

경영학석사 학위논문

부산항 ODCY 및 양산 ICD 운영 효율성
분석에 관한 연구

A Study on the Operating Efficiency Analysis
of Off-Dock CY in Busan and Yangsan ICD

지도교수 류 동 근

2007년 8월

한국해양대학교 대학원

해운경영학과

손보라

목 차

| | |
|--------------------------------------|----|
| 제1장 서론 | 1 |
| 1. 연구의 배경 | 1 |
| 2. 연구의 목적 및 구성 | 2 |
| 제2장 부산항 컨테이너 물동량 및 컨테이너 장치장 현황 | 4 |
| 1. 세계 컨테이너 물동량 현황 | 4 |
| 2. 우리나라 컨테이너 물동량 변화 추이 분석 | 8 |
| 3. 부산항 컨테이너 터미널 시설 현황 | 13 |
| 1) 부산항 컨테이너 터미널 시설 현황 | 14 |
| 2) 부산지역 ODCY 현황 | 18 |
| 3) 양산 ICD 현황 | 22 |
| 제3장 이론적 고찰 | 27 |
| 1. 효율성의 정의 | 27 |
| 2. DEA 모형 | 28 |
| 1) DEA 모형의 개념 | 28 |
| 2) DEA 모형의 전개 | 29 |
| 3) 선행 연구 검토 | 32 |
| 제4장 DEA모형의 적용 결과 | 36 |
| 1. 평가대상의 선정 및 DEA 소프트웨어 | 36 |
| 2. 투입변수와 산출변수의 선정 | 36 |
| 3. DEA-CCR 모형에 의한 효율성 분석 | 43 |
| 1) 2003년도 효율성 분석 결과 | 43 |
| 2) 2004년도 효율성 분석 결과 | 44 |
| 3) 2005년도 효율성 분석 결과 | 45 |

| | |
|------------------------------------|----|
| 4) 2005년 CCR 분석 효율성 순위와 참조집합 | 46 |
| 5) 효율성 개선을 위한 투사 | 47 |
| 6) EMS 분석을 통한 효율성 순위 | 53 |
| 7) Solver와 EMS 효율성 값 비교 | 54 |
| 4. DEA-BCC 모형에 의한 효율성 분석 | 55 |
| 1) 2003년 효율성 분석 결과 | 55 |
| 2) 2004년 효율성 분석 결과 | 56 |
| 3) 2005년 효율성 분석 결과 | 57 |
| 4) 2005년 BCC 분석 효율성 순위와 참조집합 | 58 |
| 5) 효율성 개선을 위한 투사 | 60 |
| 6) EMS 분석을 통한 효율성 순위 | 65 |
| 7) Solver와 EMS 효율성 값 비교 | 66 |
| 5. CCR과 BCC효율성 비교 및 규모의 효율성 | 67 |
| | |
| 제5장 결론 | 71 |
| 1. 결론 | 71 |
| 2. 연구의 한계 및 향후 연구방향 | 72 |
| | |
| 참고문헌 | 74 |
| | |
| 부록 | 77 |

표 목 차

| | |
|--|----|
| <표 2-1> 지역별 컨테이너물동량 추이(1990~2005) | 5 |
| <표 2-2> 동북아 지역별 컨테이너물동량 처리 비중 | 7 |
| <표 2-3> 컨테이너 물동량 변화 추이 | 9 |
| <표 2-4> 컨테이너 물동량 증가율 추이 | 11 |
| <표 2-5> 컨테이너 물동량 비중 추이 | 12 |
| <표 2-6> 국내 항만 컨테이너 화물 처리실적 추이 및 집중도 현황 | 13 |
| <표 2-7> 부산항 컨테이너 터미널 시설 현황 | 15 |
| <표 2-8> 부산항 컨테이너 화물 적·공별 처리실적 | 16 |
| <표 2-9> 2005년 ODCY 지역적 분포 및 규모 | 19 |
| <표 2-10> ODCY 종사자 현황 | 20 |
| <표 2-11> 업체별 수출입 처리실적 | 21 |
| <표 2-12> 양산 ICD 시설 현황 | 23 |
| <표 2-13> 양산 ICD 주주사 현황 | 24 |
| <표 2-14> 종사자 현황 | 25 |
| <표 2-15> 2005년도 CY별 컨테이너 처리실적 | 26 |
| <표 3-1> DEA 분석의 선행연구 | 34 |
| <표 4-1> 투입, 산출 변수 | 37 |
| <표 4-2> 2003년 효율성 분석 자료 | 38 |
| <표 4-3> 2004년 효율성 분석 자료 | 39 |
| <표 4-4> 2005년 효율성 분석 자료 | 40 |
| <표 4-5> 분석자료 기술통계량 | 41 |
| <표 4-6> 2005년 자료 기준투입 및 산출요소의 상관관계 분석 결과 | 42 |
| <표 4-7> 2005년도 순위와 참조집합(CCR모형) | 46 |
| <표 4-8> 2005년 CCR 모형의 참조집합 빈도 | 47 |
| <표 4-9> 2005 CCR 모형의 효율성 개선을 위한 투사 | 48 |
| <표 4-10> 2005년 CCR 모형의 EMS 효율성 순위 | 53 |
| <표 4-11> 2005년 CCR 모형 효율성 값 비교 | 54 |
| <표 4-12> 2005년도 순위와 참조집합(BCC모형) | 58 |
| <표 4-13> 2005년 BCC 모형의 참조집합 빈도 | 59 |
| <표 4-14> 2005년 BCC 모형의 효율성 개선을 위한 투사 | 60 |
| <표 4-15> 2005년 BCC 모형의 EMS 효율성 순위 | 65 |
| <표 4-16> 2005년 BCC 모형 효율성 값 비교 | 66 |
| <표 4-17> CCR모형과 BCC모형간의 효율성 값 비교(2003~2005년) | 69 |
| <표 4-18> EMS CCR모형과 BCC모형간의 효율성 값 비교(2003~2005년) | 70 |

그림 목 차

| | |
|--------------------------------------|----|
| <그림 2-1> 세계 컨테이너 물동량 연도별 추이 | 6 |
| <그림 2-2> 세계 컨테이너 물동량 지역별 비중 | 8 |
| <그림 2-3> 컨테이너 물동량 변화 추이 | 10 |
| <그림 2-4> 수출입 컨테이너 물동량 증가율 추이 | 11 |
| <그림 2-5> 컨테이너 물동량 비중 추이 | 12 |
| <그림 4-1> 2003년도 효율성 분석 결과(CCR) | 43 |
| <그림 4-2> 2004년도 효율성 분석 결과(CCR) | 44 |
| <그림 4-3> 2005년도 효율성 분석 결과(CCR) | 45 |
| <그림 4-4> 2003년도 효율성 분석 결과(BCC) | 55 |
| <그림 4-5> 2004년도 효율성 분석 결과(BCC) | 56 |
| <그림 4-6> 2005년도 효율성 분석 결과(BCC) | 57 |
| <그림 4-7> 2005 규모효율성 | 68 |

A Study on the Operating Efficiency Analysis of Off-Dock CY in Busan and Yangsan ICD

Bo Ra Sohn

*Department of Shipping Management
Graduate School of Korea Maritime University*

Abstract

The purpose of this study is to analyse the relative efficiencies of the ODCY(Off-Dock Container Yard) in Busan and Yangsan ICD(Inland Container Deport) using Data Envelopment Analysis(DEA). Applying mathematical programming techniques, DEA enables relative efficiency ratings to be derived within a set of analysed units. Thus it does not require the development of 'Standard' against which efficiency is measured. The efficiency of units is compared with an 'efficiency envelope' that contains the most efficient units in the group. The DEA efficient ratings can be a useful tool for company managers and for researchers, providing a deeper insight into operating performance.

This paper investigates the efficiency employing DEA-CCR Model and DEA-BCC Model on data for 20 CYs covering 2003~2005 in Busan and Yangsan. The result using DEA-CCR model showed that Hyundai(ODCY) has been performed efficiently for the period of 2003-2005. Using DEA-BCC model, it was identified that Kukje Transportation(ODCY), Dongbu Express(ODCY), Hyundai(ODCY), Hyundai Merchant Marine(ICD), KCTC(ICD), and Dongnam-A(ICD) have been operated efficiently compared with other ODCY and ICD companies over a 3-year period.

제1장 서론

1. 연구의 배경

최근 경제지역의 블록화, 경제규모의 지속적인 확대, 자유무역의 활성화 증대 등으로 국가 간 교역량이 증가하고 있다. 이에 따라 국제무역의 주요 수단인 해운시장의 성장이 두드러지고 있으며, 해상운송화물의 증진을 이루고 있는 컨테이너 물동량도 꾸준히 증가하고 있다.

우리나라 부산항은 세계 컨테이너항만 중 물동량 처리순위가 5위인 대형 항만으로서, 동북아시아 성장과 더불어 지속적인 성장을 보여주고 있는 항만이다. 또한 동북아시아에 위치한 경쟁항만들과 컨테이너 물동량을 유치하기 위한 치열한 경쟁 상황에 처해 있다.

또한 부산항에 속해 있는 모든 컨테이너터미널들은 민영화가 실현되었으며, 세계의 글로벌 터미널 운영사 및 자국의 민영회사가 터미널을 운영하고 있는 실정이다. 전 세계의 모든 국가의 컨테이너항만은 기존의 비영리적, 공영적 운영이라는 패러다임 대신 영리적, 효율적 운영이라는 새로운 패러다임으로 변화하고 있다. 이에 따라 항만의 효율성 측정에 대한 중요성이 증대되었으며, 자국의 항만들에 대한 내부적 효율성 평가는 물론, 세계 항만들 간의 상대적 효율성을 분석함으로써, 항만의 현재 효율성 수준을 파악하고 개선방안을 제시하는 연구가 활발히 이루어지고 있다.

우리나라의 대표적인 컨테이너 항만인 부산항의 경우 다른 항만과는 달리 부두밖 컨테이너 장치장인 ODCY(Off-Dock Container Yard : ODCY)를 가지고 있다는 특징이 있다. ODCY는 부산항이 성장해 감에 따라 부산항의 부족한 CY를 보완하는 기능을 하기 위해 조성되었으나, 이러한 ODCY의 활용으로 인해 부산시내에 생겨난 교통체증 유발 및 환경오염과 같은 문제들을 보완하기 위해 양산 내륙 컨테이너기지(Inland Container Depot : ICD)를 조성하였다. 원래의 ICD 조성 계획은 부산시내 ODCY를 통합·수용하고자 하였으나 원래 계획과는 달리, 비록 그 일부가 폐쇄되긴 하였지만 ODCY는 계속 존치되어 그 기능을 수행해 오고 있다.

이러한 ODCY 및 양산 ICD 운영에 대해 폐쇄 및 기능의 재정립 등 부정적인 의견도 많지만 이들은 여전히 부산항 컨테이너터미널 운영에 큰

영향을 미치고 있다.

기존의 항만 효율성 평가에 관한 선행 연구¹⁾를 살펴보면 항만 및 터미널 효율성 분석 연구는 계속적으로 이루어져 왔으나 컨테이너터미널의 일부 기능을 담당하고 있는 ODCY 및 양산 ICD의 운영 효율성에 대한 연구는 상대적으로 이루어지지 않고 있다. 따라서 컨테이너터미널의 일부 기능으로서 ODCY 및 양산 ICD 업체들의 운영 효율성을 알아보는 연구가 진행될 필요성이 있다.

2. 연구의 목적 및 구성

본 논문에서는 분석 대상들을 효율적인 대상과 비효율적인 대상으로 구분하고 비효율적인 대상들이 효율적인 대상에 비해 상대적으로 얼마나 비효율적인지에 대한 구체적인 정보와 효율적이 되기 위한 방안에 대해 알아보려고 한다. 이러한 정보를 도출하기 위하여 자료포괄분석(DEA : Data Envelopment Analysis, 이하 DEA) 방법론을 통해 부산항 ODCY 및 양산 ICD를 대상으로 항외 내륙컨테이너 장치장의 효율성을 분석하고자 한다.

또한 최근 2003년부터 2005년까지 3년간 연도별 효율성 분석을 통하여 효율성 변화에 대해 분석을 하고자 한다. 이러한 분석을 실시하고자 하는 본 논문의 목적은 다음과 같다.

첫째, 기존의 비용함수나 비율분석과는 다른 평가기법인 DEA 방법을 통해 부산 및 양산의 20개 부두밖 컨테이너 장치장을 대상으로 최근 3개년(2003년~2005년)에 대한 효율성 분석을 실시한다. 이를 위한 DEA 방법론은 크게 두 가지로 구분되는데, 규모의 수익불변을 가정한 CCR²⁾ 모형과 규모의 수익이 변하는 것을 허용하는 BCC³⁾ 모형이다. 두 가지 모형을 통해 효율성을 분석하고 각 효율성 분석 결과 및 결과의 차이를 살펴보고자 한다.

둘째, 2003년~2005년까지의 효율성 증감을 분석하여 부산항 부두밖 장치장들의 효율성 변화를 살펴보고자 한다. 이를 통해 부두밖 컨테이너 장치장들의 효율성이 증대되고 있는 업체들과 그렇지 않은 업체들을 구분

1) 강상근(2001), 송재영(2004), 류동근(2005), 박병근(2006), Barros,C.P.(2003), Barros,C.P.(2006) 외.

2) Charnes, Cooper and Rodes(1978)가 제시한 DEA 모형.

3) Banker, R. D., A. Charnes and W. W. Cooper(1984)가 제시한 DEA 모형.

하여 살펴 볼 수 있을 것이다.

마지막으로 실증분석을 통한 결과를 종합하여 효율성 평가결과와 효율성 개선이 필요한 업체와 효율성이 높은 벤치마킹 대상 업체를 제시하는 등의 시사점을 제시하고자 한다.

각 분석 자료는 연도별로 구성되어 있으며, 각 연도별 효율성 분석을 실시하고, 시간의 흐름에 따른 효율성 변화를 살펴보고자 한다.

본 논문은 총 5개의 장으로 구성되어 있다.

제1장에서는 연구의 배경과 목적에 대해서 간략히 서술하였다. 다음 제2장에서는 부산항 컨테이너 터미널 및 부산항 ODCY, 양산 ICD의 현황 및 환경에 대해 알아보았다. 제3장에서는 DEA 방법론 및 선행연구를 고찰하였고, 제4장에서는 결과값을 통한 효율성 분석 및 변화를 살펴보았다. 마지막으로 제5장에서는 분석을 통해 얻어진 결론을 바탕으로 시사점을 제시하였으며, 본 연구의 한계점과 향후 연구 방향에 대해 언급하였다.

제2장 부산항 컨테이너 물동량 및 컨테이너 장치장 현황

1. 세계 컨테이너 물동량 현황⁴⁾

1990년 이후 2005년까지의 세계 컨테이너물동량은 연간 10.4%씩 증가하였으며 2005년에는 3억 8천 2백만TEU에 달하였다. 특히 북중국, 극동러시아, 한국, 일본을 포함한 동북아지역은 연간 10.3%씩 증가하여 2005년 4천 900만TEU를 달성하였다. <표 2-1>과 <그림 2-1>을 보면 중국지역 항만, 동북아, 동남아지역의 컨테이너물동량이 세계물동량 증가세를 주도하고 있다는 것을 알 수 있다.

2005년 물동량을 기준으로 할 경우 동북아지역은 일본 1,750만TEU, 한국 1,520만TEU, 북중국 1,620만TEU로 비중이 비슷한 것으로 나타났다. 중국의 경우 북중국이남 중국(홍콩 제외) 지역이 4,950만TEU, 홍콩 2,260만TEU, 대만 1,280만TEU으로 컨테이너물동량이 크게 증가하고 있다는 것을 알 수 있다. 동남아지역은 싱가포르가 2,320만TEU, 말레이시아가 1,210만TEU를 처리한 것으로 나타났다.

4) 한국해양수산개발원의 2006년 자료를 기초로 작성.

<표 2-1> 지역별 컨테이너물동량 추이(1990~2005)

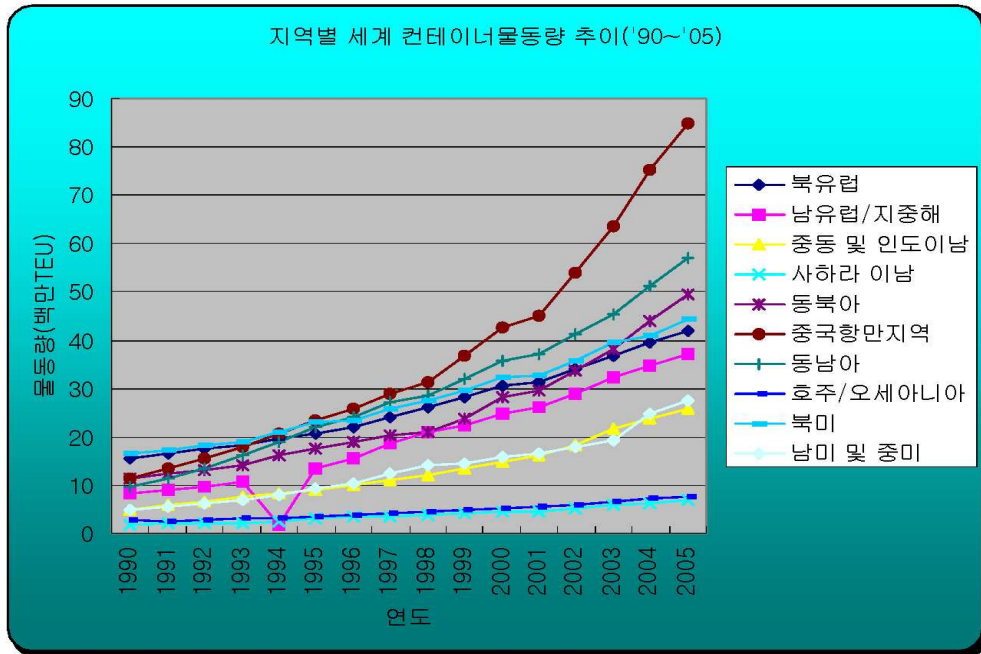
(단위 : 백만TEU, %)

| 지역 | '90 | '91 | '92 | '93 | '94 | '95 | '96 | '97 | '98 | '99 | '00 | '01 | '02 | '03 | '04 | '05 | 증가율 (‘90~’05) |
|---------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|
| 북유럽 | 15.6 | 16.4 | 17.6 | 18.3 | 19.7 | 20.7 | 22.1 | 24.2 | 26.1 | 28.1 | 30.5 | 31.2 | 33.9 | 36.9 | 39.5 | 42.1 | 6.8 |
| 남유럽/지중해 | 8.1 | 8.9 | 9.6 | 10.5 | 1.7 | 13.5 | 15.5 | 18.4 | 21 | 22.2 | 24.9 | 26.1 | 29 | 32.3 | 34.7 | 37.1 | 10.7 |
| 중동/인도이남 | 4.8 | 5.7 | 6.4 | 7.5 | 8.1 | 9 | 9.9 | 11.1 | 11.9 | 13.4 | 14.7 | 16.2 | 18.2 | 21.5 | 23.6 | 25.8 | 11.8 |
| 사하라 이남 | 1.8 | 1.9 | 2 | 2.2 | 2.4 | 3 | 3.3 | 3.5 | 3.8 | 4.1 | 4.3 | 4.6 | 5.1 | 5.9 | 6.3 | 6.8 | 9.2 |
| 동북아 | 11.4 | 12.4 | 13 | 14.2 | 16.1 | 17.6 | 18.9 | 20.1 | 20.9 | 23.7 | 28 | 29.5 | 33.7 | 38.3 | 44.1 | 49.4 | 10.3 |
| 중국항만지역 | 11.3 | 13.3 | 15.5 | 17.7 | 20.7 | 23.2 | 25.6 | 28.7 | 31.1 | 36.7 | 42.6 | 44.9 | 54 | 63.6 | 75.1 | 84.9 | 14.4 |
| 동남아 | 9.6 | 11.5 | 13.5 | 16 | 19 | 21.9 | 24.1 | 27 | 28.6 | 31.9 | 35.6 | 37 | 41.1 | 45.4 | 51.3 | 57.1 | 12.6 |
| 오세아니아 | 2.6 | 2.5 | 2.7 | 3 | 3.2 | 3.5 | 3.7 | 4 | 4.3 | 4.7 | 5.2 | 5.4 | 5.7 | 6.5 | 7.2 | 7.5 | 7.3 |
| 북미 | 16.6 | 17.3 | 18.2 | 18.9 | 21 | 22.9 | 23.5 | 25.6 | 27.4 | 29.6 | 32.3 | 32.7 | 35.8 | 39.4 | 40.8 | 44.4 | 6.8 |
| 남미/중미 | 4.8 | 5.4 | 6.1 | 6.9 | 7.9 | 9.4 | 10.4 | 12.4 | 14.1 | 14.5 | 15.7 | 16.6 | 17.7 | 19.3 | 24.6 | 27.6 | 12.4 |
| 계 | 86.6 | 95.3 | 104.6 | 115.2 | 119.8 | 144.7 | 157 | 175 | 189.2 | 208.9 | 233.8 | 244.2 | 274.2 | 309.1 | 347.1 | 382.4 | 10.4 |

자료 : 한국해양수산개발원.

주 : 동북아는 북중국 및 한국, 일본, 극동러시아 물동량을 중국 항만지역은 북중국을 제외한 중국 항만, 홍콩, 대만을 포함.

<그림 2-1> 세계 컨테이너 물동량 연도별 추이



동북아시아(중국 항만지역 포함)이 세계 컨테이너물동량에서 차지하는 비중은 1990년 26.2%에서 2005년 35.1%로 꾸준히 증가하였으며 이러한 증가의 원인은 중국 컨테이너물동량의 폭발적 증가와 홍콩, 한국 등의 꾸준한 물동량 증가의 이유를 들 수 있다. 앞으로도 중국지역의 지속적인 경제성장이 전망되면서 매년 두 자릿수의 증가를 예상할 수 있다.

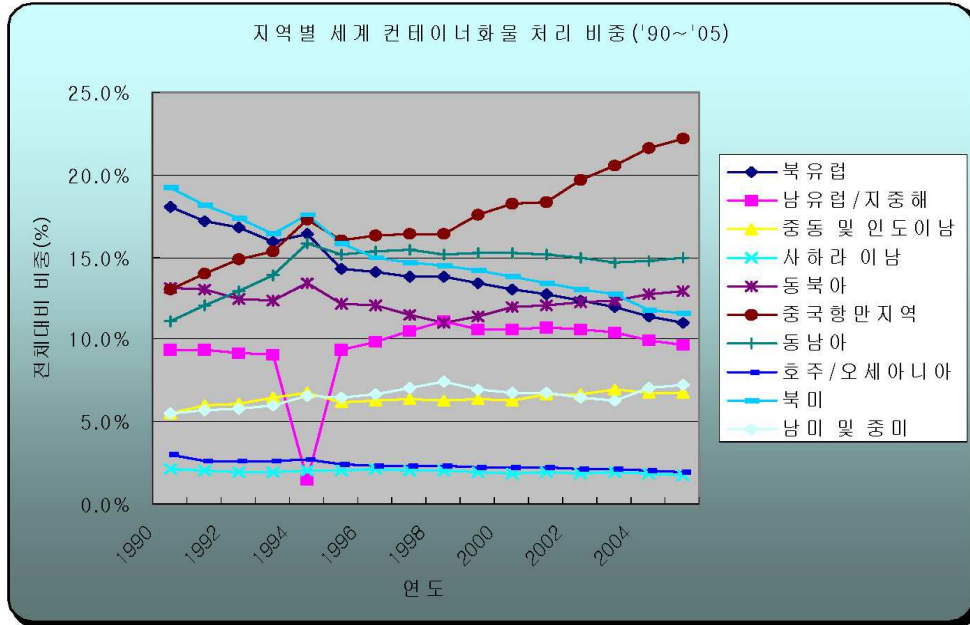
<표 2-2> 동북아 지역별 컨테이너물동량 처리 비중

(단위 : %)

| 지역 | '90 | '91 | '92 | '93 | '94 | '95 | '96 | '97 | '98 | '99 | '00 | '01 | '02 | '03 | '04 | '05 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 북유럽 | 18.0 | 17.2 | 16.8 | 15.9 | 16.4 | 14.3 | 14.1 | 13.8 | 13.8 | 13.5 | 13.0 | 12.8 | 12.4 | 11.9 | 11.4 | 11.0 |
| 남유럽/지중해 | 9.4 | 9.3 | 9.2 | 9.1 | 1.4 | 9.3 | 9.9 | 10.5 | 11.1 | 40.6 | 10.7 | 10.7 | 10.6 | 10.4 | 10.0 | 9.7 |
| 중동/인도이남 | 5.5 | 6.0 | 6.1 | 6.5 | 6.8 | 6.2 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.4 | 6.3 | 6.6 | 6.6 | 7.0 | 6.8 | 6.7 |
| 사하라 이남 | 2.1 | 2.0 | 1.9 | 1.9 | 2.0 | 2.1 | 2.1 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 1.8 | 1.9 | 1.9 | 1.9 | 1.8 | 1.8 |
| 동북아 | 13.2 | 13.0 | 12.4 | 12.3 | 13.4 | 12.2 | 12.0 | 11.5 | 11.0 | 11.3 | 12.0 | 12.1 | 12.3 | 12.4 | 12.7 | 12.9 |
| 중국항만지역 | 13.0 | 14.0 | 14.8 | 15.4 | 17.3 | 16.0 | 16.3 | 16.4 | 16.4 | 17.6 | 18.2 | 18.4 | 19.7 | 20.6 | 21.6 | 22.2 |
| 동남아 | 11.1 | 12.1 | 12.9 | 13.9 | 15.9 | 15.1 | 15.4 | 15.4 | 15.1 | 15.3 | 15.2 | 15.2 | 15.0 | 14.7 | 14.8 | 14.9 |
| 오세아니아 | 3.0 | 2.6 | 2.6 | 2.6 | 2.7 | 2.4 | 2.4 | 2.3 | 2.3 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.1 | 2.1 | 2.1 | 2.0 |
| 북미 | 19.2 | 18.2 | 17.4 | 16.4 | 17.5 | 15.8 | 15.0 | 14.6 | 14.5 | 14.2 | 13.8 | 13.4 | 13.1 | 12.7 | 11.8 | 11.6 |
| 남미/중미 | 5.5 | 5.7 | 5.8 | 6.0 | 6.6 | 6.5 | 6.6 | 7.1 | 7.5 | 6.9 | 6.7 | 6.8 | 6.5 | 6.2 | 7.1 | 7.2 |

자료 : 한국해양수산개발원.

