

論 文
A 1-1

부산항 컨테이너 화물수송체계에 관한 연구

오석기* · 오윤표** · 윤철용***

A Study on Transportation Systems of Container Cargo in Busan Port

S.K.Oh · Y.P.Oh · C.Y.Yun

Key Word : 교통혼잡(traffic congestion), 수송수단(transport mode), 화물수송체계(cargo transportation system), 내륙컨테이너기지(ICD), 제2경부고속도로(the second Seoul-Busan Expressway), 로지스틱곡선(logistic curve)

Abstract

The purpose of this study is to improvement strategies for transportation systems of container cargo in Busan port. Therefore, it was forecasted the future container cargo demand using logistic curve formula. In 2011, container cargo demand was forecasted 8.791 million TEU(T/S including 12.559 million TEU).

In order to improvement transportation systems of container cargo, this study presented following; ① port facilities expansion, ② diversity of container transport modes, ③ make up ICD and exclusive container roads, ④ the second Seoul-Busan Expressway.

*,** 동아대학교 도시조경학부 교수

*** 정회원, 부산광역시 정책개발실 책임연구원

1. 서 론

1. 연구의 목적

SOC시설은 국가경쟁력을 강화시킬 수 있는 중요한 시설이다. 1998년 현재 우리나라 수출액중 물류비¹⁾가 차지하는 비중은 미국 7%, 일본 11%에 비해 훨씬 높은 16.5%로 물류체계가 취약하다. 따라서 물류비의 70% 이상을 차지하는 수송비 절감을 위한 화물수송체계의 합리화는 시급한 과제이다.

수출입 컨테이너 화물의 관문인 부산은 교통혼잡, 교통공해, 교통사고 등 다양한 교통문제가 컨테이너 화물의 수송과 관련하여 발생되고 있다. 1999년도 차량교통량 조사결과²⁾에 의하면 부산시내 주요간선도로의 교통량 중에서 대형화물 및 컨테이너 차량이 7.1%를 점하고 있다. 이는 부산항에서 유출입되는 항만화물 수송으로 발생하는 교통량이다.

부산항은 우리나라 컨테이너 화물의 90.3%를 처리하는 화물유통거점이다. 그러나 시설부족으로 인해 거의 대부분의 컨테이너 화물이 Off-Dock CY를 경유하여 내륙이나 부두로 수송됨으로서 간선도로의 혼잡을 가중시키고 있다.

따라서 본 연구는 부산항을 통과하는 컨테이너 화물중 시내에 산재되어 있는 ODCY를 경유하는 컨테이너 화물교통량을 조사하고, 이들 교통량이 간선교통에 미치는 영향을 분석하였다. 또한 이 분석결과를 기본으로 컨테이너 화물교통량을 추정하여 각 간선도로에 배분하여 부하정도를 평가함으로써 부산항 컨테이너 화물이 시내교통에 미치는 영향을 최소화하면서 신속하고 효율적으로 수송하기 위한 개선방향을 제시함이 연구목적이다.

2. 연구범위 및 방법

본 연구의 범위는 부산항 중에서 컨테이너를 취급하는 북항에서 처리하는 컨테이너 화물의 ODCY 수송로 및 장래 시외곽으로 효율적인 수송을 위한 주요 간선도로 수송체계를 대상으로 설정하였다. 이

런 측면에서 컨테이너 물류체계중³⁾ 항만 및 도시시스템, 내륙연계시스템을 대상으로 분석하였다. 컨테이너 화물의 간선도로 부하도를 파악하기 위해 부산항의 현황과 화물처리 실적을 토대로 장래 컨테이너 화물교통량을 Logistic curve에 의해 추정하였다. 추정된 장래 교통량을 기존 시내간선도로에 배분하면서 간선도로상의 화물부하도를 검토 평가하고 그 문제점을 파악, 이의 해결을 위한 개선방안을 제시하였다. 이에 사용된 통계자료는 1989년도부터 1998년도까지 10년간의 시계열 분석을 병행하였다.

2. 부산항과 컨테이너 화물수요예측

2.1. 부산항 현황 및 컨테이너 처리실적

부산항은 일반부두와 컨테이너 전용부두로 나눌 수 있다. 일반부두의 규모는 166,000m²이고, 2만 DWT급 선박까지 접안이 가능하며, 연간 하역능력은 36만TEU이다.

