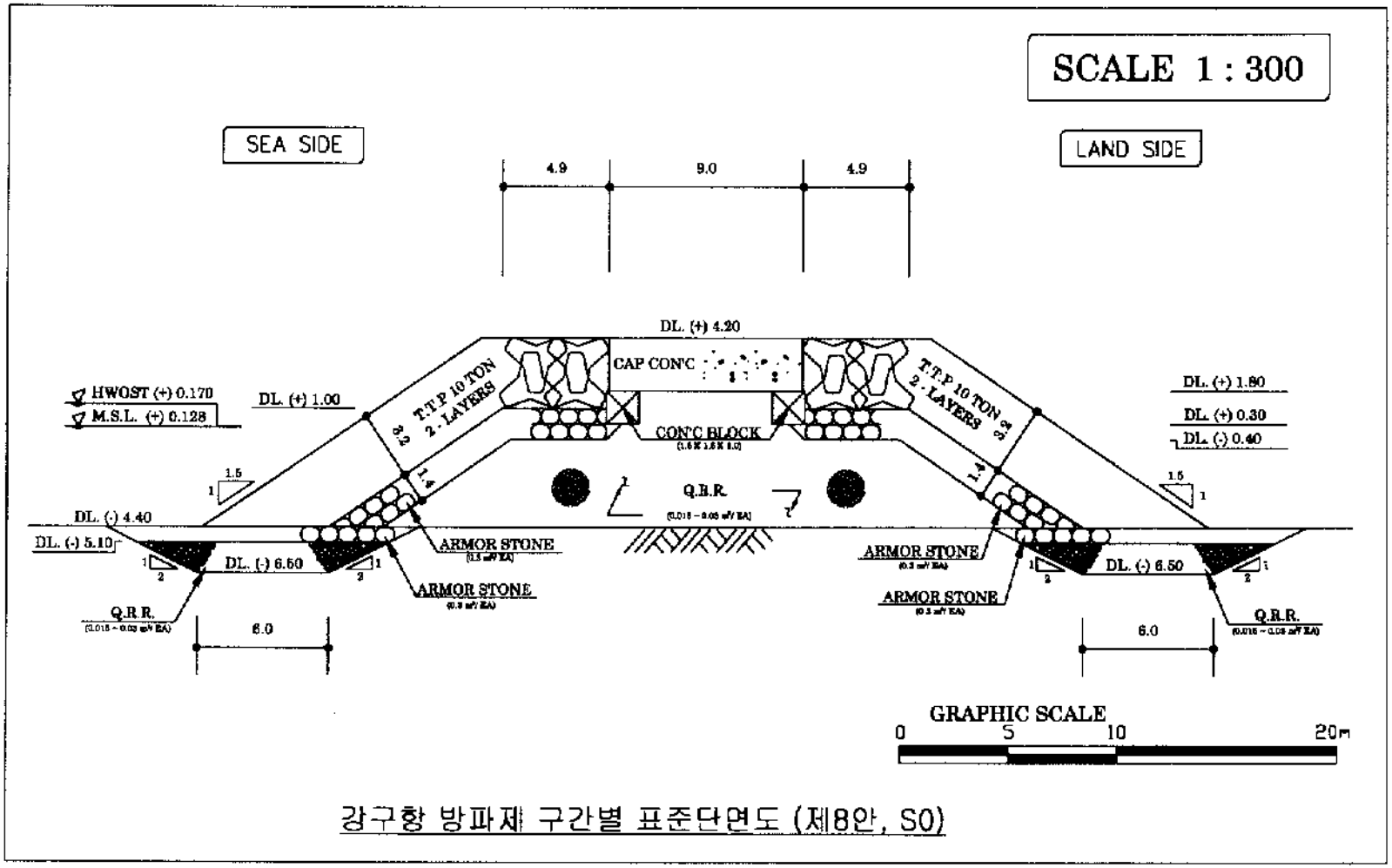



제체 외측하단과 해저면에 대한 직선활동 안정검토

수심 = -4.40m
설계해면 = .170m
설계파 = 4.00m
파력각도 = 10.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 4.0 x 0.98 = 4.06톤/m
파력 = 4.06 x 3.87 = 15.70톤/m
제체 자중 = 33.93톤/m
활동면상 자중 = 82.33톤/m
마찰계수 = 0.80
활동 경사각 = 12.01도

직선 활동율 = 1.903 > 1.2 이므로 적합




강구항 방파제 구간별 표준단면도 (제8안, S0)

# 강구항 남 방파제 두부 단면 (제 8안, S0)

(단위 : 원)

| 공 종 | 규 격 | 단위 | 수 량 | 단 가 | 금 액 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.기초공 | | | | | 14,355,741 |
| 기초사석(육상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^3$ | 81.660 | 16,817 | 1,373,276 |
| 기초사석(육해상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^3$ | 50.644 | 26,322 | 1,333,041 |
| 기초사석(해상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^3$ | 30.535 | 30,881 | 942,958 |
| 피복석(육상) | 0.3$m^3$/EA | $m^3$ | 30.832 | 31,901 | 983,556 |
| 피복석(육해상) | 0.3$m^3$/EA | $m^3$ | 11.790 | 32,691 | 385,420 |
| 피복석(해상) | 0.3$m^3$/EA | $m^3$ | 20.930 | 46,407 | 971,299 |
| 터파기 | 토사 | $m^3$ | 42.840 | 484 | 20,735 |
| 피복석고르기(수상) | 0.3$m^3$/EA | $m^2$ | 12.744 | 18,739 | 238,810 |
| 피복석고르기(수중) | 0.3$m^3$/EA | $m^2$ | 16.326 | 53,715 | 876,951 |
| 속고르기(수상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | 6.200 | 7,649 | 47,424 |
| 속고르기(수중) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | 23.174 | 21,429 | 496,596 |
| 기초고르기(수상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | 4.000 | 20,848 | 83,392 |
| 기초고르기(수중) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | - | 46,395 | - |
| T.T.P제작 | 10ton/EA | $m^2$ | 14.383 | 292,275 | 4,203,791 |
| T.T.P거치(수상) | 10ton/EA | $m^2$ | 7.853 | 112,319 | 882,013 |
| T.T.P거치(수중) | 10ton/EA | $m^2$ | 6.530 | 232,224 | 1,516,481 |
| 2.상부공 | | | | | 1,238,983 |
| CAP.CONC. | 50-180-8 | $m^3$ | 21.600 | 54,635 | 1,180,116 |
| 거푸집 | 합판 4회 | $m^2$ | 4.800 | 12,264 | 58,867 |
| 3.구체공 | | | | | 580,740 |
| CONC.Block제작 | 1.5x1.5x2.0 | EA | 1.000 | 411,692 | 411,692 |
| 육상 운반 및 거치 | 1.5x1.5x2.0 | EA | 1.000 | 169,048 | 169,048 |
| 소계 | | | | | 16,175,464 |
| 제경비 | 35% | 식 | | | 5,661,413 |
| 계 | | | | | 21,836,877 |
| VAT | 10% | | | | 2,183,688 |
| m당공사비 | | | | | 24,020,565 |

**강구항 남방파제 제8안 제간부 단면(S1)**

가. 설계 조건

설계해면 = 0.170m

선면수심 = -3.60m

설계파고 = 4.00m

파랑주기 = 13.0초

파향각도 = 45.0도

나. 마루높이 결정

1) 항만 구조물 설계기준 방법

마루높이(= 설계해면 + 유의파고 + 여유고) = 4.20m

주) 여유고 = 0.030m

2) 월파에 따른 항내 전달파고 계산에 의한 방법

환산심해파고(H'o) = 2.996m

$H_o' / gT^2$ = 0.001807

$D_s / H_o'$ = 1.258

$R / H_o'$ = 3.848

주) 상대처오름 높이( $R / H_o'$ )는 SPM의 도표를 이용하여 계산

처오름 높이( $R$ ) = 5.344m

주) 조도수정계수 = 0.45, 축척보정계수 = 1.03(T.T.P의 경우) 사용

마루폭(B) = 7.00m

마루높이 = 4.20m

세체높이(h) = 7.80m

계수(C - 0.51 - 0.11*B/h) = 0.411

전달파고 = 0.404m < 0.6m

3) 마루높이

전달파고가 항내 이용파고(0.6m) 보다 작아 마루높이를 4.20m로 결정

다. 피복재 중량 검토

1) 쇄파여부 검토

해저면경사 = 0.025

쇄파고(Goda, 1975) = 4.31m

쇄파고(Weggel, 1972) = 3.51m

설계파고가 쇄파고보다 커서 현 수심에서 < 쇄파 >

2) 계산 하중

무근콘크리트 = 2.30톤/입방미터

피복석 = 2.65톤/입방미터

해 수 = 1.03톤/입방미터

3) 항외측 피복재 중량

Hudson 공식에 의한 중량 = 7.479톤

주) $K_D$ = 7.0을 사용

T.T.P 중량 = 10.0톤을 사용 2층 난적 < 실중량(W) 9.20톤 >

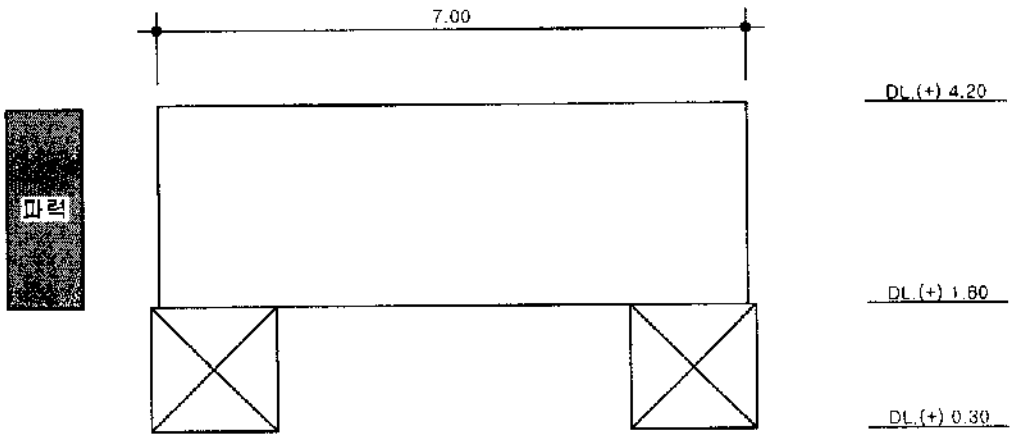
층1 피복석중량(W/15) = 0.613톤

층1 피복석 = 0.3입방미터를 사용 < 실부피 0.23입방미터 >

4) 항내측 피복재 중량

층1 피복석중량(W/10) = 1.193톤

층1 피복석 = 항내측 최소규격 0.5입방미터를 사용 < 실부피 0.45입방미터 >

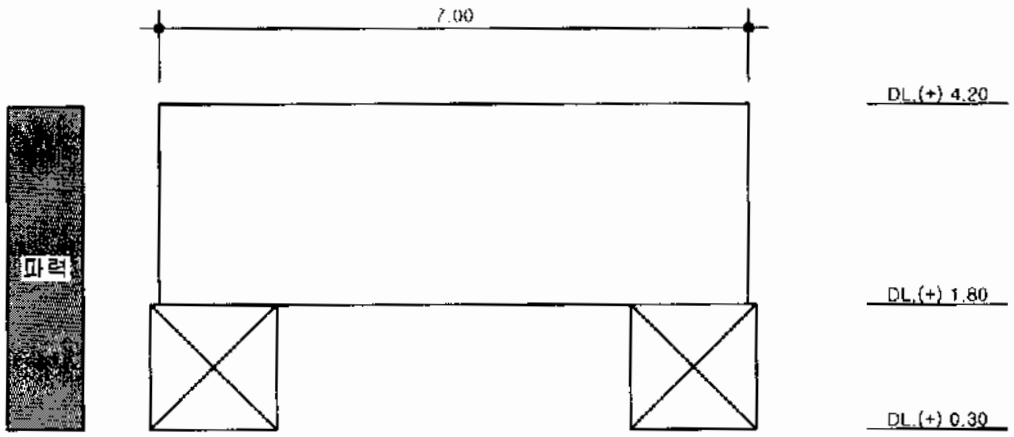



DL.(+)1.80m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -3.60m
설계해면 = .170m
설계파 = 4.00m
파력각도 = 45.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 4.0 x 0.71 = 2.91톤/입방미터
파력 = 2.91 x 2.37 = 6.90톤/m
파력 모멘트 = 8.18톤
사석자중 = .00톤/m
자중 = 21.84톤/m
자중 모멘트 = 76.44톤
마찰계수 = 0.56

활동율 = 1.771 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 9.343 > 1.2 이므로 적합

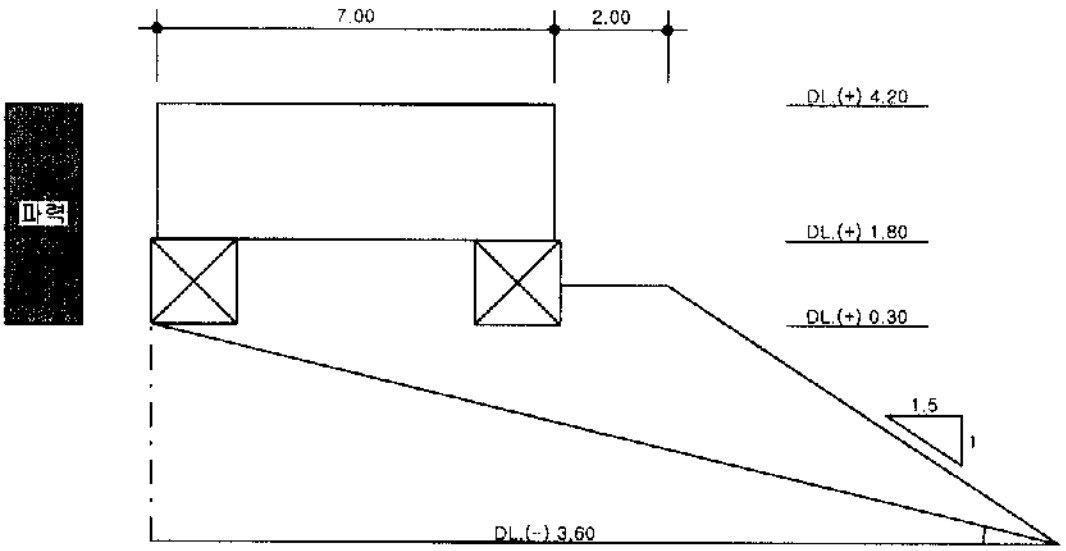



DL.(+).30m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -3.60m
설계해면 = .170m
설계파 = 4.00m
파력각도 = 45.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 4.0 x 0.71 = 2.91톤/입방미터
파력 = 2.91 x 3.87 = 11.27톤/m
파력 모멘트 = 21.82톤
사석자중 = 6.30톤/m
자중 = 33.99톤/m
자중 모멘트 = 122.36톤
마찰계수 = 0.72

활동율 = 2.161 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 5.609 > 1.2 이므로 적합

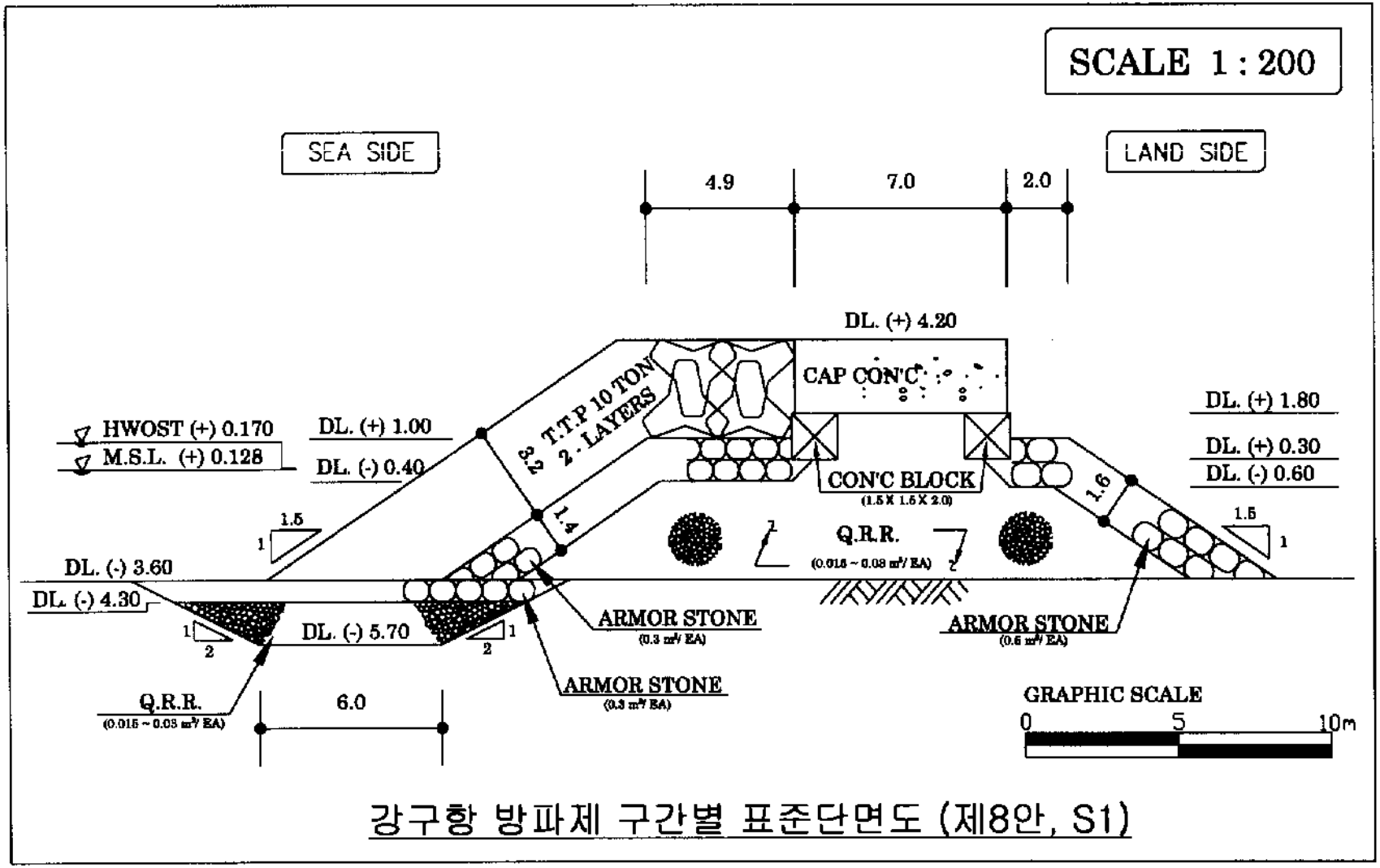



제체 외측하단과 해저면에 대한 직선활동 안정검토

수심 = -3.60m
설계해면 = .170m
설계파 = 4.00m
파력각도 = 45.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 4.0 x 0.71 = 2.91톤/m
파력 = 2.91 x 3.87 = 11.27톤/m
제체 자중 = 27.69톤/m
활동면상 자중 = 55.48톤/m
마찰계수 = 0.80
활동 경사각 = 13.70도

직선 활동율 = 1.701 > 1.2 이므로 적합




강구항 방파제 구간별 표준단면도 (제8안, S1)

# 강구항 남 방파제 제간부 단면 (제 8안, S1)

(단위 : 원)

| 공 종 | 규 격 | 단위 | 수 량 | 단 가 | 금 액 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.기초공 | | | | | 8,073,745 |
| 기초사석(육상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎥ | 52.020 | 16,817 | 874,820 |
| 기초사석(육해상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎥ | 27.606 | 26,322 | 726,645 |
| 기초사석(해상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎥ | 14.850 | 30,881 | 458,583 |
| 피복석(육상) | 0.5㎥/EA | ㎥ | 12.126 | 32,345 | 392,203 |
| 피복석(육해상) | 0.5㎥/EA | ㎥ | 3.995 | 33,134 | 132,374 |
| 피복석(해상) | 0.5㎥/EA | ㎥ | - | 47,096 | - |
| 피복석(육상) | 0.3㎥/EA | ㎥ | 14.993 | 31,901 | 478,277 |
| 피복석(육해상) | 0.3㎥/EA | ㎥ | 3.995 | 32,691 | 130,604 |
| 피복석(해상) | 0.3㎥/EA | ㎥ | 10.465 | 46,407 | 485,649 |
| 터파기 | 도사 | ㎥ | 21.420 | 484 | 10,367 |
| 피복석고르기(수상) | 0.5㎥/EA | ㎡ | 3.472 | 18,739 | 65,062 |
| 피복석고르기(수중) | 0.5㎥/EA | ㎡ | 6.721 | 53,715 | 361,019 |
| 피복석고르기(수상) | 0.3㎥/EA | ㎡ | 6.372 | 18,739 | 119,405 |
| 피복석고르기(수중) | 0.3㎥/EA | ㎡ | 6.721 | 53,715 | 361,019 |
| 속고르기(수상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎡ | 4.200 | 7,649 | 32,126 |
| 속고르기(수중) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎡ | 16.969 | 21,429 | 363,629 |
| 기초고르기(수상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎡ | 4.000 | 20,848 | 83,392 |
| 기초고르기(수중) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎡ | - | 46,395 | - |
| T.T.P제작 | 10ton/EA | ㎡ | 6.615 | 292,275 | 1,933,290 |
| T.T.P거치(수상) | 10ton/EA | ㎡ | 3.926 | 112,319 | 441,007 |
| T.T.P거치(수중) | 10ton/EA | ㎡ | 2.688 | 232,224 | 624,276 |
| 2.상부공 | | | | | 976,735 |
| CAP.CONC. | 50-180-8 | ㎥ | 16.800 | 54,635 | 917,868 |
| 거푸집 | 합판 4회 | ㎡ | 4.800 | 12,264 | 58,867 |
| 3.구체공 | | | | | 580,740 |
| CONC.Block제작 | 1.5x1.5x2.0 | EA | 1.000 | 411,692 | 411,692 |
| 육상 운반 및 거치 | 1.5x1.5x2.0 | EA | 1.000 | 169,048 | 169,048 |
| 소계 | | | | | 9,631,220 |
| 제경비 | 35% | 식 | | | 3,370,927 |
| 계 | | | | | 13,002,147 |
| VAT | 10% | | | | 1,300,215 |
| m당공사비 | | | | | 14,302,361 |

## 강구항 남방파제 제8안 제간부 단면(S2)

가. 설계 조건

설계해면 = 0.170m

천면수심 = -2.00m

설계파고 = 2.00m

파랑주기 = 13.0초

파력각도 = 55.0도

나. 마루높이 결정

1) 항만 구조물 설계기준 방법

마루높이(= 설계해면 + 유의파고 + 여유고) = 2.50m

주) 여유고 = 0.33m

2) 마루높이는 항만 구조물 설계기준에 의해 2.50m로 결정

다. 피복재 중량 검토

1) 쇄파여부 검토

해저면경사 = 0.025

쇄파고(Goda, 1975) = 1.33m ~ 2.00m

설계파고가 쇄파고보다 커서 현 수심에서 < 쇄파 >

2) 계산 하중

무근콘크리트 = 2.30톤/입방미터

피복석 = 2.65톤/입방미터

해 수 = 1.03톤/입방미터

3) 항외측 피복재 중량

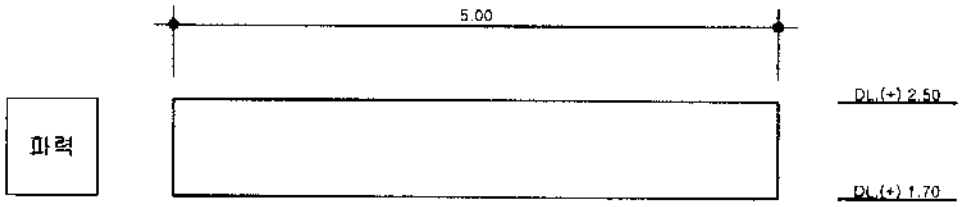
Hudson 공식에 의한 중량 = 1.816톤

주) $K_D$ = 2.0을 사용

층1 피복석 - 0.7입방미터를 사용 < 실부피 0.685입방미터 >

4) 항내측 피복재 중량

층1 피복석 = 0.2입방미터를 사용

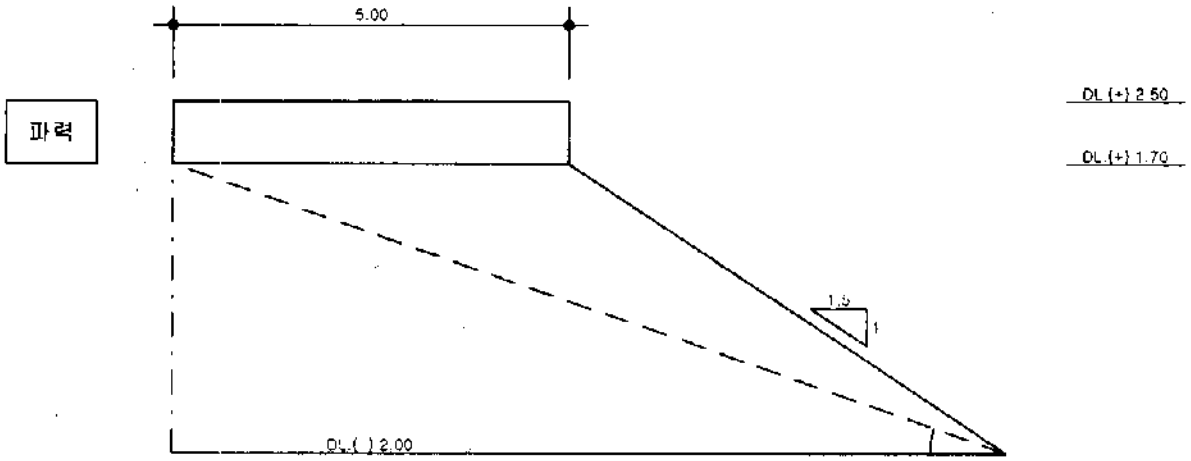



DL.(+) 1.70m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -2.00m
설계해면 = 0.170m
설계파고 = 2.00m
파력각도 = 55.0도

파력 = 0.81톤/m: 히로이 파압식
파력 모멘트 = 0.33톤
양압력 = 0.00톤/m
양압력 모멘트 = 0.00톤
제체자중 = 5.20톤/m
자중 모멘트 = 13.00톤
마찰계수 = 0.60

활동율 = 3.836 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 39.962 > 1.2 이므로 적합

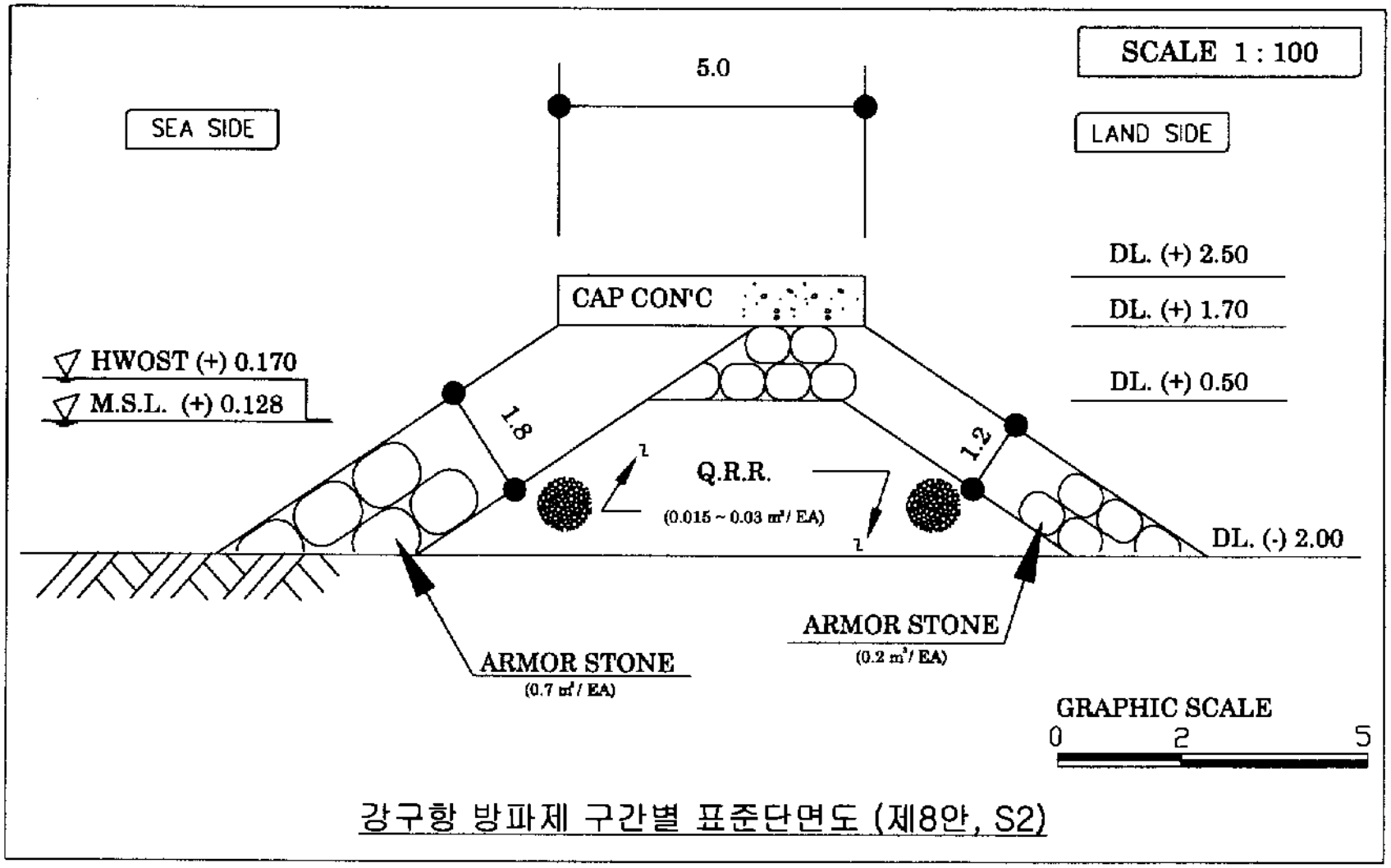



제체 외측하단과 해저면에 대한 직선활동 안정검토

수심 = -2.00m
설계해면 = 0.170m
설계파고 = 2.00m
파력각도 = 55.0도

파력 = 0.81톤/m: 히로이 파압식
양압력 = 0.00톤/m
활동면상 자중 = 14.45톤/m
마찰계수 = 0.80
활동 경사각 = 19.33도

직선 활동율 = 1.927 > 1.2 이므로 적합




강구항 방파제 구간별 표준단면도 (제8안, S2)

# 강구항 남 방파제 제간부 단면 (제 8안, S2)

(단위 : 원)

| 공 종 | 규 격 | 단위 | 수 량 | 단 가 | 금 액 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.기초공 | | | | | 2,031,431 |
| 기초사석(육상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎥ | 18.427 | 16,817 | 309,890 |
| 기초사석(육해상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎥ | 2.400 | 26,322 | 63,173 |
| 기초사석(해상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎥ | - | 30,881 | - |
| 피복석(육상) | 0.7㎥/EA | ㎥ | 12.655 | 32,647 | 413,135 |
| 피복석(육해상) | 0.7㎥/EA | ㎥ | 1.150 | 33,437 | 38,453 |
| 피복석(해상) | 0.7㎥/EA | ㎥ | - | 47,538 | - |
| 피복석(육상) | 0.2㎥/EA | ㎥ | 9.976 | 31,608 | 315,329 |
| 피복석(육해상) | 0.2㎥/EA | ㎥ | 1.150 | 32,399 | 37,259 |
| 피복석(해상) | 0.2㎥/EA | ㎥ | - | 46,095 | - |
| 터파기 | 토사 | ㎥ | - | 484 | - |
| 피복석고르기(수상) | 0.7㎥/EA | ㎡ | 3.065 | 18,739 | 57,435 |
| 피복석고르기(수중) | 0.7㎥/EA | ㎡ | 3.606 | 77,089 | 277,983 |
| 피복석고르기(수상) | 0.2㎥/EA | ㎡ | 5.228 | 18,739 | 97,967 |
| 피복석고르기(수중) | 0.2㎥/EA | ㎡ | 3.606 | 52,649 | 189,852 |
| 속고르기(수상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎡ | 9.995 | 7,649 | 76,452 |
| 속고르기(수중) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎡ | 7.210 | 21,429 | 154,503 |
| 2.상부공 | | | | | 238,162 |
| CAP.CONC. | 50-180-8 | ㎥ | 4.000 | 54,635 | 218,540 |
| 거푸집 | 합판 4회 | ㎡ | 1.600 | 12,264 | 19,622 |
| 3.구체공 | | | | | - |
| CONC.Block제작 | | EA | - | | - |
| 육상 운반 및 거치 | | EA | - | | - |
| 소계 | | | | | 2,269,593 |
| 제경비 | 35% | 식 | | | 794,358 |
| 계 | | | | | 3,063,951 |
| VAT | 10% | | | | 306,395 |
| m당공사비 | | | | | 3,370,346 |

