

BSPE 00166 - 276 - 2

2次元 파랑-흐름 複合水槽 建設 및 運用

Construction and Engineering Application of a
Two-dimensional Wave-Current Flume

1990. 4.

韓國科學技術研究院
海 洋 研 究 所

提 出 文

海洋研究所長 貴下

本 報告書를 “2次元 파랑-흐름 複合水槽 建設 및 運用” 課題의
最終報告書로 提出합니다.

1990年 4月

海洋研究所 沿岸工學 研究室

研究責任者：廉 器 大

研 究 員：宋 源 吾

研 究 員：蔡 璋 源

研 究 員：李 達 秀

研 究 員：金 孝 燮

研 究 員：姜 錫 求

研 究 員：蘇 在 貴

研 究 員：陣 載 律

研 究 員：廉 器 大

研 究 員：安 熙 道

研 究 員：全 仁 植

研 究 員：鄭 信 澤

研 究 員：鄭 遠 武

研 究 員：吳 榮 敏

要約文

I. 題 目

2次元 파랑-흐름 複合水槽 建設 및 運用

II. 연구 개발의 重要性 및 目的

1. 최근 국내 산업발달의 고도화와 인구 증가로 말미암아 효율적인 海洋開發의 필요성이 급증하게 되었으며 인위적 구조물의 설치, 개발에 부수되는 환경변화 예측 등에 관련된 沿岸工學的 問題 解決의 수요가 날로 증가하고 있다. 연안 공학적 문제 해결은 數値모델, 水理實驗과 現場觀測 등 세 가지 수단의 적절한 운용에 의해서 달성되며, 특히 수리실험은 수치모델을 검증하고 현장조건을 실험실내에 효과적으로 재현하여 여러 對案을 시험할 수 있는 매우 중요한 역할을 담당한다. 국내의 기존 연안공학은 주로 수치모델에 치중하여 왔으나 향후 水理實驗을 그 해결 기법에 포함함으로써 보다 균형적 발전을 기할 수 있을 것으로 판단된다.
2. 본 사업에서 건설된 파랑-흐름 複合水槽는 상기 수리실험의 기본적인 공간을 제공할 수 있으며 規則波 또는 不規則波와 파랑에 순행 또는 역행하는 흐름을 발생시킴으로써 파랑과 海流가 공존하는 해황을 보다 정확히 재현할 수 있다. 이와같은 수조는 국내에 처음 시도된 첨단

형태이며 장차 구조물의 外力決定, 波動力學, 堆積物移動 및 오염물질 확산 등에 관련된 기초 및 응용연구에 매우 중요하게 이용될 것으로 전망된다.

III. 연구 개발의 內容 및 結果

1. 파랑-흐름 複合水槽 건설 완료

- 水槽本體(53.15mL×1mW×1.25mH)
- 回流시스템
 - 조류 Box 3개
 - 회류관(φ300 PVC)
 - 회류펌프(40Hp), 밸브
- 電源設置
 - 조파기 전원(208 Volt)
 - 造流펌프 전원(208 Volt)
 - 계측기기 전원(115 Volt)
 - 급수펌프 전원(208 Volt)
 - UPS 설치
- 수조 부속시설
 - 실험카트
 - 계측기기 운반기
- 給·排水管網
 - 급수펌프 및 급수관망
 - 배수관망
 - 汚水管網

2. 수조이용 연구 제시 및 차후 보완사항

- 수조상부 Crane
- 자동추진 계측기기 운반기
- 자동유량조절 펌프

SUMMARY

I. Title

Construction and Engineering Application of a Two-dimensional Wave-Current Flume

II. Significance and objectives of the studies

1. Due to the high development of the domestic industry and the rapid increase of population in the country, the effective development of coastal and ocean resources has been acknowledged very important. The demand of coastal and ocean engineering application for the construction of man-made structures and for the prediction of environmental changes accompanied by the development has rapidly increased. The methodology of the coastal and ocean engineering consists of numerical modellings, physical modellings and field observations. In particular, the physical modellings can verify the performance of numerical modellings and reproduce the field condition in laboratory scales in order to test several alternatives. The present status of coastal and ocean engineering in the country has put emphasis on the numerical modellings only, but the physical modellings should be incorporated in the solution methodology to achieve the balanced development of the expertise in the country.

2. The two-dimensional wave-current flume constructed by the present study can provide basic space for the physical modellings and hydraulic experiments, generating regular or irregular waves and unidirectional currents following or opposing to waves. Hence, in more exact way it can simulate the sea condition where waves always coexist with currents. This type of flume was first attempted in the country in the form of highly sophisticated function and will importantly contribute to the basic or applied researches related to external forces on coastal structures, wave mechanics, sediment transport and pollutant diffusion.

III. Contents and Results of the study

1. Construction of wave-current flume

- Main body of flume($53.15\text{mL} \times 1\text{mW} \times 1.25\text{mH}$)
- Recirculation system
 - 3 current generating boxes
 - Recirculation pipes(300ϕ PVC)
 - Recirculation pump(40 Hp) and valves
- Electrical circuits
 - Wave generator
 - Recirculation pump
 - Instruments
 - Water supplying pump

- Flume accessories
 - Mobile cart
 - Sensor carriage
 - Pipe networks of water supply and drain
 - Water supply pump and pipes
 - Drain pipes to water tank
 - Discharge pipe to exterior sewer
2. Suggestion of researches using the flume and recommendations
- Overhead crane
 - Self-propelled sensor carriage
 - Automatic control system of pump flow rates

目 次

要 約 文	3
圖 目 次	15
表 目 次	17
제 1 장 緒 論	19
제 2 장 水槽 建設의 背景	20
제 1 절 수리실험의 重要性	20
제 2 절 국외 수리실험실 現況	22
제 3 절 수리실험시설 발전계획 제시	27
제 3 장 枋梁-흐름 複合水槽 建設內容 및 利用計劃	30
제 1 절 建設내용	30
제 2 절 수조 이용계획	33
제 3 절 차후 보완사항	35
제 4 장 結 論	37

참 고 문 헌 39

附 錄

A. 수조설계 시방서 43
B. 수조구조 및 수리계산서 57
C. 수조설계 도면 71
D. 실험실 전기배선도 105
E. 조파수조 사진첨부 111

Contents

Summary	7
List of Figures	15
List of Tables	17
Chapter 1. Introduction	19
Chapter 2. Background of flume construction	20
Section 1. Significance of hydraulics experiment.	20
Section 2. Current status of foreign hydraulics laboratories	22
Section 3. Proposal of master plan of hydraulic experimental facilities in Korea Ocean Research and Development Institute(KORDI)	27
Chapter 3. Construction contents of wave-current flume and utilization plans	30
Section 1. Construction contents	30
Section 2. Utilization plans	33
Section 3. Consideration of future updates	35
Chapter 4. Conclusions	37
References	39

Appendix

A. Design specification of flume	43
B. Structural and hydraulic calculations of flume	57
C. Drawings of wave-current flume	71
D. Drawings of electrical circuits	105
E. Photographs of flume	111

圖 目 次

(List of Figures)

Fig. 2.1.1	Relationship of three solution methods for coastal engineering problems	20
Fig. 2.3.1	Development plan of coastal engineering laboratory	27
Fig. 2.3.2	Integrated system of wave generation and data acquisition	28
Fig. 3.1.1	Overall configuration of wave-current flume	31
Fig. E1	Front view of wave-current flume	113
Fig. E2	Top view of wave-current flume	113
Fig. E3	Wave generator	115
Fig. E4	Current recirculation system	115

表 目 次

(List of Tables)

Table. 2.2.1	Experimental facilities of Hydraulic Research, U. K.	23
Table. 2.2.2	Experimental facilities of Delft Hydraulic Laboratory, Netherlands	24
Table. 2.2.3	Experimental facilities of National Research Council, Canada	25
Table. 2.2.4	Experimental facilities of Port and Harbour Research Institute, Japan	26
Table. 2.3.1	Measuring instruments in hydraulic laboratory in KORDI	29

제 1 장 緒 論

水理實驗은 해양공학적 諸問題를 해결하는데 수치모델을 검증하거나 수학적 모형화가 곤란한 현상을 규명하는데 매우 필수적인 역할을 담당하여왔다. 본 사업에서 건설된 2차원 造波水槽는 이러한 수치모형실험의 기본적 공간을 제공하며, 波動力學, 구조물의 외력결정, 각종 구조물 및 기기의 性能試驗과 퇴적물 이동 및 오염물 확산 현상등의 연구에 매우 효과적으로 사용할 수 있다.

본 사업에서 목표로 했던 2차원 파랑-흐름 복합수조는 규칙파 또는 불규칙파를 발생시킬 뿐만아니라 파랑에 逆行 또는 順行하는 흐름을 발생시킴으로써 항시 파랑과 해류가 공존하는 海況狀態를 보다 정밀히 재현시킬 수 있다. 특히 기존의 수조실험에서 고질적인 문제로 지목되어 왔던 수조내 反射波 문제를 해소하기 위한 反射波 吸收필터를 조파기 제어 시스템속에 포함시키어 수조내에 항상 입력 파랑이 유지될 수 있도록 하였다. 파랑-흐름 복합발생 및 반사파 흡수 기능은 국내에 처음 시도된 것으로서 精密한 實驗結果를 획득하는데 크게 기여할 것으로 전망된다.

본 고에서는 연안공학에서의 수치실험의 중요도, 본 수조의 건설 배경, 수조의 사용계획 등에 대해서 기술하였다. 아울러 수조건설을 위한 設計 指針書, 구조계산서 및 도면등을 첨부하였다.

제 2 장 水槽建設의 背景

제 1 절 수리실험의 重要性

종래의 연안공학과 해양공학의 발전은 수치모델, 수리실험, 현장관측 등 세가지 수단의 적절한 운용을 통하여 이루어져 왔다(Fig. 2.1.1 참조). 임의의 물리적 현상에 대하여 數値모델은 수학적 단순화 및 수치해석에서 비롯되는 誤差를 포함하고 있음에도 불구하고 여러 관련 변수들을 효과적으로 변화시키면서 비교적 짧은 시간에 여러 對案들을 시험할 수 있는

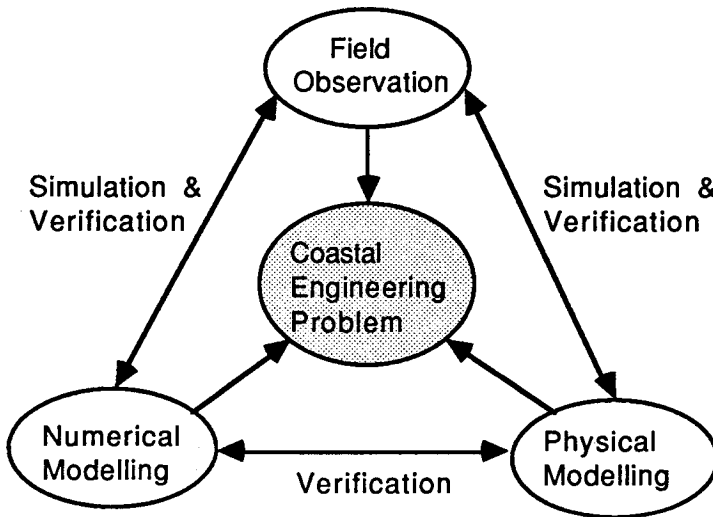


Fig. 2.1.1 Relationship of three solution methods for coastal engineering problems

장점이 있다. 그러나 경우에 따라서는 수치모델은 실지 현상과는 상당한 차이를 보이는 결과를 줄 수 있으며 이 결과를 그대로 채택하여 공학적 문제에 적용할 경우 치명적 또는 비경제적인 설계 및 시공을 초래할 수 있다. 따라서 수치모델의 결과는 반드시 水理實驗 및 現場觀測 결과와 比較·檢證을 해야된다. 특히 수리실험은 수치모델을 검증할 수 있을뿐 아니라 수학적 모형화가 곤란하거나 불가능한 문제를 해결하는데 상당한 도움을 주고 있으며 실지로 연안역에서 발생하는 亂流境界層 문제 및 퇴적물 또는 오염물질 확산 현상의 규명에 많이 이바지 하여왔다.

외국의 경우 수개의 유명 연안공학 관련 研究所들은 발전과정에서 수리실험이 수치모델보다 선행해 왔으며 수리실험을 위한 각종 장비를 꾸준히 지속적으로 발전시켜 심지어 商業化하고 있는 실정이다. 따라서 근간에 각광을 받고 있는 수치모델은 이와같은 탄탄한 수리실험의 기초위에 검증을 통한 보다 정확한 고도의 품질로 발전되고 있는 것이다. 특히 대상 物理現象이 연안 및 해양구조물일 경우 水理模型實驗은 필수적이라고 볼수 있으며 이들 연구소들은 이와같은 구조물 실험을 위한 전문부서를 설치·운영하고 있다. 이에 반하여 국내에서는 연안공학의 문제해결을 위하여 거의 數値모델에만 의존하고 있으며 그 검증을 위해서는 외국에서의 實驗例 및 현장관측결과를 주고 이용하고 있다. 이와같은 현상은 국내 연안공학의 역사가 짧은 점과 또한 수치모델의 경제성, 수리실험의 高價性 및 필요성 인식부족 등 여러면에서 원인을 찾을 수 있으나 무엇보다도 최근에 급증하는 沿岸域 開發의 수요를 충족하기 위하여 수치모델이 일단 접근하기 쉽다는 데에 주 원인이 있다고 볼 수 있다. 따라서 수리실험 및 수리모형 실험기법의 발전을 위한 노력은 상대적으로 저하되어 왔으며 아울러 수

리모형 실험이 필수적인 沿岸 및 海洋構造物의 개발을 위한 노력은 외국과 비교하여 상당히 낙후되어 있다. 국내의 연안공학은 이와 같이 상당한 취약성을 내포하고 있으며 수리실험의 不在는 장기적인 연안공학 발전에 저해가 된다고 볼 수 있다.

수리실험 및 수리모형실험은 최첨단 수치모델의 개발 및 상업화를 모색하는데 필수적이라고 볼 수 있으며 국내의 연안공학적 문제의 균형적 발전 및 기술의 海外輸出을 위하여 지금부터라도 발전시켜야 할 분야이다.

제 2 절 국외 수리실험실 현황

연안공학 실험에서 사용되는 波浪, 潮汐 및 바람 발생장치를 국외의 유명 실험실 별로 열거하면 Table 2.2.1~2.2.4와 같다.

Table 2.2.1 Experimental facilities of Hydraulic Research, U.K.

facility \ spec.	length (m)	width (m)	max. water depth (m)	max. wave height(m)	flow capa- city(m ³ /s)
Wind wave flume		1.8	0.6	0.3	
Wave flume	28	1.2	0.75	0.3	
	23	1.2	0.75	0.3	
		1.5	0.9		
Open channel		0.6	0.4	0.15	
		3.0	1.5	0.6	
3-D basin	35	24	0.76		0.7
	18.5	54.9	0.51		
	22.9	24.9	0.38		
	20.1	12.8	0.61		1.7
	18	14	1.9		
	24.4	24.4	2.53		
	40	27	1.32		
50	37.5	0.61	0.085		

Table 2.2.2 Experimental facilities of Delft Hydraulic Laboratory,
Netherlands.

facility \ spec.	length (m)	width (m)	max. water depth (m)	max. wave height(m)	flow capa- city(m ³ /s)	max. wind speed(m/s)
Wind wave flume	100	8.0	0.8	0.3	1.0	1.5
	100	2.0	0.8	0.3	0.5	1.5
Wave flume	30	0.5	0.5	0.2	0.2	
	60	1.0	1.5	0.4	0.5	
	55	2.5	1.2	0.4	0.5	
Open channel	6	0.8	1.0		0.8	
	45	1.0	1.6		0.7	
	35	5.0	1.2		1.0	
	25	0.5	0.7		0.25	
	30	1.0			1.25	
3-D basin	38	36	0.45	0.12	0.9	

Table 2.2.3 Experimental facilities of National Research Council, Canada.

facility \ spec.	length (m)	width (m)	max. water depth (m)	max. wave height(m)	flow capa- city(m³/s)
Wave flume	63	1.8	1.25	0.59	
	59	1.21	1.0	0.5	
	30	1.25	0.81	0.25	
Open channel	10	2.75	1.36		1.0
3-D basin	50	30	2.7	0.8	
	63	14.2	1.35	0.5	
	28	14	0.8	0.25	
	30	30	0.8		

**Table 2.2.4 Experimental facilities of Port and Harbour Research
Institute, Japan.**

facility \ spec.	length (m)	width (m)	height (m)	max. wave height(m)	max. wind speed(m/s)
Wind wave flume	22	0.6	0.8		15
	66	1.5	1.3		30
Wave flume	105	3.0	2.5	0.8	
	160	1.0	1.5		
	35	0.5	1.0		
	25	1.0	0.65	0.2	
	44.5	0.5	1.2	0.3	
	40	1.5	1.5	0.45	
Open channel	30	1	1		
	20	1	2		
3-D basin	50	45	3.8		
	50	30	0.8	0.25	
	30	20	1		
	50	48	1		
	40	30	1		

제 3 절 수리실험시설 발전계획 제시

제 2절의 국외 실험소 실험설비 현황에서 알 수 있듯이 기본적인 실험장치는 2차원水路, 3차원 수조 및 바람 발생 장치로 구분된다. 각각은 실험조건에 따라 다시 여러종류로 세분되나 연안공학 실험을 강조하여 최소한의 실험설비를 제시하면 Fig. 2.3.1과 같다.