<그림 2-2> 세계 컨테이너 물동량 지역별 비중



2. 우리나라 컨테이너 물동량 변화 추이 분석⁵⁾

우리나라 항만에서 본격적으로 컨테이너 물동량이 처리되기 시작한 것은 1980년 이후부터라 할 수 있는데, 이후 2005년까지 25년 동안 물동량의 규모는 처음에 비해 약 22배 수준으로 늘어나 연평균 약 13%의 증가율을 기록하였다.

1980년대와 1990년대, 그리고 2000년대 이후로 물동량의 증가추세를 시기별로 나누어 살펴보면 전체 물동량은 각각 13.6%와 14.9%, 그리고 11.0%의 연평균 증가율을 기록하고 있다. 아래의 <표 2-3>은 컨테이너 물동량 변화 추이를 보여주고 있다. 1990년대에 가장 높은 증가율을 보여주었고 2000년대에 다소 낮아지긴 했지만 물동량은 여전히 증가하고 있는 것을 알 수 있다. 이러한 현상은 수출입 물동량의 경우도 유사하게 나타나고 있다. 그러나 환적물동량은 '80년대 27.6%, '90년대에 37.8%,

5) 한국해양수산개발원의 2006년 자료를 기초로 작성.

2000년대에는 15.5%로 감소하였다.

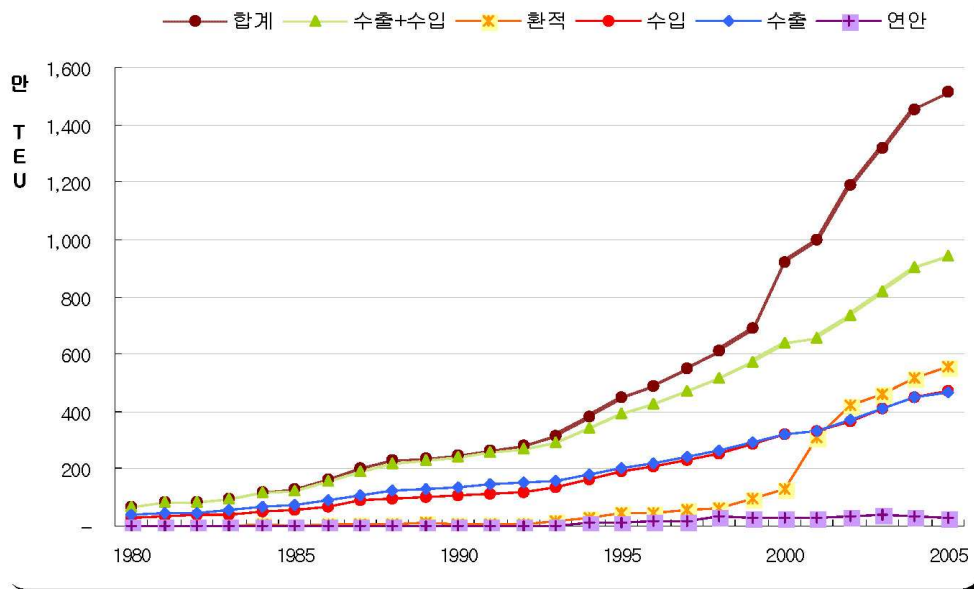
<표 2-3> 컨테이너 물동량 변화 추이

(단위 : 천TEU, %)

| 연도 | 수출입 | | | 환적 | 연안 | 합계 |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | 수입 | 수출 | 계 | | | |
| 1980 | 289 | 403 | 692 | 0 | 0 | 692 |
| 1985 | 544 | 715 | 1,259 | 17 | 0 | 1,277 |
| 1990 | 1,046 | 1,348 | 2,393 | 75 | 0 | 2,469 |
| 1995 | 1,916 | 2,026 | 3,942 | 430 | 117 | 4,488 |
| 2000 | 3,196 | 3,225 | 6,421 | 1,264 | 274 | 9,191 |
| 2001 | 3,306 | 3,285 | 6,591 | 3,111 | 289 | 9,990 |
| 2002 | 3,645 | 3,710 | 7,356 | 4,205 | 330 | 11,890 |
| 2003 | 4,110 | 4,072 | 8,182 | 4,599 | 405 | 13,185 |
| 2004 | 4,518 | 4,506 | 9,025 | 5,159 | 340 | 14,524 |
| 2005 | 4,728 | 4,684 | 9,412 | 5,533 | 273 | 15,158 |
| 연평균증가율 (‘80~’90) | 13.7% | 12.8% | 13.2% | 27.6% | - | 13.6% |
| 연평균증가율 (‘91~’00) | 12.2% | 9.4% | 10.7% | 37.8% | 12.0% | 14.9% |
| 연평균증가율 (‘01~’05) | 9.4% | 9.3% | 9.3 | 15.5% | -1.4% | 11.0% |

자료 : 한국해양수산개발원.

<그림 2-3> 컨테이너 물동량 변화 추이



이러한 컨테이너물동량 증가세의 둔화는 환적과 수출입 모두에서 나타나고 있다. 2000년 이후의 물동량 증가를 연도별로 살펴보면 환적의 경우 2001년 전년대비 146%가 증가하였고, 2002년 역시 35%의 증가를 보였다. 그러나 이후 3년간 9.3%, 12.1%, 7.2%의 연평균 증가율을 기록함으로써 환적물동량의 증가는 큰 폭으로 떨어졌다.

수출입 물동량은 2001년 경우를 제외한 이후 3년간 11.6%, 11.2%, 10.2%의 두 자릿수 이상의 높은 증가율을 보였고, 2005년에 4.2%로 크게 낮아졌다.

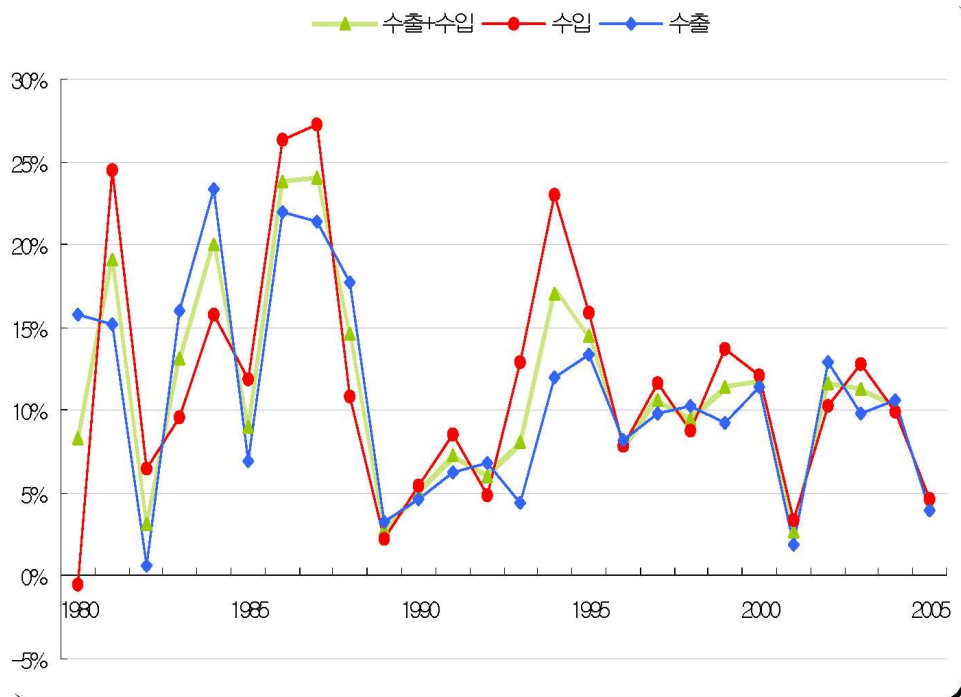
<표 2-4> 컨테이너 물동량 증가율 추이

(단위 : %)

| 연도 | 수출입 | | | 환적 | 연안 | 합계 |
|------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|
| | 수입 | 수출 | 계 | | | |
| 1980 | -0.57 | 15.72 | 8.31 | - | - | 0.00 |
| 1985 | 11.91 | 6.95 | 9.04 | -41.99 | - | 7.74 |
| 1990 | 5.41 | 4.62 | 4.97 | -23.49 | - | 3.79 |
| 1995 | 15.90 | 13.32 | 14.56 | 44.66 | 18.52 | 16.99 |
| 2000 | 12.06 | 11.40 | 11.73 | 35.71 | -7.04 | 33.14 |
| 2001 | 3.43 | 1.87 | 2.65 | 146.06 | 5.39 | 8.69 |
| 2002 | 10.28 | 12.93 | 11.61 | 35.17 | 14.23 | 19.02 |
| 2003 | 12.75 | 9.75 | 11.24 | 9.37 | 22.94 | 10.89 |
| 2004 | 9.93 | 10.66 | 10.29 | 12.17 | -15.99 | 10.15 |
| 2005 | 4.63 | 3.95 | 4.29 | 7.25 | -19.88 | 4.37 |

자료 : 한국해양수산개발원.

<그림 2-4> 수출입 컨테이너 물동량 증가율 추이



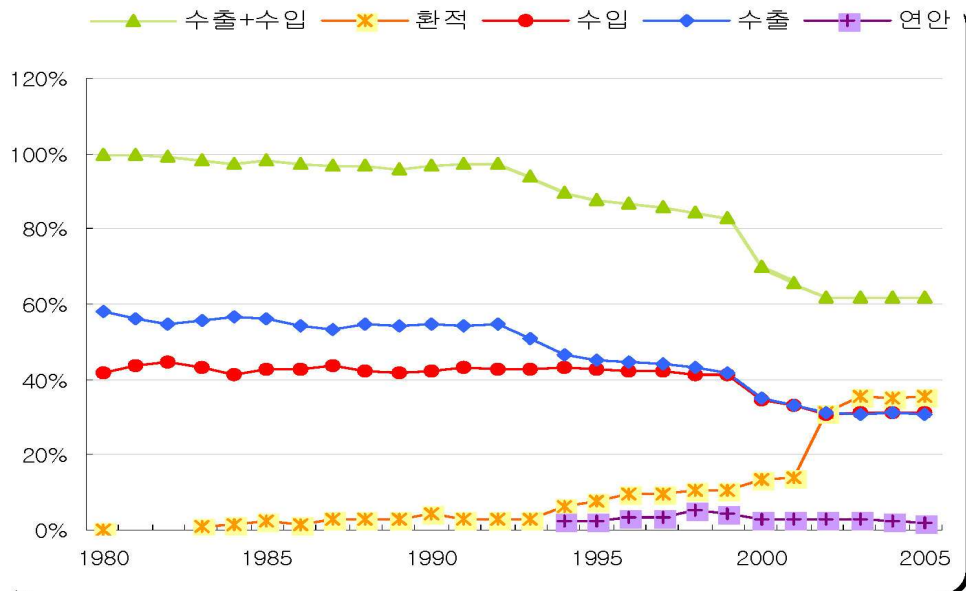
<표 2-5> 컨테이너 물동량 비중 추이

(단위 : %)

| 연도 | 수출입 | | | 환적 | 연안 |
|------|-------|-------|--------|-------|------|
| | 수입 | 수출 | 계 | | |
| 1980 | 41.75 | 58.25 | 100.00 | - | - |
| 1985 | 42.65 | 56.00 | 98.63 | 1.37 | - |
| 1990 | 42.36 | 54.59 | 96.94 | 3.06 | - |
| 1995 | 42.69 | 45.14 | 87.83 | 9.57 | 2.60 |
| 2000 | 34.77 | 35.09 | 69.86 | 13.75 | 2.98 |
| 2001 | 33.09 | 32.88 | 65.97 | 31.14 | 2.89 |
| 2002 | 30.66 | 31.20 | 61.86 | 35.37 | 2.77 |
| 2003 | 31.17 | 30.88 | 62.06 | 34.88 | 3.07 |
| 2004 | 31.11 | 31.03 | 62.14 | 35.52 | 2.34 |
| 2005 | 31.19 | 30.90 | 62.09 | 36.50 | 1.80 |

자료 : 한국해양수산개발원.

<그림 2-5> 컨테이너 물동량 비중 추이



3. 부산항 컨테이너 터미널 시설 현황

국내에서 가장 대표적인 컨테이너 터미널을 보유한 항만은 부산항이며 2006년 컨테이너 처리량 기준 세계 5위의 항만⁶⁾이다. 이와 더불어 처리량 면에서 크게 미치지 못하는 못하지만 광양항 또한 컨테이너항만으로서 지속적으로 개발되고 있다.

우리나라 항만의 컨테이너 화물 총 처리실적추이 및 집중도 현황을 살펴보면 <표 2-6>과 같다.

<표 2-6> 국내 항만 컨테이너 화물 처리실적 추이 및 집중도 현황

(단위 : TEU,%)

| 구분 | 전국 | 부산항 | 광양항 | 인천항 | 울산항 | 기타항 |
|-------|------------|------------|-----------|-----------|---------|---------|
| 2000년 | 9,116,448 | 7,540,387 | 642,230 | 611,261 | 236,296 | 86,274 |
| (비중) | (100) | (82.7) | (7.0) | (6.7) | (2.6) | (1.0) |
| 2001년 | 9,990,111 | 8,072,814 | 855,310 | 663,042 | 258,468 | 140,477 |
| (비중) | (100) | (80.8) | (8.6) | (6.6) | (2.6) | (1.4) |
| 2002년 | 11,889,798 | 9,453,356 | 1,080,333 | 769,791 | 276,537 | 309,781 |
| (비중) | (100) | (79.5) | (9.1) | (6.5) | (2.3) | (2.6) |
| 2003년 | 13,185,867 | 10,407,809 | 1,184,842 | 821,071 | 318,279 | 453,866 |
| (비중) | (100) | (78.9) | (9.0) | (6.2) | (2.4) | (3.4) |
| 2004년 | 14,523,138 | 11,491,968 | 1,321,865 | 934,954 | 302,870 | 471,481 |
| (비중) | (100) | (79.1) | (9.1) | (6.4) | (2.1) | (3.2) |
| 2005년 | 15,216,460 | 11,843,151 | 1,441,259 | 1,148,666 | 316,432 | 466,952 |
| (비중) | (100) | (77.8) | (9.5) | (7.5) | (2.1) | (3.1) |

자료 : 한국컨테이너부두공단.

우리나라 항만의 컨테이너 화물 총 처리실적을 살펴보면 2005년 기준 약 15백만 TEU로 지속적인 증가추세에 있다. 전국항만 처리실적과 대비하여 부산항의 컨테이너물동량 처리 비중이 가장 높으며 광양항과 인천항 등 신규항만의 물량증가에 따라 비중이 조금씩 감소하고 있다.

6) 부산항만공사, 2006년 1월 기준 12,039(천TEU).

1) 부산항 컨테이너 터미널 시설 현황

부산항은 크게 북항과 감천항으로 구분할 수 있다. 북항은 자성대부두, 신선대부두, 감만부두, 우암부두로 구분되며, 감천항은 감천 한진부두로 구분할 수 있다.

<표 2-7> 부산항 컨테이너 터미널 시설 현황

(2006년 7월)

| 구분 | 자성대 (1, 2단계) | 신선대 (3단계) | 감만부두 (4단계) | 신감만 부두 | 우암부두 | 감천부두 | PNC |
|-------------|--|--|--|---|--|---|---|
| 사업기간 | '74~'96 | '85~'97 | '91~'97 | '95~'01 | '95~'99 | '88~'97 | '01~'05 |
| 총사업비 | 1,084억원 | 2,226억원 | 4,724억원 | 1,781억원 | 521억원 | 973억원 | 4,982억원 |
| 운영개시 | '78. 9. (피터:'96.9) | '91. 6. (1선석 : '97.9) | '98. 4. | '02. 4. | '96. 9. | '97. 11. | '06.1.19 (3선석) |
| 운영회사 | 한국허치슨 터미널(주) | (주)신선대 컨테이너 터미널 | 한진해운, 허치슨, 세방, 대한통운 | 동부부산 컨테이너 터미널(주) | 우암 터미널(주) | 한진해운 | 부산 신항만 (주) |
| 종업원수 | 759명 | 672명 | 674명 | 332명 | 225명 | 186명 | 282명 |
| 부두길이 | 1,447m | 1,200m | 1,400m | 826m | 500m | 600m | 1,200m |
| 전면수심 | 15m | 14m | 15m | 15m | 11m | 13m | 16m |
| 하역능력 | 120만TEU | 120만TEU | 120만TEU | 65만TEU | 27만TEU | 34만TEU | 90만TEU |
| 접안능력 | 5만톤급 4척, 1만톤급 1척 | 5만톤급 4척 | 5만톤급 4척 | 5만톤급 2척, 5천톤급 1척 | 2만톤급 1척, 5천톤급 2척 | 5만톤급 2척 | 5만톤급 3척 |
| 부지면적 | 647천㎡ (196천평) | 1,039천㎡ (315천평) | 731천㎡ (221천평) | 308천㎡ (93천평) | 184천㎡ (55천평) | 148천㎡ (45천평) | 870천㎡ (263천평) |
| -CY면적 | 462천㎡ (140천평) | 672천㎡ (203천평) | 336천㎡ (102천평) | 153천㎡ (46천평) | 156천㎡ (47천평) | 105천㎡ (32천평) | 197천㎡ (59천평) |
| -건물면적 | 38천㎡ (11천평) | 28천㎡ (8.5천평) | 16천㎡ (4.8천평) | 12천㎡ (3.7천평) | 5천㎡ (1.6천평) | 4천㎡ (1.2천평) | 39천㎡ (9.5천평) |
| -CFS | 2동 20천㎡ | 1동 11천㎡ | 1동8.4천㎡ | 1동5.5천㎡ | - | - | - |
| 철도수송 인입선 | 980m | 925m | 1,032m | - | - | - | - |
| 주요 하역장비 | C/C 14기 (13열 1기 15열 3기 18열 3기 20열 7기), T/C 35기, R/S 4대, Y/T 68대, F/L 13대, 샤시 279대 | C/C 15기 (16열 4기 18열 3기 20열 6기 22열 2기) T/C 32기 R/S 9대, Y/T 79대, F/L 10대, 샤시 220대 | C/C 15기 (18열 12기 22열 3기) T/C 39기 R/S 9 , Y/T 81대, F/L 6대, 샤시 218대 | C/C 7기 (18열 4기 22열 3기) T/C 17기 R/S 4대, Y/T 36대, F/L 4대, 샤시 78대 | C/C 5기 (13열5기) T/C 13기 R/S 2대 Y/T 20대, 샤시 50대 | C/C 5기 (16열 4기 18 1기) T/C 12기 R/S 1대, Y/T 23대, 샤시 58대 | C/C 9기 (22열9기) T/C 18기 R/S 2대, Y/T 60대, 샤시 80대 |

자료 : 한국컨테이너부두공단.

2005년 기준으로 부산항 컨테이너 화물의 적·공별 컨테이너 처리실적을 살펴보면 <표 2-8>과 같다. 부산항 전체 처리실적은 11,843,15TEU이고, '적'컨테이너 처리량은 9,666,990TEU, '공'컨테이너 처리량은 2,176,161TEU로 나타났다. 또한 연안 화물에 비해 외항 화물 처리량이 월등히 높다는 것을 알 수 있다.

<표 2-8> 부산항 컨테이너 화물 적·공별 처리실적

(2005년, 단위 : TEU, %)

| 구분 | | 계 | 적 | 비중 | 공 | 비중 |
|------|-----|------------|-----------|------|-----------|------|
| 부산항 | 합계 | 11,843,151 | 9,666,990 | 81.6 | 2,176,161 | 18.4 |
| | 외항계 | 11,758,036 | 9,594,107 | 81.6 | 2,163,929 | 18.4 |
| | 수입 | 3,309,202 | 1,913,475 | 57.8 | 1,395,727 | 42.2 |
| | 수출 | 3,270,036 | 2,755,156 | 84.3 | 514,880 | 15.7 |
| | 환적 | 5,178,798 | 4,925,476 | 95.1 | 253,322 | 4.9 |
| | 연안 | 85,115 | 72,883 | 85.6 | 12,232 | 14.4 |
| 자성대 | 합계 | 2,126,665 | 1,714,826 | 80.6 | 411,839 | 19.4 |
| | 외항계 | 2,126,665 | 1,714,826 | 80.6 | 411,839 | 19.4 |
| | 수입 | 615,163 | 326,180 | 53.0 | 288,983 | 47.0 |
| | 수출 | 583,026 | 526,005 | 90.2 | 57,021 | 9.8 |
| | 환적 | 928,476 | 862,641 | 92.9 | 65,835 | 7.1 |
| | 연안 | - | - | - | - | - |
| 신선대 | 합계 | 1,961,854 | 1,577,143 | 80.4 | 384,711 | 19.6 |
| | 외항계 | 1,960,673 | 1,576,494 | 80.4 | 384,179 | 19.6 |
| | 수입 | 497,183 | 289,164 | 58.2 | 208,019 | 41.8 |
| | 수출 | 461,135 | 384,097 | 83.3 | 77,038 | 16.7 |
| | 환적 | 1,002,355 | 903,233 | 90.1 | 99,122 | 9.9 |
| | 연안 | 1,181 | 649 | 55.0 | 532 | 45.0 |
| 감만부두 | 합계 | 2,862,209 | 2,400,849 | 83.9 | 461,360 | 16.1 |
| | 외항계 | 2,862,209 | 2,400,849 | 83.9 | 461,360 | 16.1 |
| | 수입 | 697,936 | 366,473 | 52.5 | 331,463 | 47.5 |
| | 수출 | 799,140 | 720,613 | 90.2 | 78,527 | 9.8 |
| | 환적 | 1,365,133 | 1,313,763 | 96.2 | 51,370 | 3.8 |
| | 연안 | - | - | - | - | - |

| 구분 | | 계 | 적 | 비중 | 공 | 비중 |
|-----------------------|-----|-----------|-----------|------|---------|------|
| 신 감 만 부 두 | 합계 | 1,098,615 | 894,137 | 81.4 | 204,478 | 18.6 |
| | 외항계 | 1,098,615 | 894,137 | 81.4 | 204,478 | 18.6 |
| | 수입 | 310,235 | 167,851 | 54.1 | 142,384 | 45.9 |
| | 수출 | 353,100 | 302,500 | 85.7 | 50,600 | 14.3 |
| | 환적 | 435,280 | 423,786 | 97.4 | 11,494 | 2.6 |
| | 연안 | - | - | - | - | - |
| 우 암 부 두 | 합계 | 577,322 | 516,191 | 89.4 | 61,131 | 10.6 |
| | 외항계 | 577,322 | 516,191 | 89.4 | 61,131 | 10.6 |
| | 수입 | 144,730 | 104,197 | 72.0 | 40,533 | 28.0 |
| | 수출 | 174,779 | 156,310 | 89.4 | 18,469 | 10.6 |
| | 환적 | 257,813 | 255,684 | 99.2 | 2,129 | 0.8 |
| | 연안 | - | - | - | - | - |
| 감 천 한 진 | 합계 | 497,661 | 401,528 | 80.7 | 96,133 | 19.3 |
| | 외항계 | 497,661 | 401,528 | 80.7 | 96,133 | 19.3 |
| | 수입 | 182,368 | 98,765 | 54.2 | 83,603 | 45.8 |
| | 수출 | 115,245 | 105,093 | 91.2 | 10,152 | 8.8 |
| | 환적 | 200,048 | 197,670 | 98.8 | 2,378 | 1.2 |
| | 연안 | - | - | - | - | - |
| 일 반 부 두 | 합계 | 2,718,825 | 2,162,316 | 79.5 | 556,509 | 20.5 |
| | 외항계 | 2,634,891 | 2,090,082 | 79.3 | 544,809 | 20.7 |
| | 수입 | 861,587 | 560,845 | 65.1 | 300,742 | 34.9 |
| | 수출 | 783,611 | 560,538 | 71.5 | 223,073 | 28.5 |
| | 환적 | 989,693 | 968,699 | 97.9 | 20,994 | 2.1 |
| | 연안 | 83,934 | 72,234 | 86.1 | 11,700 | 13.9 |

자료 : 한국컨테이너부두공단.

2) 부산지역 ODCY 현황⁷⁾

가. ODCY 지역적 분포 및 규모

1978년 완공된 부산항 컨테이너 전용부두인 5부두는 개장될 때까지 부산항의 컨테이너화물을 부두 내 보관시설이 전혀 없는 재래부두에서만 처리되었다. 이러한 컨테이너의 장치보관을 위해 부산항 내륙배후부지에 ODCY가 형성되어 운영되기 시작하였다.

부산항 컨테이너화물의 장치보관을 위한 On-Dock CY의 공급이 충분하지 못한 상황 하에서 생겨난 ODCY는 장치보관기능, LCL(Less than Container Load) 화물의 집하분류기능, 내륙수송 터미널 기능, 통관기능, 컨테이너 및 장비의 정비보수 기능을 담당하고 있다.