**강구항 북방파제 제11안 두부 단면(N0)**

가. 설계 조건

설계해면 = 0.170m

선단수심 = -10.00m

설계파고 = 6.10m

파랑주기 = 10.5초

파력각도 = 0.0도

나. 마루높이 결정

1) 항만 구조물 설계기준 방법

마루높이(= 설계해면 + 유의파고 + 여유고) = 6.30m

주) 여유고 = 0.030m

2) 월파에 따른 항내 전달파고 계산에 의한 방법

환산심해파고(H'o) = 6.111m

$H_o' / gT^2$ = 0.005650

$D_s / H_o'$ = 1.664

$R / H_o'$ = 2.551

주) 상대처오름 높이( $R / H_o'$ )는 SPM의 도표를 이용하여 계산

처오름 높이( $R$ ) = 7.226m

주) 조도수정계수 = 0.45, 측척보정계수 = 1.03(T.T.P의 경우) 사용

마루폭(B) = 14.00m

마루높이 = 6.30m

제체높이(h) = 16.30m

계수(C = 0.51 - 0.11*B/h) = 0.416

전달파고 = 0.384m < 0.6m

3) 마루높이

전달파고가 항내 허용파고(0.6m) 보다 작아 마루높이를 6.30m로 결정

다. 피복재 중량 검토

1) 쇄파여부 검토

해저면경사 = 0.025

쇄파고(Goda, 1975) = 9.99m

쇄파고(Weggel, 1972) = 8.51m

설계파고가 쇄파고보다 작아 현 수심에서 < 비쇄파 >

2) 계산 하중

무근콘크리트 = 2.30톤/입방미터

피복석 = 2.65톤/입방미터

해 수 = 1.03톤/입방미터

3) 항외측 피복재 중량

Hudson 공식에 의한 중량 - 30.944톤

주) $K_D$ = 6.0을 사용

T.T.P 중량 = 40.0톤을 사용 2층 난적 < 실중량(W) 36.80톤 >

층1 피복석중량(W/15) = 2.453톤

층1 피복석 = 1.0입방미터를 사용 < 실부피 0.93입방미터 >

4) 항내측 피복재 중량

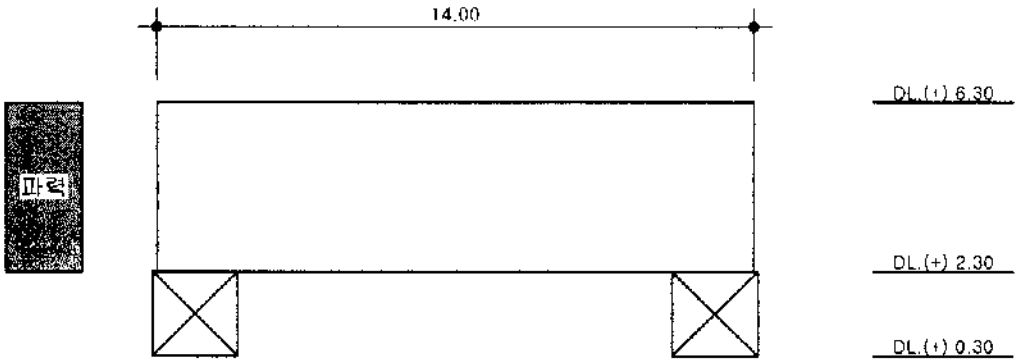
Hudson 공식에 의한 중량 = 30.944톤

주) $K_D$ = 6.0을 사용

T.T.P 중량 = 40.0톤을 사용 2층 난적 < 실중량(W) 36.80톤 >

층1 피복석중량(W/15) = 2.453톤

층1 피복석 = 1.0입방미터를 사용 < 실부피 0.93입방미터 >

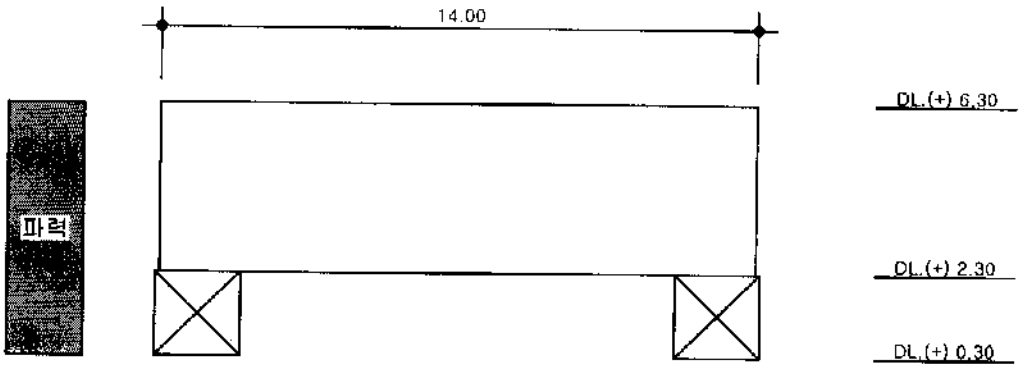



DL.(+)2.30m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -10.00m
설계해면 = .170m
설계파 = 6.10m
파력각도 = 0.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 6.1 x 1.00 = 6.28톤/입방미터
파력 = 6.28 x 3.97 = 24.94톤/m
파력 모멘트 = 49.51톤
사석자중 = .00톤/m
자중 = 72.80톤/m
자중 모멘트 = 509.60톤
마찰계수 = 0.57

활동율 = 1.672 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 10.292 > 1.2 이므로 적합

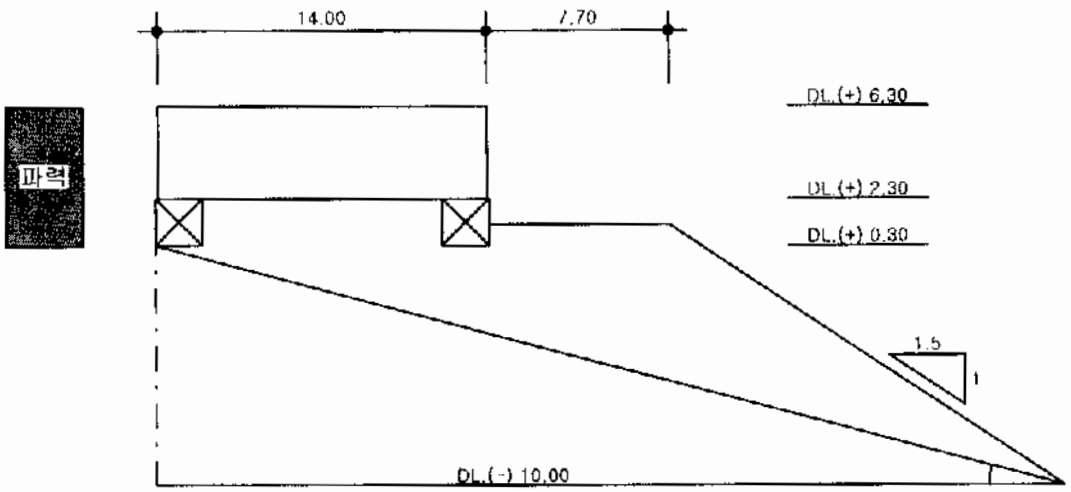



DL.(+).30m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -10.00m
설계해면 = .170m
설계파 = 6.10m
파력각도 = 0.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 6.1 x 1.00 = 6.28톤/입방미터
파력 = 6.28 x 5.97 = 37.51톤/m
파력 모멘트 = 111.97톤
사석자중 = 20.40톤/m
자중 = 103.60톤/m
자중 모멘트 = 735.56톤
마찰계수 = 0.74

활동율 = 2.054 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 6.570 > 1.2 이므로 적합

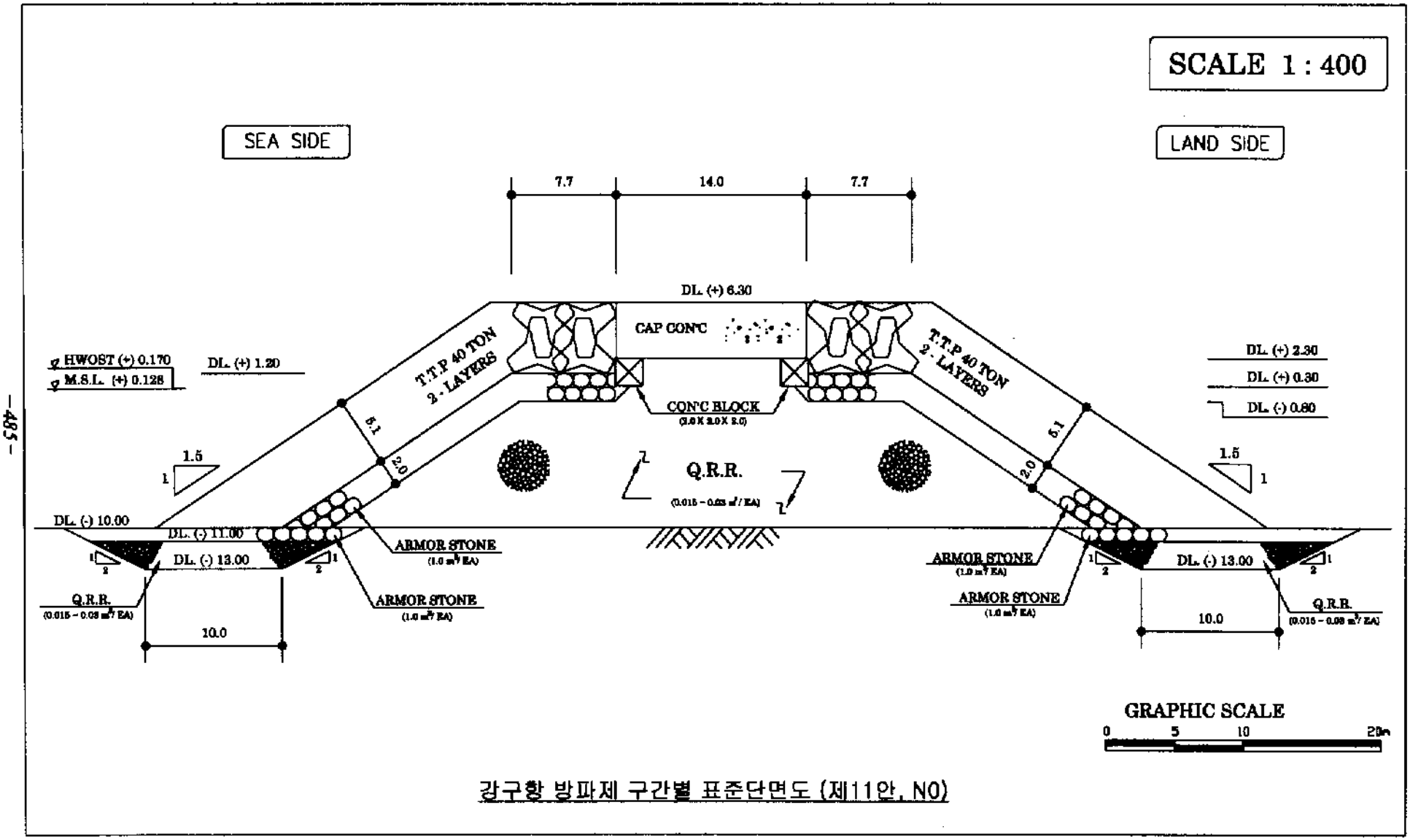



제체 외측하단과 해저면에 대한 직선활동 안정검토

수심 = -10.00m
설계해면 = .170m
설계파 = 6.10m
파력각도 = 0.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 6.1 x 1.00 = 6.28톤/m
파력 = 6.28 x 5.97 = 37.51톤/m
제체 자중 = 83.20톤/m
활동면상 자중 = 230.27톤/m
마찰계수 = 0.80
활동 경사각 = 14.94도

직선 활동율 = 1.781 > 1.2 이므로 적합




강구항 방파제 구간별 표준단면도 (제11안, N0)

# 강구항 북 방파제 두부 단면 (제 11안, N0)

(단위 : 원)

| 공 종 | 규 격 | 단위 | 수 량 | 단 가 | 금 액 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.기초공 | | | | | 39,400,735 |
| 기초사석(육상) | 0.015-0.03m³/EA | m³ | 300.108 | 16,817 | 5,046,916 |
| 기초사석(육해상) | 0.015-0.03m³/EA | m³ | 162.059 | 26,322 | 4,265,712 |
| 기초사석(해상) | 0.015-0.03m³/EA | m³ | 110.363 | 30,881 | 3,408,114 |
| 피복석(육상) | 1.0m³/EA | m³ | 65.456 | 33,196 | 2,172,867 |
| 피복석(육해상) | 1.0m³/EA | m³ | 44.291 | 33,987 | 1,505,322 |
| 피복석(해상) | 1.0m³/EA | m³ | 55.798 | 48,375 | 2,699,228 |
| 터파기 | 토사 | m³ | 96.000 | 484 | 46,464 |
| 피복석고르기(수상) | 1.0m³/EA | m² | 19.066 | 18,739 | 357,278 |
| 피복석고르기(수중) | 1.0m³/EA | m² | 36.518 | 77,089 | 2,815,136 |
| 속고르기(수상) | 0.015-0.03m³/EA | m² | 10.200 | 7,649 | 78,020 |
| 속고르기(수중) | 0.015-0.03m³/EA | m² | 47.160 | 21,429 | 1,010,592 |
| 기초고르기(수상) | 0.015-0.03m³/EA | m² | 5.000 | 20,848 | 104,240 |
| 기초고르기(수중) | 0.015-0.03m³/EA | m² | - | 46,395 | - |
| T.T.P제작 | 40ton/EA | m² | 10.595 | 1,038,324 | 11,000,848 |
| T.T.P거치(수상) | 40ton/EA | m² | 4.775 | 326,172 | 1,557,451 |
| T.T.P거치(수중) | 40ton/EA | m² | 5.820 | 572,615 | 3,332,548 |
| 2.상부공 | | | | | 3,157,672 |
| CAP.CONC. | 50-180-8 | m³ | 56.000 | 54,635 | 3,059,560 |
| 거푸집 | 합판 4회 | m² | 8.000 | 12,264 | 98,112 |
| 3.구체공 | | | | | 851,808 |
| CONC.Block제작 | 2.0x2.0x2.0 | EA | 1.000 | 682,760 | 682,760 |
| 육상 운반 및 거치 | 2.0x2.0x2.0 | EA | 1.000 | 169,048 | 169,048 |
| 소계 | | | | | 43,410,215 |
| 제경비 | 35% | 식 | | | 15,193,575 |
| 계 | | | | | 58,603,790 |
| VAT | 10% | | | | 5,860,379 |
| m당공사비 | | | | | 64,464,169 |

## 강구항 북방파제 제11안 제간부 단면(N1)

가. 설계 조건

설계해면 = 0.170m

전면수심 = -9.00m

설계파고 = 6.10m

파랑주기 = 10.5초

파력각도 = 5.0도

나. 마루높이 결정

1) 항만 구조물 설계기준 방법

마루높이(= 설계해면 + 유의파고 + 여유고) = 6.30m

주) 여유고 = 0.030m

2) 월파에 따른 항내 진달파고 계산에 의한 방법

환산심해파고(H'o) = 6.008m

$H_o' / gT^2$ = 0.005555

$D_s / H_o'$ = 1.526

$R / H_o'$ = 2.591

주) 상대처오름 높이( $R / H_o'$ )는 SPM의 도표를 이용하여 계산

처오름 높이( $R$ ) = 7.216m

주) 조도수정계수 = 0.45, 축적보정계수 = 1.03(T.T.P의 경우) 사용

마루폭(B) = 11.00m

마루높이 = 6.30m

세체높이(h) = 15.30m

계수(C = 0.51 - 0.11*B/h) = 0.431

전달파고 = 0.396m < 0.6m

3) 마루높이

진달파고가 항내 허용파고(0.6m) 보다 작아 마루높이를 6.30m로 결정

다. 피복재 중량 검토

1) 쇄파여부 검토

해저면경사 = 0.033

쇄파고(Goda, 1975) = 10.00m

쇄파고(Weggel, 1972) = 8.01m

설계파고가 쇄파고보다 작아 현 수심에서 < 비쇄파 >

2) 계산 하중

무근콘크리트 = 2.30톤/입방미터

피복석 = 2.65톤/입방미터

해 수 = 1.03톤/입방미터

3) 항외측 피복재 중량

Hudson 공식에 의한 중량 = 23.208톤

주) $K_D$ = 8.0을 사용

T.T.P 중량 = 32.0톤을 사용 2층 난적 < 실중량(W) 28.75톤 >

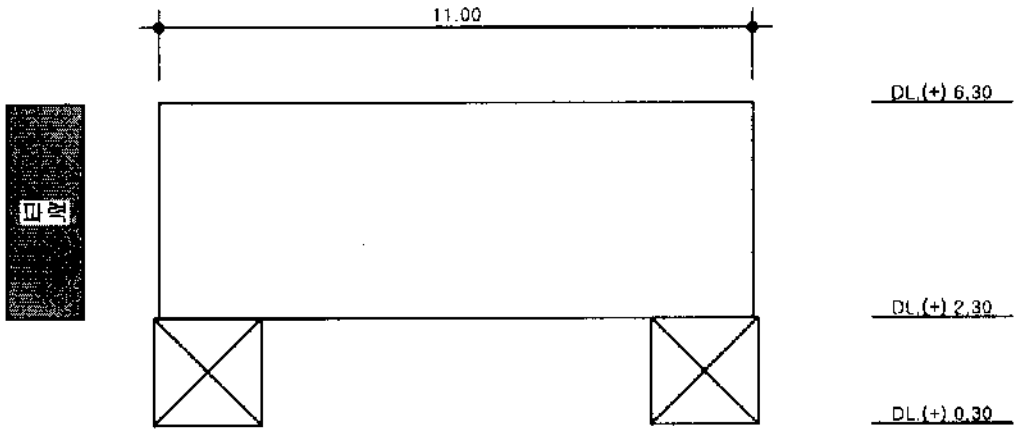
층1 피복석중량(W/15) = 1.917톤

층1 피복석 = 0.8입방미터를 사용 < 실부피 0.72입방미터 >

4) 항내측 피복재 중량

층1 피복석중량(W/10) = 2.875톤

층1 피복석 = 1.0입방미터를 사용 < 실부피 1.08입방미터 >

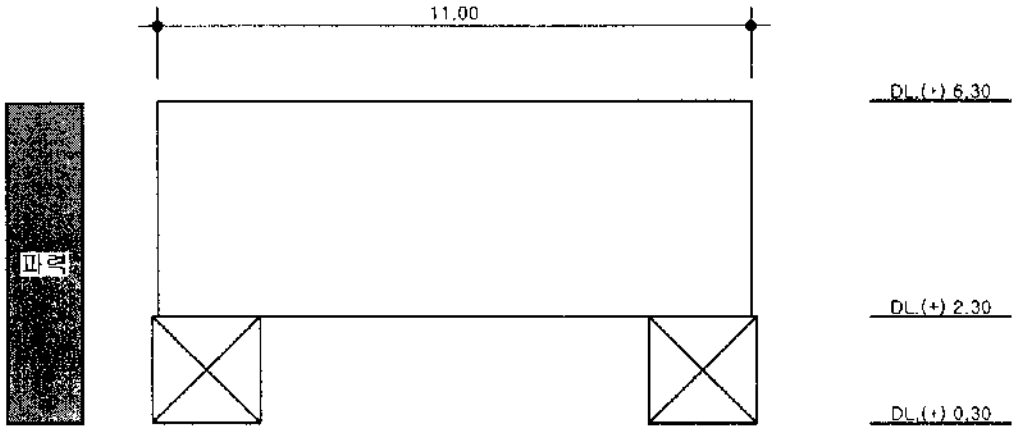



DL.(+)2.30m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -9.00m
설계해면 = .170m
설계파 = 6.10m
파력각도 = 5.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 6.1 x 1.00 = 6.26톤/입방미터
파력 = 6.26 x 3.97 = 24.85톤/m
파력 모멘트 = 49.32톤
사석자중 = .00톤/m
자중 = 57.20톤/m
자중 모멘트 = 314.60톤
마찰계수 = 0.57

활동율 = 1.302 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 6.378 > 1.2 이므로 적합

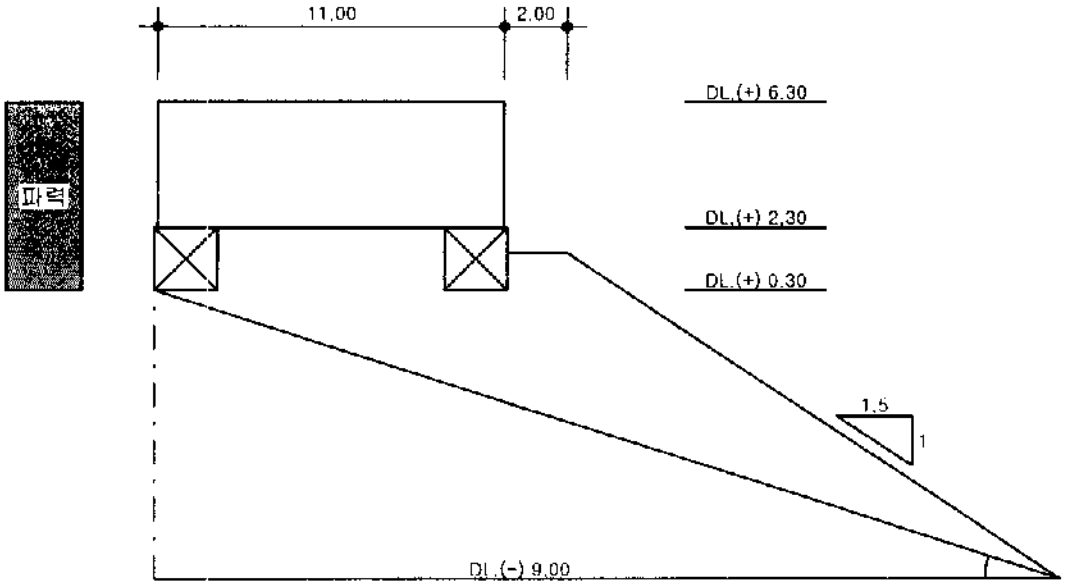



DL.(+).30m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -9.00m
설계해면 = .170m
설계파 = 6.10m
파력각도 = 5.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 6.1 x 1.00 = 6.26톤/입방미터
파력 = 6.26 x 5.97 = 37.37톤/m
파력 모멘트 = 111.54톤
사석자중 = 14.40톤/m
자중 = 82.00톤/m
자중 모멘트 = 459.20톤
마찰계수 = 0.73

활동율 = 1.599 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 4.117 > 1.2 이므로 적합

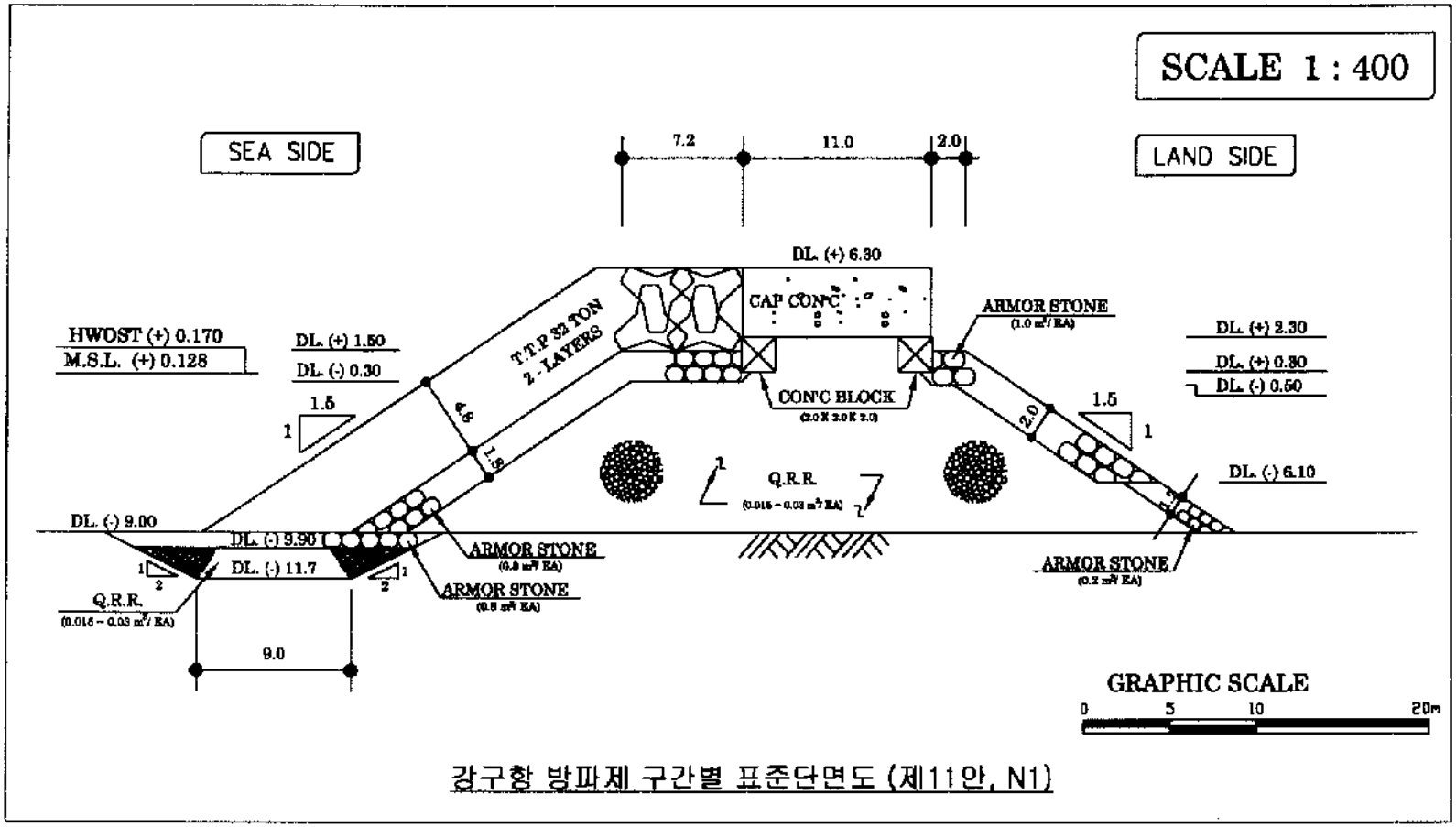



제체 외측하단과 해저면에 대한 직선활동 안정검토

수심 = -9.00m
설계해면 = .170m
설계파 = 6.10m
파력각도 = 5.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 6.1 x 1.00 = 6.26톤/m
파력 = 6.26 x 5.97 = 37.37톤/m
제체 자중 = 67.60톤/m
활동면상 자중 = 154.65톤/m
마찰계수 = 0.80
활동 경사각 = 37.87도

직선 활동율 = 1.308 > 1.2 이므로 적합




강구항 방파제 구간별 표준단면도 (제11안, N1)

# 강구항 북 방파제 제간부 단면 (제 11안, N1)

(단위 : 원)

| 공 종 | 규 격 | 단위 | 수 량 | 단 가 | 금 액 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.기초공 | | | | | 23,438,163 |
| 기초사석(육상) | 0.015-0.03m³/EA | m³ | 230.436 | 16,817 | 3,875,242 |
| 기초사석(육해상) | 0.015-0.03m³/EA | m³ | 105.499 | 26,322 | 2,776,950 |
| 기초사석(해상) | 0.015-0.03m³/EA | m³ | 52.756 | 30,881 | 1,629,146 |
| 피복석(육상) | 1.0m³/EA | m³ | 20.256 | 33,196 | 672,421 |
| 피복석(육해상) | 1.0m³/EA | m³ | 11.137 | 33,987 | 378,500 |
| 피복석(해상) | 1.0m³/EA | m³ | 0.015 | 48,375 | 723 |
| 피복석(육상) | 0.8m³/EA | m³ | 28.211 | 32,950 | 929,541 |
| 피복석(육해상) | 0.8m³/EA | m³ | 19.141 | 33,740 | 645,804 |
| 피복석(해상) | 0.8m³/EA | m³ | 21.443 | 48,000 | 1,029,259 |
| 피복석(육상) | 0.2m³/EA | m³ | - | 31,608 | - |
| 피복석(육해상) | 0.2m³/EA | m³ | 4.417 | 32,399 | 143,111 |
| 피복석(해상) | 0.2m³/EA | m³ | 2.798 | 46,095 | 128,972 |
| 터파기 | 토사 | m³ | 38.880 | 484 | 18,818 |
| 피복석고르기(수상) | 1.0m³/EA | m² | 4.373 | 18,739 | 81,946 |
| 피복석고르기(수중) | 1.0m³/EA | m² | 11.228 | 77,089 | 865,555 |
| 피복석고르기(수상) | 0.8m³/EA | m² | 9.573 | 18,739 | 179,388 |
| 피복석고르기(수중) | 0.8m³/EA | m² | 16.456 | 77,089 | 1,268,577 |
| 피복석고르기(수상) | 0.2m³/EA | m² | - | 18,739 | - |
| 피복석고르기(수중) | 0.2m³/EA | m² | 7.391 | 52,649 | 389,129 |
| 속고르기(수상) | 0.015-0.03m³/EA | m² | 7.200 | 7,649 | 55,073 |
| 속고르기(수중) | 0.015-0.03m³/EA | m² | 40.299 | 21,429 | 863,567 |
| 기초고르기(수상) | 0.015-0.03m³/EA | m² | 5.000 | 20,848 | 104,240 |
| 기초고르기(수중) | 0.015-0.03m³/EA | m² | - | 46,395 | - |
| T.T.P제작 | 32ton/EA | m² | 5.984 | 833,924 | 4,990,068 |
| T.T.P거치(수상) | 32ton/EA | m² | 2.824 | 276,604 | 781,218 |
| T.T.P거치(수중) | 32ton/EA | m² | 3.160 | 516,191 | 1,630,916 |
| 2.상부공 | | | | | 2,502,052 |
| CAP.CONC. | 50-180-8 | m³ | 44.000 | 54,635 | 2,403,940 |
| 기푸집 | 합판 4회 | m² | 8.000 | 12,264 | 98,112 |
| 3.구체공 | | | | | 851,808 |
| CONC.Block제작 | 2.0x2.0x2.0 | EA | 1.000 | 682,760 | 682,760 |
| 육상 운반 및 거치 | 2.0x2.0x2.0 | EA | 1.000 | 169,048 | 169,048 |
| 소계 | | | | | 26,792,023 |
| 제경비 | 35% | 식 | | | 9,377,208 |
| 계 | | | | | 36,169,232 |
| VAT | 10% | | | | 3,616,923 |
| m당공사비 | | | | | 39,786,155 |

**강구항 남방파제 제11안 두부 단면(S0)**

가. 설계 조건

설계해변 = 0.170m

전면수심 = -5.90m

설계파고 = 5.40m

파랑주기 = 11.0초

파력각도 = 0.0도

나. 마루높이 결정

1) 항만 구조물 설계기준 방법

마루높이(= 설계해변 + 유의파고 + 여유고) = 6.00m

주) 여유고 = 0.430m

2) 월파에 따른 항내 전달파고 계산에 의한 방법

환산심해파고(H'o) = 4.837m

$H_o' / gT^2$ = 0.004075

$D_s / H_o'$ = 1.255

$R / H_o'$ = 2.999

주) 상대처오름 높이( $R / H_o'$ )는 SPM의 도표를 이용하여 계산

처오름 높이( $R$ ) = 6.724m

주) 조도수성계수 = 0.45, 측척보성계수 = 1.03(T.T.P의 경우) 사용

마루폭(B) = 12.00m

마루높이 = 6.00m

제체높이(h) = 11.90m

계수(C = 0.51 - 0.11*B/h) = 0.399

전달파고 = 0.287m < 0.6m

3) 마루높이

전달파고가 항내 허용파고(0.6m) 보다 작아 마루높이를 6.00m로 결정

다. 피복재 중량 검토

1) 쇄파여부 검토

해저면경사 = 0.014

쇄파고(Goda, 1975) = 5.68m

쇄파고(Weggel, 1972) = 5.12m

설계파고가 쇄파고보다 커서 현 수심에서 < 쇄파 >

2) 제산 하중

무근콘크리트 = 2.30톤/입방미터

피복석 = 2.65톤/입방미터

해 수 = 1.03톤/입방미터

3) 항외측 피복재 중량

Hudson 공식에 의한 중량 = 25.760톤

주) $K_D$ = 5.0을 사용

T.T.P 중량 - 32.0톤을 사용 2층 난적 < 실중량(W) 28.75톤 >

층1 피복석중량(W/15) = 1.917톤

층1 피복석 = 0.8입방미터를 사용 < 신부피 0.72입방미터 >

4) 항내측 피복재 중량

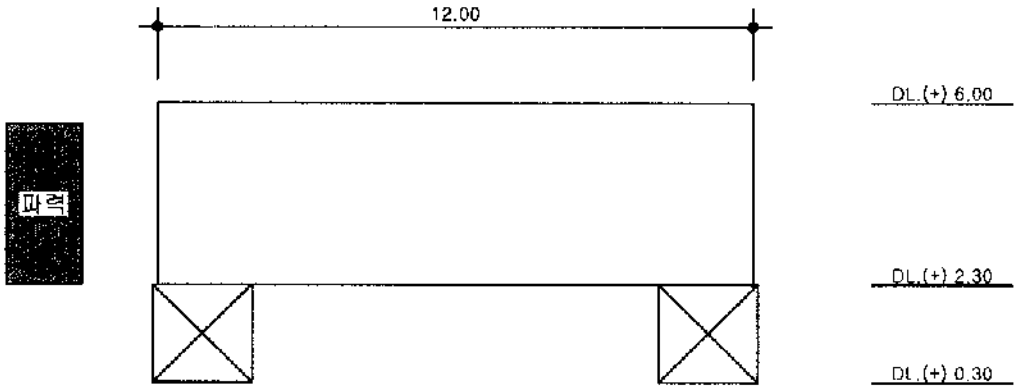
Hudson 공식에 의한 중량 = 25.760톤

주) $K_D$ = 5.0을 사용

T.T.P 중량 - 32.0톤을 사용 2층 난적 < 실중량(W) 28.75톤 >

층1 피복석중량(W/15) = 1.917톤

층1 피복석 - 0.8입방미터를 사용 < 실부피 0.72입방미터 >

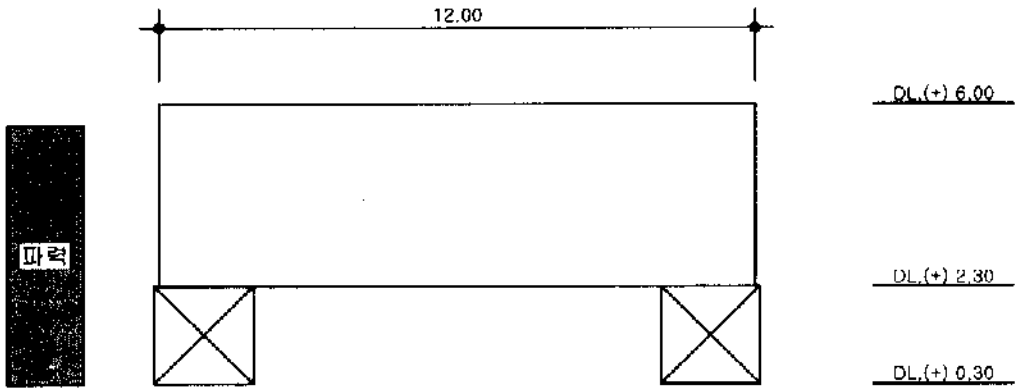



DL.(+)2.30m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -5.90m
설계해면 = .170m
설계파 = 5.40m
파력각도 = 0.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 5.4 x 1.00 = 5.56톤/입방미터
파력 = 5.56 x 3.27 = 18.19톤/m
파력 모멘트 = 29.74톤
사석자중 = .00톤/m
자중 = 57.72톤/m
자중 모멘트 = 346.32톤
마찰계수 = 0.57