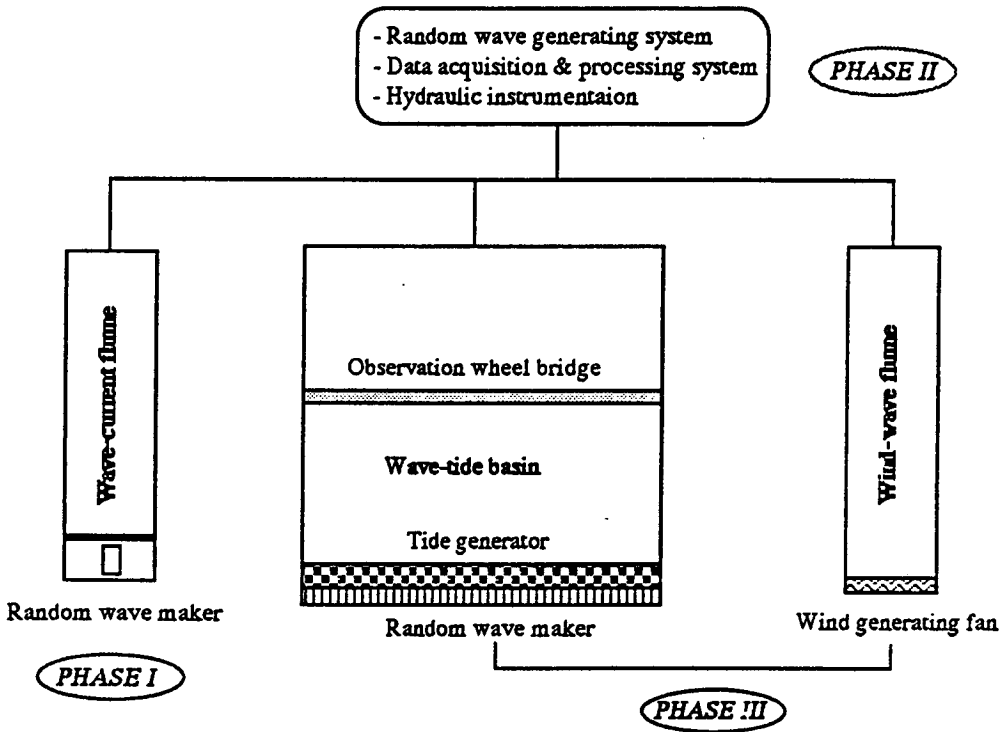


Fig. 2.3.1 Development plan of coastal engineering laboratory

Phase I은 제5장에서 부연하겠지만 본 사업에서 목표로 했던 2차원 파랑-흐름 복합수조이며 Phase II는 1988년도 特別外貨 대출에 의하여 마련된 不規則 波浪발생장치 및 制御 소프트웨어, 실험자료 수집 및 분석 시스템과 각종 계측기기를 의미한다(Fig. 2.3.2 참조). 불규칙 파랑 발생장치는 油壓 시스템을 채택하고 있으며 규칙파 또는 임의의 스펙트럼을 갖는 불규칙 파랑을 발생시킬 수 있다. 또한 기존의 수조실험에서 문제시 되어왔던 반사파를 흡수하여 수조내의 항상 入力 波浪을 유지시킬 수 있는

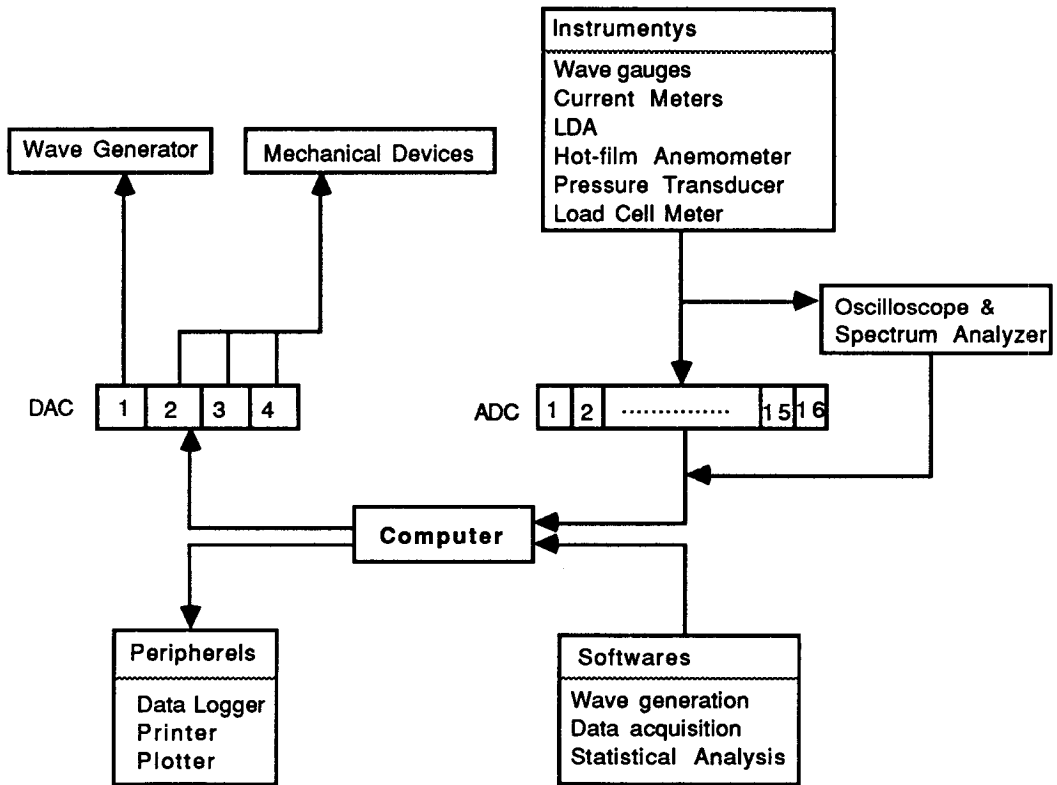


Fig. 2.3.2 Integrated system of wave generation and data acquisition

반사파 흡수필터를 造波機 抑制 시스템속에 포함시키고 있다. 이와같은 반사파 흡수 기능은 국내 최초이며 자세한 기능은 해양연구소(1989)에 설명된 바 있다. 실험자료 수집 및 分析시스템은 1개의 소형컴퓨터(IBM PS2)와 16채널의 Analog-Digital Converter, 4개의 Digital-Analog Converter로 구성되며 4개의 ADC와 1개의 DAC는 造波機 稼動 전용으로 할당되어 있다. 나머지 3개의 DAC와 12개의 ADC는 각각 추후 예상되는 기계장치의 가동과 수리실험 計測器機의 연결을 위한 것이다. 계측기기는 Table 2.3.1에서 보는 바와같이 총 6개가 현재 마련되어 있으며 보다 포괄적인 실험을 위하여 계속 보완시켜 나갈 예정이다. 특히 LDA는 현재 固定式으로 되어있지만 3차원 조파수조에서의 이용을 위한 Fiber optics, 구조물 진동측정 센서, 浮游 粒子 크기의 측정장치 등을 현재의 LDA본체를 이용, 용이하게 확장시킬 수 있다.

Table 2.3.1 Measuring instruments in hydraulic laboratory in KORDI.

기종	규격	용도
Wave gauge	16 channel	파고계측
Current meter	4 "	유속계측
LDA	3 components	난류계측
Hot-film sensor	"	난류 및 온도계측
Load cell meter	6 channel	하중계측
Pressure transducer	8 "	수압계측

제3장 파랑-흐름 복합수조 建設內容 및 利用計劃

제 1 절 建設내용

본 수조는 파랑과 흐름을 동시에 발생시키기 위한 장치이며 回流시스템에 포함되어 있는 4개의 Valve에 의하여 흐름의 방향을 조종함으로써 파랑에 순행 또는 역행하는 흐름을 발생시킬 수 있다. 수조의 설계 고려 사항들은 이미 1988년도와 1989년도의 2개년도의 기본사업에서 소개된바 있으며(海洋研究所, 1988; 海洋研究所, 1989) 전체적으로 水槽本體, 回流시스템, 수조양단의 消波機, 계측기기 운반기, 급·배수시설 등으로 구성되어 있다(Fig.3.1.1 참조).

水槽本體는 길이 53.15m, 높이 1.25m, 폭 1.0m이며 수조 좌측 13m 우측 7m 구간은 양측벽을 강제로 하였으며 나머지는 양측벽을 強化유리로 처리하였다(부록C 참조). 수조의 받침대는 3.3m마다 콘크리트 블럭을 사용하였으며 수조의 실험실 바닥에서의 총 높이는 2.05m이다. 또한 수조의 중심선은 이미 실험실 천장에 설치되어 있는 크레인 앵커 볼트의 중심선에 일치시켜 차후 크레인의 사용을 가능하게 하였다.

回流시스템은 3개의 조류Box, 回流管網으로 구성되어 있으며 회류관망은 다시 40Hp 원심력 펌프, 흐름방향 조절 밸브와 유량계로 구성되어 있다.

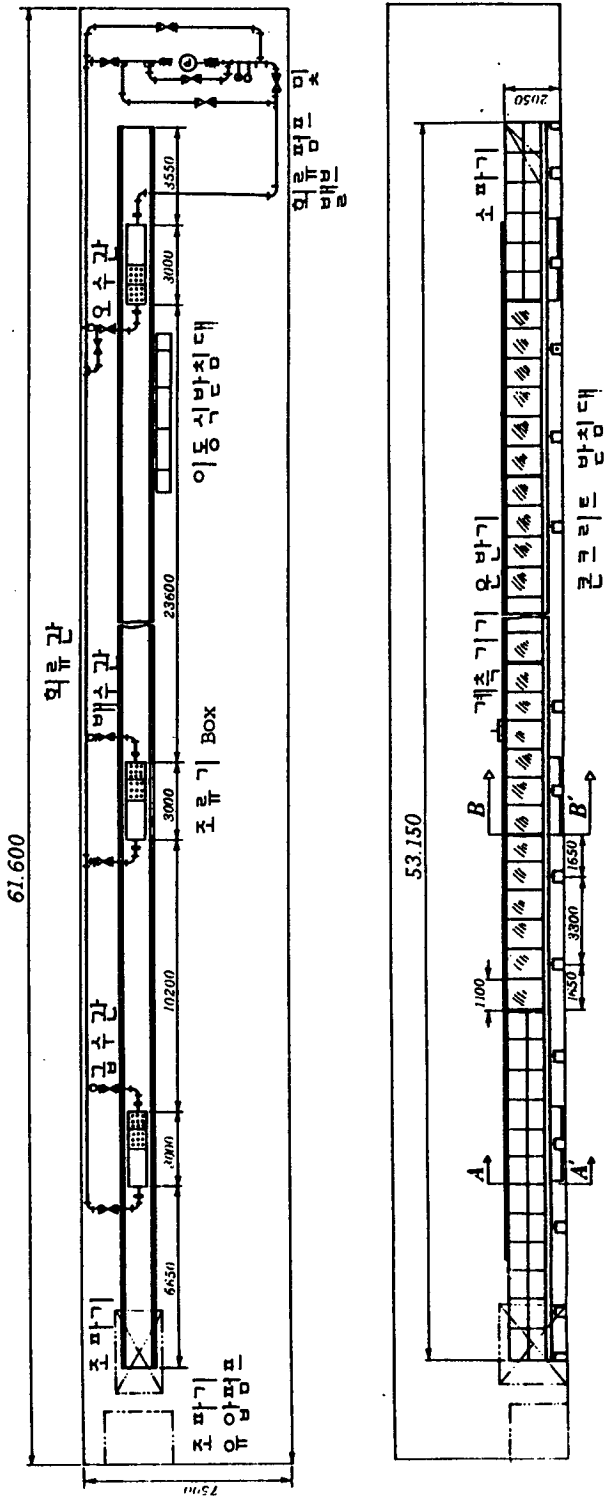


Fig. 3.1.1 Overall configuration of wave-current flume

흐름방향과 관내 유속은 펌프 주변의 4개의 Valve의 開閉에 의해서 조절되며 정확한 관내 유속조절을 위하여 0.81m/s까지 측정할 수 있는 디지털 流量計를 펌프의 토출관에 부착하였다. 3개의 造流Box 중 조파기쪽 조류 Box와 하류쪽 소파기 부근 조류Box는 흐름만을 대상으로 한 실험에 이용하기 위한 것이며 수조 중간 조류Box와 소파기쪽 조류Box와의 결합은 파랑과 흐름을 동시에 발생시킨 상태에서의 실험을 위한 것이다. 각각의 조류Box 내부에는 관에서의 유출을 水槽幅에 걸쳐 분산시키기 위한 Diffuser를 설치하였다. 또한 Box내 이물질은 쉽게 제거할 목적으로 Box의 뚜껑을 분리할 수 있게 하였다.

계측기기 운반기는 계측기기를 수조의 종방향, 횡방향 또는 연직 방향으로 쉽게 운반할 수 있게 하였으며 1mm까지 조작이 가능하다. 기타 급·배수 시설은 수조에 實驗水를 급수 또는 배수시키기 위한 관망시설이며 급수에 대해서는 기존의 지하 물탱크(저수능력: 120ton)로 實驗水를 공급할 수 있도록 10Hp 펌프를 설치하였다. 배수관은 2개를 설치하였는데 조파기쪽 배수관은 깨끗한 실험수를 다시 물탱크에 還流시키기 위한 것이며 하류쪽 배수관은 오염된 실험수를 屋外 污水管에 배출하기 위한 것이다. 두 배수관 공히 자연낙하 방법을 사용하였다.

전원공급시설은 부록 D에서 보는 바와 같이 조파기 유압 탱크와 회류 펌프, 급수펌프에 208Volt를, 조파기 Servo-controller, 계측기기 단자에 115 Volt의 전원을 공급기 위한 것이며 전원 스위치는 각 단말기 근처에 1개씩, 그리고 조작의 便誼性을 위하여 추후에 설치된 실험제어실의 위치에 종합 원격 스위치를 설치하였다. 또한, 갑작스런 電源 遮斷에 의한 실험데이터

손실을 막기 위하여 계측기기 단자에는 UPS를 설치하였다. 造波시스템의 수조내 적재 및 시험가동은 현재 진행중에 있으며 그 결과는 1990년도 기본사업 보고서에 수록할 예정이다.

제 2 절 수조 이용계획

본 수조는 파랑과 흐름을 동시에 발생시킬 수 있고 反射波를 吸收할 수 있는 불규칙 파랑 발생장치를 포함하고 있어 국내 初有의 최첨단 실험설비라고 볼수 있다. 따라서, 본 수조는 연안공학 관련 기초 연구와 응용연구에 매우 효과적으로 이용할 수 있으며 可能한 實驗 項目은 다음과 같다.

－ 파랑과 흐름의 相互作用 : 규칙파 또는 불규칙파 상태하에서 파랑에 순행 또는 역행하는 흐름을 발생시킴으로서 파랑과 흐름의 상호변화, 바닥 근처에서의 境界層解析, 亂流特性 變化 등의 연구가 가능하다. 최근의 항내·외 파랑 전파수치모델은 기존의 파랑만을 대상으로 하는 기법에서 벗어나 점차 潮汐流를 비롯한 해류의 영향을 고려하는 방향으로 진전되고 있다. 이와같은 해류의 영향을 받는 파랑의 전파 수치모델은 본 수조에 의해 효과적으로 검증될 수 있다. 또한 파랑과 흐름의 복합상태에서 발생하는 亂流境界層에 대한 연구는 海底 퇴적물 이동 등의 응용연구에 크게 기여할 수 있다.

－ 구조물에 대한 外力決定 : 기존의 방파제 단면 시험에서는 수조내의 심한 반사파 문제로 인하여 실험결과가 다소의 부정확성을 포함하여 왔음이 사실이다. 그러나 본 수조의 反射波 吸收필터의 기능에 의하여 고질적인

반사파 문제가 해소될 수 있으며 또한 파랑과 해류가 항시 복합되어 있는 해황을 보다 정확히 재현하여 구조물에 대한 외력결정을 정밀히 수행할 수 있다. 기존의 2차원 수조는 固定式 방파제의 단면실험에 치중하여 사용되어 왔으나 본 수조와 하중계측기기(Table 2.3.1 참조)를 이용하여 부유식 구조물의 파력 및 係留라인의 장력 등을 정밀히 계측할 수 있다. 따라서, 본 수조는 현재 수행하고 있는 新消波堤 개발연구에 관련된 浮遊式 消波堤의 수리모형 실험에 활용할 계획이다(해양연구소, 1989). 또한 본 수조는 임의 형태의 연안 및 해양구조물의 성능 결정을 위한 모형실험에 효과적으로 사용될 수 있다.

- 堆積物移動 및 汚染物質 擴散연구: 본 수조의 조류시스템은 0.4m 수심에서 0.3mm 직경의 非點着性 소류사 이동을 가능토록 설계되어 있다. 또한 최고 60cm의 파고를 재현할 수 있기 때문에 흐름 또는 파랑의 단독상태 또는 복합상태에서 퇴적물의 掃流砂 및 浮遊砂 이동에 관련된 기초 및 응용연구를 수행할 수 있다. 단, 퇴적물 이동 실험의 경우, 퇴적물의 회류시스템내로의 유입을 방지하기 위하여 적절한 Sand trap를 설치할 필요가 있다. 또한 흐름 및 파랑의 事前亂流(Free turbulence)를 억제하기 위하여 시험장소(Test section)이전에 적절한 Filter를 설치하여야 한다. 오염물질의 확산연구에 대해서는 오염물질의 순간방류(Instantaneous source)에 대해서만 가능하며 확산의 시간적 변화를 도출하기 위한 오염물질 농도의 측정장치가 차후 보완되어야 한다.

- 계측기기의 檢·矯正: 본 수조는 波高計, 流速計, 波壓計 등을 검·교정할 수 있으며 유속계인 경우 기기를 일정한 속도로 견인할 수 있는 장치 및 自動器機運搬機를 사용하면 현장관측에서 사용되는 유속계도 효

과적으로 보정할 수 있다. 현재 이와같은 장치는 구비되어 있지 않으며 차후 보완되어야 할 항목이다.

장차 수조의 운용계획에 관해서는 각 사업수행시 별도의上記 주제에 관련된 실험 항목을 설정하여 사업의 정확성 및 효율성을 높이고 실험에 소요되는 諸經費 및 실험 기자재의 유지비를 충당할 예정이다.

제 3 절 차후 보완사항

水槽上部 크레인은 연안구조물 실험시 구조물 모형을 수조에 거치시키거나 퇴적물이동 실험시 土砂를 운반하는데 효과적으로 이용할 수 있다. 크레인을 이용하지 않고 人力을 사용할 경우 모형 구조물의 중량으로 인하여 작업시 인원 및 수조의 손상을 초래할 가능성이 있기 때문에 크레인은 필수적으로 설치되어야 한다.

현재 설치된 회류시스템은 펌프 주변의 밸브를 手動的으로 조작하여 유량을 조절할 수 있게 되어 있다. 이와같은 밸브조작은 다소의 시간 및 인력이 소요되며 정확한 유량을 조절하기에는 다소 미흡하다. 최근에 펌프의 회전수를 소형컴퓨터로 제어하여 관내 유량을 조절하는 自動 流量 調節裝置가 국내에서 개발되어 시판되고 있다. 따라서, 실험의 보다 큰 정확도 및 실험시간 절약을 위해서는 상기와 같은 자동 조절장치가 보완 되어져야 할 것이다.

Hot-film Anemometer 및 각종 유속계의 檢·矯正을 위해서는 자체적으로 추진되는 자동계측기기 운반기가 필요하다. 이 운반기는 추진 모터가 적재되어 있으며 원격 조정이 가능하고 하류쪽에 설치되어 있는 센서에 의하여 자동적으로 減速, 정지시킬 수 있다. 이 운반기도 국내에서 설치 가능하다.

제 4 장 결 론

본 사업에 의해서 건설된 파랑-흐름 복합수조는 규칙파 또는 불규칙파와 파랑에 순행 또는 역행하는 一方向性 흐름을 동시에 발생시킬 수 있는 국내 최첨단의 수조이다. 본 수조는 장차 연안공학에 관련된 기초 및 응용연구에 심분 활용되면 水理實驗 不在의 국내 연안공학 발전에 많은 활력소가 되리라고 전망된다.