2005년도를 기준으로 부산지역에는 12개 업체 23개소에 달하는 Off-Dock CY가 임항지역, 재송지역, 부산진역 주변의 철도지역 및 기타 지역으로 나뉘어 분포되어 있으며, 양산 ICD 개장과 더불어 수영지역과 재송지역의 일부 ODCY가 폐쇄되었다. <표 2-9>에 보이는 바와 같이 Off-Dock CY의 총면적은 2005년 기준 204,350평이며, CFS면적은 총 19,305평에 이른다. ODCY 운영 CY수를 살펴보면 대한통운이 5개소로 가장 많고, KCTC, 천일정기가 각각 3개소를 운영하고 있다.

7) 한국컨테이너부두공단의 2005년 자료 및 항만물류학회의 자료를 기초로 작성.

<표 2-9> 2005년 ODCY 지역적 분포 및 규모

(2005년 / 단위 : 평)

| 업체명 | CY명 | CY 부지면적 | | | CFS 면적 |
|------|-------------------------|---------|--------|---------|-----------|
| | | 계 | 자가 | 임차 | |
| 합계 | 23개 CY | 204,350 | 95,401 | 108,949 | 19,305 |
| KCTC | 우암, 용당, 철도 | 22,035 | 11,729 | 10,306 | 3,635 |
| 국보 | 철도 | 9,654 | - | 9,654 | - |
| 국제통운 | 감만 | 15,776 | - | 15,776 | 920 |
| 대한통운 | 부산진, 우암, 보급소, 감만, 철도 | 35,538 | 19,547 | 15,991 | 4,444 |
| 동방 | 용당 | 6,285 | - | 6,285 | 810 |
| 동부건설 | 철도, 가야 | 7,004 | - | 7,004 | - |
| 삼익물류 | 철도 | 6,308 | - | 6,308 | - |
| 세방 | 우암, 철도 | 25,108 | 22,550 | 2,558 | 3,424 |
| 천일정기 | 용당, 엄궁, 철도 | 23,294 | - | 23,294 | 1092 |
| 한진 | 재송, 부산진 | 17,572 | 14,467 | 3,105 | 3,619 |
| 현대 | 용당 | 27,108 | 27,108 | - | 1,001 |
| 협성 | 용당 | 8,668 | - | 8,668 | 360 |

자료 : 향만물류학회, 향만하역요람 2006.

나. ODCY 운영 현황

2005년 12개 업체의 ODCY에 종사하는 근로자 수는 총 2,310명이다.
 <표 2-10>은 분야별 근로자수를 나타내고 있다.

<표 2-10> ODCY 종사자 현황

(2005년 / 단위 : 명)

| 업체명 | | 합계 | 관리직 | 사무직 | 검수직 | 장비직 | 정비직 | 경비직 | 노무직 |
|--------------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 합계 | | 1,343 | 142 | 394 | 188 | 251 | 61 | 53 | 254 |
| KCTC | 우암 | 103 | 14 | 24 | 9 | 28 | 2 | - | 26 |
| | 용당 | 48 | 4 | 10 | 7 | 8 | - | - | 19 |
| | 철도 | 7 | 1 | 2 | - | - | - | - | 4 |
| 국보 | | 50 | 6 | 23 | - | 5 | - | 4 | 12 |
| 국제통운 | | 231 | 16 | 37 | 70 | 63 | 24 | - | 21 |
| 대한 통 운 | 부산진 | 39 | 1 | 3 | 6 | 7 | - | 2 | 20 |
| | 보급소 | 44 | 1 | 5 | 9 | 8 | 1 | 2 | 18 |
| | 우암 | 16 | 1 | 1 | - | 7 | - | 1 | 6 |
| | 감만 | 19 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | - | 9 |
| | 철도 | 9 | 1 | 1 | - | - | - | - | 7 |
| 동방 | | 185 | 15 | 69 | 35 | 51 | 15 | - | - |
| 동부 건설 | 가야 | 5 | - | 1 | - | 1 | - | - | 3 |
| | 철도 | 9 | 1 | 3 | - | 1 | - | 1 | 3 |
| 삼익물류 | | 128 | 20 | 80 | - | 14 | 2 | 2 | 10 |
| 세 방 | 우암 | 121 | 19 | 38 | - | 24 | 8 | 19 | 13 |
| | 철도 | 9 | 2 | 1 | - | - | - | - | 6 |
| 천 일 | 엄궁 | 102 | 10 | 62 | 7 | - | 1 | 8 | 14 |
| | 용당 | 13 | 2 | 3 | - | 2 | - | 4 | 2 |
| | 철도 | 12 | 1 | 1 | - | 5 | - | - | 5 |
| 한 진 | 재송 | 65 | 3 | 4 | 14 | 4 | - | - | 40 |
| | 철도 | 5 | 1 | - | 4 | - | - | - | - |
| 현대 | | 73 | 9 | 15 | 20 | 12 | 6 | 3 | 8 |
| 협성 | | 50 | 13 | 9 | 5 | 7 | 1 | 7 | 8 |

1. 관리직 : 과장급 이상 임직원.
2. 장비직 : 트레일러 기사 제외. 5
3. 노무직 : 항운노조원.
4. 자료 : 항만물류학회, 항만하역요람 2006.

다. ODCY 처리물동량

2005년 기준 ODCY 전체 처리실적은 수출 1,462,623TEU, 수입 1,384,572TEU로 합계 2,847,195TEU를 처리하였다.

운영사별 처리 물동량을 살펴보면 국제통운이 538,576TEU를 처리함으로써 전체 업체 처리 물동량의 약 18.9%를 차지하고 있고, 다음으로는 천일이 413,871TEU로 약 14.5%, 세방이 378,832TEU로 약 13.3% 등으로 세 업체가 전체 물량의 약 46% 정도를 처리하고 있다.

전체 ODCY 처리 물동량에 대한 수출입 비율을 살펴보면, 수출 및 수입이 각각 51%, 49%로 나타나 수출입 물동량의 비율은 큰 차이가 없다는 것을 알 수 있다.

<표 2-11> 업체별 수출·입 처리실적

(2005년 / 단위 : TEU)

| 업체명 | 합계 | 수출 | | | 수입 | | |
|------|-----------|-----------|-----------|---------|-----------|---------|---------|
| | | 계 | 적 | 공 | 계 | 적 | 공 |
| 합계 | 2,847,195 | 1,462,623 | 1,124,930 | 337,693 | 1,384,572 | 863,172 | 521,400 |
| KCTC | 351,039 | 190,965 | 172,713 | 18,252 | 160,074 | 97,005 | 63,069 |
| 국보 | 38,799 | 22,787 | 22,657 | 130 | 16,012 | 14,071 | 1,941 |
| 국제통운 | 538,576 | 253,405 | 205,649 | 47,756 | 285,171 | 170,754 | 114,417 |
| 대한통운 | 206,019 | 90,528 | 76,525 | 14,003 | 115,491 | 88,834 | 26,657 |
| 동방 | 265,916 | 128,281 | 98,834 | 29,447 | 137,635 | 107,062 | 30,573 |
| 동부건설 | 42,710 | 14,394 | 8,497 | 5,897 | 28,316 | 17,430 | 10,886 |
| 삼익물류 | 119,826 | 75,923 | 55,686 | 20,237 | 43,903 | 25,371 | 18,532 |
| 세방 | 378,832 | 196,867 | 139,730 | 57,137 | 181,965 | 112,801 | 69,164 |
| 천일 | 413,873 | 227,020 | 146,037 | 80,983 | 186,853 | 106,217 | 80,636 |
| 한진 | 86,521 | 40,124 | 36,644 | 3,480 | 46,397 | 46,260 | 137 |
| 현대 | 227,057 | 131,635 | 82,304 | 49,331 | 95,422 | 38,953 | 56,469 |
| 협성 | 178,027 | 90,694 | 79,654 | 11,040 | 87,333 | 38,414 | 48,919 |

※ 부두내 CY 제외.

3) 양산 ICD 현황⁸⁾

가. ICD 운영 및 규모

부산항의 컨테이너 물동량이 증가하면서 터미널 내 컨테이너 장치장의 부족으로 부산항 인근의 항외 컨테이너장치장(ODCY)을 이용할 수밖에 없는 상황이 되었으며, ODCY의 활용으로 인해 부산시내의 교통체증 및 도시 환경의 파괴, 대기오염의 문제 등을 발생시켰다. 양산 ICD는 이와 같은 문제를 해결하기 위해 부산시내의 ODCY를 양산 ICD에 통합·수용함으로써 부산항을 보다 더 경쟁력 있는 항구 도시로의 전환 및 쾌적한 도시 환경을 만들기 위해 1991년 5월 경상남도 양산시 물금읍 일원에 ICD를 조성하였다.

ICD의 운영은 먼저 정부에서 사업 부지를 확보한 후 (주)양산ICD에 임대를 하고, (주)양산ICD는 사업시설을 조성한 후 입주사에게 배분 및 시설물의 유지관리, 종합물류정보의 처리 등 지원업무와 부대사업을 시행하고, 입주사는 (주)양산아이시디로부터 사업시설을 임대받아 독자적으로 운영하고 있다.

8) 한국컨테이너부두공단의 2005년 자료 및 양산 ICD 홈페이지 자료를 기초로 작성.

<표 2-12> 양산 ICD 시설 현황

| 구분 | 시설현황 | 구분 | 시설현황 |
|------------------|---|--------------------|--|
| CY | 10단지 538,262m ² (163,000평) | CFS | 12동 32,812m ² (9,900 평) |
| GATE | 10동 369m ² (100 평) | CY운영사무실 및 부속동 | 20동 4,897m ² (1,480 평) |
| 컨테이너세척장 및 부속동 | 14동 1,037m ² (310 평) | 세관검사장 | 4동 543m ² (160 평) |
| 정비고 및 부속동 | 10동 3,712m ² (1,120 평) | 공용시설 | 8동 3,078m ² (930 평) |
| 구내도로 (폭 20M) | 2,385M 53,525m ² (16,000 평) | 도시계획도로 (폭 25 M) | 2,525 M 63,420m ² (19,000 평) |
| 기타(녹지등) | 1식 87,569m ² (27,200 평) | | |

자료 : 양산 ICD 홈페이지(<http://www.ysicd.co.kr/index.html>).

<표 2-12>는 양산 ICD의 시설현황을 나타낸 표이다. 총 16만 3천평의 컨테이너 야드 10개 단지, 컨테이너 세척장 및 부속동, 정비고 등의 다양한 시설을 보유하고 있다. <표 2-13>은 2005년 기준 양산 ICD의 주주사 현황을 보여준다. 총 10개 단지의 총 17개소가 위치하고 있으며, 이 중 동부건설, KCTC, 동방, 대한통운, 협성컨테이너터미널, 한진, 국보, 세방은 ODCY와 ICD를 동시에 운영하고 있다.

<표 2-13> 양산 ICD 주주사 현황

(2005년)

| 단지 | 업체 (지분율) | CY면적 (평) | CFS면적 (평) | 비고 |
|------|---------------|-------------|--------------|------------------------------|
| 1단지 | 현대상선(4.5) | 8,550 | - | |
| | 동부건설(5.5) | 10,450 | - | |
| 2단지 | KCTC(10.0) | 19,000 | - | 동진 4,000평 임대 영진 2,000평 임대 |
| 3단지 | 동방(6.0) | 11,400 | 496 | |
| | 천경(4.0) | 7,600 | 861 | |
| 4단지 | 대한통운(6.0) | 11,400 | - | |
| | 협성“콘”터미널(4.0) | 7,600 | - | |
| 5단지 | SK해운(2.0) | 3,800 | - | 극동컨테이너에 임대 평원기업에 임대 |
| | 남성해운(2.0) | 3,800 | - | |
| | 국제통운(4.0) | 7,600 | 400 | |
| | 동남아종합(2.0) | 3,800 | - | |
| 6단지 | 한진(14.5) | 27,550 | - | |
| 7단지 | 국보(5.5) | 10,450 | 1,781 | |
| 8단지 | 부산항만공사(10.0) | 19,000 | 1,707 | (주)국보에 임대 |
| 9단지 | 대현(2) | 3,800 | - | 마린토탈물류 외 3개업체 임대 |
| | 지티씨(0.711) | 1,351 | 708 | |
| | 공동인수분(7.289) | 13,849 | 826 | |
| 10단지 | 세방기업(10.0) | 19,000 | 627 | |

자료 : 한국컨테이너부두공단.

나. ICD 운영 현황

2005년 15개 업체의 ICD에 종사하는 근로자 수는 총 413명이다. <표 2-14>는 분야별 종사자수를 나타내고 있다.

<표 2-14> 종사자 현황

(단위 : 명)

| CY명 | 합계 | 관리직 | 사무직 | 검수직 | 장비직 | 정비직 | 경비직 | 노무직 |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 합계 | 413 | 45 | 81 | 36 | 67 | 62 | 25 | 97 |
| 현대상선 | 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | - | 1 | 1 |
| 동부건설 | 11 | 1 | 3 | - | 3 | - | - | 4 |
| KCFC | 3 | 1 | - | - | 1 | - | - | 1 |
| 동방 | 21 | 1 | 2 | 3 | 6 | - | - | 9 |
| 천경 | 37 | 5 | 10 | - | 3 | 4 | 2 | 13 |
| 대한통운 | 5 | 1 | - | - | 2 | - | 1 | 1 |
| 협성 | 8 | 4 | - | - | 2 | - | 1 | 1 |
| 동남아 | 4 | - | 1 | - | 1 | - | 1 | 1 |
| 국제통운 | 9 | 2 | - | 3 | 2 | - | - | 2 |
| 한진 | 90 | 11 | 31 | - | 6 | 30 | 4 | 8 |
| 국보 | 92 | 7 | 15 | 18 | 18 | 2 | 8 | 24 |
| 지티씨 | 45 | 1 | 3 | 7 | 9 | 1 | 1 | 23 |
| 대현 | 2 | - | 1 | - | 1 | - | - | - |
| 세방 | 25 | 3 | 3 | - | 3 | 8 | 5 | 3 |
| 임대업체 | 55 | 7 | 11 | 4 | 9 | 17 | 1 | 6 |

1. 관리직 : 과장급 이상 임직원.
 2. 장비직 : 트레일러 기사 제외.
 3. 노무직 : 항운노조원.
- 자료 : 한국컨테이너부두공단.

다. ICD 처리 물동량

2005년 양산 ICD의 수출입 적/공 컨테이너 물동량은 <표 2-15>와 같다. 전체 수출 적/공 컨테이너 물동량은 183,802TEU, 수입 적/공 컨테이너 물동량은 176,176TEU로서, 전체 수출입 적/공 컨테이너 물동량은 359,978TEU이다.

<표 2-15> 2005년도 CY별 컨테이너 처리실적

(단위 : TEU)

| CY명 | 합계 | 재유통 공'컨' | 수출 | | | 수입 | | |
|------|-----------|-------------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|
| | | | 소계 | 적'컨' | 공'컨' | 소계 | 적'컨' | 공'컨' |
| 합계 | 1,330,885 | 970,907 | 183,802 | 166,476 | 17,326 | 176,176 | 136,154 | 40,022 |
| 현대상선 | 59,426 | 51,646 | 7,650 | 7,650 | - | 130 | 130 | - |
| 동부건설 | 146,687 | 146,687 | - | - | - | - | - | - |
| KCTC | 67,588 | 64,395 | 35 | 35 | - | 3,158 | 3,158 | - |
| 동방 | 106,533 | 87,931 | 13,814 | 13,418 | 396 | 4,788 | 4,717 | 71 |
| 천경 | 81,874 | 43,645 | 13,792 | 13,792 | - | 24,437 | 24,437 | - |
| 대한통운 | 51,233 | 51,233 | - | - | - | - | - | - |
| 협성 | 39,792 | 39,792 | - | - | - | - | - | - |
| 동남아 | 38,838 | 36,294 | 1,052 | 1,052 | - | 1,492 | 1,470 | 22 |
| 국제통운 | 36,232 | 19,733 | 13,733 | 13,733 | - | 2,766 | 2,766 | - |
| 한진 | 156,754 | 132,718 | 13,966 | 13,966 | - | 10,070 | 10,070 | - |
| 국보 | 342,680 | 152,161 | 90,652 | 80,147 | 10,505 | 99,867 | 78,905 | 20,962 |
| 지티씨 | 25,181 | - | 12,693 | 6,358 | 6,335 | 12,488 | 6,340 | 6,148 |
| 세방 | 127,286 | 122,259 | 4,615 | 4,615 | - | 412 | 412 | - |
| 임대업체 | 50,781 | 22,413 | 11,800 | 11,710 | 90 | 16,568 | 3,749 | 12,819 |

자료 : 한국컨테이너부두공단.

제3장 이론적 고찰

1. 효율성의 정의

효율성에 대한 다양한 정의 중에서 기업의 생산 과정에서의 효율성은 기술적인 의미를 포함하고 있어 투입물에 대한 산출량의 비율을 의미한다. 다시 말해 투입물간의 결합이나 투입물의 효과적인 사용에 관한 문제는 생산과정에서 일정한 산출물을 생산하기 위해서 필요한 투입물의 수준과 투입물간의 관계에서 발생한다.

일반적인 효율성의 개념은 결과를 성취하기 위해 자원을 얼마나 잘 활용하였는가, 즉 투입물에 대한 산출물의 비율로 정의할 수 있다.

DEA에 있어서 효율성의 정의는 Charnes and Cooper⁹⁾에 의해 다음과 같이 설명된다.

- DMU(Decision Making Unit : 이하 DMU라 한다)의 산출물은 투입요소의 일부를 증가시키거나 또는 산출물의 다른 일부를 감소시키지 않고서는 증가될 수 없다.
- DMU의 투입물은 산출물의 일부를 감소시키거나 또는 투입요소의 다른 일부를 감소시키지 않고서는 감소될 수 없다.

비효율성은 투입물을 이용하여 산출물을 생산하는 과정에서 투입물들간의 비효율적 결합이나 사용에서 발생하는 것으로, 투입물의 비효율성과 산출물의 비효율성으로 나눌 수 있다.

위에서 말한 효율성에 정의에 따르면 항만의 효율성이라는 것은 이미 주어진 하역시설 등을 포함한 항만시설(투입물)에서 어느 정도의 컨테이너 처리량(산출물)이 나오는가에 따른 투입자료 대비 산출자료의 비율로써 효율·비효율을 판단하게 된다.

9) DEA모형의 창시자.

2. DEA 모형

1) DEA 모형의 개념

Charnes, Cooper, Rhodes(1978)가 최초로 제시한 DEA모형은 다수의 산출요소와 투입 요소간의 관계를 객관적인 방법으로 동시에 고려하여 그 효율성 값을 도출하는 방법으로서, 기존의 생산성 측정방법이 가지고 있는 문제점들을 극복한 비모수적 방법이다. 또한 평가 대상인 DMU들의 효율성 값을 측정하는 과정에서 각각의 산출물 또는 투입요소에 대해 미리 결정된 가중치를 필요로 하지 않으며, 비효율성이 어떤 부분에서 어느 정도가 발생하였는지에 대한 수치적 정보를 제공해줌으로써 효율성의 제고에 실제적인 도움을 줄 수 있다.

초기의 DEA모형은 규모수입이 불변이라는 가정 하에 효율성을 평가하였으나, Banker, Charnes & Cooper(1984)에 의해 규모의 효율성 정도를 파악할 수 있는 모형이 제시되었다.

DEA모형은 투입지향적, 산출지향적, 비지향적 형태의 모형들로 분류할 수 있으며, 이러한 모형은 분석하는 목적에 따라 사용할 수 있다.

- 산출지향적 : 주어진 투입물 하에서의 산출물의 최대화
- 투입지향적 : 주어진 산출물 하에서 투입물의 최소화
- 비지향적 : 다른 단위와 비교하여 투입물의 최소화와 산출물의 최대화라는 목표를 동시에 고려

DEA는 투입과 산출의 명확한 인과관계를 밝히기 어려운 비영리적이고 공적인 의사결정단위(DMU)들의 상대적 효율성을 평가하기 위해 개발된 기법으로서, 여러 종류의 산출을 생산하기 위해 여러 종류의 투입요소를 사용하는 조직들의 생산성을 평가하기 위한 선형 계획 기법(Linear Programming Technique)이다. 이 방법은 DMU들로부터 산출과 투입을 비교하여 생산성을 측정하고, 측정대상 DMU를 다른 DMU들과 비교하여 상대적 개념에서의 비효율성을 나타내어 준다.

DMU의 선정 시 고려해야 할 점은 각각의 DMU간의 성격이 유사하여야 하고, 투입요소와 산출요소를 통제할 수 있는 경제주체이어야 하며,

평가 대상이 되는 DMU의 수는 추정된 효율성의 값이 신뢰도를 확보할 수 있도록 충분히 커야 한다.

DEA는 다수의 투입요소와 산출요소가 존재하고 투입과 산출에 대한 비용과 가격요소가 명확하게 규명되기 어려운 조직들, 예를 들어 병원, 학교, 정부기관 등의 공공분야와 은행, 패스트푸드점 등의 서비스 분야 등의 모든 분야의 효율성을 평가방법으로 사용되어 왔다.

2) DEA 모형의 전개

일반적으로 효율성이라 함은 다음과 같이 하나의 투입요소와 산출요소를 이용하여 표현할 수 있다.

$$\text{효율성 (Efficiency)} = \frac{\text{산출 (Output)}}{\text{투입 (Input)}}$$

이러한 표현식은 각기 다른 다수의 투입요소와 산출요소에 대한 효율성을 설명하기엔 부적합하다. 그러므로 다음과 같은 식으로 상대적인 효율성을 표현할 수 있다.

$$\text{효율성 (Efficiency)} = \frac{\text{Weighted Sum of Output}}{\text{Weighted Sum of Input}}$$

즉, 각 평가대상의 효율성은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\text{평가대상 } j \text{의 효율성} = \frac{u_1 y_{1j} + u_2 y_{2j} + \dots}{v_1 x_{1j} + v_2 x_{2j} + \dots}$$

$$\begin{aligned} u_r &= \text{산출요소 } r \text{에 주어진 가중치} \\ y_{rj} &= \text{평가대상 } j \text{의 산출요소 } r \text{의 양} \\ v_i &= \text{산출요소 } i \text{에 주어진 가중치} \\ x_{ij} &= \text{평가대상 } j \text{의 산출요소 } i \text{의 양} \end{aligned}$$

위 정의의 초기 가정은 모든 평가대상에 적용되는 가중치가 요구되며,

이는 평가대상 모두에게 적용 가능한 공통의 가중치를 구해야 한다는 문제점을 갖고 있다. 그러나 각각 요소에 대한 가중치는 평가대상의 조직마다 특성이 다르기 때문에 하나의 공통된 가중치로는 평가대상들의 효율성 측정을 만족시킬 수 없다.

Charnes, Cooper & Rhodes(1978)는 이러한 문제점을 인식하여 각각의 DMU가 각자 다른 가중치를 부여 할 수 있는 선형계획식을 기초로 하여 CCR모형(식1)을 개발하였다.

$$Max h_0 = \frac{\sum_{r=1}^t u_r y_{rj_0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0}}$$

subject to

(식1)

$$\frac{\sum_{r=1}^t u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1, j=1, \dots, n,$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon, \forall r \text{ and } i,$$

CCR모형의 식1을 선형계획모형(Linear Programming)의 형태로 변환하면 식2와 같이 나타낼 수 있다.

$$Max h_0 = \sum_{r=1}^t u_r y_{rj_0}$$

subject to

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0} = 1 \quad (\text{식2})$$

$$\begin{aligned} \sum_{r=1}^t u_r x_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} &\leq 0, \quad j = 1, \dots, n, \\ -u_r &\leq -\epsilon, \quad r = 1, \dots, t, \\ -v_i &\leq -\epsilon, \quad i = 1, \dots, m. \end{aligned}$$

CCR모형은 각 DMU의 규모수익이 불변이라는 가정 하에 효율성을 평가하게 되며, 이런 가정으로 인해 규모의 수익성과 순수한 기술적 효율성을 구분하지 못한다는 단점을 가지고 있다.

이러한 단점을 보완하기 위해 Banker, Chanes and Cooper(1984)는 규모의 수익성(return to scale) 정도를 고려하여 평가할 수 있는 BCC모형을 제시하였다.

규모의 수익이란 규모의 변화에 의한 산출량의 반응 정도를 나타낸 것으로 다음과 같은 세 가지 특성을 가지고 있다.

첫째, 규모가 λ 배 증가할 때 산출량도 똑같이 λ 배 증가하는 특성을 가진 경우로서 규모에 대한 수익이 불변(constant return to scale)이라 한다. 둘째, 규모가 λ 배 증가할 때 산출량이 λ 배 이상으로 증가하는 특성을 가진 경우로서 규모에 대한 수익이 체증(increasing return to scale)하고 있다고 한다. 셋째, 규모가 λ 배 증가할 때 산출량이 λ 배 보다 작게 증가하는 특성을 가진 경우로 생산기술은 규모에 대한 수익이 체감(decreasing return to scale)한다고 한다.

BCC모형의 효율성 평가는 이러한 규모의 수익을 고려하여 전반적인 효율성 분석에서 도출된 규모의 수익성을 제외한 순수 기술적 효율성에 의한 효율적인 DMU들을 평가 할 수 있게 해준다. 아래의 식(3)은

DEA-BCC모형의 기본식이다.

