

BSPE 00412-707-7

國內컨테이너 運送의 效率化 方案에
關한 研究

A Study on the Efficient Way
of Container Transportation in Korea

1994. 6.

韓國海洋研究所

提 出 文

韓國海洋研究所長 貴下

本 報告書를 “國內컨테이너 運送의 效率化 方案에
관한 研究”의 最終報告書로 提出합니다.

1994년 6월 30일

韓國海洋研究所

研究責任者: 金 成 貴

要 約 文

I. 제 목

국내 컨테이너 운송의 효율화 방안에 관한 연구

II. 연구개발의 목적 및 중요성

현재 우리나라는 수출입화물의 증가로 도로의 심각한 한계로 엄청난 체증과 지체로 많은 사회적 손실이 발생하고 있다. 특히 컨테이너 화물은 완제품의 수출입에 있어서 엄청나게 중요한 역할을 하고 있으나 도로체증으로 수송에 상당히 어려움을 겪고 있다. 따라서 현재 연안해운이나 철도를 이용한 컨테이너 운송이 증가되고 있으나 도로 및 경부선의 컨테이너 운송은 능력의 한계로 더 이상의 수송능력의 확대가 어려운 실정에 있다.

본 연구의 목적은 현재의 컨테이너 운송 현황의 분석과 미래 운송여건의 변화 분석을 통하여 앞으로 컨테이너 운송의 방향을 분석함으로써 미래의 컨테이너 운송의 효율화 방안을 찾는 데 연구의 목표를 두고 있다.

따라서 이 연구는 향후 우리나라 컨테이너 운송의 효율성을 제고하기 위한 기초 자료로서 크게 기여할 것이다.

III. 연구개발의 내용 및 범위

먼저 우리나라의 현재 컨테이너 유통 현황을 국가전체적인 관점에서 살펴보고 항구별로, 루트별, 운송수단별로 검토하였다. 그리고 앞으로의 컨테이너 운송과 관

련된 국가계획을 도로망 건설계획, 철도망, 연안 해송측면에서 어떻게 변화할 것인가를 살펴보았으며 앞으로 컨테이너 물동량의 변화도 살펴 보았다.

이를 토대로 공로의 경우 컨테이너의 주이용 루트를 산정하기 위하여 Dijkstra 알고리즘을 이용하여 새로운 항구와 배후지간의 최단거리를 구하였다. 실제로 재계산된 공로의 거리는 앞으로 공로의 건설계획이 시행됨에 따라 각 지역간 운송거리는 현재보다 많이 단축될 것으로 예상되어지고 있다. 이를 토대로 공로구간, 철도, 연안해송의 수송비용을 추정하였으며 그 결과 철도, 연안해송, 공로 등의 순으로 수송 비용이 증가하는 것으로 나타났다.

이를 바탕으로 본 연구에서는 일반정수계획법을 이용하여 수출화물의 수송비용을 최소화시키는 컨테이너 화물 최적배분을 수송수단별 지역별로 분석하였다. 여기에서 제약조건은 각 수송수단의 특성과 그리고 항구의 확장능력 등을 최대한 고려하고 화주의 수송수단에 대한 선호 경향도 최대한 감안하였다.

앞으로 2001년까지 예상되는 고속도로의 신규건설로 공로상의 수송거리는 많이 단축될 것으로 나타났고 연안피더항의 건설이 계획대로 잘 이루어진다면 연안해송의 경우 지금보다 훨씬 수송단계가 짧아져 경쟁력이 크게 향상될 것으로 판단된다. 아울러 철도의 경우 경부고속전철이 완성되면 현재 한계에 달한 컨테이너 운송철도의 능력 증가로 도로운송되는 컨테이너의 비율은 크게 감소되어 도로체중 완화에 크게 기여할 것으로 보인다.

IV. 연구개발 결과

본 연구에서는 먼저 현재의 컨테이너의 운송현황과 패턴을 살펴 보았고 이것이 앞으로 어떻게 변할 것인가에 대하여 초점을 맞추어 미래의 철도, 공로, 연안운송의 상황변화를 살펴보았으며 이것이 컨테이너 운송에 미치는 영향을 예측하여 보았다.

특히 많은 변화가 예상되는 것이 고속도로의 건설에 따른 공로의 화물운송패턴 변화가 예상된다. 특히 전국 도로망 구축 계획에 따라 운송거리가 대폭 단축될 것으로 보여 본 연구에서는 Dijkstra의 Algorithm을 이용하여 배후지역과 항만과의 최단거리를 구하였으며 그 결과 각 지역의 구간이 상당히 단축되어 지금보다 수송거리와 시간이 크게 줄어 들 것으로 예상된다.

연안컨테이너 화물의 운송에 있어서는 아직 피더항이 건설되지 않은 관계로 현재 수송절차가 복잡하고 수송비용 과다하게 들고 있지만 향후 지역별로 연안 전용 피더항이 건설될 것으로 계획되고 있어 향후 연안항의 경쟁력은 크게 향상될 것으로 전망된다.

이러한 전망을 바탕으로 향후의 수송 비용을 추정해 보면 경부간은 철송, 연안해송, 공로운송 순으로 비용이 높아지는 것으로 나타났다.

또한 수도권에서 광양, 부산의 양항까지 운송하는 경우의 수송비용을 비교해 보면 철송은 거리가 비슷한 관계로 비용상 거의 차이가 별로 나지 않으나 광양항이 부산항보다 공로는 약 70km, 해송은 66해리정도 가까와 거리와 비용상 유리하게 나타나고 있다.

이러한 결과를 바탕으로 본 연구에서는 배후지와 컨테이너 취급 항구간의 최적 수송량을 일반정수계획법을 이용하여 추정한 결과 서해지역은 주로 광양항, 동해지역은 부산항 쪽으로 거의 운송될 전망이나 부산항의 경우는 주로 영남권역의 물량 소화에, 광양항은 수도권, 중부권, 호남권 등의 여타권역 물량 처리에 활용되어야 할 것이다. 또한 앞으로 수도권, 중부권의 경우에는 현재보다 철송과 연안해송이 늘어나고 공로 운송비율이 줄어들 것으로 전망된다.

Summary

I .The Title of The Study

A Study on the Efficient Way of Container Transtation in Korea

II.The Objective and Significance of the Study

This study is to analyse the flows of the container cargoes in Korea in various aspects, which are suffering from the defficiency of infrastructure such as ports, railway and express way. Thus this study suggest the efficient way of container transportation in the future, considering all the factors and changes related with the container transpotation.

III.The Contents and Scope of the Study

First of all, the current state of transportation of containers is reviewed in terms of routes, modes and ports dealing the container cargoes. The plans of express way, railroad and feeder ports are also reviewed to forecast the changes in relation with the flow of container cargoes. Based on these data, the shortest paths of the express way linking the port with hinterland are calculated, using the Dijkstra algorithm.

The transportation costs of each mode are also estimated, which shows that the cost of offshore transportation is the cheapest and that of the express way is the most expensive compared with other modes.

General integer programming is used to get a optimal cargo allocation on regional and modal bases. The constraint used in this programm is considering the characteristics and the capacity of each mode , the extension programm of ports dealing the container cargoes and the

preference of shippers for modes.

IV.The Results of the Study

In the future, the distance of express way, by which container cargoes will be carried, will more or less be shortened when the construction plan is completed. The planned construction of feeder ports for containers can also contribute the reduction of cargo handling stages in offshore container feeder services, which make the feeder lines more competitive in terms of transportation cost.

Railway system can also contribute the extension of container cargo handling capacity by way of the planned construction of high speed train which will enlarge the insufficient capacity of railway, and this will reduce the congestion in the roads by converting a lot of truck cargoes to the train.

This study shows that railway system and offshore feeder transportation is expected to become more increasing in container transportation between Metropolitan area and container ports such as Pusan and Gwangyang.

목 차

第 1 章 序 論	1
第 1 節 研究의 目的	1
第 2 節 研究의 方法 및 範圍	1
第 2 章 컨테이너 運送現況 分析	2
第 1 節 概 要	2
第 2 節 釜山港의 圈域別 컨테이너 貨物量	4
第 3 節 仁川港의 圈域別 컨테이너 貨物量	6
第 4 節 運送段階 分析	7
第 3 章 2000년대의 輸送手段別 變化展望	9
第 1 節 社會間接資本施設	9
1. 도로망	9
2. 철도망	11
3. 연안해운 및 컨테이너 항만	11
第 2 節 2001년의 컨테이너 물동량 전망	12
第 4 章 항만-배후지간의 최단경로 分析	13
第 5 章 구간별 비용 分析	19
第 6 章 컨테이너貨物의 效率的 輸送方案	24
第 7 章 結 論	32
참고문헌	34
부 록	35
광양, 인천 => 배후지 간의 최단경로	35

표 목 차

〈 표 1 〉 컨테이너의 항만별 수출입별 취급량(1991)	4
〈 표 2 〉 전체 수출입 컨테이너의 권역별 취급량(1991)	5
〈 표 3 〉 부산항 총수출입 컨테이너의 권역별 이동량(1991년)	5
〈 표 4 〉 격자형 간선망 장기구상	9
〈 표 5 〉 경부선 능력의 변화	11
〈 표 6 〉 컨테이너 항만 물동량 전망	12
〈 표 7 〉 부산북 => 배후지의 최단경로	14
〈 표 8 〉 수송경로별 컨테이너 화물 유통비 비교	19
〈 표 9 〉 연안해송 비용	20
〈 표 10 〉 철 송 비 용(부산진역 경유 기준)	21
〈 표 11 〉 공로 운송 비용	22
〈 표 12 〉 구로에서 출발시 각 항까지의 운송비용	22
〈 표 13 〉 수출입 컨테이너의 지역별 배분량 (2001년)	27
〈 표 14 〉 수출컨테이너의 지역별 최적 배분표	31

그 림 목 차

〈 그림 1 〉 컨테이너의 운송경로도(1991)	3
〈 그림 2 〉 우리나라의 주요 간선 도로망 계획도	10

第 1 章 序 論

第 1 節 研究의 目的

현재 우리나라는 수출입화물의 증가로 도로의 심각한 한계로 엄청난 체증과 지체로 많은 사회적 손실이 발생하고 있다. 특히 컨테이너 화물은 완제품의 수출입에 있어서 엄청나게 중요한 역할을 하고 있으나 도로체증으로 수송에 상당히 어려움을 겪고 있다. 따라서 현재 연안해운을 이용한 컨테이너 운송이 증가되고 있고 경부선의 컨테이너 운송은 능력의 한계로 더 이상의 수송능력의 확대가 어려운 실정에 있다.

본 연구의 목적은 현재의 컨테이너 운송 현황의 분석과 미래지향적인 분석을 통하여 앞으로 컨테이너 운송의 방향을 분석하여 미래의 컨테이너 운송의 효율화 방안을 찾는 데 연구의 목표를 두고 있다.

第 2 節 研究의 方法 및 範圍

본 연구에서는 향후의 국내 수송능력을 수단별로 살펴 보고 특히 공로의 경우에는 고속도로망의 건설이 상당히 진척될 2001년의 전국도로망을 이용하여 최단거리 알고리즘을 이용하고 최단루트를 계산하여 수송수단별 비용산정의 기초로 삼고 이들 비용을 상호 비교해 보고자 한다.

또한 이들 산정된 비용을 고려하고 2001년을 기준으로 변화될 여건을 고려하여 수출컨테이너 화물을 기준으로 일반정수계획법으로 수단별, 구간별 최적수송량을 산정하여 분석한다.