활동율 = 1.804 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 11.646 > 1.2 이므로 적합

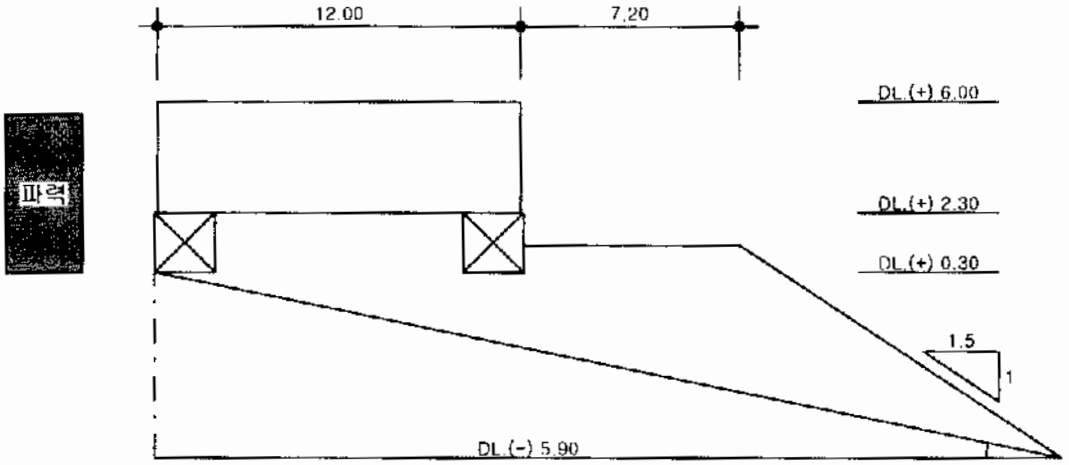



DL.(+).30m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -5.90m
설계해면 = .170m
설계파 = 5.40m
파력각도 = 0.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 5.4 x 1.00 = 5.56톤/입방미터
파력 = 5.56 x 5.27 = 29.31톤/m
파력 모멘트 = 77.24톤
사석자중 = 16.40톤/m
자중 = 84.52톤/m
자중 모멘트 = 515.57톤
마찰계수 = 0.73

활동율 = 2.118 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 6.675 > 1.2 이므로 적합

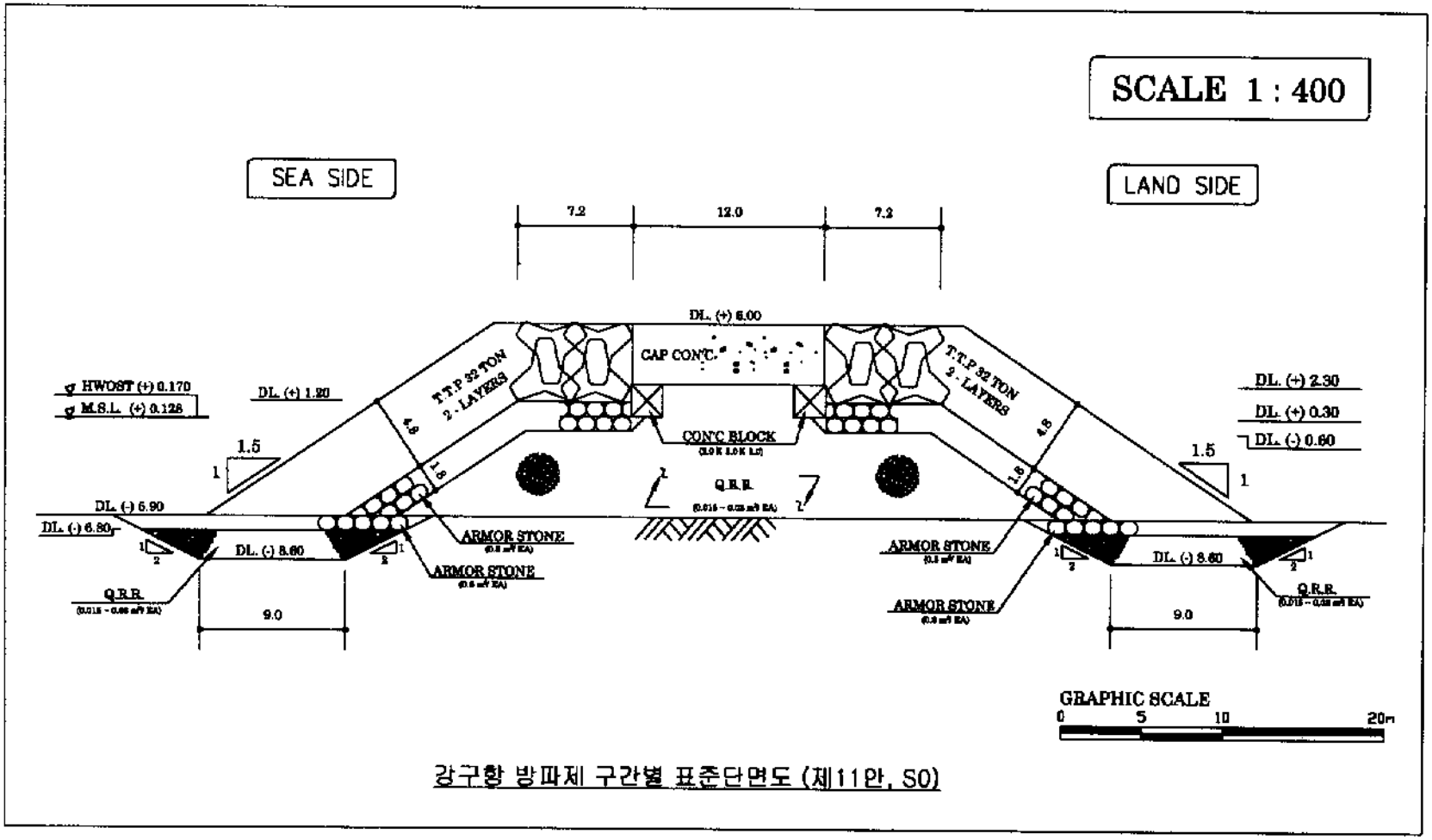



제체 외측하단과 해저면에 대한 직선활동 안정검토

수심 = -5.90m
설계해면 = .170m
설계파 = 5.40m
파력각도 = 0.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 5.4 x 1.00 = 5.56톤/m
파력 = 5.56 x 5.27 = 29.31톤/m
제체 자중 = 68.12톤/m
활동면상 자중 = 155.53톤/m
마찰계수 = 0.80
활동 경사각 = 11.70도

직선 활동율 = 1.944 > 1.2 이므로 적합




강구항 방파제 구간별 표준단면도 (제11안, S0)

# 강구항 남 방파제 두부 단면 (제 11안, S0)

(단위 : 원)

| 공 종 | 규 격 | 단위 | 수 량 | 단 가 | 금 액 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.기초공 | | | | | 25,648,796 |
| 기초사석(육상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^3$ | 143.184 | 16,817 | 2,407,925 |
| 기초사석(육해상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^3$ | 89.874 | 26,322 | 2,365,663 |
| 기초사석(해상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^3$ | 64.792 | 30,881 | 2,000,829 |
| 피복석(육상) | 0.8$m^3$/EA | $m^3$ | 54.577 | 32,950 | 1,798,302 |
| 피복석(육해상) | 0.8$m^3$/EA | $m^3$ | 20.893 | 33,740 | 704,937 |
| 피복석(해상) | 0.8$m^3$/EA | $m^3$ | 37.260 | 48,000 | 1,788,480 |
| 터파기 | 토사 | $m^3$ | 77.760 | 484 | 37,636 |
| 피복석고르기(수상) | 0.8$m^3$/EA | $m^2$ | 18.066 | 18,739 | 338,539 |
| 피복석고르기(수중) | 0.8$m^3$/EA | $m^2$ | 21.734 | 77,089 | 1,675,452 |
| 속고르기(수상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | 8.200 | 7,649 | 62,722 |
| 속고르기(수중) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | 32.219 | 21,429 | 690,421 |
| 기초고르기(수상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | 5.000 | 20,848 | 104,240 |
| 기초고르기(수중) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | - | 46,395 | - |
| T.T.P제작 | 32ton/EA | $m^2$ | 9.612 | 833,924 | 8,015,277 |
| T.T.P거치(수상) | 32ton/EA | $m^2$ | 5.439 | 276,604 | 1,504,327 |
| T.T.P거치(수중) | 32ton/EA | $m^2$ | 4.173 | 516,191 | 2,154,044 |
| 2.상부공 | | | | | 2,516,548 |
| CAP.CONC. | 50-180-8 | $m^3$ | 44.400 | 54,635 | 2,425,794 |
| 거푸집 | 합판 4회 | $m^2$ | 7.400 | 12,264 | 90,754 |
| 3.구체공 | | | | | 851,808 |
| CONC.Block제작 | 2.0x2.0x2.0 | EA | 1.000 | 682,760 | 682,760 |
| 육상 운반 및 거치 | 2.0x2.0x2.0 | EA | 1.000 | 169,048 | 169,048 |
| 소계 | | | | | 29,017,151 |
| 제경비 | 35% | 식 | | | 10,156,003 |
| 계 | | | | | 39,173,154 |
| VAT | 10% | | | | 3,917,315 |
| m당공사비 | | | | | 43,090,470 |

## 강구항 남방파제 제11안 제간부 단면(S1)

가. 설계 조건

설계해면 = 0.170m

전면수심 = -5.90m

설계파고 = 5.80m

파랑주기 = 11.0초

파력각도 = 0.0도

나. 마루높이 결정

1) 항만 구조물 설계기준 방법

마루높이(= 설계해면 + 유의파고 + 여유고) = 6.00m

주) 여유고 = 0.030m

2) 월파에 따른 항내 전달파고 계산에 의한 방법

환산심해파고(H'o) = 5.195m

$H_o'/gT^2$ = 0.004377

$D_s/H_o'$ = 1.168

$R/H_o'$ = 2.956

주) 상대처오름 높이($R/H_o'$)는 SPM의 도표를 이용하여 계산

처오름 높이($R$) = 7.117m

주) 조도수정계수 = 0.45, 축척보정계수 = 1.03(T.T.P의 경우) 사용

마루폭(B) = 10.00m

마루높이 = 6.00m

제체높이(h) = 11.90m

계수(C = 0.51 - 0.11*B/h) = 0.418

전달파고 = 0.438m < 0.6m

3) 마루높이

전달파고가 항내 허용파고(0.6m) 보다 작아 마루높이를 6.00m로 결정

다. 피복재 중량 검토

1) 쇄파여부 검토

해저면경사 = 0.017

쇄파고(Goda, 1975) = 5.87m

쇄파고(Weggel, 1972) = 5.18m

설계파고가 쇄파고보다 커서 현 수심에서 < 쇄파 >

2) 계산 하중

무근콘크리트 = 2.30톤/입방미터

피복석 = 2.65톤/입방미터

해 수 = 1.03톤/입방미터

3) 항외측 피복재 중량

Hudson 공식에 의한 중량 = 22.799톤

수) $K_D$ = 7.0을 사용

T.T.P 중량 = 25.0톤을 사용 2층 난적 < 실중량(W) 23.00톤 >

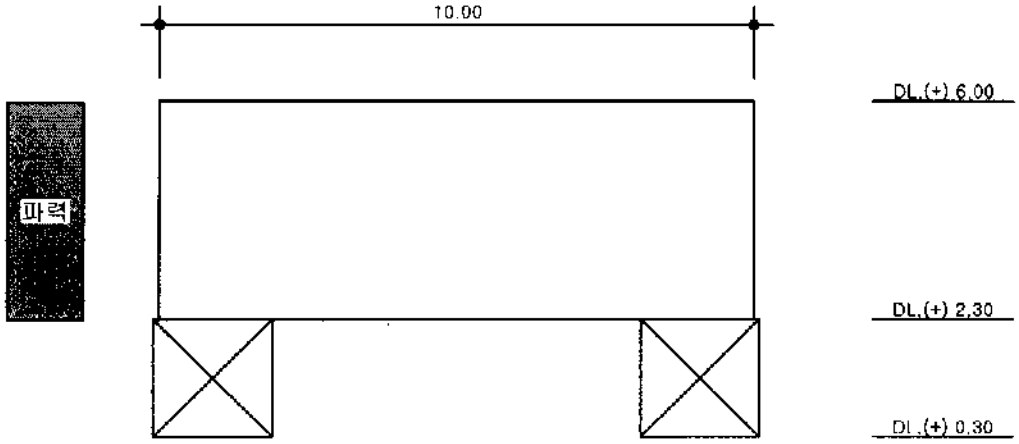
층1 피복석중량(W/15) = 1.533톤

층1 피복석 = 0.6입방미터를 사용 < 실부피 0.58입방미터 >

4) 항내측 피복재 중량

층1 피복석중량(W/10) = 2.300톤

층1 피복석 = 1.0입방미터를 사용 < 실부피 0.87입방미터 >

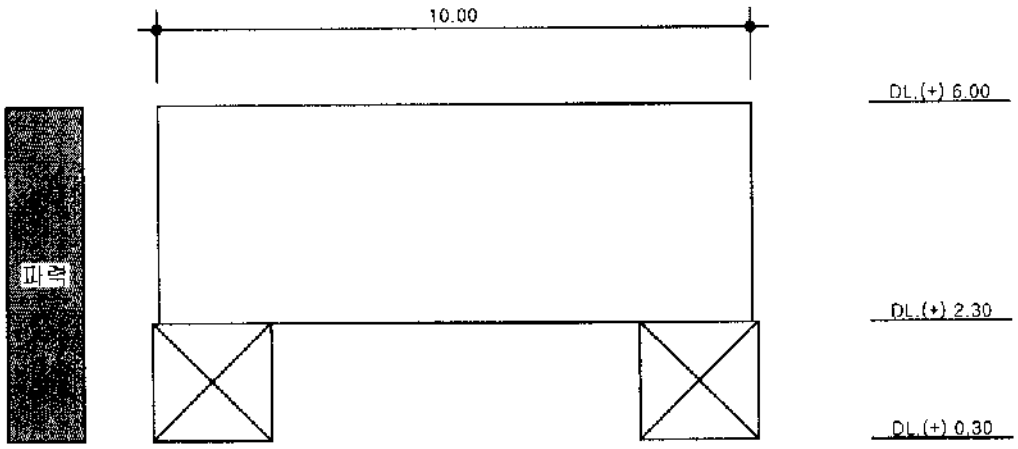



DL.(+)2.30m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -5.90m
설계해면 = .170m
설계파 = 5.80m
파력각도 = 0.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 5.8 x 1.00 = 5.97톤/입방미터
파력 = 5.97 x 3.67 = 21.92톤/m
파력 모멘트 = 40.23톤
사석자중 = .00톤/m
자중 = 48.10톤/m
자중 모멘트 = 240.50톤
마찰계수 = 0.56

활동율 = 1.233 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 5.978 > 1.2 이므로 적합

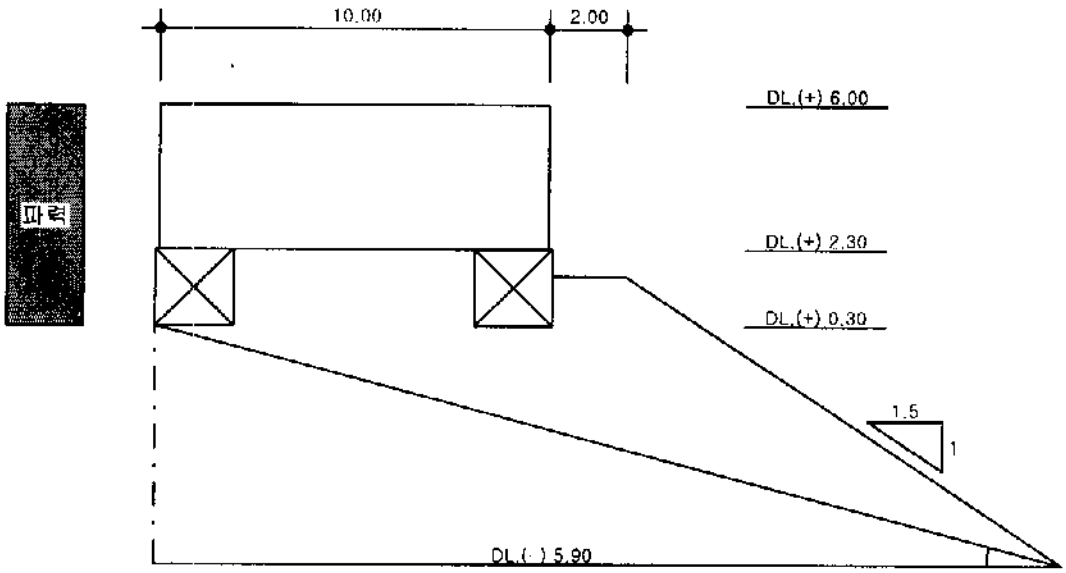



DL.(+).30m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -5.90m
설계해면 = .170m
설계파 = 5.80m
파력각도 = 0.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 5.8 x 1.00 = 5.97톤/입방미터
파력 = 5.97 x 5.67 = 33.87톤/m
파력 모멘트 = 96.03톤
사석자중 = 12.40톤/m
자중 = 70.90톤/m
자중 모멘트 = 361.59톤
마찰계수 = 0.72

활동율 = 1.510 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 3.765 > 1.2 이므로 적합

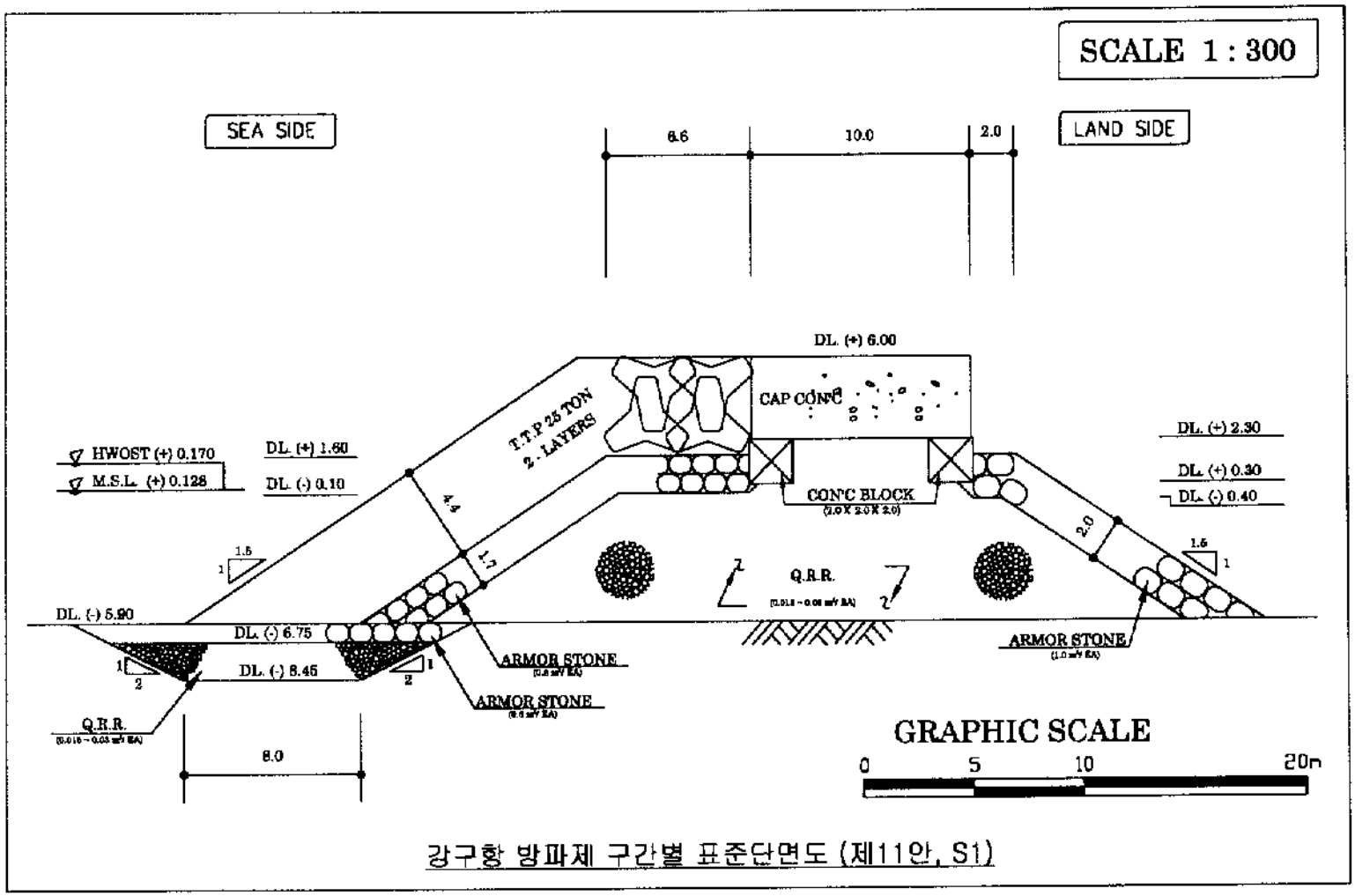



제체 외측하단과 해저면에 대한 직선활동 안정검토

수심 = -5.90m
설계해면 = .170m
설계파 = 5.80m
파력각도 = 0.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 5.8 x 1.00 = 5.97톤/m
파력 = 5.97 x 5.67 = 33.87톤/m
제체 자중 = 58.50톤/m
활동면상 자중 = 118.19톤/m
마찰계수 = 0.80
활동 경사각 = 14.87도

직선 활동율 = 1.339 > 1.2 이므로 적합




강구항 방파제 구간별 표준단면도 (제11안, S1)

# 강구항 남 방파제 제간부 단면 (제 11안, S1)

(단위 : 원)

| 공 종 | 규 격 | 단위 | 수 량 | 단 가 | 금 액 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.기초공 | | | | | 15,796,934 |
| 기초사석(육상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎥ | 128.712 | 16,817 | 2,164,550 |
| 기초사석(육해상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎥ | 64.553 | 26,322 | 1,699,159 |
| 기초사석(해상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎥ | 28.072 | 30,881 | 866,879 |
| 피복석(육상) | 1.0㎥/EA | ㎥ | 20.460 | 33,196 | 679,179 |
| 피복석(육해상) | 1.0㎥/EA | ㎥ | 10.447 | 33,987 | 355,049 |
| 피복석(해상) | 1.0㎥/EA | ㎥ | - | 48,375 | - |
| 피복석(육상) | 0.6㎥/EA | ㎥ | 25.287 | 32,423 | 819,892 |
| 피복석(육해상) | 0.6㎥/EA | ㎥ | 10.447 | 33,213 | 346,963 |
| 피복석(해상) | 0.6㎥/EA | ㎥ | 16.129 | 46,409 | 748,519 |
| 터파기 | 토사 | ㎥ | 33.405 | 484 | 16,168 |
| 피복석고르기(수상) | 1.0㎥/EA | ㎡ | 4.554 | 18,739 | 85,337 |
| 피복석고르기(수중) | 1.0㎥/EA | ㎡ | 10.867 | 77,089 | 837,726 |
| 피복석고르기(수상) | 0.6㎥/EA | ㎡ | 9.154 | 18,739 | 171,537 |
| 피복석고르기(수중) | 0.6㎥/EA | ㎡ | 10.867 | 77,089 | 837,726 |
| 속고르기(수상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎡ | 6.200 | 7,649 | 47,424 |
| 속고르기(수중) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎡ | 27.651 | 21,429 | 592,533 |
| 기초고르기(수상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎡ | 5.000 | 20,848 | 104,240 |
| 기초고르기(수중) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎡ | - | 46,395 | - |
| T.T.P제작 | 25ton/EA | ㎡ | 5.442 | 672,017 | 3,657,217 |
| T.T.P거치(수상) | 25ton/EA | ㎡ | 3.051 | 228,752 | 698,014 |
| T.T.P거치(수중) | 25ton/EA | ㎡ | 2.391 | 447,066 | 1,068,823 |
| 2.상부공 | | | | | 2,112,249 |
| CAP.CONC. | 50-180-8 | ㎥ | 37.000 | 54,635 | 2,021,495 |
| 거푸집 | 합판 4회 | ㎡ | 7.400 | 12,264 | 90,754 |
| 3.구체공 | | | | | 851,808 |
| CONC.Block제작 | 2.0x2.0x2.0 | EA | 1.000 | 682,760 | 682,760 |
| 육상 운반 및 거치 | 2.0x2.0x2.0 | EA | 1.000 | 169,048 | 169,048 |
| 소계 | | | | | 18,760,991 |
| 제경비 | 35% | 식 | | | 6,566,347 |
| 계 | | | | | 25,327,338 |
| VAT | 10% | | | | 2,532,734 |
| ㎥당공사비 | | | | | 27,860,072 |

**상구항 남방파제 제11안 제간부 단면(S2)**

가. 설계 조건

설계해면 = 0.170m

전면수심 = -5.20m

설계파고 = 5.20m

파랑주기 = 11.0초

파력각도 = 0.0도

나. 마루높이 결정

1) 항만 구조물 설계기준 방법

마루높이(= 설계해면 + 유의파고 + 여유고) - 5.50m

주) 여유고 = 0.130m

2) 월파에 따른 항내 전달파고 계산에 의한 방법

환산심해파고(H'o) = 4.540m

$H_o' / gT^2$ = 0.003825

$D_s / H_o'$ = 1.183

$R / H_o'$ = 3.095

주) 상대처오름 높이( $R / H_o'$ )는 SPM의 도표를 이용하여 계산

처오름 높이( $R$ ) = 6.512m

주) 조도수정계수 = 0.45, 측척보정계수 = 1.03(T.T.P의 경우) 사용

마루폭(B) = 9.00m

마루높이 = 5.50m

제체높이(h) = 10.70m

계수(C = 0.51 - 0.11*B/h) = 0.417

전달파고 = 0.394m < 0.6m

3) 마루높이

전달파고가 항내 허용파고(0.6m) 보다 작아 마루높이를 5.50m로 결정

다. 피복재 중량 검토

1) 쇄파여부 검토

해저면경사 = 0.014

쇄파고(Goda, 1975) = 5.08m

쇄파고(Weggel, 1972) = 4.55m

설계파고가 쇄파고보다 커서 현 수심에서 < 쇄파 >

2) 계산 하중

무근콘크리트 = 2.30톤/입방미터

피복석 = 2.65톤/입방미터

해 수 = 1.03톤/입방미터

3) 항외측 피복재 중량

Hudson 공식에 의한 중량 = 16.430톤

주) $K_D$ = 7.0을 사용

T.T.P 중량 = 20.0톤을 사용 2층 난적 < 실중량(W) 18.40톤 >

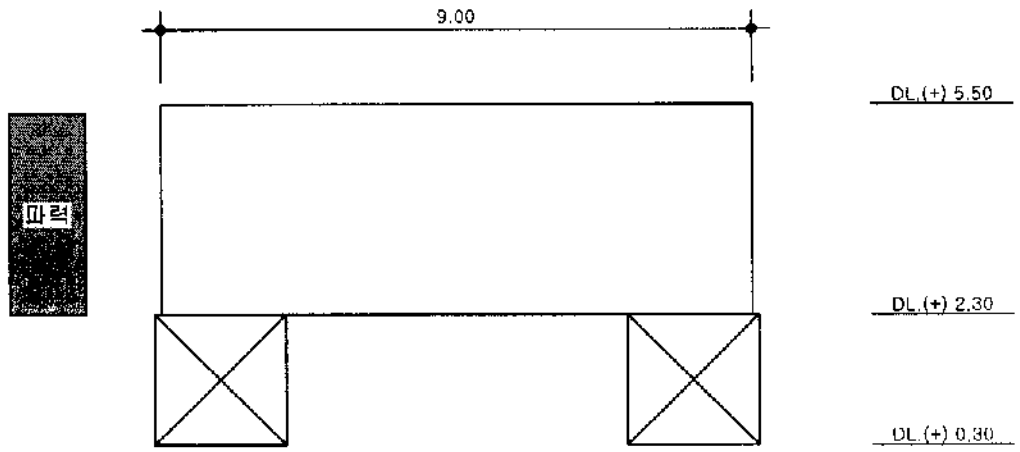
층1 피복석중량(W/15) = 1.227톤

층1 피복석 = 0.5입방미터를 사용 < 실부피 0.46입방미터 >

4) 항내측 피복재 중량

층1 피복석중량(W/10) = 1.840톤

층1 피복석 = 0.7입방미터를 사용 < 실부피 0.69입방미터 >

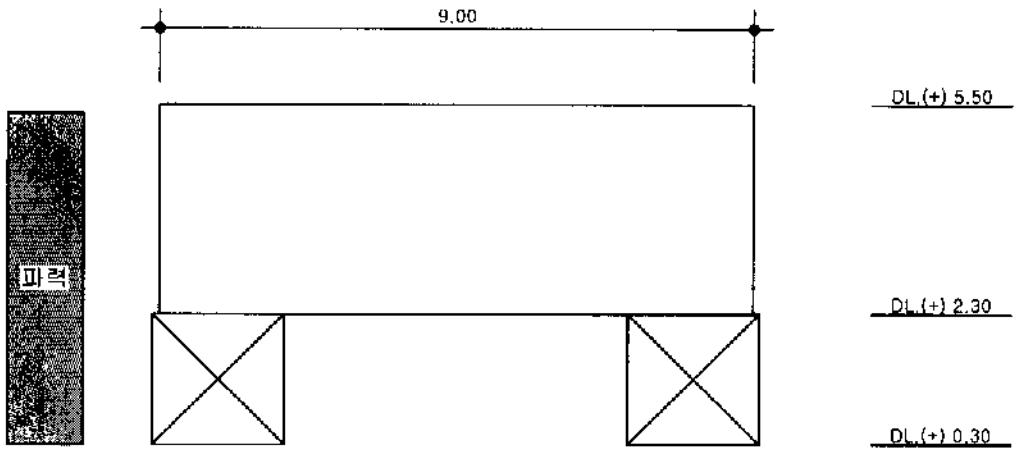



DL.(+)2.30m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -5.20m
설계해면 = .170m
설계파 = 5.20m
파력각도 = 0.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 5.2 x 1.00 = 5.36톤/입방미터
파력 = 5.36 x 3.07 = 16.44톤/m
파력 모멘트 = 25.24톤
사석자중 = .00톤/m
자중 = 37.44톤/m
자중 모멘트 = 168.48톤
마찰계수 = 0.56

활동율 = 1.270 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 6.675 > 1.2 이므로 적합

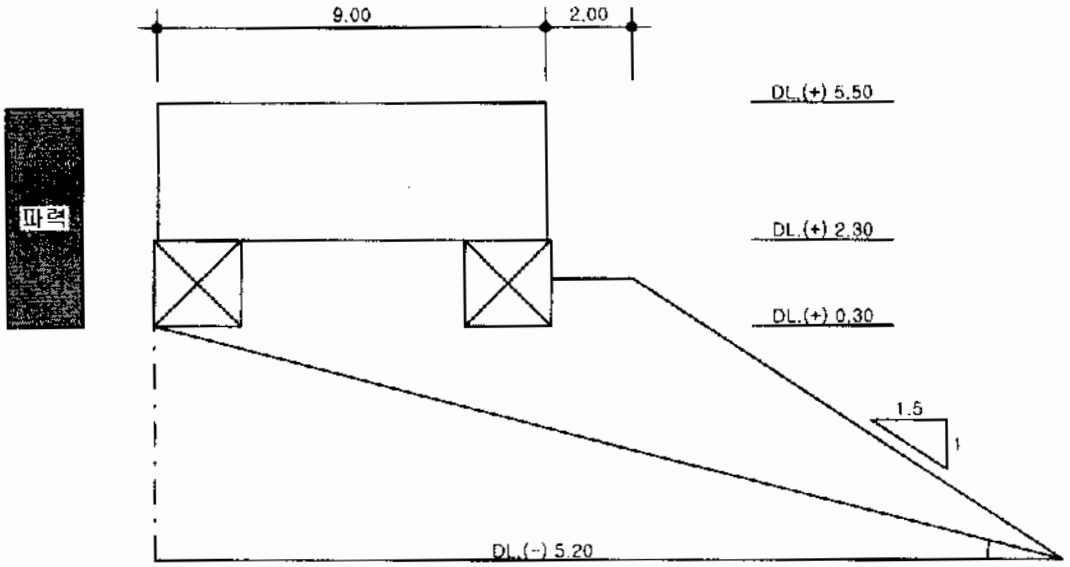



DL.(+).30m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -5.20m
설계해면 = .170m
설계파 = 5.20m
파력각도 = 0.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 5.2 x 1.00 = 5.36톤/입방미터
파력 = 5.36 x 5.07 = 27.15톤/m
파력 모엔트 = 68.84톤
사석자중 = 10.40톤/m
자중 = 58.24톤/m
자중 모엔트 = 267.90톤
마찰계수 = 0.71

활동율 = 1.529 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 3.892 > 1.2 이므로 적합