BCC모형식(식3)에서는 CCR모형식(식2)에는 나타나지 않는 규모의 수익효과를 측정하는 변수 u_0 가 존재한다. 변수 u_0 의 값을 이용하여 규모를 측정하게 된다. u_0 의 최적해를 u_0' 로 정의할 때 $u_0' < 0$ 이면 규모의 수익체증, $u_0' = 0$ 이면 규모의 수익불변, $u_0' > 0$ 이면 규모의 수익체감 효과를 나타낸다.

$$Max h_0 = \sum_{r=1}^t u_r y_{rj_0} - u_0$$

subject to

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0} = 1 \quad (\text{식3})$$

$$\sum_{r=1}^t u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0, \quad j = 1, \dots, n,$$

$$-u_r \leq -\epsilon, \quad r = 1, \dots, t,$$

$$-v_i \leq -\epsilon, \quad i = 1, \dots, m..$$

u_0 urs (free) variable

위에서 언급한 CCR, BCC모형은 DEA모형에 있어서 가장 기본적인 모형으로 연구목적에 따라 다양한 형태로 사용되어지고 있다.

3) 선행 연구 검토

위에서 언급한 바와 같이 DEA 효율성 분석은 병원, 학교, 은행, 패스트푸드점, 항만 등과 같은 여러 경영분야에 걸쳐 연구되어 왔다.

Abbotta와 Doucouliogos(2003)는 36개 호주 국립대학을 DMU로 선정하여 효율성을 평가하였다. 투입변수는 전임교원수, 직원수, 대학인건비 제외 총세출액, 대학주식자본을 선정하였고, 산출변수로 연구지원비, 외부연구비, 연구지출비, 전일제 학생수, 학위수여자수를 사용하여 분석하였다.

Barros(2003)는 포르투갈 5개 항만을 DMU로 선정하여 포르투갈 항만 공사의 동기부여 형태의 규제와 효율성에 대해 분석하였다. 투입요소는 종업원수와 자산장부 가치이며, 산출요소는 선박척수, 화물처리량, 액체화물처리량과 순이익을 사용하였다.

홍봉영, 김강정(2004)의 연구는 국내 은행을 DMU로 선정하여 효율성을 분석하였다. 투입요소에는 노동력과 영업비, 산출요소에는 예수금, 대출금, 유가증권을 사용하여 1997년부터 2001년도까지의 생산성 변화를 맘퀴스트 생산지수를 사용하여 분석하였다.

류동근(2005)의 연구는 우리나라 부산항과 광양항의 컨테이너터미널 운영사를 DMU로 선정하여 각각의 터미널 효율성을 제시하고 있다. 투입요소에는 종업원 수, 부두길이, 부지면적, 갠트리크레인 대수를 사용하였으며, 산출요소에는 연간 컨테이너처리실적, 연간 선석점유율, 컨테이너 내장화물톤수를 사용하여 효율성을 분석하였다.

박병근(2006)의 연구 역시 부산항과 광양항의 컨테이너터미널 운영사를 DMU로 선정하여 효율성을 제시하고 있다. 이 연구에서는 선석길이, 본선장비, 야드장비, 터미널 총 면적, 야드면적과 같은 터미널 장치 및 시설 현황을 투입요소, 총 컨테이너 처리량을 산출요소로 선정하여, 1998년부터 2005년까지의 시간의 흐름에 따른 연도별 효율성 변화를 분석하였다.

신종각(2006)의 연구는 10개의 국내대학병원을 DMU로 선정하여 효율성을 분석하였다. 투입요소로는 의사, 일반직원수로 사용하였고, 산출요소로는 입원 및 외래환자수를 사용하여 2001년부터 2004년까지의 효율성 변화를 맘퀴스트 생산성 지수를 통하여 분석하였다.

<표 3-1> DEA 분석의 선행연구

| 연구자 | 연구방법 | 변수 | | 평가대상 |
|---------------------------------|-----------------------|---|--|------------------------|
| | | 투입요소 | 산출요소 | |
| Miller & Noulas (1996) | DEA | <ul style="list-style-type: none"> · 거래성 예금 · 비거래성 예금 · 이자비용 · 비이자비용 | <ul style="list-style-type: none"> · 세 가지 대출 · 투자 · 이자수익 · 비이자수익 | 자산규모 10억 달러 초과 243개 은행 |
| Martinez - Budria et al. (1999) | DEA | <ul style="list-style-type: none"> · 노동비 · 감가상각비 · 기타비용 | <ul style="list-style-type: none"> · 총물동량 · 임대애 따른 수익 | 스페인 26개 터미널 |
| Tongzon (2001) | DEA | <ul style="list-style-type: none"> · 선석수 · 크레인 수 · 예인선 수 · CY면적 · 대기시간 · 인원 수 | <ul style="list-style-type: none"> · 컨테이너 처리량 · 선박 작업률 | 호주 및 세계 주요 16개 항만 |
| Valentine & Gray (2002) | DEA | <ul style="list-style-type: none"> · 컨테이너 선석 길이 · 총 선석 길이 | <ul style="list-style-type: none"> · 컨테이너 처리량 · 총 처리량 | 유럽 및 아시아 12개 주요항만 |
| Abbotta & Doucouliogos (2003) | DEA | <ul style="list-style-type: none"> · 전임교원수 · 직원수 · 대학인건비 · 제외 총세출액 · 대학주식자본 | <ul style="list-style-type: none"> · 연구지원비 · 외부연구비 · 종업원 수 · 전일제 학생수 · 학위수여자수 | 36개 호주 국립대학 |
| 문승 (2003) | DEA | <ul style="list-style-type: none"> · 자본금 · 고정자산 · 종업원 수 | <ul style="list-style-type: none"> · 당기순이익 · 매출액 | 13개 세계 주요 자동차 기업 |
| 홍봉영 김강정 (2004) | Generalized Malmquist | <ul style="list-style-type: none"> · 노동력 · 영업비 | <ul style="list-style-type: none"> · 예수금 · 대출금 · 유가증권 | 국내 15개 은행 |
| Park & De (2004) | DEA | <ul style="list-style-type: none"> · 접안 선박척수 · 화물처리 규모 | <ul style="list-style-type: none"> · 총 처리량 · 기항 선박척수 · 항만수입 · 고객만족점수 | 국내 11개 항만 |

| 연구자 | 연구방법 | 변수 | | 평가대상 |
|---|------|--|---|-----------------------------------|
| | | 투입요소 | 산출요소 | |
| 류동근 (2005) | DEA | <ul style="list-style-type: none"> · 종업원 수 · 부두길이 · 부지면적 · G/C의 수 | <ul style="list-style-type: none"> · 컨테이너 처리량 · 연간선석 점유율 · 컨테이너 내장 화물톤수 | 부산항 및 광양항 터미널 |
| 김선애 (2005) | DEA | <ul style="list-style-type: none"> · 장서 수 · 연속간행물수 · 연간증가 책 수 | <ul style="list-style-type: none"> · 이용 책 수 · 이용자 수 | 서울지역 21개 공공도서관 |
| 박병근 (2006) | DEA | <ul style="list-style-type: none"> · 선석길이 · G/C의 수 · 야드장비 · 터미널 총 면적 · 야드면적 | <ul style="list-style-type: none"> · 총 컨테이너 처리량 | 부산항 및 광양항 컨테이너 전용 터미널 |
| Leonardo Ramos Rios & Antonio Carlos Gastaud Maçada (2006) | DEA | <ul style="list-style-type: none"> · 크레인 수 · 선석길이 · 종업원 수 · 야드장비 · 터미널 면적 | <ul style="list-style-type: none"> · 컨테이너처리량 · Mov.Hour/Ship | 브라질 15개, 아르헨티나 6개, 우루과이 2개 컨테이너항만 |
| 서상범, 박명섭 (2006) | DEA | <ul style="list-style-type: none"> · 서비스 기사 수 · 평균 재고 금액 | <ul style="list-style-type: none"> · CSI · A/S 이미지 · 고객감동 · 미스터리쇼핑 · 2시간 내 처리율 · 24시간 내 처리율 · 수리품질 | 한 기업의 41개 직영서비스 센터, 63개 서비스전문점 |

제4장 DEA모형의 적용 결과

1. 평가대상의 선정 및 DEA 소프트웨어

평가대상의 선정은 한국컨테이너부두공단(www.kca.or.kr)의 컨테이너 화물 유통추이 분석 자료와, 한국항만물류협회(www.kopla.or.kr)의 항만 하역요람에서 2003년부터 2005년까지의 3개년도 자료를 모두 갖추어진 업체들을 선정하여 사용하였다. 그 결과로 부산항 ODCY 업체 12개, 양산 ICD 업체 8개, 총 20개 업체를 최종으로 선정하여 DEA-CCR, DEA-BCC 산출기준 모형으로 분석하였다.

DEA 기법을 위한 소프트웨어는 여러 종류가 개발되어 있다.

상업용 소프트웨어로는 DEA-Solver-Pro, Frontier Analyst, OnFront, Warwick DEA 등이 있으며, 비상업용 소프트웨어로는 DEA Excel Solver, DEAP, EMS(Efficiency Measurement System), PIONEER2 등이 있다. 각각 소프트웨어에 따라 사용 방법과 분석 가능한 모형 및 결과값이 조금씩 다르다는 특징이 있다.

본 논문에서는 비상업용 소프트웨어인 DEA-SOLVER와 EMS를 사용하여 분석하였다.

2. 투입변수와 산출변수의 선정

현재까지 나와 있는 DEA 모형을 사용한 연구에서 ODCY 및 ICD에 적용시킨 사례는 없었으므로 기존의 컨테이너항만 및 터미널을 분석한 논문들을 참고로 하여 변수를 선정하였다. 이러한 연구들에서는 대부분 컨테이너 처리량을 산출요소로 선정하고 있으며, 투입요소에서는 연구자들 간의 차이가 있으나, 선석길이, 본선장비와, 야드장비, 터미널 총면적, 야드면적을 고려하고 있다.

이러한 선행연구들의 결과로 투입변수로 CY부지면적, 종사자, 하역장비¹⁰⁾ 개수를 선정하였고, 산출변수로는 수출컨테이너처리량, 수입컨테이너처리량¹¹⁾을 선정하였다.

10) 업체별 하역장비 상세 현황은 항만물류학회 항만하역요람 참고.

<표 4-1> 투입, 산출 변수

| 투입변수 | 산출변수 |
|-------------------------|------------------------|
| CY부지면적 종사자 하역장비개수 | 수출컨테이너처리량 수입컨테이너처리량 |

주 : 수출입 컨테이너는 적·공 컨테이너 포함.

Banker(1996)에 따르면 DEA 분석 시 적절한 DMU의 수는 아래의 식과 같다.

$$n \geq \max \{ m \times s, 3(m + s) \}$$

m = 투입물의 수

s = 산출물의 수

n = 분석할 DMU의 수

위의 식에 따라 분석에 사용될 DMU의 수는 총 20개로 위의 DMU 계산식에 따라 평가에 사용되는 DMU의 수는 적절하다.

<표 4-2>, <표 4-3>, <표 4-4>는 효율성 분석에 사용될 2003년부터 2005년까지의 분석 자료 현황을 나타낸 것이다.

11) 적·공 컨테이너 포함.

<표 4-2> 2003년 효율성 분석 자료

| DMU | (I)면적 (평) | (I)종사자 (명) | (I)하역장비 (대) | (O)수출 컨테이너 처리량 (TEU) | (O)수입 컨테이너 처리량 (TEU) |
|------------|--------------|---------------|----------------|-------------------------------|-------------------------------|
| KCTC(ODCY) | 22,035 | 307 | 32 | 238,599 | 200,002 |
| 국보(ODCY) | 5,127 | 18 | 3 | 56,091 | 45,267 |
| 국제통운(ODCY) | 17,886 | 187 | 24 | 153,332 | 196,118 |
| 대한통운(ODCY) | 36,749 | 140 | 17 | 201,068 | 194,340 |
| 동방(ODCY) | 20,778 | 144 | 16 | 143,090 | 144,291 |
| 동부건설(ODCY) | 7,004 | 9 | 2 | 4,252 | 21,412 |
| 삼익물류(ODCY) | 6,018 | 48 | 19 | 14,835 | 8,068 |
| 세방(ODCY) | 25,108 | 127 | 11 | 147,992 | 126,823 |
| 천일정기(ODCY) | 23,294 | 103 | 21 | 184,886 | 161,932 |
| 한진(ODCY) | 32,551 | 103 | 8 | 126,490 | 122,912 |
| 현대(ODCY) | 27,112 | 61 | 8 | 206,719 | 171,829 |
| 협성(ODCY) | 8,668 | 52 | 11 | 67,756 | 63,951 |
| 현대상선(ICD) | 8,550 | 6 | 1 | 79 | 300 |
| KCTC(ICD) | 19,000 | 3 | 2 | 2 | 3,465 |
| 동방(ICD) | 11,400 | 22 | 6 | 7,858 | 6,975 |
| 천경(ICD) | 7,600 | 35 | 7 | 14,337 | 25,020 |
| 동남아(ICD) | 3,800 | 7 | 2 | 4,571 | 4,152 |
| 한진(ICD) | 27,550 | 17 | 2 | 28,074 | 14,121 |
| 국보(ICD) | 10,450 | 113 | 16 | 104,557 | 99,868 |
| 지티씨(ICD) | 1,351 | 30 | 6 | 1,001 | 1,117 |

자료 : 한국컨테이너부두공단, 항만하역요람 2004.

<표 4-3> 2004년 효율성 분석 자료

| DMU | (I)면적 (평) | (I)종사자 (명) | (I)하역장비 (대) | (O)수출 컨테이너 처리량 (TEU) | (O)수입 컨테이너 처리량 (TEU) |
|------------|--------------|---------------|----------------|-------------------------------|-------------------------------|
| KCTC(ODCY) | 22,035 | 170 | 32 | 191,318 | 160,370 |
| 국보(ODCY) | 5,127 | 37 | 3 | 25,429 | 21,340 |
| 국제통운(ODCY) | 17,886 | 176 | 18 | 183,990 | 194,002 |
| 대한통운(ODCY) | 35,538 | 127 | 18 | 128,552 | 188,126 |
| 동방(ODCY) | 6,285 | 110 | 6 | 123,847 | 135,836 |
| 동부건설(ODCY) | 7,004 | 12 | 2 | 16,630 | 39,706 |
| 삼익물류(ODCY) | 6,308 | 54 | 17 | 66,811 | 29,966 |
| 세방(ODCY) | 25,108 | 124 | 10 | 221,726 | 212,062 |
| 천일정기(ODCY) | 23,294 | 103 | 21 | 236,070 | 199,263 |
| 한진(ODCY) | 18,207 | 74 | 19 | 48,521 | 52,860 |
| 현대(ODCY) | 27,108 | 71 | 8 | 151,886 | 110,312 |
| 협성(ODCY) | 8,668 | 51 | 12 | 86,593 | 81,704 |
| 현대상선(ICD) | 8,550 | 6 | 1 | 293 | 236 |
| KCTC(ICD) | 1,900 | 5 | 2 | 1,984 | 1,402 |
| 동방(ICD) | 11,400 | 25 | 5 | 17,180 | 17,076 |
| 천경(ICD) | 7,600 | 49 | 5 | 17,584 | 24,967 |
| 동남아(ICD) | 3,800 | 6 | 2 | 4,593 | 2,589 |
| 한진(ICD) | 27,550 | 80 | 3 | 20,439 | 11,265 |
| 국보(ICD) | 10,450 | 111 | 14 | 98,151 | 100,611 |
| 지티씨(ICD) | 1,351 | 31 | 8 | 9,866 | 14,457 |

자료 : 한국컨테이너부두공단, 항만하역요람 2005.

<표 4-4> 2005년 효율성 분석 자료

| DMU | (I)면적 (평) | (I)종사자 (명) | (I)하역장비 (대) | (O)수출 컨테이너 처리량 (TEU) | (O)수입 컨테이너 처리량 (TEU) |
|------------|--------------|---------------|----------------|-------------------------------|-------------------------------|
| KCTC(ODCY) | 22,035 | 158 | 32 | 190,965 | 160,074 |
| 국보(ODCY) | 9,654 | 50 | 34 | 22,787 | 16,012 |
| 국제통운(ODCY) | 15,776 | 231 | 35 | 253,405 | 285,171 |
| 대한통운(ODCY) | 35,538 | 127 | 18 | 90,528 | 115,491 |
| 동방(ODCY) | 6,285 | 185 | 24 | 128,281 | 137,635 |
| 동부건설(ODCY) | 7,004 | 14 | 16 | 14,394 | 28,316 |
| 삼익물류(ODCY) | 6,308 | 128 | 17 | 75,923 | 43,903 |
| 세방(ODCY) | 25,108 | 130 | 12 | 196,867 | 181,965 |
| 천일정기(ODCY) | 23,294 | 127 | 21 | 227,020 | 186,853 |
| 한진(ODCY) | 17,572 | 70 | 4 | 40,124 | 46,397 |
| 현대(ODCY) | 27,108 | 73 | 8 | 131,635 | 95,422 |
| 협성(ODCY) | 8,668 | 50 | 12 | 90,694 | 87,333 |
| 현대상선(ICD) | 8,550 | 6 | 2 | 7,650 | 130 |
| KCTC(ICD) | 19,000 | 3 | 2 | 35 | 3,158 |
| 동방(ICD) | 11,400 | 21 | 5 | 13,814 | 4,788 |
| 천경(ICD) | 7,600 | 37 | 4 | 13,792 | 24,437 |
| 동남아(ICD) | 3,800 | 4 | 1 | 1,052 | 1,492 |
| 한진(ICD) | 27,550 | 90 | 5 | 13,966 | 10,070 |
| 국보(ICD) | 10,450 | 92 | 14 | 90,652 | 99,867 |
| 지티씨(ICD) | 1,351 | 45 | 10 | 12,693 | 12,488 |

자료 : 한국컨테이너부두공단, 항만하역요람 2006.

2005년 기준 분석 자료의 기술통계분석 결과¹²⁾를 살펴보면 <표 4-5>와 같다.

<표 4-5> 분석자료 기술통계량

(2005년)

| | (I)면적 (평) | (I)종사자 (명) | (I)하역장비 (대) | (O)수출 컨테이너 처리량 (TEU) | (O)수입 컨테이너 처리량 (TEU) |
|------|--------------|---------------|----------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 평균 | 14,702.55 | 82.05 | 13.80 | 80,813.85 | 77,050.10 |
| 표준편차 | 9,441.479 | 64.617 | 10.812 | 81,975.175 | 79,885.616 |
| 최소값 | 1,351 | 3 | 1 | 35 | 130 |
| 최대값 | 35,538 | 231 | 35 | 253,405 | 285,171 |
| 관측수 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |

ODCY와 양산 ICD의 수출컨테이너의 총 처리량 평균은 약 80,814TEU이며, 수입컨테이너 총 처리량 평균은 77.050TEU이다. 평균면적은 약 14,703평, 평균 종사자 수는 약 82명, 평균 하역장비수는 약 14대인 것으로 나타났다.

<표 4-6>은 투입 및 산출요소의 상관관계 분석결과를 제시하고 있다. 면적-종사자(0.482), 면적-하역장비(0.311) 요소를 제외한 대부분의 요소 간 상관관계가 높은 것(0.6)으로 나타났다. 산출요소와 투입요소간의 상관관계 중 가장 높은 것은 수출컨테이너-종사자(0.833), 수입컨테이너-종사자(0.848)인 것으로 나타났으며, 수출컨테이너-면적(0.714), 수입컨테이너-면적(0.691)간의 상관관계가 다음 순으로 분석되었다.

12) 03, 04년도 결과는 부록에 첨부.

<표 4-6> 2005년 자료 기준 투입 및 산출요소의 상관관계 분석 결과

| 구분 | 면적 | 종사자 | 하역장비 | 수출컨테이너 처리량 | 수입컨테이너 처리량 |
|---------------|-------|-------|-------|---------------|---------------|
| 면적 | 1 | 0.482 | 0.311 | 0.714 | 0.691 |
| 종사자 | 0.482 | 1 | 0.895 | 0.833 | 0.848 |
| 하역장비 | 0.311 | 0.895 | 1 | 0.735 | 0.754 |
| 수출컨테이너 처리량 | 0.714 | 0.833 | 0.735 | 1 | 0.978 |
| 수입컨테이너 처리량 | 0.691 | 0.848 | 0.754 | 0.978 | 1 |

※ 소수 넷째 자리에서 반올림.

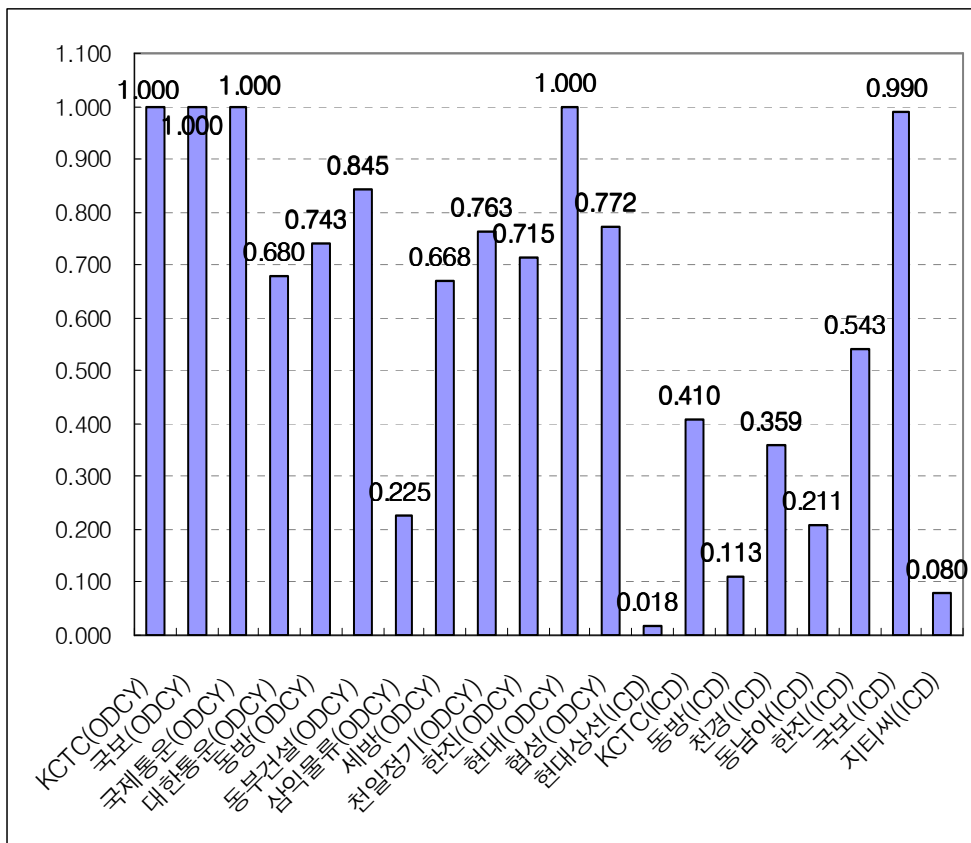
3. DEA-CCR 모형에 의한 효율성 분석

1) 2003년도 효율성 분석 결과

2003년도 효율성 분석 결과, KCTC(ODCY), 국보(ODCY), 국제통운(ODCY), 현대(ODCY)가 효율적인 업체로 나타났다.

상대적으로 삼익물류(ODCY), 현대상선(ICD), KCTC(ICD), 동방(ICD), 천경(ICD), 동남아(ICD), 한진(ICD), 지티씨(ICD)가 효율성 수치 0.5 미만으로 낮은 효율성 수치를 보여주고 있다.

<그림 4-1> 2003년도 효율성 분석 결과(CCR)

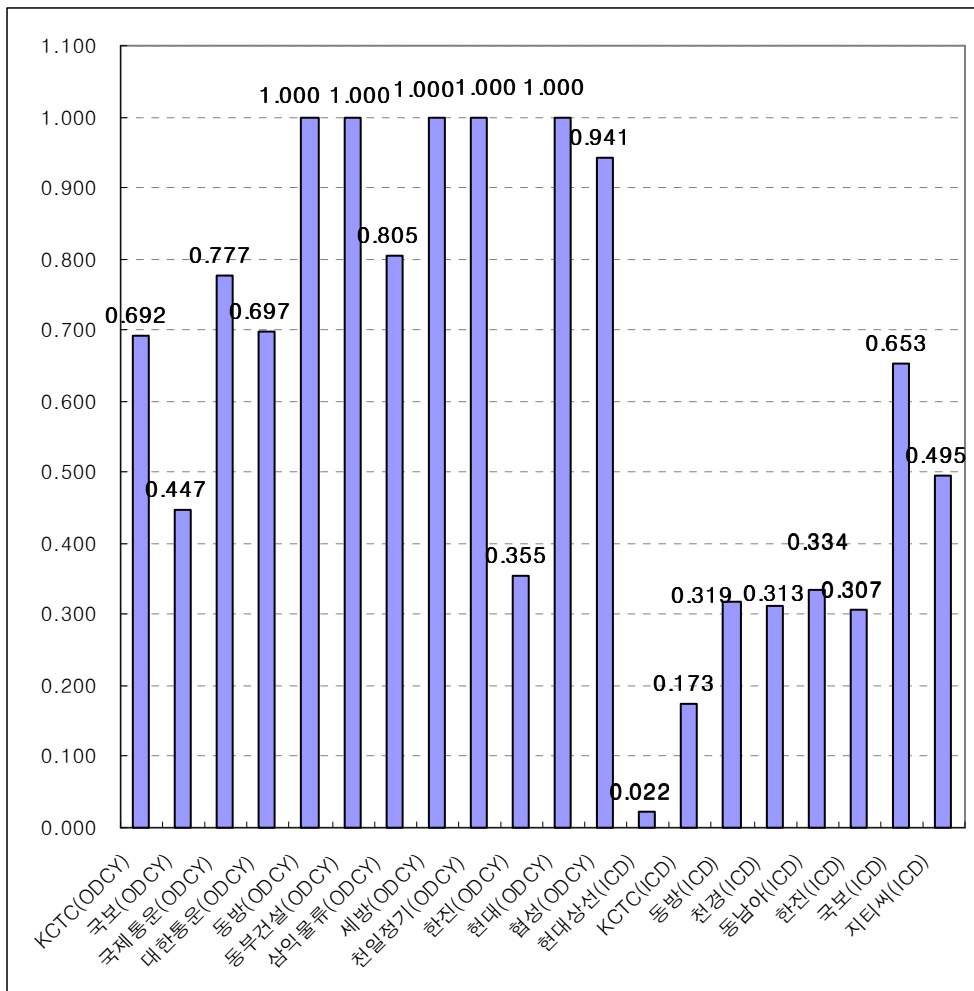


2) 2004년도 효율성 분석 결과

2004년도 효율성 분석 결과, 동방(ODCY), 동부건설(ODCY), 세방(ODCY), 천일정기(ODCY), 현대(ODCY)가 효율적인 업체로 나타났다.