第 2 章 컨테이너 運送現況 分析

第 1 節 概 要

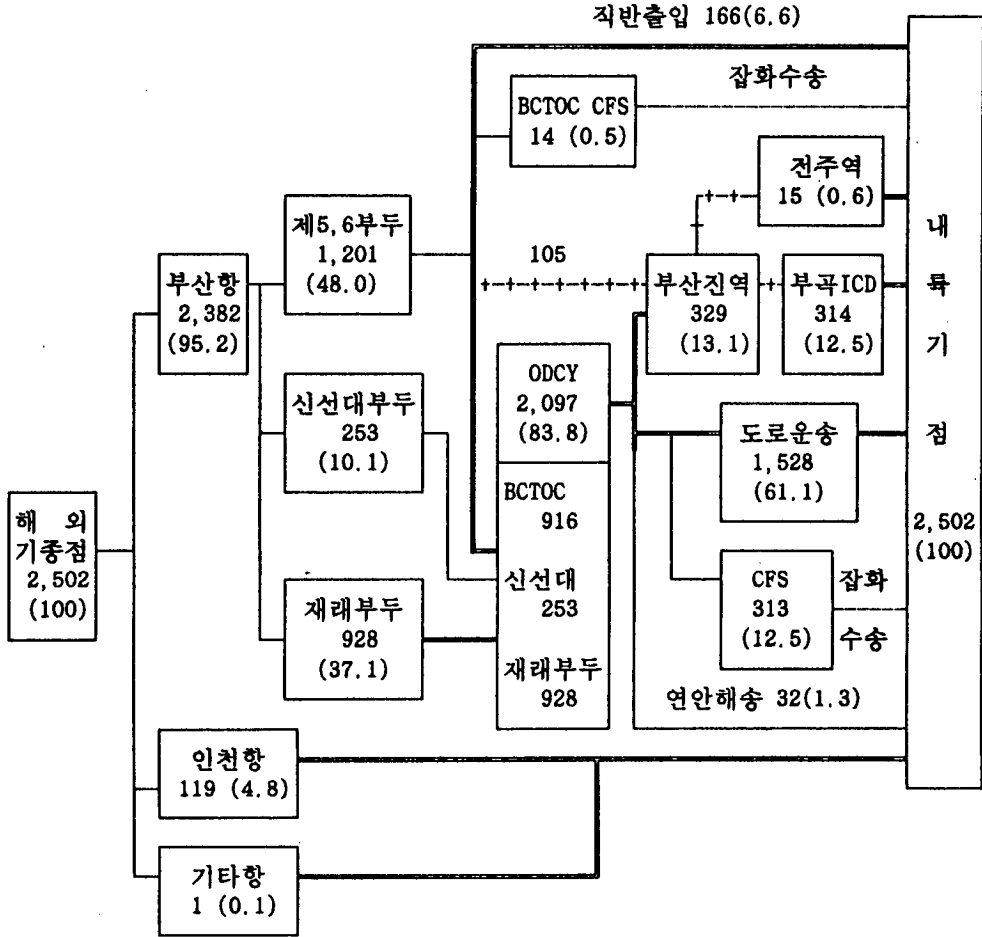
컨테이너 화물의 경우 부산항이 전국 물량의 95%이상을 처리하고 있고 그 세력권이 전국에 미치는 특성을 갖고 있으며 그 유통경로도 상대적으로 복잡한 양상을 띠고 있다¹⁾.

우리 나라 컨테이너 수송경로는 1)부산컨테이너 전용부두 및 부산항 재래부두 <---> ODCY <---> 배후지로 이어지는 유통패턴이 압도적 비중을 점하며 이어 2)부산항 <---> 부산진역 경유 <---> 배후지간 수송 3)BCTOC 직반출입의 순으로 되어 있으며 인천항 및 기타항의 비중은 5%미만의 미미한 수준에 불과하다.

한편 FCL컨테이너의 교통수단별 유통현황을 살펴보면 91년 전국 FCL물동량 181만 4천 TEU중 도로에 의해 154만 1천 TEU(85.0%)가 수송되었고 철도에 의해서 24만 3천 TEU(13.4%) 그리고 연안해송에 의해 2만 9천 TEU(1.6%)가 수송, 도로수송에 높은 의존도를 나타내고 있다. 특히 연안해운수송은 매년 급격히 증가하고 있어 철도, 도로 등 육상 수송수단의 체화가 심화되고 있는 부산 <--->경인지역의 새로운 대체운송수단이 되고 있다. 본 연구에서는 1991년 해운산업연구원의 컨테이너 분석자료를 중심으로 분석하고자 한다.

1)제 1장에서는 해운산업연구원의 대량화물유통체계 개선에 관한 연구(1992.6)와 대량화물유통체계 종합개선방안 연구(1993.8)의 관련 내용을 종합 발췌 정리하였음.

단위 : 천TEU, %



주: 1)*는 우리나라 총취급량(2,502천 TEU)에 대한 비중임

2)1991년 부산항 재래부두 취급량은 99만 3천 TEU이나 부관페리 등 한일 항로에 투입된 10'형 컨테이너는 관세협회 통계에 집계되지 않아 제외하였음.

범례: ————— 해상운송 = = = = = 도로운송
 - + - + - + - + - + - 철도운송 일반트럭에 의한 잡화운송

그림 1. 컨테이너의 운송경로도(1991)

第 2 節 釜山港의 圈域別 컨테이너 貨物量

1991년 부산지역 ODCY업체에서 취급한 컨테이너 화물을 이륙 발생지/ 목적지 별로 보면 수도권이 32.8%, 부산권이 29.3%를 차지하는 등 양대 권역이 62.1%를 차지하고 있어 양대 권역이 우리 나라 컨테이너 화물의 약 2/3에 가까운 물량이 발생하거나 취급되고 있음을 알 수 있다. (표 1, 2, 3 참조)

표 1 컨테이너의 항만별 수출입별 취급량 (1991년)

단위 : TEU, %

| 항만 | 구분 | 수출 | | 수입 | | 합계 | |
|-----|----|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
| | | 수출 | 구성비 | 수입 | 구성비 | 합계 | 구성비 |
| 부산항 | 적공 | 1,107,506 | 96.5 | 923,724 | 94.2 | 2,031,230 | 95.5 |
| | | 224,267 | 93.2 | 127,215 | 94.9 | 351,482 | 93.8 |
| | 계 | 1,331,773 | 95.9 | 1,050,939 | 94.3 | 2,382,712 | 95.2 |
| 인천항 | 적공 | 39,922 | 3.5 | 56,061 | 5.7 | 95,983 | 4.5 |
| | | 16,117 | 6.7 | 6,774 | 5.1 | 22891 | 6.1 |
| | 계 | 56,039 | 4.0 | 62,835 | 5.6 | 118,874 | 4.8 |
| 마산항 | 적공 | 98 | 0.0 | 443 | 0.0 | 541 | 0.0 |
| | | 187 | 0.1 | - | - | 187 | 0.0 |
| | 계 | 285 | 0.0 | 554 | 0.0 | 738 | 0.0 |
| 울산항 | 적공 | - | - | - | - | - | - |
| | | 80 | 0.0 | - | - | 80 | 0.0 |
| | 계 | 80 | 0.0 | - | - | 80 | 0.0 |
| 합계 | 적공 | 1,147,526 | 100.0 | 980,228 | 100.0 | 2,127,754 | 100.0 |
| | | 240,651 | 100.0 | 133,989 | 100.0 | 374,640 | 100.0 |
| | 계 | 1,388,177 | 100.0 | 1,114,217 | 100.0 | 2,502,394 | 100.0 |

자료) 부산항 : 관세협회 부산지부
 인천, 마산, 울산항 : 항만청 내부자료

표 2 전체 수출입 컨테이너의 권역별 취급량
(1991년)

단위 : TEU

| | F C L
(A) | C F S
(B) | 적컨테이너
(A + B) | 공컨테이너
(C) | 합 계
(A+B+C) |
|-------|--------------|--------------|------------------|--------------|----------------|
| 수 도 권 | 620,903 | 139,123 | 760,026 | 124,068 | 884,094 |
| 부 산 권 | 442,390 | 30,032 | 472,422 | 25,715 | 698,137 |
| 경 북 권 | 216,490 | 85,359 | 301,849 | 3,509 | 305,358 |
| 경 남 권 | 230,500 | 31,792 | 262,292 | 21,348 | 28,640 |
| 호 남 권 | 163,637 | 9,249 | 172,886 | - | 172,886 |
| 중 부 권 | 136,825 | 18,039 | 154,863 | - | 154,863 |
| 강 원 권 | 3,416 | - | 3,416 | - | 3,416 |
| 합 계 | 1,814,161 | 313,594 | 2,127,754 | 174,640 | 2,247,394 |

자료 : 해운산업연구원, "대량 화물유통체제 개선에 관한 연구", 1992.6

표 3 부산항 총 수출입 컨테이너의 권역별
이동량 (1991년)

단위 : TEU

| | F C L
(A) | C F S
(B) | 적컨테이너
(A + B) | 공컨테이너
(C) | 합 계
(A+B+C) |
|-------|--------------|--------------|------------------|--------------|----------------|
| 수 도 권 | 541,715 | 138,854 | 680,569 | 101,177 | 781,746 |
| 부 산 권 | 442,390 | 30,032 | 472,422 | 225,715 | 698,137 |
| 경 북 권 | 216,457 | 85,359 | 301,816 | 3,509 | 305,325 |
| 경 남 권 | 229,950 | 31,792 | 261,742 | 21,081 | 282,823 |
| 호 남 권 | 163,051 | 9,249 | 172,300 | - | 172,300 |
| 중 부 권 | 121,044 | 18,038 | 139,082 | - | 139,082 |
| 강 원 권 | 3,299 | - | 3,299 | - | 3,299 |
| 합 계 | 1,717,906 | 313,324 | 2,031,230 | 351,482 | 2,382,712 |

자료 : 해운산업 연구원,
"대량화물유통체제 개선에 관한 연구", 1992.6

1991년 ODCY에서 취급한 FCL 컨테이너는 총 171만 8천 TEU로 화물의 발생/도착지 구성을 보면 54만 2천 TEU(31.5%)가 수도권에서 발생되었다. 따라서 수도권은 우리 나라 최대의 FCL컨테이너 발생지가 되고 있다.

FCL컨테이너는 수도권에 이어 부산권에서도 전체의 25.8%에 해당되는 44만 TEU가 유출입됨으로써 상기 양권역에서 전체의 약 57%를 상회하는 FCL 컨테이너가 유통된 것으로 집계되었다.

1991년 부산항에서 처리된 수입 적컨테이너 95만 6천 TEU는 BCTOC와 일반부두, 그리고 신선대 부두에서 취급된다. 입항된 컨테이너는 컨테이너 부두의 불충분한 배후처리면적 때문에 대부분 ODCY를 거쳐서 통관에 필요한 절차가 진행되고 있다.

부산항에 입항된 컨테이너의 유통경로는 ① 부산항 --> ODCY경유 --> 도로운송 --> 화주 문전 적출의 흐름이 전체의 70.4%로 압도적 비중을 점하고 있으며 이어 ② 철도운송을 통해 수도권(일부 호남권)으로 이동되는 물량이 11.1%, ③ BCTOC --> 화주 문전 직반출 물량(7.0%), 그리고 연안해운을 통해 수송되는 물량 2%의 순으로 구성되어 있다. ④ 또한 부산지역에서 해체되는 CFS화물량은 BCTOC CFS(6천TEU), ODCY CFS(8만 4천 TEU)의 총 9만 TEU로 수입 적컨테이너의 9.4%를 구성하고 있다.

특히 부산항 컨테이너 유통경로중 가장 경제적인 BCTOC --> 화주 직반출은 7.0%에 불과해 나머지 화물은 ODCY경유에 따른 추가 비용부담과 부산지역 교통체증을 유발시키며 수입 적컨테이너의 92.4%가 ODCY를 경유하여 컨테이너 유통이 불합리하게 이루어지고 있다.

1991년 부산에서 취급된 총 수출 적컨테이너는 115만 TEU로 BCTOC와 일반부두, 그리고 신선대 부두에서 각각 취급되었다. 그러나 총 수출 적컨테이너의 91.0%에 해당하는 105만 TEU가 ODCY를 경유, BCTOC및 일반부두로 이송되는데 비해 화주 문전에서 항만으로 직접 반입되는 적컨테이너는 9만 6천 TEU(8.3%)에 불과해 수입의 경우와 같이 ODCY의 의존도가 높다.

철도운송되거나 도로운송된 FCL화물은 ODCY에서 신규로 조성된 CFS화물과 더불어 총 수출 적컨테이너 화물(115만TEU)을 구성하며 일부는 BCTOC와 신선대 부두 등 전용부두를 통하고 또 일부는 재래 부두를 통하여 수출된다.