컨테이너 전용부두는 <표-1>에서 보는 바와 같이 자성대부두, 신선대부두, 우암부두, 감만부두 및 감천부두가 있다. 총 면적은 2,759,333m²이고, CY장 치장은 1,614,561m²이다. 선박의 동시접안능력은 5만 DWT급 16선석, 1·2만DWT급이 각각 1선석이다. 연간 컨테이너 처리능력은 4,276천TEU인데 반해, 1998년 5,753천TEU를 처리하여 하역능력에 비해 1,477천TEU나 초과 처리하고 있는 실정이다.

환적화물을 제외한 컨테이너 화물의 수송수단별 분담률은 공로 84.4%, 철도 13.2%, 연안 2.4%이다. 그리고 시내에는 37개소의 ODCY가 입지해 있는 바, 부산항에서 처리한 수출입 컨테이너 화물의 62.6%인 312만TEU를 처리하였다.

2.2. 장래 컨테이너 화물수요예측

Table 1. State of Exclusive Container Pier in Busan Port

구 분	자성대부두	신선대부두	우암부두	감만부두	감천부두
총 면적(m ²)	648,000	1,039,000	180,000	750,000	142,333
CY장치장(m ²)	394,000	692,000	60,000	383,000	85,561
선박접안능력	5만DWT×4 1만DWT×1	5만DWT×4	2만DWT×1 5만DWT×2	5만DWT×4	5만DWT×2
연간“컨”처리능력(천TEU)	1,000	1,280	356	1,280	360

자료: 부산광역시, 선진항만과 부산항의 이해, 1998. p.53.

장래 부산항의 컨테이너 화물은 회귀식, Logistic 모형식 및 콤펜트 모형식을 이용하여 예측하였으며, 그 값은 <그림-1>과 같다. 본 연구에서는 컨테이너 화물수요 추정에 적합한 식(1)의 로지스틱 모형식을 이용한 장래 컨테이너 화물교통량을 사용하여 시내 간선도로의 컨테이너 교통량 부하도 및 항만시설 부족 평가 등을 예측하였다.

$$Y = \frac{K}{1 + a \cdot \exp^{bt}} \dots \dots \dots (1)$$

여기서

Y= 장래 컨테이너 화물량(TEU)

K= 최대용량값

예측량(천TEU)
10000 -

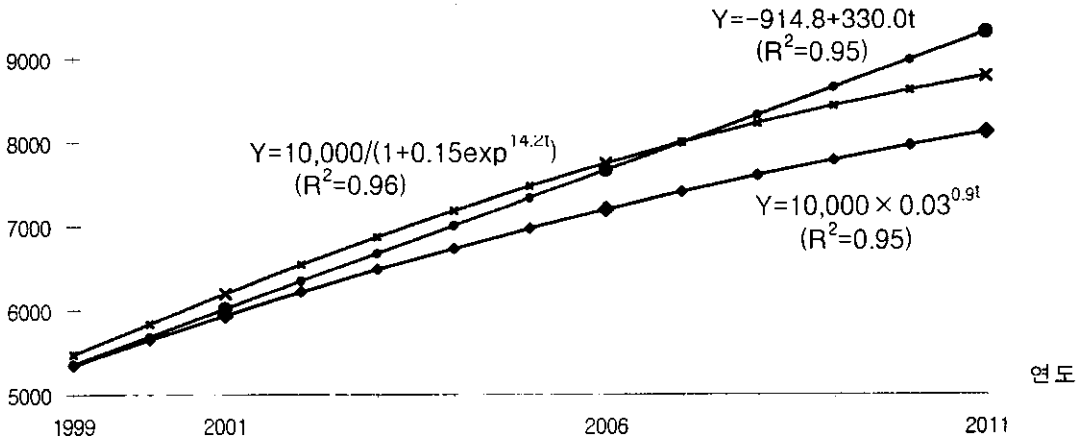


Fig. 1. Forecasting Container Cargo Demand

3. 장래 컨테이너 화물차의 분포교통량과 부하도

3.1. 컨테이너 화물차 수송경로 및 분포교통량 분석

부산항 컨테이너 화물의 주요 수송로는 ODCY를 연결하는 충장로, 우암로, 변영로, 황령로, 광안해변도로 등이다. 그리고 ODCY를 경유하지 않는 컨테이너 수송은 변영로 및 동서고가도로를 이용하여 부산항으로 유출입되고 있다.

