■ 論 文 ■

부산항 컨테이너 유통체제 개선 방안에 관한 사례 연구

A Case Study on the Improvement of
Container Transportation Systems in Busan Port

허 윤 수
(한국해양대학교 부설 국제해양문제연구소 전임연구원)

남 기 찬
(한국해양대학교 물류시스템공학과 부교수)

문 성 혁
(한국해양대학교 해사수송과학부 교수)

류 동 근
(한국해양대학교 해운경영학부 전임강사)

목 차

Ⅰ. 서론
Ⅱ. 부산항의 컨테이너화물 유통 현황 및 문제점 분석
1. 컨테이너부두 및 ODCY 현황
2. 컨테이너 유통체제 현황 분석
3. 부산항의 컨테이너 물동량 전망
4. 부산항 컨테이너 유통체제의 문제점 분석
Ⅲ. 부산항 컨테이너화물 유통체제의 개선대안 설정 및 분석 결과
1. 분석 상황 설정
2. 분석 방법 및 개선 대안 설정
3. 분석 결과
Ⅳ. 결론
참고문헌

Key Words : ODCY(Off-Dock Container Yard), 양산 ICD, On-Dock, TGS(TEU Ground Slot), 부두 순환도로

요 약

부산항은 우리나라의 전체 수출입 및 환적 컨테이너 물동량의 약 90%를 처리하고 있기 때문에 지금까지 꾸준한 물동량 증가 추세를 보이고 있다. 컨테이너 물동량의 증가에 따라 정부에서는 항만시설을 지속적으로 확충하여 컨테이너 처리능력을 확대하고 있으나, 컨테이너 물동량의 증가율이 컨테이너 처리시설 확보율을 초과하여 부산항 컨테이너 전용부두의 컨테이너 수용능력은 부족한 실정이다. 이와 같은 컨테이너 장치장 부족문제를 해결하기 위해서 그 동안 부산항의 ODCY에서 처리하였으나, 최근 부두밖 장치장의 단계적 이전 및 폐쇄방침이 결정됨에 따라 부산항의 장치장 부족문제가 대두되고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 장치장 부족문제를 해결하고 부산항 컨테이너 유통체제를 개선시킬 수 있는 방안을 제시하는데 목적을 두고 있다. 이를 위하여 첫째, 부산항의 컨테이너화물 유통 현황 및 문제점을 분석하고 둘째, 부산항 컨테이너화물 유통체제의 개선대안을 설정하여 분석결과를 제시한다.

Ⅰ. 서론

부산항은 우리나라 제1의 관문으로서 '90년 이후 지속적인 물동량 증가 추세와 함께 국내 수출입 컨테이너 물동량의 약 90%를 처리하고 있다. '99년말 기준 부산항의 컨테이너 처리물동량은 631만TEU(Twenty-foot Equivalent Units)로 '98년 대비 9.7% 증가하여 세계 4위의 컨테이너 화물을 처리하는 항만으로 성장하였다. 또한 부산항은 지리적으로 중국, 러시아, 일본 등을 연결하는 동북아시아 해상수송의 중심지에 입지하여 21세기 환태평양시대의 도래와 함께 중심항만으로서의 성장이 기대되기 때문에 컨테이너 물동량의 증가는 지속될 것으로 예상되고 있다.

물동량의 증가에 따라 정부에서는 '97년 감천한진부두 및 '98년 감만부두와 같은 항만시설을 지속적으로 확충하여 컨테이너 처리 능력을 확대하고 있으나, 물동량의 증가율이 컨테이너 처리시설 확보율을 초과하여 부산항 컨테이너 전용부두의 수용능력은 부족한 실정이다. 컨테이너 장치장의 부족문제로 인하여 그동안 부두밖 장치장(ODCY, Off-Dock Container Yard)에서 컨테이너를 처리하였으나, ODCY의 이용에 따른 부산시내의 극심한 교통체증 유발과 도시환경의 파괴 및 물류비용 증가 등과 같은 환경오염과 경제적 손실을 야기시키게 되었다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 양산 ICD의 개장과 함께 '99년말 ODCY의 단계적 이전 및 폐쇄방침이 결정됨에 따라, 최근 물동량 증가를 고려할 때 부산항의 장치장 부족문제가 대두되고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 현실 상황을 최대한 고려하여 부산항의 장치장 부족문제를 해결하고, 부산항의 컨테이너 유통체제를 개선시킬 수 있는 방안을 제시하는데 목적을 두고 있다. 이를 위하여 첫째, 부산항의 컨테이너화물 유통 현황 및 문제점을 분석하고 둘째, 부산항 컨테이너화물 유통체제를 개선할 수 있도록 분석상황을 설정하여 장치장 부족문제를 해결할 수 있는 방안을 제시한다. 특히, 컨테이너 수송체계를 중심으로 부산항 컨테이너 유통체제를 개선시킬 수 있는 방안들을 제시한다.

Ⅱ. 부산항의 컨테이너화물 유통 현황 및 문제점 분석

1. 컨테이너부두 및 ODCY 현황

부산항의 컨테이너 터미널은 북항에 위치한 자성대부두, 신선대부두, 감만부두, 우암부두와 감천항에 위치한 감천한진부두가 있으며 처리능력은 약 415만TEU에 달한다(〈표 1〉). 또한 소형 컨테이너 선박과 겸용선이 주로 기항하는 일반부두에 25개 선석이 있다. 1999년 기준 부산항에서 처리한 컨테이너 화물은 631만TEU이며, 이중 일반부두에서 약 206만TEU를 처리하였다. 현재 2001년 말에 개장을 목표로 감만부두 확장부두구간(안벽길이 826m)이 마무리 단계에 있고, 가덕도에 총 24개 선석 규모의 부산신항만이 단계적인 건설계획에 따라 추진되고 있다.

부산지역의 터미널 관련 시설로서 대표적인 것은 ODCY이며, '99년 기준 15개 업체의 37개소, 약 41만평에 달하는 ODCY가 분포되어 있다. 이들 시설은 입지에 따라 크게 수영지역(15개), 임항지역(14개), 그리고 기타지역(부산진역, 엄궁, 사상)으로 나뉘어진다.