수입의 경우와 비슷하게 전국 각지에서 부산에 집결된 소량 잡화(CFS화물)은 ODCY나 BCTOC의 CFS에서 비로소 컨테이너화 하는데 1991년 23만 7천 TEU가 CFS화물(BCTOC 8천TEU, ODCY 229천TEU)로 처리되었다.

第 3 節 仁川港의 圈域別 컨테이너 貨物量

1991년 인천항을 통해 수출입된 컨테이너 화물은 모두 11만 9천 TEU로

그 가운데 인천, 부평을 포함한 수도권에서 전체의 86.1%인 10만 2천 TEU의 물량이 발행/도착, 높은 수도권 집중현상을 보여 전국을 배후지로 하는 부산항의 유통패턴과 대조적인 유형을 보이고 있다.

수도권 이외에 중부, 호남권에도 일부 컨테이너가 수송되고 있으나 그 규모는 동항 전체 취급량 중 각각 13.3%, 0.5%로 비교적 적은 점유율을 보였다. 컨테이너 형태별 물량구조를 보면 CFS화물은 0.1% 미만으로 적컨테이너중 CFS비율이 극히 낮다.

한편 동항 컨테이너의 기종점 구성을 구체적으로 살펴보면 인천항을 통해 수출되는 물량은 수도권 지역이 80.3%로 대부분을 점하고 있으나 중부권 물량도 19.7%로 비교적 높다. 인천항에서 수입되는 물량은 91.4%가 수도권지역에 1차 도착되고 나머지 물량이 중부, 호남권으로 공급되고 있어 수출입에 따라 각기 상이한 구성을 보이고 있다.

인천항에서 총컨테이너의 교통수단별 이동은 도로를 통해 전량이 수송되고 그 유통 경로를 보면 서울 지역의 경우 영동포, 구로를 포함한 강북지역 및 부평, 김포 지역은 인천항 ODCY장치후 --> 경인고속도로 --> 최종 목적지의 흐름을 이루고 있는 반면 서울 강남지역과 안산, 수원, 평택 등 대단위 수출공단지역은 수인 산업도로를 이용하고 있다.

부산 <---> 영남지역 <---> 인천항 간의 수송루트는 인천항에서 수인산업도로를 경유한 후 오산 틀게이트를 거쳐 경부고속도로를 이용하는 경로를 택하며 중량초과화물에 한해 국도를 이용하는 것으로 나타났다.

인천항 <---> 중부권간 수송루트의 경우 대전, 청주 및 충주지역은 오산 틀게이트를 거쳐 경부고속도로로 이어지는 수송패턴을 보이는데 비해 천안 지역 수송은 수인산업도로 <---> 39번 국도를 거쳐 아산만, 온양을 경유한 후 천안으로 이어지는 흐름이 주류를 이루고 있다.

第 4 節 運送段階 分析

서울-부산간 수송수단별 수송시간을 수입기준으로 살펴보면 도로는 직반출시 5일 15시간, ODCY 경유시 10일 17시간이 걸리며, 철송의 경우 직반출이 10일 18시간, 부산진역 경유가 11일 20시간이 걸리는 것으로 나타나고 있다. 2) 반면에 해송은 12일 20시간이 걸려 가장 단계가 복잡하고 시간이

많이 걸리는 것으로 나타났다. 이중 연안해송은 연안 피더항이 없어 일반 부두와 ODCY를 거치게 되므로서 1일 2시간이 더 소요되는 것으로 나타나 향후 연안 피더항이 건설되면 철송과 거의 비슷한 시간이 소요될 것으로 보여 향후 여건변화와 더불어 수송수단간 운송시간 차이는 점차 줄어들 것이다.

2) 해운산업연구원, 대량화물 유통체계 종합개선방안 연구, 1993. 8. P.380.

이외에 해운산업연구원, 화물유통원활을 위한 국내(연안)해운기능의 강화방안, 1991 7, pp.95-96에서 는 공로가 11.3일, 철도가 11.4일, 해송이 12.3일이 걸린다고 함.

第 3 章 2000년대의 輸送手段別 變化展望

第 1 節 社會間接資本施設

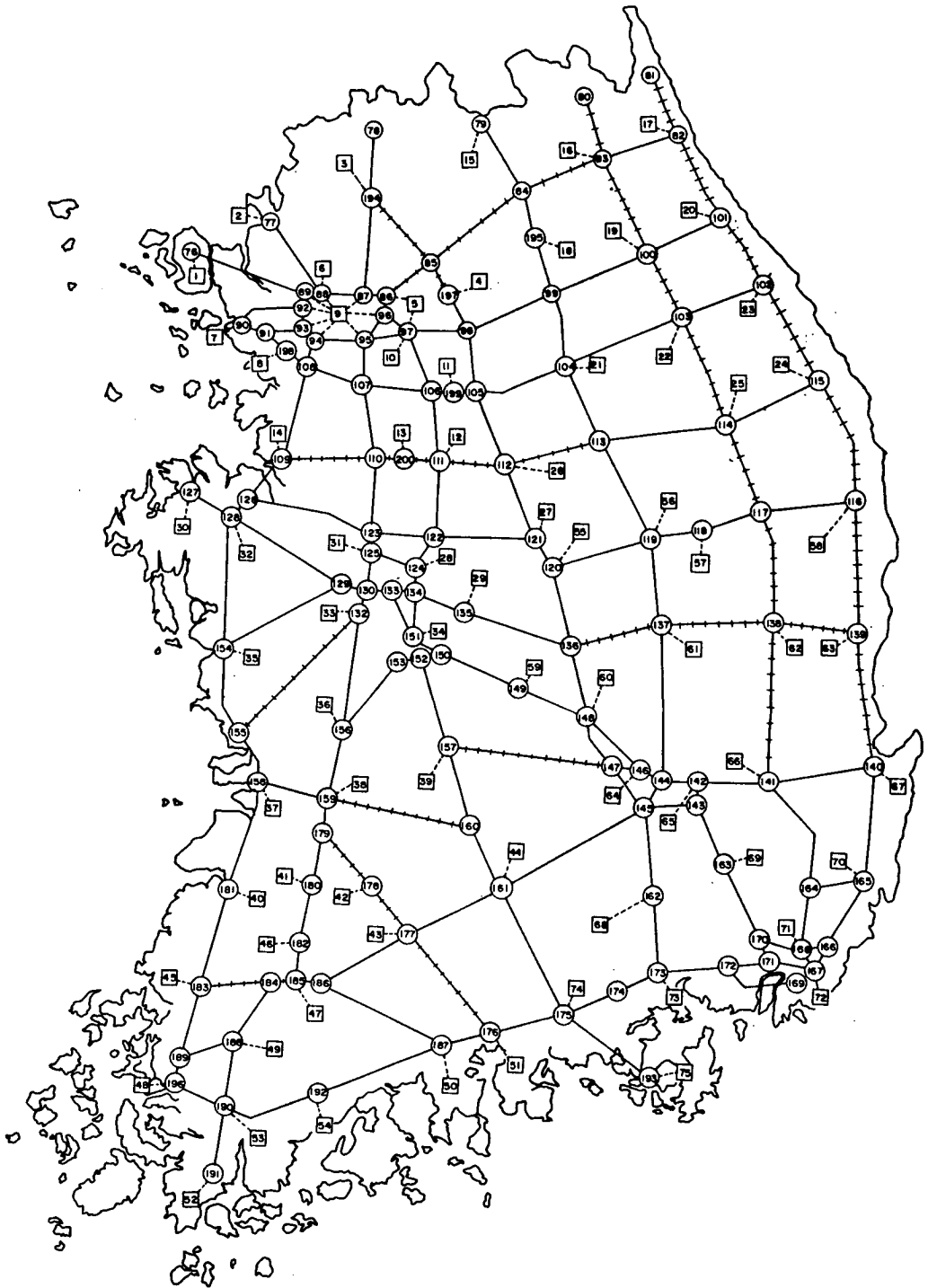
1. 도로망

컨테이너의 경우 100km이상의 장거리는 예외적인 경우를 제외하면 시간 단축을 위하여 대부분 육상의 고속도로가 주로 활용된다. 따라서 앞으로 계획된 간선도로망의 확충에 대하여 살펴보면 표 4와 같이 우리나라가 9 X 7의 격자망식의 간선도로망이 이루어질 것으로 예상된다³⁾.

표 4 격자형 간선망 장기구상

| 축 | 구 간 | 연 계 항 만 |
|-----|------------------------|----------------------|
| 남북축 | 제1축: 강화-인천-안산-당진-군산-목포 | 인천항, 군산항, 목포항 |
| | 2축: 문산-서울-천안-논산-광주-목포 | 목포항 |
| | 3축: 동두천-서울-대전-진주-충무 | 충무, 마산, 삼천포, 고현항 |
| | 4축: 포천-여주-구미-대구-마산 | 마산항 |
| | 5축: 철원-춘천-원주-안동-대구-김해 | 부산항, 진해항 |
| | 6축: 양구-용평-봉화-영천-부산 | 부산항 |
| | 7축: 간성-강릉-울진-포항-부산 | 동해항, 포항항, 부산항 |
| 동서축 | 제1축: 인천-서울-춘천-간성 | 인천항, 거진항 |
| | 2축: 인천-서울-홍천-속초 | 인천항, 속초항 |
| | 3축: 안산-수원-원주-강릉 | 육계, 주문진, 동해, 묵호항 |
| | 4축: 안중-일죽-제천-삼척 | 평택항, 삼척항, 임원항 |
| | 5축: 서산-천안-울진 | 죽변항 |
| | 6축: 대천-대전-안동-영덕 | 대천항, 강구항, 월포항 |
| | 7축: 군산-무주-대구-포항 | 포항항 |
| | 8축: 영광-광주-함양-대구 | 목포, 울산, 포항, 구룡포, 감포항 |
| | 9축: 목포-순천-마산-부산 | 목포항, 마산항, 부산항 |

3) 해운항만청, 항만적정능력 산정 및 개발기본계획구상, 1993 8, pp. II-2 ~ II-3. 및 국토개발연구원, 2000년대를 향한 장기 도로개발방향 구축을 위한 정책토론회(자료집), 1993.4, pp.11~13.



범례: ——— 2001년 이전 개설루트
 +++++ 2001년 이후 개설루트

그림 2. 우리나라의 주요 간선도로망 계획도

2. 철도망

현재 경부선이 주요 컨테이너 운송로로 이용되고 있으나, 앞으로 광양항의 건설에 따라 전라선이 이용될 전망이다. 광양항 개발에 따른 전라선의 개량이 아래와 같이 이루어질 전망이다⁴⁾.

○ 1단계 : 직선화 개량('95년) - 용량 27회 --> 53회

○ 2단계 : 복선화 작업 - 2000년까지 완료

특히 기존 경부선 철도가 고속철도의 개통으로 화물운송위주로 전환되면 서 컨테이너 열차의 운행횟수가 하루 24회 이내에서 1백40회로 늘어나 컨테이너 수송능력은 연간300백만 TEU로 늘어 날 것으로 보인다⁵⁾.

표 5 경부선 능력의 변화

| 구 분 | 현 재 | 고속전철 개통후 | 증 가 |
|-------------------|------------------------|---------------------|--------------------------|
| 1일 열차 운행
수송 능력 | 20-24 왕복 | 140 왕복 | 116 - 120 왕복 |
| 1일
년간 | 916-1092TEU
36만 TEU | 8400TEU
302만 TEU | 7308-7484TEU
266만 TEU |

3. 연안해운 및 컨테이너 항만

현재는 인천이 이용되고 있으나 향후 포항, 울산, 마산 등 연안 피더항이 개발될 것이며 컨테이너가 처리될 다목적 항만으로서 아산, 군산, 목포, 동해 등이 거론되고 있다⁶⁾.

컨테이너 항만의 처리능력은 2001년까지 신규 건설될 광양항이 2,277천 TEU(연안피더항 포함), 부산항이 3,195천 TEU, 인천항이 495천 TEU의 능력을 갖게 될 것으로 전망된다⁷⁾.

4) 해운항만청, 상계서, 1993 8, pp. II - 72

5) 해운산업연구원, 상계서, 1993 8, p.271

6) 해운항만청, 상계서, 1993 8, pp.34-35.

7) 해운항만청, 상계서, p.33-34.