본 수조는 현재 해양연구소에서 구상하고 있는 수리실험시설의 장기 계획의 일부로서 국내 기술진에 의해 건설되었으며 이미 마련된 수개의 수리실험 계측기와 더불어 연구소내 해양 및 연안공학의 균형적 발전에 크게 기여할 것으로 전망된다. 아울러 수조 건설에서 축적된 설계 및 시공기술은 장차 3차원 造波수조와 風波수조의 건설을 보다 효율적으로 추진하는데 많은 도움을 줄 것으로 판단된다.

본 수조의 보다 원활한 사용을 위해서는 수조 상부 Crane, 자동 유량조절 펌프 및 자동추진 계측기기 운반기등이 추가로 보완되어야 하며, 계측기기에 있어서도 浮遊體 운동을 측정할 수 있는 센서, 부유물질의 농도 및 소류사 운동에 의한 바닥지형을 감지할 수 있는 센서 등이 보완되어야 한다.

回流裝置의 기능과 조파기의 기능 등을 포함하는 수조의 성능에 관한 보정실험을 장차 실시할 예정이며 그 결과는 차기년도 기본사업 보고서에 수록할 예정이다.

참 고 문 헌

(References)

海洋研究所, 1988, 河口 海水運動 및 堆積현상모델 개발연구, BSPE 00117-173-2.

海洋研究所, 1989, 해양구조물의 環境荷重 分析 및 기초실험설비 연구, BSPE 00130-207-2.

海洋研究所, 1989, 해양구조물의 波力吸收를 위한 新所在 개발 연구(I), BSPG 00077-224-2.

附 錄

부 록 A

水槽 設計 시방서

설 계 시 방 서

1. 목 적

본 설계의 목적은 연안공학적 제문제에의 해결책을 모색키위한 2차원 파랑- 흐름 복합수조 건설을 위한 설계 도서를 작성함에 있다.

2. 설치 위치

본 연구소 제2연구동 1층

3. 설계 개요

가. 수조 본체 설계

- 수조 내부 SIZE : $1,000^W \times 1,250^H$
- 수조 길이 : 53.15^m
- FL. LEVEL에서 수조 내부 바닥까지: 0.8^m
- CONC. 수조받침대: $400 \times 1,200 \times H - @ 3,300$

나. 소파기 (wave absorber)

- 제작 및 설치 : 좌.우 2개소
- 소파기 Side rail 지지대 설계

다. 조류 SYSTEM 설계

- 조류 BOX (Current generator) : 3개
- 조류 순환 SYSTEM

라. 실험용수 공급·배수 시설

- SUPPLY LINE (지하물탱크 --->수조)
- RETURN LINE (수조 ---->지하물탱크)
- 배수 LINE (수조 ---->옥외 배수관)

마. 수조 부속 시설

- 계측기기 운반기 및 이동 RAIL
- 3단 실험대

바. 전원 설비

- 소파기 가동전원 Line 구성
- DATA acquisition 가동전원
- 조류기 Pump 가동전원
- 실험용수 공급·배수 Pump 가동전원

4. 설계기준 자료 및 작업내용

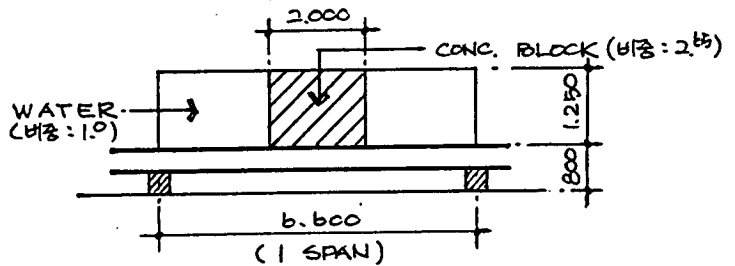
* 수조공간 배치: 별첨 1.2 참조

○ 수조본체 SIZE ---- 53.15m x 1.0m (A) x 1.25m (B)

○ 평면 배치 ----- 0.175m (1/2(B)) + (6.6m x 8 SPAN) + 0.175m (1/2(B)) = 53.15m

가. 수조본체 설계

1) 설계하중 결정: 방파제 단면실험 가정



○ Concrete BLOCK 은 6.6m SPAN 임의점에 위치할 수 있다.

○ 필요 시에는 수조작체 중량을 고려할것

○ 8개 SPAN (1 SPAN = 6.6m) 각 부분을 동일하중 조건으로 할것

2) 설계 고려 사항

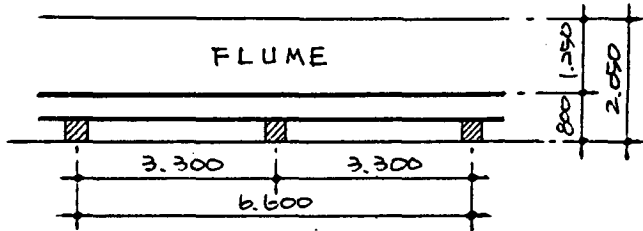
가) 부대의 강도: 모든 부재의 처짐(Deflection)은 1mm 이하로 한다.

- 기초 H 영강
- 저부 횡방향 부재
- 저판 STEEL PLATE
- 측부 지지부재
- 측부 GLASS 또는 STEEL PLATE
- 측벽 상단 H 영강 또는 BOX

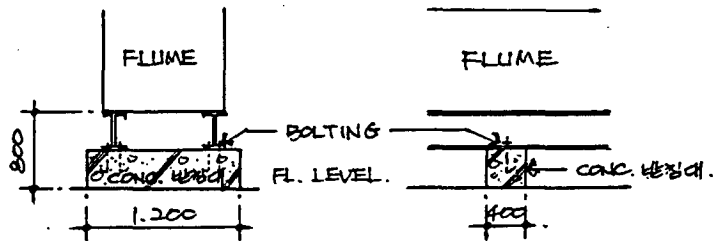
나) 측벽 자재

- 수조 좌단 2 SPAN : STEEL PLATE
- 중앙 5 SPAN : 강화 유리
- 수조 우단 1 SPAN : STEEL PLATE

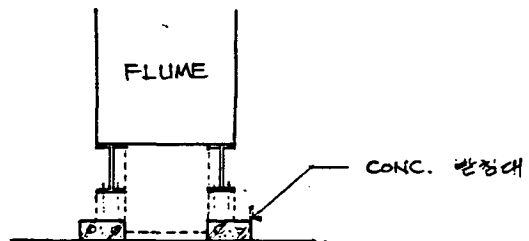
다) Concrete 수조 받침대



- 받침대의 높이: 실험실 바닥에서 FLUME 상단까지의 높이를 2.05m로 하여 받침대의 높이를 정할것
- 받침대의 단면 SIZE : 1,200x400
- 받침대의 고정: - CONC. 수조 받침대와 받침대 위의 H형강은 BOLT 로 고정할것



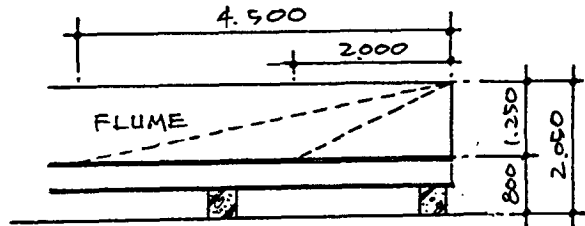
- 실험실 바닥과 받침대는 견고 이 연결토록 할것
- 받침대 설치위치: CONC. 수조 받침대의 설치위치는 3.3m 간격으로 되어있는 건물 구조체의 보 및 Girder 위 중앙에 위치시킬것.
- 조류 BOX (Current Generator) 부분의 받침대는 다음과 같이 설계할것



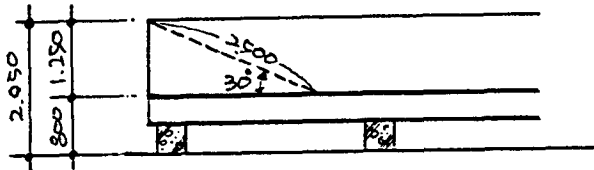
나. 소파기 (WAVE ABSORBER)

1) 제작 및 설치

- 설치위치: FLUME 양단에 설치
- 재질: - 다공철판 경사판으로 구성할것
- 다공철판 표면을 섬모 mat 로 덮을것
- 강도: 소파기 FRAME 은 0.6m 짜고 8m 짜장 0.9m 수심의 파랑에 대하여 충분한 휨강도를 가질것
- 구조:
 - FLUME 우단 소파기: 다음과 같은 이중 장치로 구성할것



- FLUME 좌단 소파기

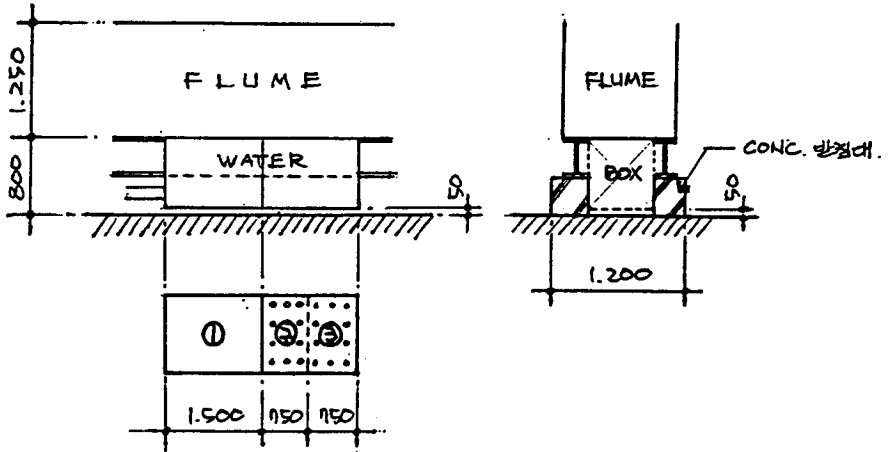


2) 조파기 SIDE RAIL 지지대 : 별첨 3 참조

조파기를 지지하는 STEEL FRAME 으로서 FLUME 에 인접하여 높이 2.3m 로 설치한다. 지지대의 길이는 FLUME 좌단으로부터 4.5m 까지이다. 조파판의 운동으로부터 지지대에 가해지는 수평하중 및 휨모멘트는 각각 470Kg. f (= 4,600N) 와 114Kg. f - m 이다.

다. 조류 SYSTEM 설계

1) 조류 BOX (Current generator) 3개 설계제작: 별첨 4 참조



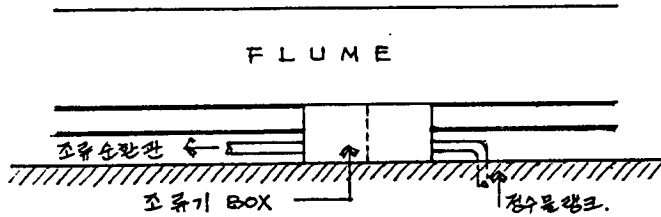
- 조류 BOX 는 Concrete 받침대와 FLUME 바닥 받침대 H 형강에 밀착시켜 설치할것
- 조류 BOX 의 폭은 FLUME 바닥 받침 H 형강의 단면폭에따라 정한다.
- 조류 BOX 의 두께는 3개(①-③)로 되어 있으며, 각 두께를 제작기 설치할 수 있어야 한다.
 - 두께 ①은 BOX 내부 보수시를 제외하고는 항상 설치되어 있도록 하고.
 - 두께 ②와 ③은 필요시 개폐할 수 있어야 함.
 - 두께 ②와 ③의 상부는 BOX Girder 위에 50%다공율판을 설치한다.
 - 두께의 상부면은 FLUME 저판면과 일치하여야 함.
 - 두께는 견고 하게 설치되어야 하며, 개폐가 용이하여야 하고 또한 충분한 자체 휨강도를 가지고 있어야 한다.
- 조류 BOX 위에서 두께 개폐등의 작업을 할경우를 대비하여 BOX 상부 Girder 는 작업 하중을 견딜수 있도록 충분한 강도를 가져야 한다. (응집강도 포함)
- 조류 BOX 내부 부품의 구성은 연결 PIPE 에서 분출되는 유량을 최대한도로 BOX 전폭에 걸쳐 분산시킬 수 있도록 하여야 한다.

- 조류 BOX 와 내부 부품들은 조류 BOX 에 연결된 $\varnothing 300$ PIPE 로부터 나오는 2.3m/sec 의 유속을 감당할 수 있도록 충분한 강도를 가지고 있어야 한다. (용접강도 포함)
 - 조류 BOX 와 $\varnothing 300$ PIPE 의 연결은 상호 진동이 전달되지 않도록 설계되어야 한다.
 - 조류 BOX 는 실험실 바닥에서 5cm 이격되어야 한다. (Bolt drive 식 지지)
 - FLUME 에서 실험용수 배수시 연결 PIPE 와 BOX 저면사이에 있는 잔여수를 배수할 수 있도록 한다.
- 2) 조류 순환 SYSTEM : 별첨 1-1 참조
- 순환시스템은 FLUME 내 0.4m 수심에서 0.4m/sec 의 유속을 발생할 수 있도록 $\varnothing 300$ 의 PIPE 를 이용하여 PUMP , Valve , 유속계등을 선정한다. (PIPE 내 유속 2.3m/s)
 - 유속계는 PUMP 하류에 설치하며, PUMP 및 PIPE 만 곡부에서의 약류의 영향을 적게 받는 위치에 설치한다.
 - PUMP 와 PIPE 의 연결은 상호 진동이 전달되지 않도록 Expansion joint 등을 부착한다.
 - PUMP 는 가동중 Surge 및 성능 변화가 나타나지 않도록 충분한 안정성을 가져야 하며, 내구성이 보장되어야 한다.
 - PUMP 의 진동이 실험실 바닥에 전달되지 않도록 방진 mat 를 PUMP 밑에 설치한다. 단 PUMP 내 수심의 위치가 Flume 수면의 위치 (바닥에서 1.2m)보다 가깝적이면 낮게 PUMP 및 mat 를 설치한다.
 - PUMP 의 초기 가동의 과부하를 방지하기 위하여 slow start 기능을 포함시킨다.
 - Valve 는 물 순환시 수력에 의해서 안전한 개폐가 발생하지 않도록 충분한 안정성 및 내구성을 가져야 한다. (순환관내유량 조절을 Valve 조정에 의해서 할 예정임.)
 - PIPE 재질은 PIPE 내 녹이 발생하지 않도록 선정되어야 한다.
 - PIPE 는 실험실 바닥에서 이격시켜야 하며, 부분적으로 힘이 발생하지 않도록 적당한 간격으로 받침대를 사용하여 지지되어야 한다.
 - 순환시스템내 과도한 Water hammer 가 발생하지 않도록 필요시 surge chamber, Pressure relief valve 또는 Pump bypass 등을 부착한다.

라. 실험용수 급·배수 시설 설계

1) SUPPLY LINE (지하물탱크 ----> 수조)

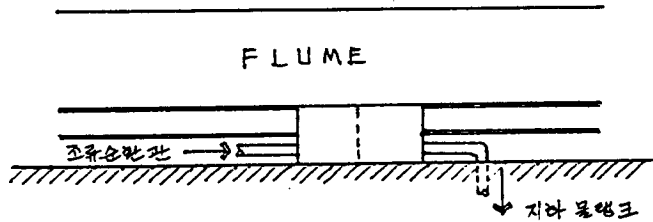
- 건물의 지하 저수 물탱크에서 좌측 조류기 BOX 에 급수관을 연결한다.



- 급수 PIPE 는 $\phi 100$ 규격을 사용 $Q = 0.02\text{m}^3/\text{sec}$ 로 수조로 실험용수를 공급할 수 있도록 PUMP 의 규격을 산정 설계한다.
- 급수 PIPE 는 관내부에 녹형성이 없어야 하며, 목한기 건물의 Heating 이 없는 상태에서 동결, 파손되지 않도록 한다.

2) RETURN LINE (수조 ----> 지하물탱크)

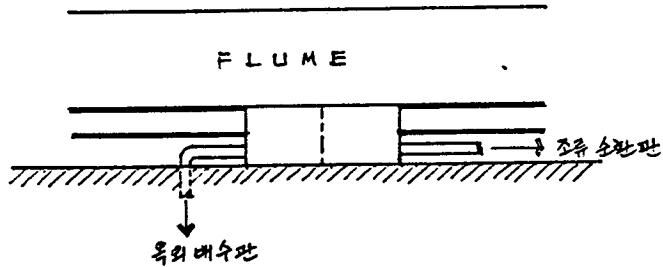
- 중앙 조류기 BOX 의 우측에서 배수관을 연결 지하 물탱크로 RETURN 되도록 한다.



- 급수 PIPE 는 $\phi 100$ 규격을 사용하며, FLUME 내 35m 의 물을 30분 에 배수토록 설계하며, 필요 시에는 PUMP 를 설치토록 한다.
- Return pipe 는 관 내부에 녹형성이 없어야하며, 목한기 동결, 파손되지 않도록 한다.

3) 배수 LINE (수조 ---> 옥외배수관)

- 우측 조류기 BOX 에서 옥외 배수 관으로 연결토록 한다.



- 배수 LINE PIPE 100 ϕ 규격을 사용하여 FLUME 내 35m 의 물을 30분 에 배수 도록 설계하여, 필요 시에는 PUMP 를 설치토록 한다.
- 배수 LINE PIPE 도 관내부에 녹형성이 없는 재질로 동일하며, 옥외 배수관 동결, 파손 되지 않도록 한다.

마. 수조 부속 시설

1) 계측기기 운반기기 및 이동 레일

- 계측기기 운반기는 X.Y.Z 의 3방향으로 이동이 가능하여야 한다. (수동식), 미세한 이동량은 머동 나사에 의하여 조작이 가능하여야 한다.
- Sensor 를 부착할 수 있는 Clamp 가 제공되어야 한다.
- 이동 레일은 조파판 하단에서 하류쪽 조파기 전단까지 설치 한다.

2) 3단 실험대 (첨부 5 참조)

- 실험대 폭을 1,200으로 할것 (첨부 도면에는 900으로 되어 있음)
- 바퀴에 Stopper 장치를 설치할것

바. 전원 설비

- 1) 조파기 가동전원
- 2) Data acquisition 가동전원 (1micro computer, 16 Analog Sensors)
- 3) 조류기 PUMP 가동전원
- 4) 실험용수 급배수 PUMP 가동전원

- * 상기 1), 2), 3) 전원에 대하여는 A.V.R을 부착할것
(가급적이면 A.V.R의 갯수를 최소로 할것)
- * 전원연결 Part 는 최소한 바닥에서 50cm 이상 이격시켜 벽에
설치하며, 각 위치는 첨부 (1-2)에 명시되어 있음.

사. 기타 사항

- 1) FLLUME 전체에 물이 직접 닿는 금속 부분은 에폭시 페인트 이상의
방식 페인트로 처리하여 방식을 확실히 보장할것
- 2) 급배수시설 및 전원 설비의 설계는 본 연구소 건설과와 긴밀히 협의
할것
- 3) 본 Spec. 의 명시 사항을 변경하고자 할때에는 본 연구소 해양공학
연구실 및 건설과와 사전 협의 승낙을 구할것 ..