〈표 1〉 부산항 컨테이너 터미널 시설 현황 및 처리물동량('99년 기준)

구 분	자성대(1, 2단계)	신선대(3단계)	감만부두(4단계)	우암부두	감천한진 부두
운영회사	현대상선	(주)신선대컨테이너 터미널	한진, 현대, 셋방, 대한통운	우암터미널(주)	(주)한진
부두길이(m)	1,447	1,200	1,400	500	600
전면수심(m)	-12.5	-14~-15	-15	-11	-13
하역능력(TEU)	100만	128만	120만	30만	36만
접안능력	5만톤급 4척 1만톤급 1척	5만톤급 4척	5만톤급 4척	2만톤급 1척 5천톤급 2척	5만톤급 2척
부지면적	648천㎡	1,039천㎡	750천㎡	180천㎡	148천㎡
'99년 처리물동량	885,451TEU	1,177,188TEU	1,398,476TEU	348,983TEU	435,895TEU

주 : 1. 기타부두(일반부두)에서 처리한 컨테이너 물동량은 2,064,671TEU임
자료 : 한국컨테이너부두공단

〈표 2〉 ODCY 현황 및 화물처리실적('99년 기준)

구 분	CY수 (개)	처리물동량(TEU)			CY 면적(천평)
		계	수 출	수 입	
합 계(%)	37(100.0)	3,120,736(100.0)	1,622,405(100.0)	1,498,331(100.0)	408(100.0)
임항지역(%)	14(37.9)	1,592,855(51.0)	814,138(50.2)	778,717(52.0)	159(39.0)
수영지역(%)	15(40.5)	1,219,981(39.1)	673,556(41.5)	546,425(36.5)	209(51.2)
철 도 역(%)	6(16.2)	188,401(6.0)	71,645(4.4)	116,756(7.8)	22(5.4)
기 타(%)	2(5.4)	119,499(3.9)	63,066(3.9)	56,433(3.7)	18(4.4)

자료 : 한국컨테이너부두공단

이 가운데 수영지역 ODCY는 설영특허기간이 만료되어 현재 패쇄되었거나 이전중에 있다(〈표 5〉).

한편, ODCY를 통합 수용하여 컨테이너화물 유통체제 및 부산시 도시환경을 개선하기 위한 목적으로 양산 ICD(Inland Clearance Depot)가 2000년 4월에 개장하였다. 총장치장(CY) 면적은 650,181㎡이며, 컨테이너 조작장(CFS) 면적은 67,937㎡이고, '99년말 ODCY의 단계적 이전이 확정되어 현재 추진되고 있다(〈표 5〉).

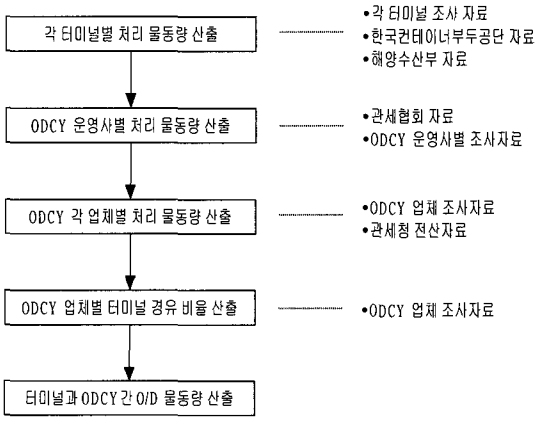
2. 컨테이너 유통체제 현황 분석

1) 터미널과 ODCY간 컨테이너 O-D 분석

부산항의 컨테이너 유통 현황을 분석하기 위해서는 각 터미널과 ODCY간 화물 흐름을 파악하는 것이 필요하다. 그러나 지금까지 부산항에서 부산시내에 소재하고 있는 ODCY를 경유하는 전체 물동량을 산출한 경우는 있으나, 각 터미널에서 각 ODCY간의 컨테이너화물 흐름을 조사·분석한 자료는 없었다. 따라서 본 연구에서는 ODCY 업체 전수조사 및 해양수산부, 관세청 등 관련 주체 조사 자료를 바탕으로 하여 각 터미널별 ODCY 경유 물동량을 〈그림 1〉과 같은 과정을 통하여 산출하였다.

ODCY 각 업체별 수입 컨테이너의 터미널 이용비율은 〈표 3〉에서와 같이 업체별로 상당한 차이를 보이고 있다. 이는 각 ODCY 업체가 개별 선사와 장기 운송계약을 체결하고 있고 각 선사는 다시 특정 터미널과 계약을 체결하거나 직접 운영하고 있기 때문이다. 수출 컨테이너화물의 경우도 일부 업체를 제외하고는 수입의 경우와 비슷한 경향을 나타내고 있는 것으로 나타났다.

이러한 자료는 세부적인 컨테이너화물 유통 패턴을



〈그림 1〉 각 터미널별 ODCY 경유 물동량 산출 과정

파악하는 데 도움이 될 뿐 아니라 주 간선도로 상의 컨테이너 통행량을 분석하는데 기초 자료로 활용된다.

2) 부산항 On-Dock 시스템 현황

On-Dock라는 용어는 편의상 ODCY와 구별하기 위한 것으로서 부두 그 자체를 의미하며, 운영 측면에서 볼 때 기존 부두와 화주 사이의 컨테이너 운송과정에 존재하였던 ODCY의 기능을 컨테이너 터미널 내(On-Dock)에서 수행하는 체제라고 할 수 있다. 따라서 현재 선사와 터미널 운영업체 사이에 체결되고 있는 On-Dock 서비스 계약, 부두직통관, 철도간이보세운송, 환적화물 등 ODCY를 경유하지 않는 유통패턴이 On-Dock 개념에 포함된다고 할 수 있다.

On-Dock시스템은 과거 공영터미널로 운영되었던 자성대 부두(BCTOC) 및 신선대 부두(PECT)에 더하여 '90년대 말부터 감만터미널 등의 자가터미널이 개장되면서 터미널간 경쟁이 심화됨에 따라 터미널 서비스 차별화 및 선박 유치 전략의 일환으로 등장하

〈표 3〉 ODCY 각 업체별 터미널 이용 비율('99년 수입컨테이너) (단위:%)

지역 구분	터미널 / 업체	자성대	신선대	우암	한진 감천	감만부두				일반 부두
						한진	대통	현대	세방	
임항지역	고려우암	5	30	50	-	-	-	-	-	15
	고려감만	0.3	0.1	54	0.1	-	-	-	0.1	45.4
	고려용당	-	85	-	-	-	-	-	-	15
	국제통운	23	60	0.7	0.5	0.5	0.5	1.3	0.5	13
	대통부산진	-	-	-	-	-	40	-	-	60
	대통우암	-	-	-	-	-	58	-	-	42
	대보급소	-	-	-	-	-	58	-	-	42
	동방용당	15.3	19.6	3.5	-	-	-	11.8	-	49.8
	세방우암	35	15	5	-	2	-	3	-	40
	신영감만	-	100	-	-	-	-	-	-	-
	천일용당	10	5	5	5	5	5	40	5	20
	한진감천	-	-	-	100	-	-	-	-	-
	협성용당	12	56	1	-	-	-	30	-	1
	현대용당	20	20	10	-	-	-	40	-	10
수영지역 비행장내	국보재송	2	-	27	4	-	-	-	1	66
	국보수영	2	-	27	4	-	-	-	1	66
	천경수영	34	-	-	-	-	2	-	-	64
	동방수영	15.3	19.6	3.5	-	-	-	11.8	-	49.8
	동부재송2	20	20	7	4	3	5	15	3	23
	동부동성	20	20	7	4	3	5	15	3	23
	동진재송	-	44	-	-	-	-	-	17	39
	천일수영	10	5	5	5	5	5	40	5	20
	한진수비	5	5	-	30	45	-	-	5	10
	협성수영	15	50	5	-	-	-	25	-	5
수영지역 비행장밖	동부재송1	20	20	7	4	3	5	15	3	23
	세방민락	30	15	5	-	2	-	3	-	45
	세방수영	30	15	5	-	2	-	3	-	45
	조양재송	4	3	2	19	19	0.5	0	25	27.5
	한진재송	10	5	5	30	30	-	-	5	15
기타	천일엄궁	10	5	5	5	5	5	40	5	20

자료 : 각 업체 조사자료

였다. 현재 자성대부두, 신선대부두, 대한통운감만부두, 세방감만부두 등이 외국 11개 선사와 On-Dock 서비스 계약을 체결하고 있다.