第 2 節 2001년의 컨테이너 물동량 전망

2001년의 우리나라 컨테이너 물동량의 전망치를 해운산업연구원이 발간한 보고서를⁸⁾ 통하여 살펴보면 다음과 같다. 본 보고서에서 분석하게 될 년도는 2001년인데 이 시기의 총컨테이너 물동량은 약 650만 TEU에 달할 것으로 전망되어 1991년의 2.3배가 될 것이다.

표 6 컨테이너 항만 물동량 전망

단위: 천TEU

| | 1991 | 1996 | 2001 | 2006 | 2011 |
|------------|------------|------------|------------|--------------|---------------|
| 부산항 | 2,612(141) | 2,945(233) | 3,195(328) | 3,768(601) | 4,473(968) |
| 광양항 | - | 957 (73) | 2,277(217) | 3,566(513) | 5,344(1,028) |
| 인천항 | 151 | 397 (22) | 495 (34) | 566(52) | 711 (92) |
| 기타항 | 1 | 316 | 517 | 690 | 933 |
| 총항만
물동량 | 2,772(141) | 4,613(328) | 6,484(579) | 8,590(1,166) | 11,461(2,088) |

8) 해운산업연구원, 상계서, 1993 8., p.220.

第 4 章 항만-배후지간의 최단경로 분석

각 항에서 배후도로를 통하여 화물이 수송되는 루트는 앞에서 본 바와 같이 육로의 남북, 동서 축이 보강됨에 따라 크게 변화될 전망이다⁹⁾. 따라서 이에 맞게 수송비용이 재산출됨으로써 2001년도에 컨테이너가 수송될 최적 루트를 재계산할 수 있게 된다.

화물 수송은 여러 루트로 이루어질 수 있으나 여기에서는 2001년까지의 도로건설 계획을 이용하여 컨테이너 운송트럭이 일반적으로 최단거리 루트를 이용한다고 가정하여 비용계산을 하였으며 최단루트 이외의 루트도 많이 이용될 수 있으므로 이러한 변화에 대해서는 운송비용에 대한 민감도 분석이 이용될 수 있을 것이다.

본 연구에서는 항구-배후지 권역간 최단거리 루트를 찾기 위하여 Dijkstra의 알고리즘¹⁰⁾을 응용하여 최단거리 루트를 계산하였으며 컨테이너 화물이 처리되는 부산지역의 부산북 인터체인지에서 각 지역까지의 루트, 거리 등을 표 7과 같이 산출하였다. 여기에서 보면 부산북-시흥사이의 거리는 약 386km이며 여기에 부산항내에서의 거리와 시흥-구로동까지의 거리를 더하면 약 420km미만으로서 현재의 구로동-부산항 약 460km보다¹¹⁾ 약 40km가 줄어드는 것으로 나타나서 앞으로의 간선도로망 확충에 따른 다소의 도로망 단축효과가 나타날 것으로 전망되며 특히 제 2장의 그림 2에서 보는 바와 같이 경부축쪽에 더 많은 간선도로망이 신설, 확충되므로서 거리상의 단축효과와 아울러 공로운송시의 선택가능 경로도 보다 다양해질 것으로 예상된다.

서울-광양 인터체인지간은 현재 경부, 호남, 남해고속도로를 차례로 이용한 경우 고속도로 거리만 약 411.6km가 되는데 앞의 그림 2에 나타

9) 본 연구에서는 국토개발연구원의 최근의 내부자료로서 우리나라 구간별 도로건설 세부계획이 참고자료로 활용되었음. 또한 한국일보, 1994년 7월 4일, p.2 참조

10) 강맹규, 네트워크와 알고리즘, 1991 11, pp.76-83.

11) 해운산업연구원의 우리나라 수출입화물의 수송체중비용 분석(1991 2, p.96)에서는 경인지역의 컨테이너 화물이 중부고속도로를 이용하는 비중은 미미한 것으로 보고 있어 여기에서는 경부고속도로기준으로 산출함.

난 간선도로망계획에서 대전-진주 구간 161km가 2001년까지 완공되도록 계획되어¹²⁾ 있어 광양 인터체인지에서 서울외곽지역까지 고속도로로 약 342km정도로 나타나 경부간의 최단거리보다 최대 70km 정도까지 단축될 것으로 예상된다.

철도의 경우는 현재 대전-광양항간 약 280km, 대전-부산진역간이 286km로 별차이가 없으며 다만 전라선의 굴곡노선이 직선화되면 광양항이 다소 유리할 것으로 보인다¹³⁾.

표 7 부산북 ==>배후지의 최단경로

** 여기에서 숫자는 經路(그림2 참고)의 표시이며 Total cost는 총 거리(km)를 의미하며 기타 광양항, 인천항과 배후지와의 거리와 경로는 부록을 참고하기 바람.

부산북(167) ==> 반월(198) :
 168 170 163 143 142 144 146 148 136 120 121 112 105 199 106
 107 108 198
 Total Cost == 391.799988

부산북(167) ==> 목포(196) :
 168 170 171 172 173 174 175 176 187 192 190 196
 Total Cost == 282.400024

부산북(167) ==> 춘천(195) :
 168 170 163 143 142 144 137 119 113 104 99 195
 Total Cost == 411.100006

부산북(167) ==> 충무(193) :
 168 170 171 172 173 174 175 193
 Total Cost == 163.800003

부산북(167) ==> 순천(187) :
 168 170 171 172 173 174 175 176 187

12) 한국일보, 1994년 7월4일, p2 참조.

13) 철도청 관계자와의 면담에 따르면 전라선 구간중 신라-임실 구간에서 '98년까지 총11.4km 정도가 개량되어 단축될 것으로 보고 있고 그 이후의 계획은 미정이라고 함. 아울러 한국일보 1994 7월 4일자, p8 참조바람.

Total Cost == 170.500000

부산북(167) ==> 광주동(185) :
168 170 171 172 173 174 175 176 187 186 185
Total Cost == 275.200012

부산북(167) ==> 전주남(179) :
168 170 171 172 173 174 175 161 160 159 179
Total Cost == 281.300018

부산북(167) ==> 광양(176) :
168 170 171 172 173 174 175 176
Total Cost == 158.199997

부산북(167) ==> 진주(175) :
168 170 171 172 173 174 175
Total Cost == 119.099998

부산북(167) ==> 울산(165) :
166 165
Total Cost == 49.599998

부산북(167) ==> 군산(158) :
168 170 171 172 173 174 175 161 160 159 158
Total Cost == 292.300018

부산북(167) ==> 대전북(151) :
168 170 163 143 142 144 146 148 149 150 151
Total Cost == 265.000000

부산북(167) ==> 대전동(150) :
168 170 163 143 142 144 146 148 149 150
Total Cost == 256.000000

부산북(167) ==> 구미(148) :
168 170 163 143 142 144 146 148
Total Cost == 167.600006

부산북(167) ==> 성곡(147) :
168 170 163 143 145 147

Total Cost == 140.300003

부산북(167) ==> 대구서(146) :

168 170 163 143 142 144 146

Total Cost == 127.599998

부산북(167) ==> 대구안(144) :

168 170 163 143 142 144

Total Cost == 123.500000

부산북(167) ==> 포항(140) :

166 165 140

Total Cost == 109.399994

부산북(167) ==> 안동(137) :

168 170 163 143 142 144 137

Total Cost == 190.600006

부산북(167) ==> 조치원(133) :

168 170 163 143 142 144 146 148 149 150 151 133

Total Cost == 279.399994

부산북(167) ==> 대전안(131) :

168 170 163 143 142 144 146 148 149 150 151 131

Total Cost == 274.700012

부산북(167) ==> 천안남(125) :

168 170 163 143 142 144 146 148 136 135 134 124 125

Total Cost == 310.000031

부산북(167) ==> 삼척(115) :

168 170 163 143 142 144 137 119 113 104 103 102 115

Total Cost == 501.100006

부산북(167) ==> 충주(112) :

168 170 163 143 142 144 146 148 136 120 121 112

Total Cost == 284.299988

부산북(167) ==> 평택(110) :

168 170 163 143 142 144 146 148 136 135 134 124 125 123 110

Total Cost == 338.200043

부산북(167) ==> 안산(108) :

168 170 163 143 142 144 146 148 136 120 121 112 105 199 106
107 108

Total Cost == 384.799988

부산북(167) ==> 수원(107) :

168 170 163 143 142 144 146 148 136 120 121 112 105 199
106 107

Total Cost == 361.599976

부산북(167) ==> 원주(104) :

168 170 163 143 142 144 137 119 113 104

Total Cost == 332.800018

부산북(167) ==> 강릉(102) :

168 170 163 143 142 144 137 119 113 104 103 102

Total Cost == 450.500000

부산북(167) ==> 판교(95) :

168 170 163 143 142 144 146 148 136 120 121 112 105 199 106
97 95

Total Cost == 370.699982

부산북(167) ==> 시흥(94) :

168 170 163 143 142 144 146 148 136 120 121 112 105 199 106
107 108 94

Total Cost == 386.799988

부산북(167) ==> 서울외곽(93) :

168 170 163 143 142 144 146 148 136 120 121 112 105 199 106
107 108 94 93

Total Cost == 396.099976

부산북(167) ==> 서울외곽(92) :

168 170 163 143 142 144 146 148 136 120 121 112 105 199 106
107 108 94 93 92

Total Cost == 409.899963

부산북(167) ==> 서창(91) :
168 170 163 143 142 144 146 148 136 120 121 112 105 199 106
107 108 198 91
Total Cost == 402.199982

부산북(167) ==> 인천(90) :
168 170 163 143 142 144 146 148 136 120 121 112 105 199 106
107 108 198 91 90
Total Cost == 411.999969

부산북(167) ==> 서울외곽(89) :
168 170 163 143 142 144 146 148 136 120 121 112 105 199 106
107 108 94 93 92 89
Total Cost == 416.899963

부산북(167) ==> 화천(84) :
168 170 163 143 142 144 137 119 113 104 99 195 84
Total Cost == 427.300018

부산북(167) ==> 철원(78) :
168 170 163 143 142 144 146 148 136 120 121 112 105 199 106
97 96 86 87 194 78
Total Cost == 443.600006

부산북(167) ==> 문산(77) :
168 170 163 143 142 144 146 148 136 120 121 112 105 199 106
97 96 86 87 88 77
Total Cost == 431.799988

第 5 章 구간별 비용 분석

최근에 조(1993)¹³⁾는 컨테이너 내륙운송 비용구조를 분석하여 수도권 - 부산항 간의 컨테이너 운송의 비용구조를 수송수단 별로 비교 분석하였다. 여기에서는 현재의 관점에서 본 것이기 때문에 현재 연안해송이 다단계이므로 가장 경쟁력이 떨어지게 나타나고 있으며 반면에 철도의 경우 경쟁력이 높게 나타나고 있다. 그러나 철도의 경우 경부선의 한계로 실제로 2/3이상의 컨테이너 화물이 공로를 이용하고 있고 화주들도 이 방법을 가장 선호하고 있는 것으로 나타나고 있다. 먼저 조(1993)의 연구에서 제시된 비용구조는 총괄적으로 살펴보면 표 8과 같다

표 8 수송경로별 컨테이너 화물 유통비의 비교
단위: 원, %

| 수 송 경 로 | | 총수송 비용 | 도로직반출입 대비 |
|---------|------------------|---------|-----------|
| 도로 | 직반출입 | 172,061 | 100.0 |
| | ODCY 경유 | 195,706 | 113.7 |
| 철도 | 부산진역 경유 | 142,068 | 82.6 |
| | 부산진역/
ODCY 경유 | 176,034 | 102.3 |
| | 직반출입 | 132,174 | 76.8 |
| 연 안 해 송 | | 196,164 | 114.0 |

2001년의 컨테이너 운송의 수송 수단별 경쟁력은 여러가지 변화의 여건 때문에 현재의 경쟁력이 그대로 유지되기는 어려울 것으로 판단된다. 따라서 앞으로 일어날 상황에 대하여는 앞에서 검토된 상황을 충분히 검토하고 이에 따라 어떻게 수송원가가 변화할 것인가를 정확히 반영하여 재검토할 필요가 있다고 본다. 예를 들면 연안피더부두의 건설은 연안수송의 단계를 줄여 시간의 비용의 감소로 연안수송의 경쟁력을 높일 것이며 아울러 새로운 고속도로의 건설은 거리의 단축과 체중의 완화에 기여할 것이며 경부간 고속전철의 건설 또 철도 용량의 확대로 기존의 경부선 용량을 확대시켜 더 많은 화물의 운송에 기여하고 전라선 등의 개선, 개량 및 복선화 또한 광양항까지의 거리단축과 운송효율화에 기여할 것으로 판단이 되어 이를 종합적으로 고려한 컨테이너 물량의 배분이 필요하다.