상대적으로 국보(ODCY), 한진(ODCY), 현대상선(ICD), KCTC(ICD), 동방(ICD), 천경(ICD), 동남아(ICD), 한진(ICD), 지티씨(ICD)가 효율성 수치 0.5 미만으로 낮은 효율성 수치를 보여주고 있다.

<그림 4-2> 2004년도 효율성 분석 결과(CCR)

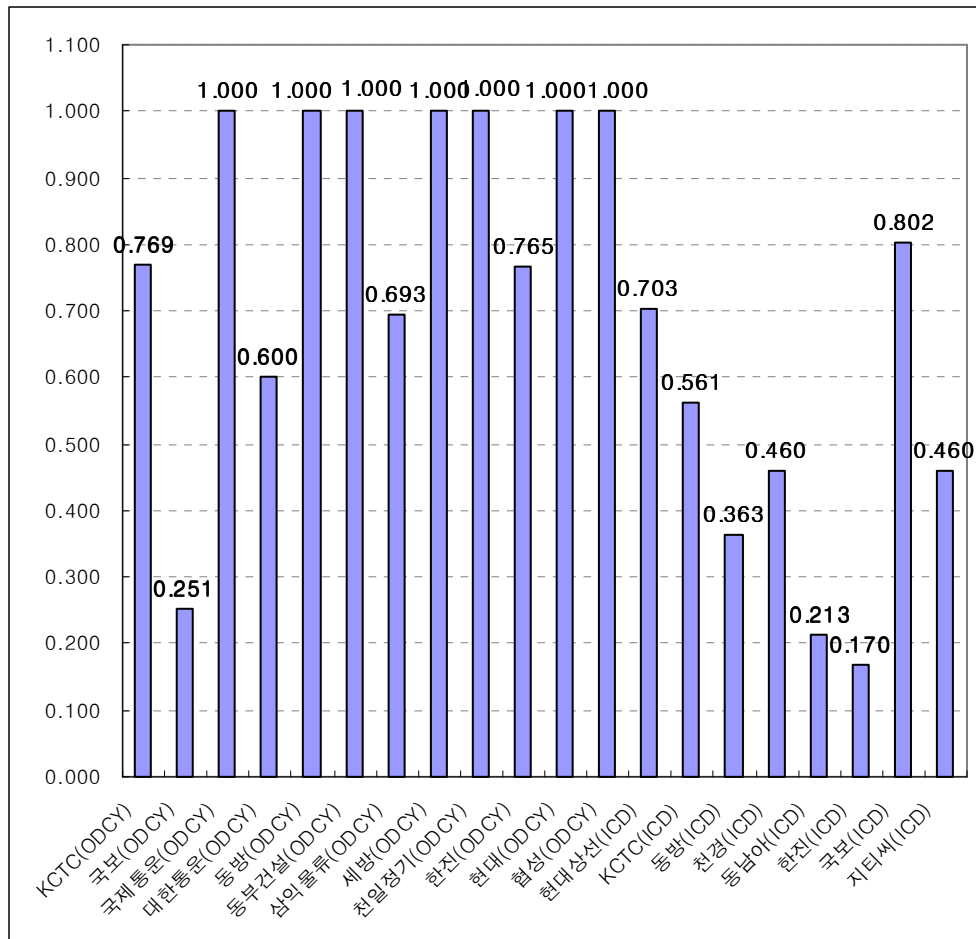


3) 2005년도 효율성 분석 결과

2005년도 효율성 분석 결과, 국제통운(ODCY), 동방(ODCY), 동부건설(ODCY), 세방(ODCY), 천일정기(ODCY), 현대(ODCY), 협성(ODCY)이 효율적인 업체로 나타났다.

상대적으로 국보(ODCY), 동방(ICD), 천경(ICD), 동남아(ICD), (ICD), 한진(ICD), 지티씨(ICD)가 효율성 수치 0.5 미만으로 낮은 효율성 수치를 보여주고 있다.

<그림 4-3> 2005년도 효율성 분석 결과(CCR)



4) 2005년 CCR 분석 효율성 순위와 참조집합

<표 4-7>은 2005년 DEA-CCR 분석의 업체별 효율성 순위, 효율성값, 그리고 참조집합-람다값을 나타낸 표이다.¹³⁾

<표 4-7> 2005년도 순위와 참조집합(CCR모형)

| 순위 | DMU | 효율성값 | 참조집합 - 람다 |
|----|------------|-------|---|
| 1 | 협성(ODCY) | 1.000 | 협성(ODCY)-1.000 |
| 1 | 현대(ODCY) | 1.000 | 현대(ODCY)-1.000 |
| 1 | 천일정기(ODCY) | 1.000 | 천일정기(ODCY)-1.000 |
| 1 | 국제통운(ODCY) | 1.000 | 국제통운(ODCY)-1.000 |
| 1 | 세방(ODCY) | 1.000 | 세방(ODCY)-1.000 |
| 1 | 동방(ODCY) | 1.000 | 동방(ODCY)-1.000 |
| 1 | 동부건설(ODCY) | 1.000 | 동부건설(ODCY)-1.000 |
| 8 | 국보(ICD) | 0.802 | 국제통운(ODCY)-0.244, 세방(ODCY)-0.161, 협성(ODCY)-0.295 |
| 9 | KCTC(ODCY) | 0.769 | 국제통운(ODCY)-0.288, 협성(ODCY)-1.769, 천일정기(ODCY)-0.134, |
| 10 | 한진(ODCY) | 0.765 | 세방(ODCY)-0.333 |
| 11 | 현대상선(ICD) | 0.703 | 협성(ODCY)-0.120 |
| 12 | 삼익물류(ICD) | 0.693 | 국제통운(ODCY)-0.281, 동방(ODCY)-0.299 |
| 13 | 대한통운(ODCY) | 0.600 | 세방(ODCY)-0.654, 협성(ODCY)-0.850 |
| 14 | KCTC(ICD) | 0.561 | 동부건설(ODCY)-0.101, 협성(ODCY)-0.032 |
| 15 | 지티시(ICD) | 0.460 | 동방(ODCY)-0.215 |
| 16 | 천경(ICD) | 0.460 | 세방(ODCY)-0.254, 협성(ODCY)-0.079 |
| 17 | 동방(ICD) | 0.363 | 현대(ODCY)-0.004, 협성(ODCY)-0.414 |
| 18 | 국보(ODCY) | 0.251 | 협성(ODCY)-1.000 |
| 19 | 동남아(ICD) | 0.213 | 동부건설(ODCY)-0.003, 협성(ODCY)-0.079 |
| 20 | 한진(ICD) | 0.170 | 현대(ODCY)-0.625 |

13) 2003, 2004, DEA-CCR 및 2003, 2004 DEA-BCC 표는 부록에 첨부.

<표 4-7>에서 효율성 값이 1이 나온 경우는 효율적이고 1보다 작은 값이 나온 경우는 비효율적이라고 평가한다.¹⁴⁾ 분석 결과 효율적으로 평가되는 업체는 7개 업체이다. 1미만의 DMU는 참조집합이 존재하며, 이러한 의미를 알아보기 위해 효율성 값이 0.802인 순위 8위의 국보(ICD)를 예로 살펴보면 다음과 같다. 국보(ICD)의 참조집합인 국제통운(ODCY), 세방(ODCY), 협성(ODCY)의 투입물과 산출물을 각 램다값으로 선형결합을 하여 가상적인 DMU를 만든다. 따라서 국보(ICD)의 효율성은 그 가상적 DMU에 대하여 상대적 효율성 값이 0.802로 평가된다는 의미이다.

각 업체들의 이러한 참조집합을 벤치마킹(benchmarking)의 참고자료로 이용할 수 있다는 것을 보여준다. 또한 램다값이 높으면 높을수록 평가에 있어 그 업체를 더욱 참조했다는 의미가 되며 효율성에서 그 업체와 유사성이 높다고 볼 수 있다.

<표 4-8> 2005년 CCR 모형의 참조집합 빈도

| 참조집합 | 빈도 |
|------------|----|
| 협성(ODCY) | 10 |
| 세방(ODCY) | 5 |
| 국제통운(ODCY) | 4 |
| 현대(ODCY) | 3 |
| 동방(ODCY) | 3 |
| 동부건설(ODCY) | 3 |
| 천일정기(ODCY) | 2 |

협성(ODCY)의 참조집합의 빈도수가 10회로 가장 높게 나타났으며, 세방(ODCY)가 5회, 국제통운(ODCY)가 4회로 나타났다.

5) 효율성 개선을 위한 투사

비효율적으로 나온 업체들의 효율성을 개선하기 위해서는 효율적인 업체에 투자를 했을 때 생기는 투자값을 안다면 비효율적 요소를 개선하는

14) CCR 모형이 효율적이 되기 위해서는 효율성 값이 1인 동시에 모든 슬랙(투입잉여, 산출부족)이 0이어야 한다.

데 용이할 것이다. <표 4-9>는 효율성 개선을 위한 일부 업체들의 투자 값을 나타낸 것이다.

KCTC(ODCY)의 CCR분석의 효율성 값은 약 0.77로 측정 되었다. 이러한 효율성을 개선하기 위해서는 투입요소의 기존의 면적과 종사자의 수, 하역장비는 그대로 유지하고, 산출요소인 수출컨테이너처리량은 기존의 190,965TEU에서 248,439TEU로 증가시켜야 하며, 수입컨테이너처리량은 160,074TEU에서 244,364TEU로 개선시켜야 효율성이 향상 될 수 있다는 것으로 해석할 수 있다.

<표 4-9> 2005 CCR 모형의 효율성 개선을 위한 투자

| 투입/산출 | 효율성값 | 투자 | 차이 | % |
|------------|------------|---------|-----------|---------|
| KCTC(ODCY) | 0.76866066 | | | |
| 면적 | 22,035 | 22,035 | 0 | 0.00% |
| 종사자 | 158 | 158 | 0 | 0.00% |
| 하역장비 | 32 | 32 | 0 | 0.00% |
| 수출컨테이너처리량 | 190,965 | 248,437 | 57,473.63 | 30.10% |
| 수입컨테이너처리량 | 160,074 | 244,364 | 84,289.77 | 52.66% |
| 국보(ODCY) | 0.25125146 | | | |
| 면적 | 9,654 | 8,668 | -986 | -10.21% |
| 종사자 | 50 | 50 | 0 | 0.00% |
| 하역장비 | 34 | 12 | -22 | -64.71% |
| 수출컨테이너처리량 | 22,787 | 90,694 | 67,907 | 298.01% |
| 수입컨테이너처리량 | 16,012 | 87,333 | 71,321 | 445.42% |
| 국제통운(ODCY) | 1 | | | |
| 면적 | 15,776 | 15,776 | 0 | 0.00% |
| 종사자 | 231 | 231 | 0 | 0.00% |
| 하역장비 | 35 | 35 | 0 | 0.00% |
| 수출컨테이너처리량 | 253,405 | 253,405 | 0 | 0.00% |
| 수입컨테이너처리량 | 285,171 | 285,171 | 0 | 0.00% |

| 투입/산출 | 효율성값 | 투사 | 차이 | % |
|------------|------------|---------|------------|---------|
| 대한통운(ODCY) | 0.59992115 | | | |
| 면적 | 35,538 | 23,688 | -11,850 | -33.34% |
| 종사자 | 127 | 127 | 0 | 0.00% |
| 하역장비 | 18 | 18 | 0 | 0.00% |
| 수출컨테이너처리량 | 90,528 | 205,053 | 114,525.45 | 126.51% |
| 수입컨테이너처리량 | 115,491 | 192,510 | 77,019.30 | 66.69% |
| 동방(ODCY) | 1 | | | |
| 면적 | 6,285 | 6,285 | 0 | 0.00% |
| 종사자 | 185 | 185 | 0 | 0.00% |
| 하역장비 | 24 | 24 | 0 | 0.00% |
| 수출컨테이너처리량 | 128,281 | 128,281 | 0 | 0.00% |
| 수입컨테이너처리량 | 137,635 | 137,635 | 0 | 0.00% |
| 동부건설(ODCY) | 1 | | | |
| 면적 | 7,004 | 7,004 | 0 | 0.00% |
| 종사자 | 14 | 14 | 0 | 0.00% |
| 하역장비 | 16 | 16 | 0 | 0.00% |
| 수출컨테이너처리량 | 14,394 | 14,394 | 0 | 0.00% |
| 수입컨테이너처리량 | 28,316 | 28,316 | 0 | 0.00% |
| 삼익물류(ODCY) | 0.69342357 | | | |
| 면적 | 6,308 | 6,308 | 0 | 0.00% |
| 종사자 | 128 | 120 | -7.85 | -6.13% |
| 하역장비 | 17 | 17 | 0 | 0.00% |
| 수출컨테이너처리량 | 75,923 | 109,490 | 33,567.08 | 44.21% |
| 수입컨테이너처리량 | 43,903 | 121,205 | 77,302.07 | 176.07% |
| 세방(ODCY) | 1 | | | |
| 면적 | 25,108 | 25,108 | 0 | 0.00% |
| 종사자 | 130 | 130 | 0 | 0.00% |
| 하역장비 | 12 | 12 | 0 | 0.00% |
| 수출컨테이너처리량 | 196,867 | 196,867 | 0 | 0.00% |
| 수입컨테이너처리량 | 181,965 | 181,965 | 0 | 0.00% |

| 투입/산출 | 효율성값 | 투사 | 차이 | % |
|------------|------------|---------|-----------|---------|
| 천일정기(ODCY) | 1 | | | |
| 면적 | 23,294 | 23,294 | 0 | 0.00% |
| 종사자 | 127 | 127 | 0 | 0.00% |
| 하역장비 | 21 | 21 | 0 | 0.00% |
| 수출컨테이너처리량 | 227,020 | 227,020 | 0 | 0.00% |
| 수입컨테이너처리량 | 186,853 | 186,853 | 0 | 0.00% |
| 한진(ODCY) | 0.76493282 | | | |
| 면적 | 17,572 | 8,369 | -9,202.67 | -52.37% |
| 종사자 | 70 | 43 | -26.67 | -38.10% |
| 하역장비 | 4 | 4 | 0 | 0.00% |
| 수출컨테이너처리량 | 40,124 | 65,622 | 25,498.33 | 63.55% |
| 수입컨테이너처리량 | 46,397 | 60,655 | 14,258 | 30.73% |
| 현대(ODCY) | 1 | | | |
| 면적 | 27,108 | 27,108 | 0 | 0.00% |
| 종사자 | 73 | 73 | 0 | 0.00% |
| 하역장비 | 8 | 8 | 0 | 0.00% |
| 수출컨테이너처리량 | 131,635 | 131,635 | 0 | 0.00% |
| 수입컨테이너처리량 | 95,422 | 95,422 | 0 | 0.00% |
| 협성(ODCY) | 1 | | | |
| 면적 | 8,668 | 8,668 | 0 | 0.00% |
| 종사자 | 50 | 50 | 0 | 0.00% |
| 하역장비 | 12 | 12 | 0 | 0.00% |
| 수출컨테이너처리량 | 90,694 | 90,694 | 0 | 0.00% |
| 수입컨테이너처리량 | 87,333 | 87,333 | 0 | 0.00% |
| 현대상선(ICD) | 0.70291309 | | | |
| 면적 | 8,550 | 1,040 | -7,509.84 | -87.83% |
| 종사자 | 6 | 6 | 0 | 0.00% |
| 하역장비 | 2 | 1 | -0.56 | -28.00% |
| 수출컨테이너처리량 | 7,650 | 10,883 | 3,233.28 | 42.27% |
| 수입컨테이너처리량 | 130 | 10,480 | 10,349.96 | 999.90% |

| 투입/산출 | 효율성값 | 투사 | 차이 | % |
|-----------|------------|--------|------------|---------|
| KCTC(ICD) | 0.56080951 | | | |
| 면적 | 19,000 | 984 | -18,016.43 | -94.82% |
| 종사자 | 3 | 3 | 0 | 0.00% |
| 하역장비 | 2 | 2 | 0 | 0.00% |
| 수출컨테이너처리량 | 35 | 4,328 | 4,292.68 | 999.90% |
| 수입컨테이너처리량 | 3,158 | 5,6317 | 2,473.15 | 78.31% |
| 동방(ICD) | 0.36268441 | | | |
| 면적 | 11,400 | 3,701 | -7,698.71 | -67.53% |
| 종사자 | 21 | 21 | 0 | 0.00% |
| 하역장비 | 5 | 5 | 0 | 0.00% |
| 수출컨테이너처리량 | 13,814 | 38,088 | 24,274.21 | 175.72% |
| 수입컨테이너처리량 | 4,788 | 36,545 | 31,757.05 | 663.26% |
| 천경(ICD) | 0.4596592 | | | |
| 면적 | 7,600 | 7,068 | -532.17 | -7.00% |
| 종사자 | 37 | 37 | 0 | 0.00% |
| 하역장비 | 4 | 4 | 0 | 0.00% |
| 수출컨테이너처리량 | 13,792 | 57,217 | 43,424.97 | 314.86% |
| 수입컨테이너처리량 | 24,437 | 53,163 | 28,726.30 | 117.55% |
| 동남아(ICD) | 0.21317746 | | | |
| 면적 | 3,800 | 708 | -3,092.08 | -81.37% |
| 종사자 | 4 | 4 | 0 | 0.00% |
| 하역장비 | 1 | 1 | 0 | 0.00% |
| 수출컨테이너처리량 | 1,052 | 7,221 | 6,168.71 | 586.38% |
| 수입컨테이너처리량 | 1,492 | 6,999 | 5,506.86 | 369.09% |
| 한진(ICD) | 0.16975424 | | | |
| 면적 | 27,550 | 16,943 | -10,607.50 | -38.50% |
| 종사자 | 90 | 46 | -44.38 | -49.31% |
| 하역장비 | 5 | 5 | 0 | 0.00% |
| 수출컨테이너처리량 | 13,966 | 82,272 | 68,305.88 | 489.09% |
| 수입컨테이너처리량 | 10,070 | 59,639 | 49,568.75 | 492.24% |

| 투입/산출 | 효율성값 | 투사 | 차이 | % |
|-----------|------------|---------|-----------|---------|
| 국보(ICD) | 0.80160641 | | | |
| 면적 | 10,450 | 10,450 | 0 | 0.00% |
| 종사자 | 92 | 92 | 0 | 0.00% |
| 하역장비 | 14 | 14 | 0 | 0.00% |
| 수출컨테이너처리량 | 90,652 | 120,238 | 29,586.14 | 32.64% |
| 수입컨테이너처리량 | 99,867 | 124,584 | 24,716.58 | 24.75% |
| 지티씨(ICD) | 0.46031155 | | | |
| 면적 | 1,351 | 1,351 | 0 | 0.00% |
| 종사자 | 45 | 40 | -5.23 | -11.63% |
| 하역장비 | 10 | 5 | -4.84 | -48.41% |
| 수출컨테이너처리량 | 12,693 | 27,575 | 14,881.80 | 117.24% |
| 수입컨테이너처리량 | 12,488 | 29,586 | 17,097.50 | 136.91% |

6) EMS 분석을 통한 효율성 순위

Solver 프로그램이 효율성을 1로 평가를 한다면 EMS 프로그램은 효율적인 업체들 중에서도 순위를 나타내어 준다는 특징을 가지고 있다. <표 4-10>은 2005년 효율성 분석의 순위 및 EMS 점수의 Solver 점수 변환 점수, Solver 점수와 비교를 나타낸 표¹⁵⁾이다. EMS 프로그램은 효율성 분석 수치를 %점수로 나타내며 %점수가 낮을수록 효율성이 좋다는 것을 의미한다. 또한 EMS 점수를 Solver 점수로 변환하여 EMS 점수와 Solver 점수를 비교 할 수 있게 나타내었다.

EMS 분석을 통해 2005년 CCR 분석에서 세방(ODCY)이 67.66%로 가장 효율성이 높은 업체로 평가되었으며, 한진(ICD)이 589.09%로 가장 효율성이 낮은 업체로 평가되었다.

<표 4-10> 2005년 CCR 모형의 EMS 효율성 순위

| 순위 | DMU | EMS 점수 |
|----|------------|---------|
| 1 | 세방(ODCY) | 67.66% |
| 2 | 동방(ODCY) | 78.70% |
| 3 | 국제통운(ODCY) | 78.96% |
| 4 | 협성(ODCY) | 83.05% |
| 5 | 동부건설(ODCY) | 86.36% |
| 6 | 현대(ODCY) | 87.57% |
| 7 | 천일정기(ODCY) | 93.01% |
| 8 | 국보(ICD) | 124.75% |
| 9 | KCTC(ODCY) | 130.10% |
| 10 | 한진(ODCY) | 130.73% |
| 11 | 현대상선(ICD) | 142.27% |
| 12 | 삼익물류(ODCY) | 144.21% |
| 13 | 대한통운(ODCY) | 166.69% |
| 14 | KCTC(ICD) | 178.31% |
| 15 | 지티씨(ICD) | 217.24% |
| 16 | 천경(ICD) | 217.55% |
| 17 | 동방(ICD) | 275.72% |
| 18 | 국보(ODCY) | 398.01% |
| 19 | 동남아(ICD) | 469.09% |
| 20 | 한진(ICD) | 589.09% |

15) 2003, 2004년 CCR 및 BCC 자료는 부록에 첨부.

7) Solver와 EMS 효율성 값 비교

EMS 점수와 Solver 점수를 비교하면 <표 4-11>과 같다. 변환 점수는 $100 / \text{EMS\%점수}$ 로 계산하여 나누었으며 그 비교값이 Solver 점수와 같다는 것을 알 수 있다.

<표 4-11> 2005년 CCR 모형 효율성 값 비교

| 순위 | DMU | Solver 변환점수 | Solver 점수 |
|----|------------|-------------|-----------|
| 1 | 세방(ODCY) | 1.478 | 1.000 |
| 2 | 동방(ODCY) | 1.271 | 1.000 |
| 3 | 국제통운(ODCY) | 1.137 | 1.000 |
| 4 | 협성(ODCY) | 1.204 | 1.000 |
| 5 | 동부건설(ODCY) | 1.158 | 1.000 |
| 6 | 현대(ODCY) | 1.142 | 1.000 |
| 7 | 천일정기(ODCY) | 1.075 | 1.000 |
| 8 | 국보(ICD) | 0.802 | 0.802 |
| 9 | KCTC(ODCY) | 0.769 | 0.769 |
| 10 | 한진(ODCY) | 0.765 | 0.765 |
| 11 | 현대상선(ICD) | 0.703 | 0.703 |
| 12 | 삼익물류(ODCY) | 0.693 | 0.693 |
| 13 | 대한통운(ODCY) | 0.600 | 0.600 |
| 14 | KCTC(ICD) | 0.561 | 0.561 |
| 15 | 지티씨(ICD) | 0.460 | 0.460 |
| 15 | 천경(ICD) | 0.460 | 0.460 |
| 17 | 동방(ICD) | 0.363 | 0.363 |
| 18 | 국보(ODCY) | 0.251 | 0.251 |
| 19 | 동남아(ICD) | 0.213 | 0.213 |
| 20 | 한진(ICD) | 0.170 | 0.170 |

※ EMS 점수의 Solver 변환 점수 = $100 / \text{EMS \%점수}$.