On-Dock 서비스 계약을 체결한 선사의 선박은 무료장치기간의 확대, 선석보장 및 하역생산성의 향상 등의 서비스 개선책과 재유통 공컨테이너 장치장, 컨테이너 수리서비스, 컨테이너 검사업무, 수출입지원 및 관련서류지원 업무, CFS 기능 강화 등 과거 ODCY에서 이루어지던 부대 서비스를 터미널내에서 지원 받게 된다. 또한 비용 측면에서도 On-Dock시스템은 ODCY 이용에 따른 재조작료 및 셔틀료 절감으로 인하여 전체적으로 TEU당 28,054원이 절감되는 것으로 나타났다(〈표 6〉).

이러한 서비스 개선 및 비용 절감은 화주들의 물류비 절감 및 수출입 절차 간소화로 이어질 뿐 아니라 컨테이너 차량으로 인한 교통혼잡 완화, 도로파손율 감소로 도로유지·보수비 절감, 소음, 공해 등의 감소 등 사회적인 효과로 이어진다.

3. 부산항의 컨테이너 물동량 전망

부산항은 '99년말 기준 전국 컨테이너 총물동량(739만TEU)의 85.4%인 631만TEU를 처리하였으며, 2000년 6월까지 약 367만TEU를 처리하여 2000년 전체 처리 물동량은 약 700만TEU를 초과할 것으로 예상되고 있다. 그러나 기존 관련 연구에서는 2001년 부산항의 물동량을 약 601만TEU와 550만TEU로 예측하고 있어서 실제처리량을 기준으로 할 때 큰 차이가 있는 것으로 나타났다(〈표 4〉). 따라서 본 연구에서는 부산항 컨테이너 물동량 증가 추세를 고려하여 Holt의 선형지수평활법(이덕기, 1999)을 통하여 부산항의 수입, 수출 및 환적 물동량을 예측하였다(〈표 4〉).

예측 결과 2001년 기준 부산항 물동량은 약 740만TEU로서 기존 예측치(약 601만TEU, 554만TEU)와 큰 차이가 있는 것으로 나타났다. 또한 2006년 물동량은 1,000만TEU를 초과하여 기존 예측치와 상당한 차이가 있다.

4. 부산항 컨테이너 유통체제의 문제점 분석

1) ODCY 운영으로 인한 물류비 및 사회비용 증가

부산항은 컨테이너 전용 터미널의 장치장이 부족할 뿐 아니라 장치장을 확보하지 못한 일반부두에서 약 200만TEU를 처리하는 관계로 도심내에 위치한 ODCY를 보조 장치장으로 활용하여 왔다. 이러한 ODCY 운영은 컨테이너화물 유통체계를 복잡하게 할 뿐 아니라 부두와 ODCY간 셔틀운송에 따른 운송비 추가 및 ODCY에서의 재조작료 발생 등으로 인하여 물류비용이 증가하는 결과를 가져왔다(〈표 6〉).

또한 ODCY가 도시내에 입지하고 있어서 부두와 연결되는 주요 간선도로에 컨테이너 트레일러가 통행하여 교통혼잡을 가중시키고 있다. 실제 터미널과 ODCY를 연결하는 주요 도로인 우암로의 경우 컨테이너 차량 혼재율이 22%를 초과하고 있다(부산광역시, 2000). 이러한 현실은 도시기능과 항만기능의 상충으로 인하여 도시 기능을 저해할 뿐 아니라 도로파손, 대기오염 등의 심화에 따른 사회비용을 증가시키고 있다.

2) On-Dock 시스템 도입 저조

전술한 것처럼 On-Dock 시스템은 항만물류 서비스 개선 및 물류비용 절감 측면에서 도입의 당위성이 있으나 현재까지 활성화가 되지 않고 있는 실정이다. 한국컨테이너부두공단(2000)에 따르면 1999년 기준 부산항의 On-Dock 서비스 처리 물동량은 약 485,000TEU로서 총 처리량 631만TEU의 약 7.7%에 불가한 실정이다.

일차적인 원인은 컨테이너 터미널의 장치장 부족을 들 수 있다. 이것은 현재까지 개발된 우리 나라 컨테이너 터미널들이 하역능력을 중심으로 개발되었기 때문에 장치 능력이 하역 능력에 미치지 못하는 데 기인한다. 또한 하역 요율 구조가 지나치게 복잡한 점과 터미널들이 On-Dock 서비스에서 요구되는 종합물류서비스를 제공하지 못하는 점, 터미널 전산 운영시스템이 On-Dock 서비스를 지원하지 못하는 점등을 그 원인으로 들 수 있다.

선사 측면에서는 선사들이 취급물량의 대부분을 계약된 ODCY 업체의 차량을 이용하여 운송하는 것이 관행으로 되어 있어서 On-Dock 시스템 도입이 저조할 수 밖에 없는 실정이다. 또한 On-Dock 시스템을 이용하는 경우 비용이 낮음에도 불구하고 화주들에게 ODCY를 이용하는 경우와 동일한 요율을 적용하기 때문에 On-Dock 시스템 이용에 대한 화주들의 동기를 유발시키지 못하는 실정이다.

화주측면에서는 수입화물에 대한 화주들의 무관심과 통관 등 물류지식의 부족으로 서류처리가 지연될 뿐 아니라 원활한 물류 흐름을 위하여 도입한 예약 반출제 및 부두직반출제의 이용이 부진하여 터미널내 컨테이너의 장기 체화가 발생하고 ODCY 수요를 증가시키는 결과를 가져온다. 또한 자체 보관시설을 확보하지 못한 화주들의 경우 ODCY를 창고로 활용하고 있는 점도 On-Dock 시스템 활성화를 저해하는 요인이다.

〈표 4〉 부산항 컨테이너 물동량 예측치 비교 (단위:천TEU)

구 분	항만기본계획재정비				신항만개발투자우선순위				본연구에서의 예측치			
	수 출	수 입	환 적	소 계	수 출	수 입	환 적	소 계	수 출	수 입	환 적	소 계
2001년	2,439	2,294	1,306	6,039	2,137	2,026	1,375	5,538	2,671	2,524	2,237	7,432
2006년	2,498	2,383	1,881	6,762	2,542	2,261	1,813	6,616	3,297	3,155	3,750	10,202

3) ODCY의 단계적 이전에 따른 컨테이너화물 유통체제 문제점

ODCY의 단계적 이전에 따른 컨테이너화물 유통체제 문제점은 크게 세 가지로 구분할 수 있다. 첫째, ODCY 폐쇄에 따른 부산항의 장치장 부족 현상이다. 기존 수영지역(2000년 3월말 폐쇄)과 기타지역(2000년 12월말 폐쇄)에서 처리한 물동량 전체가 양산 ICD로 이전할 경우, 양산 ICD의 CY 공급면적은 부족하지 않다. 그러나 임항지역(2001년 12월말 폐쇄)의 ODCY가 폐쇄될 경우, 약 368,565㎡의 장치장 면적이 부족하게 된다(〈표 5〉).