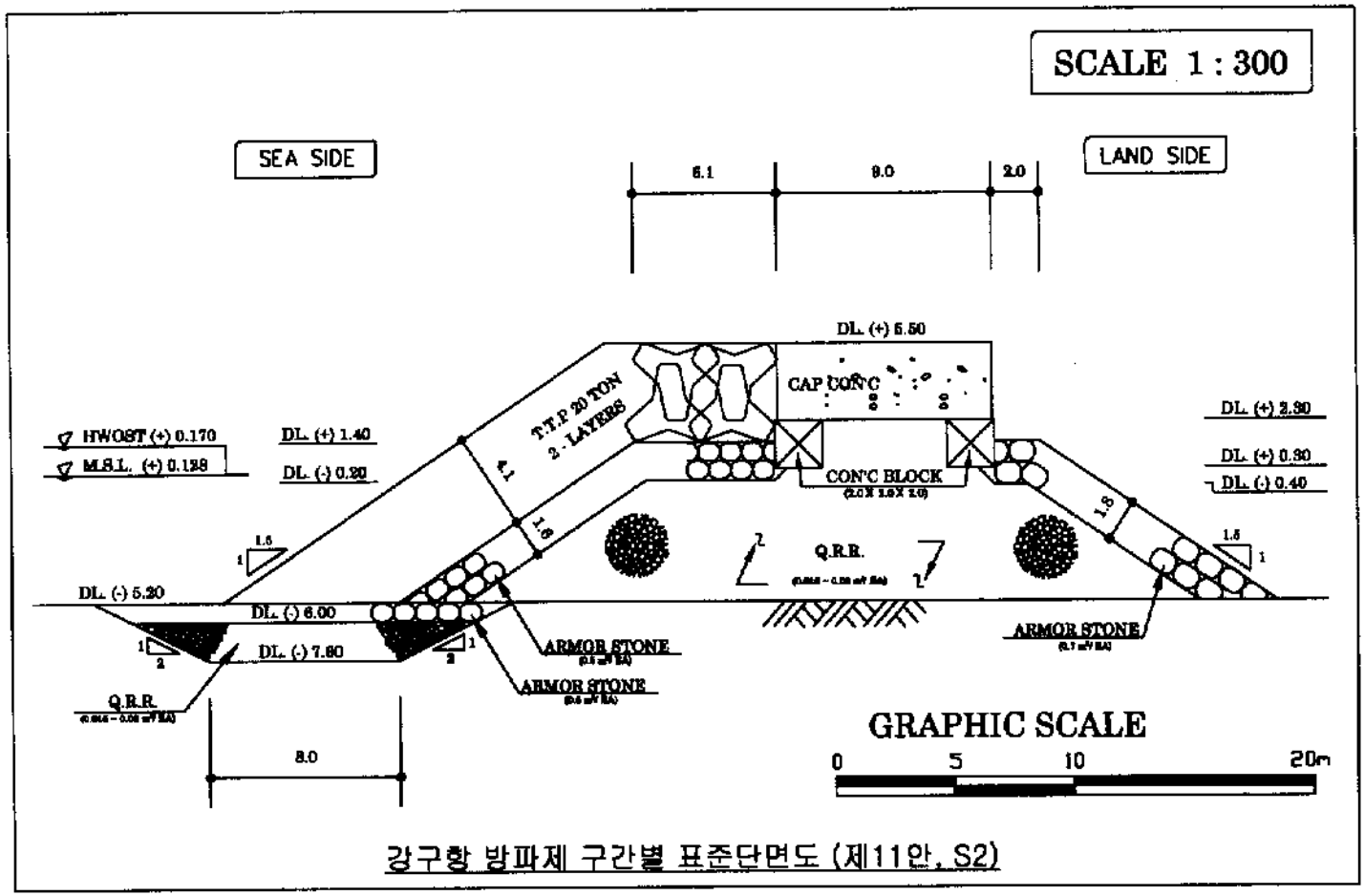



제체 외측하단과 해저면에 대한 직선활동 안정검토

수심 = -5.20m
설계해면 = .170m
설계파 = 5.20m
파력각도 = 0.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 5.2 x 1.00 = 5.36톤/m
파력 = 5.36 x 5.07 = 27.15톤/m
제체 자중 = 47.84톤/m
활동면상 자중 = 96.30톤/m
마찰계수 = 0.80
활동 경사각 = 14.68도

직선 활동율 = 1.362 > 1.2 이므로 적합




강구항 방파제 구간별 표준단면도 (제11안, S2)

# 강구항 남 방파제 제간부 단면 (제 11안, S2)

(단위 : 원)

| 공 종 | 규 격 | 단위 | 수 량 | 단 가 | 금 액 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.기초공 | | | | | 13,127,697 |
| 기초사석(육상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎥ | 101.580 | 16,817 | 1,708,271 |
| 기초사석(육해상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎥ | 52.795 | 26,322 | 1,389,675 |
| 기초사석(해상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎥ | 24.019 | 30,881 | 741,737 |
| 피복석(육상) | 0.7㎥/EA | ㎥ | 16.760 | 32,647 | 547,167 |
| 피복석(육해상) | 0.7㎥/EA | ㎥ | 8.162 | 33,437 | 272,898 |
| 피복석(해상) | 0.7㎥/EA | ㎥ | - | 47,538 | - |
| 피복석(육상) | 0.5㎥/EA | ㎥ | 21.816 | 32,345 | 705,622 |
| 피복석(육해상) | 0.5㎥/EA | ㎥ | 8.162 | 33,134 | 270,425 |
| 피복석(해상) | 0.5㎥/EA | ㎥ | 14.720 | 47,096 | 693,253 |
| 터파기 | 토사 | ㎥ | 30.720 | 484 | 14,868 |
| 피복석고르기(수상) | 0.7㎥/EA | ㎡ | 4.193 | 18,739 | 78,573 |
| 피복석고르기(수중) | 0.7㎥/EA | ㎡ | 9.605 | 77,089 | 740,440 |
| 피복석고르기(수상) | 0.5㎥/EA | ㎡ | 8.293 | 18,739 | 155,403 |
| 피복석고르기(수중) | 0.5㎥/EA | ㎡ | 9.605 | 53,715 | 515,933 |
| 속고르기(수상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎡ | 5.200 | 7,649 | 39,775 |
| 속고르기(수중) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎡ | 24.538 | 21,429 | 525,825 |
| 기초고르기(수상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎡ | 5.000 | 20,848 | 104,240 |
| 기초고르기(수중) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎡ | - | 46,395 | - |
| T.T.P제작 | 20ton/EA | ㎡ | 5.713 | 543,871 | 3,106,863 |
| T.T.P거치(수상) | 20ton/EA | ㎡ | 3.251 | 179,951 | 585,054 |
| T.T.P거치(수중) | 20ton/EA | ㎡ | 2.461 | 378,528 | 931,676 |
| 2.상부공 | | | | | 1,651,978 |
| CAP.CONC. | 50-180-8 | ㎥ | 28.800 | 54,635 | 1,573,488 |
| 거푸집 | 합판 4회 | ㎡ | 6.400 | 12,264 | 78,490 |
| 3.구체공 | | | | | 851,808 |
| CONC.Block제작 | 2.0x2.0x2.0 | EA | 1.000 | 682,760 | 682,760 |
| 육상 운반 및 거치 | 2.0x2.0x2.0 | EA | 1.000 | 169,048 | 169,048 |
| 소계 | | | | | 15,631,483 |
| 제경비 | 35% | 식 | | | 5,471,019 |
| 계 | | | | | 21,102,501 |
| VAT | 10% | | | | 2,110,250 |
| ㎥당공사비 | | | | | 23,212,752 |

## 강구항 남방파제 제11안 세간부 단면(S3)

가. 설계 조건

설계해면 = 0.170m

선면수심 = -4.20m

설계파고 = 3.30m

파랑주기 = 11.0초

파향각도 = 50.0도

나. 마루높이 결정

1) 항만 구조물 설계기준 방법

마루높이(= 설계해면 + 유의파고 + 여유고) = 3.50m

주) 여유고 = 0.030m

2) 월파에 따른 함내 전달파고 계산에 의한 방법

환산심해파고(H'o) = 2.754m

$H_o'/gT^2$ = 0.002321

$D_s/H_o'$ = 1.587

$R/H_o'$ = 3.304

주) 상대처오름 높이( $R/H_o'$ )는 SPM의 도표를 이용하여 계산

처오름 높이( $R$ ) = 4.218m

주) 조도수정계수 = 0.45, 축척보정계수 = 1.03(T.T.P의 경우) 사용

마루폭(B) = 7.00m

마루높이 = 3.50m

재체높이(h) = 7.70m

계수(C = 0.51 - 0.11*B/h) = 0.410

전달파고 = 0.285m < 0.6m

3) 마루높이

전달파고가 함내 허용파고(0.6m) 보다 작아 마루높이를 3.50m로 결정

다. 피복재 중량 검토

1) 쇄파여부 검토

해저면경사 = 0.013

쇄파고(Goda, 1975) = 4.09m

쇄파고(Weggel, 1972) = 3.70m

설계파고가 쇄파고보다 작아 현 수심에서 < 비쇄파 >

2) 계산 하중

무근콘크리트 = 2.30톤/입방미터

피복석 - 2.65톤/입방미터

해 수 = 1.03톤/입방미터

3) 항외측 피복재 중량

Hudson 공식에 의한 중량 = 3.674톤

주) $K_D$ = 8.0을 사용

T.T.P 중량 = 5.0톤을 사용 2층 난적 < 실중량(W) 4.60톤 >

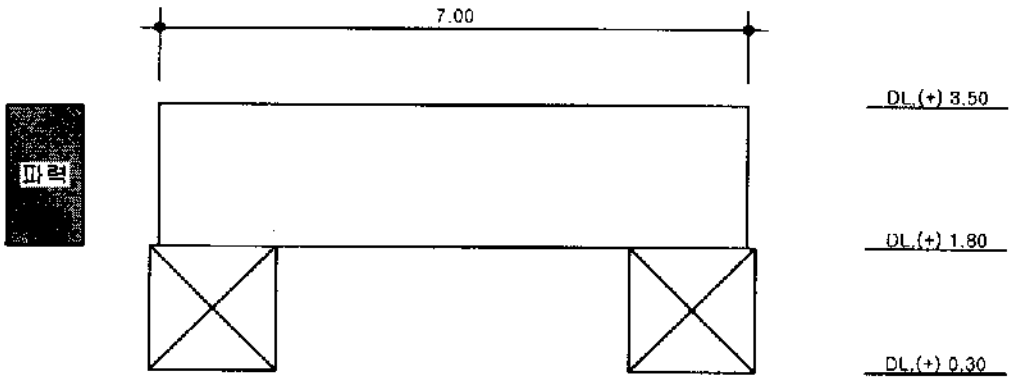
층1 피복석중량(W/15) = 0.307톤

층1 피복석 - 0.2입방미터를 사용 < 실부피 0.12입방미터 >

4) 항내측 피복재 중량

층1 피복석중량(W/10) = 1.193톤

층1 피복석 = 항내측 최소규격 0.5입방미터를 사용 < 실부피 0.45입방미터 >

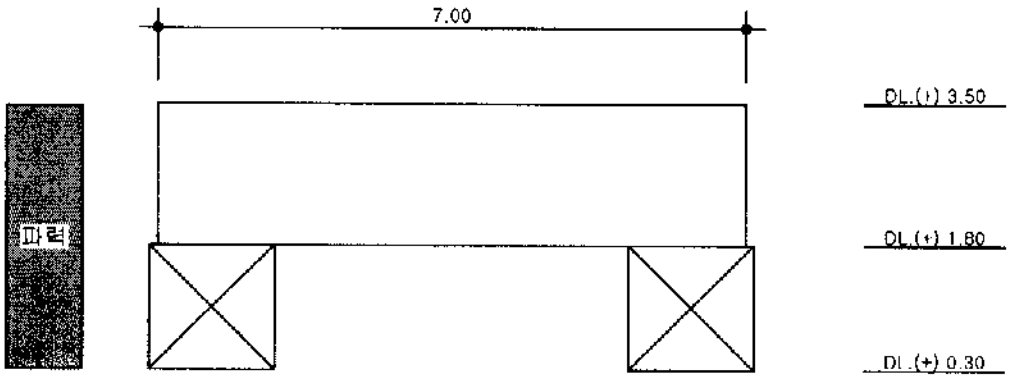



DL.(+)1.80m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -4.20m
설계해면 = .170m
설계파 = 3.30m
파력각도 = 50.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 3.3 x 0.70 = 2.38톤/입방미터
파력 = 2.38 x 1.67 = 3.97톤/m
파력 모멘트 = 3.32톤
사석자중 = .00톤/m
자중 = 15.47톤/m
자중 모멘트 = 54.14톤
마찰계수 = 0.56

활동율 = 2.180 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 16.319 > 1.2 이므로 적합

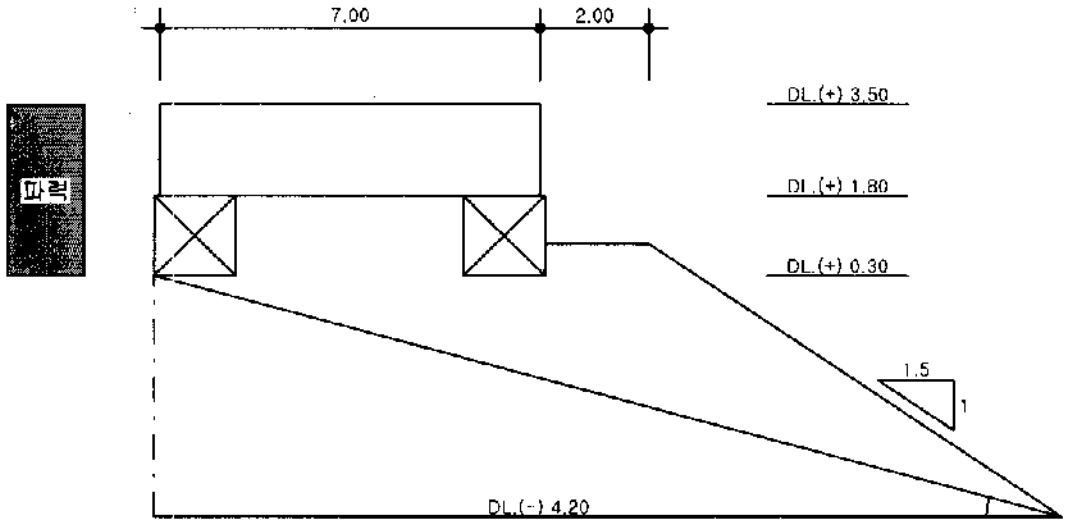



DL.(+).30m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -4.20m
설계해면 = .170m
설계파 = 3.30m
파력각도 = 50.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 3.3 x 0.70 = 2.38톤/입방미터
파력 = 2.38 x 3.17 = 7.54톤/m
파력 모멘트 = 11.95톤
사석자중 = 6.30톤/m
자중 = 27.62톤/m
자중 모멘트 = 99.43톤
마찰계수 = 0.72

활동율 = 2.624 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 8.317 > 1.2 이므로 적합

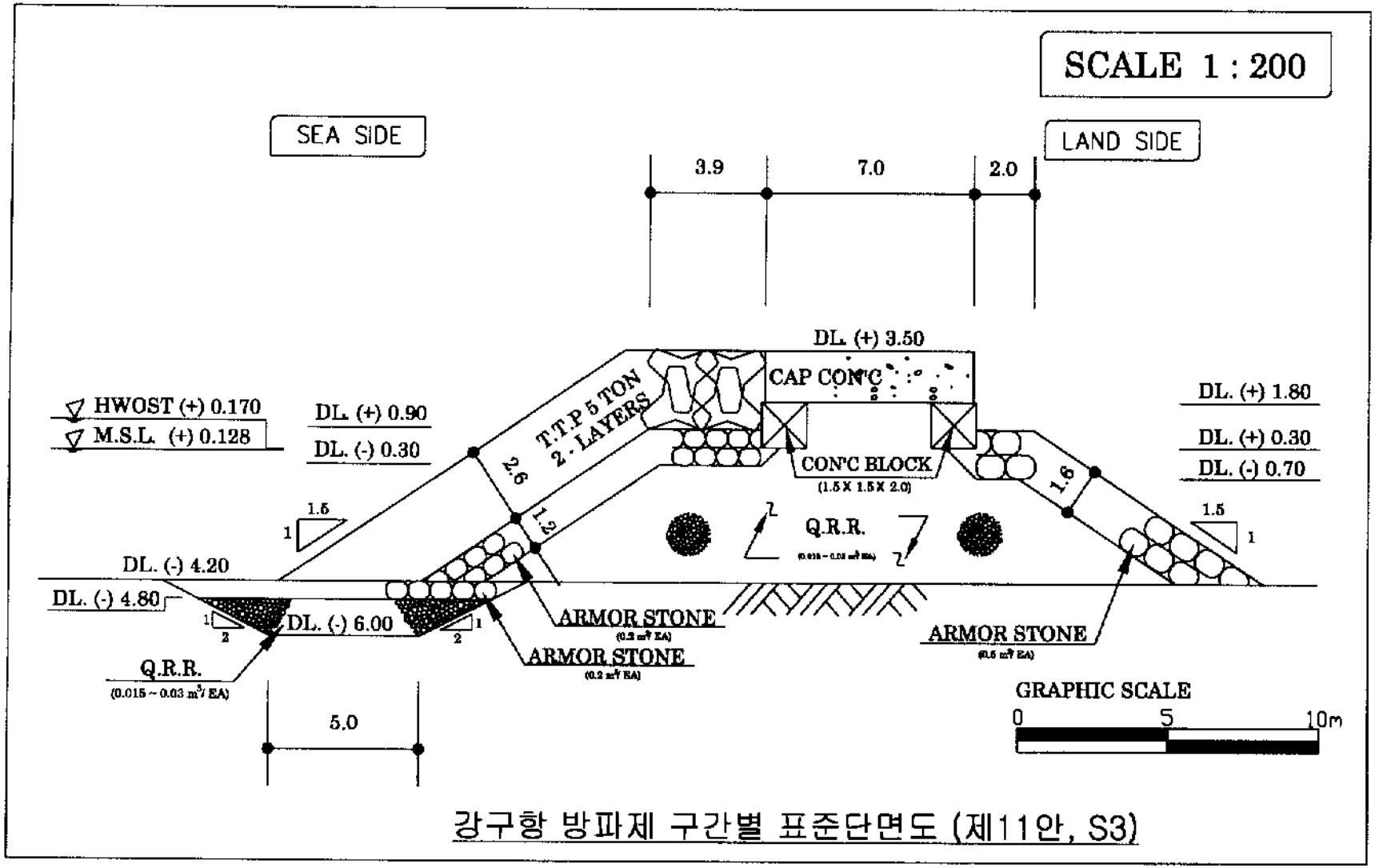



제체 외측하단과 해저면에 대한 직선활동 안정검토

수심 = -4.20m
설계해면 = .170m
설계파 = 3.30m
파력각도 = 50.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 3.3 x 0.70 = 2.38톤/m
파력 = 2.38 x 3.17 = 7.54톤/m
제체 자중 = 21.32톤/m
활동면상 자중 = 51.53톤/m
마찰계수 = 0.80
활동 경사각 = 15.04도

직선 활동율 = 1.852 > 1.2 이므로 적합




강구항 방파제 구간별 표준단면도 (제11안, S3)

# 강구항 남 방파제 제간부 단면 (제 11안, S3)

(단위 : 원)

| 공 종 | 규 격 | 단위 | 수 량 | 단 가 | 금 액 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.기초공 | | | | | 7,570,849 |
| 기초사석(육상) | 0.015-0.03m³/EA | m³ | 62.100 | 16,817 | 1,044,336 |
| 기초사석(육해상) | 0.015-0.03m³/EA | m³ | 30.199 | 26,322 | 794,903 |
| 기초사석(해상) | 0.015-0.03m³/EA | m³ | 10.724 | 30,881 | 331,180 |
| 피복석(육상) | 0.5m³/EA | m³ | 12.504 | 32,345 | 404,440 |
| 피복석(육해상) | 0.5m³/EA | m³ | 5.385 | 33,134 | 178,442 |
| 피복석(해상) | 0.5m³/EA | m³ | - | 47,096 | - |
| 피복석(육상) | 0.2m³/EA | m³ | 11.011 | 31,608 | 348,044 |
| 피복석(육해상) | 0.2m³/EA | m³ | 5.385 | 32,399 | 174,483 |
| 피복석(해상) | 0.2m³/EA | m³ | 7.590 | 46,095 | 349,861 |
| 터파기 | 토사 | m³ | 15.480 | 484 | 7,492 |
| 피복석고르기(수상) | 0.5m³/EA | m² | 3.292 | 18,739 | 61,689 |
| 피복석고르기(수중) | 0.5m³/EA | m² | 7.802 | 53,715 | 419,084 |
| 피복석고르기(수상) | 0.2m³/EA | m² | 5.192 | 18,739 | 97,293 |
| 피복석고르기(수중) | 0.2m³/EA | m² | 7.802 | 52,649 | 410,767 |
| 속고르기(수상) | 0.015-0.03m³/EA | m² | 4.200 | 7,649 | 32,126 |
| 속고르기(수중) | 0.015-0.03m³/EA | m² | 18.193 | 21,429 | 389,858 |
| 기초고르기(수상) | 0.015-0.03m³/EA | m² | 4.000 | 20,848 | 83,392 |
| 기초고르기(수중) | 0.015-0.03m³/EA | m² | - | 46,395 | - |
| T.T.P제작 | 5ton/EA | m² | 10.268 | 156,707 | 1,609,028 |
| T.T.P거치(수상) | 5ton/EA | m² | 5.196 | 48,918 | 254,190 |
| T.T.P거치(수중) | 5ton/EA | m² | 5.072 | 114,412 | 580,240 |
| 2.상부공 | | | | | 691,854 |
| CAP.CONC. | 50-180-8 | m³ | 11.900 | 54,635 | 650,157 |
| 거푸집 | 합판 4회 | EA | 3.400 | 12,264 | 41,698 |
| 3.구체공 | | | | | 580,740 |
| CONC.Block제작 | 1.5x1.5x2.0 | EA | 1.000 | 411,692 | 411,692 |
| 육상 운반 및 거치 | 1.5x1.5x2.0 | EA | 1.000 | 169,048 | 169,048 |
| 소계 | | | | | 8,843,443 |
| 제경비 | 35% | 식 | | | 3,095,205 |
| 계 | | | | | 11,938,649 |
| VAT | 10% | | | | 1,193,865 |
| m당공사비 | | | | | 13,132,513 |

**강구항 중간 방사제 제11안 단면(G1)**

가. 설계 조건

설계해면 = 0.170m

전면수심 = -2.00m

설계파고 = 2.00m

파랑주기 = 13.0초

파랑각도 = 60.0도

나. 마루높이 결정

1) 항만 구조물 설계기준 방법

마루높이(= 설계해면 + 유의파고 + 여유고) = 2.50m

주) 여유고 = 0.33m

2) 마루높이는 항만 구조물 설계기준에 의해 2.50m로 결정

다. 피복재 중량 검토

1) 쇄파여부 검토

해저면경사 = 0.013

쇄파고(Goda, 1975) = 1.26m ~ 1.88m

설계파고가 쇄파고보다 커서 현 수심에서 < 쇄파 >

2) 계산 하중

무근콘크리트 = 2.30톤/입방미터

피복석 = 2.65톤/입방미터

해 수 = 1.03톤/입방미터

3) 항외측 피복재 중량

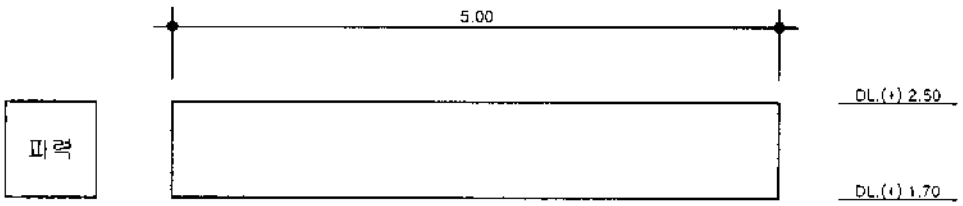
Hudson 공식에 의한 중량 = 1.816톤

주) $K_D$ = 2.0을 사용

층1 피복석 = 0.7입방미터를 사용 < 실부피 0.685입방미터 >

4) 항내측 피복재 중량

층1 피복석 = 0.2입방미터를 사용

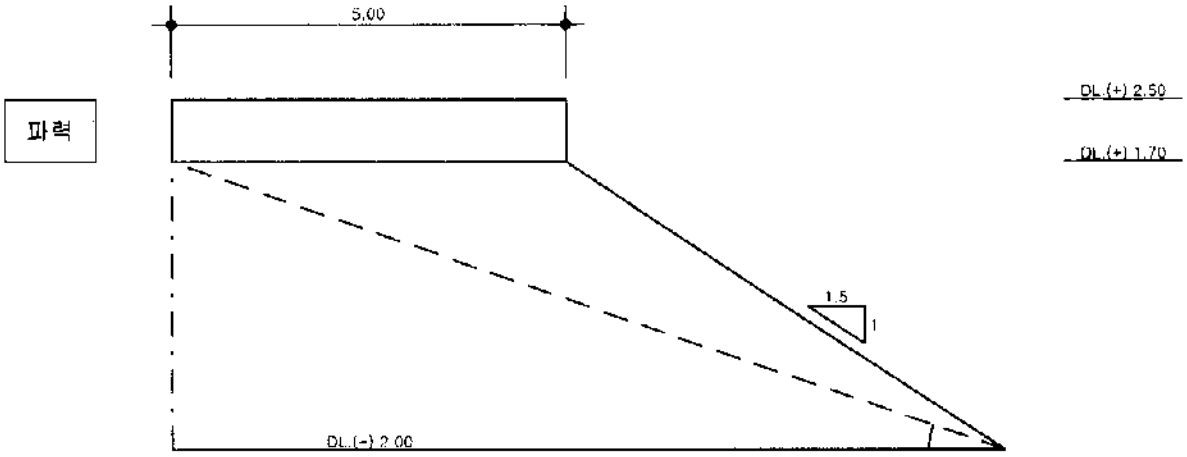



DL.(+) 1.70m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -2.00m
설계해면 = 0.170m
설계파고 = 2.00m
파력각도 = 60.0도

파력 = 0.62톤/m: 히로이 파압식
파력 모멘트 = 0.25톤
양압력 = 0.00톤/m
양압력 모멘트 = 0.00톤
제체자중 = 5.20톤/m
자중 모멘트 = 13.00톤
마찰계수 = 0.60

활동율 = 5.049 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 52.589 > 1.2 이므로 적합

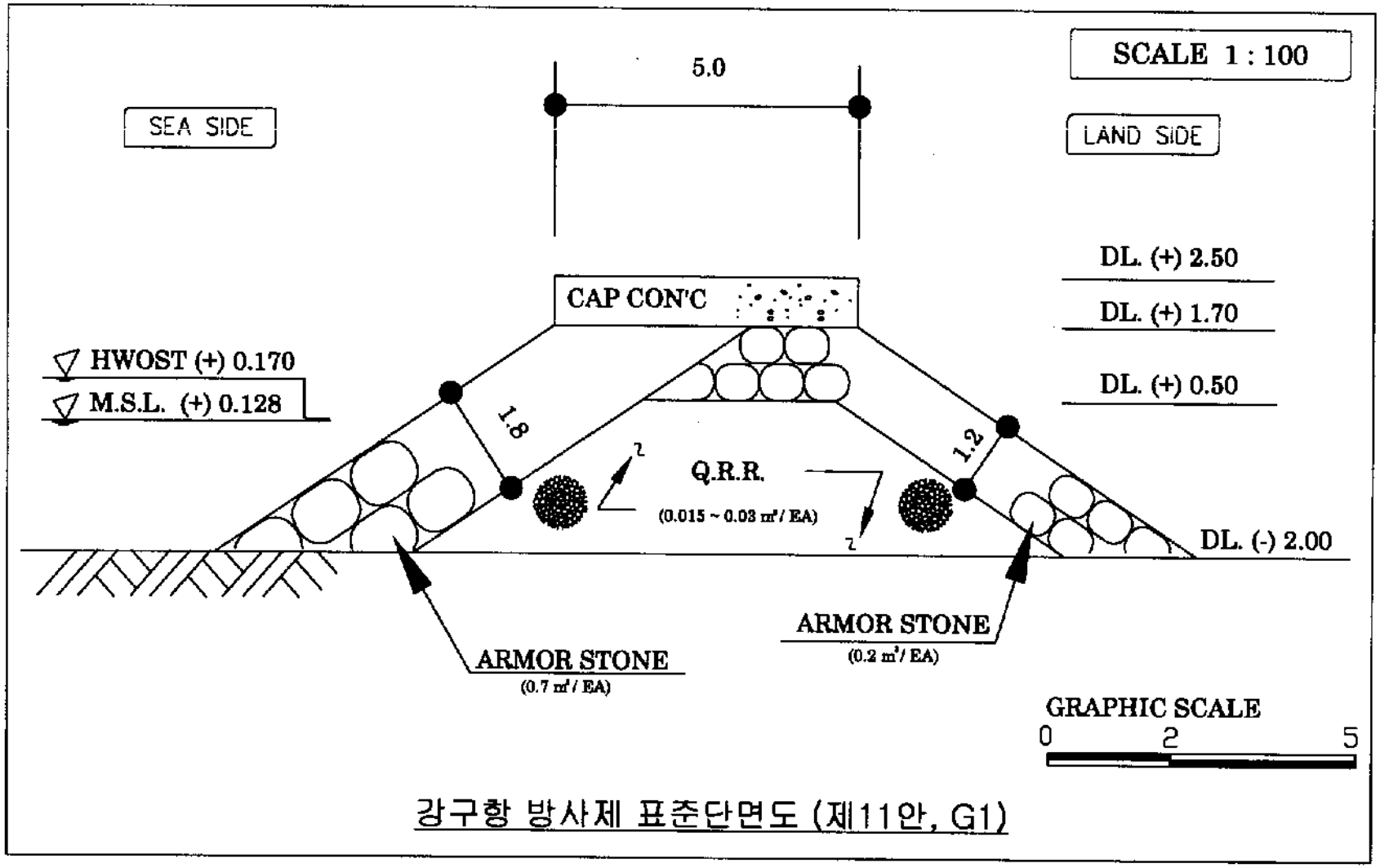



제체 외측하단과 해저면에 대한 직선활동 안정검토

수심 = -2.00m
설계해면 = 0.170m
설계파고 = 2.00m
파력각도 = 60.0도

파력 = 0.62톤/m: 히로이 파압식
양압력 = 0.00톤/m
활동면상 자중 = 14.45톤/m
마찰계수 = 0.80
활동 경사각 = 19.33도

직선 활동율 = 2.003 > 1.2 이므로 적합




강구항 방사제 표준단면도 (제11안, G1)

# 강구항 남 방사제 단면 (제 11안, G1)

(단위 : 원)

| 공 종 | 규 격 | 단위 | 수 량 | 단 가 | 금 액 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.기초공 | | | | | 2,031,431 |
| 기초사석(육상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎥ | 18.427 | 16,817 | 309,890 |
| 기초사석(육해상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎥ | 2.400 | 26,322 | 63,173 |
| 기초사석(해상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎥ | - | 30,881 | - |
| 피복석(육상) | 0.7㎥/EA | ㎥ | 12.655 | 32,647 | 413,135 |
| 피복석(육해상) | 0.7㎥/EA | ㎥ | 1.150 | 33,437 | 38,453 |
| 피복석(해상) | 0.7㎥/EA | ㎥ | - | 47,538 | - |
| 피복석(육상) | 0.2㎥/EA | ㎥ | 9.976 | 31,608 | 315,329 |
| 피복석(육해상) | 0.2㎥/EA | ㎥ | 1.150 | 32,399 | 37,259 |
| 피복석(해상) | 0.2㎥/EA | ㎥ | - | 46,095 | - |
| 터파기 | 토사 | ㎥ | - | 484 | - |
| 피복석고르기(수상) | 0.7㎥/EA | ㎡ | 3.065 | 18,739 | 57,435 |
| 피복석고르기(수중) | 0.7㎥/EA | ㎡ | 3.606 | 77,089 | 277,983 |
| 피복석고르기(수상) | 0.2㎥/EA | ㎡ | 5.228 | 18,739 | 97,967 |
| 피복석고르기(수중) | 0.2㎥/EA | ㎡ | 3.606 | 52,649 | 189,852 |
| 속고르기(수상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎡ | 9.995 | 7,649 | 76,452 |
| 속고르기(수중) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎡ | 7.210 | 21,429 | 154,503 |
| 2.상부공 | | | | | 238,162 |
| CAP.CONC. | 50-180-8 | ㎥ | 4.000 | 54,635 | 218,540 |
| 거푸집 | 합판 4회 | ㎡ | 1.600 | 12,264 | 19,622 |
| 3.구체공 | | | | | - |
| CONC.Block제작 | | EA | - | | - |
| 육상 운반 및 거치 | | EA | - | | - |
| 소계 | | | | | 2,269,593 |
| 제경비 | 35% | 식 | | | 794,358 |
| 계 | | | | | 3,063,951 |
| VAT | 10% | | | | 306,395 |
| ㎥당공사비 | | | | | 3,370,346 |