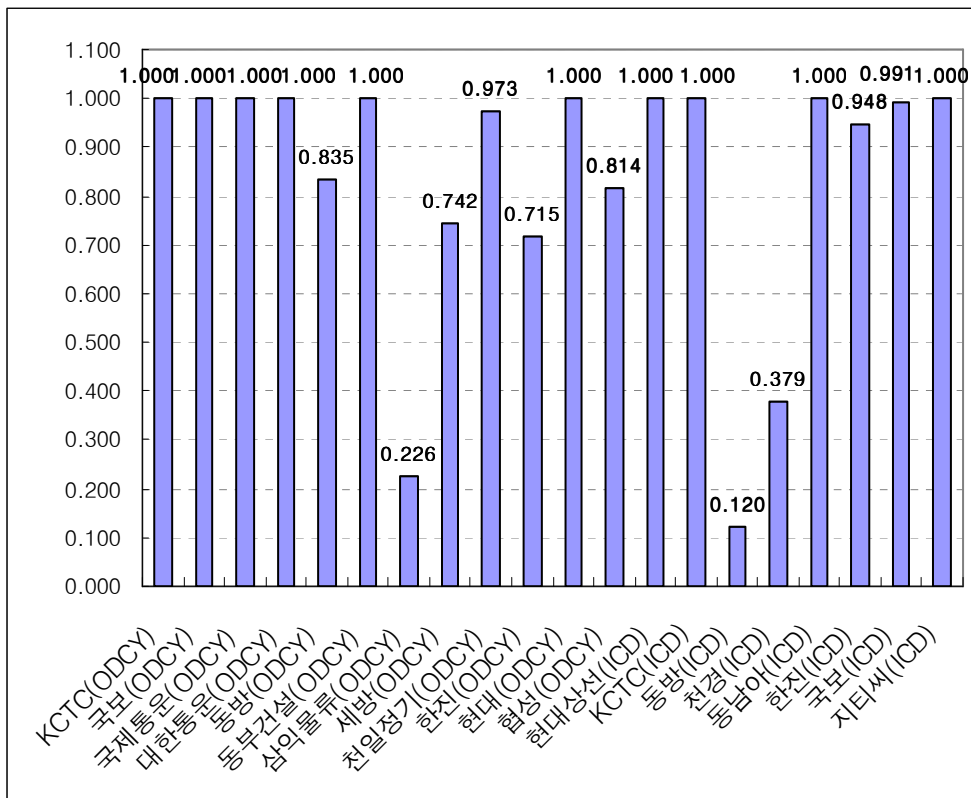
4. DEA-BCC 모형에 의한 효율성 분석

1) 2003년 효율성 분석 결과

2003년도 효율성 분석 결과, KCTC(ODCY), 국보(ODCY), 국제통운(ODCY), 대한통운(ODCY), 동부건설(ODCY), 현대(ODCY), 현대상선(ICD), KCTC(ICD), 동남아(ICD), 지티씨(ICD)가 효율적인 업체로 나타났다.

상대적으로 삼익물류(ODCY), 동방(ICD), 천경(ICD)이 효율성 수치 0.5 미만으로 낮은 효율성 수치를 보여주고 있다.

<그림 4-4> 2003년도 효율성 분석 결과(BCC)

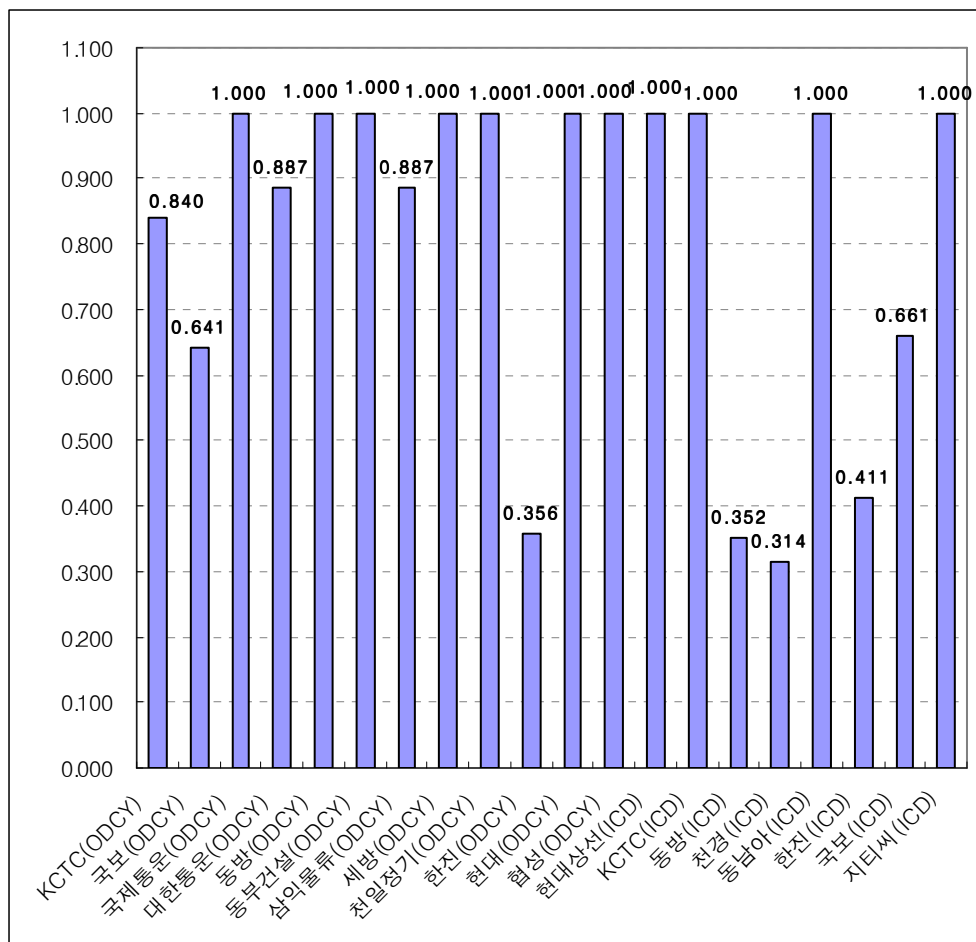


2) 2004년 효율성 분석 결과

2004년도 효율성 분석 결과, 국제통운(ODCY), 동방(ODCY), 동부건설(ODCY), 세방(ODCY), 천일정기(ODCY), 현대(ODCY), 협성(ODCY), 현대상선(ICD), KCTC(ICD), 동남아(ICD), 지티씨(ICD)가 효율적인 업체로 나타났다.

상대적으로 한진(ODCY), 동방(ICD), 천경(ICD), 한진(ICD)이 효율성 수치 0.5 미만으로 낮은 효율성 수치를 보여주고 있다.

<그림 4-5> 2004년도 효율성 분석 결과(BCC)

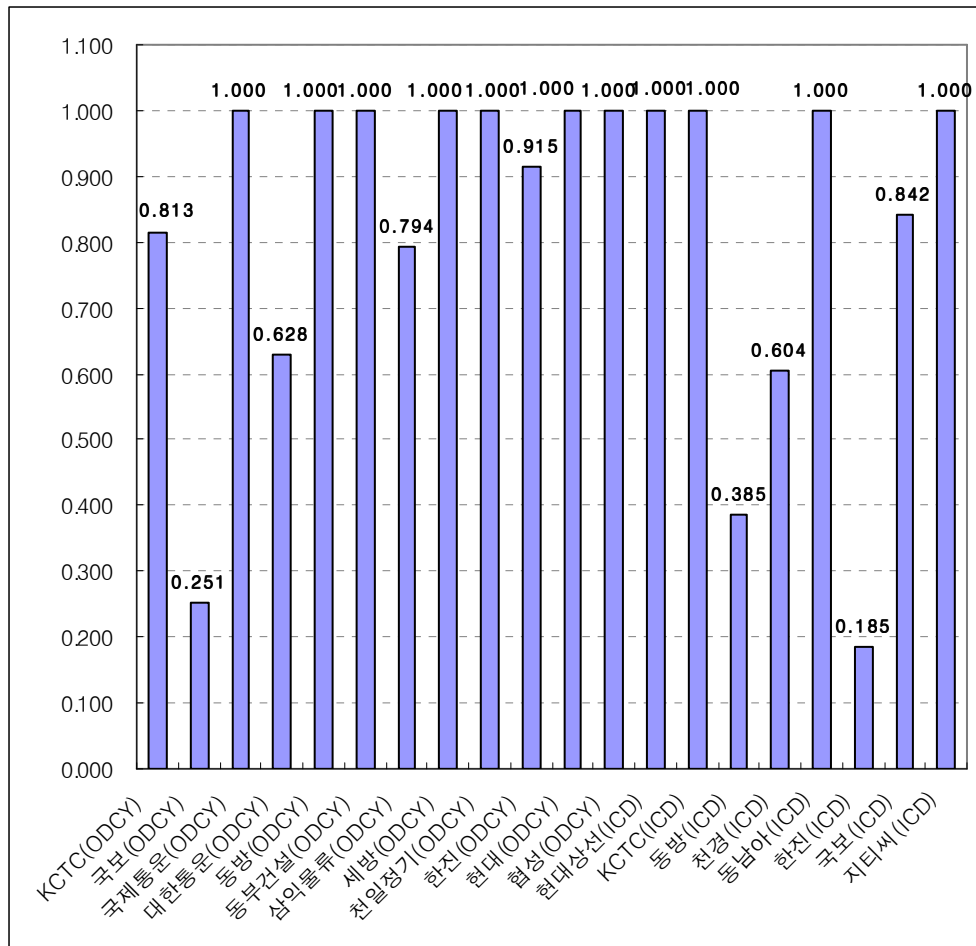


3) 2005년 효율성 분석 결과

2005년도 효율성 분석 결과, 국제통운(ODCY), 동방(ODCY), 동부건설(ODCY), 세방(ODCY), 천일정기(ODCY), 현대(ODCY), 협성(ODCY), 현대상선(ICD), KCTC(ICD), 동남아(ICD), 지티씨(ICD)가 효율적인 업체로 나타났다.

상대적으로 국보(ODCY), 동방(ICD), 한진(ICD)이 효율성 수치 0.5 미만으로 낮은 효율성 수치를 보여주고 있다.

<그림 4-6> 2005년도 효율성 분석 결과(BCC)



4) 2005년 BCC 분석 효율성 순위와 참조집합

<표 4-12>는 2005년 DEA-BCC 분석의 업체별 효율성 순위, 효율성 값, 그리고 참조집합-람다값을 나타낸 표이다.

<표 4-12> 2005년도 순위와 참조집합(BCC모형)

| 순위 | DMU | 효율성값 | 참조집합 - 람다 |
|----|------------|-------|--|
| 1 | 국제통운(ODCY) | 1.000 | 국제통운(ODCY)-1.000 |
| 1 | 동방(ODCY) | 1.000 | 동방(ODCY)-1.000 |
| 1 | 동부건설(ODCY) | 1.000 | 동부건설(ODCY)-1.000 |
| 1 | 세방(ODCY) | 1.000 | 세방(ODCY)-1.000 |
| 1 | 천일정기(ODCY) | 1.000 | 천일정기(ODCY)-1.000 |
| 1 | 현대(ODCY) | 1.000 | 현대(ODCY)-1.000 |
| 1 | 협성(ODCY) | 1.000 | 협성(ODCY)-1.000 |
| 1 | 현대상선(ICD) | 1.000 | 현대상선(ICD)-1.000 |
| 1 | KCTC(ICD) | 1.000 | KCTC(ICD)-1.000 |
| 1 | 동남아(ICD) | 1.000 | 동남아(ICD)-1.000 |
| 1 | 지티씨(ICD) | 1.000 | 지티씨(ICD)-1.000 |
| 12 | 한진(ODCY) | 0.915 | 세방(ODCY)-0.273, 동남아(ICD)-0.727 |
| 13 | 국보(ICD) | 0.842 | 국제통운(ODCY)-0.293, 세방(ODCY)-0.109, 협성(ODCY)-0.166, 동남아(ICD)-0.432 |
| 14 | KCTC(ODCY) | 0.813 | 국제통운(ODCY)-0.298, 천일정기(ODCY)-0.702 |
| 15 | 삼익물류(ODCY) | 0.794 | 동방(ODCY)-0.594, 협성(ODCY)-0.212, 동남아(ICD)-0.194 |
| 16 | 대한통운(ODCY) | 0.628 | 세방(ODCY)-0.321, 천일정기(ODCY)-0.667, 협성(ODCY)-0.013 |
| 17 | 천경(ICD) | 0.604 | 국제통운(ODCY)-0.037, 세방(ODCY)-0.157, 동남아(ICD)-0.805 |
| 18 | 동방(ICD) | 0.385 | 현대(ODCY)-0.044, 협성(ODCY)-0.273, 현대상선(ICD)-0.682 |
| 19 | 국보(ODCY) | 0.251 | 협성(ODCY)-1.000 |
| 20 | 한진(ICD) | 0.185 | 현대(ODCY)-0.571, 동남아(ICD)-0.429 |

2005년 BCC 분석에서 효율적으로 평가되는 업체는 총 11개 업체이고 비효율적으로 평가되는 업체가 9개 업체이다. 2005년 CCR 분석과 비교해 보았을 때 효율적인 업체가 4개 증가하였다. 이것은 BCC 분석 시 규모의 수익을 반영하였기 때문이다. CCR 분석에서 효율성이 1이었던 업체는 협성(ODCY), 현대(ODCY), 천일정기(ODCY), 국제통운(ODCY), 세방(ODCY), 동방(ODCY), 동부건설(ODCY)로 나타난 반면, 규모의 수익성을 반영한 BCC 분석에서는 CCR 분석시 효율성 수치가 1이었던 업체들 외에도 현대상선(ICD), KCTC(ICD), 동남아(ICD), 지티씨(ICD) 4개 업체가 추가되었다. 효율적인 업체가 증가함에 따라 각 업체별 참조집합 역시 다양하게 나타남을 알 수 있으며, 각 업체의 램다값들의 합이 모두 1이 됨을 알 수 있다.

<표 4-13>은 2005년 참조집합의 출현 빈도를 보여주고 있다.

<표 4-13> 2005년 BCC 모형의 참조집합 빈도

| 참조집합 | 빈도 |
|------------|----|
| 동남아(ICD) | 7 |
| 세방(ODCY) | 6 |
| 협성(ODCY) | 6 |
| 국제통운(ODCY) | 4 |
| 천일(ODCY) | 4 |
| 현대(ODCY) | 3 |
| 동방(ODCY) | 2 |
| 현대상선(ICD) | 2 |
| 동부건설(ODCY) | 1 |
| KCTC(ICD) | 1 |
| 지티씨(ICD) | 1 |

동남아(ICD), 세방(ODCY), 협성(ODCY)가 참조집합의 빈도수가 각각 7, 6, 6회로 높게 나타났으며, 2005년 컨테이너 장치장의 효율성에 있어 벤치마킹의 대상이 된다고 볼 수 있다.

5) 효율성 개선을 위한 투자

<표 4-14>는 2005년 BCC 분석의 효율성 개선을 위한 일부 업체들의 투자값을 나타낸 것이다.

국보(ODCY) 경우를 살펴보면, 기존의 효율성 값은 약 0.25로 측정되었다. 이러한 낮은 효율성을 개선하기 위해서는 투입요소와 산출요소 모두의 개선이 필요하다는 것을 알 수 있다. 종사자의 수는 기존의 50명을 그대로 두고, 총 9,654평의 면적은 8,668평으로 줄여야 하며, 하역장비의 수를 전체 34대에서 12대로 줄여야 한다. 산출요소의 수출컨테이너는 기존의 처리량 22,787TEU에서 90,694TEU로 증가시켜야 하며, 수입컨테이너처리량 역시 16,012TEU에서 87,333TEU만큼 개선해야 효율적으로 될 수 있다고 해석된다.

<표 4-14> 2005년 BCC 모형의 효율성 개선을 위한 투자

| 투입/산출 | 효율성값 | 투자 | 차이 | % |
|------------|------------|---------|-----------|---------|
| KCTC(ODCY) | 0.81301571 | | | |
| 면적 | 22,035 | 21,053 | -981.94 | -4.46% |
| 종사자 | 158 | 158 | 0 | 0.00% |
| 하역장비 | 32 | 25 | -6.83 | -21.33% |
| 수출컨테이너처리량 | 190,965 | 235 | 43,919.76 | 23.00% |
| 수입컨테이너처리량 | 160,074 | 216 | 56,085.33 | 35.04% |
| 국보(ODCY) | 0.25125146 | | | |
| 면적 | 9,654 | 8,668 | -986 | -10.21% |
| 종사자 | 50 | 50 | 0 | 0.00% |
| 하역장비 | 34 | 12 | -22 | -64.71% |
| 수출컨테이너처리량 | 22,787 | 90,694 | 67,907 | 298.01% |
| 수입컨테이너처리량 | 16,012 | 87,333 | 71,321 | 445.42% |
| 국제통운(ODCY) | 1 | | | |
| 면적 | 15,776 | 15,776 | 0 | 0.00% |
| 종사자 | 231 | 231 | 0 | 0.00% |
| 하역장비 | 35 | 35 | 0 | 0.00% |
| 수출컨테이너처리량 | 253,405 | 253,405 | 0 | 0.00% |
| 수입컨테이너처리량 | 285,171 | 285,171 | 0 | 0.00% |

| 투입/산출 | 효율성값 | 투사 | 차이 | % |
|------------|------------|---------|------------|---------|
| 대한통운(ODCY) | 0.62752944 | | | |
| 면적 | 35,538 | 23,693 | -11,844.83 | -33.33% |
| 종사자 | 127 | 127 | 0 | 0.00% |
| 하역장비 | 18 | 18 | 0 | 0.00% |
| 수출컨테이너처리량 | 90,528 | 215,642 | 125,113.84 | 138.20% |
| 수입컨테이너처리량 | 115,491 | 184,041 | 68,549.77 | 59.36% |
| 동방(ODCY) | 1 | | | |
| 면적 | 6,285 | 6,285 | 0 | 0.00% |
| 종사자 | 185 | 185 | 0 | 0.00% |
| 하역장비 | 24 | 24 | 0 | 0.00% |
| 수출컨테이너처리량 | 128,281 | 128,281 | 0 | 0.00% |
| 수입컨테이너처리량 | 137,635 | 137,635 | 0 | 0.00% |
| 동부건설(ODCY) | 1 | | | |
| 면적 | 7,004 | 7,004 | 0 | 0.00% |
| 종사자 | 14 | 14 | 0 | 0.00% |
| 하역장비 | 16 | 16 | 0 | 0.00% |
| 수출컨테이너처리량 | 14,394 | 14,394 | 0 | 0.00% |
| 수입컨테이너처리량 | 28,316 | 28,316 | 0 | 0.00% |
| 삼익물류(ODCY) | 0.79369694 | | | |
| 면적 | 6,308 | 6,308 | 0 | 0.00% |
| 종사자 | 128 | 121 | -6.68 | -5.22% |
| 하역장비 | 17 | 17 | 0 | 0.00% |
| 수출컨테이너처리량 | 75,923 | 95,657 | 19,734.42 | 25.99% |
| 수입컨테이너처리량 | 43,903 | 100,591 | 56,687.50 | 129.12% |
| 세방(ODCY) | 1 | | | |
| 면적 | 25,108 | 25,108 | 0 | 0.00% |
| 종사자 | 130 | 130 | 0 | 0.00% |
| 하역장비 | 12 | 12 | 0 | 0.00% |
| 수출컨테이너처리량 | 196,867 | 196,867 | 0 | 0.00% |
| 수입컨테이너처리량 | 181,965 | 181,965 | 0 | 0.00% |

| 투입/산출 | 효율성값 | 투사 | 차이 | % |
|-------------------|------------------|---------|-----------|---------|
| 천일정기(ODCY) | 1 | | | |
| 면적 | 23,294 | 23,294 | 0 | 0.00% |
| 종사자 | 127 | 127 | 0 | 0.00% |
| 하역장비 | 21 | 21 | 0 | 0.00% |
| 수출컨테이너처리량 | 227,020 | 227,020 | 0 | 0.00% |
| 수입컨테이너처리량 | 186,853 | 186,853 | 0 | 0.00% |
| 한진(ODCY) | 0.9149133 | | | |
| 면적 | 17,572 | 9,611 | -7,960.73 | -45.30% |
| 종사자 | 70 | 38 | -31.64 | -45.19% |
| 하역장비 | 4 | 4 | 0 | 0.00% |
| 수출컨테이너처리량 | 40,124 | 54,456 | 14,332.09 | 35.72% |
| 수입컨테이너처리량 | 46,397 | 50,712 | 4,314.91 | 9.30% |
| 현대(ODCY) | 1 | | | |
| 면적 | 27,108 | 27,108 | 0 | 0.00% |
| 종사자 | 73 | 73 | 0 | 0.00% |
| 하역장비 | 8 | 8 | 0 | 0.00% |
| 수출컨테이너처리량 | 131,635 | 131,635 | 0 | 0.00% |
| 수입컨테이너처리량 | 95,422 | 95,422 | 0 | 0.00% |
| 협성(ODCY) | 1 | | | |
| 면적 | 8,668 | 8,668 | 0 | 0.00% |
| 종사자 | 50 | 50 | 0 | 0.00% |
| 하역장비 | 12 | 12 | 0 | 0.00% |
| 수출컨테이너처리량 | 90,694 | 90,694 | 0 | 0.00% |
| 수입컨테이너처리량 | 87,333 | 87,333 | 0 | 0.00% |
| 현대상선(ICD) | 1 | | | |
| 면적 | 8,550 | 8,550 | 0 | 0.00% |
| 종사자 | 6 | 6 | 0 | 0.00% |
| 하역장비 | 2 | 2 | 0 | 0.00% |
| 수출컨테이너처리량 | 7,650 | 7,650 | 0 | 0.00% |
| 수입컨테이너처리량 | 130 | 130 | 0 | 0.00% |

| 투입/산출 | 효율성값 | 투사 | 차이 | % |
|-----------|------------|--------|------------|---------|
| KCTC(ICD) | 1 | | | |
| 면적 | 19,000 | 19,000 | 0 | 0.00% |
| 종사자 | 3 | 3 | 0 | 0.00% |
| 하역장비 | 2 | 2 | 0 | 0.00% |
| 수출컨테이너처리량 | 35 | 35 | 0 | 0.00% |
| 수입컨테이너처리량 | 3,158 | 3,158 | 0 | 0.00% |
| 동방(ICD) | 0.38531679 | | | |
| 면적 | 11,400 | 9,405 | -1,994.97 | -17.50% |
| 종사자 | 21 | 21 | 0 | 0.00% |
| 하역장비 | 5 | 5 | 0 | 0.00% |
| 수출컨테이너처리량 | 13,814 | 35,851 | 22,037.02 | 159.53% |
| 수입컨테이너처리량 | 4,788 | 28,196 | 23,407.98 | 488.89% |
| 천경(ICD) | 0.60369088 | | | |
| 면적 | 7,600 | 7,600 | 0 | 0.00% |
| 종사자 | 37 | 32 | -4.70 | -12.70% |
| 하역장비 | 4 | 4 | 0 | 0.00% |
| 수출컨테이너처리량 | 13,792 | 41,284 | 27,492.27 | 199.33% |
| 수입컨테이너처리량 | 24,437 | 40,479 | 16,042.33 | 65.65% |
| 동남아(ICD) | 1 | | | |
| 면적 | 3,800 | 3,800 | 0 | 0.00% |
| 종사자 | 4 | 4 | 0 | 0.00% |
| 하역장비 | 1 | 1 | 0 | 0.00% |
| 수출컨테이너처리량 | 1,052 | 1,052 | 0 | 0.00% |
| 수입컨테이너처리량 | 1,492 | 1,492 | 0 | 0.00% |
| 한진(ICD) | 0.18456247 | | | |
| 면적 | 27,550 | 17,119 | -10,431.14 | -37.86% |
| 종사자 | 90 | 43 | -46.57 | -51.75% |
| 하역장비 | 5 | 5 | 0 | 0.00% |
| 수출컨테이너처리량 | 13,966 | 75,671 | 61,704.86 | 441.82% |
| 수입컨테이너처리량 | 10,070 | 55,166 | 45,096.29 | 447.83% |

| 투입/산출 | 효율성값 | 투사 | 차이 | % |
|-----------|------------|---------|-----------|--------|
| 국보(ICD) | 0.84152121 | | | |
| 면적 | 10,450 | 10,450 | 0 | 0.00% |
| 종사자 | 92 | 92 | 0 | 0.00% |
| 하역장비 | 14 | 14 | 0 | 0.00% |
| 수출컨테이너처리량 | 90,652 | 111,350 | 20,697.54 | 22.83% |
| 수입컨테이너처리량 | 99,867 | 118,674 | 18,807.37 | 18.83% |
| 지티씨(ICD) | 1 | | | |
| 면적 | 1,351 | 1,351 | 0 | 0.00% |
| 종사자 | 45 | 45 | 0 | 0.00% |
| 하역장비 | 10 | 10 | 0 | 0.00% |
| 수출컨테이너처리량 | 12,693 | 12,693 | 0 | 0.00% |
| 수입컨테이너처리량 | 12,488 | 12,488 | 0 | 0.00% |

6) EMS 분석을 통한 효율성 순위

EMS 분석을 통한 2005년 BCC 모형의 효율성 순위는 다음과 같다. 아래의 EMS 점수에서 'big'은 효율성이 상당히 높아서 EMS 프로그램으로 그 수치를 나타낼 수 없을 경우 표현되는 점수를 뜻한다. 2005년 BCC 모형에서는 KCTC(ICD), 동남아(ICD), 지티씨(ICD) 이렇게 세 개 업체가 수치를 나타낼 수 없을 만큼 높은 효율성 점수를 얻었으며, 그 다음으로 국제통운(ODCY)이 57.89%, 세방(ODCY)이 67.59%의 점수를 얻었다.

<표 4-15> 2005년 BCC 모형의 EMS 효율성 순위

| 순위 | DMU | EMS 점수 |
|----|------------|---------|
| 1 | KCTC(ICD) | big |
| 1 | 동남아(ICD) | big |
| 1 | 지티씨(ICD) | big |
| 4 | 국제통운(ODCY) | 57.89% |
| 5 | 세방(ODCY) | 67.59% |
| 6 | 현대상선(ICD) | 68.31% |
| 7 | 동부건설(ODCY) | 72.92% |
| 8 | 동방(ODCY) | 74.08% |
| 9 | 협성(ODCY) | 74.90% |
| 10 | 천일정기(ODCY) | 83.61% |
| 11 | 현대(ODCY) | 85.18% |
| 12 | 한진(ODCY) | 109.30% |
| 13 | 국보(ICD) | 118.83% |
| 14 | KCTC(ODCY) | 123.00% |
| 15 | 삼익물류(ODCY) | 125.99% |
| 16 | 대한통운(ODCY) | 159.36% |
| 17 | 천경(ICD) | 165.65% |
| 18 | 동방(ICD) | 259.53% |
| 19 | 국보(ODCY) | 398.01% |
| 20 | 한진(ICD) | 541.82% |

7) Solver와 EMS 효율성 값 비교

2005년 BCC 모형의 EMS 점수와 Solver 점수를 비교하면 <표 4-16>과 같다. 변환 점수는 $100 / \text{EMS\%점수}$ 로 계산하여 나누었으며 그 비교값이 Solver 점수와 같다는 것을 알 수 있다.