둘째, 양산 ICD 이용에 따른 물류비용의 증가를 들 수 있다. 부산항의 부두와 양산 ICD간의 거리는 편도 약 40Km로서 운행 소요시간은 약 1시간 30분 정도가 된다. 이에 따른 셔틀비용은 현재 잠정적으로 20′ 및 40′이 각각 45,000원, 60,000원으로 산정되며, 재조작료는 기존 ODCY와 같은 수준인 28,850원이다. 따라서 On-Dock 시스템과 비교할 때 TEU당 41,054원의 추가비용이 발생하고, 부산시내 ODCY를 이용하는 경우보다 13,000원의 추가비용이 발생된다(〈표 6〉).

Ⅲ. 부산항 컨테이너화물 유통체제의 개선 대안 설정 및 분석 결과

1. 분석 상황 설정

부산항의 연도별 상황을 현실적으로 반영하기 위하여 '99년을 기준으로 각 연도별 ODCY 설영특허 연장 계획과 부산항의 항만 및 항만배후도로 건설 계획을 고려하였다(〈표 7〉). 기준 연도인 1999년의 경우 조사 자료 및 실제 물동량을 바탕으로 하고, 30개의 ODCY가 운영되는 것으로 한다. 2001년의 경우 수영지역 ODCY가 폐쇄되는 것으로 가정하고, 임항지역 ODCY(13개) 및 비해당 ODCY(2개), 그리고 양산 ICD가 운영되는 것으로 한다. 이때 시설 별 컨테이너 처리는 On-Dock, 임항 ODCY, 양산 ICD 순으로 이루어지는 것으로 한다. 즉, 예측된 물동량을 각 시설

〈표 5〉 설영특허 연장 ODCY 및 양산 ICD 면적

구 분		연장기간	CY면적(㎡)	CFS 면적(㎡)	처리물동량(TEU)
ODCY	수영비행장내(9곳)	3개월(2000년 3월말)	376,587	18,672	902,655
	기타 지역(4곳)	1년(2000년 12월말)	151,432	26,960	288,315
	임항 지역(13곳)	2년(2001년 12월말)	400,727	44,900	1,512,704
	소 계(26곳)	-	528,019	45,632	1,190,970
양산 ICD		2000년 4월 개장	560,181	67,937	

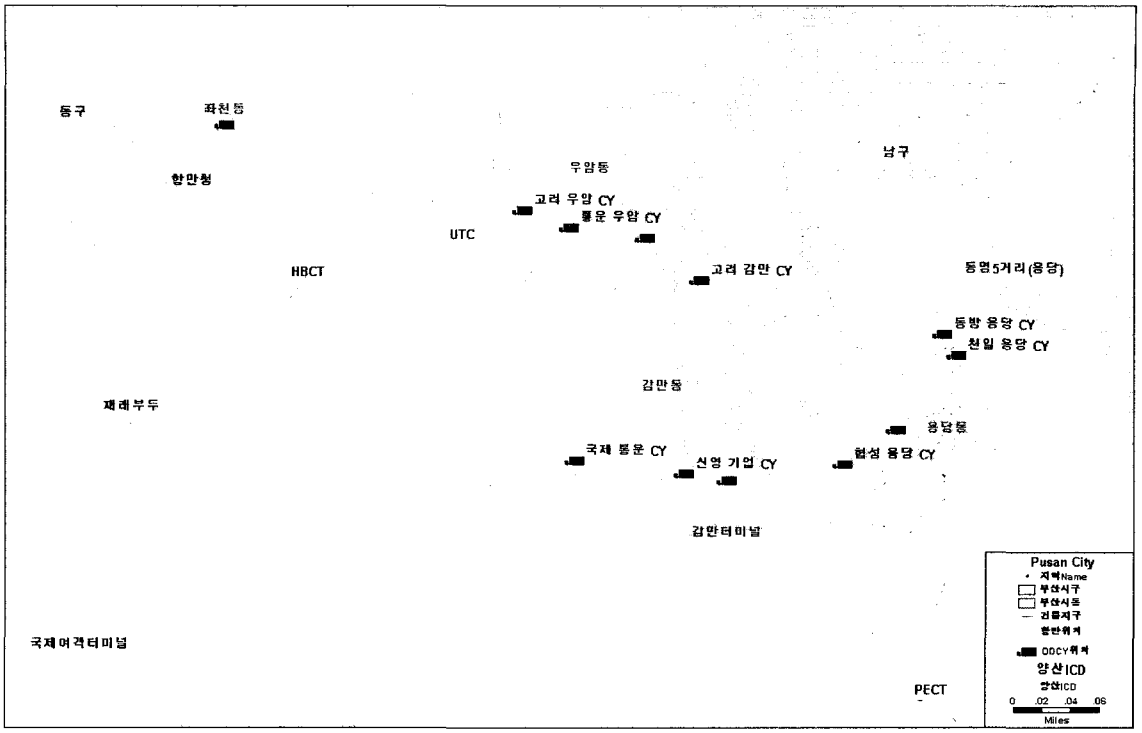
〈표 6〉 컨테이너 화물 유통체제에 따른 발생 비용(20′ 기준)

구 분	터미널비용	셔틀료	재조작료	소 계
On-Dock 이용	94,202원	-	-	94,202원
ODCY 이용	61,406원	32,000원	28,850원	122,256원
양산 ICD 이용	61,406원	45,000원	28,850원	135,256원

주 : HBCT의 On-Dock 요금으로 일반 하역요율의 기본료와 부두통관, 보세운송서비스, 구내이적료, 야간 및 공휴일 할증이 포함된 것임
자료 : 부산지방해양수산청 신고 요율

〈표 7〉 연도별 분석 상황 설정

구 분	상 황 설 정
1999년 (기준)	- '99년 기준 조사자료 반영(철도CY 제외) - '99년 물동량을 기준으로 터미널에서 ODCY(30개)간 경유물동량 적용
2001년	- 임항지역 ODCY(13개) 및 비해당 ODCY(2개), 양산 ICD 고려 - 컨테이너 처리는 On-Dock 처리, 임항 ODCY, 양산 ICD 순으로 이용
2003년	- 비해당 ODCY(천일엄궁, 대통부산진), 양산 ICD 고려 - 감만부두 확장구간 및 항만배후도로(제3도시고속도로, 광안대로) 고려



〈그림 2〉 부산항 북항 컨테이너 터미널 및 임항지역 ODCY 분포

순으로 장치능력에 달할 때까지 처리하는 것으로 가정한다. 2003년의 경우 설영특허 연장 제한으로 비해당 ODCY(천일엄궁, 대통부산진)와 양산 ICD만 존재하는 것으로 한다. 또한 2003년 이전에 완공될 예정인 감만부두 확장구간 및 항만배후도로(제3도시고속도로)를 고려한다.