5. 도서 작성

가. 작성요령 및 기준

- 1) 진행되는 과정을 수시 보고할것. (설계공정표 작성)
- 2) 본 과업의 수정 또는 추가 및 시정 사항이 있을 때는 중앙이 요구할 수
있으며, 연구소의 승인으로 효력이 발생한다.
- 3) 설계 도면의 문자는 국문으로 표기하는 것을 원칙으로 하나 원명은
영문으로 표기할 수 있다.
- 4) 작도용 용지는 영구 보관상 파손의 우려가 적은 외국 산을 사용 하여야
한다.
- 5) 설계 도면의 모든 단위는 METRIC SYSTEM 으로 한다.
- 6) 도면의 양식은 반드시 인쇄하여야 한다. .
- 7) 도면의 축척은 아래에 따르고 필요한 도면은 연구소의 지시에 따라
작성하여야 한다.

가) 평면도 및 입면도 : 1/100, 1/200, 1/30

나) 주요 단면도 : 1/50

다) 각 부분 상세도 : 임의

라) 구 조 도 : 1/20, 1/30

- 8) 설계 기준은 연구소의 설계 시방서에 충실하도록 할 것이며, 구조 계산은 한국 및 일본 기준을 적용하며, 본 공사에 사용 되는 자재는 사전 연구소와 협의하여야 하며, 연구소가 요구할 때에는 카타로그, Sample 근거를 제시하여야 한다.
- 9) 계 산 서
상세한 구조체의 구조 계산 및 용량산출 계산서를 제출하여야 한다.
- 10) 시 방 서
공사 특기시방서 및 일반 시방서를 상세히 작성 제본본으로 제출하여야 한다.
- 11) 공사예산서, 품셈표, 기초 산출서
공사예산서는 공종별로 세분하여 정부 공사원가계산 작성 요령에 맞추어 작성하고 품셈 및 노임은 건설 표준품셈 및 노임단가에 준하고 제수량의 산출 기초는 누구나 알 수 있도록 명확히 작성한다.
- 12) 설계 도면
원도와 동 청사진을 제출하여야 한다.

나. 제 출

- 1) 설계원도 1부.
- 2) 설계도 7부. (중판 반절제본 2부, 세류용 16절제본 2부, 기타 3부)
- 3) 내역서 5부
- 4) 각 계산서 원부 1부, 복사 2부.
- 5) 일반시방서 및 특기시방서 7부.
- 6) 수량 산출서 2부.

6. 준공년월일

1989년 월 일

7. 준공도서 인수

계약서에따라 이를 인수하며, 수정 또는 변경 사항이 있을 때는 즉시 이를 수정하여야 한다.

8. 기 타

- 가. 용역자는 설계 지시사항 미비 또는 의문이 있을 때에는 연구소 관계자의 지시에 따라야 한다.
- 나. 용역자는 공사 발주 전 설계도서에 대하여 연구소의 승인없이 제3자에게 공개하여서는 안된다.
- 다. 용역자는 일체의 제출도서에 전책임을 지며, 만일 시공도중 설계도와 부합되지 않은 경우, 현지조사 보고하여야 하며, 이때의 비용은 용역자가 부담하여야 한다.
- 라. 설계도서를 작성함에 있어 시방서에 기술된 내용중에 미비하거나 의심이 생길 때에는 연구소 관계 책임자의 판단에 따라 보충 수정할 수 있다.

부 록 B

水槽構造 및 水理計算書

목 적: 본 설계보고서는 이지원 파라호를 복합수조 제작을 위한 구조물 계산 및 펌프 용량을 계산함이다.

설계방침: 당사가 조파수조에 관하여 채택하고 있는 강도의 계산기준 및 설계 방침은 아래와 같다.

- 1) 강도계산은 수조내에 물이 만수되었을때로 가정하여 계산한다.
- 2) 만수시 물의 수압이 각부재에 작용할때 각부재의 처짐은 1mm 이하로 한다.
- 3) 수조 자체의 중량을 계산한다.
- 4) 8개 SPAN(1Span=6.6m)을 각각 동일 하중으로 계산한다.
- 5) 펌프의 용량은 SPAC.에 적함하도록 MAKER의 DATE를 참고하여 이론 출력을 계산한다.
- 6) 계산의 근사값이 나올경우 모두 안전측으로 계산하는 것을 원칙으로한다.
- 7) 상기조건을 모두 만족하는것을, 본 기술부의 기부방침으로 삼는다.

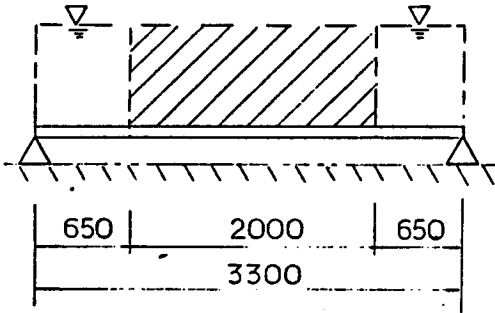
**** 각 부재의 무게** 6.6m 1SPAN을 기준 으로한다**

1. 철 판 : 1m x6.6m x4.5t => 233Kg
 1m x1.25m x4.5t => 44Kg
 1.25m x6.6m x4.5t x2EA => 584Kg
 (Glass Part; 1.25m x6.6m x12t x2EA=> 496Kg)*동일 조건으로 계산한다)*
2. 사각파이프; 100 x100 x3.2t x13.2m => 126Kg
3. 양면지지평철; 140 x100 x1.2m x20t x12ea => 272Kg
4. 밑판지지평철; 46 x995 x16t x12ea => 70Kg
5. 보강 CHANNEL; 100 x50 x5 x7.5t x1.046 x3ea => 30Kg
6. 양면지지평철; 38 x6t x6.6m x2ea => 24Kg
7. 레일용파이프; @22 x1.4t x6.6m x2ea => 10Kg
8. H -Beam ; 250 x250 x9 x14t x6.6m x2ea => 956Kg
9. 물의 중량 ; 1.25m x1m x6.6m => 8,250Kg
 합계 ; 10,599Kg

**** 모래가 밑면에서 0.4m 깔릴경우 ;**

Total Weight ; 14,823Kg

Concrete Dam Model 이 올라 갔을경우의 하부 지지대의 처짐 계산



(1) 각무재의 무게의 총합은 2,349kg이다.
이것을 반으로 나누면 1,174.5kg인데
기타 무게를 합하면 1,200kg이 된다.

(2) Dam Model의 무게:

$$2 \times 1.25 \times 1 \times 2.650 = 6.625 \text{ kg}$$

(3) 물의 무게:

$$1.3 \times 1 \times 1.25 \times 1,000 = 1,625 \text{ kg}$$

총무게: 9,450kg

여기서 2 부의 H-Beam으로 지지하고 있으므로

$$W = 9,450 / 2 \times 330 = 14.31 \text{ kg/cm}$$

$$I = 10,837.5 \text{ cm}^4$$

$$E = 2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

$$L = 330 \text{ cm}$$

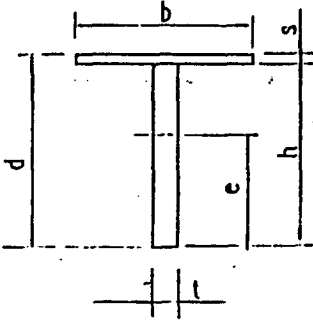
균일 분포하중으로 계산하면 최대처짐은 중앙부에서 생긴다.

따라서,

$$\delta_{\max} = \frac{5 w l^4}{384 EI} = \frac{5 \times 14.31 \times 330^4}{384 \times 2.1 \times 10^6 \times 10.837.5} = 0.0970 \text{ cm} = 0.970 \text{ mm}$$

- 측부 지지대 -

1.1m 간격으로 대어서 아래와같은 구조로 한다.

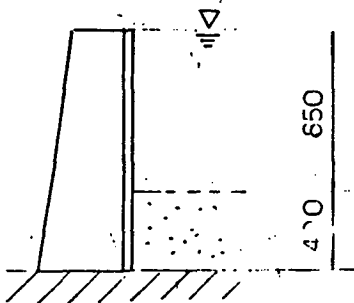


$$e = d - \frac{d^2 t - s^2 (b-t)}{2 (b s + h t)}$$

여기서
 $b = 100 \text{ mm}$, $s = 5 \text{ mm}$,
 $h = 140 \text{ mm}$, $d = 145 \text{ mm}$,
 $t = 20 \text{ mm}$,
 따라서
 $e = 81.59 \text{ mm}$

$$I = \frac{1}{3} ((t e^3 + b (d - e)^3 - (b - t) (d - e - s)^3) = 680.557 \text{ Cm}^4$$

* 모래가 0.4 m 쌓여있을때가 최대치 이므로



$$w_1 = 1.25 A \gamma = 0.125 \text{ Kg/Cm}^2$$

$$w_2 = 0.24 A \gamma = 0.024 \text{ Kg/Cm}^2$$

$$w = w_1 + w_2 = 0.125 + 0.024 = 0.149 \text{ Kg/Cm}^2$$

$$W = \frac{w l}{2} = \frac{0.149 \times 125}{2} = 9.3125 \text{ Kg/Cm}$$

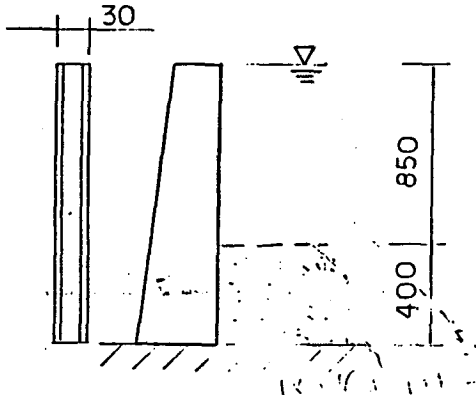
여기서 110Cm 간격이므로 $W = 1024 \text{ Kg}$ 이 된다

최대처짐은 자유단에서 생기므로

$$\delta_{\max} = \frac{W L^3}{15 E I} = \frac{1024 \times 125^3}{15 \times 2.1 \times 10^6 \times 680.557} = 0.0933 \text{ Cm} = 0.933 \text{ mm}$$

1. 측부 지지대

1.1m 간격으로 대어서 양옆에 5t 철판을 측부 지지대와 같은
크기로 용접을 한다.



$$W1 = 1.25Aq = 0.125\text{kg/cm}^2$$

$$W2 = 0.24Aq = 0.024\text{kg/cm}^2$$

$$W = W1 + W2 = 0.125 + 0.024 = 0.149\text{kg/cm}^2$$

110cm 간격이므로 $q = 16.39\text{kg/cm}$ 가 된다.

그러므로

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{3 \times 14^3}{12} = 686\text{cm}^4$$

$$E = 2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

최대처짐은 자유단에서 생기므로

$$\delta_{\max} = \frac{q L^4}{30 EI} = \frac{16.39 \times 125^4}{30 \times 2.1 \times 10^6 \times 686} = 0.09258\text{cm}$$

$$= 0.9258\text{mm}$$

- 저 판의 횡 방향 부재의 처짐 -

55 Cm 간격으로 부재가 용접되어있고 횡방향 부재의 길이는 1m 이지만 실제적으로 고정되어있는 곳의 길이는 80.5 Cm 이다

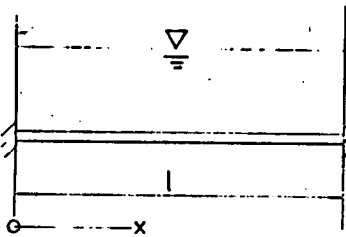
$$W = (0.805 \times 1.25 \times 0.55) H_2O + 16 = 570 \text{ Kg}$$

따라서 $w = 570 / 80.5 = 7.08 \text{ Kg/Cm}$

부재를 9t x 50 mm 로 설정 하면

$$I = \frac{b h^3}{12} = \frac{0.9 \times 5^3}{12} = 9.375 \text{ Cm}^4$$

$$E = 2.1 \times 10^6 \text{ Kg/Cm}^2$$

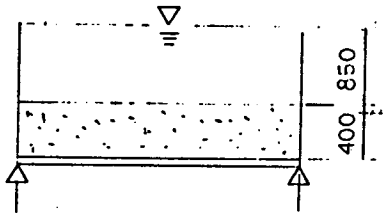


$$x = \frac{l}{2}$$

$$l = 80.5 \text{ Cm}$$

$$\delta_{\max} = \frac{w l^4}{384 E I} = \frac{7.08 \times 80.5^4}{384 \times 2.1 \times 10^6 \times 9.375} = 0.0393 \text{ Cm} = \underline{\underline{0.393 \text{ mm}}}$$

** 만약 모래가 0.4 m 깔았을 경우 !



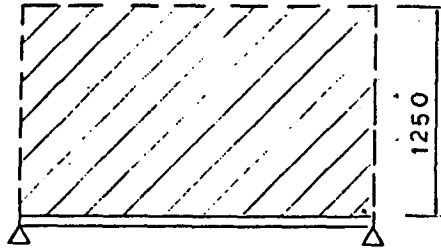
$$W = (0.805 \times 0.85 \times 0.55) H_2O + (0.805 \times 0.4 \times 0.55) \text{ SAND}(2000) + 16$$

$$= 376.334 + 343.3 + 16 = 746.6 \text{ Kg}$$

$$w = 746.6 / 80.5 = 9.274 \text{ Kg/Cm}$$

따라서 최대 처짐을 구하면 0.515 mm 가 된다

**** 만약 DAM Model 이 올라감을 경우 ****

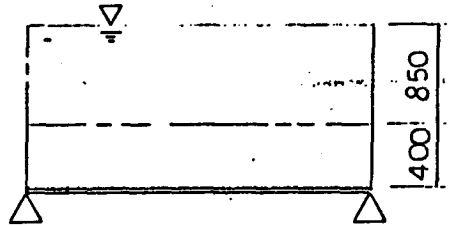
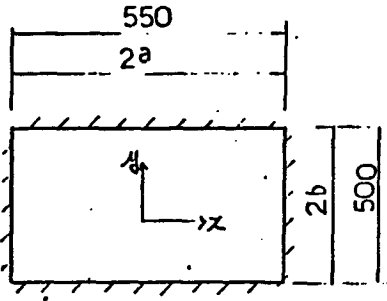


$$W = (0.805 \times 0.55 \times 1.25) \text{Cont.} (2300) + 16 \approx 1289 \text{ Kg}$$

$$w = 1289 / 80.5 \approx 16.01 \text{ Kg/Cm}$$

따라서 최대 처짐을 구하면 0.889 mm 가 된다

저판 STEEL PLATE S41C 4.5t -



1. 최대 응력 (보리가 0.4 m) 만 경우.

최대 응력은 중앙부에서 작용하므로

$$\sigma_{max} = \alpha \frac{p b^2}{t}$$

α : a/b 에 의하여 정해지는 계수
a/b = 1.1 , 1.377

p : 단위 면적당 하중, 0.165 Kg/Cm²

b : 단변 길이

$$\sigma_{max} = 1.377 \frac{0.165 \times 25^2}{0.45} = 701.26 \text{ Kg/Cm}^2$$

* α 와 β 는 기계설계편람(공민출판발행)을 참고.

2. 최대 처짐

최대 처짐은 중앙부에서 발생하므로

$$\delta_{max} = \beta \frac{p b^4}{E t^3}$$

β : a/b 에 의하여 정해지는 계수
a/b = 1.1 , 0.259

p : 단위면적당 하중 0.165Kg/Cm²

b : 단변 길이

E : 2.1×10^6 Kg/Cm

$$\delta_{max} = 0.259 \frac{0.165 \times 25^4}{2.1 \times 10^6 \times 0.45^3} = 0.0872 \text{ Cm} = \underline{0.872 \text{ mm}} \text{ 가 된다.}$$

1. 正方形板及び長方形板

1. 正方形板および長方形板

1. 正方形板及び長方形板 [ポアソン比 $\mu/m=0.3$ のとき]
 (記号) m = ポアソン数, E = 弾性係数 (kg/cm²), t = 板の厚さ (cm)
 P = 単位面積上の荷重 (kg/cm²), P = 総荷重 (kg)
 $2a$ = 長辺の長さ (cm), $2b$ = 短辺の長さ (cm)

a. 一般的方法
 周囲で自由支持 (等分布荷重)

図の如く長方形の対角線で固定された片持梁を考へ、長方形の半分の面積に働く圧力が面積ABCの重心G₁に働き、周囲の支点反力が線ABCの重心G₂に働くものと考へられる。片持梁の根元に働く曲げモーメントは

$$M = \frac{P}{2} \left(\frac{1}{2} - \frac{l}{3} \right) = \frac{Pl}{12} \frac{2bc^2}{\sqrt{a^2+b^2}} \quad (\text{cm} \cdot \text{kg})$$

対角線ACの断面係数は

$$Z = \sqrt{a^2+b^2} \cdot t/3 \quad (\text{cm}^3)$$

故に応力は $\frac{M}{Z} = 2 \frac{a^2 b^2}{a^2+b^2} \cdot \frac{P}{t}$ (kg/cm²)
 上式は理論式である。実験による補正値を乗じた近似式を次項に示す。

b. 周囲で自由支持 (等分布荷重)

【最大応力】 kg/cm²
 中心のO点において $\frac{Pb^2}{E t^3}$
 (最大タワミ) cm
 中心において $\frac{Pb^4}{E t^3}$

a/b	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	3.0	5.0	∞
α_1	1.1501	1.5021	1.800	2.070	2.280	2.440	2.850	2.9503	3.000
β_1	0.7090	0.8951	1.221	1.450	1.530	1.770	2.492	3.302	3.850

α_1, β_1 の値

c. 周囲で固定 (等分布荷重)

【最大応力】 kg/cm²
 長辺の中央A点において $\alpha_1 \frac{Pb^2}{t^3}$
 (最大タワミ) cm
 中心において $\beta_1 \frac{Pb^4}{E t^3}$

a/b	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	∞
α_1	1.231	1.596	1.817	1.960	1.990	2.000
β_1	0.221	0.318	0.394	0.422	0.443	0.454

α_1, β_1 の値

(註) $a/b=1$ のときは正しくなる。

2. 円板

2. 円板及び多円板 (1/2)

1. 円板 ($m=3$ のとき)
 (記号) m = ポアソン数, 弾性係数 (kg/cm²), t = 板の厚さ (cm)
 P = 単位面積上の荷重 (kg/cm²), P = 総荷重 (kg)
 r = 円板の半径 (cm), r_0 = 内円の半径 (cm)

a. 円周で自由支持 (等分布荷重)

【最大応力】 kg/cm²
 中心の周囲, 半径方向に $1.24 \frac{P r^2}{t^3}$
 (最大タワミ) cm
 中心において $\frac{2 P r^4}{3 E t^3}$

b. 円周で固定 (等分布荷重)

【最大応力】 kg/cm²
 円周において, 半径方向に $0.75 \frac{P r^2}{t^3}$
 (最大タワミ) cm
 中心において $\frac{1 P r^4}{6 E t^3}$

c. 円周で自由支持 (P₀に浴い荷重)

【最大応力】 kg/cm²
 内円において, 半径方向に $\alpha_1 \frac{P}{t^3}$

r_0/r	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
α_1	1.591	1.207	0.830	0.702	0.550	0.420	0.307	0.197	0.087

α_1 の値

d. 内又は外周で固定 (P₀又はP₁に浴い荷重)

【最大応力】 kg/cm²
 内円周際で, 半径方向に $\alpha_2 \frac{P}{t^3}$
 外円周際で, 半径方向に $\alpha_3 \frac{P}{t^3}$

r_0/r	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
α_2	1.751	1.251	0.790	0.585	0.407	0.282	0.194	0.115	0.047
α_3	0.455	0.413	0.365	0.308	0.259	0.200	0.157	0.110	0.068

α_2, α_3 の値

- Glass Part -

* 조 건 *

1. 예정 창호 규격 : 1250 x 1100 mm
2. 예정 유리 종류 : 12mm 판유리 or 강화유리
3. 수 면 높 이 : 1250 mm
4. 지 지 조 건 : 4 변단수 지지

* 검토결과 *

$$1. \quad \sigma_c = \beta \frac{q l^2}{n t^2}$$

- σ_c : 유리면 중앙부의 최대발생 췌유력
- β : b/a 에따른 계수치 0.188
- q : 수압 하중
- l : 단변 길이
- n : 점착유리일 경우 접합매수
- t : 유리두께

2. 계산결과

$$\sigma_c = 197 \text{ Kg/Cm}^2$$

3. 판유리 면 내의 장기 허용응력은 120 Kg/Cm² , 따라서 상기조건에서는 사용이 불가함.
4. 강화 유리 면 내의 장기 허용응력은 500 Kg/Cm² 이므로 안정임.