13) 조찬혁, 컨테이너 내륙운송비용의 구조; 해운산업연구, 통권 제110호, 1993 11, pp.19-38.

본 연구에서는 조(1993)에 의해 제시된 방법론을 수용하고 2001년의 상황을 고려하여 수송비용을 재계산 하였다. 특히 공로의 경우 앞에서 재계산 최단거리를 기초로 공로비용을 추정하였다.

여기에서는 도로의 경우 직반출입의 비중이 낮으므로 본 연구에서는 OCDY를 경유하는 것을 비용 산정의 기본으로 삼았다. 철도의 경우는 부산전역을 경유하는 것으로 가정하였다.

또한 연안 해송의 경우 현재 부산에서 전용되는 부두가 없어 ODCY를 거치게 되어 비용과 시간이 더 걸려 비용이 가장 높게 나타나고 있으나 본 연구에서는 향후 각 부산과 각 지역에 연안전용 피더부두가 건설될 계획이 있음을 참작하여 비용을 재계산하였다. (표9, 10, 11의 비용은 원단위임.)

표 9 연안해송 비용

단위 : TEU/원

| 구 간 | 일반부두
처리비용 | 해송구간 | 인천항 처리
비용 | 문천수송비
용 | 합계 |
|--------------------|--------------|----------------------|--------------|------------|---------------------|
| 인천-서울강북 | 14,027 | 90,403.3
(71,472) | 23,369 | 26,336.3 | 154,135
(159135) |
| 인천-강남, 성남 | | | | 31,987.9 | 159,786
(140855) |
| 인천-강서, 구로 | | | | 19,475.8 | 147,274
(128343) |
| 인천-인천, 김포 | | | | 9,483.8 | 137,282
(118351) |
| 인천-안산, 안양, 부곡 | | | | 26,781.0 | 154,580
(135648) |
| 인천-수원, 평택 | | | | 41,034.6 | 168,833
(149902) |
| 군산 - 광양
군산 - 부산 | 14,027 | 820,338
75,338.9 | 23,368 | 7,940.4 | 127,368
120,674 |

*적취율은 60%로 가정하고 ()안은 인천-광양간의 비용임.

표 10 철 송 비 용(부산진역 경유 기준)
단위 : TEU/원

| | 부산지역내
(광양) 이동 | 부산진
(광양역) | 철송구간 | 부곡 | 문전수송 | 합 계 |
|----------------------------------|------------------|--------------|--|-------|---------|----------------------|
| 서울 강북 | | | | | 26917.9 | 149,135
(144,873) |
| 강남, 성남 | | | | | 10588.8 | 132,806
(128,544) |
| 강서, 구로 | | | | | 17627.7 | 139,845
(135,589) |
| 인천, 부평 | 10322 | 5480 | 95,448
(91,186) | 10967 | 28982.4 | 151,199
(146,937) |
| 안산, 부곡 | | | | | 7384.6 | 129,602
(125,340) |
| 수원, 평택 | | | | | 21121.4 | 143,338
(139,076) |
| 증부권**
(대전, 천
안, 청주,
충주) | 10322 | 5480 | 부산-대전
(회덕)
61402.4
광양-대전
(회덕)
57935 | 10967 | 31761.6 | 119,933
(116,466) |

* () 안은 광양항까지의 비용이며 광양항까지 연결되는 전라선 철도는 차후 전라선의 굴곡 노선의 직선화 작업(11.4km 단축효과)이 이루어질 것을 가정하여 산정한 것이며 광양에서의 비용은 부산내에서의 비용을 준용함. 증부권은 현재 구상되고 있는 회덕의 철송 ICD(철도청)를 가정하여 산정한 것임.

**대전-청주기준(40km).



표 11 공로 운송 비용

단위 :TEU/원

| 지역 | ODCY비용
(부산. 광양
공통)** | 장거리
비용
(부산) | 집배송
비용
(부산) | 합계
(부산) | 장거리
비용
(광양) | 집배송
비용
(광양) | 합계
(광양) |
|---------|----------------------------|-------------------|-------------------|------------|-------------------|-------------------|------------|
| 대전, 천안 | 23644 | 92764.6 | 20226.5 | 136635 | 80213 | 30967.5 | 134825 |
| 청주, 충주 | | 92428.0 | " | 136298 | 99634 | " | 154246 |
| 전주, 군산 | | 91417.2 | " | 135288 | 67705 | " | 122317 |
| 광주, 목포 | | 91173.4 | " | 135044 | 52185.1 | " | 106770 |
| 구미 | | 58148.5 | " | 102019 | 87265.4 | " | 141878 |
| 대구 | | 47210.1 | " | 91081 | 72964.3 | " | 127576 |
| 포항 | | 44396.5 | " | 88267 | 84176.6 | " | 138788 |
| 울산 | | 26364.3 | " | 70235 | 63816.0 | " | 118428 |
| 춘천 등 | | 114103.9 | " | 157974 | 133739.2 | " | 188351 |
| 수원, 평택 | | 64379.5 | " | 159053 | 100949 | " | 155559 |
| 마산, 창원 | | 26998.9 | " | 70869 | 50329.2 | " | 104941 |
| 서울, 강북 | | 124288.3 | 36340.3 | 184273 | 112279 | 42408.3 | 178331 |
| 강남, 성남 | | " | 31761.6 | 179694 | " | 33036.6 | 168960 |
| 강서, 구로 | | " | 33508.5 | 181441 | " | 34519.9 | 170443 |
| 인천, 부평 | | 124288.3 | 38093.3 | 186026 | " | 44161.2 | 180084 |
| 안산, 부곡 | 124288.3 | 23265.3 | 171198 | " | 30411.7 | 166335 | |
| 김해, 사상 | | | 16039.6 | 16040 | | | |
| 동래, 해운대 | | | 11751.8 | 11752 | | | |
| 여수, 광양 | | 64379.5 | 20226.5 | 108250 | | 29018.3 | 29018 |

**부산의 ODCY나 양산ICD를 거치는 경우로서 편의상 양산ICD 발생비용도 현재의 ODCY비용과 동일한 것으로 가정함. 또한 광양 경유의 경우도 부산 ODCY 비용을 그대로 준용함.

* 합계 = ODCY비용 + 장거리비용 + 집배송비용

표 12 구로에서 출발시 각 항까지의 운송비용

단위 :TEU/원

| | | 광 양 | 부 산 |
|---------|----------------|---------|---------|
| 도 로 | 직반출입 | 146,799 | 157,797 |
| | ICD, ODCY 경유 | 170,443 | 181,441 |
| 철 도 | 부산진역(광양역) | 135,589 | 139,858 |
| | 부산진역(광양역)/ODCY | 169,548 | 173,811 |
| | 직반출시 | 125,689 | 129,950 |
| 연 안 해 송 | | 128,343 | 147,274 |

*광양의 경우는 부산에서의 비용을 준용하여 계산함.

표 9, 10, 11을 종합한 표 12에서 보는 바와 같이 경부간에서는 철송(부산진역 경유), 연안해운, 육상운송(양산ICD 경유) 순으로 운송 비용이 높게 나타나고 있고 京湖間에서는 해송, 철송(ODCY미경유시) 등이 공로수송보다 비용이 낮게 나타나고 있다. 따라서 향후 항만, 철도시설 등이 개선되면 이에 의해 운송되는 화물의 비용은 더 증가할 것으로 판단된다. 또한 ODCY 경유시 도로, 철송의 비용은 크게 올라가게 되므로 향후 직반출입체제의 확립이 운송비용 감소에 크게 기여할 것으로 보인다.

연안해송의 경우 현재 피더항 부족과 이중하역으로 취급단계와 절차가 복잡한 편이나¹⁴⁾ 적취율을 현재의 60% 수준보다 높이고 군산, 광양 등의 중간기착이 효율적으로 이루어지게 하고 현재보다 각 취급단계별로 신속하고 효율적으로 처리할 경우 해송비용은 철송 이상으로 저렴한 운송 수단이 될 수 있을 것이다.

수도권(구로기준)에서 광양항과 부산항까지의 운송비용을 비교해 보면 철도는 제 4장에서 언급한대로 거리상의 차이가 별로 없는 관계로 兩港間에 비용상의 차이도 별로 나타나지 않고 있다. 그러나 연안 해송루트의 경우 인천-광양이 340 해리(Nautical Miles)이고 인천-부산간이 406해리로서 약 66해리정도의 차이가 나는데 이로 인하여 운항시간과 거리에 다소 차이가 날 것이다.¹⁵⁾ 공로의 경우 제 4장의 분석대로 수도권과 兩港 사이에 대략 70km정도의 거리단축 효과가 있어 표 12에서와 같이 TEU당 11,000원의 운송비용절감과 적어도 1시간이상의 운송시간 절감이 예상된다.

14) 해운산업연구원, 화물유통원활화를 위한 국내(연안)해운기능의 강화방안, 1991 7, pp.96-97.

15) 해운항만청, 항만편람1991, pp.24-25.

第 6 章 컨테이너貨物의 效率的 輸送方案

본 연구에서는 수출컨테이너의 이동에 관심을 갖고 이의 최적운송을 위한 비용최소화 문제이다. 따라서 목적함수식은 전체수송비용의 최소화를 위한 수송수단별 구간별 수송량을 찾으려고 하는 것이 본 장의 목적이다.

제약조건식은 각수송수단과 구간에 있어서의 용량을 먼저 반영하고 각 노선별 화물 운송의 특성을 반영하고자 한다. 예를 들어 현재 경부간에는 철도, 공로, 해로 순으로 비용이 높아지지만 실제로는 철도의 용량제약과 하주의 공로운송 선호¹⁶⁾로 85%이상의 화물이 공로로 운송되고 있어 이것이 미래에도 어느 정도 반영될 것이다. 아울러 컨테이너 선박의 스케줄등을 맞추기 위하여 비용이 다소 높더라도 편리한 항구로 화물이 이동하는 등 편리성의 추구에 따른 화물의 이동도 어느 정도 예상된다¹⁷⁾. 따라서 이러한 것이 제약조건으로 어느 정도 반영되어야 한다.

인천 등에서의 수출 및 연안화물의 운송은 1991년의 배후지 구성비율을 그대로 따르는 것으로 하고 현재 해운대 및 동래지역에서 통관 처리되는 컨테이너는 항구의 능력에 따라 광양항과 부산항의 능력에 따라 분배될 것으로 예상된다. 또한 현재의 경부축 일변도에서 2001년의 공로개발 상황을 살펴보면 京釜軸과 京湖軸으로 이원화될 것으로 예상되지만 경부쪽으로 많은 도로가 나서 도로 선택의 여지가 더 많으나 다만 이 지역의 도로정체가¹⁸⁾ 향후에도 상당할 것으로 예상되고 있어 제약요인으로 작용할 것으로 보인다.

연안피더항의 경우 취급물량은 인천, 군산 등 산업활동이 상당히 진행될 것으로 전망되고 있는 지역을 제외하면 여타지역의 물량은 다소 적은 편이고 일반선박에 의해 여타화물과 혼합운송될 가능성이 많아 비용계상도 어려워 이들 지역을 계산에서 제외한다.

철도와 공로 운송에서 기존의 경부선은 경부고속전철의 건설로 추가적인 화물운송 능력이 확보되고 광양항으로는 연결되는 전라선의 굴곡노선

16) 공로와 철도의 경쟁관계에 대한 문제는 본 연구에서는 생략하며 다만 해양연구소(컨테이너 운송 합리화 방안, 1983 2)에 따르면 300마일 이상에선 철송이 유리하고 단거리에서는 공로가 유리하다고 보는 것이 일반적이며 우리나라의 경우 거리상 공로가 철송보다 다소 유리한 입장에 있음.