2. 분석 방법 및 개선 대안 설정

1) 장치장 소요 면적 산정

본 연구에서는 연도별 부산항의 장치장 소요 및 부족면적을 분석하기 위하여 일반적으로 사용되는 소요 TGS(TEU Ground Slot) 산정식을 이용한다. 소요 TGS 산정식에는 크게 물동량, 평균장치기간, 최대적재단수 및 분리계수, 그리고 피크계수 및 연간작업일수와 TGS 단위면적 요소들이 고려된다.

$$\text{소요 TGS} = \frac{\text{물동량} \times \text{평균장치일수} \times \text{피크계수} \times \text{분리계수}}{\text{최대장치단수} \times 365\text{일}} \quad (1)$$

물동량은 '99년 처리물동량 및 〈표 4〉의 예측 물동량을 사용하며, 평균장치 기간은 향후 서비스 수준 향상 측면에서 무료장치기간이 현재 보다 길어질 것을 가정하여 수출입 컨테이너의 경우 기존 터미널의 평균 장치일수의 약 1.4배(수입 6.02일, 수출 4.2일)를 적용하고 환적화물은 10일을 적용한다. 최대적재단수는 3.5단으로 하고, 분리계수는 일반적으로 사용되는 수출 1.4 그리고 수입 및 환적 1.2 값을 적용한다. 화물이 집중되는 현상을 고려한 피크계수는 1.2로 하고 연간 작업일수는 365일을 적용한다. 양산 ICD 및 ODCY의 경우는 기존 연구자료[1]를 토대로 평균장치기간은 8.2일, 분리계수는 1.2, 피크계수는 1.3을 적용한다.

2) 물류비용 및 사회비용 산정

ODCY 및 양산 ICD 이용에 따른 추가 물류비용 및 사회적 비용을 분석하기 위해서는 우선 각 ODCY와 양산 ICD의 이용 가능 물동량을 산출해야 한다. 이를 위하여 예측된 물동량을 기준으로 기존 터미널에서 On-Dock 처리가 가능한 물동량을 산정(철도 CY 처리

1) 한국산업경제연구원, 「양산 ICD 운영 활성화 방안」, 1996. 6.

물동량을 제외)하고 이를 초과하는 물동량은 ODCY 및 양산 ICD를 이용하는 것으로 간주한다. 따라서 각 터미널별 물동량에서 ODCY 및 양산 ICD 이용 물동량이 산정되면, 여기에 차량 환산계수(적컨테이너:1.58, 공컨테이너:1.97)를 적용하여 컨테이너 물동량(TEU)을 소요 차량으로 환산하고 컨테이너 적·공차 비율(적차:60.7%, 공차:39.3%[2])을 적용하여 컨테이너 차량 통행량을 산출한다.

ODCY 이용에 따른 사회적 비용은 컨테이너 트레일러의 적·공차를 모두 적용하고, 터미널과 양산 ICD간의 셔틀운송은 제1도시고속도로와 현재 공사중인 제3도시고속도로, 광안대로, 부두 순환도로를 이용하는 것을 전제로 하여 공차운행만을 적용한다. 사회적 비용은 문헌(서울시정개발연구원, 1997)을 참조하여 크게 교통비용, 환경오염비용, 도로시설물 유지비용, 교통사고비용으로 분류하여 산정한다.[3] 구간별 운행시간 및 거리는 실제 조사된 결과를 적용하였으며, 운행차량대수는 '99년 통행을 기준으로 구간별·거리별로 컨테이너 차량 통행에 일일 운행시간, 일일 운행거리를 고려하여 산출하였다.

3) 주 간선로 교통량 산정 및 수송체계 개선 방안

주 간선도로는 컨테이너 차량에 의한 교통혼잡이 심각하고 컨테이너 터미널과 ODCY를 연결하는 주도로인 우암로, 부두로, 용당로 등을 포함하고, 양산 ICD와 연결되는 항만배후 도로인 제1도시고속도로, 동서고가로, 광안대로, 제3도시고속도로 등을 대상으로 한다.

해당 도로별 컨테이너 교통량 산정은 일반적으로 통행배분 기법을 이용하여 이루어지나 본 연구에서는 주 간선로의 화물 이동 경로가 극히 단순하고 노선선택의 여지가 없기 때문에 현재 ODCY업체들의 각 터미널별 이용 비율과 그에 따른 경로를 적용한다. 그러나 건설중인 항만배후도로의 경우 현재 존재하지 않는 노선이 있기 때문에, 각 항만배후도로에 따른 터미널과 양산ICD 간의 거리와 터미널과의 접근 용이성을 고려하여 이용 가능한 배후도로에 양산 ICD 이용 물동량을 각각 70%, 25%, 5%로 배정한다[4].

컨테이너 수송체계 개선을 위한 대안은 현재 부산항 컨테이너 화물 유통 패턴을 출발지와 도착지를 중심으로 몇 가지 패턴으로 분류하고 그에 다른 개선 방안을 설정한다(<표 8>).

개선 방안의 핵심은 현재 건설 중인 부두순환도로이다. 일반부두 및 전용터미널과 ODCY간의 셔틀운송에 의해 발생되는 통행과 일반부두 또는 터미널에서 하역하여 타 부두로 수송되어 환적하는 화물의 경우 부두순환도로 확보를 통해 부두로 및 용당로의 통행량을 감소시킬 수 있다. 특히, 일반부두(또는 터미널)와 임항지역의 7개(고려우암, 대한통운우암, 세방우암, 국제통운, 신영감만, 천일용당, 동방용당) ODCY간의 셔틀운송으로 발생되는 통행량은 부두 순환도로 확보를 통해 100% 감소시킬 수 있다.