## 강구항 북방파제 제12안 두부 단면(N0)

가. 설계 조건

설계해면 = 0.170m

전면수심 = -10.00m

설계파고 = 6.10m

파랑주기 = 10.5초

파력각도 = 0.0도

나. 마루높이 결정

1) 항만 구조물 설계기준 방법

마루높이(= 설계해면 + 유의파고 + 여유고) = 6.30m

주) 여유고 - 0.030m

2) 월파에 따른 항내 전달파고 계산에 의한 방법

환산심해파고(H'o) = 6.111m

H'o/gTT = 0.005650

Ds/H'o = 1.664

R/H'o = 2.551

주) 상대처오름 높이(R/H'o)는 SPM의 도표를 이용하여 계산

처오름 높이(R) = 7.226m

주) 조도수정계수 = 0.45, 축척보정계수 = 1.03(T.T.P의 경우) 사용

마루폭(B) = 14.00m

마루높이 = 6.30m

제체높이(h) = 16.30m

계수(C = 0.51 - 0.11*B/h) = 0.416

전달파고 = 0.384m < 0.6m

3) 마루높이

전달파고가 항내 허용파고(0.6m) 보다 작아 마루높이를 6.30m로 결정

다. 피복재 중량 검토

1) 쇄파여부 검토

해저면경사 = 0.025

쇄파고(Goda, 1975) = 9.99m

쇄파고(Weggel, 1972) = 8.51m

설계파고가 쇄파고보다 작아 현 수심에서 < 비쇄파 >

2) 제산 하중

무근콘크리트 = 2.30톤/입방미터

피복석 = 2.65톤/입방미터

해 수 = 1.03톤/입방미터

3) 항외측 피복재 중량

Hudson 공식에 의한 중량 = 30.944톤

주) Kd = 6.0을 사용

T.T.P 중량 = 40.0톤을 사용 2층 난적 < 실중량(W) 36.80톤 >

층1 피복석중량(W/15) = 2.453톤

층1 피복석 = 1.0입방미터를 사용 < 실부피 0.93입방미터 >

4) 항내측 피복재 중량

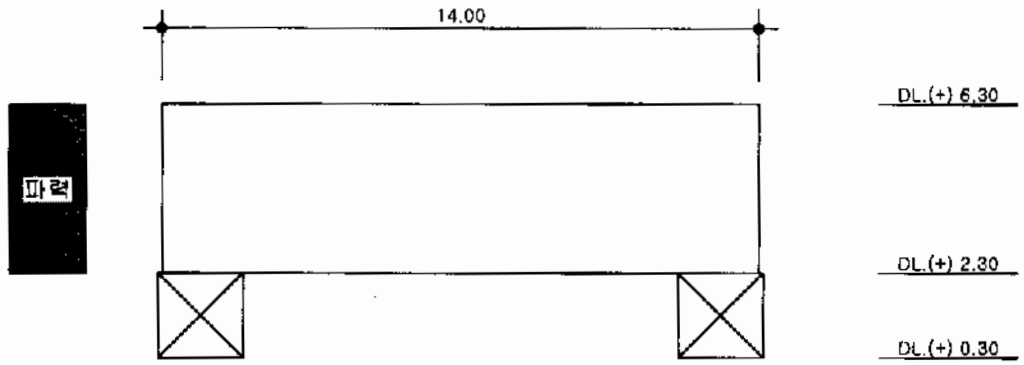
Hudson 공식에 의한 중량 = 30.944톤

주) Kd = 6.0을 사용

T.T.P 중량 = 40.0톤을 사용 2층 난적 < 실중량(W) 36.80톤 >

층1 피복석중량(W/15) = 2.453톤

층1 피복석 = 1.0입방미터를 사용 < 실부피 0.93입방미터 >

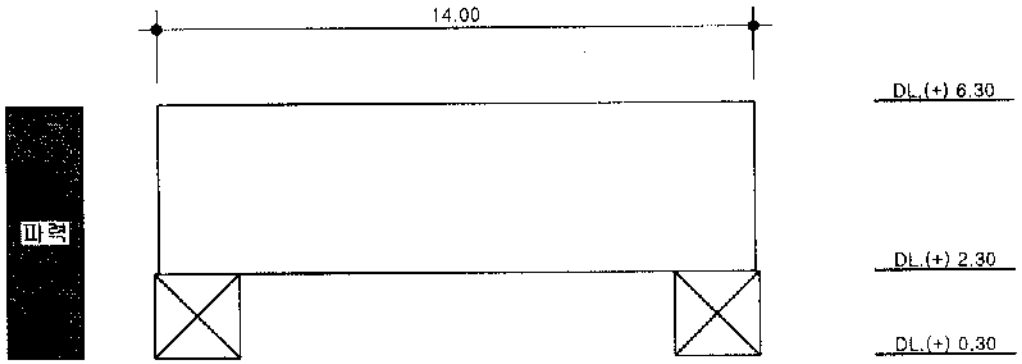



DL.(+)2.30m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -10.00m
설계해면 = .170m
설계파 = 6.10m
파력각도 = 0.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 6.1 x 1.00 = 6.28톤/입방미터
파력 = 6.28 x 3.97 = 24.94톤/m
파력 모멘트 = 49.51톤
사석자중 = .00톤/m
자중 = 72.80톤/m
자중 모멘트 = 509.60톤
마찰계수 = 0.57

활동율 = 1.672 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 10.292 > 1.2 이므로 적합

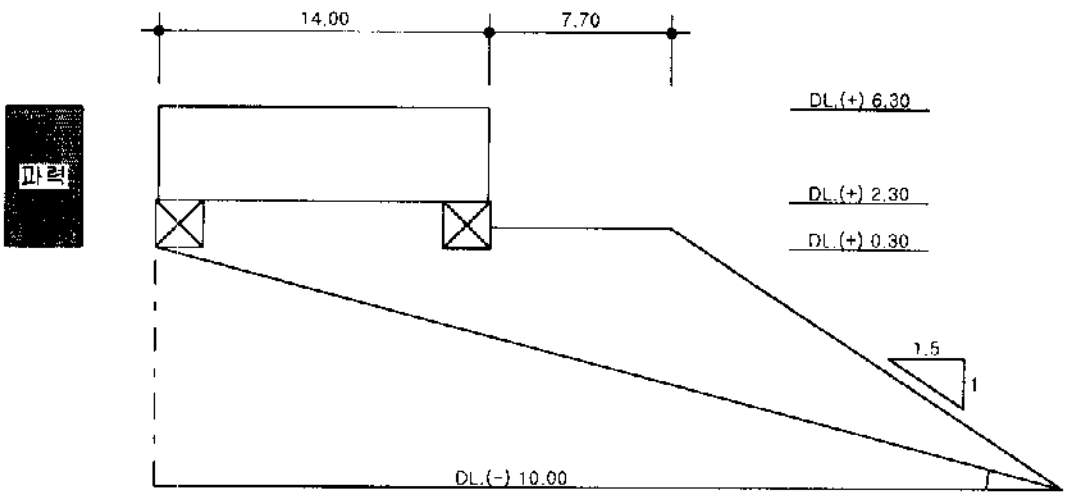



DL.(+).30m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -10.00m
설계해면 = .170m
설계파 = 6.10m
파력각도 = 0.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 6.1 x 1.00 = 6.28톤/입방미터
파력 = 6.28 x 5.97 = 37.51톤/m
파력 모멘트 = 111.97톤
사석자중 = 20.40톤/m
자중 = 103.60톤/m
자중 모멘트 = 735.56톤
마찰계수 = 0.74

활동율 = 2.054 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 6.570 > 1.2 이므로 적합

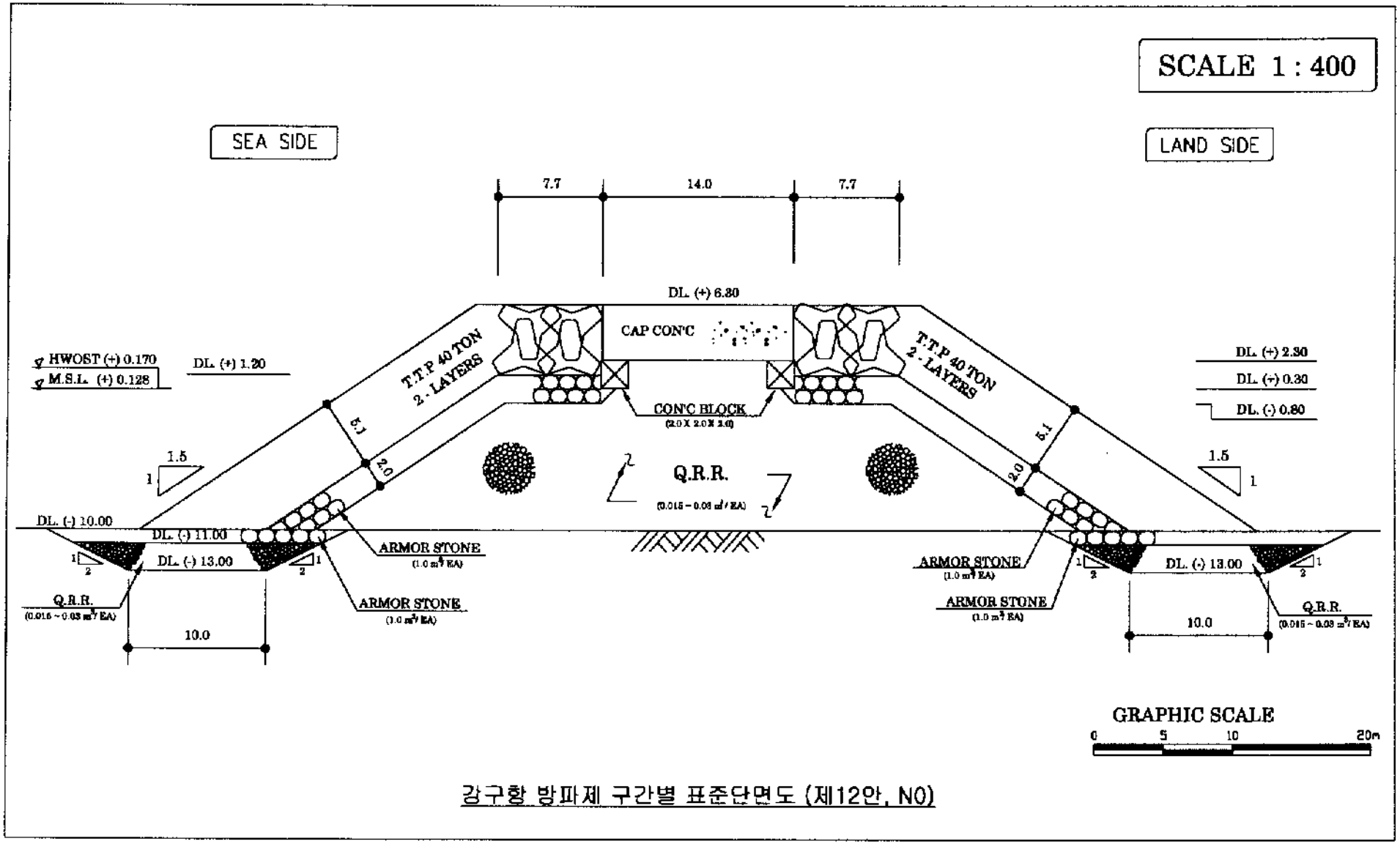



제체 외측하단과 해저면에 대한 직선활동 안정검토

수심 = -10.00m
설계해면 = .170m
설계파 = 6.10m
파력각도 = 0.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 6.1 x 1.00 = 6.28톤/m
파력 = 6.28 x 5.97 = 37.51톤/m
제체 자중 = 83.20톤/m
활동면상 자중 = 230.27톤/m
마찰계수 = 0.80
활동 경사각 = 14.94도

직선 활동율 = 1.781 > 1.2 이므로 적합




강구항 방파제 구간별 표준단면도 (제12안, N0)

# 강구항 북 방파제 두부 단면 (제 12안, N0)

(단위 : 원)

| 공 종 | 규 격 | 단위 | 수 량 | 단 가 | 금 액 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.기초공 | | | | | 39,400,735 |
| 기초사석(육상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^3$ | 300.108 | 16,817 | 5,046,916 |
| 기초사석(육해상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^3$ | 162.059 | 26,322 | 4,265,712 |
| 기초사석(해상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^3$ | 110.363 | 30,881 | 3,408,114 |
| 피복석(육상) | 1.0$m^3$/EA | $m^3$ | 65.456 | 33,196 | 2,172,867 |
| 피복석(육해상) | 1.0$m^3$/EA | $m^3$ | 44.291 | 33,987 | 1,505,322 |
| 피복석(해상) | 1.0$m^3$/EA | $m^3$ | 55.798 | 48,375 | 2,699,228 |
| 터파기 | 토사 | $m^3$ | 96.000 | 484 | 46,464 |
| 피복석고르기(수상) | 1.0$m^3$/EA | $m^2$ | 19.066 | 18,739 | 357,278 |
| 피복석고르기(수중) | 1.0$m^3$/EA | $m^2$ | 36.518 | 77,089 | 2,815,136 |
| 속고르기(수상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | 10.200 | 7,649 | 78,020 |
| 속고르기(수중) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | 47.160 | 21,429 | 1,010,592 |
| 기초고르기(수삼) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | 5.000 | 20,848 | 104,240 |
| 기초고르기(수중) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | - | 46,395 | - |
| T.T.P제작 | 40ton/EA | $m^2$ | 10.595 | 1,038,324 | 11,000,848 |
| T.T.P거치(수삼) | 40ton/EA | $m^2$ | 4.775 | 326,172 | 1,557,451 |
| T.T.P거치(수중) | 40ton/EA | $m^2$ | 5.820 | 572,615 | 3,332,548 |
| 2.상부공 | | | | | 3,157,672 |
| CAP.CONC. | 50-180-8 | $m^3$ | 56.000 | 54,635 | 3,059,560 |
| 거푸집 | 합판 4회 | $m^2$ | 8.000 | 12,264 | 98,112 |
| 3.구체공 | | | | | 851,808 |
| CONC.Block제작 | 2.0x2.0x2.0 | EA | 1.000 | 682,760 | 682,760 |
| 육상 운반 및 거치 | 2.0x2.0x2.0 | EA | 1.000 | 169,048 | 169,048 |
| 소계 | | | | | 43,410,215 |
| 제경비 | 35% | 식 | | | 15,193,575 |
| 계 | | | | | 58,603,790 |
| VAT | 10% | | | | 5,860,379 |
| m당공사비 | | | | | 64,464,169 |

## 강구항 북방파제 제12안 제간부 단면(N1)

가. 설계 조건

설계해면 = 0.170m

전면수심 = -9.00m

설계파고 = 6.10m

파랑주기 = 10.5초

파력각도 - 5.0도

나. 마루높이 결정

1) 항만 구조물 설계기준 방법

마루높이(= 설계해면 + 유의파고 + 여유고) = 6.30m

주) 여유고 = 0.030m

2) 월파에 따른 항내 전달파고 계산에 의한 방법

환산심해파고(H'o) = 6.008m

H'o/gTT = 0.005555

Ds/H'o = 1.526

R/H'o = 2.591

주) 상대처오름 높이(R/H'o)는 SPM의 도표를 이용하여 계산

처오름 높이(R) - 7.216m

주) 조도수정계수 = 0.45, 축척보정계수 = 1.03(T.T.P의 경우) 사용

마루폭(B) = 11.00m

마루높이 - 6.30m

제체높이(h) = 15.30m

계수(C = 0.51 - 0.11*B/h) = 0.431

전달파고 = 0.396m < 0.6m

3) 마루높이

전달파고가 항내 허용파고(0.6m) 보다 작아 마루높이를 6.30m로 결정

다. 피복재 중량 검토

1) 쇄파여부 검토

해저면경사 = 0.033

쇄파고(Goda, 1975) = 10.00m

쇄파고(Weggel, 1972) = 8.01m

설계파고가 쇄파고보다 작아 현 수심에서 < 비쇄파 >

2) 계산 하중

무근콘크리트 = 2.30톤/입방미터

피복석 = 2.65톤/입방미터

해 수 = 1.03톤/입방미터

3) 항외측 피복재 중량

Hudson 공식에 의한 중량 = 23.208톤

주) Kd = 8.0을 사용

T.T.P 중량 = 32.0톤을 사용 2층 난적 < 실중량(W) 28.75톤 >

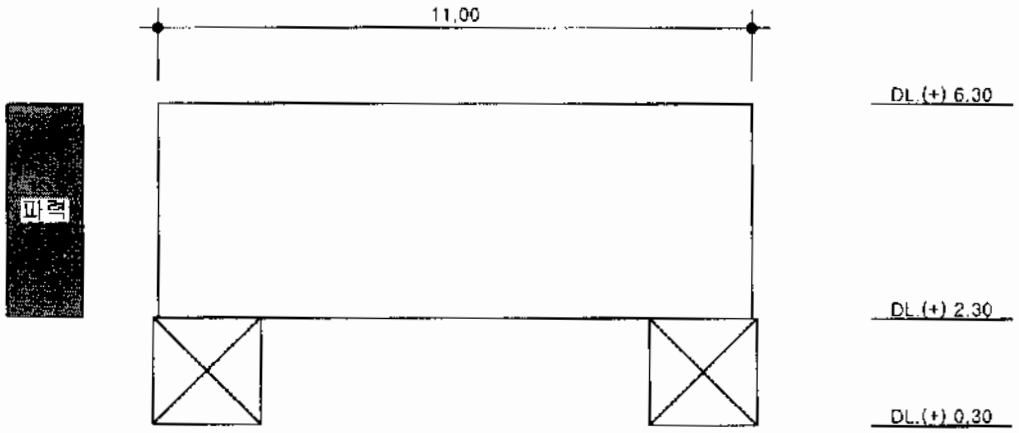
층1 피복석중량(W/15) = 1.917톤

층1 피복석 = 0.8입방미터를 사용 < 실부피 0.72입방미터 >

4) 항내측 피복재 중량

층1 피복석중량(W/10) = 2.875톤

층1 피복석 = 1.0입방미터를 사용 < 실부피 1.08입방미터 >

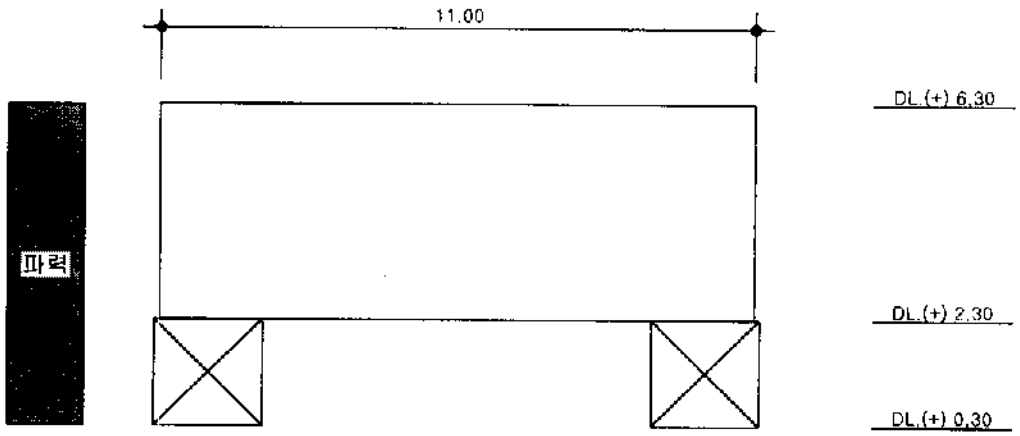



DL.(+)2.30m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -9.00m
설계해면 = .170m
설계파 = 6.10m
파력각도 = 5.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 6.1 x 1.00 = 6.26톤/입방미터
파력 = 6.26 x 3.97 = 24.85톤/m
파력 모멘트 = 49.32톤
사석자중 = .00톤/m
자중 = 57.20톤/m
자중 모멘트 = 314.60톤
마찰계수 = 0.57

활동율 = 1.302 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 6.378 > 1.2 이므로 적합

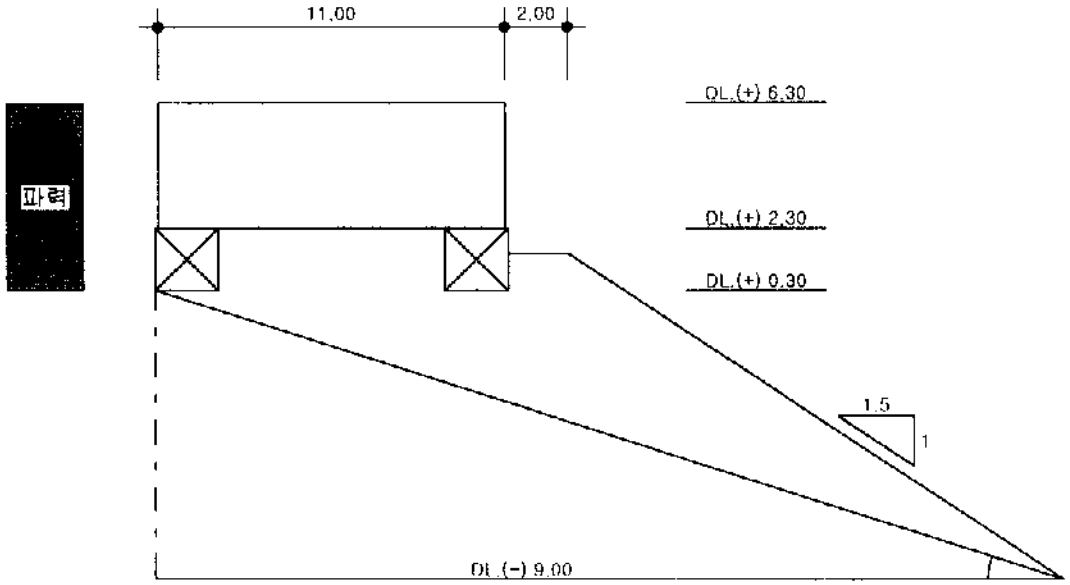



DL.(+).30m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -9.00m
설계해연 = .170m
설계파 = 6.10m
파력각도 = 5.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 6.1 x 1.00 = 6.26톤/입방미터
파력 = 6.26 x 5.97 = 37.37톤/m
파력 모멘트 = 111.54톤
사석자중 = 14.40톤/m
자중 = 82.00톤/m
자중 모멘트 = 459.20톤
마찰계수 = 0.73

활동율 = 1.599 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 4.117 > 1.2 이므로 적합

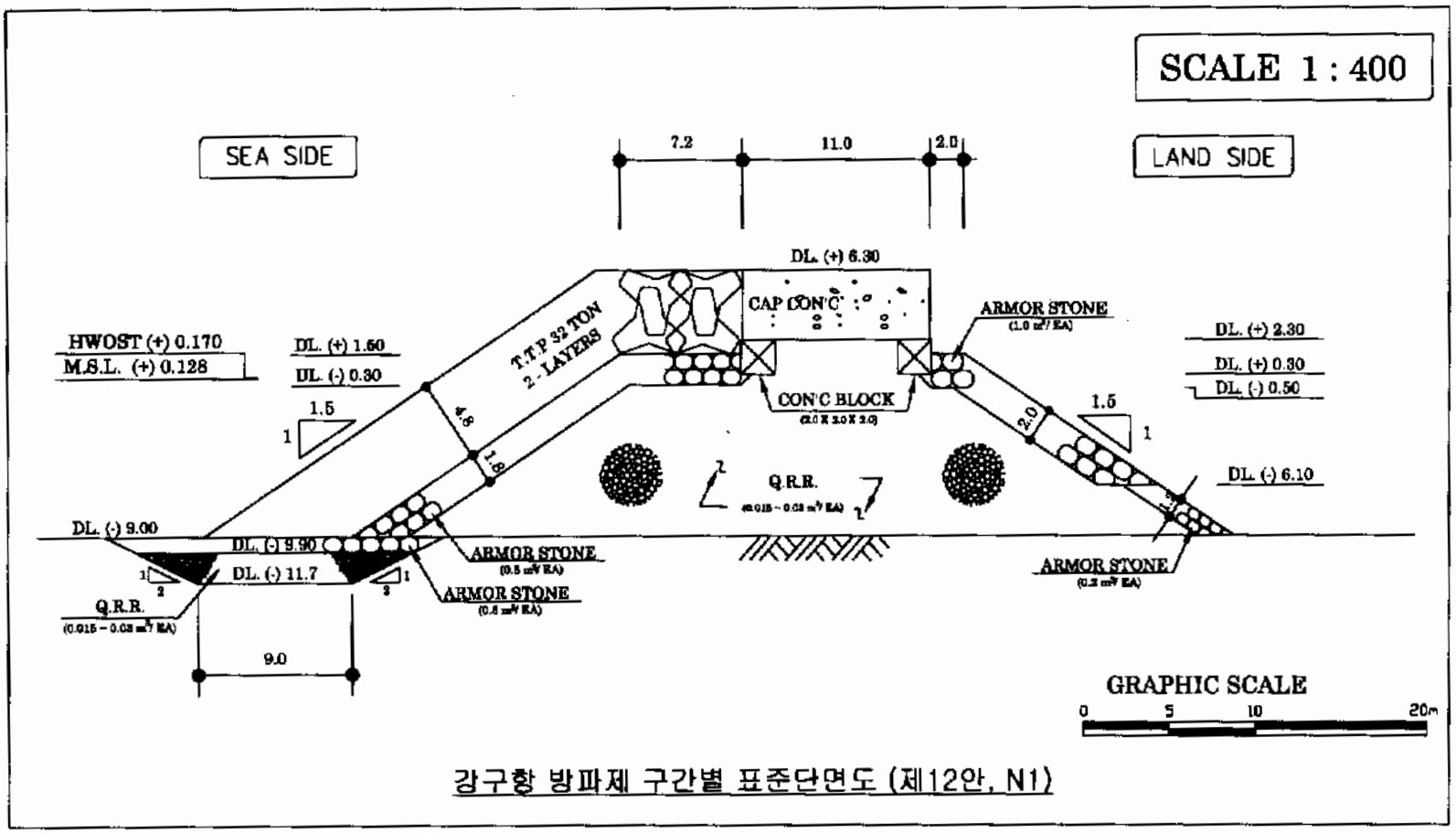



제체 외측하단과 해저면에 대한 직선활동 안정검토

수심 = -9.00m
설계해면 = .170m
설계파 = 6.10m
파력각도 = 5.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 6.1 x 1.00 = 6.26톤/m
파력 = 6.26 x 5.97 = 37.37톤/m
제체 자중 = 67.60톤/m
활동면상 자중 = 154.65톤/m
마찰계수 = 0.80
활동 경사각 = 17.87도

직선 활동율 = 1.308 > 1.2 이므로 적합




강구항 방파제 구간별 표준단면도 (제12안, N1)

# 강구항 북 방파제 제간부 단면 (제 12안, N1)

(단위 : 원)

| 공 종 | 규 격 | 단위 | 수 량 | 단 가 | 금 액 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.기초공 | | | | | 23,438,163 |
| 기초사석(육상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎥ | 230.436 | 16,817 | 3,875,242 |
| 기초사석(육해상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎥ | 105.499 | 26,322 | 2,776,950 |
| 기초사석(해상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎥ | 52.756 | 30,881 | 1,629,146 |
| 피복석(육상) | 1.0㎥/EA | ㎥ | 20.256 | 33,196 | 672,421 |
| 피복석(육해상) | 1.0㎥/EA | ㎥ | 11.137 | 33,987 | 378,500 |
| 피복석(해상) | 1.0㎥/EA | ㎥ | 0.015 | 48,375 | 723 |
| 피복석(육상) | 0.8㎥/EA | ㎥ | 28.211 | 32,950 | 929,541 |
| 피복석(육해상) | 0.8㎥/EA | ㎥ | 19.141 | 33,740 | 645,804 |
| 피복석(해상) | 0.8㎥/EA | ㎥ | 21.443 | 48,000 | 1,029,259 |
| 피복석(육상) | 0.2㎥/EA | ㎥ | - | 31,608 | - |
| 피복석(육해상) | 0.2㎥/EA | ㎥ | 4.417 | 32,399 | 143,111 |
| 피복석(해상) | 0.2㎥/EA | ㎥ | 2.798 | 46,095 | 128,972 |
| 터파기 | 토사 | ㎥ | 38.880 | 484 | 18,818 |
| 피복석고르기(수상) | 1.0㎥/EA | ㎡ | 4.373 | 18,739 | 81,946 |
| 피복석고르기(수중) | 1.0㎥/EA | ㎡ | 11.228 | 77,089 | 865,555 |
| 피복석고르기(수상) | 0.8㎥/EA | ㎡ | 9.573 | 18,739 | 179,388 |
| 피복석고르기(수중) | 0.8㎥/EA | ㎡ | 16.456 | 77,089 | 1,268,577 |
| 피복석고르기(수상) | 0.2㎥/EA | ㎡ | - | 18,739 | - |
| 피복석고르기(수중) | 0.2㎥/EA | ㎡ | 7.391 | 52,649 | 389,129 |
| 속고르기(수상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎡ | 7.200 | 7,649 | 55,073 |
| 속고르기(수중) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎡ | 40.299 | 21,429 | 863,567 |
| 기초고르기(수상) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎡ | 5.000 | 20,848 | 104,240 |
| 기초고르기(수중) | 0.015-0.03㎥/EA | ㎡ | - | 46,395 | |
| T.T.P제작 | 32ton/EA | ㎡ | 5.984 | 833,924 | 4,990,068 |
| T.T.P거치(수상) | 32ton/EA | ㎡ | 2.824 | 276,604 | 781,218 |
| T.T.P거치(수중) | 32ton/EA | ㎡ | 3.160 | 516,191 | 1,630,916 |
| 2.상부공 | | | | | 2,502,052 |
| CAP.CONC. | 50-180-8 | ㎥ | 44.000 | 54,635 | 2,403,940 |
| 거푸집 | 합판 4회 | ㎡ | 8.000 | 12,264 | 98,112 |
| 3.구체공 | | | | | 851,808 |
| CONC.Block제작 | 2.0x2.0x2.0 | EA | 1.000 | 682,760 | 682,760 |
| 육상 운반 및 거치 | 2.0x2.0x2.0 | EA | 1.000 | 169,048 | 169,048 |
| 소계 | | | | | 26,792,023 |
| 제경비 | 35% | 식 | | | 9,377,208 |
| 계 | | | | | 36,169,232 |
| VAT | 10% | | | | 3,616,923 |
| ㎥당공사비 | | | | | 39,786,155 |

## 강구항 남방파제 제12안 두부 단면(S0)

가. 설계 조건

설계해면 = 0.170m

전면수심 = -5.90m

설계파고 = 5.20m

파랑주기 = 11.0초

파력각도 = 0.0도

나. 마루높이 결정

1) 항만 구조물 설계기준 방법

마루높이(= 설계해면 + 유의파고 + 여유고) = 5.50m

주) 여유고 = 0.130m

2) 월파에 따른 항내 진달파고 계산에 의한 방법

환산심해파고(H'o) = 4.658m

H'o/gTT = 0.003924

Ds/H'o = 1.303

R/H'o = 3.016

주) 상대처오름 높이(R/H'o)는 SPM의 도표를 이용하여 계산

처오름 높이(R) = 6.511m

주) 조도수정계수 = 0.45, 축척보정계수 = 1.03(T.T.P의 경우) 사용

마루폭(B) = 11.00m

마루높이 = 5.50m

제체높이(h) = 11.40m

계수(C = 0.51  0.11*B/h) = 0.404

진달파고 = 0.381m < 0.6m

3) 마루높이

진달파고가 항내 허용파고(0.6m) 보다 작아 마루높이를 5.50m로 결정

다. 피복재 중량 검토

1) 쇄파여부 검토

해저면경사 = 0.020

쇄파고(Goda, 1975) = 6.13m

쇄파고(Weggel, 1972) = 5.27m

설계파고가 쇄파고보다 작아 현 수심에서 < 비쇄파 >

2) 계산 하중

무근콘크리트 = 2.30톤/입방미터

피복석 = 2.65톤/입방미터

해 수 = 1.03톤/입방미터

3) 항외측 피복재 중량

Hudson 공식에 의한 중량 = 19.169톤

주) Kd = 6.0을 사용

T.T.P 중량 = 25.0톤을 사용 2층 난적 < 실중량(W) 23.00톤 >

층1 피복석중량(W/15) = 1.533톤

층1 피복석 = 0.6입방미터를 사용 < 실부피 0.58입방미터 >

4) 항내측 피복재 중량

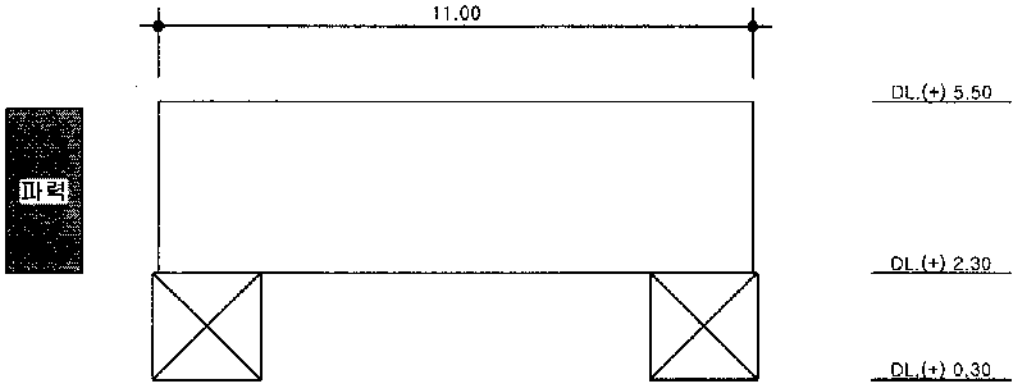
Hudson 공식에 의한 중량 = 19.169톤

주) Kd = 6.0을 사용

T.T.P 중량 = 25.0톤을 사용 2층 난적 < 실중량(W) 23.00톤 >

층1 피복석중량(W/15) = 1.533톤

층1 피복석 = 0.6입방미터를 사용 < 실부피 0.58입방미터 >

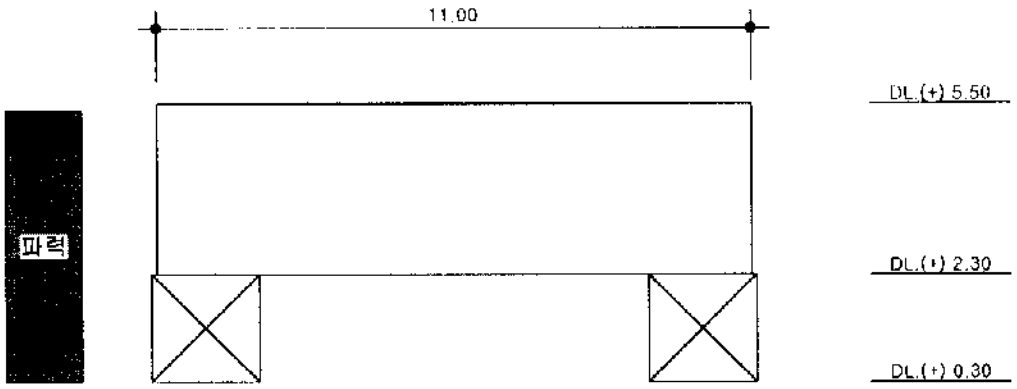



DL.(+)2.30m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -5.90m
설계해면 = .170m
설계파 = 5.20m
파력각도 = 0.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 5.2 x 1.00 = 5.36톤/입방미터
파력 = 5.36 x 3.07 = 16.44톤/m
파력 모엔트 = 25.24톤
사석자중 = .00톤/m
자중 = 45.76톤/m
자중 모엔트 = 251.68톤
마찰계수 = 0.57

활동율 = 1.574 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 9.972 > 1.2 이므로 적합