1999년 현재 주요 가로별 컨테이너 차량교통량 및 부하도를 <표-2>에서 살펴보면, 우암로가 22.2%로서 가장 높다. 그 다음으로 광안해변로 6.7%, 변영로 6.1%, 충장로 5.8% 등을 차지하고 있다. 컨테이너 차량대수에 있어서도 우암로가 5,734대로 가장 많으며, 충장로 5,026대, 변영로 3,281대가 통행하고 있다.

주요 간선도로 컨테이너 차량의 피크시간대는 오후 16:00~17:00이며, 첨두율은 10.0%로 나타났다. 또한 오후 15:00~16:00, 17:00~18:00에 각각 9.9%와 9.5%를 차지하고 있으며, 오전 10:00~12:00 사이에 8.6%~8.8%가 통행하고 있다.

한편, 시외유출입지점의 컨테이너 차량교통량은 국도14호선(기장시경계)이 9.5%로 가장 많은 비중을 차지하고 있다. 그 다음으로 경부고속도로 6.4%, 남해고속도로 지선이 5.8%를 나타내고 있다.

시외유출입 지점의 컨테이너 차량 시간대별 분포는 유입의 경우 14:00~15:00가 피크시로서 12.9%를 차지하고 있고, 16:00~19:00까지 10% 이상이 통행하고 있다. 유출은 11:00~12:00가 13.9%로서 상당히 높은 피크율을 나타내고 있으며, 12:00~13:00에도 11.3%로 높은 비중을 차지하고 있다.

2. 장래 컨테이너 화물차의 분포교통량과 부하도

컨테이너 화물의 간선도로 부하도를 예측하기 위

해서는 몇가지 고려사항이 있다. 먼저 컨테이너 수송도로망 네트워크를 고려해야 한다. 2011년도의 컨테이너 수송도로망은 앞서 분석한 우암로, 충장로 등을 통행하는 것으로 한다. 그리고 교통수단별 수송분담률은 장래 교통여건을 전망해 공로 84%, 철도 13%, 연안 3%로 설정하였다.

로지스틱 모형식에 의해 2011년 부산항의 환적화물을 제외한 컨테이너 화물은 8,791천TEU이다. 이를 수송수단별로 배분하면 철도수송이 1,143천TEU, 연안수송이 263천TEU, 그리고 7,385천TEU가 도로교통에 영향을 미치는 공로수송이 될 것이다.

연간 공로수송 컨테이너화물 7,385천TEU를 1일로 환산하면 20,233TEU가 된다. 이를 수송하기 위한 컨테이너 화물차를 계산하기 위해서는 먼저 공차율을 고려해야 한다. 공차율은 교통개발연구원 이 수행한 화물운송체계 개선에 관한 연구결과인 37.5%를 적용하였다. 그리고 컨테이너 화물차량은 1회에 보통 2TEU를 수송하는 것으로 가정하고 분석하였다. 이렇게 할 경우 전체 컨테이너 교통량은 식(2)에 의하여 16,186대/일이 된다.

$$T_a = \frac{T_b}{1-r} \times \frac{1}{2} \dots \dots \dots (2)$$

여기서

- T_a= 공차율을 고려한 컨테이너 교통량(대)
- T_b= 컨테이너 화물의 수송량(TEU)
- r= 공차율(%)

컨테이너 화물차 16,186대/일을 시내 간선도로에 배분하면, 컨테이너 화물차 부하도는 <표-2>와 같이 우암로가 8,761대로 31.3%, 광안해변로가 4,330대로 9.4% 그리고 변영로가 5,013대로 8.6%를 차지할 것으로 예측되었다. 현재의 컨테이너 화물차와 비교해 보면 우암로 3,027대(9.1%p 증가), 광안해변로 1,496대(2.7%p 증가), 변영로 1,732대(2.5%p 증가), 충장로 2,654대(2.3%p 증가)가 추가로 부하될 것으로 분석되었다.

Table 2. Container Cargo Vehicle Volume and Distribution Ratio of Major Road

(단위 : 대, %)

구 분	총장로	번영로	수영교	낙동로	동서고가	광안해변로	황령로	우암로	
1999년	총교통량	87,157	53,427	31,964	40,013	48,063	42,575	52,070	25,760
	컨테이너	5,026	3,281	1,188	898	2,048	2,834	2,091	5,734
	“컨”비율	5.8	6.1	3.7	2.2	4.3	6.7	4.0	22.2
2011년	총교통량	94,644	58,016	34,710	43,450	52,192	46,232	56,543	27,973
	컨테이너	7,680	5,013	1,815	1,372	3,129	4,330	3,195	8,761
	“컨”비율	8.1	8.6	5.2	3.2	6.0	9.4	5.7	31.3