일반부두 또는 전용터미널에서 부산시 외곽지역으로 수송되는 통행의 경우 항만배후도로인 동서고가도로의 진입로와 연결되는 부두순환도로 구축[5]을 통해 우암로의 통행량을 감소시킬 수 있다. 또한 임항지

<표 8> 부두로, 우암로, 용당로의 컨테이너 유통패턴에 따른 개선 방안

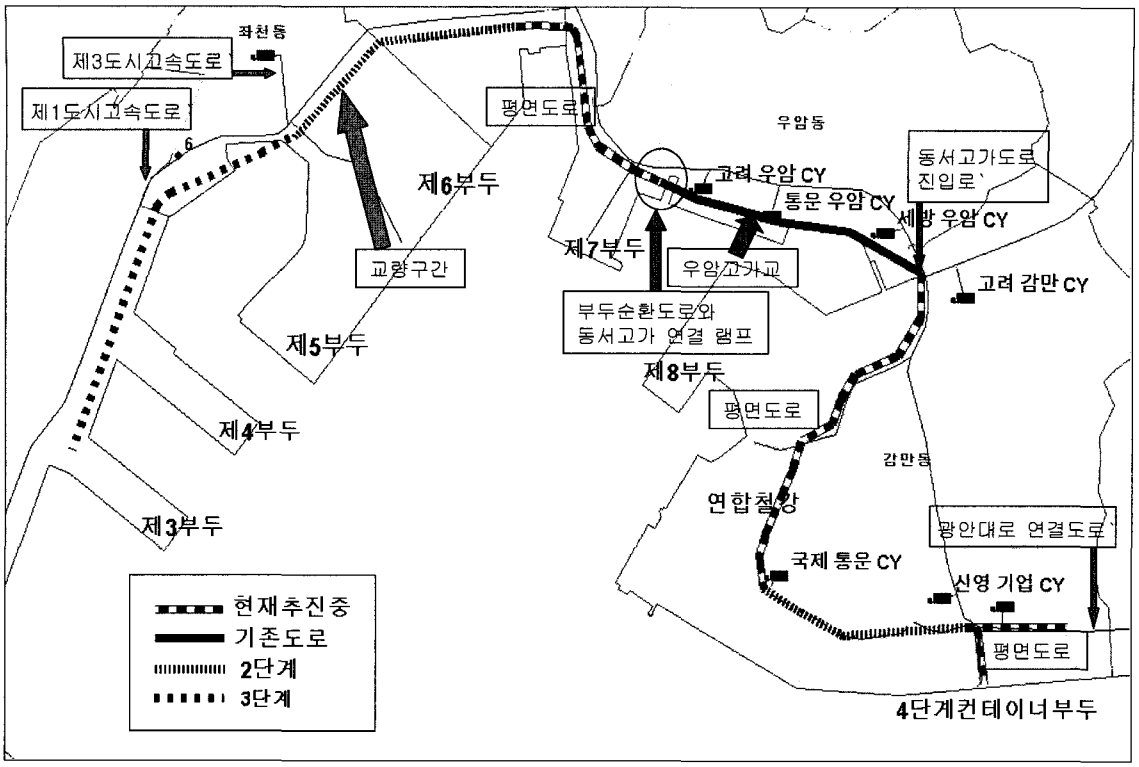
유통패턴	개선 방안
일반부두 및 전용터미널과 ODCY간의 셔틀운송 화물	부두순환 도로 확보
일반부두 또는 터미널에서 하역하여 타 부두로 이송되어 환적되는 화물	
일반부두 또는 전용터미널에서 부산시 외곽지역으로 운송되는 화물	부두순환도로와 항만배후도로 연결
임항지역 ODCY에서 주간선도로를 통해 부산시 외곽으로 운송되는 화물	
일반부두 또는 전용터미널과 임항지역 외의 ODCY간의 셔틀운송 화물	ODCY 정리 및 폐쇄

2) 교통개발연구원, 「제1차 전국 물류현황 조사」, 1997. 2.

3) 교통비용은 운행시간비용과 유류비용으로 나누어서 산정하고, 환경오염비용은 오염물질 배출량에 단위배출량당 피해비용을 곱하여 산출하며, 이산화질소, 일산화탄소, 탄화수소, 미세 먼지에 의한 피해비용을 포함한다. 도로시설물 유지비용은 도로포장과 관련된 유지보수비용이며, 교통사고비용은 도로에서 차량에 의한 사고비용으로서 인적피해비용, 물적피해비용을 고려하여 산정한다.

4) 자성대부두의 경우, 제3도시고속도로, 제1도시고속도로, 광안대로에 각각 70%, 25%, 5%를 배정하며, 동서고가도로는 천일엄궁 ODCY만이 이용하기 때문에 제외한다.

5) 현재 동서고가도로의 진입로는 세방우암CY 앞에서 시작되기 때문에 감만부두 및 신선대부두에서 동서고가도로를 이용할 경우, 감만현대아파트 앞 우암로를 이용해야 한다. 따라서 진입로를 감만부두까지 연장함으로써 우암로의 컨테이너 차량 통행량을 감소시킬 수 있다.



〈그림 3〉 부두순환도로 계획도와 항만배후도로의 진입로 위치

역 ODCY에서 주간선도로를 통해 부산시 외곽으로 수송되는 통행의 경우도 부두순환도로와 배후도로를 연결[6]함으로써 우암로 및 용당로의 통행량을 감소시킬 수 있다.

현재 제3도시고속도로는 그 진입부가 자성대부두 앞 자성대부두 사거리와 접속되게 건설되고 있다. 자성대부두 사거리는 부두로에서 가장 혼잡한 지역이며, 제3도시고속도로를 이용하는 컨테이너 차량이 모두 자성대 사거리를 통과해야 하기 때문에 제3도시고속도로가 준공되면 컨테이너 차량의 진출입으로 현재보다 더 심한 교통혼잡이 예상된다. 따라서 건설 중인 부두순환도로와 제3도시고속도로를 직접 연결할 수 있는 방안을 강구함으로써 항만배후도로의 기능을 원활하게 발휘하고 간선도로에 미치는 영향을 최소화할 수 있을 것이다.

이외에 일반부두 또는 전용터미널과 임항지역 외의 ODCY간의 셔틀운송에 의해 발생되는 통행은 ODCY 정리 및 폐쇄를 통해 통행량을 감소시킬 수 있다.

3. 분석 결과

1) 과부족 면적 산출

〈표 7〉과 같은 상황을 기준으로 연도별 장치장 공급면적을 TGS 단위로 산출하면, 1999년 부산항 컨테이너 처리량에 대한 전체 장치장 소요면적은 48,511TGS이며, 부두내 장치장(44,318TGS)만을 고려할 경우에는 장치시설이 부족하지만, ODCY(26,209TGS)를 포함하면 총 70,527TGS로서 22,016TGS가 여유있는 것으로 나타났다. 임항지역의 ODCY만 남게 되는 2001년의 경우 예측 물동량에 대한 전체 장치장 소요면적은 58,872TGS이며, 공급면적은 부두내 장치장(44,318TGS), ODCY(12,480TGS), 양산 ICD(14,560TGS) 등을 포함하여 총 71,358TGS로서 약 12,486TGS정도 여유가 있는 것으로 나타났다. 그러나 2003년 예측 물동량에 대한 전체 소요 면적은 69,145TGS로 증가하여, 터미널, ODCY 그리고 양산 ICD의 총 공급 TGS(65,306TGS)를 초과하게 된다.

6) 임항지역의 ODCY에서 발생하는 컨테이너 차량 통행은 우암로 및 용당로를 통하여 항만배후도로로 진입하고 있기 때문에, 항만배후도로의 진입로를 연장하거나 부두순환도로와 항만배후도로가 연결되면 간선도로의 컨테이너 차량 교통량을 감소시킬 수 있다.