<표 4-16> 2005년 BCC 모형 효율성 값 비교

| 순위 | DMU | Solver 변환점수 | Solver 점수 |
|----|------------|-------------|-----------|
| 1 | KCTC(ICD) | big | 1.000 |
| 1 | 동남아(ICD) | big | 1.000 |
| 1 | 지티씨(ICD) | big | 1.000 |
| 4 | 국제통운(ODCY) | 1.727 | 1.000 |
| 5 | 세방(ODCY) | 1.480 | 1.000 |
| 6 | 현대상선(ICD) | 1.464 | 1.000 |
| 7 | 동부건설(ODCY) | 1.371 | 1.000 |
| 8 | 동방(ODCY) | 1.350 | 1.000 |
| 9 | 협성(ODCY) | 1.335 | 1.000 |
| 10 | 천일정기(ODCY) | 1.196 | 1.000 |
| 11 | 현대(ODCY) | 1.174 | 1.000 |
| 12 | 한진(ODCY) | 0.915 | 0.915 |
| 13 | 국보(ICD) | 0.842 | 0.842 |
| 14 | KCTC(ODCY) | 0.813 | 0.813 |
| 15 | 삼익물류(ODCY) | 0.794 | 0.794 |
| 16 | 대한통운(ODCY) | 0.628 | 0.628 |
| 17 | 천경(ICD) | 0.604 | 0.604 |
| 18 | 동방(ICD) | 0.385 | 0.385 |
| 19 | 국보(ODCY) | 0.251 | 0.251 |
| 20 | 한진(ICD) | 0.185 | 0.185 |

5. CCR과 BCC효율성 비교 및 규모의 효율성

DMU의 CCR 효율성과 BCC 효율성을 각각 θ^*_{CCR} , θ^*_{BCC} 라고 할 때, 규모의 효율성(Scale Efficiency)은 다음과 같은 식에 따라 추정된다.

$$SE = \frac{\theta^*_{CCR}}{\theta^*_{BCC}}$$

일반적으로 CCR 효율성은 BCC 효율성보다 작거나 같기 때문에 규모 효율성 역시 1보다 작거나 같다. 또한 CCR 효율성은 규모의 효과를 고려하지 않기 때문에 기술 효율성(technical efficiency : TE)이라고 하는 반면, BCC 효율성은 규모에 대한 수익가변을 가정하기 때문에 순수 기술 효율성(pure technical efficiency : PTE)이라고 한다. 이러한 특징을 통해 효율성을 아래의 식과 같이 정리를 하면 비효율적으로 평가된 업체의 비효율성 원인이 비효율적인 운영에 의한 것인지 규모로 인한 불리한 상황에 의한 것인지 혹은 두 가지 모두의 의한 것인지를 분석할 수 있다.

기술효율성(TE) = 순수기술효율성(PTE) × 규모효율성(SE)

2005년 분석 업체들의 규모효율성을 다음과 같이 정리하였다.¹⁶⁾ 아래 <그림 4-7>에서 나타나는 것처럼 국제통운(ODCY), 동방(ODCY), 동부건설(ODCY), 세방(ODCY), 천일정기(ODCY), 현대(ODCY), 협성(ODCY) 이렇게 7개 업체가 CCR분석과 BCC분석 두 가지 모두 효율성 값과 규모효율성 값이 1로서 효율적인 운영을 하고 있으며, 규모를 제대로 이용하고 있다고 할 수 있다.

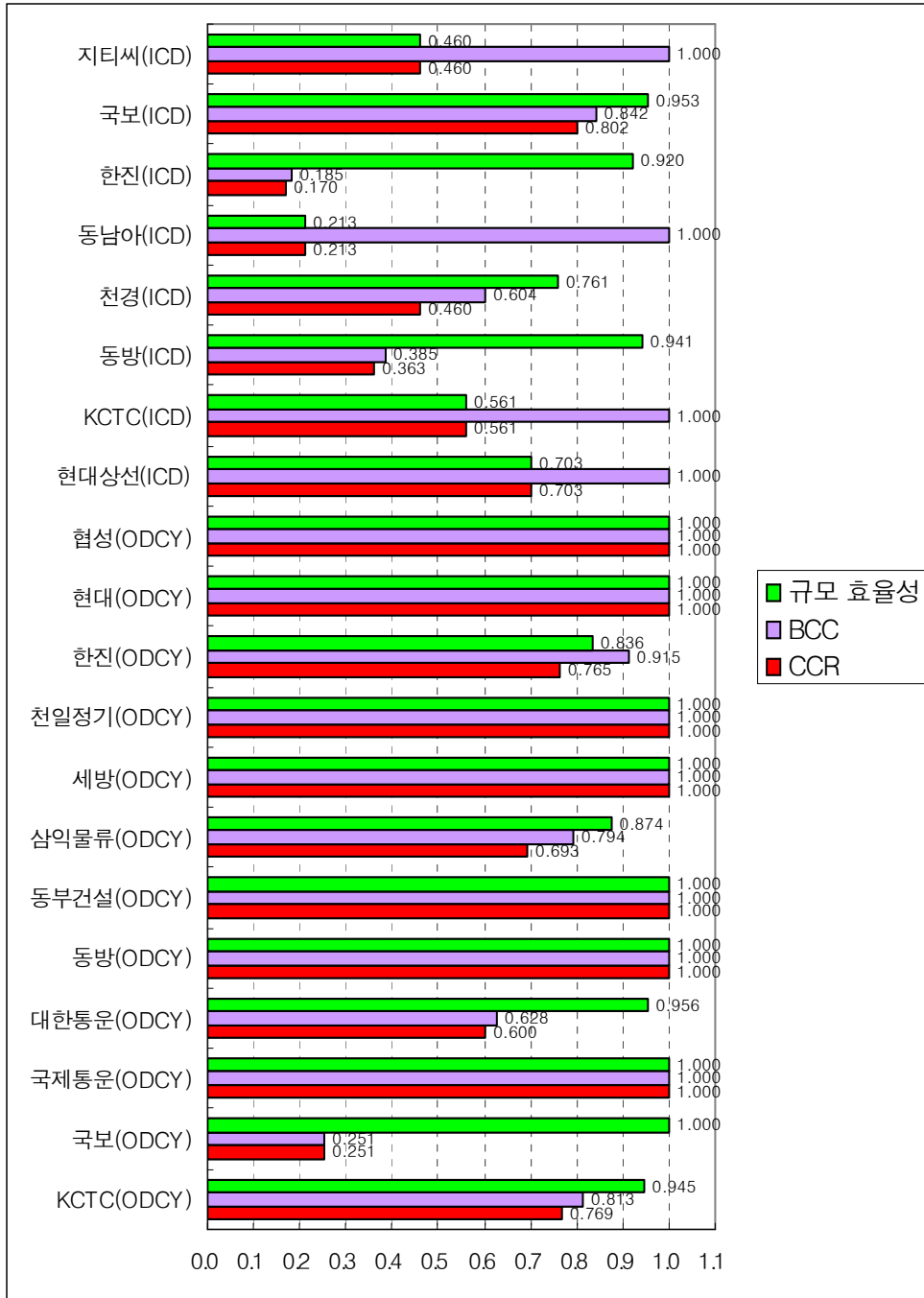
반면에 지티시(ICD), 동남아(ICD), KCTC(ICD)는 BCC효율성 값이 1임에도 불구하고 규모효율성이 각각 0.460, 0.213, 0.561로 규모의 효과를 배제하고는 효율적으로 운영하고 있지만 규모에 의한 비효율성이 크게 나타나는 것으로 보아 규모로 인해 불리한 상황에 있다고 볼 수 있다.

또한 동방(ICD), 국보(ODCY)는 CCR 효율성 및 BCC 효율성 값이 모두 0.5이하임에도 규모효율성 값은 0.9이상으로 나타난 것으로 보아 전반

16) 2003, 2004년 분석 자료는 부록에 첨부.

적인 운영 면에서는 비효율적인 운영을 하고 있지만 규모는 제대로 이용하고 있는 것으로 해석할 수 있다.

<그림 4-7> 2005 규모효율성



<표 4-17>과 <표 4-18>은 2003년부터 2005년까지의 DEA-Solver 프로그램 사용 시 효율성 결과값과 EMS 프로그램의 결과값을 비교한 표이다.

<표 4-17> CCR모형과 BCC모형간의 효율성 값 비교(2003~2005년)

| No. | DMU | CCR | | | BCC | | |
|-----|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 2003 | 2004 | 2005 | 2003 | 2004 | 2005 |
| 1 | KCTC(ODCY) | 1.000 | 0.692 | 0.769 | 1.000 | 0.840 | 0.813 |
| 2 | 국보(ODCY) | 1.000 | 0.447 | 0.251 | 1.000 | 0.641 | 0.251 |
| 3 | 국제통운(ODCY) | 1.000 | 0.777 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 4 | 대한통운(ODCY) | 0.680 | 0.697 | 0.600 | 1.000 | 0.887 | 0.628 |
| 5 | 동방(ODCY) | 0.743 | 1.000 | 1.000 | 0.835 | 1.000 | 1.000 |
| 6 | 동부건설(ODCY) | 0.845 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 7 | 삼익물류(ODCY) | 0.225 | 0.805 | 0.693 | 0.226 | 0.887 | 0.794 |
| 8 | 세방(ODCY) | 0.668 | 1.000 | 1.000 | 0.742 | 1.000 | 1.000 |
| 9 | 천일정기(ODCY) | 0.763 | 1.000 | 1.000 | 0.973 | 1.000 | 1.000 |
| 10 | 한진(ODCY) | 0.715 | 0.355 | 0.765 | 0.715 | 0.356 | 0.915 |
| 11 | 현대(ODCY) | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 12 | 협성(ODCY) | 0.772 | 0.941 | 1.000 | 0.814 | 1.000 | 1.000 |
| 13 | 현대상선(ICD) | 0.018 | 0.022 | 0.703 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 14 | KCTC(ICD) | 0.410 | 0.173 | 0.561 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 15 | 동방(ICD) | 0.113 | 0.319 | 0.363 | 0.120 | 0.352 | 0.385 |
| 16 | 천경(ICD) | 0.359 | 0.313 | 0.460 | 0.379 | 0.314 | 0.604 |
| 17 | 동남아(ICD) | 0.211 | 0.334 | 0.213 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 18 | 한진(ICD) | 0.543 | 0.307 | 0.170 | 0.948 | 0.411 | 0.185 |
| 19 | 국보(ICD) | 0.990 | 0.653 | 0.802 | 0.991 | 0.661 | 0.842 |
| 20 | 지티씨(ICD) | 0.080 | 0.495 | 0.460 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

<표 4-18> EMS CCR모형과 BCC모형간의 효율성 값 비교(2003~2005년)

| No | DMU | CCR | | | BCC | | |
|----|------------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|
| | | 2003 | 2004 | 2005 | 2003 | 2004 | 2005 |
| 1 | KCTC(ODCY) | 99.22% | 144.48% | 130.10% | 74.41% | 119.05% | 123.00% |
| 2 | 국보(ODCY) | 72.90% | 223.57% | 398.01% | 33.14% | 156.03% | 398.01% |
| 3 | 국제통운(ODCY) | 85.83% | 128.74% | 78.96% | 78.09% | 94.23% | 57.89% |
| 4 | 대한통운(ODCY) | 147.05% | 143.38% | 166.69% | 94.91% | 112.72% | 159.36% |
| 5 | 동방(ODCY) | 134.66% | 49.24% | 78.70% | 119.82% | 38.63% | 74.08% |
| 6 | 동부건설(ODCY) | 118.40% | 56.42% | 86.36% | 61.69% | 31.48% | 72.92% |
| 7 | 삼익물류(ODCY) | 443.81% | 124.28% | 144.21% | 442.93% | 112.68% | 125.99% |
| 8 | 세방(ODCY) | 149.79% | 84.29% | 67.66% | 134.70% | 70.07% | 67.59% |
| 9 | 천일정기(ODCY) | 131.04% | 80.04% | 93.01% | 102.80% | 79.96% | 83.61% |
| 10 | 한진(ODCY) | 139.80% | 281.53% | 130.73% | 139.80% | 280.77% | 109.30% |
| 11 | 현대(ODCY) | 70.47% | 89.71% | 87.57% | 51.96% | 87.05% | 85.18% |
| 12 | 협성(ODCY) | 129.60% | 106.24% | 83.05% | 122.82% | 99.75% | 74.90% |
| 13 | 현대상선(ICD) | 5633.74% | 4552.73% | 142.27% | big | big | 68.31% |
| 14 | KCTC(ICD) | 243.88% | 577.61% | 178.31% | big | big | big |
| 15 | 동방(ICD) | 888.47% | 313.61% | 275.72% | 830.36% | 283.95% | 259.53% |
| 16 | 천경(ICD) | 278.42% | 319.65% | 217.55% | 263.95% | 318.80% | 165.65% |
| 17 | 동남아(ICD) | 474.91% | 299.40% | 469.09% | big | 88.75% | big |
| 18 | 한진(ICD) | 184.08% | 325.45% | 589.09% | 105.43% | 243.23% | 541.82% |
| 19 | 국보(ICD) | 101.00% | 153.14% | 124.75% | 100.90% | 151.17% | 118.83% |
| 20 | 지티씨(ICD) | 1253.67% | 201.97% | 217.24% | big | big | big |

제5장 결론

1. 결론

본 연구에서는 우리나라 부산항의 부두밖 컨테이너 장치장인 부산항 ODCY 및 양산 ICD의 20개 업체를 대상으로 2003년부터 2005년까지의 3개년 동안의 효율성 변화를 살펴보았다. 이러한 연구를 통해 각 업체별 효율성 수준에 대한 정보뿐만 아니라, 업체별로 효율성을 증대하기 위한 방안에 대한 시사점을 제공하고 있다.

각 업체별 효율성 분석은 DEA-Solver 프로그램과 EMS 프로그램 두 가지를 사용하였으며 각각 규모의 수익 불변을 가정하고 있는 DEA-CCR 모형과 규모의 수익을 고려한 DEA-BCC모형을 이용하여 분석하였다. 분석 결과에 대한 요약은 다음과 같다.

먼저 DEA-CCR모형을 이용한 분석 결과, 현대(ODCY)가 3개년 모두 효율성 값이 1로 분석되어 효율적인 운영을 하고 있다는 것을 알 수 있으며 동방(ODCY), 동부건설(ODCY), 세방(ODCY), 천일정기(ODCY), 협성(ODCY)은 지속적으로 효율성이 상승하고 있다는 것을 알 수 있다.

반면에 KCTC(ODCY), 국보(ODCY), 대한통운(ODCY)은 효율성 값이 낮아지고 있으며, 동방(ICD), 천경(ICD), 동남아(ICD), 지티씨(ICD)와 같은 업체들은 3개년 모두 효율성 값이 0.5 미만으로 낮은 효율성 수치를 보여줌으로서 비효율적인 업체로 평가되고 있다.

DEA-BCC모형을 이용하여 분석한 결과, 국제통운(ODCY), 동부건설(ODCY), 현대(ODCY), 현대상선(ICD), KCTC(ICD), 동남아(ICD)업체들이 3개년 모두 효율성 값이 1로서 효율적인 업체로 평가되었다. 국보(ODCY), 대한통운(ODCY)과 같은 업체들은 효율성값이 점차적으로 낮아지고 있는 것으로 나타났으며, 동방(ICD)가 3개년 모두 효율성이 0.5미만으로 비효율적인 운영을 하는 업체로 평가되고 있다.

현대상선(ICD), KCTC(ICD), 동남아(ICD), 지티씨(ICD)와 같은 업체들은 CCR 분석에서는 낮은 효율성 수치를 나타내었지만 BCC 분석에서는 높은 효율성 수치를 나타내어 규모를 제대로 활용하고 있다고 평가할 수 있다.

이상 살펴본 바와 같이 우리나라 부두밖 컨테이너 장치장의 효율성은

운영사별로 많은 차이를 나타내고 있다는 것을 알 수 있다.

비효율적으로 분석된 업체들은 효율적인 업체를 대상으로 효율성 향상을 위한 벤치마킹을 투입요소 및 산출요소 차원에서 구체적으로 수행할 필요가 있으며, 가장 주된 원인인 수출입 적공컨테이너 처리물량에 대한 확보 방안을 모색해야 할 것이다.

그러나 이러한 처리물량의 확보는 운영업체의 노력으로 한계를 가지고 있다. 더욱이 최근에 신항만의 개장과 ODCY의 축소 및 폐쇄 주장 및 ICD의 역할 재정립의 주장으로 인해 물량의 확보는 매우 어려운 과제일 수밖에 없을 것이다.

2. 연구의 한계 및 향후 연구방향

본 연구는 기존 연구에서 다루지 못했던 부산항의 부두밖 컨테이너 장치장인 부산항 ODCY 및 양산 ICD의 20개 업체의 상대적 효율성을 2003년부터 2005년까지 연도별 효율성 변화에 대해 살펴보았으나 다음과 같은 연구의 한계점을 가지고 있다.

본 연구는 자료수집 등의 현실적인 문제로 산출요소를 수출컨테이너처리량, 수입컨테이너처리량 2개 요소를 사용하여 상대적 효율성을 분석함으로써 보다 포괄적인 효율성 분석 결과를 제시하지 못하고 있다. 그리고 비효율적인 업체에 대해 개선해야 할 변수만 제시해 줄 뿐 구체적인 개선방안은 제시하지 못하고 있다는 점을 들 수 있다.

또한 산출 및 투입요소로 사용된 자료들은 보다 세분화시킬 필요가 있다. 하역장비는 종류별로 분류하고, 종사자의 수 역시 업무별로 세분화하여 분석하는 것이 보다 효율적인 결과값을 가져올 수 있을 것이다. 이러한 자료들 외에도 재무적인 자료, 물류비 및 시간당 하역 생산성, 화물적재율 등을 포함한 다양한 요소들을 사용하여 효율성 분석 연구를 시도하는 것도 의미 있는 방법이라 할 수 있다.

DEA 모형들 중에서 동태적 분석방법으로 맘퀴스트 생산성 지수 분석을 도입해 보는 것도 필요할 것이다. 맘퀴스트 분석은 DMU의 효율성 변화와 효율적 프론티어의 기술 변화를 함께 평가하므로 기간에 따른 총요소 생산성의 변화를 측정할 수 있다.

본 연구에서 업체별로 DMU를 분류하여 분석을 하였다. 부산항 ODCY를 비롯한 양산 ICD 업체들이 운영하는 CY의 개수는 업체별로 차이가

있다. 국제통운(ODCY)와 동방(ODCY)와 같은 업체들은 부산 지역 내 하나의 CY를 운영하고 있지만 KCTC(ODCY)는 우암, 용당, 감만, 철도 이렇게 네 개의 CY를 운영하고 있다. 보다 정확한 효율성 분석을 하기 위해서는 DMU를 CY별로 세분화하여 분석하는 연구 역시 필요하다. 또한 세분화 시킨 DMU에 층화(Stratification) DEA 모형을 도입하여 비효율적인 DMU간의 지속적인 분석을 통해 새로운 벤치마킹의 대상을 찾는 것도 의미 있는 방법이라 할 수 있다.

< 참고문헌 >

■ 국내문헌

- 강상곤, “DEA모형을 이용한 컨테이너항만 및 터미널의 효율성 평가에 관한 실증연구, ” 한국해양대학교 대학원 석사학위논문, 2001.
- 김선애, “DEA를 이용한 공공도서관의 효율성 평가: 정보서비스 활동을 중심으로, ” 「한국문헌정보학회지」, 1225-598X, 제39권1, 2005, pp. 221-239.
- 류동근, “국내 컨테이너 전용터미널의 효율성 비교 : DEA 접근, ” 「해운물류연구」, 제 47호, 2005, pp.21-38.
- 문승, “DEA를 이용한 세계 자동차 주요기업의 효율성 분석, ” 인하대학교 산업경제연구소, 「경상논집」, 제17집 제2호, 2003. 12, pp. 63~90.
- 박노경, “국내항만의 행정서비스 경쟁력 측정 : DEA접근, ” 「한국항만경제학회지」, 제20집 제2호, 2004, pp.35-52.
- 박병근, “우리나라 컨테이너터미널의 효율성 분석에 관한 연구, ” 한국해양대학교 대학원 석사학위논문, 2006.
- 송재영, “컨테이너항만의 효율성 분석에 관한 연구, ” 한국해양대학교 대학원 박사학위논문, 2004.
- 서상범, 박명섭, “우선순위제약 DEA모형을 이용한 서비스조직의 성과평가, ” 「한국경영과학회」, 경영과학 經 第 第, 2006. 11, pp. 93~107.
- 신종각, “국립대학병원의 효율성 및 생산성 변화 분석, ” 「사회보장연구」, 제 22권 제 4호, 2006. 12, pp.49-78.
- 이형석, “DEA 모형을 이용한 우리나라 해운업체의 상대적 효율성 분석, ” 부산대학교 대학원 석사학위논문, 2006.
- 이형석, “DEA 모형을 이용한 우리나라 해운업체의 정태적·동태적 효율성 분석, ” 「대한경영학회지」, 제19권 제4호, 2006, pp.1197-1217.
- 전창영, 이종필, 송주미, “최근 컨테이너물동량 증가추세 둔화의 대내외적 변동 요인 분석, ” 한국해양수산개발원, 2006
- 홍봉영, 김강정, “국내은행의 생산성 및 효율성 변화 분석, ” Journal of Business Research, Vol. 19 No. 1, 2004, pp.47-69.

■ 외국문헌

- Abbott, M & C. Doucouliagos, The Efficiency of Australian Universities : A Data Envelopment Analysis, *Economics of Education Review*, 21(2), 2002.
- Banker, R.D., A. Charnes and W.W. Cooper, "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis," 『*Management Science*』, 30, 1984, pp.29-40.
- Barros, C.P., "Incentive Regulation and Efficiency of Portuguese Port Authorities," *Maritime Economics & Logistics*, 2003, pp.429-444.
- Charnes, A., W. W. Cooper, and E. Rodes, "Measuring the efficiency of decision making units," *European Journal of Operational Research*, 2, 1978, pp.429-444.
- Barros, C.P., "A Benchmark Analysis of Italian Seaports Using Data Envelopment Analysis," *Maritime Economics & Logistics*, 2006, pp. 347-365.
- Cullinane K., Song D.W. and Gray R., "A Stochastic Frontier Model of the Efficiency of Major Container Terminals in Asia : assessing the Influence of Administrative and Ownership Structures," *Transport Research Part A*, 2002, pp.743-762.
- Dowd, T. J. and Leschine, T. M., "Container Terminal Productivity : A Perspective", *Maritime Policy and Management*, Vol. 17, 1990, pp.107-112.
- Hayuth Y. and Roll Y., "Port Performance Comparison Applying Data Envelopment Analysis(DEA)," *Maritime Policy and Management*, No.20, Vol.2, 1993, pp.153-161.
- Leonardo Ramos Rios & Antonio Carlos Gastaud Maçada, "Analysing the Relative Efficiency of Container Terminals of Mercosur using DEA," *Maritime Economics & Logistics*, 2006, pp.331-346.
- Martinez E., Diaz R., Navarro M. and Ravelo T., "A Study of the Efficiency of Spanish Port Authorities using Data Envelopment Analysis," *International Journal of Transport Economics*, Vol.2, 1999, pp.237-253.
- Miller, Stephen M and Noulas, "The Technical Efficiency of Large Bank Production," *Journal of Banking and Finance* 20, 1996,

pp.495-509.

- Notteboom T., Coeck C. and Van den Broeck J., “Measuring and Explaining the relative Efficiency of Container Terminals by means of Bayesian Stochastic Frontier Models, ” *Journal of Maritime Economics & Logistics*, Vol.2, 2000, pp.83-106.
- Park, R.K. & De P., “An Alternative Approach to Efficiency Measurement of Seaports, ” *Maritime Economics & Logistics*, 5, 2004, pp.53-69.
- Tongzon, J., “Efficiency Measurement of Selected Australian and other International Ports using Data Envelopment Analysis, ” *Transportation Research, Part A* 35, 2001, pp.107-122.
- Valentine, V. F. & Gray R., “Competition of Hub Ports : A Comparison between Europe and the Far East, ” *Proceedings of the 2nd International Gwangyang Port Forum, Korean Association of Shipping Studies*, 2002, pp.161-176.