*****.순환 펌프의 용량계산 *****

순환 System 은 Flume내 0.4 m수심에서 0.4m/sec의 유속을 발생할수 있어야한다.

1. 유량 Q = A x V = 0.4m x 1.0m x 0.4m/s = 0.16m³ /sec = 9.6m³ /min

2. 마찰손실수두

직관 | 77mm => $\frac{3.7}{100} \times 77 = 2.849.$

엘보 | 14개 => $\frac{7}{100} \times 14 = 0.98.$

T | 5개 => $\frac{2.5}{100} \times 5 = 0.125.$

밸브 | 6개 => $\frac{2}{100} \times 6 = 0.12.$

조류 BOX(타공망) | = 1m.

양 정 | = 2m.

합 계 | 7.074 m

** 여기서 양정을 8 m 로 잡는다. **

3. 동 력

$$K w = \frac{\rho Q H}{102} = \frac{1,000 \times 9.6 \times 8 \times 10^3}{102 \times 60} = 12.54 K w$$

$$= 17 HP$$

여기서 안전계수를 2로 보면 ; 17 HP x 2 = 34 HP
이론상으로 34 HP 이 필요하다.

*** 필요한 손실수두는 Maker 의 DATA 를 참조 하여 구하였다 ***

4. FLUME 의 배수시간

유량을 구하는 공식 $Q = A \times V$ 에서

$$V = \sqrt{2 g h} \quad (h = \text{flume 의 } 1/3 \text{ 지점})$$

$$V = \sqrt{2 \times 9.8 \times 0.417} = 2.86 \text{ m/sec}$$

따라서 $Q = \frac{0.15^2 \times 3.14}{4} \times 2EA \times 2.86 \text{ m/sec} = 0.1 \text{ m}^3/\text{sec} = 6 \text{ m}^3/\text{min}$

** 1 분당 6 Ton 의 물이 @150 P V C 관을 통하여 흘러나가는 이론이 나온다

그러나 관마찰을 고려하여 계수를 1.2 로 잡으면 약 5Ton 정도 흘러 나간다고 보고 Flume 내 물이 만수시 약 66 Ton 이 담겨진다

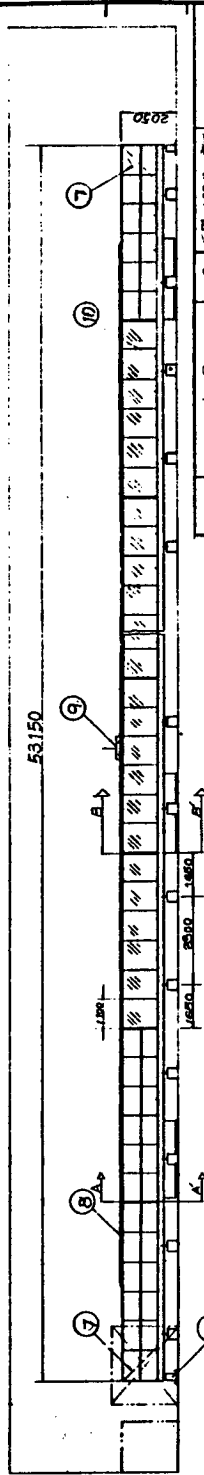
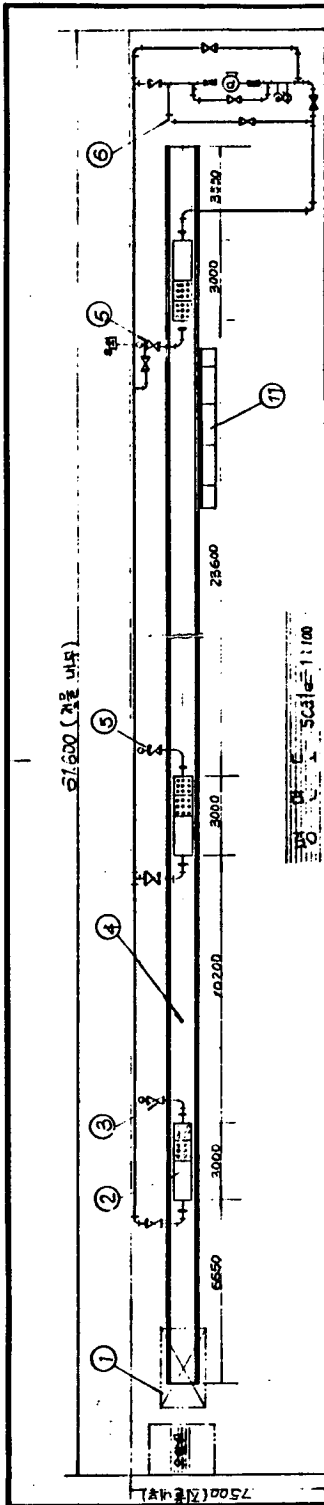
그러나 실제로 Dam Model 이라든가 SPEC. 상에 보듯이 0.8 m 정도로 물을 채워서 실험에 임하므로 53m 전 Flume 에 0.8 m 로 물을 채운다면 42 Ton 정도가 된다

따라서 15 분 정도면 모든 물을 배수할수있다

***** 이상과 같이 개략적인 구조물 계산서 및 펌프 용량 계산서를 제출하오니 업무에 참고하시길 바랍니다.*****

부 록 C

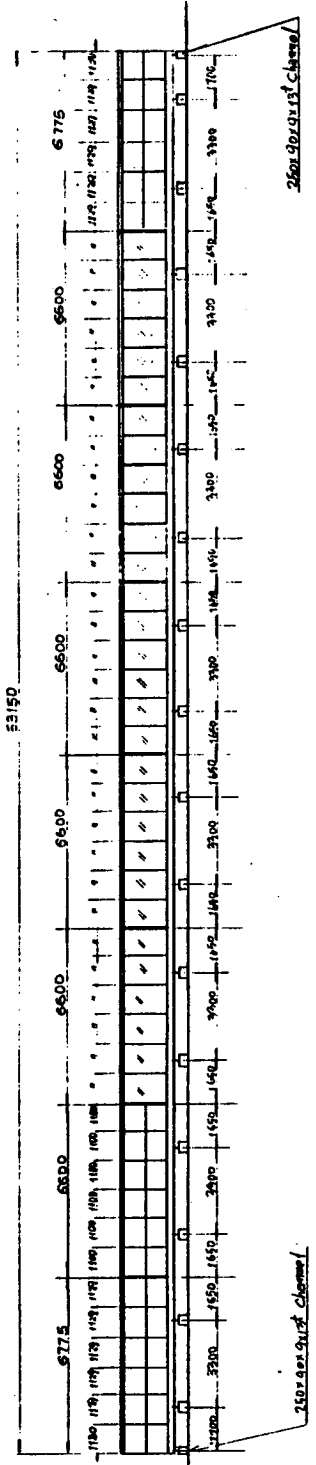
水槽設計 圖面



NO.	DESCRIPTIONS	QTY	PART NO.	REMARK
10	Channel Paise	2	도면 10036 호	
11	Mobile	1	도면 10037 호	
10	Concrete Base	16	도면 10036 호	
4	Cart	1	도면 10036 호	
8	Reil	1	도면 10036 호	
7	Absorber SYS.	3	도면 10036 호	
6	Water Circuit SYS.	1	도면 10040 호	
5	Water Exhaust SYS.	2	도면 10042 호	
4	Fume	1	도면 10041, 10032	10032-1 호
3	Water Supply Sys.	1	도면 10041 호	
2	Current Box	3	도면 10034 호	
1	Wave Generator Frame	1	도면 10039 호	

NO.	SCALE	UNIT	MODEL NO.	SDH - I.W.G. S.S.
10	1:100	mm		
DRAWN		DESIGN	CHECK	APPROVE
I.W.G. & C.S. (사내)				
DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.	SDH - I.W.G. S.S.
1971.11.11	1:100	mm		
DRAWING NO.		SD-1-7332C		

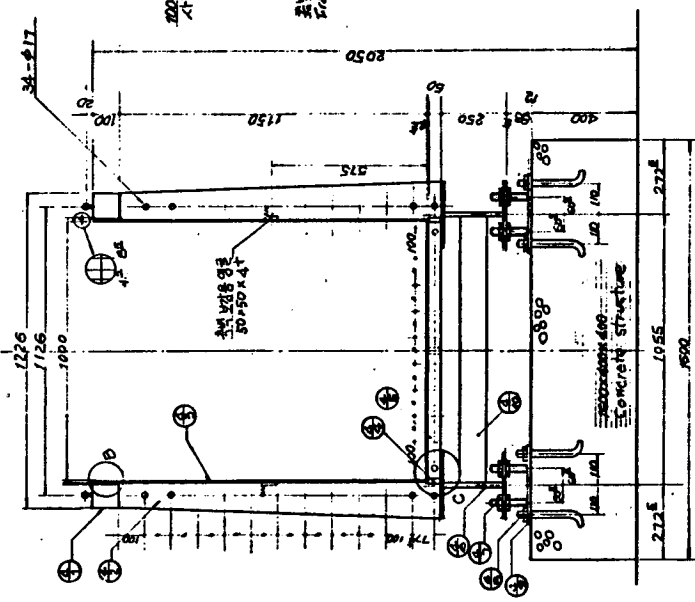
* 총 8 span 중 Steel 부분은 3 span 일.
 * Steel 부분은 도면 번호 10031 참고.
 * Glass 부분은 도면 번호 10032 참고.



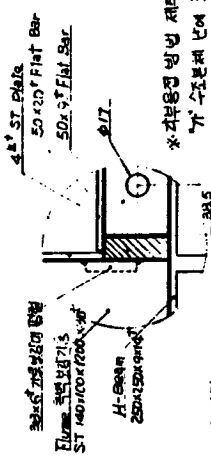
Scale 1:100

NO.	DESCRIPTIONS	QTY	PART NO.	REMARK
1	DESIGN CHECK APPROVE TITLE			
2	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
3	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
4	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
5	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
6	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
7	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
8	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
9	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
10	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
11	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
12	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
13	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
14	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
15	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
16	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
17	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
18	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
19	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
20	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
21	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
22	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
23	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
24	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
25	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
26	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
27	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
28	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
29	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
30	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
31	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
32	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
33	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
34	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
35	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
36	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
37	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
38	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
39	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
40	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
41	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
42	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
43	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
44	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
45	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
46	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
47	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
48	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
49	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
50	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
51	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
52	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
53	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
54	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
55	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
56	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
57	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
58	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
59	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
60	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
61	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
62	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
63	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
64	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
65	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
66	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
67	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
68	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
69	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
70	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
71	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
72	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
73	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
74	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
75	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
76	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
77	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
78	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
79	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
80	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
81	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
82	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
83	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
84	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
85	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
86	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
87	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
88	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
89	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
90	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
91	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
92	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
93	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
94	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
95	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
96	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
97	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
98	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
99	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.
100	DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.

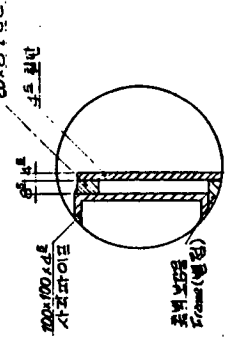
三德科學機械製作所 SAMDIK SCIENCE & IND. CO., LTD.



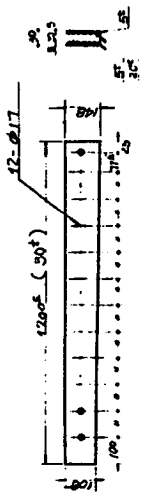
④ A-A Section Detail Scale 1:10



C부 Detail Scale 1:2



B부 Detail Scale 1:2

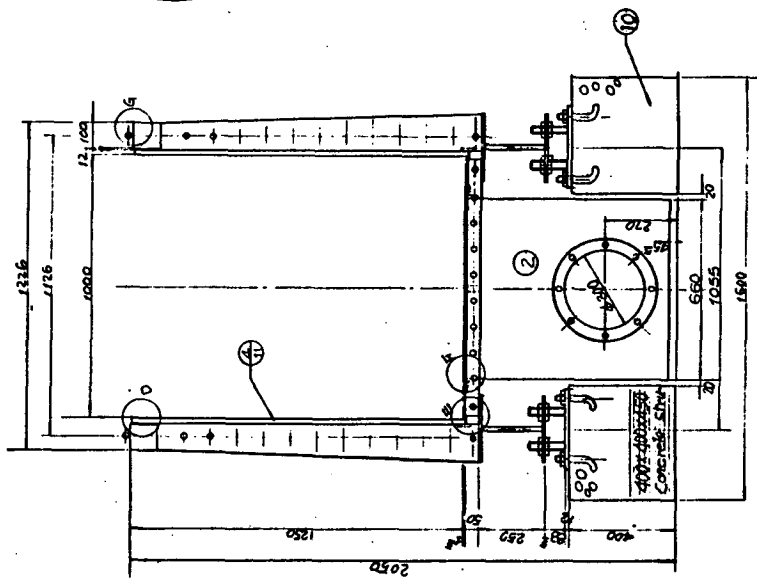


(별첨) Flume 측면 보강개 Scale 1:100

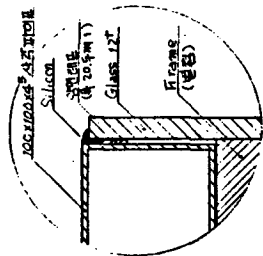
* (참고) 구조사서는 20x20x4편진에 5T강철을 사용하며(각국 30x40)

NO.	DESCRIPTIONS	QTY	PART NO.	REMARK
10	H-Beam 고정부		100x50x9mm	
9	Base Plate		300x100x12	
8	플랜지 보강개	4개	4도볼트	
7	플랜지 볼트	4개	φ17	
6	H-Beam	2개	250x150x9mm	
5	구조물면 보강용 강철	50x50 Flat Bar	50x50 Flat Bar	
4	수평판 보강용 강철	50x50 Flat Bar	50x50 Flat Bar	
3	수직판 보강개	50x50 Flat Bar	50x50 Flat Bar	
2	Flume 측면 보강개	1개	12-φ17	
1	Rectangular square pipe	1개	100x50x9mm	

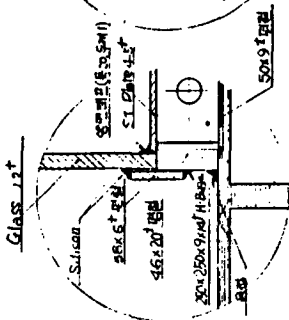
NO.	DESIGN CHECK APPROVE	TITLE	MODEL NO.	DRAWING NO.
1	1	I.W.G & C.S (Steel Joint in Flume)	111-1111	111-1111



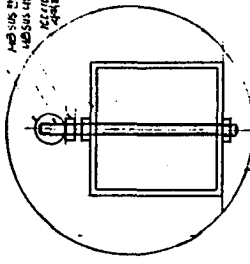
④ B-B Section Detail Scale 1:10



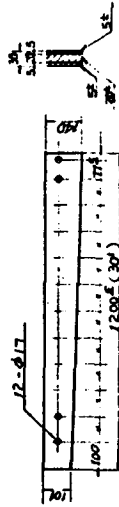
① A-A Section Scale 1:2



② E-E Section Scale 1:2



③ G-G Section Scale 1:2



⑤ F-F Section Scale 1:10

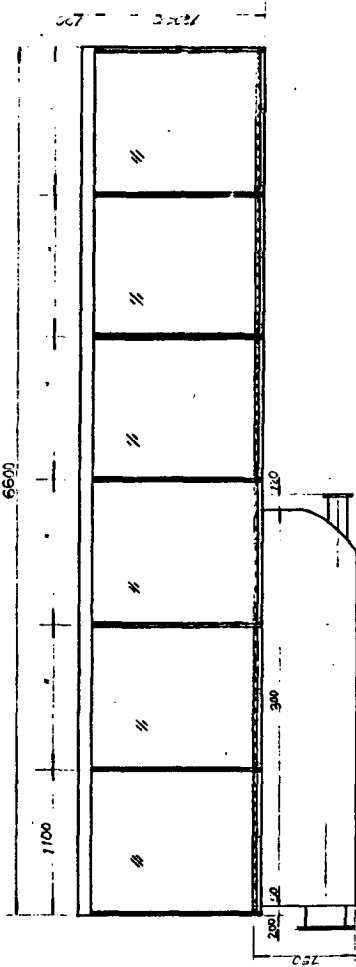
수요내지 다른 부속 및 자재는 도면 100기 참조

NO	DESCRIPTIONS	QTY	PART NO.	REMARK
10	Concrete Base	16	도면 100316 참조	
2	조류 Box	3	도면 10034 참조	
4	강화 유리	50	1250x1320x12T	

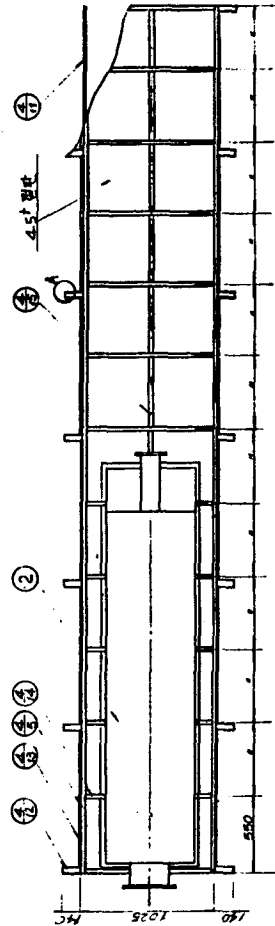
DRAWN	CHECK	APPROVE	TITLE
Y			I.W.G. & C.S. (Glass part in flume)

DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.	NO. OF SETS
7/10/52	1:10	m.m	SD-11-10432	55

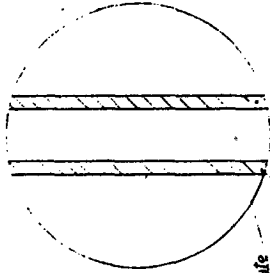
三 進 科 學 機 械 製 作 所 SAMDUK SCIENCE & IND. CO., LTD.