〈표 9〉 연도별 장치장 공급 TGS와 과부족 TGS

연 도	소요면적 TGS	터미널 확보 TGS	ODCY 확보TGS	양산ICD TGS	총과부족 TGS	처리가능여부
1999년	48,511	44,318	26,209	-	22,016	○
2001년	58,872	44,318	12,480	14,560	12,486	○
2003년	69,145	48,692	2,054	14,560	-3,839	×

따라서 부산 신항만의 조기 건설이 절실히 요구되며, 신항만이 완공되는 시점까지는 임항지역의 ODCY 존치가 필요하다. 2006년 이후 신항만이 완공된 이후에는 일반부두의 기능 이전을 고려하여 완전한 On-Dock 시스템 정착에 필요한 적정 규모의 임항지역 ODCY 존치가 요구된다.

2) 연도별 물류비용 및 사회적 비용 분석

앞에서 설정한 1999년, 2001년 및 2003년의 상황에 대한 물류비용을 ODCY 및 양산 ICD 이용에 따른 추가적인 셔틀료 및 조작료를 중심으로 분석하였다 (〈표 10〉). 1999년 기준 ODCY 경유로 인하여 발생된 셔틀비용과 ODCY 조작료는 연간 2,285억원으로 추정되며, 2001년의 경우 ODCY 폐쇄로 인하여 부두내 CY를 우선적으로 이용하기 때문에 임항지역 ODCY 이용 물동량 감소로 전체적인 물류비용(셔틀료 및 조작료)은 '99년보다 감소하는 것으로 나타났다. 2003년의 경우 감만부두의 확장으로 2001년보다 부두내 처리 물동량이 증가함에도 불구하고 물동량의 대부분이 양산 ICD를 이용하기 때문에, 셔틀비용의 증가로 물류비용은 약 2,209억원으로 2001년보다 증가하는 것으로 나타났다.

이와 같은 물류비용(셔틀료 및 조작료)은 터미널내의 충분한 장치장 확보가 이루어져 On-Dock 시스템이 정착되었을 경우에는 발생하지 않는 비용이다. 따라서, 부산항의 컨테이너 터미널 및 장치장 확보는 On-Dock 시스템을 이루게 하는 가장 중요한 요소이며, 이와 같은 시설 확보는 〈표 10〉의 물류비용 및 〈표 11〉의 사회적 비용 발생을 크게 감소시킬 수 있다.

1999년 부산항 각 터미널과 ODCY간의 셔틀운송에 따른 총사회적 비용은 약 323억원으로 산정되었으며, 2001년에는 부산시내 임항지역 ODCY를 제외한 모든 ODCY가 폐쇄되고 양산 ICD를 이용하기 때문에 총 사회적비용이 약 108억원으로 크게 감소되는 것으로 나타났다. 2003년의 총 사회적비용은 약 247억으로 산정되었으며, 특히 감만부두가 확장됨에도 불구하고 부산항의 장치장 부족으로 총 사회적비용이 더 큰 폭으로 증가하는 결과를 나타냈다. 이와 같은 이유는 2002년 이후에 부산항 터미널 시설의 확장은 전혀 없는 반면, 터미널내 장치장의 부족으로 인하여 증가된 물동량 전체가 임항지역 및 양산 ICD를 이용하기 때문이다.

따라서 현재 거론되고 있는 부산 신항만의 일부선석 조기 개장[7]이 필요하며, 대외무역에 의존하고 있는 우리나라의 경제 상황과 그 동안 항만시설 공급이 수요에 크게 뒤져온 현실을 고려할 때 수요에 적합한 항만 개발계획 수립이 절실히 요구된다.

3) 수송체계 개선

연도별 분석 상황에 대하여 각 터미널과 ODCY 및

〈표 10〉 ODCY 및 양산 ICD 이용 물동량에 따른 물류비용 (단위:천TEU,천만원)

구 분		ODCY			양산 ICD			총계
		20′	40′	합계	20′	40′	합계	
1999	물동량	1,311	1,810	3,121	-	-	-	3,121
	물류비용	7,977	14,876	22,853	-	-	-	22,853
2001	물동량	524	724	1,248	223	308	531	1,779
	물류비용	3,189	5,951	9,140	1,647	3,117	4,764	13,904
2003	물동량	87	119	206	963	1,331	2,294	2,500
	물류비용	529	978	1,507	7,112	13,468	20,580	22,087

주 : 터미널 발생비용은 제외한 것으로 ODCY 및 양산 ICD 이용에 따른 셔틀료와 조작료만을 산정한 것임.

7) 최근 부산항 컨테이너 물동량의 급격한 증가로 인하여 해양수산부에서는 2004년까지 부산신항만의 일부선석(3개선석)을 조기 건설하여 개장하려는 계획이 검토되고 있다.

〈표 11〉 ODCY 및 양산 ICD 이용 물동량에 따른 사회적 비용 (단위:천원/년)

구 분	교통비용		환경오염 비 용	도로유지 비 용	교통사고 비 용	합계(천원)
	시간가치비용	유류비용				
1999년	16,276,022		514,136	167,477	15,383,536	32,341,170
	12,202,055	4,073,967				
2001년	6,470,388		311,188	101,368	3,925,234	10,808,178
	4,004,561	2,465,827				
2003년	10,220,082		704,093	229,354	13,591,610	24,745,139
	4,640,909	5,579,173				

양산 ICD간의 컨테이너 차량 O/D 통행량 산출을 통하여 부산시 주요 간선도로에 대한 컨테이너 차량의 교통량을 분석하면 〈표 12〉와 같다. 2001년 교통량은 부산항에서 처리되는 물동량이 우선적으로 부두내에서 처리되고 초과되는 물동량이 ODCY 및 양산 ICD를 이용하기 때문에, '99년의 실측자료보다 부두와 ODCY간 교통량이 감소되는 결과를 나타내고 있다. 이는 부산항의 On-Dock 서비스가 활성화되었을 경우에 나타나는 현상을 반영한 것이다. 2003년에는 제3도시고속도로의 개통으로 물동량 증가에 비해 제1도시고속도로를 이용하는 차량이 감소하나, 제3도시고속도로를 이용하기 위해서는 부두로를 이용해야 하기 때문에 부두로의 교통량이 증가하는 것으로 나타났다.

따라서 부산항 북항 주변의 주 간선도로인 부두로, 우암로, 용당로에서 컨테이너 차량으로 인한 교통혼잡을 완화시키기 위해서는 현재 계획 건설중인 부두순환도로의 조기 건설이 요구된다.

부두순환도로 확보를 통한 북항지역 간선도로의 통행량 감소효과는 부두순환도로를 통하여 각 터미널과 직접 연결될 수 있는 임항지역 7개 ODCY(고려우암, 대한통운우암, 세방우암, 국제통운, 신영감만, 천일용당, 동방용당)를 대상으로 분석할 수 있다(〈표 13〉). 2001년 수입 물동량에 대하여 부두순환도로 확보를 통한 북항지역 간선도로의 통행량 감소효과를 살펴보면, 우암로, 용당로, 부두로에서 컨테이너 화물차량 통행량이 각각 59.6%, 44.1%, 36.8%정도 감소되는 것으로 나타났다. 그리고 컨테이너 화물차량이 부두순환도로를 이용할 경우, 전체 통행량 감소 효과는 약 46.3%로 나타났다.