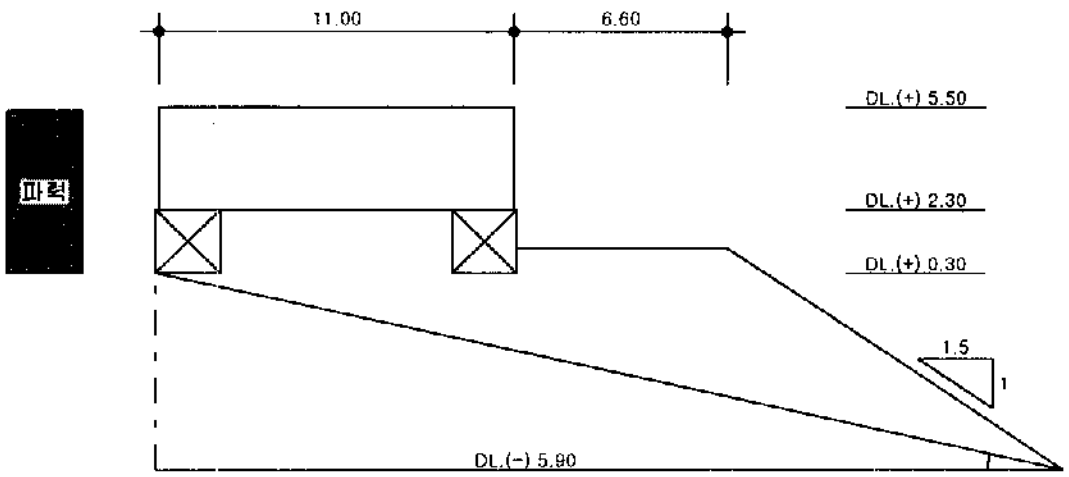



DL.(+).30m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -5.90m
설계해면 = .170m
설계파 = 5.20m
파력각도 = 0.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 5.2 x 1.00 = 5.36톤/입방미터
파력 = 5.36 x 5.07 = 27.15톤/m
파력 모멘트 = 68.84톤
사석자중 = 14.40톤/m
자중 = 70.56톤/m
자중 모멘트 = 395.14톤
마찰계수 = 0.73

활동율 = 1.893 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 5.740 > 1.2 이므로 적합

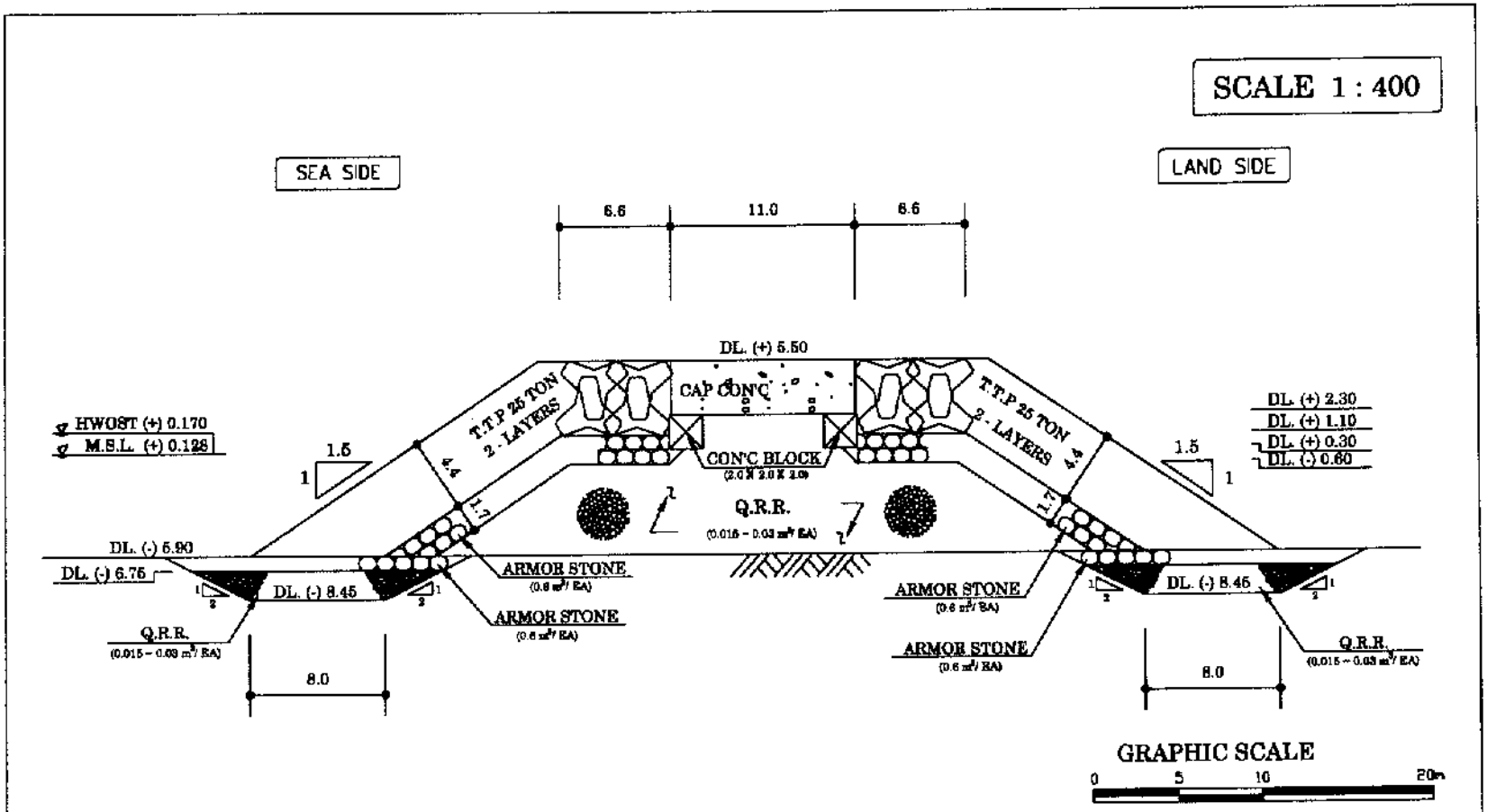



제체 외측하단과 해저면에 대한 직선활동 안정검토

수심 = -5.90m
설계해면 = .170m
설계파 = 5.20m
파력각도 = 0.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 5.2 x 1.00 = 5.36톤/m
파력 = 5.36 x 5.07 = 27.15톤/m
제체 자중 = 56.16톤/m
활동면상 자중 = 134.83톤/m
마찰계수 = 0.80
활동 경사각 = 12.40도

직선 활동율 = 1.815 > 1.2 이므로 적합




강구항 방파제 구간별 표준단면도 (제12안, S0)

# 강구항 남 방파제 두부 단면 (제 12안, S0)

(단위 : 원)

| 공 종 | 규 격 | 단위 | 수 량 | 단 가 | 금 액 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.기초공 | | | | | 21,137,506 |
| 기초사석(육상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^3$ | 133.344 | 16,817 | 2,242,446 |
| 기초사석(육해상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^3$ | 84.434 | 26,322 | 2,222,482 |
| 기초사석(해상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^3$ | 55.064 | 30,881 | 1,700,444 |
| 피복석(육상) | 0.6$m^3$/EA | $m^3$ | 47.796 | 32,423 | 1,549,699 |
| 피복석(육해상) | 0.6$m^3$/EA | $m^3$ | 20.893 | 33,213 | 693,926 |
| 피복석(해상) | 0.6$m^3$/EA | $m^3$ | 32.258 | 46,409 | 1,497,038 |
| 터파기 | 토사 | $m^3$ | 66.810 | 484 | 32,336 |
| 피복석고르기(수상) | 0.6$m^3$/EA | $m^2$ | 16.504 | 18,739 | 309,268 |
| 피복석고르기(수중) | 0.6$m^3$/EA | $m^2$ | 21.734 | 77,089 | 1,675,452 |
| 속고르기(수상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | 7.200 | 7,649 | 55,073 |
| 속고르기(수중) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | 31.080 | 21,429 | 666,013 |
| 기초고르기(수상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | 5.000 | 20,848 | 104,240 |
| 기초고르기(수중) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | - | 46,395 | - |
| T.T.P제작 | 25ton/EA | $m^2$ | 8.386 | 672,017 | 5,635,642 |
| T.T.P거치(수상) | 25ton/EA | $m^2$ | 4.561 | 228,752 | 1,043,329 |
| T.T.P거치(수중) | 25ton/EA | $m^2$ | 3.825 | 447,066 | 1,710,117 |
| 2.상부공 | | | | | 2,001,642 |
| CAP.CONC. | 50-180-8 | $m^3$ | 35.200 | 54,635 | 1,923,152 |
| 거푸집 | 합판 4회 | $m^2$ | 6.400 | 12,264 | 78,490 |
| 3.구체공 | | | | | 851,808 |
| CONC.Block제작 | 2.0x2.0x2.0 | EA | 1.000 | 682,760 | 682,760 |
| 육상 운반 및 거치 | 2.0x2.0x2.0 | EA | 1.000 | 169,048 | 169,048 |
| 소계 | | | | | 23,990,956 |
| 제경비 | 35% | 식 | | | 8,396,835 |
| 계 | | | | | 32,387,790 |
| VAT | 10% | | | | 3,238,779 |
| m당공사비 | | | | | 35,626,569 |

## 강구항 남방파제 제12안 제간부 단면(S1)

가. 설계 조건

설계해면 = 0.170m

전면수심 = -5.20m

설계파고 = 5.20m

파랑주기 = 11.0초

파력각도 = 0.0도

나. 마루높이 결정

1) 항만 구조물 설계기준 방법

마루높이(= 설계해면 + 유의파고 + 여유고) = 5.50m

주) 여유고 = 0.130m

2) 월파에 따른 항내 전달파고 계산에 의한 방법

환산심해파고(H'o) = 4.540m

H'o/gTT = 0.003825

Ds/H'o = 1.183

R/H'o = 3.095

주) 상대처오름 높이(R/H'o)는 SPM의 도표를 이용하여 계산

처오름 높이(R) = 6.512m

주) 조도수정계수 = 0.45, 축적보정계수 = 1.03(T.T.P의 경우) 사용

마루폭(B) = 9.00m

마루높이 = 5.50m

제체높이(h) = 10.70m

계수(C = 0.51 - 0.11*B/h) = 0.417

전달파고 = 0.394m < 0.6m

3) 마루높이

전달파고가 항내 허용파고(0.6m) 보다 작아 마루높이를 5.50m로 결정

다. 피복재 중량 검토

1) 쇄파여부 검토

해저면경사 = 0.014

쇄파고(Goda, 1975) = 5.08m

쇄파고(Weggel, 1972) = 4.55m

설계파고가 쇄파고보다 커서 현 수심에서 < 쇄파 >

2) 계산 하중

무근콘크리트 = 2.30톤/입방미터

피복석 = 2.65톤/입방미터

해 수 = 1.03톤/입방미터

3) 항외측 피복재 중량

Hudson 공식에 의한 중량 = 16.430톤

주) Kd = 7.0을 사용

T.T.P 중량 = 20.0톤을 사용 2층 난적 < 실중량(W) 18.40톤 >

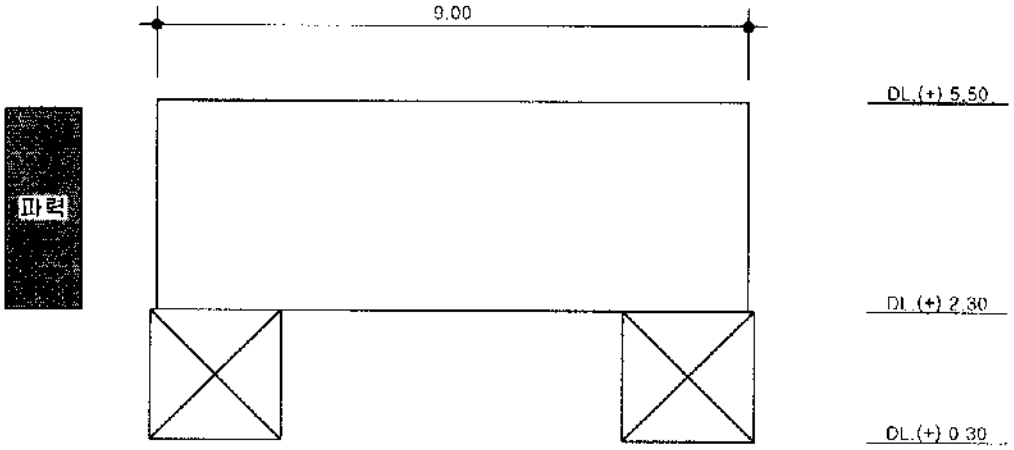
층1 피복석중량(W/15) = 1.227톤

층1 피복석 = 0.5입방미터를 사용 < 실부피 0.46입방미터 >

4) 항내측 피복재 중량

층1 피복석중량(W/10) = 1.840톤

층1 피복석 = 0.7입방미터를 사용 < 실부피 0.69입방미터 >

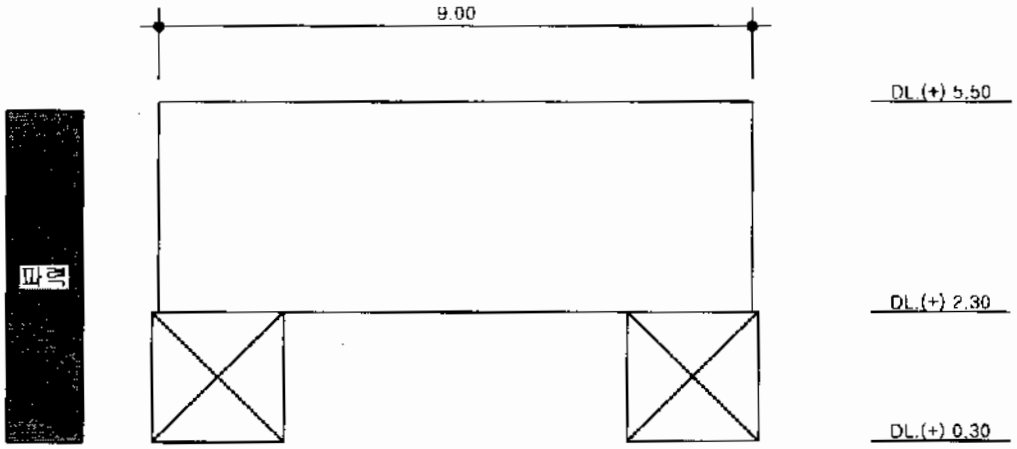



DL.(+)2.30m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -5.20m
설계해면 = .170m
설계파 = 5.20m
파력각도 = 0.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 5.2 x 1.00 = 5.36톤/입방미터
파력 = 5.36 x 3.07 = 16.44톤/m
파력 모멘트 = 25.24톤
사석자중 = .00톤/m
자중 = 37.44톤/m
자중 모멘트 = 168.48톤
마찰계수 = 0.56

활동율 = 1.270 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 6.675 > 1.2 이므로 적합

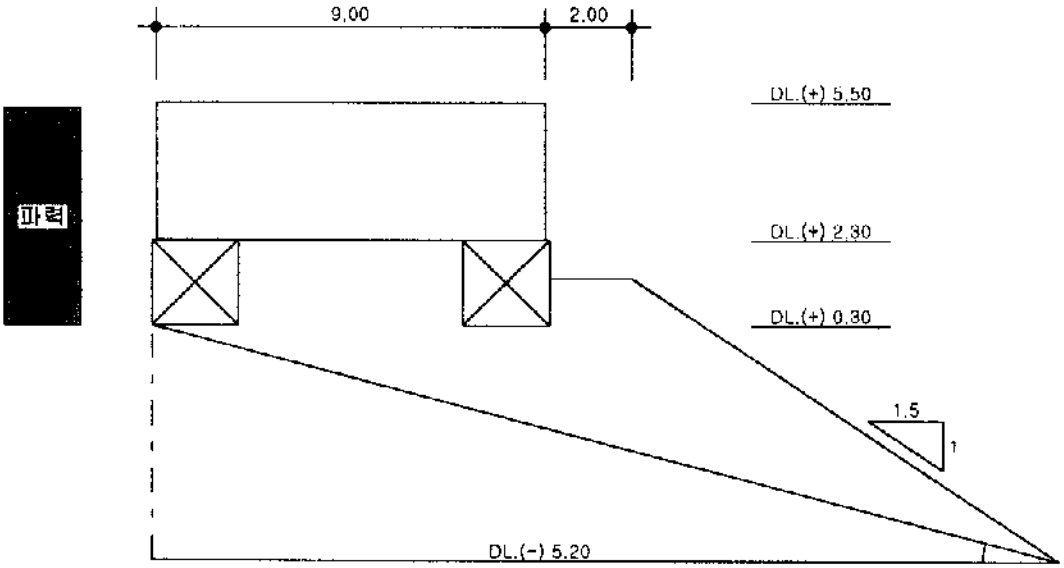



DL.(+).30m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -5.20m
설계해면 = .170m
설계파 = 5.20m
파력각도 = 0.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 5.2 x 1.00 = 5.36톤/입방미터
파력 = 5.36 x 5.07 = 27.15톤/m
파력 모멘트 = 68.84톤
사석자중 = 10.40톤/m
자중 = 58.24톤/m
자중 모멘트 = 267.90톤
마찰계수 = 0.71

활동율 = 1.529 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 3.892 > 1.2 이므로 적합

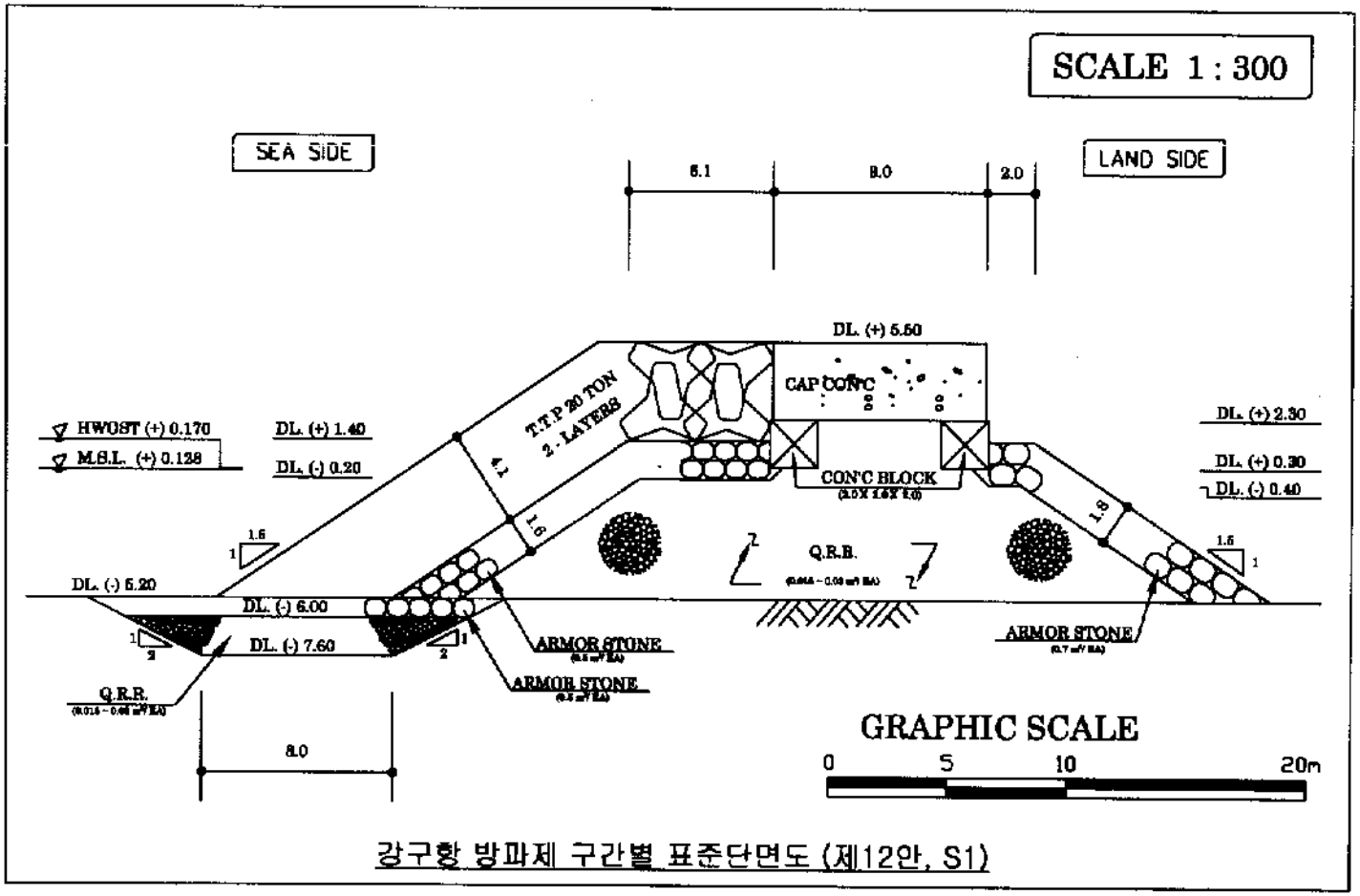



제체 외측하단과 해저면에 대한 직선활동 안정검토

수심 = -5.20m
설계해면 = .170m
설계파 = 5.20m
파력각도 = 0.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 5.2 x 1.00 = 5.36톤/m
파력 = 5.36 x 5.07 = 27.15톤/m
제체 자중 = 47.84톤/m
활동면상 자중 = 96.30톤/m
마찰계수 = 0.80
활동 경사각 = 14.68도

직선 활동율 = 1.362 > 1.2 이므로 적합




강구항 방파제 구간별 표준단면도 (제12안, S1)

# 강구항 남 방파제 제간부 단면 (제 12안, S1)

(단위 : 원)

| 공 종 | 규 격 | 단위 | 수 량 | 단 가 | 금 액 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.기초공 | | | | | 13,127,697 |
| 기초사석(육상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^3$ | 101.580 | 16,817 | 1,708,271 |
| 기초사석(육해상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^3$ | 52.795 | 26,322 | 1,389,675 |
| 기초사석(해상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^3$ | 24.019 | 30,881 | 741,737 |
| 피복석(육상) | 0.7$m^3$/EA | $m^3$ | 16.760 | 32,647 | 547,167 |
| 피복석(육해상) | 0.7$m^3$/EA | $m^3$ | 8.162 | 33,437 | 272,898 |
| 피복석(해상) | 0.7$m^3$/EA | $m^3$ | - | 47,538 | - |
| 피복석(육상) | 0.5$m^3$/EA | $m^3$ | 21.816 | 32,345 | 705,622 |
| 피복석(육해상) | 0.5$m^3$/EA | $m^3$ | 8.162 | 33,134 | 270,425 |
| 피복석(해상) | 0.5$m^3$/EA | $m^3$ | 14.720 | 47,096 | 693,253 |
| 터파기 | 토사 | $m^3$ | 30.720 | 484 | 14,868 |
| 피복석고르기(수상) | 0.7$m^3$/EA | $m^2$ | 4.193 | 18,739 | 78,573 |
| 피복석고르기(수중) | 0.7$m^3$/EA | $m^2$ | 9.605 | 77,089 | 740.440 |
| 피복석고르기(수상) | 0.5$m^3$/EA | $m^2$ | 8.293 | 18,739 | 155,403 |
| 피복석고르기(수중) | 0.5$m^3$/EA | $m^2$ | 9.605 | 53,715 | 515,933 |
| 속고르기(수상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | 5.200 | 7,649 | 39,775 |
| 속고르기(수중) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | 24.538 | 21,429 | 525,825 |
| 기초고르기(수상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | 5.000 | 20,848 | 104,240 |
| 기초고르기(수중) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | - | 46,395 | - |
| T.T.P제작 | 20ton/EA | $m^2$ | 5.713 | 543,871 | 3,106,863 |
| T.T.P거치(수상) | 20ton/EA | $m^2$ | 3.251 | 179,951 | 585,054 |
| T.T.P거치(수중) | 20ton/EA | $m^2$ | 2.461 | 378,528 | 931,676 |
| 2.상부공 | | | | | 1,651,978 |
| CAP.CONC. | 50-180-8 | $m^3$ | 28.800 | 54,635 | 1,573,488 |
| 거푸집 | 합판 4회 | $m^2$ | 6.400 | 12,264 | 78,490 |
| 3.구체공 | | | | | 851,808 |
| CONC.Block제작 | 2.0x2.0x2.0 | EA | 1.000 | 682,760 | 682,760 |
| 육상 운반 및 거치 | 2.0x2.0x2.0 | FA | 1.000 | 169,048 | 169,048 |
| 소계 | | | | | 15,631,483 |
| 제경비 | 35% | 식 | | | 5,471,019 |
| 계 | | | | | 21,102,501 |
| VAT | 10% | | | | 2,110,250 |
| m당공사비 | | | | | 23,212,752 |

## 강구항 남방파제 제12안 제간부 단면(S2)

가. 설계 조건

설계해면 = 0.170m

천변수심 = -4.20m

설계파고 = 3.30m

파랑주기 = 11.0초

파력각도 = 50.0도

나. 마루높이 결정

1) 항만 구조물 설계기준 방법

마루높이(= 설계해면 + 유의파고 + 여유고) = 3.50m

주) 여유고 = 0.030m

2) 월파에 따른 항내 전달파고 계산에 의한 방법

환산심해파고(H'o) = 2.754m

H'o/gTT = 0.002321

Ds/H'o = 1.587

R/H'o = 3.304

주) 상대처오름 높이(R/H'o)는 SPM의 도표를 이용하여 계산

처오름 높이(R) = 4.218m

주) 조도수정계수 = 0.45, 측적보정계수 = 1.03(T.T.P의 경우) 사용

마루폭(B) = 7.00m

마루높이 = 3.50m

제체높이(h) = 7.70m

계수(C = 0.51 - 0.11*B/h) = 0.410

진달파고 = 0.285m < 0.6m

3) 마루높이

전달파고가 항내 허용파고(0.6m) 보다 작아 마루높이를 3.50m로 결정

다. 피복재 중량 검토

1) 쇄파여부 검토

해저면경사 = 0.013

쇄파고(Goda, 1975) = 4.09m

쇄파고(Weggel, 1972) = 3.70m

설계파고가 쇄파고보다 작아 현 수심에서 < 비쇄파 >

2) 계산 하중

무근콘크리트 = 2.30톤/입방미터

피복석 = 2.65톤/입방미터

해 수 = 1.03톤/입방미터

3) 항외측 피복재 중량

Hudson 공식에 의한 중량 - 3.674톤

주) Kd = 8.0을 사용

T.T.P 중량 - 5.0톤을 사용 2층 난적 < 실중량(W) 4.60톤 >

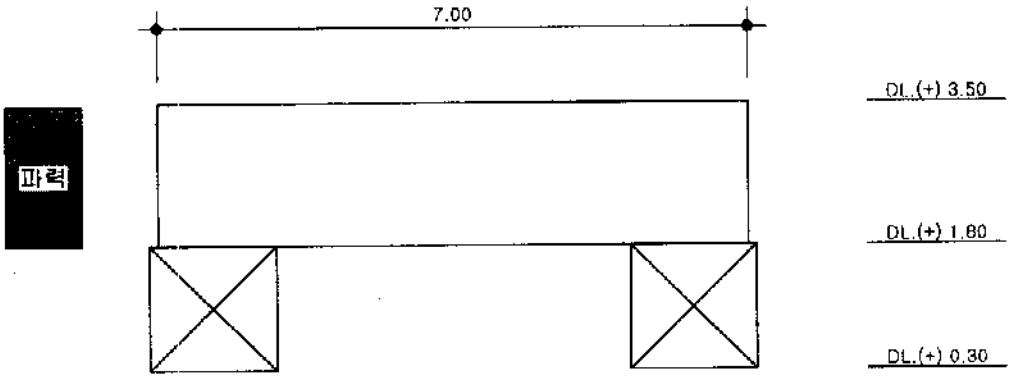
층1 피복석중량(W/15) = 0.307톤

층1 피복석 = 0.2입방미터를 사용 < 실부피 0.12입방미터 >

4) 항내측 피복재 중량

층1 피복석중량(W/10) = 1.193톤

층1 피복석 - 항내측 최소규격 0.5입방미터를 사용 < 실부피 0.45입방미터 >

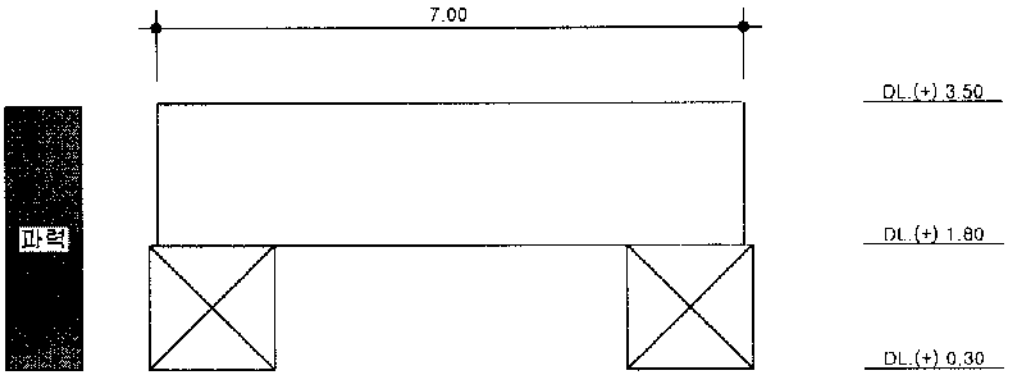



DL.(+)1.80m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -4.20m
설계해면 = .170m
설계파 = 3.30m
파력각도 = 50.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 3.3 x 0.70 = 2.38톤/입방미터
파력 = 2.38 x 1.67 = 3.97톤/m
파력 모멘트 = 3.32톤
사석자중 = .00톤/m
자중 = 15.47톤/m
자중 모멘트 = 54.14톤
마찰계수 = 0.56

활동율 = 2.180 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 16.319 > 1.2 이므로 적합

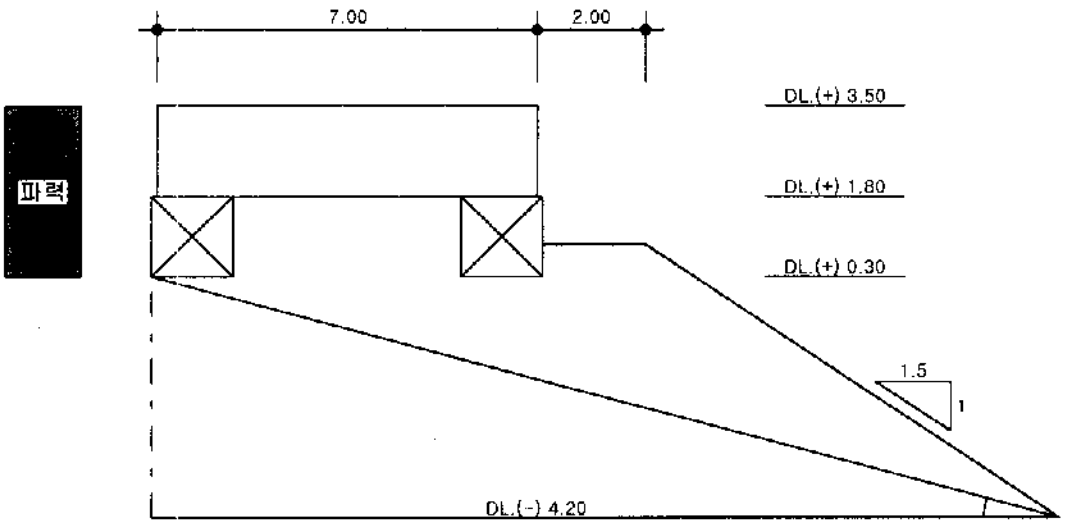



DL.(+).30m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -4.20m
설계해면 = .170m
설계파 = 3.30m
파력각도 = 50.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 3.3 x 0.70 = 2.38톤/입방미터
파력 = 2.38 x 3.17 = 7.54톤/m
파력 모멘트 = 11.95톤
사석자중 = 6.30톤/m
자중 = 27.62톤/m
자중 모멘트 = 99.43톤
마찰계수 = 0.72

활동율 = 2.624 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 8.317 > 1.2 이므로 적합

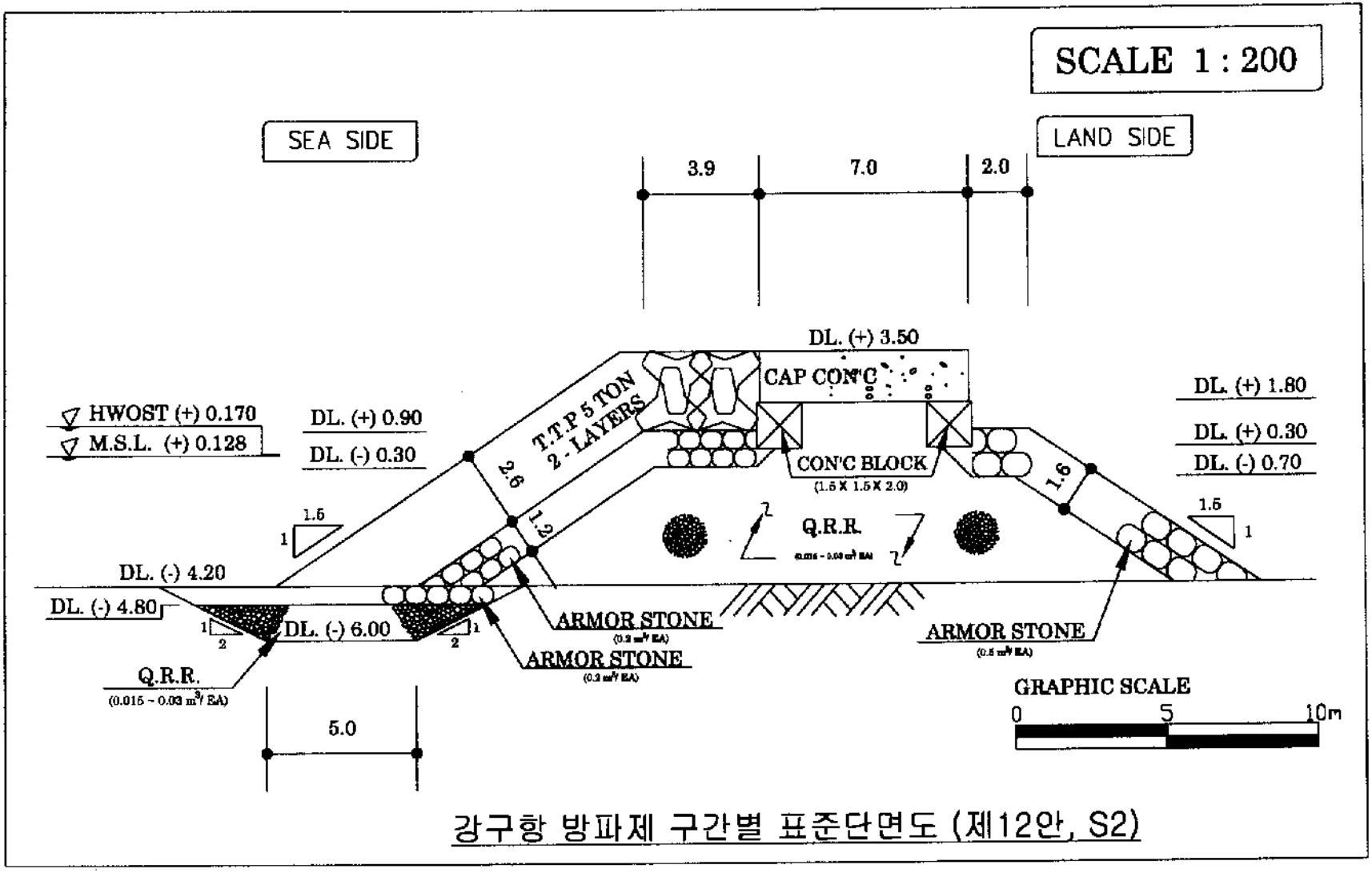



제체 외측하단과 해저면에 대한 직선활동 안정검토

수심 = -4.20m
설계해면 = .170m
설계파 = 3.30m
파력각도 = 50.0도

파압 = 1.0 x 1.03 x 3.3 x 0.70 = 2.38톤/m
파력 = 2.38 x 3.17 = 7.54톤/m
제체 자중 = 21.32톤/m
활동면상 자중 = 51.53톤/m
마찰계수 = 0.80
활동 경사각 = 15.04도