④ B-B Section 폭면도 Scale: 1:20



⑤ B-B Section 밑면도 Scale 1:20



20mm ST Plate

A-1 Detail Scale 1:1

* 20mm Frame 받침에 5mm 단면의 20mm ST Plate가 있음에 유의한다.

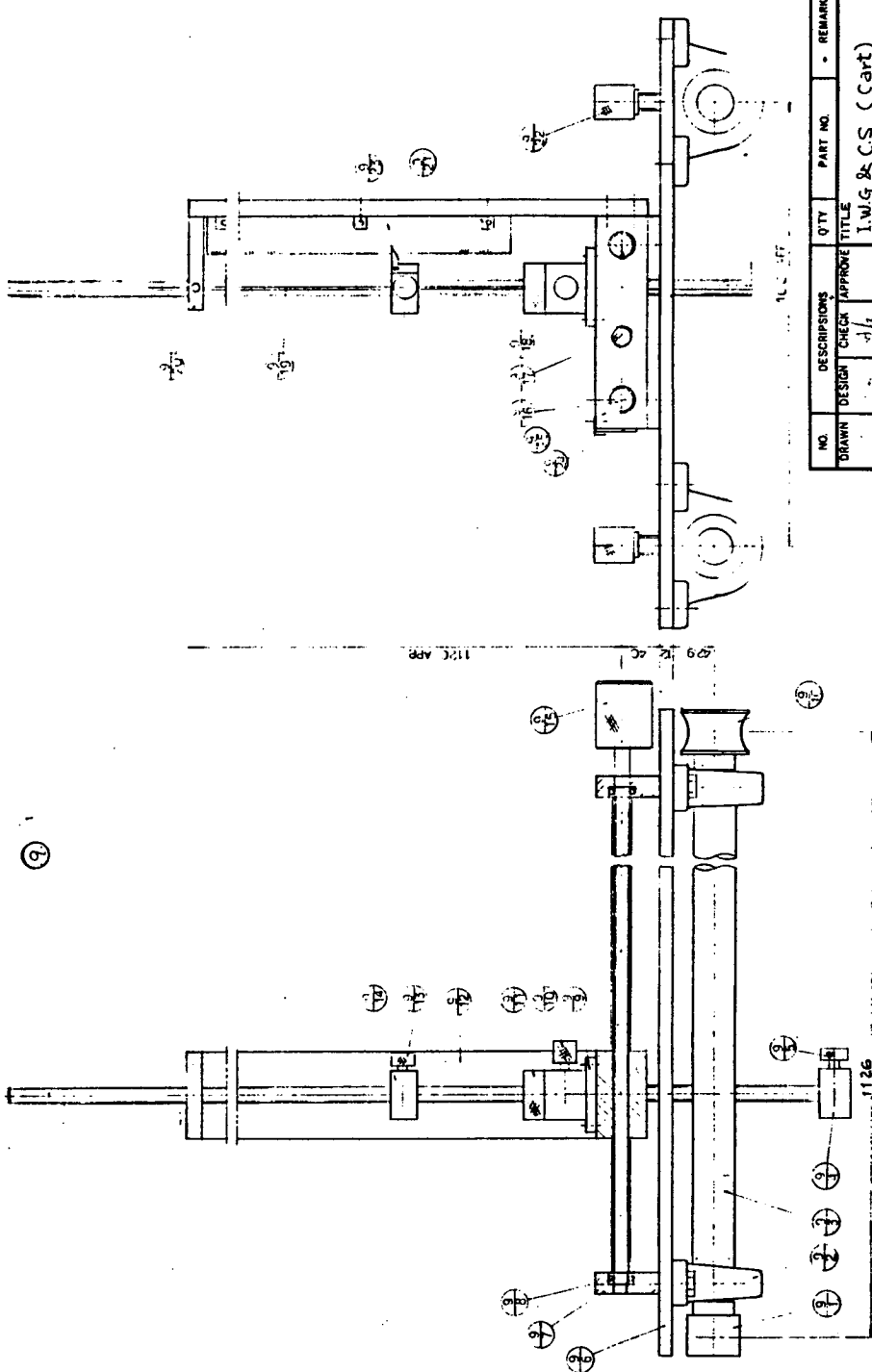
상 목부 지지대는 Glass 부 (100x140x1200x30^φ) 70개
 와철부 (100x140x1200x30^φ) 42개 인.
 * 편의상 H-Beam 과 Concrete 구조물은 생략함.

NO	DESCRIPTIONS	QTY	PART NO	REMARK
15	Flat Bar			50x4 ^φ
14	Flat Bar			50x4 ^φ
13	Flat Bar			30x4 ^φ
4	중부 지지대	70		100x140x1200x30 ^φ
11	좌회유리	(2)		1220x1045x12
5	Flat Bar			150x20 ^φ
7	공률	3	도면 100도장	

DESIGN	CHECK	APPROVE	TITLE
			I. U. G & C.S. (Glass part in film)

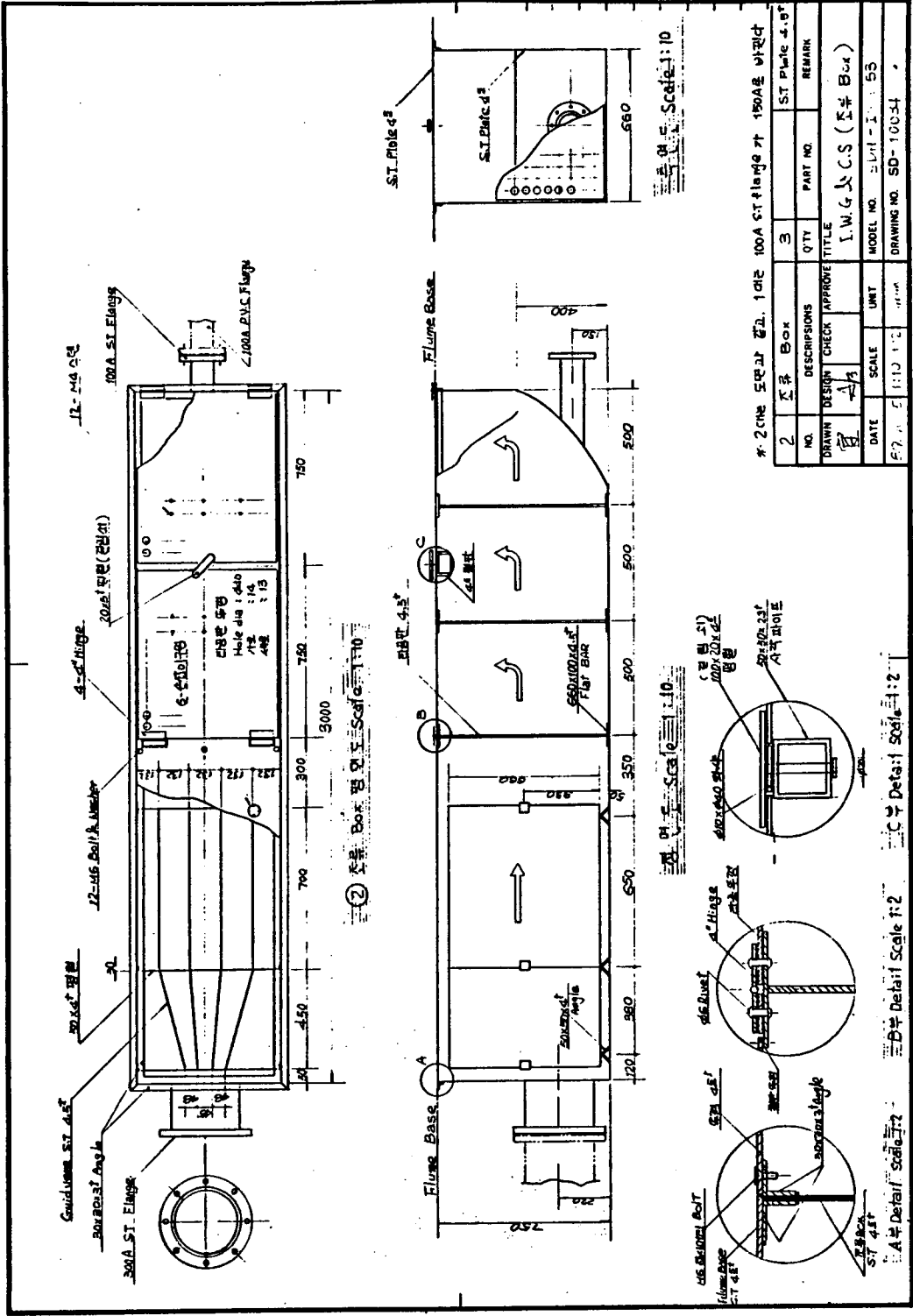
DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.	DRAWING NO.
7/11/01	1:20	mm	SD-11-001-02	SD-11-001-01

7 CH AT : CH



NO.	DESCRIPTIONS	Q'TY	PART NO.	REMARK
DRAWN	DESIGN	CHECK	APPROVE	TITLE
		✓/✓		I.W.G & CS (Cart)
DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.	DRAWING NO.
			74-101-25	SD-101-25

三德科學機械製作所 SAMDUK SCIENCE & IND. CO., LTD.



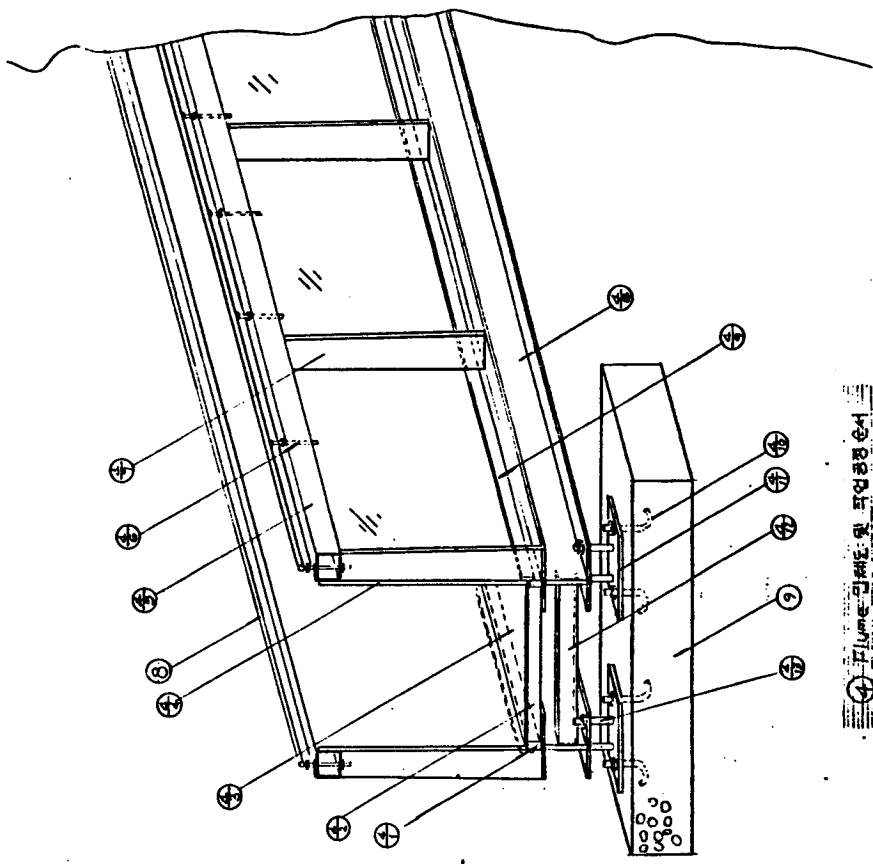
2인체 도라고 하고, 1인체 100A ST Flange 가 150A를 바꿨다

NO.	DESCRIPTIONS	QTY	PART NO.	REMARK
2	조류 Box	3	ST Plate 4-8"	
DRAWN DESIGN CHECK APPROVE TITLE				
I.W.G. C.S (조류 Box)				
DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.	SHIT-I-55
87.11.12	1:10	mm	DRAWING NO.	SD-100-54

삼도과학 機械製作所 SAMDOUK SCIENCE & IND. CO., LTD.

1. ④번의 H-Beam은 65mm로 평판하부 ⑤번의 높이 2단상 Bolt Hole를 통하여 나란히 평판한다.
2. ④번의 Chamfer/은 ⑤번 H-Beam에 맞춰 제작.
3. ④번의 평판은 평판 가장자리 ⑤번에 맞춰.
4. ④번은 산소절단후 평판 가장리 ⑤번에 맞춰 Flange가 끝부분은 부품을 따라 구멍을 가공함.
5. 평판 ④번은 ⑤번의 평판위에 Level을 맞추어 평판한다.
6. ⑤번의 사각파이프는 ⑤번의 Flange위에 용접한다.
7. ⑤번 평판은 ⑤번 평판에 가공한후 사에 맞추는 볼 핀을 재단하여 용접함. Gilders 합는 양면 재단 뒤에 도금스런게 재단후 Silicon 산을 coating을 한다.
8. ⑤번의 레인은 스핀 전단 Bolt를 사각파이프를 관통 하여 그안에 끼우고, 양단을 double nut 형태로 꼭 조임후 스핀 파이프에도 Top을 넣어 그 아래 nut 와 함께 Rock 시킨다.
9. ⑤번의 앵커 Bolt는 구조를 작업시 함께 있는 대 Position을 재좌의 정비가 한다.
10. ⑤번 평판위에 ⑤번 Level용 Bolt를 용접하고 H-Beam 양쪽에 Nut 및 Washer를 이음으로 체결한다.

* 이점이 1 Span 제작의 공정도이고, 나머지 spans에 동일한 방법으로 배치하며, 최종 설치시 전체 Level을 잡는 것이 가장 중요하다.



④ Flume-관체도 및 평판공정 순서

34	Flume 제작 공작도	1/24			
NO.	DESCRIPTIONS	CITY	PART NO.	REMARK	
DRAWN DESIGN CHECK APPROVE TITLE					
I.W.G. & C.S. (Flume 관체도)					
DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.	SDH-1445 53	
21. 7. 24	V.S.	1/10m	DRAWING NO.	SD-H-710-56	

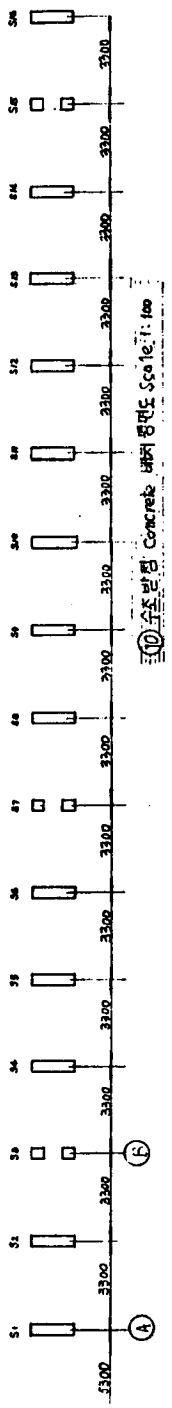
※ S는 Structure의 약자

※ C는 Frame 상하단 길이를 1360으로 한다.

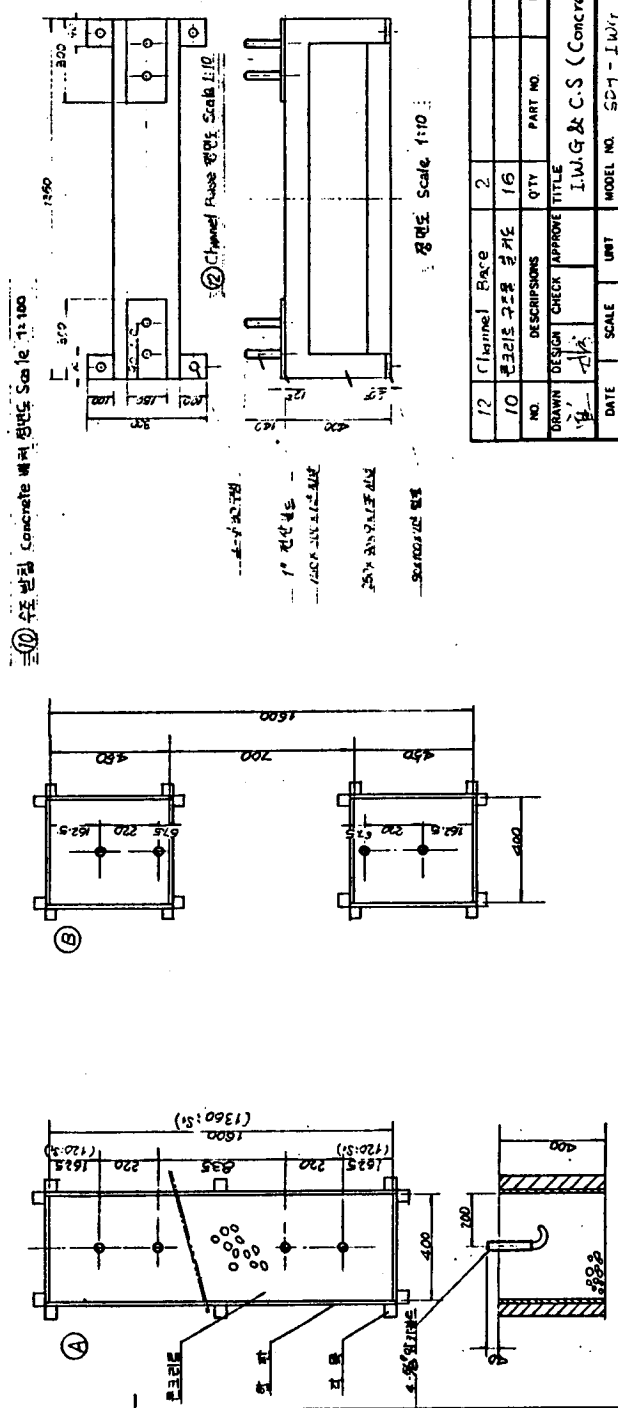
※ S, S, S는 순서대로 길이 재기이다.

※ 크기는 40mm 길이이다.