부두순환도로와 항만배후도로의 연결은 현재 2단계로 계획되어 있는 부두순환도로 구간을 조기 완공함으로써 가능하다(〈그림 3〉). 현재 세방우암 ODCY 앞에 위치한 동서고가도로의 진입부가 2단계 부두순환도로 구간 구축을 통하여 4단계 컨테이너터미널 앞까지 연장되게 된다. 이로 인한 효과를 계량적으로 분석하는데 한계가 있으나, 신선대부두와 4단계 컨테이너터미널

〈표 12〉 각 도로별 교통량 (단위:대/년)

구 분	부두로	우암로	용당로	도시고속	동서고가	제3도시고속	광안대로	합계
1999년	394,500	293,728	472,659	311,216	32,734	-	-	1,504,837
2001년	219,641	205,586	306,555	122,366	23,479	-	-	877,627
2003년	405,808	150,969	308,280	94,054	34,089	291,584	195,895	1,480,679

주 : 1. 1999년의 교통량은 부산광역시 "'99년 차량교통량 조사결과"의 실측 자료임.
2. 2001년과 2003년의 간선도로 교통량은 ODCY 및 양산 ICD 이용에 따라 발생되는 통행량에 '99년 도로이용 비율을 적용하여 산정하였으며, 항만배후도로의 경우 양산 ICD와 터미널간 노선 거리 및 터미널가 접근용이성을 고려하여 이용 비율을 가정하여 산정하였음(Ⅲ장 2절 참조).

자료 : '99년 차량교통량 조사결과, 부산광역시, 2000. 1.

〈표 13〉 부두순환도로를 통한 간선도로 교통량 감소효과(2001년 수입) (단위:대/년)

구 분	부두로	우암로	용당로	합 계
2001년 전체 교통량	219,641	205,586	306,555	731,782
부두순환도로 교통량	80,768	122,472	135,375	338,615
감 소 율	36.8%	59.6%	44.1%	46.3%

에서 동서고가도로로 진입하기 위하여 우암로와 용당로를 통과하는 통행량을 100% 감소시킬 수 있을 것이다.

그리고 현재 건설중인 제3도시고속도로의 진입로와 부두순환도로를 연결할 수 있는 한 대안은 자성대부두 진입부에서 자성대 사거리를 통과하는 지하도로 건설을 들 수 있다. 이것은 제3도시고속도로의 진입부가 부두순환도로의 시작점인 4단계 컨테이너터미널 앞까지 연장되는 결과를 가져오며, 〈표 12〉의 양산 ICD 및 경인지역으로 향하는 컨테이너 차량이 간선도로에 영향을 미치지 않고 제3도시고속도로를 이용할 수 있도록 함으로써 교통혼잡을 완화시키는 효과가 있다.

Ⅳ. 결론

부산시내에 산재한 ODCY로 인한 여러 가지 문제점을 해결하기 위해서 양산 ICD의 개장과 함께 '99년 ODCY의 단계적 이전 및 폐쇄 방침이 결정되었으나, 최근 급격히 증가하는 부산항의 물동량으로 고려할 때 장치장 부족 문제가 대두되고 있는 실정이다. 본 연구에서는 이와 같은 현실 상황을 반영하여 부산항의 장치장 부족 문제를 해결하고 부산항의 컨테이너 유통체제를 개선시킬 수 있는 방안을 컨테이너 수송체계를 중심으로 제시하였다.

특히, ODCY의 단계적 이전에 따른 컨테이너 화물 유통체제의 문제점을 분석하는데 있어서 기본이 되는 각 터미널과 ODCY간의 경유 물동량 비율을 조사하여 보다 현실적인 현황 분석 및 개선 방안 제시가 가능하게 하였다. 개선 방안에 있어서는 첫째, 부산항의 근본적인 문제점이라고 할 수 있는 장치장 부족에 초점을 두고 연도별 과부족 TGS를 산정하였고, 대처 방안을 제시하였다. 산정결과 2003년에 임항지역 ODCY가 폐쇄될 경우 부산항의 장치장은 절대적으로 부족한 것으로 나타남에 따라 임항지역 ODCY의 기간 연장을 제의하였다. 또한, 물류비용 및 사회적 비용을 산정한 결과에서도 임항지역 ODCY의 폐쇄는 물류비용 및 사회적 비용을 크게 증가시키는 결과를 가졌오는 것으로 나타났다.

둘째, 컨테이너 수송체계에 초점을 두고 두부순환도로와 항만배후도로를 중심으로 문제점을 도출하고 개선 방안을 제시하였다. 주 문제점은 우암로, 부두로, 용당로 등 항만 인접 간선도로의 교통 혼잡이며, 개선 대안으로서 부두순환도로와 항만배후도로의 연결을 제시하였다. 특히, 2단계로 계획된 부두순환도로의 조기건설과 제3도시고속도로의 진입부를 현재 건설중인 부두순환도로와 연결하는 방안을 중심으로 하여 그 효과를 제시하였다.

참고문헌

1. 교통개발연구원(1997), "제1차 전국 물류현황 조사", p.49.
2. 권오주(2000), "컨테이너 배후수송체계 평가에 관한 연구", 한국해양대학교대학원.
3. 부산광역시(2000) "99차량 교통량 조사 결과".
4. 서울시정개발연구원(1997), "도시화물차량 관리 방안 연구".
5. 양원·이철영(1999), "On-Dock 서비스 시스템이 부산항 경쟁력에 미치는 영향" 한국항만학회지, 제13권 1호, pp.1~12.
6. 여기태·이철영(1997), "컨테이너 터미널 물류체계의 최적화를 위한 전략적 고찰", 한국항만학회지, 제11권 2호, pp.145~156.
7. 여기태·구자윤(1997), "부산항의 On Dock 운영화에 따른 소요 CY 면적 산정에 대하여", 한국항만학회지, 제11권 2호, pp.157~172.
8. 이덕기(1999), "예측방법의 이해", 고려정보산업.
9. 정승호(1999), "자가 컨테이너터미널의 운영개선 방안-부산항을 중심으로", 한국해양대학교 석사학위논문.
10. 한국산업경제연구원(1996), "양산 ICD 운영 활성화 방안".
11. 한국컨테이너부두공단(2000), "99년도 컨테이너 화물유통추이 및 분석".
12. 허윤수·하원익·정승호(2000), "부산항 컨테이너 전용 터미널 운영 개선을 위한 연구", 한국항만학회지, 제 14권 1호, pp.13~26.
13. 허윤수·허문구(2000), "부산항 컨테이너 부두 온도크(On-Dock) 시스템의 기대효과 분석에 관한 연구", 한국해운학회지, pp.163~190.

♧ 주 작 성 자 : 허윤수
♧ 논문투고일 : 2001. 1. 5
논문심사일 : 2001. 2. 15 (1차)
2001. 3. 26 (2차)
2001. 4. 2 (3차)
심사판정일 : 2001. 4. 2