17) 전일수, 부산/광양 양항체제 운영방안; 항만연구, 한국항만연구회, Vol. 182, 1993 7/8월호, p.53.

18) 해운항만청, 상계서, 1993 8, pp. V-35-V-39.

개선공사가 2001년 이루어질 것으로 예상되는 관계로 앞으로 철도 이용비
중이 높아질 것이며 현재의 공로 운송비율은 점차 낮아질 것으로 보인다.

부산에서의 화물은 현재 거의 부산지역내 ODCY를 거쳐 처리되고 있으나
앞으로는 새로이 건설이 추진되고 있는 양산ICD가 활용될 것이기 때문에
19) 수출입화물은 ODCY보다는 부산항에서 부산배후에 건설될 배후도로망을
통하여²⁰⁾ 양산 ICD로 직송되어 처리될 것으로 전망된다. 수송비용도 이러
한 관점에서 양산ICD를 기점으로 재계산되었다.

또한 컨테이너 화물의 운송은 컨테이너 박스 단위로 운송되는 관계로
수송량의 결정은 반드시 정수로 이루어져야 한다. 따라서 본 연구의 모형의
성격은 일반정수계획법이라고 할 수 있다.

여기에서 각 수단별 비용은 앞장의 표12에서 본 것과 같이 동일 수단에
서도 ODCY 등 경유지의 존재여부에 따라 비용의 차이가 생기게 되는데 본
연구에서는 모델을 단순화시켜 가장 많은 비율로 이용되는 대표적인 운송
수단별 비용을 선정, 활용하였다. 즉 철도의 경우에는 부산진역 경유, 공로는
양산ICD나 부산내 ODCY경유, 그리고 연안해송은 피더부두 건설로 부산 ODCY
를 거치지 않는 경우를 가정한 비용을 이용하였다²¹⁾.

특히 수도권과 부산, 광양항간에는 철도, 도로, 해운이 동시 이용되어야 하
고 상호간에 선.하주의 선호²²⁾나 여러 가지 질적인 제약요건이 작용하기
때문에 이것이 물량의 배분에 반영되어야 한다. 이것을 요약하면 다음과 같
다.

①먼저 철도가 현재보다 많은 비율의 물량을 운송하게 될 것이며 선.하주
가 공로를 선호하는 경향이 있고 400여km 구간이므로 철도의 유리함이 생
기기 시작하는 거리이지만 속도 운송절차의 간소성과 경제성이 계속 유리
하게 나타나는 구간이므로 철송총물량이 전체 물량의 반이상을 넘지않음.

19) 해운산업연구원, 상계서, 1993 8, pp.267-268.

20) 해운항만청, 상계서, 1993 8, pp. II-66-II-69.

21) 철송의 경우 현재 BCTOC 직반출을 철도청에 따르면 전체 철송의 약 25-27%로 보고 있으며
해운산업연구원(1991 12, 우리나라 수출입화물의 수송체증비용 추정, p.88)에 따르면
BCTOC물량의 7.5%(1990년 기준)인 것으로 추정하고 있음. 반면 공로직반출은 제 2장(p.6)에서 본
바와 같이 7.0%로 나타나서 직반출에 의한 화물운송은 그 비중이 크게 나타나 본 연구에서는 공로
에서는 ODCY 경유를, 철송의 경우는 BCTOC-부산진역 경유를 비용산정의 기본으로 삼았음.

22) 전일수(1993)의 논문(p.53)에 따르면 우리나라 컨테이너 화주가 부산항을 주항으로 선정하는
이유로는 개설된 항로의 일치가 가장 중요하며 그 다음으로 내륙운송과, 하역 등에 따르는 총운송시
간, 통관절차 등 행정서비스, 해상운임 및 부대비용 그리고 창고 등 보관시설 등의 순으로 나타나
고 있다.

②현재 수도권-부산산 공로물량이 61%이므로 공로 선호여건상 부산, 광양으로 가는 공로물량은 각 구간이 전체의 15%이상을 담당할 것으로 봄.

③철도는 '91년 현재 수도권-부산간에 물량의 34%정도 취급하므로 兩港의 능력을 고려하여 앞으로 이 수준이상이 유지될 것으로 보이며 양항 모두 전체 물량의 10%이상을 각각 담당한다고 가정.

④부산은 광양보다 능력이 크나 배후의 도로 정체와 영남권과 여타 권역의 물량폭주로 대기시간이 클 것이므로 일정 맞추기가 광양항이 유리할 것으로 봄. 표13을 보면 영남권의 수출물량만도 1700 천TEU에 달하여 이것으로도 부산권의 처리 물량에 거의 가까우므로 여타권역의 물량이 부산항으로 오면 부산항에서의 지체가 예상됨. 따라서 이러한 지체를 피하기 위하여 영남 이외의 지역에서는 광양항이 많이 선호될 것으로 전망됨.

⑤공로의 경우 광양이 비용과 시간 면에서 유리하고 철송의 경우 양쪽이 철송거리도 비슷하나 전라선의 경우 직선화 등으로 여건이 개선될 경우 유리한 입장에 있음.

⑥대전 등 중부권은 양항까지 200 ~300km의 거리로 공로가 철도보다 훨씬 유리한 입장에 있어서 철송ICD가 생겨도 공로 운송이 주류를 이룰 것임.

⑦구미, 대구, 강원(강릉, 원주, 동해)지역 등은 兩港과의 공로상 거리의 차이가 50km미만 지역이므로 화주가 이 정도의 거리는 그다지 큰 차이로 느끼지 않게 되어 스케줄 등을 고려하여 자신의 편리에 맞추어 항구를 선택하게 되며 따라서 부산과 광양항 사이에 물량 나누어지게 되는데 특히 비용상, 스케줄 등 여러 가지로 부산이 유리할 것으로 판단되어 부산:광양의 운송비율을 5:2 정도로 가정함.

⑧CFS물량은 수출의 경우 '91년과 동일한 20%정도로 보고 이를 부산, 광양의 능력비율로 적정히 배분함.

⑨인천항에서의 수출화물과 인천출항 연안화물량은 수도권의 경우 현재의 구성비에 따라 지역별로 발생되고 양항간의 배분은 비용 구조에 따른다고 가정함.

**이외에도 수출 물동량은 앞에서 언급된 해운산업연구원의 2001년 전망치를 이용하여 1991년의 OD 조사시의 비율을 따라 지역별로 배분하면 표 13과 같다. 지역별 컨테이너 발생량은 GRP나 인구에 의해 좌우된다고 하는데 본 연구에서는 1991년의 비율이 그대로 유지된다고 가정하여 컨테이너 물동량을 현재의 비율에 따라 배분한 것이다.

표 13 수출입 컨테이너의 지역별 배분량 (2001년)

단위: 천TEU

| | 수 출 | | | 수 입 | | |
|------------|------|------|----------|------|------|---------|
| | 적비율 | 공비율 | 계(TEU) | 적비율 | 공비율 | 계(TEU) |
| 강북 | 4.3 | 0 | 110.768 | 4.6 | 0 | 95.818 |
| 강남, 성남 | 4.2 | 0 | 108.192 | 3 | 0 | 62.49 |
| 강서, 구로 | 3 | 0 | 77.28 | 4.4 | 0 | 91.652 |
| 인천, 부평 | 5.1 | 8.2 | 170.08 | 6.1 | 5.5 | 142.353 |
| 안산, 부곡 | 6.3 | 10.4 | 211.376 | 8 | 53.8 | 316.204 |
| 수원, 평택 | 4.6 | 0 | 118.496 | 5 | 59.3 | 269.004 |
| 계 | 27.6 | 18.6 | 798.768 | 31.1 | 1.8 | 652.817 |
| 김해, 사상 | 6.9 | 3 | 191.904 | 8.6 | 38.9 | 287.28 |
| 동래, 해운대 | 31.1 | 68.1 | 878.464 | 24 | 40.7 | 613.066 |
| 계 | 38 | 71.1 | 1070.468 | 32.6 | 0 | 679.058 |
| 구미 | 4.5 | 1.5 | 123 | 4 | 0 | 83.32 |
| 대구 | 5.6 | 0 | 144.256 | 2 | 0 | 41.66 |
| 포항 | 1.2 | 0 | 30.912 | 2.8 | 0 | 58.324 |
| 계 | 11.3 | 1.5 | 298.168 | 8.8 | 0 | 183.304 |
| 마산, 창원 | 8.1 | 0.1 | 209.128 | 5.1 | 0 | 106.233 |
| 울산 | 4.7 | 8.8 | 162.608 | 3.5 | 0 | 72.905 |
| 계 | 12.8 | 8.9 | 371.736 | 8.6 | 0 | 179.138 |
| 광주, 목포 | 1.6 | 0 | 41.216 | 1.1 | 0 | 22.913 |
| 여수, 광양 | 2.3 | 0 | 303.582 | 1.2 | 0 | 24.996 |
| 군산, 이리, 전주 | 2 | 0 | 51.52 | 7.6 | 0 | 158.308 |
| 계 | 5.9 | 0 | 396.318 | 9.8 | 0 | 204.134 |
| 대전, 천안 | 3 | 0 | 77.28 | 6 | 0 | 124.98 |
| 청주, 충주 | 1.3 | 0 | 33.488 | 2.9 | 0 | 60.407 |
| 계 | 4.3 | 0 | 110.768 | 8.9 | 0 | 185.387 |
| 춘천, 원주, 동해 | 0.2 | 0 | 5.152 | 0.2 | 0 | 4.166 |

이에 따라 표13에서의 지역별 물량발생량과 여러 가지 제약여건을 고려하여 구성된 목적 함수식과 제약조건식은 다음과 같이 나타난다.

목적함수식: $MIN=A1+A2+A3+A4+A5+A6+A7+A8+A9+A10+A11$;

$$A1=149135*X112+132806*X212+139845*X312+151199*X412+129602*X512;$$

$$A2=143338*X612+119933*XH12+119933*XI12+144873*X122+128544*X222;$$

$$A3=135589*X322+146937*X422+125340*X522+139076*X622;$$

$$A4=116466*XH22+116466*XI22+26336*X131+31990*X231+19476*X331+9484*X431+26781*X531;$$

$$A5=41035*X631+154135*X113+135203*X123+159786*X213+140855*X223+147274*X313+128343*X323+137282*X413;$$

$$A6=118351*X423+154580*X513+135648*X523+168833*X613+149902*X623+127368*XG13+120674*XG23;$$

$$A7=60401*XH31+63772*X131+136635*XH11+136298*XI11+135288*XG11+135044*XE11+102019*X911+91081*XA11;$$

$$A8=88267*XB11+70235*XD11+157974*XJ11+159053*X611+70869*XC11+184273*X111+179693*X211+181441*X311;$$

$$A9=186026*X411+171198*X511+16040*X711+11752*X811+134825*XH21+154246*XI21+122317*XG22;$$

$$A10=106770*XE21+141878*X921+127576*XA21+138788*XB21+118428*XD21+188351*XJ21+155559*X621+104941*XC21;$$

$$A11=178331*X121+168960*X221+16]170443*X321+180084*X421+166335*X521+108250*XF11+29018*XF21;$$

제약조건식:

$$X111+X112+X113+X121+X122+X123+X131=110800;$$

$$X211+X212+X213+X121+X122+X123+X131=108200;$$

$$X311+X312+X313+X321+X322+X323+X331=77300;$$

$$X411+X412+X413+X421+X422+X423+X431=170100;$$

$$X511+X512+X513+X521+X522+X523+X531=211400;$$

$$X611+X612+X613+X621+X622+X623+X631=118500;$$

$$XH11+XH12+XH21+XH22+XH31=77300;$$

$$XI11+XI12+XI21+XI22+XI31=33500;$$

XE11+XE21=41200;
XF11+XF21=59200;
XG11+XG21+XG31+XG23=51500;
X911+X921=12300;
XA11+XA21=144300;
XB11+XB21=30900;
XC11+XC21+XC41=209100;
XD11+XD21=162600;
XJ11+XJ21=5200;
X711=191900;
X811=1122600;
X112+X212+X312+X412+X512+X612+X122+X222+X322+X422+X522+X622+XH12+
XI12<1000000;
X122+X222+X322+X422+X522+X622+XH22+XI22<360000/2;
X113+X213+X313+X413+X513+X613+X123+X223+X323+X423+X523+X623=90000;
X113+X123=3600;
X213+X223=3600;
X313+X323=5400;
X413+X423=50400;
X513+X523=18000;
X613+X623=9000;
XG13+XG23=40000;
X131+X231+X331+X431+X531+X631+XH31+XI31<125200;
X131=3756;
X231=6260;
X331=3756;
X431=56340;
X531=20032;
X631=10016;
XH31+XI31=25040;
XH31<2*XI31;
X113+X213+X313+X413+X513+X613+XG13=78000;