직선 활동율 = 1.852 > 1.2 이므로 적합




강구항 방파제 구간별 표준단면도 (제12안, S2)

# 강구항 남 방파제 제간부 단면 (제 12안, S2)

(단위 : 원)

| 공 종 | 규 격 | 단위 | 수 량 | 단 가 | 금 액 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.기초공 | | | | | 7,570,849 |
| 기초사석(육상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^3$ | 62.100 | 16,817 | 1,044,336 |
| 기초사석(육해상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^3$ | 30.199 | 26,322 | 794,903 |
| 기초사석(해상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^3$ | 10.724 | 30,881 | 331,180 |
| 피복석(육상) | 0.5$m^3$/EA | $m^3$ | 12.504 | 32,345 | 404,440 |
| 피복석(육해상) | 0.5$m^3$/EA | $m^3$ | 5.385 | 33,134 | 178,442 |
| 피복석(해상) | 0.5$m^3$/EA | $m^3$ | - | 47,096 | - |
| 피복석(육상) | 0.2$m^3$/EA | $m^3$ | 11.011 | 31,608 | 348,044 |
| 피복석(육해상) | 0.2$m^3$/EA | $m^3$ | 5.385 | 32,399 | 174,483 |
| 피복석(해상) | 0.2$m^3$/EA | $m^3$ | 7.590 | 46,095 | 349,861 |
| 터파기 | 토사 | $m^3$ | 15.480 | 484 | 7,492 |
| 피복석고르기(수상) | 0.5$m^3$/EA | $m^2$ | 3.292 | 18,739 | 61,689 |
| 피복석고르기(수중) | 0.5$m^3$/EA | $m^2$ | 7.802 | 53,715 | 419,084 |
| 피복석고르기(수상) | 0.2$m^3$/EA | $m^2$ | 5.192 | 18,739 | 97,293 |
| 피복석고르기(수중) | 0.2$m^3$/EA | $m^2$ | 7.802 | 52,649 | 410,767 |
| 속고르기(수상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | 4.200 | 7,649 | 32,126 |
| 속고르기(수중) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | 18.193 | 21,429 | 389,858 |
| 기초고르기(수상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | 4.000 | 20,848 | 83,392 |
| 기초고르기(수중) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | - | 46,395 | - |
| T.T.P제작 | 5ton/EA | $m^2$ | 10.268 | 156,707 | 1,609,028 |
| T.T.P거치(수상) | 5ton/EA | $m^2$ | 5.196 | 48,918 | 254,190 |
| T.T.P거치(수중) | 5ton/EA | $m^2$ | 5.072 | 114,412 | 580,240 |
| 2.상부공 | | | | | 691,854 |
| CAP.CONC. | 50-180-8 | $m^3$ | 11.900 | 54,635 | 650,157 |
| 거푸집 | 합판 4회 | EA | 3.400 | 12,264 | 41,698 |
| 3.구체공 | | | | | 580,740 |
| CONC.Block제작 | 1.5x1.5x2.0 | EA | 1.000 | 411,692 | 411,692 |
| 육상 운반 및 거치 | 1.5x1.5x2.0 | EA | 1.000 | 169,048 | 169,048 |
| 소계 | | | | | 8,843,443 |
| 제경비 | 35% | 식 | | | 3,095,205 |
| 계 | | | | | 11,938,649 |
| VAT | 10% | | | | 1,193,865 |
| m당공사비 | | | | | 13,132,513 |

## 강구항 남방파제 제12안 제간부 단면(S3)

가. 설계 조건

설계해면 - 0.170m

전면수심 - -3.50m

설계파고 = 2.00m

파랑주기 - 13.0초

파향각도 = 60.0도

나. 마루높이 결정

1) 항만 구조물 설계기준 방법

마루높이(= 설계해면 + 유의파고 + 여유고) = 2.50m

주) 여유고 = 0.330m

2) 마루높이는 항만 구조물 설계기준에 의해 2.50m로 결정

다. 피복재 중량 검토

1) 쇄파여부 검토

해저면경사 - 0.013

쇄파고(Goda, 1975) = 2.09 ~ 3.14m

설계파고가 쇄파고보다 작아 현 수심에서 < 비쇄파 >

2) 계산 하중

무근콘크리트 = 2.30톤/입방미터

피복석 = 2.65톤/입방미터

해 수 = 1.03톤/입방미터

3) 항외측 피복재 중량

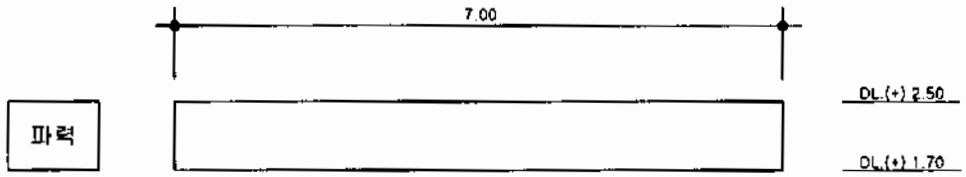
Hudson 공식에 의한 중량 = 1.816톤

주) Kd - 2.0을 사용

층1 피복석 - 0.7입방미터를 사용 < 실부피 0.685입방미터 >

4) 항내측 피복재 중량

층1 피복석 = 0.2입방미터를 사용

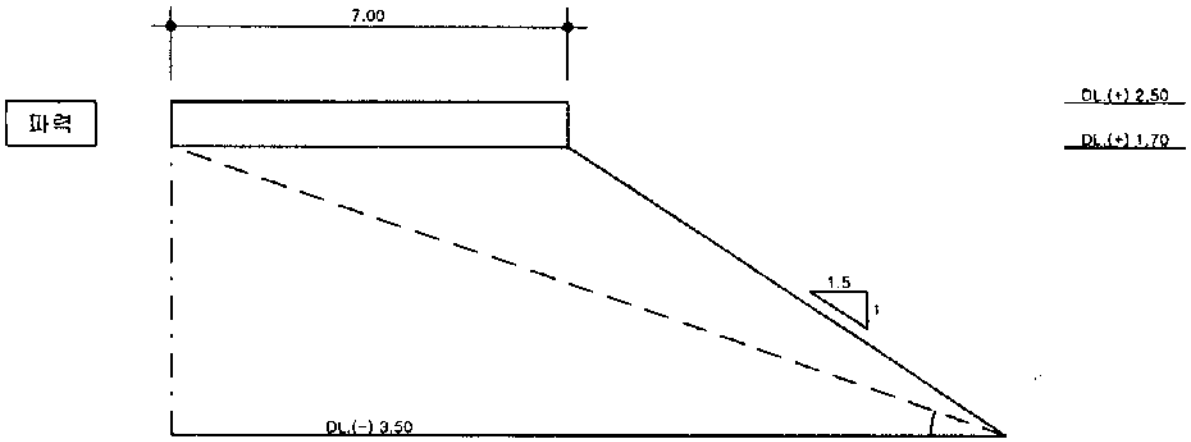



DL.(+) 1.70m에서 제체활동 및 제체전도에 대한 안정검토

수심 = -3.50m
설계해면 = 0.170m
설계파고 = 2.00m
파력각도 = 0.0도

파력 = 2.47톤/m: 히로이 파압식
파력 모멘트 = 0.99톤
양압력 = 0.00톤/m
양압력 모멘트 = 0.00톤
제체자중 = 7.28톤/m
자중 모멘트 = 25.48톤
마찰계수 = 0.60

활동율 = 1.767 > 1.2 이므로 적합
전도율 = 25.769 > 1.2 이므로 적합

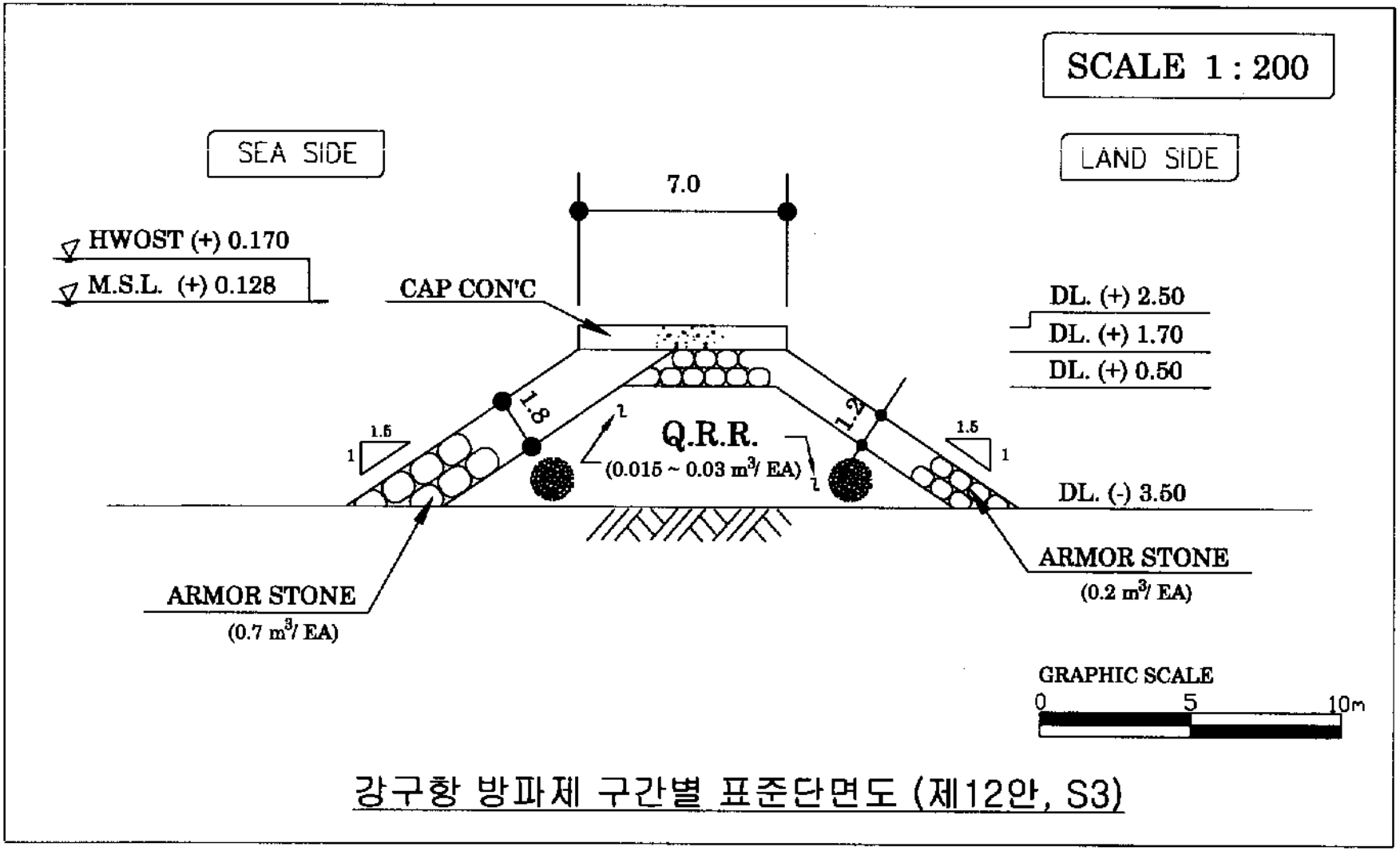



제체 외측하단과 해저면에 대한 직선활동 안정검토

수심 = -3.50m
설계해면 = 0.170m
설계파고 = 2.00m
파력각도 = 0.0도

파력 = 2.47톤/m: 히로이 파압식
양압력 = 0.00톤/m
활동면상 자중 = 25.48톤/m
마찰계수 = 0.80
활동 경사각 = 19.36도

직선 활동율 = 1.723 > 1.2 이므로 적합




강구항 방파제 구간별 표준단면도 (제12안, S3)

# 강구항 남 방파제 제간부 단면 (제 12안, S3)

(단위 : 원)

| 공 종 | 규 격 | 단위 | 수 량 | 단 가 | 금 액 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.기초공 | | | | | 3,520,774 |
| 기초사석(육상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^3$ | 46.370 | 16,817 | 779,811 |
| 기초사석(육해상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^3$ | 7.350 | 26,322 | 193,467 |
| 기초사석(해상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^3$ | - | 30,881 | - |
| 피복석(육상) | 0.7$m^3$/EA | $m^3$ | 15.884 | 32,647 | 518,558 |
| 피복석(육해상) | 0.7$m^3$/EA | $m^3$ | 3.522 | 33,437 | 117,780 |
| 피복석(해상) | 0.7$m^3$/EA | $m^3$ | | 47,538 | - |
| 피복석(육상) | 0.2$m^3$/EA | $m^3$ | 14.096 | 31,608 | 445,532 |
| 피복석(육해상) | 0.2$m^3$/EA | $m^3$ | 3.522 | 32,399 | 114,124 |
| 피복석(해상) | 0.2$m^3$/EA | $m^3$ | - | 46,095 | |
| 터파기 | 토사 | $m^3$ | | 484 | - |
| 피복석고르기(수상) | 0.7$m^3$/EA | $m^2$ | 3.065 | 18,739 | 57,435 |
| 피복석고르기(수중) | 0.7$m^3$/EA | $m^2$ | 6.310 | 77,089 | 486,432 |
| 피복석고르기(수상) | 0.2$m^3$/EA | $m^2$ | 5.228 | 18,739 | 97,967 |
| 피복석고르기(수중) | 0.2$m^3$/EA | $m^2$ | 6.310 | 52,649 | 332,215 |
| 속고르기(수상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | 13.994 | 7,649 | 107,040 |
| 속고르기(수중) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | 12.619 | 21,429 | 270,413 |
| 2.상부공 | | | | | 325,578 |
| CAP.CONC. | 50-180-8 | $m^3$ | 5.600 | 54,635 | 305,956 |
| 거푸집 | 합판 4회 | $m^2$ | 1.600 | 12,264 | 19,622 |
| 3.구체공 | | | | | - |
| CONC.Block제직 | | EA | - | | - |
| 육상 운반 및 거치 | | EA | | | - |
| 소계 | | | | | 3,846,353 |
| 제경비 | 35% | 식 | | | 1,346,223 |
| 계 | | | | | 5,192,576 |
| VAT | 10% | | | | 519,258 |
| m당공사비 | | | | | 5,711,834 |

## 강구항 물양장 신설구간 단면검토

* 0.3 면에서 벽체번호(1)의 연직력 검토
  벽체 단위체적중량 = 2.30 톤/입방미터
  벽체 중량 = 4.002 톤/미터
  벽체 저항모멘트 = 2.9302 톤
  작용점 x 좌표 = 0.73218 미터
* 0.1 면에서 벽체번호(2)의 연직력 검토
  벽체 단위체적중량 = 2.30 톤/입방미터
  벽체 중량 = 0.95143 톤/미터
  벽체 저항모멘트 = 0.80872 톤
  작용점 x 좌표 = 0.85 미터
* -1.6 면에서 벽체번호(3)의 연직력 검토
  벽체 단위체적중량 = 1.30 톤/입방미터
  벽체 중량 = 3.66123 톤/미터
  벽체 저항모멘트 = 3.11205 톤
  작용점 x 좌표 = 0.85 미터
* -3.6 면에서 벽체번호(4)의 연직력 검토
  벽체 단위체적중량 = 1.30 톤/입방미터
  벽체 중량 = 6.2725 톤/미터
  벽체 저항모멘트 = 9.30367 톤
  작용점 x 좌표 = 0.98325 미터
* 0.3 면에서 벽체번호(5)의 연직력 검토
  벽체 단위체적중량 = 1.80 톤/입방미터
  벽체 중량 = 0.54 톤/미터
  벽체 저항모멘트 = 0.828 톤
  작용점 x 좌표 = 1.53333 미터
* 0.1 면에서 벽체번호(6)의 연직력 검토
  벽체 단위체적중량 = 1.80 톤/입방미터
  벽체 중량 = 1.299 톤/미터
  벽체 저항모멘트 = 2.53305 톤
  작용점 x 좌표 = 1.95 미터
* -1.6 면에서 벽체번호(7)의 연직력 검토
  벽체 단위체적중량 = 1.00 톤/입방미터
  벽체 중량 = 0.82833 톤/미터
  벽체 저항모멘트 = 1.61525 톤
  작용점 x 좌표 = 1.95 미터
* * 0.3 면에서 벽체단위 검토
  벽체중량 = 4.542 톤/미터
  벽체저항모멘트 = 3.7582 톤

* * -1.6 면에서 벽체단위 검토
벽체중량 = 9.15467 톤/미터
벽체저항모멘트 = 7.67897 톤
* * -3.6 면에서 벽체단위 검토
벽체중량 = 17.5545 톤/미터
벽체저항모멘트 = 26.77193 톤

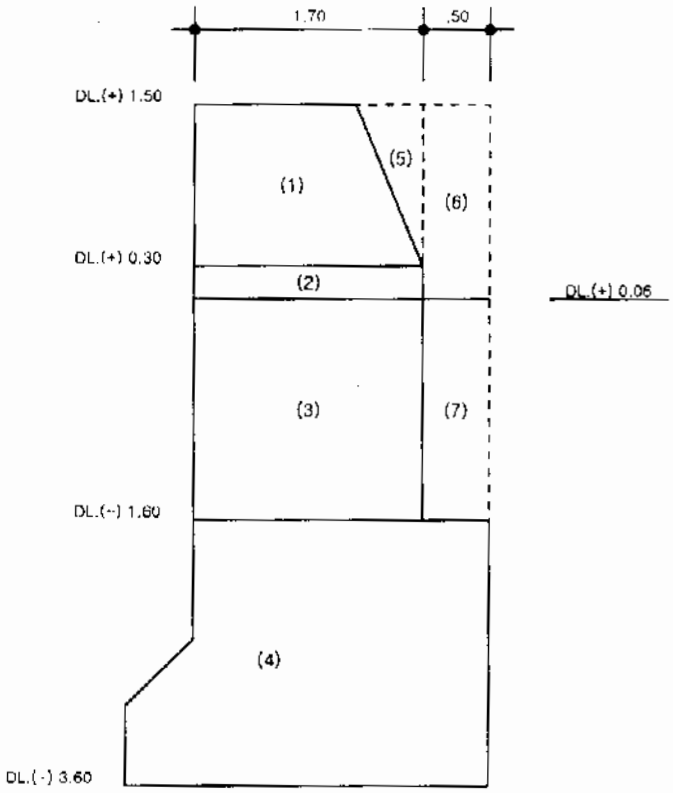
* * * * 토압검토 * * * *
토압계수 = 0.19619
지표면 각 = 1.14576도
상재하중 = 1.톤/입방미터
1.5 면에서 토압 0.196 톤/입방미터
0.3 면에서 토압 0.62 톤/입방미터
0.1 면에서 토압 0.706 톤/입방미터
-1.6 면에서 토압 1.031 톤/입방미터
-3.6 면에서 토압 1.423 톤/입방미터
* * 0.3 면에서 토압수평력 계산
토압 수평분력 = 0.48074 톤/미터
토압수평모멘트 = 0.24299 톤
* * -1.6 면에서 토압수평력 계산
토압 수평분력 = 2.08981 톤/미터
토압수평모멘트 = 2.57739 톤
* * -3.6 면에서 토압수평력 계산
토압 수평분력 = 4.54413 톤/미터
토압수평모멘트 = 9.08053 톤
* * 0.3 면에서 토압연직력 계산
토압 연직분력 = 0.13123 톤/미터
토압연직모멘트 = 0.22309 톤
* * 1.6 면에서 토압연직력 계산
토압 연직분력 = 0.55996 톤/미터
토압연직모멘트 = 0.95194 톤
* * -3.6 면에서 토압연직력 계산
토압 연직분력 = 1.2176 톤/미터
토압연직모멘트 = 3.28751 톤

* * * * 잔류수압 검토 * * * *
-- 해수단위중량 = 1.03
0.3 면에서 잔류수압 0. 톤/입방미터
0.1 면에서 잔류수압 0. 톤/입방미터
0.0 면에서 잔류수압 0.058 톤/입방미터
-1.6 면에서 잔류수압 0.058 톤/입방미터
-3.6 면에서 잔류수압 0.058 톤/입방미터
* * 0.3 면에서 잔류수압력 계산
잔류수압 수평분력 = 0. 톤/미터
잔류수압 모멘트 = 0. 톤
* * -1.6 면에서 잔류수압력 계산
잔류수압 수평분력 = 0.09504 톤/미터
잔류수압 모멘트 = 0.07739 톤
* * -3.6 면에서 잔류수압력 계산
잔류수압 수평분력 = 0.21177 톤/미터
잔류수압 모멘트 = 0.3842 톤
* * * * 견인력 검토 * * * *
-- 견인력 - 10. 톤
계선주 간격 = 10.미터
걸이높이 - 0.2미터
* * 0.3 면에서 견인력 검토
견인력 수평분력 = 1. 톤/미터
견인력 모멘트 = 1.4 톤
* * -1.6 면에서 견인력 검토
견인력 수평분력 = 1. 톤/미터
견인력 모멘트 = 3.3 톤
* * -3.6 면에서 견인력 검토
견인력 수평분력 = 1. 톤/미터
견인력 모멘트 = 5.3 톤

* * * * 안정검토 * * * *
* * 0.3 면에서 안정검토
마찰계수 = 0.5
연직력 = 4.67323 톤/미터
수평력 = 1.48974 톤/미터
전도모멘트 = 1.64299 톤
저항모멘트 = 3.98129 톤
활동 = 1.568 > 1.2 이므로 적합 :
선도 = 2.423 > 1.2 이므로 적합 :

* * -1.6 면에서 안정검토
마찰계수 = 0.5
연직력 = 9.71463 톤/미터
수평력 = 3.18485 톤/미터
전도모멘트 = 5.95478 톤
저항모멘트 = 8.6309 톤
활동 = 1.525 > 1.2 이므로 적합 :
전도 = 1.449 > 1.2 이므로 적합 :
* * -3.6 면에서 안정검토
마찰계수 = 0.6
연직력 = 18.7721 톤/미터
수평력 = 5.7559 톤/미터
전도모멘트 = 14.76473 톤
저항모멘트 = 30.05044 톤
활동 = 1.957 > 1.2 이므로 적합 :
전도 = 2.036 > 1.2 이므로 적합 :

* * * * 지반반력 검토 * * * *
* * 벽체저면에서 지반반력 계산
저폭 = 2.7m
사석층 두께 = 1.m
편심량 = 0.535m
합력 작용방향 = 17.047도
지지력계수 = 23.
* * 벽체 저면에서 지반반력 계산
분포폭 = 2.444m
최대 지반반력 = 15.36톤/평방미터
최소 지반반력 = 0.톤/평방미터
* * 기초사석 저면에서 지반반력 계산
분포폭 = 3.748m
지지력계수 Nr = 17.
지지력계수 Nq = 19.
암밑토두께 = 1.m
최대 지반반력 = 11.016톤/평방미터
최소 지반반력 = 1.톤/평방미터
* * 편심 경사하중에 대한 검토
한계지지력 = 31.05톤/평방미터
안전율 = 4.466 > 1.0
* * 기초사석 저면에서 지반반력 검토
허용지지력 = 21.345톤/평방미터 > 11.016톤/평방미터

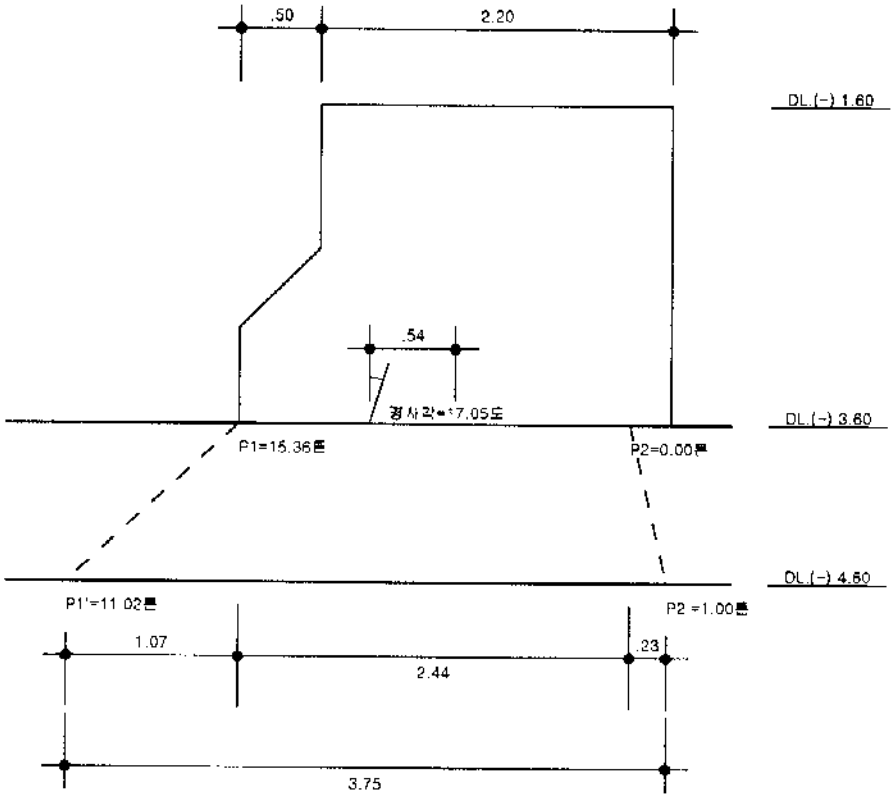



벽체활동 및 벽체전도에 대한 안정검토

DL.(+) 0.30m면에서 마찰계수 = 0.5
연직력 = 4.67323 톤/미터 : 수평력 = 1.48974 톤/미터
전도모멘트 = 1.64299 톤 : 저항모멘트 = 3.98129 톤
활동 = 1.568 > 1.2 이므로 적합 : 전도 = 2.423 > 1.2 이므로 적합

DL.(-) 1.60m면에서 마찰계수 = 0.5
연직력 = 9.71463 톤/미터 : 수평력 = 3.18485 톤/미터
전도모멘트 = 5.95478 톤 : 저항모멘트 = 8.6309 톤
활동 = 1.525 > 1.2 이므로 적합 : 전도 = 1.449 > 1.2 이므로 적합

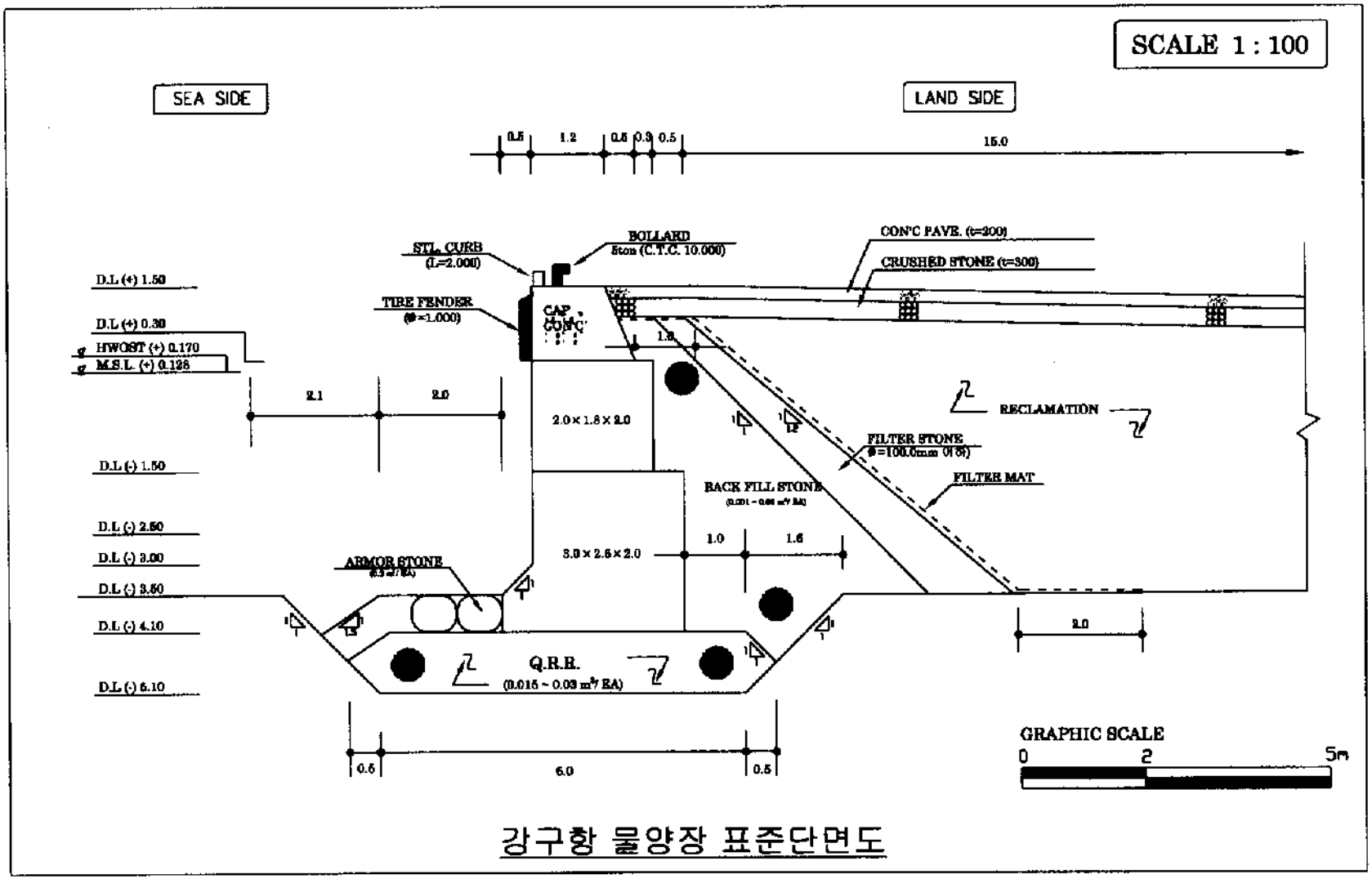
DL.(-) 3.60m면에서 마찰계수 = 0.6
연직력 = 18.7721 톤/미터 : 수평력 = 5.7559 톤/미터
전도모멘트 = 14.76473 톤 : 저항모멘트 = 30.05944 톤
활동 = 1.957 > 1.2 이므로 적합 : 전도 = 2.036 > 1.2 이므로 적합




기초사석저면에서의 지반반력검토

* * 벽체 저면에서 지반반력 계산
합력 작용방향 = 17.047도
편심량 = 0.535m
최대반력(P1) = 15.36톤/평방미터
최소반력(P2) = 0.톤/평방미터
* 편심 경사하중에 대한 검토
한계지지력 = 31.05톤/평방미터
안전율 = 4.466 > 1.00이므로 적합

* * 기초사석 저면에서 지반반력 계산
최대반력(P1') = 11.016톤/평방미터
최소반력(P2') = 1.톤/평방미터
허용지지력 = 21.345톤/평방미터 > 11.016톤/평방미터