※ S : Structural 약자



⑩ 구조 방벽 Concrete 벽면 평면도 Scale: 1:100

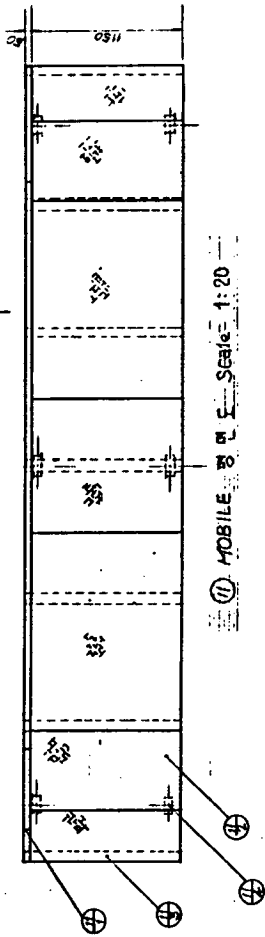


⑪ 구조 방벽 Concrete 벽면 평면도 Scale: 1:100

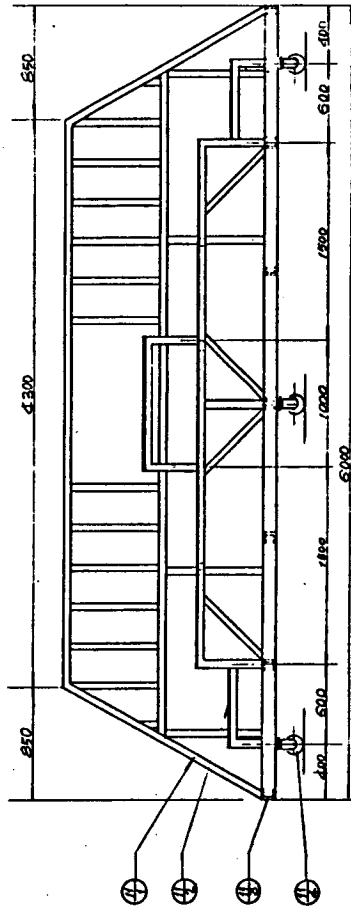
⑫ Channel Base 평면도 Scale: 1:10

12	Channel Base	2		
10	콘크리트 구조물 받개	16		
NO.	DESCRIPTIONS	QTY	PART NO.	REMARK
DRAWN DESIGN CHECK APPROVE TITLE				
I.W.G & C.S (Concrete Base.)				
DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.	DRAWING NO.
			SD-1-100	SD-1-100-50

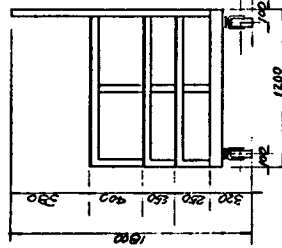
三星科學工業株式會社 SAMDUK SCIENCE & IND. CO., LTD.



⑪ MOBILE 평면도 Scale 1:20



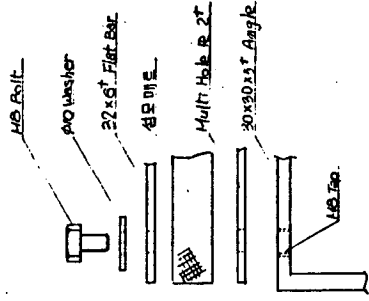
⑫ MOBILE 측면도 Scale 1:20



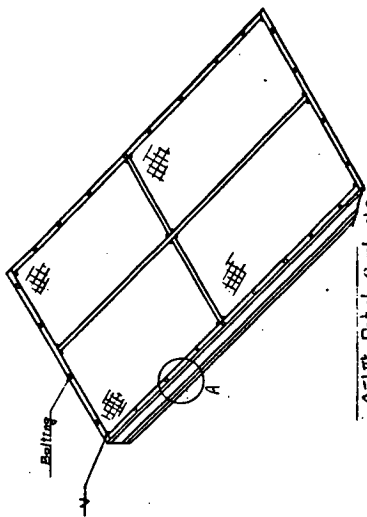
⑬ MOBILE Scale 1:20

4	바퀴 (원통형저 부분)	6	6"				
3	간판		100x50x5T5				
2	상부 철근		3" S.S.41C				
1	사각 파이프		50x50x2.5				
NO. DESCRIPTIONS		QTY	PART NO.	REMARK			
DRAWN DESIGN CHECK APPROVE TITLE		I.W.H. & C.S. (Mobile)					
DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.	DRAWING NO.			
7/10/53	1:20	mm	SDH-IV(1)55	SD-11-10017			

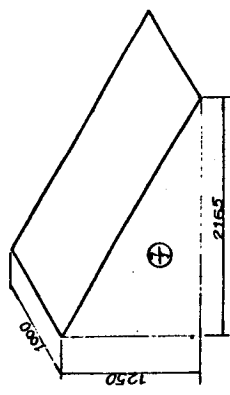
삼도과학공업제작소 SAMDUK SCIENCE & IND. CO. LTD.



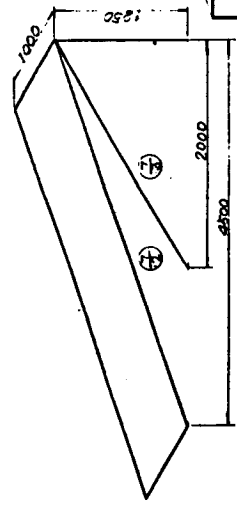
A. 볼트 체결 Scale: N.S.



△타판: De leti - Scant: N.S.



⊕ 직육사파판 Scale: N.S.



⊕ 우육사파판 Scale: N.S.

NO.	DESCRIPTIONS	QTY	PART NO.	REMARK
3	우육 사파판 (小規)	1		
2	우육 사파판 (大規)	1		
1	직육 사파판	1		

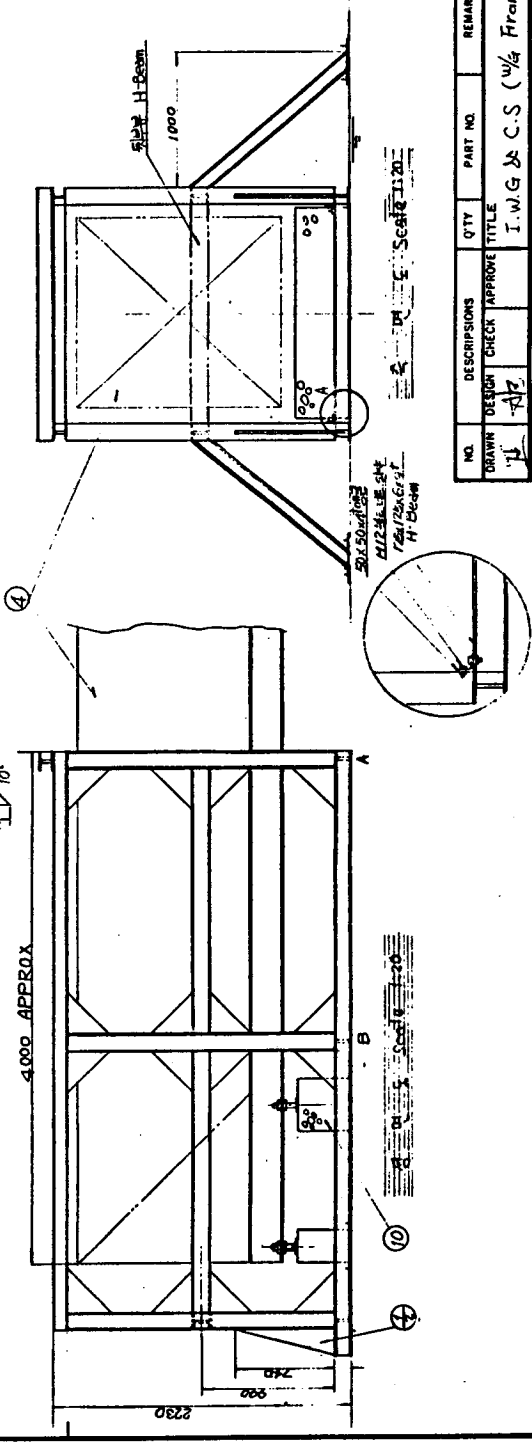
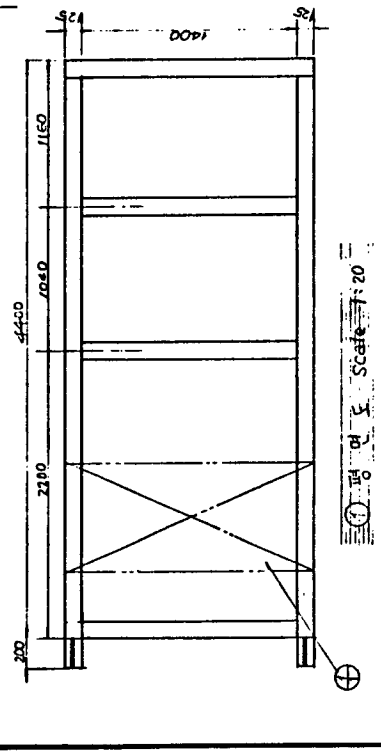
DESIGN	CHECK	APPROVE	TITLE
이	이	이	I.V.G & C.S (소파판)

DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.	DRAWING NO.
1971.10.10	M.S.	mm	SDH-2011-22	SD-4-1011-2

삼덕과학機械製作所 SAMDUK SCIENCE & IND. CO., LTD.

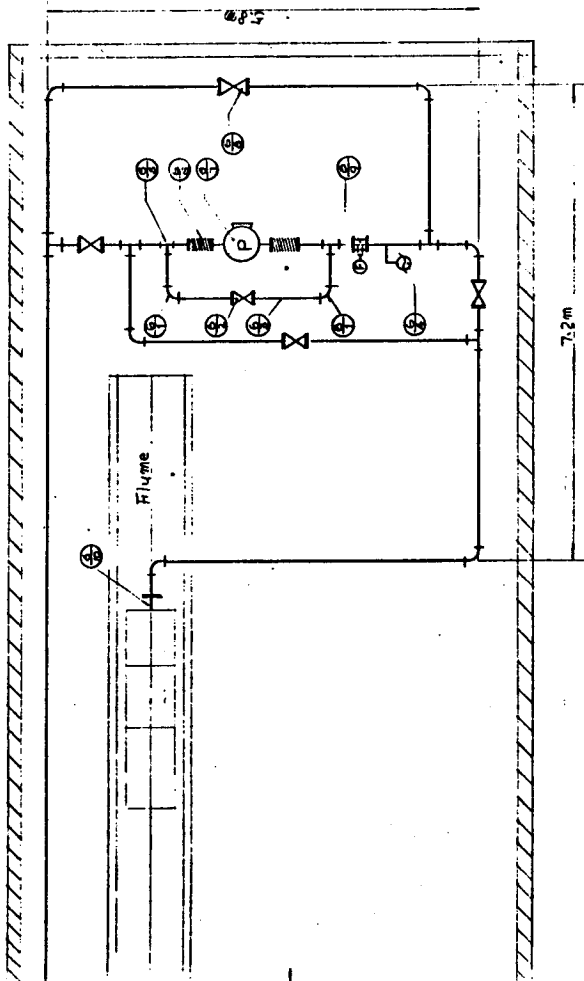
1	ALUMINUM	2	700x700x1500
2	SUPPORTER		
4	Frame	50x100x100	
10	Concrete Structure	50x100x100	

* Frame 두드러진 부분의 경우 1/4 H-Beam을 사용하며
 높이는 1/4 H-Beam의 높이를 사용하며
 두 장의 H-Beam을 사용하여 1/4 H-Beam을
 1/4 H-Beam의 높이를 사용하며 1/4 H-Beam을
 H-Beam과 1/4 H-Beam을 사용하며



NO.	DESCRIPTIONS	QTY	PART NO.	REMARK
1	DESIGN			
2	CHECK			
3	APPROVE			
TITLE: I.W.G & C.S (1/4 Frame)				
DATE: 1971.11.10				
SCALE: 1:20				
MODEL NO: 1011-1015				
DRAWING NO: SD11-10159				

三星科學機械製作所 SAMDUK SCIENCE & IND. CO., LTD.



⑥ 노환 펌프 배관도 Scale 1:20

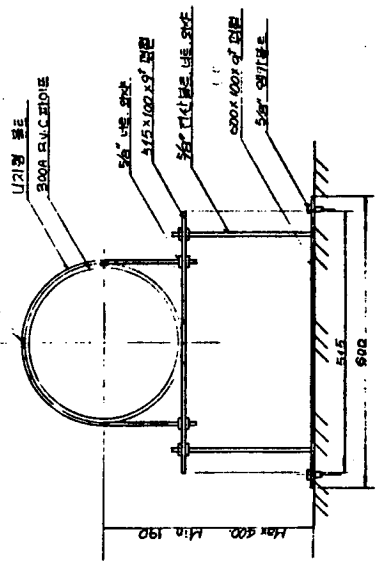
* Motor는 40HP 이며 A.C 임.
 * BY-Pass 등 배관은 100A RVC 수도용임.
 * 표시하지 않은 파이프 및 부품은 300A RVC 수도용임

10	Flange	1	300A SSW.C
9	Flow meter	1	6~600 m ³ /hr
8	Gate Valve	4	300A 구형
7	양용인 펌프 & 모터	1 set	10 m ³ /hr, 8HP
6	Expansion joint	2	별문스 형
5	이격 리어	2	300 → 100A
4	Pressure gauge	1	0 ~ 50 N/cm ²
3	Pipe	1	100A RVC
2	Gate valve	1	100A 구형
1	Elbow	2	100A RVC

NO.	DESCRIPTIONS	QTY	PART NO.	REMARK
DRAWN	DESIGN	CHECK	APPROVE	TITLE
11	11	11	11	I.W.G & C.S (노환 펌프 배관도)
DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.	DRAWING NO.
11.10.10	1:20	mm	SDH-I-201-52	SD-I-10-10

삼육과학기술연구소 SAMDUK SCIENCE & IND. CO., LTD.

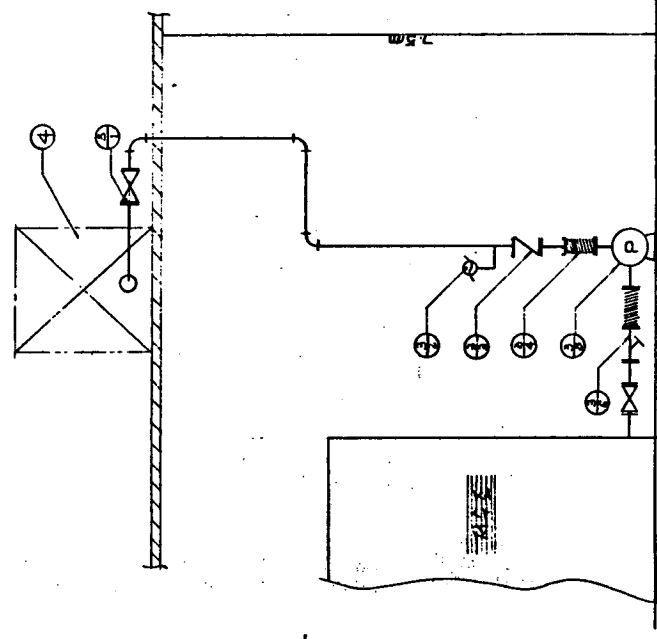
기. Packing



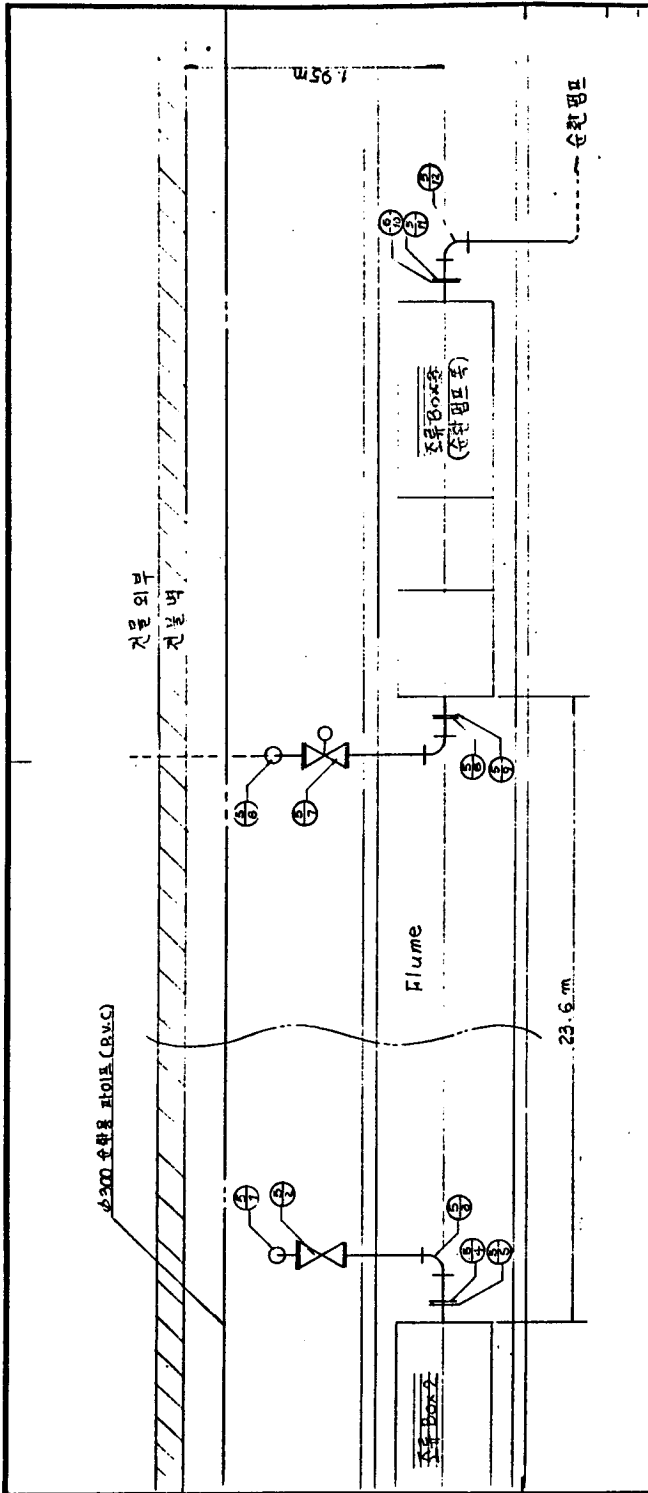
⊕ Pipe 지지대 Scale : 1:5

* 작업 상황에 따라 약간의 위치 변경이 있음.
 * 배관의 보온은 40° 스티로폼, 폴리마레트, 알루미늄 단열 오일삼.
 * 표시하지 않은 배관 및 부품은 100A, RVC 수동용임.