2.3. 컨테이너 수송체계상의 문제점

이상의 예측분석 결과를 토대로 컨테이너 화물차가 시내교통에 미치는 문제점을 정리하면 다음과 같다. 첫째, 컨테이너 화물차량이 전용도로가 아닌 시내 간선도로를 통과한다는 것이다. 2011년에 컨테이너 화물차량이 간선도로에 부하되는 1일 발생교통량은 16,186대로 이는 간선도로별 474대에서 3,027대가 부하되어 교통혼잡을 가중시킬 것이다. 컨테이너 화물차 혼재율도 우암로의 경우 22.2%에서 31.3%로 증가될 것으로 예측되었다.

둘째, 항만시설의 부족이다. 본 연구에서 예측한 장래 부산항의 컨테이너 화물은 12,559천TEU(T/S 3,768천TEU 포함)인데 비해 시설공급은 9,580천TEU에 불과하다. 따라서 2,979천TEU의 항만시설이 부족하여 또 다른 ODCY가 입지할 우려도 있다.

셋째, ODCY 경유로 인한 교통혼잡의 가중이다. ODCY를 경유하는 컨테이너는 현재 약 62.6%로서 2011년도에도 같은 조건을 유지한다고 가정하면 연간 5,503천TEU, 1일 15,077TEU가 된다. 따라서 컨테이너 수송량(1차량당 2TEU수송), 공차율(37.5%)을 고려하면 1일 컨테이너 화물차는 24,123통행이 추가로 불필요한 통행을 하게 되는 것이다.

넷째, 공로수송체계에 편중되어 있다. 컨테이너 화물수송체계의 구성비는 공로 84%, 철도 13%, 연

안이 3%를 차지할 것으로 전망된다. 따라서 시계 유출입 지점의 컨테이너 교통량은 1일 유출 7,669대, 유입 6,783대로 총 14,452대가 될 것이다. 노선별로 살펴보면 남해고속도로 지선이 5,209대, 경부고속도로는 4,033대가 부하될 것이다.

4. 부산항 컨테이너 화물수송체계 개선방향

4.1. 항만의 시설확충

국가간·지역간·도시내 컨테이너 화물을 신속하게 수송하기 위해서는 수요에 걸맞는 항만시설이 확보되어야 한다. 그러나 부산항은 물동량에 비해 항만시설이 부족한 실정이다.

2011년도 부산항의 컨테이너 화물 예측치인 12,559천TEU(환적화물 3,768천TEU 포함)에 반해, 처리능력은 기존항만 확충 4,980천TEU, 부산신항만 4,600천TEU등 총 9,580천TEU에 불과하여 2,979천TEU의 항만시설이 부족할 것이다.

따라서 이러한 컨테이너 화물수송체계를 합리화하기 위해서는 항만시설의 확충이 시급하다. 항만시설이 확충되면 ODCY도 없어지게 되어 불필요하게 시내를 통과하는 컨테이너 교통량을 줄일 수 있고, 물류비용도 절감할 수 있다.

4.2. 컨테이너 수송수단의 다양화

장래 교통수단별 컨테이너 수송은 공로 비중이 84%를 차지할 것으로 예상된다. 따라서 공로수송 컨테이너 화물은 연간 7,385천TEU, 1일 20,233TEU가 시내 간선도로에 부하될 것이다. 이와같이 공로의 비중이 높다는 것은 그만큼 시내의 도로를 통과해야만 가능하므로 교통혼잡을 가중시킨다. 그러므로 공로의 비중은 감소시키고, 철도와 연안수송은 증가시켜 물류비를 절감해야 할 것이다.

일반적으로 철도와 연안수송은 대량화물 운송에 있어서 공로수송에 비해서 운송비가 낮아 물류비용을 절감할 수 있다. 그리고 공로수송은 대기오염, 소음, 도로파손 등의 환경문제를 야기시키기 때문에 가능한 많은 화물을 철도수송이나 연안해송으로 전환시키는 것이 바람직하다.