강구항 물양장 표준단면도

# 강구항 물양장 표준단면

(단위 : 원)

| 공 종 | 규 격 | 단위 | 수 량 | 단 가 | 금 액 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.기초공 | | | | | 2,001,226 |
| 기초사석(해상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^3$ | 7.777 | 30,881 | 240,153 |
| 뒷채움사석(수상) | 0.001-0.03$m^3$/EA | $m^3$ | 0.824 | 21,492 | 17,700 |
| 뒷채움사석(수중) | 0.001-0.03$m^3$/EA | $m^3$ | 12.457 | 23,761 | 295,987 |
| 피복석(해상) | 0.2$m^3$/EA | $m^3$ | 1.998 | 46,095 | 92,098 |
| 필터사석(수상) | Φ 100mm 이하 | $m^2$ | 0.609 | 12,187 | 7,422 |
| 필터사석(수중) | Φ 100mm 이하 | $m^2$ | 4.521 | 14,458 | 65,365 |
| Filter Mat | 수상 | $m^2$ | 2.352 | 64,995 | 152,849 |
| Filter Mat | 수중 | $m^2$ | 7.678 | 65,386 | 502,001 |
| 기초굴착 | 토사 | $m^3$ | 12.160 | 6,350 | 77,216 |
| 피복석고르기(수중) | 0.2$m^3$/EA | $m^2$ | 3.154 | 52,649 | 166,044 |
| 속고르기(수상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | 1.224 | 7,649 | 9,361 |
| 속고르기(수중) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | 7.817 | 21,429 | 167,500 |
| 필터사석고르기 | 수상 | $m^2$ | 1.622 | 2,171 | 3,521 |
| 필터사석고르기 | 수중 | $m^2$ | 6.813 | 2,705 | 18,429 |
| 기초고르기(수상) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | - | 20,848 | - |
| 기초고르기(수중) | 0.015-0.03$m^3$/EA | $m^2$ | 4.000 | 46,395 | 185,580 |
| 2.상부공 | | | | | 125,725 |
| CAP.CONC. | 50-180-8 | $m^3$ | 1.740 | 54,635 | 95,065 |
| 거푸집 | 합판 4회 | EA | 2.500 | 12,264 | 30,660 |
| 3.구체공 | | | | | 1,769,173 |
| CONC.Block제작 | 2.0x1.8x2.0 | EA | 0.500 | 530,729 | 265,364 |
| CONC.Block제작 | 3.0x2.6x2.0 | EA | 0.500 | 962,730 | 481,365 |
| 블럭운반거치 | 2.0x1.8x2.0 | EA | 0.500 | 204,946 | 102,473 |
| 블럭운반거치 | 3.0x2.6x2.0 | EA | 0.500 | 416,575 | 208,288 |
| 매립 | 비다짐 | $m^3$ | 53.970 | 6,827 | 368,453 |
| Concrete Pavement | t=500 | $m^2$ | 8.167 | 25,512 | 208,349 |
| Bollard | 10 Ton | 조 | 0.100 | 71,661 | 7,166 |
| Steel Curb | L=2.000 | 조 | 0.500 | 105,500 | 52,750 |
| Tire Fender | L=1,000 | 조 | 1.000 | 20,465 | 20,465 |
| Edge Protection | | m | 1.000 | 54,500 | 54,500 |
| 소계 | | | | | 3,896,124 |
| 제경비 | 35% | 식 | | | 1,363,643 |
| 계 | | | | | 5,259,767 |
| VAT | 10% | | | | 525,977 |
| m당공사비 | | | | | 5,785,744 |

## 강구항 물양장 유오구간 단면검토

* 0.3 면에서 벽체번호(1)의 연직력 검토
  벽체 단위체적중량 = 2.30 톤/입방미터
  벽체 중량 = 4.002 톤/미터
  벽체 저항모멘트 = 2.9302 톤
  작용점 x 좌표 = 0.73218 미터
* 0.1 면에서 벽체번호(2)의 연직력 검토
  벽체 단위체적중량 = 2.30 톤/입방미터
  벽체 중량 = 1.11933 톤/미터
  벽체 저항모멘트 = 1.11933 톤
  작용점 x 좌표 = 1. 미터
* -1.5 면에서 벽체번호(3)의 연직력 검토
  벽체 단위체적중량 = 1.30 톤/입방미터
  벽체 중량 = 4.04733 톤/미터
  벽체 저항모멘트 = 4.04733 톤
  작용점 x 좌표 = 1. 미터
* -4.1 면에서 벽체번호(4)의 연직력 검토
  벽체 단위체적중량 = 1.30 톤/입방미터
  벽체 중량 = 9.0025 톤/미터
  벽체 저항모멘트 = 14.93917 톤
  작용점 x 좌표 = 1.15945 미터
* 0.3 면에서 벽체번호(5)의 연직력 검토
  벽체 단위체적중량 = 1.80 톤/입방미터
  벽체 중량 = 0.54 톤/미터
  벽체 저항모멘트 = 0.828 톤
  작용점 x 좌표 = 1.53333 미터
* 0.3 면에서 벽체번호(6)의 연직력 검토
  벽체 단위체적중량 = 1.80 톤/입방미터
  벽체 중량 = 0.648 톤/미터
  벽체 저항모멘트 = 1.1988 톤
  작용점 x 좌표 = 1.85 미터
* 0.1 면에서 벽체번호(7)의 연직력 검토
  벽체 단위체적중량 = 1.80 톤/입방미터
  벽체 중량 = 1.299 톤/미터
  벽체 저항모멘트 = 2.92275 톤
  작용점 x 좌표 = 2.25 미터

* -1.5 면에서 벽체번호(8)의 연직력 검토
벽체 단위체적중량 = 1.00 톤/입방미터
벽체 중량 = 0.77833 톤/미터
벽체 저항모멘트 = 1.75125 톤
작용점 x 좌표 = 2.25 미터
* * 0.3 면에서 벽체단위 검토
벽체중량 = 4.542 톤/미터
벽체저항모멘트 = 3.7582 톤
* * -1.5 면에서 벽체단위 검토
벽체중량 = 10.35667 톤/미터
벽체저항모멘트 = 10.12367 톤
* * -4.1 면에서 벽체단위 검토
벽체중량 = 21.4365 톤/미터
벽체저항모멘트 = 35.95383 톤

* * * * 토압검토 * * * *
-- 토압계수 = 0.19619
지표면 각 = 1.14576도
상재하중 = 1.톤/입방미터
1.5 면에서 토압 0.196 톤/입방미터
0.3 면에서 토압 0.62 톤/입방미터
0.1 면에서 토압 0.706 톤/입방미터
-1.5 면에서 토압 1.011 톤/입방미터
-4.1 면에서 토압 1.521 톤/입방미터
* * 0.3 면에서 토압수평력 계산
토압 수평분력 = 0.48974 톤/미터
토압수평모멘트 = 0.24299 톤
* * -1.5 면에서 토압수평력 계산
토압 수평분력 = 1.98769 톤/미터
토압수평모멘트 = 2.37353 톤
* * -4.1 면에서 토압수평력 계산
토압 수평분력 = 5.28033 톤/미터
토압수평모멘트 = 11.5346 톤
* * 0.3 면에서 토압연직력 계산
토압 연직분력 = 0.13123 톤/미터
토압연직모멘트 = 0.22309 톤
* * -1.5 면에서 토압연직력 계산
토압 연직분력 = 0.5326 톤/미터
토압연직모멘트 = 1.0652 톤

* * -4.1 면에서 토압연직력 계산
토압 연직분력 = 1.41486 톤/미터
토압연직모멘트 = 4.24458 톤

* * * * 잔류수압 검토 * * * *
-- 해수단위중량 = 1.03
0.3 면에서 잔류수압 0. 톤/입방미터
0.1 면에서 잔류수압 0. 톤/입방미터
0.0 면에서 잔류수압 0.058 톤/입방미터
-1.5 면에서 잔류수압 0.058 톤/입방미터
-4.1 면에서 잔류수압 0.058 톤/입방미터
* * 0.3 면에서 잔류수압력 계산
잔류수압 수평분력 = 0. 톤/미터
잔류수압 모멘트 = 0. 톤
* * -1.5 면에서 잔류수압력 계산
잔류수압 수평분력 = 0.0892 톤/미터
잔류수압 모멘트 = 0.06817 톤
* * -4.1 면에서 잔류수압력 계산
잔류수압 수평분력 = 0.24096 톤/미터
잔류수압 모멘트 = 0.49738 톤
* * * * 견인력 검토 * * * *
-- 견인력 = 10. 톤
계선주 간격 = 10.미터
걸이높이 = 0.2미터
* * 0.3 면에서 견인력 검토
견인력 수평분력 = 1. 톤/미터
견인력 모멘트 = 1.4 톤
* * -1.5 면에서 견인력 검토
견인력 수평분력 = 1. 톤/미터
견인력 모멘트 = 3.2 톤
* * -4.1 면에서 견인력 검토
견인력 수평분력 = 1. 톤/미터
견인력 모멘트 = 5.8 톤

* * * * 안정검토 * * * *

* * 0.3 면에서 안정검토

마찰계수 = 0.5

연직력 = 4.67323 톤/미터

수평력 = 1.48974 톤/미터

전도모멘트 = 1.64299 톤

저항모멘트 = 3.98129 톤

활동 = 1.568 > 1.2 이므로 적합 :

전도 = 2.423 > 1.2 이므로 적합 :

* * -1.5 면에서 안정검토

마찰계수 = 0.5

연직력 = 10.88927 톤/미터

수평력 = 3.0769 톤/미터

전도모멘트 = 5.64171 톤

저항모멘트 = 11.18887 톤

활동 = 1.77 > 1.2 이므로 적합 :

전도 = 1.983 > 1.2 이므로 적합 :

* * -4.1 면에서 안정검토

마찰계수 = 0.6

연직력 = 22.85136 톤/미터

수평력 = 6.52129 톤/미터

전도모멘트 = 17.83199 톤

저항모멘트 = 40.19841 톤

활동 = 2.102 > 1.2 이므로 적합 :

전도 = 2.254 > 1.2 이므로 적합 :

* * * * 지반반력 검토 * * * *

* * 벽체저면에서 지반반력 계산

저폭 = 3.m

사석층 두께 = 1.m

편심량 = 0.521m

합력 작용방향 = 15.928도

지지력계수 = 25.

* * 벽체 저면에서 지반반력 계산

분포폭 = 2.936m

최대 지반반력 = 15.565톤/평방미터

최소 지반반력 = 0.톤/평방미터

* * 기초사석 저면에서 지반반력 계산

분포폭 = 4.22m

지지력계수 Nr = 17.

지지력계수 Nq = 19.

압밀토두께 = 1.m

최대 지반반력 = 11.83톤/평방미터

최소 지반반력 = 1.톤/평방미터

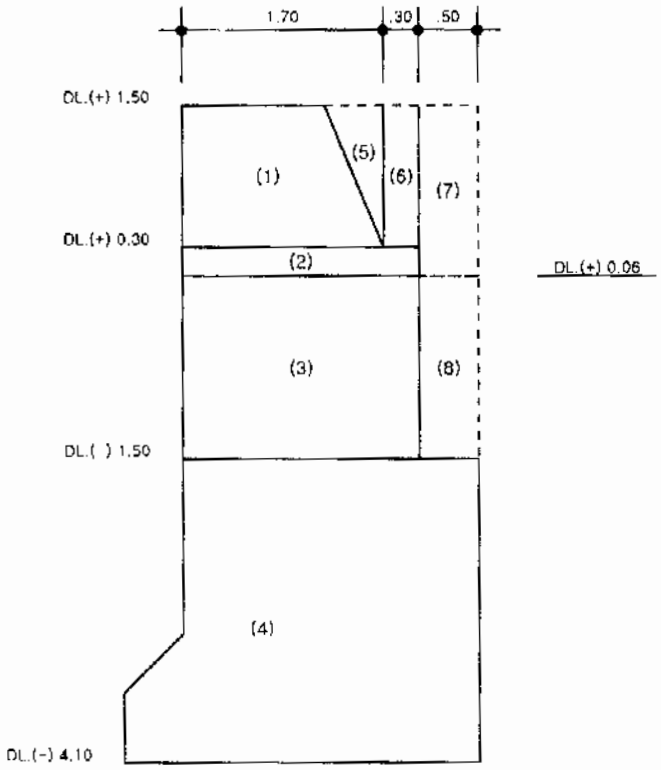
* * 편심 경사하중에 대한 검토

한계지지력 = 37.5톤/평방미터

안전율 = 4.923 > 1.0

* * 기초사석 저면에서 지반반력 검토

허용지지력 = 22.948톤/평방미터 > 11.83톤/평방미터

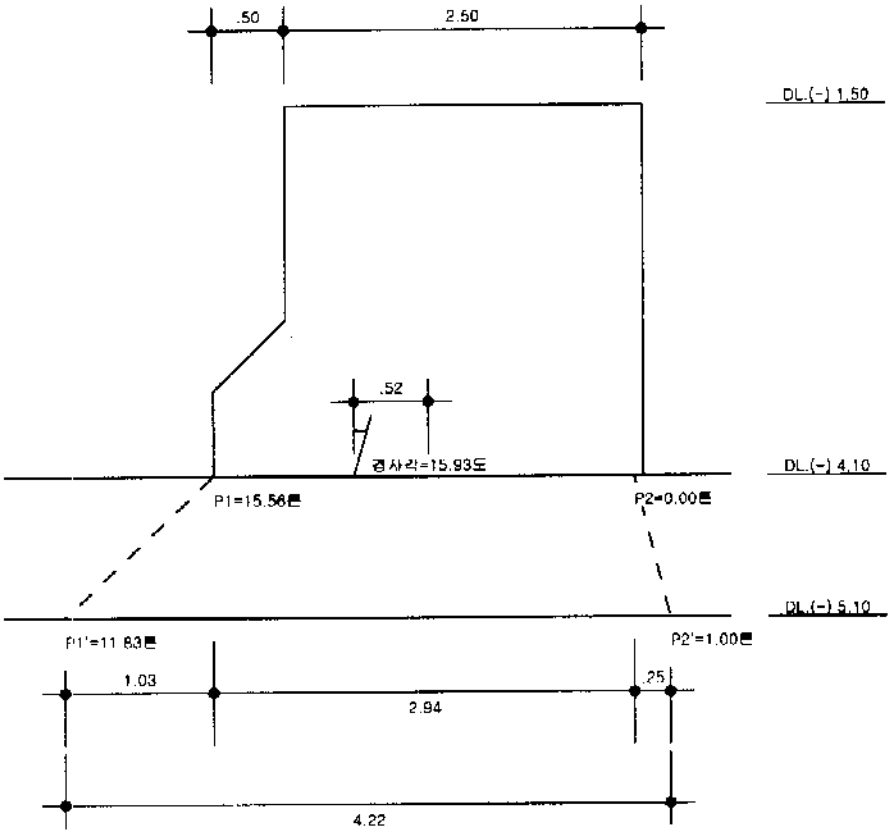



벽체활동 및 벽체전도에 대한 안정검토

DL.(+) 0.30m면에서 마찰계수 = 0.5
연직력 = 4.67323 톤/미터 : 수평력 = 1.48974 톤/미터
전도모멘트 = 1.64299 톤 : 저항모멘트 = 3.98129 톤
활동 = 1.568 > 1.2 이므로 적합 : 전도 = 2.423 > 1.2 이므로 적합

DL.(-) 1.50m면에서 마찰계수 = 0.5
연직력 = 10.88927 톤/미터 : 수평력 = 3.0769 톤/미터
전도모멘트 = 5.64171 톤 : 저항모멘트 = 11.18887 톤
활동 = 1.77 > 1.2 이므로 적합 : 전도 = 1.983 > 1.2 이므로 적합

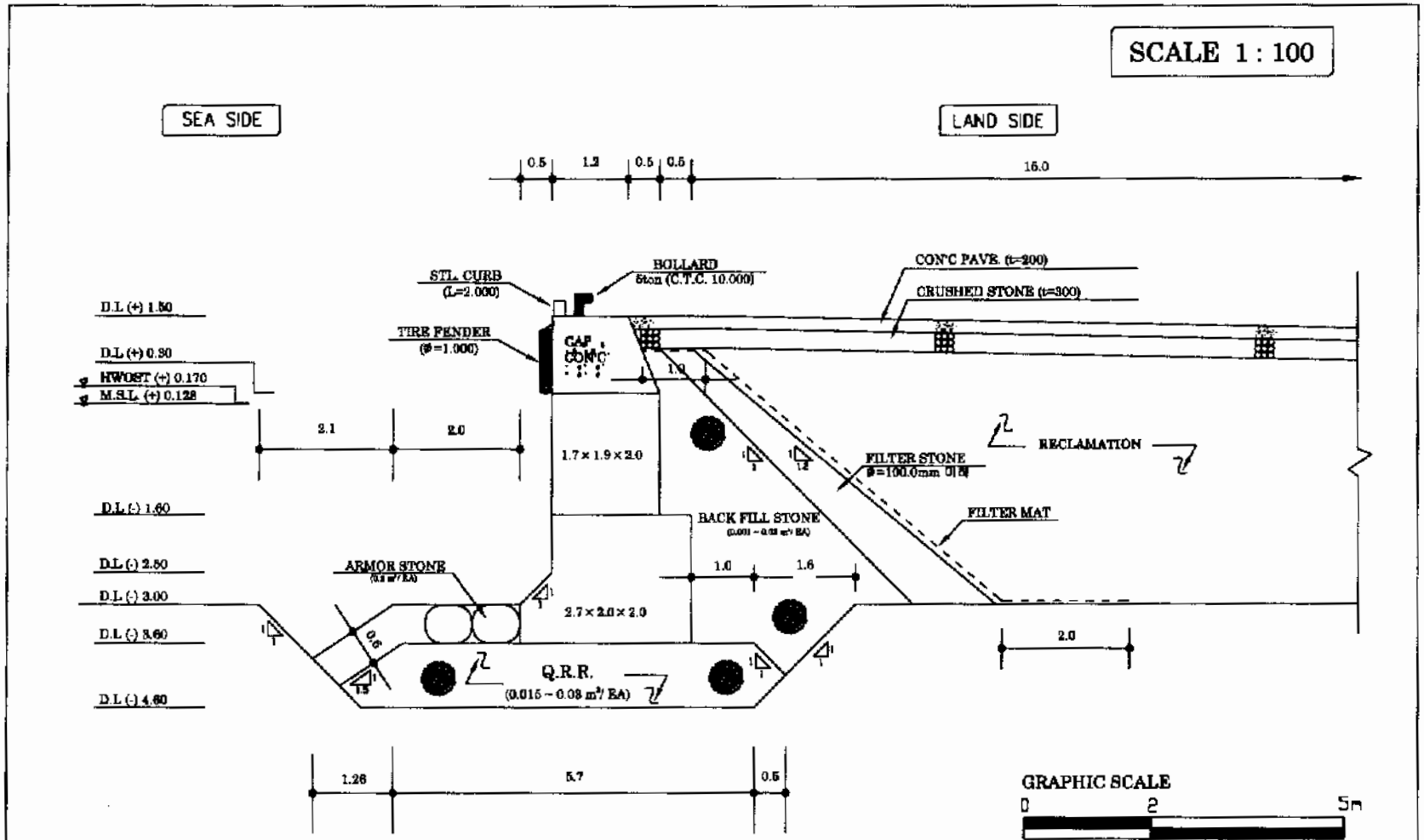
DL.(-) 4.10m면에서 마찰계수 = 0.6
연직력 = 22.85136 톤/미터 : 수평력 = 6.52129 톤/미터
전도모멘트 = 17.83199 톤 : 저항모멘트 = 40.19841 톤
활동 = 2.102 > 1.2 이므로 적합 : 전도 = 2.254 > 1.2 이므로 적합




## 기초사석저면에서의 지반반력검토

★★ 벽체 저면에서 지반반력 계산
합력 작용방향 = 15.928도
편심량 = 0.521m
최대반력(P1) = 15.565톤/평방미터
최소반력(P2) = 0.톤/평방미터
★ 편심 경사하중에 대한 검토
한계지지력 = 37.5톤/평방미터
안전율 = 4.923 > 1.00이므로 적합

★★ 기초사석 저면에서 지반반력 계산
최대반력(P1') = 11.83톤/평방미터
최소반력(P2') = 1.톤/평방미터
허용지지력 = 22.948톤/평방미터 > 11.83톤/평방미터

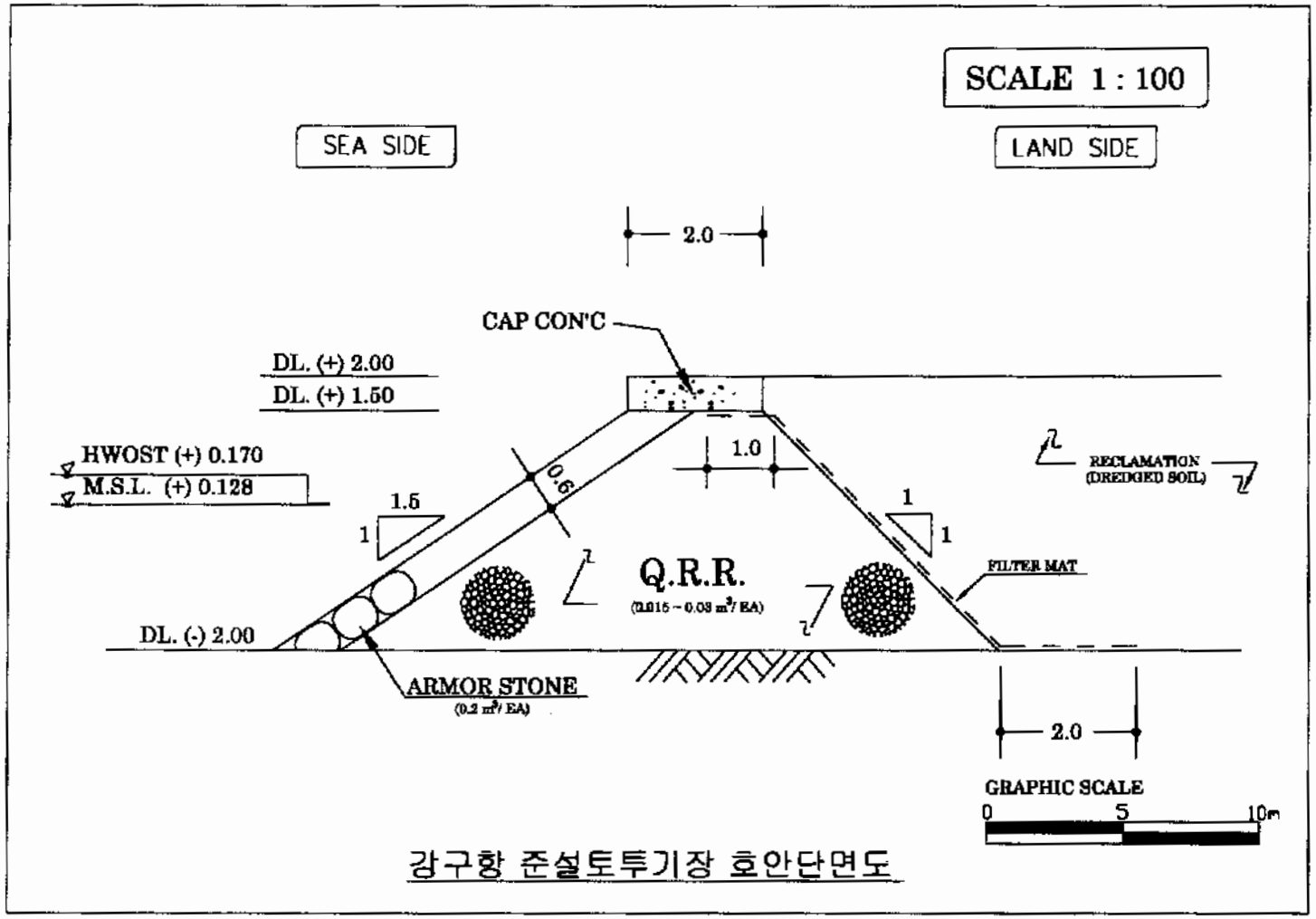



강구항 물양장 유보구간 표준단면도

# 강구항 물양장 유보구간 표준단면

(단위 : 원)

| 공 종 | 규 격 | 단위 | 수 량 | 단 가 | 금 액 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.기초공 | | | | | 1,866,914 |
| 기초사석(해상) | 0.015-0.03m³/EA | m³ | 7.678 | 30,881 | 237,107 |
| 뒷채움사석(수상) | 0.001-0.03m³/EA | m³ | 0.572 | 21,492 | 12,284 |
| 뒷채움사석(수중) | 0.001-0.03m³/EA | m³ | 10.267 | 23,761 | 243,950 |
| 피복석(해상) | 0.2m³/EA | m³ | 2.242 | 46,095 | 103,347 |
| 필터사석(수상) | Φ 100mm 이하 | m² | 0.609 | 12,187 | 7,422 |
| 필터사석(수중) | Φ 100mm 이하 | m² | 3.711 | 14,458 | 53,654 |
| Filter Mat | 수상 | m² | 2.352 | 64,995 | 152,849 |
| Filter Mat | 수중 | m² | 6.897 | 65,386 | 450,935 |
| 기초굴착 | 토사 | m³ | 12.480 | 6,350 | 79,248 |
| 피복석고르기(수중) | 0.2m³/EA | m² | 3.514 | 52,649 | 185,024 |
| 속고르기(수상) | 0.015-0.03m³/EA | m² | 1.224 | 7,649 | 9,361 |
| 속고르기(수중) | 0.015-0.03m³/EA | m² | 7.470 | 21,429 | 160,072 |
| 기초고르기(수상) | 0.015-0.03m³/EA | m² | - | 20,848 | - |
| 기초고르기(수중) | 0.015-0.03m³/EA | m² | 3.700 | 46,395 | 171,662 |
| 2.상부공 | | | | | 125,725 |
| CAP.CONC. | 50-180-8 | m³ | 1.740 | 54,635 | 95,065 |
| 거푸집 | 합판 4회 | EA | 2.500 | 12,264 | 30,660 |
| 3.구체공 | | | | | 1,559,941 |
| CONC.Block제작 | 1.7x1.9x2.0 | EA | 0.500 | 487,846 | 243,923 |
| CONC.Block제작 | 2.7x2.0x2.0 | EA | 0.500 | 696,471 | 348,235 |
| 블럭운반거치 | 1.7x1.9x2.0 | EA | 0.500 | 204,946 | 102,473 |
| 블럭운반거치 | 2.7x2.0x2.0 | EA | 0.500 | 360,434 | 180,217 |
| 매립 | 비다짐 | m³ | 50.075 | 6,827 | 341,862 |
| Concrete Pavement | t=500 | m² | 8.167 | 25,512 | 208,349 |
| Bollard | 10 Ton | 조 | 0.100 | 71,661 | 7,166 |
| Steel Curb | L=2,000 | 조 | 0.500 | 105,500 | 52,750 |
| Tire Fender | L=1,000 | 조 | 1.000 | 20,465 | 20,465 |
| Edge Protection | | m | 1.000 | 54,500 | 54,500 |
| 소계 | | | | | 3,552,579 |
| 제경비 | 35% | 식 | | | 1,243,403 |
| 계 | | | | | 4,795,982 |
| VAT | 10% | | | | 479,598 |
| m당공사비 | | | | | 5,275,580 |




감구항 준설토투기장 호안단면도

# 강구항 준설토투기장 표준단면

(단위 : 원)

| 공 종 | 규 격 | 단위 | 수 량 | 단 가 | 금 액 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.기초공 | | | | | 854,666 |
| 기초사석(육상) | 0.015-0.03m³/EA | m³ | 21.218 | 16,817 | 356,820 |
| 기초사석(육해상) | 0.015-0.03m³/EA | m³ | 1.357 | 26,322 | 35,721 |
| 기초사석(해상) | 0.015-0.03m³/EA | m³ | - | 30,881 | - |
| 피복석(육상) | 0.2m³/EA | m³ | 2.729 | 31,608 | 86,260 |
| 피복석(육해상) | 0.2m³/EA | m³ | 1.296 | 32,399 | 41,987 |
| 피복석(해상) | 0.2m³/EA | m³ | - | 46,095 | - |
| Filter Mat | 수상 | m² | 2.833 | 64,995 | 184,150 |
| Filter Mat | 수중 | m² | 4.912 | 65,386 | 321,150 |
| 기초굴착 | 토사 | m³ | - | 6,350 | - |
| 피복석고르기(수상) | 0.2m³/EA | m² | 2.475 | 18,739 | 46,387 |
| 피복석고르기(수중) | 0.2m³/EA | m² | 3.834 | 52,649 | 201,877 |
| 속고르기(수상) | 0.015-0.03m³/EA | m² | 2.475 | 7,649 | 18,934 |
| 속고르기(수중) | 0.015-0.03m³/EA | m² | 3.834 | 21,429 | 82,167 |
| 기초고르기(수상) | 0.015-0.03m³/EA | m² | - | 20,848 | - |
| 기초고르기(수중) | 0.015-0.03m³/EA | m² | - | 46,395 | - |
| 2.상부공 | | | | | 66,899 |
| CAP.CONC. | 50-180-8 | m³ | 1.000 | 54,635 | 54,635 |
| 거푸집 | 합판 4회 | EA | 1.000 | 12,264 | 12,264 |
| 소계 | | | | | 921,565 |
| 제경비 | 35% | 식 | | | 322,548 |
| 계 | | | | | 1,244,112 |
| VAT | 10% | | | | 124,411 |
| m당공사비 | | | | | 1,368,524 |

# 江口港 案別 概略 工事費

1) 補强斷面 概略工事費

(단위 : 천원)

| 施設名 | | 數量 (m) | 單價 | 工事費 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|
| 北防波堤 | 頭部 N0 | 16 | 2,934 | 46,944 | |
| | 幹部 N1 | 84 | 2,656 | 223,104 | |
| | 幹部 N2 | 50 | 2,421 | 121,050 | |
| | 幹部 N3 | 40 | | 132,414 | |
| | 幹部 N4 | 200 | 1,649 | 329,800 | |
| | 小 計 | 390 | | 853,312 | |
| 總 工事費 | | | | 853,312 | |

1) 第 1案 概略工事費

(단위 : 천원)

| 施設名 | | 數量 (m) | 單價 | 工事費 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|
| 北防波堤 | 頭部 N0 | 20 | 66,000 | 1,320,000 | |
| | 幹部 N1 | 80 | 44,300 | 3,544,000 | |
| | 幹部 N2 | 350 | 39,700 | 13,895,000 | |
| | 소 계 | 450 | | 18,759,000 | |
| 南防波堤 | 頭部 S0 | 15 | 27,200 | 408,000 | |
| | 幹部 S1 | 185 | 15,100 | 2,793,500 | |
| | 幹部 S2 | 80 | 5,700 | 456,000 | |
| | 소 계 | 280 | | 3,657,500 | |
| 北防波堤 補强 | | 390 | | 853,300 | |
| 浚渫(㎥) | | 200 | 20 | 4,000 | |
| 物揚場 | | 135 | 5,700 | 769,000 | |
| 總 工事費 | | | | 24,042,000 | |

2) 第 8案 概略工事費

(단위 : 천원)

| 施設名 | | 數量 (m) | 單價 | 工事費 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|
| 北防波堤 | 頭部 N0 | 20 | 62,200 | 1,244,000 | |
| | 幹部 N1 | 130 | 39,700 | 5,161,000 | |
| | 소 계 | 150 | | 6,405,000 | |
| 南防波堤 | 頭部 S0 | 15 | 24,000 | 360,000 | |
| | 幹部 S1 | 165 | 14,300 | 2,359,500 | |
| | 幹部 S2 | 120 | 3,300 | 396,000 | |
| | 소 계 | 300 | | 3,115,500 | |
| 北防波堤 補强 | | 390 | | 853,300 | |
| 浚渫(m³) | | 200 | 20 | 4,000 | |
| 物揚場 | | 135 | 5,700 | 769,000 | |
| 總 工事費 | | | | 11,146,000 | |

3) 第 11案 概略工事費

(단위 : 천원)

| 施設名 | | 數量 (m) | 單價 | 工事費 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|
| 北防波堤 | 頭部 N0 | 20 | 64,400 | 1,288,000 | |
| | 幹部 N1 | 180 | 39,700 | 7,146,000 | |
| | 소 계 | 200 | | 8,434,000 | |
| 南防波堤 | 頭部 S0 | 20 | 43,000 | 860,000 | |
| | 幹部 S1 | 160 | 27,800 | 4,448,000 | |
| | 幹部 S2 | 140 | 23,200 | 3,248,000 | |
| | 幹部 S3 | 90 | 13,100 | 1,179,000 | |
| | 소 계 | 410 | | 9,735,000 | |
| 中間 防砂堤 G1 | | 100 | 3,300 | 330,000 | |
| 北防波堤 補强 | | 390 | | 853,300 | |
| 浚渫(m³) | | 200 | 20 | 4,000 | |
| 物揚場 | | 135 | 5,700 | 769,000 | |
| 總 工事費 | | | | 20,125,000 | |

4) 第 12案 概略工事費

(단위 : 천원)

| 施設名 | | 數量 (m) | 單價 | 工事費 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|
| 北防波堤 | 頭部 N0 | 20 | 64,400 | 1,288,000 | |
| | 幹部 N1 | 180 | 39,700 | 7,146,000 | |
| | 소 계 | 200 | | 8,434,000 | |
| 南防波堤 | 頭部 S0 | 20 | 35,600 | 712,000 | |
| | 幹部 S1 | 145 | 23,200 | 3,364,000 | |
| | 幹部 S2 | 90 | 13,100 | 1,179,000 | |
| | 幹部 S3 | 80 | 5,700 | 456,000 | |
| | 소 계 | 335 | | 5,711,000 | |
| 北防波堤 補强 | | 390 | | 853,300 | |
| 浚渫(㎥) | | 200 | 20 | 4,000 | |
| 浚渫土投機場 護岸 | | 290 | 1,300 | 383,500 | |
| 物揚場 | | 135 | 5,700 | 769,000 | |
| 總 工事費 | | | | 16,154,000 | |

"정직한 주인 의식"

# 강 구 수 산 업 협 동 조 합

우 766-820 경북 영덕군 강구면 강구리 256-48 / 전화(0564)732-9112 / FAX 732-9116 / 담당 김귀태

문서번호 지도 04022-952
시행일자 99. 9. 20
경 유
수 신 한국해양연구소
참 조 연안항만공학센타

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 선결 | | | 지시 | | |
| 접수 | 일자 시간 | | 결재·품람 | | |
| | 번호 | | | | |
| 처리과 | | | | | |
| 담당자 | | | | | |

제 목 어항 기능시설 면적 자료송부

1. 관련 : 해양연구소 연안항만 공학센타 자료 요청 입니다.

2. 위 관련하여 우리조합 어항의 기능시설 면적자료를 붙임과 같이 송부합니다.

붙 임 : 어항의 기능시설 면적자료 서식 1부 끝.

강 구 수 산 업 협 동 조 합

# 어항 기능시설 면적현황

| 구 분 | 면 적 (㎡) | 비 고 |
|---|---|---|
| 위 판 장 | 1,140 | |
| 제빙.저빙시설 | 264 | |
| 냉동.냉장시설 | 288 | |
| 급 유 | 370 | |
| 급 수 | | |
| 야 적 장 | | |
| 어구 수리장 | 320 | |
| 수 산 창 고 | | |
| 어민복지시설 | 432 | |
| 주 차 장 | | |
| 소 요 면 적 | | |