NO	DESCRIPTIONS	QTY	PART NO.	REMARK
6	11 Pipe 지지대			
6	Strainer	1	100A SS-41C	
5	Pump & Motor	1 set	10HP, 11kw, 250V	
4	Expansion joint	2	벨로드 4인치	
3	Check valve	1	100A 수동	
2	Pressure gauge	1	0~50 kg/cm ²	
1	Gate valve	2	100A, 10K-41	
4	W/G Flume	2	50x100x1.10x3.2 782	
NO	DESIGN CHECK APPROVE	TITLE	REMARK	
W	A/2		I.W.G & C.S(양광프로베이션)	
DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.	DRAWING NO.
89.10.21	1:40	mm	50H-1W4 50	SD-H-100-11



⊕ 양광프로베이션 배관도 Scale: 1:40



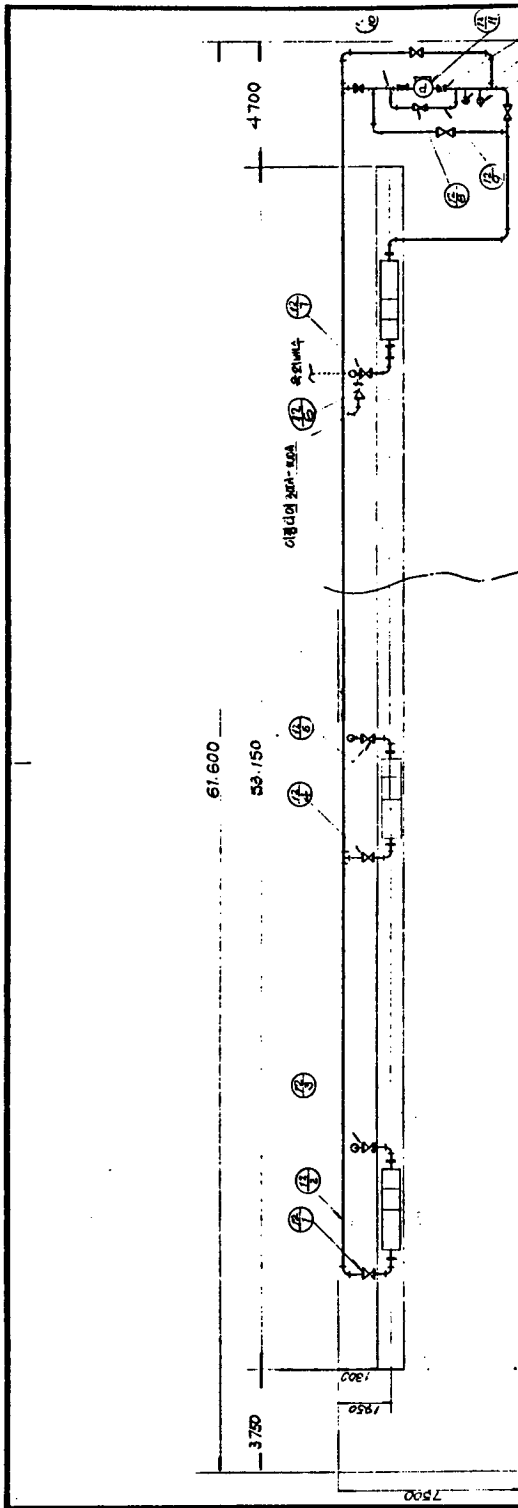
NO.	DESCRIPTIONS	QTY	PART NO.	REMARK
12	Elbow	1		300A R.V.C
11	Flange	1		300A R.V.C
10	Flange	1		300A SS4JC
9	Flange	1		150A SS4JC
8	Flange	1		150A R.V.C
7	Butterfly valve	1		150A 10K 조립
6	외부 배관용 Elbow	1		150A R.V.C
5	Flange	1		100A SS4JC
4	Flange	1		100A R.V.C
3	Elbow	1		100A R.V.C
2	Gate valve	1		100A 10K 조립
1	내부 배관용 Elbow	1		120A R.V.C

⑤ 1:20 배관 비율 Scale 1:20

NO.	DESIGN	CHECK	APPROVE	TITLE
남	남	남	남	I.W.G & C.S (배수설비도)

DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.	SDH - I.W.G 55
1971. 11. 20	1:20	mm	DRAWING NO.	SDH 10A-124

삼우과학 機械製作所 SAMDUK SCIENCE & IND. CO., LTD.



⑫ 배관설비 전체 외관 평면도 Scale 1:100

* 참고문
 1. 피리치 (호), P.P. Line, Elbow, Tee는 300A를 기준으로 한다.
 2. 정확한 설비는 공간에 따라 약간의 위치 변동은 있으나 기본적으로 합치는 도면이 된다.
 3. 저수조로의 배관은 도면 10042를 참고, 약 Line은 5'나 10041를 참고.
 4. Flow meter
 ① Transducer : TR 400, Impeller type
 ② Transmitter : FT 3000, Input : 4~20mA
 ③ Indicator { Dig : 4 digit (9999) }

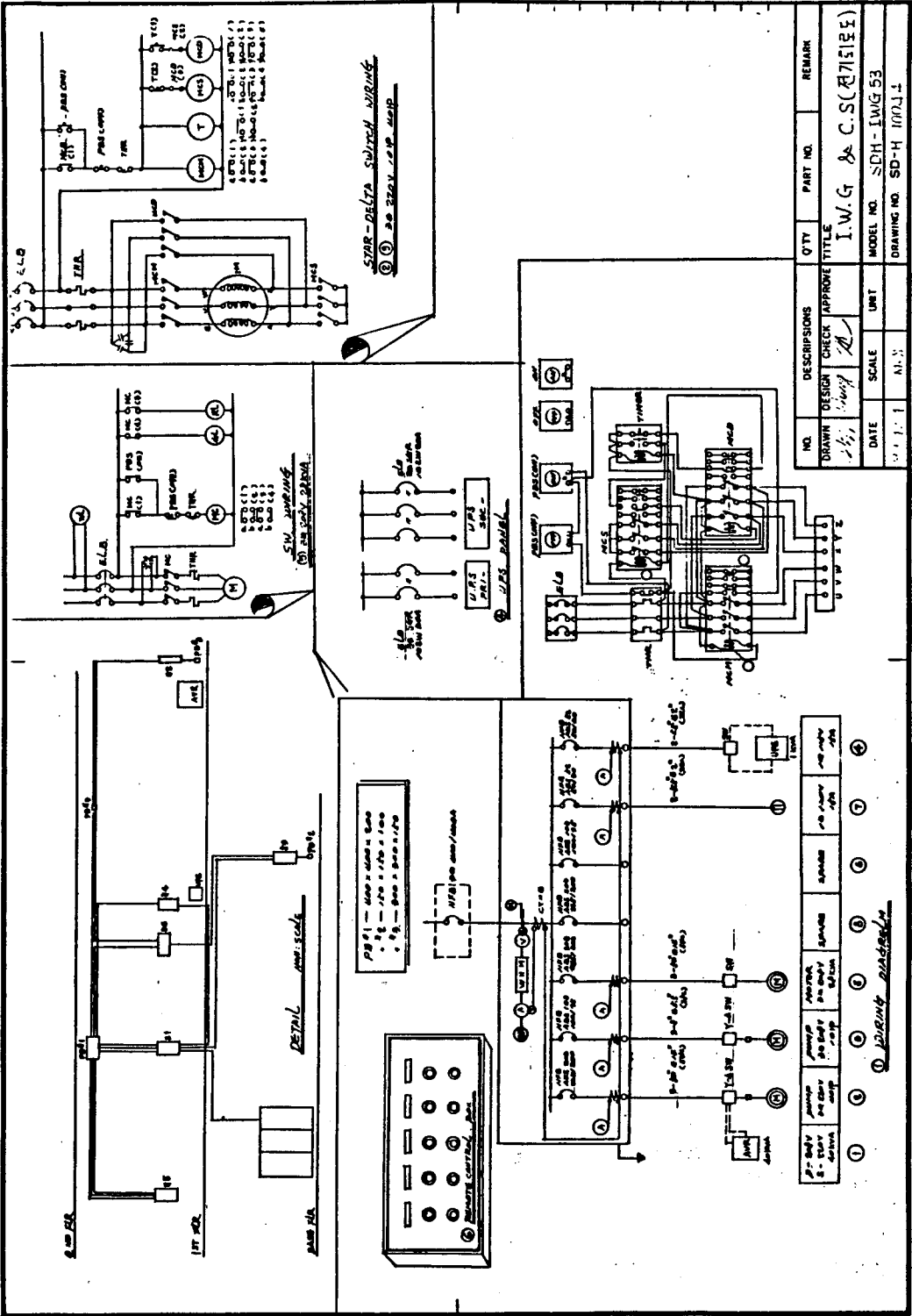


10	Pressure meter	0 ~ 50 N/cm ²	0 ~ 50 N/cm ²	
11	Flow meter	300A	300A	
12	Expansion Joint	40 HP AC, 8인치	40 HP AC, 8인치	
13	Pump & Motor	By Pass용	By Pass용	
14	Gate Valve	100A, R.V.C 수동	100A, R.V.C 수동	
15	Gate Valve	150A, R.V.C 수동	150A, R.V.C 수동	
16	Gate Valve	100A, R.V.C 수동	100A, R.V.C 수동	
17	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
18	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
19	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
20	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
21	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
22	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
23	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
24	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
25	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
26	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
27	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
28	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
29	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
30	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
31	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
32	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
33	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
34	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
35	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
36	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
37	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
38	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
39	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
40	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
41	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
42	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
43	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
44	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
45	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
46	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
47	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
48	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
49	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
50	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
51	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
52	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
53	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
54	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
55	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
56	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
57	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
58	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
59	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
60	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
61	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
62	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
63	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
64	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
65	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
66	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
67	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
68	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
69	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
70	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
71	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
72	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
73	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
74	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
75	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
76	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
77	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
78	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
79	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
80	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
81	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
82	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
83	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
84	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
85	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
86	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
87	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
88	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
89	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
90	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
91	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
92	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
93	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
94	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
95	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
96	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
97	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
98	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
99	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	
100	Gate Valve	300A, R.V.C 수동	300A, R.V.C 수동	

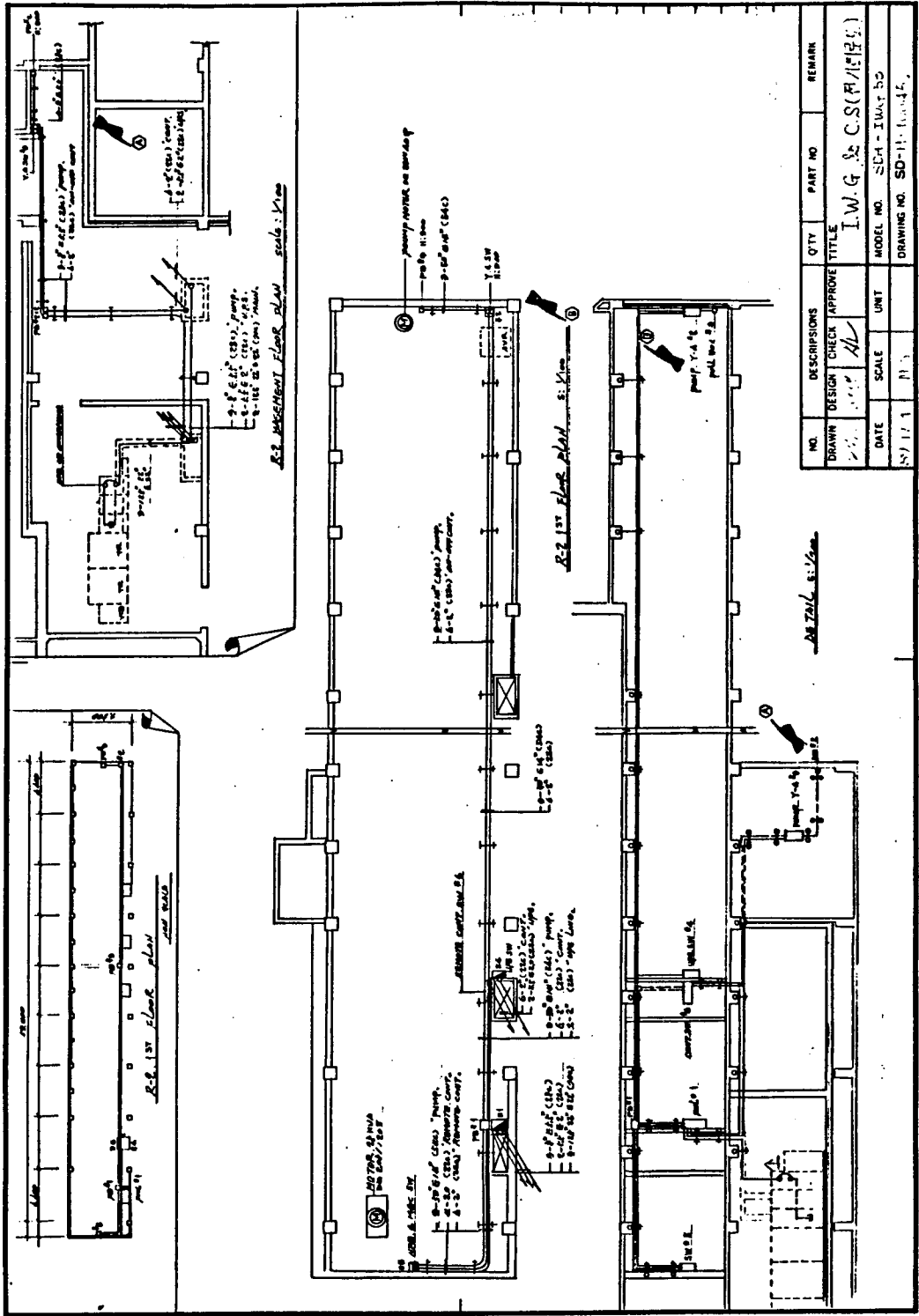
NO.	DESIGN	CHECK	APPROVE	TITLE	QTY	PART NO.	REMARK
1	1	1	1	1	1	1	1
DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.	DRAWING NO.	DRAWING NO. SD-H-1004-C		
1977.11.17	1:100	mm	SDH-1004-C	SD-H-1004-C	배관설비 외관도		

부 록 D

實驗室 電氣配線圖



三德科學儀器製作所 SAMDUK SCIENCE & IND. CO., LTD.



NO.	DESCRIPTIONS	QTY	PART NO.	REMARK
DRAWN	DESIGN	CHECK	APPROVE	TITLE
DATE	SCALE	UNIT	MODEL NO.	SD-4 - 11 Aug 55
NO. 1771	N/S		DRAWING NO.	SD-11-110415

I. W. G. & C. S. (P/I/E/E)
 三星科學機械製作所 SAMDUK SCIENCE & IND. CO., LTD.

부 록 E

水槽寫眞 첨부

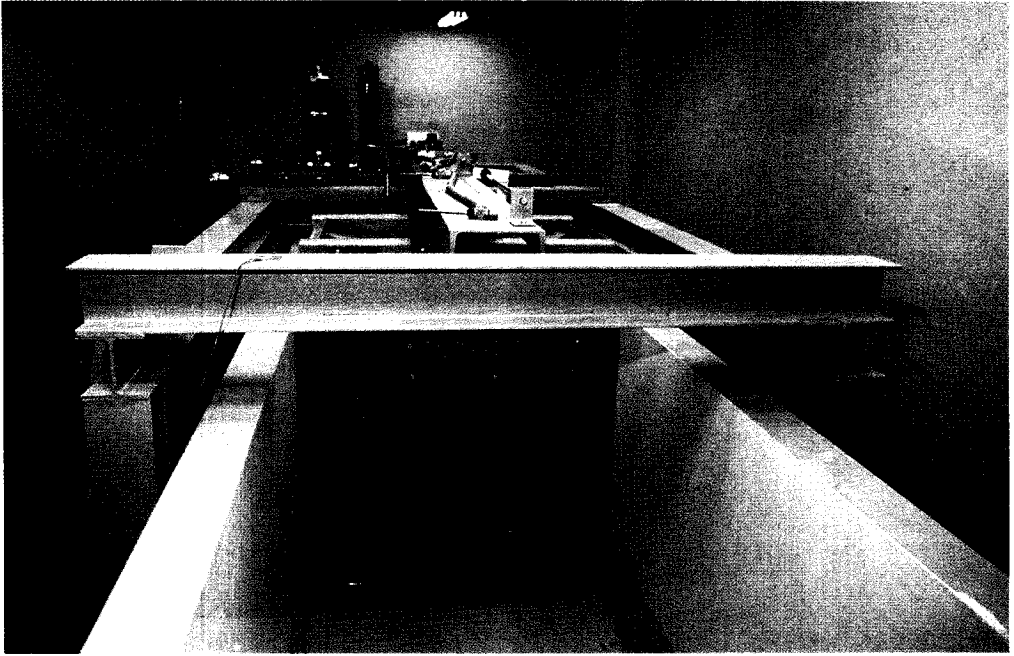


Fig. E3 Wave generator

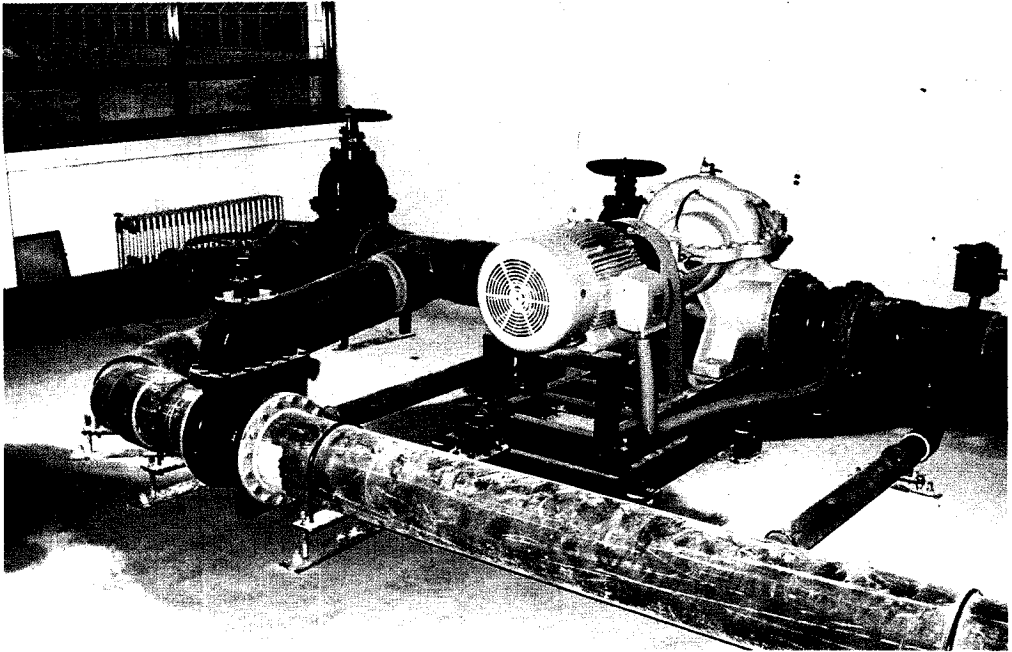


Fig. E4 Current recirculation system