$X_{I23}+X_{I223}+X_{I323}+X_{I423}+X_{I523}+X_{I623}+X_{IG23}=52000;$
 $XC_{41}=1000;$
 $X_{921}>123000/3; X_{A21}>144256/3; X_{J21}>5152/3;$
 $0.3579*110800<X_{I112}+X_{I122}; X_{I112}+X_{I122}<0.5*110800; X_{I112}>0.1*110800; X_{I122}>11080;$
 $X_{I111}>0.15*110800; X_{I121}>0.15*110800; 2*X_{I111}<X_{I121}; 1.5*X_{I112}<X_{I122};$
 $0.3579*108200<X_{I212}+X_{I222}; X_{I212}+X_{I222}<0.5*108200; X_{I212}>0.1*108200; X_{I222}>10820;$
 $X_{I211}>0.15*108200; X_{I221}>0.15*108200; 2*X_{I211}<X_{I221}; 1.5*X_{I212}<X_{I222};$
 $0.3579*77300<X_{I312}+X_{I322}; X_{I312}+X_{I322}<0.5*77300; X_{I312}>0.1*77300; X_{I322}>7730;$
 $X_{I311}>0.15*77300; X_{I321}>0.15*77300; 2*X_{I311}>X_{I321}; 1.5*X_{I312}<X_{I322};$
 $0.20*170100<X_{I412}+X_{I422}; X_{I412}+X_{I422}<0.35*170100; X_{I412}>0.1*170100; X_{I422}>17010;$
 $X_{I411}>0.1*170100; X_{I421}>0.07*170100; X_{I411}>X_{I421}; X_{I412}<X_{I422};$
 $0.3579*211400<X_{I512}+X_{I522}; X_{I512}+X_{I522}<0.5*211400; X_{I512}>0.1*211400; X_{I522}>21140;$
 $X_{I511}>0.15*211400; X_{I521}>0.15*211400; 2*X_{I511}>X_{I521}; 1.5*X_{I521}<X_{I522};$
 $0.3579*118500<X_{I612}+X_{I622}; X_{I612}+X_{I622}<0.5*118500; X_{I612}>0.1*118500; X_{I622}>11850;$
 $X_{I611}>0.15*118500; X_{I621}>0.15*118500; 2*X_{I611}>X_{I621}; 1.5*X_{I621}<X_{I622};$
 $X_{H11}>0.15*77300; X_{I111}>0.15*33500;$
 $X_{H21}>0.15*77300; X_{I211}>0.15*33500; X_{H12}>0.1*77300; X_{I12}>0.1*33500;$
 $X_{H12}>2.5*X_{H22}; X_{I12}>X_{I22}; X_{G23}>10000;$

기호설명: XILK: 모두 정수 형태의 변수임.

$I=1, \dots, 9, A, \dots, J$: 화물출발지 (1: 서울강북, 2: 강남. 성남, 3: 강서. 구로, 4: 인천. 부평. 김포, 5: 안산. 부곡. 안양, 6: 수원. 평택, 7: 김해. 사상, 8: 동래. 해운대, 9: 구미, A: 대구, B: 포항, C: 마산. 창원, D: 울산, E: 광주. 목포, F: 여수. 광양, G: 군산. 이리. 전주, H: 대전. 천안, I: 청주. 충주, J: 춘천. 원주. 동해

$L = 1, \dots, 4$: 화물도착지 (1: 부산, 2: 광양, 3: 인천, 4: 마산)

$K = 1, \dots, 3$: 운송 수단별 (1: 공로, 2: 철송, 3: 연안해송)

이 식에 따라서 도출된 결과는 표14와 같이 나타난다. 여기에서 보면 서해안으로 치우친 지역은 광양항이, 동해안으로 치우친 지역은 아무래도 부산항이 유리하며 반면에 수도권, 중부권의 경우는 광양항과 부산항으로 처리능력과 비용구조에 따라 자연적으로 분산처리될 것으로 예상된다.

특히 가장 운송의 부담이 큰 수도권과 부산, 광양사이의 공로, 철송, 해송의 부담이 중요하다고 보는데 공로로는 부산, 광양이 119천TEU, 192천TEU로 총 310천TEU, 철송으로 각각 약 111천TEU, 158천TEU로 총 269천TEU, 연안으로 총 90천TEU가 운송되어 공로가 약 46%, 철송으로 약 40%, 연안으로 13%정도가 운송될 전망이다. 따라서 '91년의 비율이 각각 61%, 34%, 5%이던 것에 비하면 철송, 연안해송이 늘어나고 공로의 비율이 줄어들 전망이다.

아울러 부산으로 2,976천TEU, 광양으로 950 천TEU가, 인천으로 255천TEU(연안물량 포함)이 운송되어 처리될 것으로 보인다.

본 연구에서는 수출에 대하여 분석하였지만 수입도 비슷한 가정에 의거 분석해 보면 거의 동일한 결론에 도달 것으로 판단된다.

표 14 수출컨테이너의 지역별 최적 배분표

(단위 : TEU)

| 출 발 지 역
()안은 지역번호 | 공 로 | | | 철 송 | | 연 안 해 송 | |
|-----------------------|-----------|----------|---------|---------|---------|---------|--------|
| | 부 산 | 광 양 | 인 천 | 부 산 | 광 양 | 부 산 | 광 양 |
| 서울. 강북 (1) | 21,264 | 42,524 | 3,756 | 15,862 | 23,794 | 1 | 3,599 |
| 강남. 성남 (2) | 16,231 | 16,231 | 6,260 | 15,490 | 23,235 | 2,806 | 794 |
| 강서. 구로 (3) | 13,492 | 26,984 | 3,756 | 11,067 | 16,601 | 5,400 | 0 |
| 인천. 부평. 김포(4) | 17,010 | 12,329 | 56,340 | 17,010 | 17,010 | 30,795 | 19,605 |
| 안산. 부곡. 안양(5) | 31,711 | 55,406 | 20,032 | 34,500 | 51,751 | 0 | 18,000 |
| 수원. 평택 (6) | 19,024 | 38,048 | 10,016 | 16,964 | 25,448 | 8,998 | 2 |
| 수도권 계 | 118,732 | 191,522 | 100,160 | 110,893 | 157,893 | 48,000 | 42,000 |
| 김해. 사상 (7) | 191,900 | | | | | | |
| 동래. 해운대 (8) | 878,464* | | | | | | |
| 구미 (9) | 73,800 | 49,200 | | | | | |
| 대구 (A) | 86,597 | 57,703 | | | | | |
| 포항 (B) | 30,900 | | | | | | |
| 마산. 창원 (C) | 208,100 | | 마산1,000 | | | | |
| 울산 (D) | 162,600 | | | | | | |
| 광주. 목포 (E) | | 41,200 | | | | | |
| 여수. 광양 (F) | | 303,582* | | | | | |
| 군산. 이리. 전주(G) | | 41,500 | | | | 30,000 | 10,000 |
| 대전. 천안 (H) | 11,595 | 25,822 | 16,693 | 7,730 | 15,460 | | |
| 창주. 충주 (I) | 10,078 | 5,025 | 8,347 | 3,350 | 6,700 | | |
| 춘천. 원주. 동해(J) | 3,139 | 2,061 | | | | | |
| 계 | 1,775,900 | 717,615 | 125,200 | 121,973 | 179,999 | 78,000 | 52,000 |

*현재 동래. 해운대 지역에서 처리되는 CFS물량을 앞으로 兩港의 능력을 고려하여 재배분하여 계산한 것임(주로 공로운송된 LCL화물이 많이 처리되는 지역임).

第 7 章 結 論

본 연구에서는 먼저 현재의 컨테이너의 운송현황과 패턴을 살펴 보았고 이것이 앞으로 어떻게 변할 것인가에 대하여 초점을 맞추어 미래의 철도, 공로, 연안운송의 상황변화를 살펴보았으며 이것이 컨테이너 운송에 미치는 영향을 예측하여 보았다.

특히 고속도로의 건설에 따른 공로의 컨테이너 운송패턴 변화가 크게 예상된다. 특히 7 x 9이라는 전국 도로망 구축 계획에 따라 운송거리가 대폭 단축될 것으로 보여 본 연구에서는 Dijkstra의 Algorithm을 이용하여 배후지역과 항만과의 최단거리를 구하였으며 그 결과 각 구간이 상당히 단축되어 지금보다 수송거리와 시간이 크게 줄어들 것으로 예상된다.

철도망에서는 경부고속전철의 건설과 전라선의 복선화 및 직선화에 따라 철도의 컨테이너 운송능력이 획기적으로 변화할 것으로 보여 현재 공로 운송되는 많은 화물이 철도로 변환될 것으로 판단된다.

연안컨테이너 화물의 운송에 있어서는 아직 피더항이 건설되지 않은 관계로 현재 수송비용이 과다하게 들고 있지만 향후 지역별로 연안전용 피더항이 건설될 것으로 계획되고 있어 향후 연안항의 경쟁력은 크게 향상될 것으로 전망된다.

이러한 전망을 바탕으로 향후의 수송 비용을 추정해 보면 대체적으로 보아 철송, 연안해송, 공로운송 순으로 비용이 높아지는 것으로 나타났다. 또한 수도권에서 광양, 부산까지 운송하는 경우의 수송비용을 비교해 보면 철송은 거리가 비슷한 관계로 비용상 거의 차이가 별로 나지 않으나 광양항이 부산항보다 공로는 약 70km, 해송은 66해리정도 가까와 거리와 비용상 유리하게 나타나고 있다.

이러한 결과를 바탕으로 본 연구에서는 배후지와 컨테이너 취급 항구간의 최적 수송량을 일반정수계획법을 이용하여 추정하였다. 그 결과 서해지역은 주로 주로 광양항, 동해지역은 부산항 쪽으로 운송될 전망이나 부산항의 경우는 주로 영남권역의 물량 소화에, 광양항은 수도권, 중부권, 호남권 등의 여타권역 물량처리에 활용되어야 할 것이다. 또한 앞으로 수도권에서 광양, 부산항까지는 철송과 연안해송비율이 계속 늘어나고 공로 운송비율은 상대

적으로 줄어들 전망이다.

본 연구의 향후 연구과제 및 제약점은 다음과 같다.

- 1)공로의 경우 운송경로가 향후 다양해져감에 따라 정체가 이루어지는 경우 최단경로를 회피하여 가게 되어 여러 경로가 채택될 수 있으므로 제 2, 제3의 최단경로를 산정하여 이들이 모두 비용산정시 고려되어야 할 것이다.
- 2)공로, 철도, 연안해운 등의 경우 비용이 다소 차이가 나더라도 공로에 대한 선호가 강하게 나타나고 있어 향후 철도, 연안해운의 능력이 확장될 경우 이들에 대하여 하주의 선호도가 어느 정도 변화될지 알기 어렵다는 측면이 있어 향후 이에 대한 연구가 추가되어야 한다. 이러한 컨테이너 화물운송 수단선택에 미치는 다각적인 요인들에²³⁾ 대해 보다 심층적인 분석이 더 이루어져야 계량분석이 보다 좋은 결과를 나타낼 것이다.
- 3)본 연구에서는 해운산업연구원이 1991년에 실시한 통관기준 OD를 활용하였기 때문에 컨테이너화 되지 못한 LCL(Less than Container Load)화물²⁴⁾의 처리는 다루지 못한 관계로 향후 이를 포함하여 분석하여야 할 것이며, 비용구조도 다소 단순화시켜 분석하였으나 운임경쟁력이 있는 직 반출비용 등도 함께 포함하여 연구하여야 할 것이다.
- 4)현재의 ODCY, ICD, 연안 피더항 건설 수행되고 있으나 계획의 확정이 안된 부분이 있어 이들이 향후 연구에 다소의 변화를 초래할 수 있다.