< 부 록 >

○ 분석자료 기술통계량

(2003년 기준)

| | (I)면적 (평) | (I)종사자 (명) | (I)하역장비 (대) | (O)수출 컨테이너처리량 (TEU) | (O)수입 컨테이너처리량 (TEU) |
|------|--------------|---------------|----------------|---------------------------|---------------------------|
| 평균 | 16,101.55 | 76.60 | 10.70 | 85,279.45 | 80,598.15 |
| 표준편차 | 10,420.380 | 77.611 | 8.676 | 82,937.281 | 76,643.064 |
| 최소값 | 1,351 | 3 | 1 | 2 | 300 |
| 최대값 | 36,749 | 307 | 32 | 238,599 | 200,002 |
| 관측수 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |

(2004년 기준)

| | (I)면적 (평) | (I)종사자 (명) | (I)하역장비 (대) | (O)수출 컨테이너처리량 (TEU) | (O)수입 컨테이너처리량 (TEU) |
|------|--------------|---------------|----------------|---------------------------|---------------------------|
| 평균 | 13,758.45 | 71.10 | 10.30 | 82,573.15 | 79,907.50 |
| 표준편차 | 10,001.401 | 52.984 | 8.355 | 79,448.966 | 76,130.261 |
| 최소값 | 1,351 | 5 | 1 | 293 | 236 |
| 최대값 | 35,538 | 176 | 32 | 236,070 | 212,062 |
| 관측수 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |

(2005년 기준)

| | (I)면적 (평) | (I)종사자 (명) | (I)하역장비 (대) | (O)수출 컨테이너처리량 (TEU) | (O)수입 컨테이너처리량 (TEU) |
|------|--------------|---------------|----------------|---------------------------|---------------------------|
| 평균 | 14,702.55 | 82.05 | 13.80 | 80,813.85 | 77,050.10 |
| 표준편차 | 9,441.479 | 64.617 | 10.812 | 81,975.175 | 79,885.616 |
| 최소값 | 1,351 | 3 | 1 | 35 | 130 |
| 최대값 | 35,538 | 231 | 35 | 253,405 | 285,171 |
| 관측수 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |

○ 투입 및 산출요소의 상관관계 분석 결과

(2003년)

| | 면적 | 종사자 | 하역장비 | 수출컨테이너 처리량 | 수입컨테이너 처리량 |
|-------------------|------------|------------|------------|---------------|---------------|
| 면적 | 1 | 0.48221537 | 0.31071798 | 0.71386362 | 0.69119161 |
| 종사자 | 0.48221537 | 1 | 0.89548709 | 0.83253487 | 0.84818448 |
| 하역장비 | 0.31071798 | 0.89548709 | 1 | 0.73471615 | 0.75395422 |
| 수출 컨테이너 처리량 | 0.71386362 | 0.83253487 | 0.73471615 | 1 | 0.97848519 |
| 수입 컨테이너 처리량 | 0.69119161 | 0.84818448 | 0.75395422 | 0.97848519 | 1 |

(2004년)

| | 면적 | 종사자 | 하역장비 | 수출컨테이너 처리량 | 수입컨테이너 처리량 |
|-------------------|------------|------------|------------|---------------|---------------|
| 면적 | 1 | 0.64777553 | 0.4841392 | 0.63407441 | 0.65935566 |
| 종사자 | 0.64777553 | 1 | 0.75969281 | 0.83709194 | 0.86664216 |
| 하역장비 | 0.4841392 | 0.75969281 | 1 | 0.69608541 | 0.65917097 |
| 수출 컨테이너 처리량 | 0.63407441 | 0.83709194 | 0.69608541 | 1 | 0.95781596 |
| 수입 컨테이너 처리량 | 0.65935566 | 0.86664216 | 0.65917097 | 0.95781596 | 1 |

(2005년)

| 구분 | 면적 | 종사자 | 하역장비 | 수출컨테이너 처리량 | 수입컨테이너 처리량 |
|-------------------|------------|------------|------------|---------------|---------------|
| 면적 | 1 | 0.48221537 | 0.31071798 | 0.71386362 | 0.69119161 |
| 종사자 | 0.48221537 | 1 | 0.89548709 | 0.83253487 | 0.84818448 |
| 하역장비 | 0.31071798 | 0.89548709 | 1 | 0.73471615 | 0.75395422 |
| 수출 컨테이너 처리량 | 0.71386362 | 0.83253487 | 0.73471615 | 1 | 0.97848519 |
| 수입 컨테이너 처리량 | 0.69119161 | 0.84818448 | 0.75395422 | 0.97848519 | 1 |

○ 2003년도 순위와 참조집합(CCR모형)

| 순위 | DMU | 효율성값 | 참조집합 - 램다 |
|----|------------|-------|---|
| 1 | 현대(ODCY) | 1.000 | 현대(ODCY)-1.000 |
| 1 | KCTC(ODCY) | 1.000 | KCTC(ODCY)-1.000 |
| 1 | 국보(ODCY) | 1.000 | 국보(ODCY)-1.000 |
| 1 | 국제통운(ODCY) | 1.000 | 국제통운(ODCY)-1.000 |
| 5 | 국보(ICD) | 0.990 | KCTC(ODCY)-0.228, 국보(ODCY)-0.386, 국제통운(ODCY)-0.193 |
| 6 | 동부건설(ODCY) | 0.845 | 현대(ODCY)-0.148 |
| 7 | 협성(ODCY) | 0.772 | KCTC(ODCY)-0.004, 국보(ODCY)-1.094, 국제통운(ODCY)-0.166 |
| 8 | 천일정기(ODCY) | 0.763 | 국보(ODCY)-3.947, 국제통운(ODCY)-0.171 |
| 9 | 동방(ODCY) | 0.743 | 국보(ODCY)-3.062, 국제통운(ODCY)-0.284 |
| 10 | 한진(ODCY) | 0.715 | 현대(ODCY)-1.000 |
| 11 | 대한통운(ODCY) | 0.680 | 국보(ODCY)-4.140, 현대(ODCY)-0.573, |
| 12 | 세방(ODCY) | 0.668 | 국보(ODCY)-2.415, 현대(ODCY)-0.469 |
| 13 | 한진(ICD) | 0.543 | 현대(ODCY)-0.250 |
| 14 | KCTC(ICD) | 0.410 | 현대(ODCY)-0.049 |
| 15 | 천경(ICD) | 0.359 | 국보(ODCY)-1.249, 국제통운(ODCY)-0.067 |
| 16 | 삼익물류(ODCY) | 0.225 | 국보(ODCY)-1.174 |
| 17 | 동남아(ICD) | 0.211 | 현대(ODCY)-0.115 |
| 18 | 동방(ICD) | 0.113 | 현대(ODCY)-0.361 |
| 19 | 지티씨(ICD) | 0.080 | KCTC(ODCY)-0.019, 국제통운(ODCY)-0.052 |
| 20 | 현대상선(ICD) | 0.018 | 현대(ODCY)-0.098 |

○ 2004년도 순위와 참조집합(CCR모형)

| 순위 | DMU | 효율성값 | 참조집합 - 람다 |
|----|------------|-------|--|
| 1 | 현대(ODCY) | 1.000 | 현대(ODCY)-1.000 |
| 1 | 천일정기(ODCY) | 1.000 | 천일정기(ODCY)-1.000 |
| 1 | 세방(ODCY) | 1.000 | 세방(ODCY)-1.000 |
| 1 | 동부건설(ODCY) | 1.000 | 동부건설(ODCY)-1.000 |
| 1 | 동방(ODCY) | 1.000 | 동방(ODCY)-1.000 |
| 6 | 협성(ODCY) | 0.941 | 동방(ODCY)-0.154, 천일정기(ODCY)-0.331 |
| 7 | 삼익물류(ODCY) | 0.805 | 동방(ODCY)-0.318, 천일정기(ODCY)-0.185 |
| 8 | 국제통운(ODCY) | 0.777 | 동방(ODCY)-1.179, 천일정기(ODCY)-0.450 |
| 9 | 대한통운(ODCY) | 0.697 | 동방(ODCY)-0.391, 동부건설(ODCY)-3.284, 천일정기(ODCY)-0.433 |
| 10 | KCTC(ODCY) | 0.692 | 동방(ODCY)-0.883, 천일정기(ODCY)-0.708 |
| 11 | 국보(ICD) | 0.653 | 동방(ODCY)-0.788, 천일정기(ODCY)-0.236 |
| 12 | 지티씨(ICD) | 0.495 | 동방(ODCY)-0.215 |
| 13 | 국보(ODCY) | 0.447 | 동방(ODCY)-0.153, 세방(ODCY)-0.132, 천일정기(ODCY)-0.036 |
| 14 | 한진(ODCY) | 0.355 | 동부건설(ODCY)-0.343, 천일정기(ODCY)-0.678 |
| 15 | 동남아(ICD) | 0.334 | 천일정기(ODCY)-0.058 |
| 16 | 동방(ICD) | 0.319 | 동방(ODCY)-1.000 |
| 17 | 천경(ICD) | 0.313 | 동방(ODCY)-0.292, 동부건설(ODCY)-0.452, 천일정기(ODCY)-0.112 |
| 18 | 한진(ICD) | 0.307 | 세방(ODCY)-0.300 |
| 19 | KCTC(ICD) | 0.173 | 천일정기(ODCY)-0.049 |
| 20 | 현대상선(ICD) | 0.022 | 동부건설(ODCY)-0.004, 천일정기(ODCY)-0.034, 현대(ODCY)-0.034 |

○ 2003년도 순위와 참조집합(BCC모형)

| 순위 | DMU | 효율성값 | 참조집합 - 람다 |
|----|------------|-------|--|
| 1 | KCTC(ODCY) | 1.000 | KCTC(ODCY)-1.000 |
| 1 | 국보(ODCY) | 1.000 | 국보(ODCY)-1.000 |
| 1 | 국제통운(ODCY) | 1.000 | 국제통운(ODCY)-1.000 |
| 1 | 대한통운(ODCY) | 1.000 | 대한통운(ODCY)-1.000 |
| 1 | 동부건설(ODCY) | 1.000 | 동부건설(ODCY)-1.000 |
| 1 | 현대(ODCY) | 1.000 | 현대(ODCY)-1.000 |
| 1 | 현대상선(ICD) | 1.000 | 현대상선(ICD)-1.000 |
| 1 | KCTC(ICD) | 1.000 | KCTC(ICD)-1.000 |
| 1 | 동남아(ICD) | 1.000 | 동남아(ICD)-1.000 |
| 1 | 지티씨(ICD) | 1.000 | 지티씨(ICD)-1.000, 국보(ODCY)-0.636, 국제통운(ODCY)-0.199 |
| 11 | 국보(ICD) | 0.991 | KCTC(ODCY)-0.165, 국보(ODCY)-0.094, 국제통운(ODCY)-0.122, 현대(ODCY)-0.660 |
| 12 | 천일정기(ODCY) | 0.973 | KCTC(ODCY)-0.124, 현대상선(ICD)-0.857 |
| 13 | 한진(ICD) | 0.948 | 현대(ODCY)-0.143, 국보(ODCY)-0.089, 국제통운(ODCY)-0.443, 현대(ODCY)-0.411 |
| 14 | 동방(ODCY) | 0.835 | KCTC(ODCY)-0.057, 국보(ODCY)-0.771, 국제통운(ODCY)-0.151, 현대(ODCY)-0.057 |
| 15 | 협성(ODCY) | 0.814 | KCTC(ODCY)-0.021, 국보(ODCY)-0.041, 국제통운(ODCY)-0.073, 현대(ODCY)-0.801 |
| 16 | 세방(ODCY) | 0.742 | KCTC(ODCY)-0.085 |
| 17 | 한진(ODCY) | 0.715 | 현대(ODCY)-1.000, 국제통운(ODCY)-0.084, 현대(ODCY)-0.063 |
| 18 | 천경(ICD) | 0.379 | 국보(ODCY)-0.852, 국보(ODCY)-0.947 |
| 19 | 삼익물류(ODCY) | 0.226 | KCTC(ODCY)-0.053, 동부건설(ODCY)-0.216, 현대(ODCY)-0.184, KCTC(ICD)-0.131 |
| 20 | 동방(ICD) | 0.120 | 국보(ODCY)-0.469 |

○ 2004년도 순위와 참조집합(BCC모형)

| 순위 | DMU | 효율성값 | 참조집합 - 람다 |
|----|------------|-------|--|
| 1 | 국제통운(ODCY) | 1.000 | 국제통운(ODCY)-1.000 |
| 1 | 동방(ODCY) | 1.000 | 동방(ODCY)-1.000 |
| 1 | 동부건설(ODCY) | 1.000 | 동부건설(ODCY)-1.000 |
| 1 | 세방(ODCY) | 1.000 | 세방(ODCY)-1.000 |
| 1 | 천일정기(ODCY) | 1.000 | 천일정기(ODCY)-1.000 |
| 1 | 현대(ODCY) | 1.000 | 현대(ODCY)-1.000 |
| 1 | 협성(ODCY) | 1.000 | 협성(ODCY)-1.000 |
| 1 | 현대상선(ICD) | 1.000 | 현대상선(ICD)-1.000 |
| 1 | KCTC(ICD) | 1.000 | KCTC(ICD)-1.000 |
| 1 | 동남아(ICD) | 1.000 | 동남아(ICD)-1.000 |
| 1 | 지티씨(ICD) | 1.000 | 지티씨(ICD)-1.000 |
| 12 | 삼익물류(ODCY) | 0.887 | 동방(ODCY)-0.339, 천일정기(ODCY)-0.137, KCTC(ICD)-0.524 |
| 13 | 대한통운(ODCY) | 0.887 | 세방(ODCY)-1.000 |
| 14 | KCTC(ODCY) | 0.840 | 동방(ODCY)-0.074, 천일정기(ODCY)-0.926 |
| 15 | 국보(ICD) | 0.661 | 국제통운(ODCY)-0.005, 동방(ODCY)-0.765, 세방(ODCY)-0.109, 천일정기(ODCY)-0.121 |
| 16 | 국보(ODCY) | 0.641 | 동방(ODCY)-0.293, 동부건설(ODCY)-0.159, 현대상선(ICD)-0.170, KCTC(ICD)-0.378 |
| 17 | 한진(ICD) | 0.411 | 동방(ODCY)-0.400, 현대상선(ICD)-0.600 |
| 18 | 한진(ODCY) | 0.356 | 동부건설(ODCY)-0.319, 천일정기(ODCY)-0.681 |
| 19 | 동방(ICD) | 0.352 | 동부건설(ODCY)-0.341, 천일정기(ODCY)-0.143, 현대(ODCY)-0.048, 동남아(ICD)-0.468 |
| 20 | 천경(ICD) | 0.314 | 동방(ODCY)-0.330, 동부건설(ODCY)-0.619, 천일정기(ODCY)-0.051 |

○ 2003년 규모 효율성

| No. | DMU | CCR | BCC | 규모 효율성 |
|-----|------------|-------|-------|--------|
| 1 | KCTC(ODCY) | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 2 | 국보(ODCY) | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 3 | 국제통운(ODCY) | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 4 | 대한통운(ODCY) | 0.680 | 1.000 | 1.000 |
| 5 | 동방(ODCY) | 0.743 | 0.835 | 0.890 |
| 6 | 동부건설(ODCY) | 0.845 | 1.000 | 0.845 |
| 7 | 삼익물류(ODCY) | 0.225 | 0.226 | 0.998 |
| 8 | 세방(ODCY) | 0.668 | 0.742 | 0.899 |
| 9 | 천일정기(ODCY) | 0.763 | 0.973 | 0.784 |
| 10 | 한진(ODCY) | 0.715 | 0.715 | 1.000 |
| 11 | 현대(ODCY) | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 12 | 협성(ODCY) | 0.772 | 0.814 | 0.948 |
| 13 | 현대상선(ICD) | 0.018 | 1.000 | 0.018 |
| 14 | KCTC(ICD) | 0.410 | 1.000 | 0.410 |
| 15 | 동방(ICD) | 0.113 | 0.120 | 0.935 |
| 16 | 천경(ICD) | 0.359 | 0.379 | 0.948 |
| 17 | 동남아(ICD) | 0.211 | 1.000 | 0.211 |
| 18 | 한진(ICD) | 0.543 | 0.948 | 0.057 |
| 19 | 국보(ICD) | 0.990 | 0.991 | 0.999 |
| 20 | 지티씨(ICD) | 0.080 | 1.000 | 0.080 |

○ 2004년 규모 효율성

| No. | DMU | CCR | BCC | 규모 효율성 |
|-----|------------|-------|-------|--------|
| 1 | KCTC(ODCY) | 0.692 | 0.840 | 0.824 |
| 2 | 국보(ODCY) | 0.447 | 0.641 | 0.698 |
| 3 | 국제통운(ODCY) | 0.777 | 1.000 | 0.777 |
| 4 | 대한통운(ODCY) | 0.697 | 0.887 | 0.786 |
| 5 | 동방(ODCY) | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 6 | 동부건설(ODCY) | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 7 | 삼익물류(ODCY) | 0.805 | 0.887 | 0.907 |
| 8 | 세방(ODCY) | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 9 | 천일정기(ODCY) | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 10 | 한진(ODCY) | 0.355 | 0.356 | 0.997 |
| 11 | 현대(ODCY) | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 12 | 협성(ODCY) | 0.941 | 1.000 | 0.941 |
| 13 | 현대상선(ICD) | 0.022 | 1.000 | 0.022 |
| 14 | KCTC(ICD) | 0.173 | 1.000 | 0.173 |
| 15 | 동방(ICD) | 0.319 | 0.352 | 0.905 |
| 16 | 천경(ICD) | 0.313 | 0.314 | 0.997 |
| 17 | 동남아(ICD) | 0.334 | 1.000 | 0.334 |
| 18 | 한진(ICD) | 0.307 | 0.411 | 0.747 |
| 19 | 국보(ICD) | 0.653 | 0.661 | 0.987 |
| 20 | 지티씨(ICD) | 0.495 | 1.000 | 0.495 |

○ 2005년 규모 효율성

| No. | DMU | CCR | BCC | 규모 효율성 |
|-----|------------|-------|-------|--------|
| 1 | KCTC(ODCY) | 0.769 | 0.813 | 0.945 |
| 2 | 국보(ODCY) | 0.251 | 0.251 | 1.000 |
| 3 | 국제통운(ODCY) | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 4 | 대한통운(ODCY) | 0.600 | 0.628 | 0.956 |
| 5 | 동방(ODCY) | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 6 | 동부건설(ODCY) | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 7 | 삼익물류(ODCY) | 0.693 | 0.794 | 0.874 |
| 8 | 세방(ODCY) | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 9 | 천일정기(ODCY) | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 10 | 한진(ODCY) | 0.765 | 0.915 | 0.836 |
| 11 | 현대(ODCY) | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 12 | 협성(ODCY) | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 13 | 현대상선(ICD) | 0.703 | 1.000 | 0.703 |
| 14 | KCTC(ICD) | 0.561 | 1.000 | 0.561 |
| 15 | 동방(ICD) | 0.363 | 0.385 | 0.941 |
| 16 | 천경(ICD) | 0.460 | 0.604 | 0.761 |
| 17 | 동남아(ICD) | 0.213 | 1.000 | 0.213 |
| 18 | 한진(ICD) | 0.170 | 0.185 | 0.920 |
| 19 | 국보(ICD) | 0.802 | 0.842 | 0.953 |
| 20 | 지티씨(ICD) | 0.460 | 1.000 | 0.460 |

○ 2003 CCR 모형의 EMS 효율성 분석

| 순위 | DMU | EMS 점수 | Solver 변환점수 | Solver 점수 |
|----|------------|----------|-------------|-----------|
| 1 | 현대(ODCY) | 70.47% | 1.419 | 1.000 |
| 2 | 국보(ODCY) | 72.90% | 1.372 | 1.000 |
| 3 | 국제통운(ODCY) | 85.83% | 1.165 | 1.000 |
| 4 | KCTC(ODCY) | 99.22% | 1.008 | 1.000 |
| 5 | 국보(ICD) | 101.00% | 0.990 | 0.990 |
| 6 | 동부건설(ODCY) | 118.40% | 0.845 | 0.845 |
| 7 | 협성(ODCY) | 129.60% | 0.772 | 0.772 |
| 8 | 천일정기(ODCY) | 131.04% | 0.763 | 0.763 |
| 9 | 동방(ODCY) | 134.66% | 0.743 | 0.743 |
| 10 | 한진(ODCY) | 139.80% | 0.715 | 0.715 |
| 11 | 대한통운(ODCY) | 147.05% | 0.680 | 0.680 |
| 12 | 세방(ODCY) | 149.79% | 0.668 | 0.668 |
| 13 | 한진(ICD) | 184.08% | 0.543 | 0.543 |
| 14 | KCTC(ICD) | 243.88% | 0.410 | 0.410 |
| 15 | 천경(ICD) | 278.42% | 0.359 | 0.359 |
| 16 | 삼익물류(ODCY) | 443.81% | 0.225 | 0.225 |
| 17 | 동남아(ICD) | 474.91% | 0.221 | 0.211 |
| 18 | 동방(ICD) | 888.47% | 0.113 | 0.113 |
| 19 | 지티씨(ICD) | 1253.67% | 0.080 | 0.080 |
| 20 | 현대상선(ICD) | 5633.74% | 0.018 | 0.018 |

○ 2004 CCR 모형의 EMS 효율성 분석

| 순위 | DMU | EMS 점수 | Solver 변환점수 | Solver 점수 |
|----|------------|----------|-------------|-----------|
| 1 | 동방(ODCY) | 49.24% | 2.031 | 1.000 |
| 2 | 동부건설(ODCY) | 56.42% | 1.772 | 1.000 |
| 3 | 천일정기(ODCY) | 80.04% | 0.249 | 1.000 |
| 4 | 세방(ODCY) | 84.29% | 1.186 | 1.000 |
| 5 | 현대(ODCY) | 89.71% | 1.115 | 1.000 |
| 6 | 협성(ODCY) | 106.24% | 0.941 | 0.941 |
| 7 | 삼익물류(ODCY) | 124.28% | 0.805 | 0.805 |
| 8 | 국제통운(ODCY) | 128.74% | 0.777 | 0.777 |
| 9 | 대한통운(ODCY) | 143.38% | 0.697 | 0.697 |
| 10 | KCTC(ODCY) | 144.48% | 0.692 | 0.692 |
| 11 | 국보(ICD) | 153.14% | 0.653 | 0.653 |
| 12 | 지티씨(ICD) | 201.97% | 0.495 | 0.495 |
| 13 | 국보(ODCY) | 223.57% | 0.447 | 0.447 |
| 14 | 한진(ODCY) | 281.53% | 0.355 | 0.355 |
| 15 | 동남아(ICD) | 299.40% | 0.334 | 0.334 |
| 16 | 동방(ICD) | 313.61% | 0.319 | 0.319 |
| 17 | 천경(ICD) | 319.65% | 0.313 | 0.313 |
| 18 | 한진(ICD) | 325.45% | 0.307 | 0.307 |
| 19 | KCTC(ICD) | 577.61% | 0.173 | 0.173 |
| 20 | 현대상선(ICD) | 4552.73% | 0.022 | 0.022 |

○ 2003 BCC 모형의 EMS 효율성 분석

| 순위 | DMU | EMS 점수 | Solver 변환점수 | Solver 점수 |
|----|------------|---------|-------------|-----------|
| 1 | 현대상선(ICD) | big | big | 1.000 |
| 1 | KCTC(ICD) | big | big | 1.000 |
| 1 | 동남아(ICD) | big | big | 1.000 |
| 1 | 지티씨(ICD) | big | big | 1.000 |
| 5 | 국보(ODCY) | 33.14% | 3.018 | 1.000 |
| 6 | 현대(ODCY) | 51.96% | 1.925 | 1.000 |
| 7 | 동부건설(ODCY) | 61.69% | 1.621 | 1.000 |
| 8 | KCTC(ODCY) | 74.41% | 1.344 | 1.000 |
| 9 | 국제통운(ODCY) | 78.09% | 0.268 | 1.000 |
| 10 | 대한통운(ODCY) | 94.91% | 1.054 | 1.000 |
| 11 | 국보(ICD) | 100.90% | 0.991 | 0.991 |
| 12 | 천일정기(ODCY) | 102.80% | 0.973 | 0.973 |
| 13 | 한진(ICD) | 105.43% | 0.948 | 0.948 |
| 14 | 동방(ODCY) | 119.82% | 0.835 | 0.835 |
| 15 | 협성(ODCY) | 122.82% | 0.814 | 0.814 |
| 16 | 세방(ODCY) | 134.70% | 0.742 | 0.742 |
| 17 | 한진(ODCY) | 139.80% | 0.715 | 0.715 |
| 18 | 천경(ICD) | 263.95% | 0.739 | 0.379 |
| 19 | 삼익물류(ODCY) | 442.93% | 0.226 | 0.226 |
| 20 | 동방(ICD) | 830.36% | 0.120 | 0.120 |

○ 2004 BCC 모형의 EMS 효율성 분석

| 순위 | DMU | EMS 점수 | Solver 변환점수 | Solver 점수 |
|----|------------|---------|-------------|-----------|
| 1 | 현대상선(ICD) | big | big | 1.000 |
| 1 | KCTC(ICD) | big | big | 1.000 |
| 1 | 지티씨(ICD) | big | big | 1.000 |
| 4 | 동부건설(ODCY) | 31.48% | 2.900 | 1.000 |
| 5 | 동방(ODCY) | 38.63% | 2.589 | 1.000 |
| 6 | 세방(ODCY) | 70.07% | 1.427 | 1.000 |
| 7 | 천일정기(ODCY) | 79.96% | 1.251 | 1.000 |
| 8 | 현대(ODCY) | 87.05% | 1.149 | 1.000 |
| 9 | 동남아(ICD) | 88.75% | 1.127 | 1.000 |
| 10 | 국제통운(ODCY) | 94.23% | 1.061 | 1.000 |
| 11 | 협성(ODCY) | 99.75% | 1.003 | 1.000 |
| 12 | 삼익물류(ODCY) | 112.68% | 0.887 | 0.887 |
| 13 | 대한통운(ODCY) | 112.72% | 0.887 | 0.887 |
| 14 | KCTC(ODCY) | 119.05% | 0.840 | 0.840 |
| 15 | 국보(ICD) | 151.17% | 0.662 | 0.661 |
| 16 | 국보(ODCY) | 156.03% | 0.641 | 0.641 |
| 17 | 한진(ICD) | 243.23% | 0.411 | 0.411 |
| 18 | 한진(ODCY) | 280.77% | 0.356 | 0.356 |
| 19 | 동방(ICD) | 283.95% | 0.352 | 0.352 |
| 20 | 천경(ICD) | 318.80% | 0.314 | 0.314 |