공로수송을 철도로 전환하기 위해서는 요급인하 정책이 가장 효과적이고, 연안으로 전환하기 위해서는 수송단계를 줄여 수송시간을 단축함과 동시에 신뢰도를 향상시킴으로서 수요증가를 가져올 수 있을 것으로 추정된다.⁵⁾ 이를 위해 경부고속철도를 조기에 완공하여 기존 경부선은 화물수송 전용 철도로 해야 한다. 경부고속철도가 건설될 경우 철도는 전체 컨테이너 화물의 30% 수준인 2,637천TEU를 수송할 것이다. 또한 철도수송은 부곡기지과 부산진역 그리고 부산항으로 연결되는 컨테이너의 철도 수송 시간 단축 및 수송단계의 축소 등이 필요하고 부곡기지를 컨테이너 전용기지로 대폭 개편해야 한다. 그리고 연안수송은 피더서비스(feeder service)를 위한 새로운 연안부두의 설치가 필요하고 이에 적합한 선박도 개발하여야 한다.

4.3. ICD 조성 및 전용배후수송로의 건설

부산항은 항만내 장치공간이 부족하여 컨테이너 수송의 62.6%가 ODCY를 경유하여 수송되고 있다. ODCY를 경유함으로써 시간과 비용의 추가부담, 도시교통혼잡의 가중 등 부작용을 초래하고 있다. 따

라서 컨테이너 유통상의 비효율을 해결하고 도시기능을 정비하는 한편, 항만과 배후도시의 조화를 도모하기 위해서는 내륙컨테이너기지(ICD)와 이를 연결시키는 전용배후수송로가 건설되어야 한다.

ICD가 건설되면 수출입 컨테이너 화물유통체계의 개선으로 물류비용이 대폭 절감된다. 또한 양산 ICD의 기능을 조립·가공·포장 등 복합화물기지 역할을 강화해 ODCY에서 처리하는 컨테이너 화물을 조속히 이전하여야 한다. 그러면 양산 ICD는 수도권권의 부곡터미널과 함께 경부간 화물수송의 주축이 될 것이다.

그리고 장기적이고 광역적으로는 대전권에도 ICD를 건설하여 집화 및 배송단지로서의 기능을 수행해야 할 것이다. 대전권은 부산항, 광양항의 중간에 위치해 있어 중소규모의 ICD를 건설하여 경인권의 일부 물량을 처리하는 한편, 호남물량까지 처리할 수 있어 지리적으로 상당히 유리하다. 특히 철도와 충분히 연계될 경우 서울, 부산, 광양 등에서 2~3시간 이내에 화물수송이 가능하므로 합리적 수송체계의 구축도 가능하다.

4. 제2 경부고속도로의 건설

앞서 살펴본 바와 같이 가덕도에 신항만을 건설하는 것은 시급하다. 장기적인 관점에서 부산 신항만이 개발되면 2011년도의 화물교통량은 컨테이너 화물량 5,678천TEU, 비컨테이너 화물량 38,512천톤이 발생할 것이다. 또한, 신항만과 함께 공업단지(녹산 및 신호), 조선단지 등에서 발생하는 교통량 때문에 부산시내 및 경부고속도로의 교통혼잡은 더욱 가중될 것이다. 이와같이 신항만을 비롯한 서부산권이 개발되면 1일 유발교통량은 약 1,023여천대가 발생할 것으로 예상된다.

이러한 교통수요에도 불구하고 교통처리계획은 충분하지 못할 것으로 판단된다. 컨테이너 화물을 철도수송이 9.3%를 수송하는데 비해 공로수송이 90.7%를 담당하여 기존 계획도로만으로는 교통처리가 불가능하다.

신항만 건설에 따른 수도권(연간 1,272천TEU, 11,484천톤), 충남권(194천TEU, 3,901천톤), 호남권(86천TEU, 550천톤), 서부경남권(448천TEU, 3,042천톤)의 항만물동량을 지역내로 진입시키지 않고 수송할 수 있는 항만배후고속도로의 건설이 필요하다. 따라서 녹산~가덕~거제~통영IC~대전간 제2 경부고속도로를 건설해야 할 것이다.

제2 경부고속도로의 건설로 기대되는 효과는 기존 교통망 체계에 비해 수송거리가 16.7 km 단축된다는 것이다. 이로 인해 유통비 등 물류비용 절감효과가 발생되어 산업경쟁력을 강화시킬 수 있다. 또한 기존의 경부고속도로 및 건설예정인 대구-김해 고속도로에 대응하는 제2 경부고속도로축의 형성으로 시내교통량 분산 및 경부고속도로의 교통혼잡을 대폭 완화시킬 것이다.