23)한국과학기술원 해양연구소, 컨테이너운송 합리화 방안에 관한 연구(1983 2)에서는 철송과 공로 운송의 장단점과 화주의 운송수단 선택의 주요요인들에 대하여 자세하게 비교분석하고 있음.

24)해운산업연구원, 우리나라 수출입화물의 수송체중비용 추정(1991 12, p.87.)에서는 LCL화물이 수출의 경우 18%, 수입의 경우 8%를 차지한다고 함. 또한 해운산업연구원, 상계서, 1992 6, pp.287~288에서는 1991년수출이 20.0%, 수입이 8.6%로 다소 감소추세에 있음을 보여 주고 있으며 우리나라 총컨테이너 처리실적중 14.7%임을 제시하고 있다.

참고문헌

- 강 맹규, 네트워크와 알고리즘, 박영사, 1991 8.
- 국토개발연구원, 2000년대를 향한 장기 도로개발방향구축을 위한 정책 토론회(자료집), 1993 4.
- 박순달, OR프로그램집, 민영사. 1982 12.
- 전일수, 부산/광양 양항체제 운영방안; 한국항만연구회, 항만연구 vol.182, 1993 7/8월호, pp. 44-59.
- 정일호, 전국간선도로망 계획; 국토정보, 1993 10, pp. 3-9.
- 조찬혁, 컨테이너 내륙운송 비용구조의 분석; 해운산업연구, 통권 제110호, 1993 11, pp. 19-38
- 철도여행문화사, 월간관광교통 시각표, 1993 9.
- 한국과학기술원 해양연구소, 컨테이너 운송 합리화 방안에 관한 연구, 1983 2. ·
- 한국일보, 1994년 7월 4日字.
- 해운항만청, 항만적정능력 및 개발기본구상계획(2차보고서), 1993 8.
- 해운항만청, 항만편람 1991.
- 해운산업연구원, 대량화물유통체제 개선에 관한 연구, 1992 6.
- 해운산업연구원, 대량화물유통체제 종합개선 방안 연구, 1993 8.
- 해운산업연구원, 우리나라·수출입화물의 수송체증비용 추정, 1991 12.
- 해운산업연구원, 우리나라 화물유통비용관리에 관한 연구, 1991 9.
- 해운산업연구원, 화물유통원활화를 위한 국내(연안)해운기능의 강화방안, 1991 7. ·
- LINDO SYSTEMS INC., LINGO(프로그램 매뉴얼), 1991.

부 록

광양, 인천 => 배후지 간의 최단경로

숫자는 그림2의 지역 표시이며 Total Cost는 총거리(km)를 나타냄

광양(176) => 인천(199) :

175 174 173 162 145 147 148 136 120 121 112 105 199
Total Cost == 366.300018

광양(176) => 반월(198) :

175 161 160 159 156 132 130 125 123 110 107 108 198
Total Cost == 374.700012

광양(176) => 청평(197) :

175 174 173 162 145 147 148 136 120 121 112 105 98 197
Total Cost == 410.000031

광양(176) => 목포(196) :

187 192 190 196
Total Cost == 124.199997

광양(176) => 춘천(195) :

175 174 173 162 145 147 148 136 120 121 112 105 98 99
195
Total Cost == 456.200043

광양(176) => 무안(189) :

187 192 190 196 189
Total Cost == 130.399994

광양(176) => 광주동(185) :

187 186 185
Total Cost == 117.000000

광양(176) ==> 영광(183) :
187 192 190 196 189 183
Total Cost == 167.699997

광양(176) ==> 장성(182) :
187 186 185 182
Total Cost == 124.699997

광양(176) ==> 고창(181) :
187 192 190 196 189 183 181
Total Cost == 200.799988

광양(176) ==> 정주(180) :
187 186 185 182 180
Total Cost == 160.399994

광양(176) ==> 전주남(179) :
187 186 185 182 180 179
Total Cost == 192.099991

광양(176) ==> 임실(178) :
175 161 177 178
Total Cost == 10136.200195

광양(176) ==> 남원(177) :
175 161 177
Total Cost == 141.199997

광양(176) ==> 의령(174) :
175 174
Total Cost == 67.699997

광양(176) ==> 부산남(169) :
175 174 173 172 169
Total Cost == 136.300003

광양(176) ==> 양산(168) :
175 174 173 172 171 170 168
Total Cost == 145.100006

광양(176) ==> 부산북(167) :
175 174 173 172 171 170 168 167
Total Cost == 158.200012

광양(176) ==> 울산(165) :
175 174 173 172 171 170 168 164 165
Total Cost == 188.800003

광양(176) ==> 창녕(162) :
175 174 173 162
Total Cost == 123.800003

광양(176) ==> 함양(161) :
175 161
Total Cost == 96.599998

광양(176) ==> 전주북(159) :
175 161 160 159
Total Cost == 184.799988

광양(176) ==> 군산(158) :
175 161 160 159 158
Total Cost == 212.299988

광양(176) ==> 무주(157) :
175 161 160 159 156 153 152 157
Total Cost == 289.799988

광양(176) ==> 대전서(153) :
175 161 160 159 156 153
Total Cost == 236.299988

광양(176) ==> 대전남(152) :
175 161 160 159 156 153 152
Total Cost == 249.699982

광양(176) ==> 대전북(151) :
175 161 160 159 156 153 131 151
Total Cost == 255.799988

광양(176) ==> 구미(148) :

175 174 173 162 145 147 148

Total Cost == 204.800003

광양(176) ==> 대구서(146) :

175 174 173 162 145 144 146

Total Cost == 175.400024

광양(176) ==> 대구안(144) :

175 174 173 162 145 144

Total Cost == 171.300018

광양(176) ==> 포항(140) :

175 174 173 162 145 143 142 141 140

Total Cost == 248.500000

광양(176) ==> 안동(137) :

175 174 173 162 145 144 137

Total Cost == 238.400024

광양(176) ==> 조치원(133) :

175 161 160 159 156 132 130 133

Total Cost == 265.799988

광양(176) ==> 서산(127) :

175 161 160 159 156 132 130 129 128 127

Total Cost == 340.899994

광양(176) ==> 당진북(126) :

175 161 160 159 156 132 130 129 128 126

Total Cost == 327.000000

광양(176) ==> 천안남(125) :

175 161 160 159 156 132 130 125

Total Cost == 282.799988

광양(176) ==> 삼척(115) :

175 174 173 162 145 144 137 119 113 104 103 102 115

Total Cost == 548.900024

광양(176) ==> 충주(112) :

175 174 173 162 145 147 148 136 120 121 112
Total Cost == 321.500031

광양(176) ==> 평택(110) :

175 161 160 159 156 132 130 125 123 110
Total Cost == 311.000000

광양(176) ==> 안산(108) :

175 161 160 159 156 132 130 125 123 110 107 108
Total Cost == 367.700012

광양(176) ==> 수원(107) :

175 161 160 159 156 132 130 125 123 110 107
Total Cost == 344.500000

광양(176) ==> 원주(104) :

175 174 173 162 145 144 137 119 113 104
Total Cost == 380.600037

광양(176) ==> 강릉(102) :

175 174 173 162 145 144 137 119 113 104 103 102
Total Cost == 498.300018

광양(176) ==> 양평(98) :

175 174 173 162 145 147 148 136 120 121 112 105 98
Total Cost == 385.000031

광양(176) ==> 판교(95) :

175 161 160 159 156 132 130 125 123 110 107 95
Total Cost == 357.100006

광양(176) ==> 시흥(94) :

175 161 160 159 156 132 130 125 123 110 107 108 94
Total Cost == 369.700012

광양(176) ==> 서울외곽(93) :

175 161 160 159 156 132 130 125 123 110 107 108 94 93
Total Cost == 379.000000

광양(176) ==> 서울외곽(92) :

175 161 160 159 156 132 130 125 123 110 107 108 94 93
92

Total Cost == 392.799988

광양(176) ==> 서창(91) :

175 161 160 159 156 132 130 125 123 110 107 108 198 91
Total Cost == 385.100006

광양(176) ==> 인천(90) :

175 161 160 159 156 132 130 125 123 110 107 108 198 91
90

Total Cost == 394.899994

광양(176) ==> 서울외곽(89) :

175 161 160 159 156 132 130 125 123 110 107 108 94 93
92 89

Total Cost == 399.799988

광양(176) ==> 구리(86) :

175 161 160 159 156 132 130 125 123 110 107 95 96 86
Total Cost == 388.699982

광양(176) ==> 철원(78) :

175 161 160 159 156 132 130 125 123 110 107 95 96 86
87 194 78

Total Cost == 450.200012

광양(176) ==> 문산(77) :

175 161 160 159 156 132 130 125 123 110 107 108 94 93
92 89 88 77

Total Cost == 437.799988

인천(90) ==> 이천(199) :
91 198 108 107 106 199
Total Cost == 89.900002

인천(90) ==> 반월(198) :
91 198
Total Cost == 20.200001

인천(90) ==> 청평(197) :
91 198 108 94 95 97 98 197
Total Cost == 110.300003

인천(90) ==> 춘천(195) :
91 198 108 94 95 97 98 99 195
Total Cost == 156.500000

인천(90) ==> 동두천(194) :
92 89 88 87 194
Total Cost == 99.299995

인천(90) ==> 광주동(185) :
91 198 108 107 110 123 125 130 132 156 159 179 180 182
185
Total Cost == 301.700012

인천(90) ==> 전주북(159) :
91 198 108 107 110 123 125 130 132 156 159
Total Cost == 210.099991

인천(90) ==> 대전북(151) :
91 198 108 107 110 123 125 124 134 151
Total Cost == 172.899994

인천(90) ==> 구미(148) :
91 198 108 107 106 199 105 112 121 120 136 148
Total Cost == 251.400009

인천(90) ==> 대구안(144) :
91 198 108 107 106 199 105 112 121 120 136 148 146 144
Total Cost == 295.500031

인천(90) ==> 포항(140) :

91 198 108 107 106 199 105 112 121 120 136 148 146 144
142 141 140

Total Cost == 377.200043

인천(90) ==> 조치원(133) :

91 198 108 107 110 123 125 130 133

Total Cost == 159.500000

인천(90) ==> 천안북(123) :

91 198 108 107 110 123

Total Cost == 111.000000

인천(90) ==> 삼척(115) :

91 198 108 107 106 199 105 104 103 102 115

Total Cost == 301.900024

인천(90) ==> 충주(112) :

91 198 108 107 106 199 105 112

Total Cost == 134.700012

인천(90) ==> 평택(110) :

91 198 108 107 110

Total Cost == 83.900002

인천(90) ==> 안산(108) :

91 198 108

Total Cost == 27.200001

인천(90) ==> 수원(107) :

91 198 108 107

Total Cost == 50.400002

인천(90) ==> 여주(105) :

91 198 108 107 106 199 105

Total Cost == 97.200005

인천(90) ==> 원주(104) :

91 198 108 107 106 199 105 104

Total Cost == 133.600006

인천(90) ==> 강릉(102) :
91 198 108 107 106 199 105 104 103 102
Total Cost == 251.300018

인천(90) ==> 양평(98) :
91 198 108 94 95 97 98
Total Cost == 85.300003

인천(90) ==> 하남(96) :
91 198 108 94 95 96
Total Cost == 69.600006

인천(90) ==> 판교(95) :
91 198 108 94 95
Total Cost == 50.300003

인천(90) ==> 시흥(94) :
91 198 108 94
Total Cost == 29.200001

인천(90) ==> 서울외곽(93) :
91 93
Total Cost == 24.200001

인천(90) ==> 서울외곽(89) :
92 89
Total Cost == 31.000000

인천(90) ==> 고양(88) :
92 89 88
Total Cost == 46.099998

인천(90) ==> 구리(86) :
92 89 88 87 86
Total Cost == 72.899994

인천(90) ==> 화천(84) :
91 198 108 94 95 97 98 99 195 84
Total Cost == 172.699997

인천(90) ==> 철원(78) :
92 89 88 87 194 78
Total Cost == 116.000000

인천(90) ==> 문산(77) :
92 89 88 77
Total Cost == 69.000000

인천(90) ==> 강화(76) :
92 89 76
Total Cost == 10023.000000