5. 결 론

부산항의 항만시설 부족현상은 점점 심화되고 있다. 컨테이너 화물은 급증하는데 반해 항만시설은 수요에 대응해 확충되지 못하고 있기 때문이다. 항만시설 부족으로 수출입화물이 ODCY 및 ICD를 경유하게 된다. 이들 시설을 경유하게 됨으로써 시내 교통혼잡을 가중시키고, 통행거리와 시간이 증가됨에 따라 물류비가 상승되어 국가경쟁력을 약화시키는 주요 요인이 되고 있다.

2011년 주요 간선도로상의 컨테이너 차량통행은 1일 35,295대, 피크시 3,530대가 통행할 것으로 예측된다. 이를 PCU로 산정하기 위해 컨테이너 차량의 승용차 환산계수를 3으로 가정하면 1일 105,885PCU, 피크시 10,589PCU가 간선도로상에 부하된다.

따라서 이런 문제점을 해소하기 위해서는 컨테이너 화물수송체계를 개선해야 한다. 이를 위해 본 연구에서는 ① 항만의 시설확충, ② 컨테이너 수송수단의 다양화, ③ ICD조성과 전용배후수송로의 건설, ④ 제2 경부고속도로의 건설을 제시하였다. 이외에도 운영관리상의 효율성 추구하고 정보화 시대에 걸맞는 MIS 및 EDI의 구축이 필요할 것이다.

<註>

1) 물류비란 수송·보관·유통가공·포장·하역·정보 등 6개 기능을 수행함에 있어 원재료의 조달에서 제품이 최종적으로 고객에게 도달할 때까지의 전체 물류활동 과정에서 발생하는 모든 비용을 말한다. 1998년 현재 국가물류비는 74조 2천억으로 GDP 449조 5,090억원의 16.5%를 차지하며, 1997년 대비 6.6%인 4조 5,800억원이 증가되었다.

2) 부산광역시, '99 차량교통량 조사결과, 2000, p.31.

3) 부산발전연구원, 신항만건설을 통한 부산항 개발전략, 1994, p.4.에서는 컨테이너 물류체계를 해상수송시스템, 항만시스템, 도시시스템, 내륙수송시스템으로 구분하고 있다.

4) 해운항만청에서 1999년도에 수행한 부산항 기본계획 변경(안)-가덕신항만 기본계획 보고서-에 의하면 컨테이너화물은 2006년 6,550천TEU, 2011년 8,678천TEU로 예측함. 해양수산부에서 1997년도에 수행한 신항만개발 투자우선순위평가에 의하면 2006년 7,280천TEU, 2011년 8,697천TEU로 예측하고 있음. 또한 해양대학교에서 수행한 부산항 ODCY 이전에 따른 컨테이너화물 유통정비 및 개선방안에서는 2005년 9,649천TEU, 2010년 12,419천TEU로 예측하고 있음.

5) 하원익·남기찬, SP자료를 이용한 화물수송수단 선택모형의 개발 - 컨테이너 내륙운송을 중심으로 -, 대한교통학회지 제14권 제1호(통권 30호), 1996.3, p.98.

참고문헌

- 1) 해양수산부, 해양수산통계연보, 1999., <http://ns.kca.or.kr>.
- 2) 김진기, on-dock service가 물류비에 미치는 영향, 2000.
- 3) 부산광역시, 차량교통량 조사결과, 2000.

- 4) 부산발전연구원, 신항만건설을 통한 부산항 발전전략, 1994.
- 5) 해운항만청, 부산항 기본계획 변경(안) -가덕신항만 기본계획 보고서-, 1996.
- 6) 양원 · 이철영, 부산 항만물동량이 도시교통에 미치는 영향에 관한 연구, 한국항만학회지 제4권 제1호, 1990.
- 7) 교통개발연구원, 화물운송체계 개선에 관한 연구, 1986.
- 8) 하원의 · 남기찬, SP자료를 이용한 화물수송수단 선택모형의 개발-컨테이너 내륙운송을 중심으로-, 대한교통학회지 제14권 제1호(통권30호), 1996.
- 9) 해운산업연구원, 전국항만운영기본계획 및 합리화 방안 연구, 1993.
- 10) 홍성욱, 물류경쟁력의 현황과 교통정책의 과제, 대한교통학회지 제12권 제2호, 1994.
- 11) 광규석 등, 부산항 항만운송과 육상교통연계시스템에 관한 경제성 분석-컨테이너 화물운송을 중심으로-, 한국항만학회지 제5권 제1호, 1991.
- 12) 이철영 · 광규석, 컨테이너 물류합리화를 위한 항만기능 강화방안, 한국항만학회지 제7권 제2호, 1993.