

국내항만투자의 유효성 검증을 위한 모형개발 및 실증적 적용에 관한 연구*

박노경 **

A Study on the Model Development and Empirical Application for the Effectiveness Verification of Domestic Seaport Investment

목 차

I. 서론	IV. 항만투자의 유효성검증모형개발 및 실증적 적용
II. 기존연구의 방향	1. 설문조사를 통한 유효성검증모형개발
III. 한국 및 외국의 항만관리 및 투자평가 제도에 관한 검토	2. 슬랙중심의 다년도패널 컨제스천 모형에 의한 국내항만투자의 유효성 검증측정
	V. 결론

Key Words: Effectiveness Verification of Korean Port Investment, Multi-year Slack Based Congestion

Abstract

The purpose of this paper is to investigate the effectiveness of Korean port investment by using the newly developed slack-based multi-year panel congestion model of DEA(Data Envelopment Analysis). Inputs[port investment amount, cargo handling capacity, and berthing capacity], and outputs[cargo handling amount, number of ship calls, revenue, and score of customer service satisfaction] are used during 1994-2004 for 20 Korean seaports.

Empirical analysis identified congestion especially in port investment as input at the ports of Gunsan , and Busan in the all 3 models, and the ports of Pyungtag, Mogpo, Yeosu, and Jeju in over 2 models. Port investment induced the rapid increase of port efficiency from the ports of

▷ 논문접수: 2008.05.16 ▷ 심사완료: 2008.06.18 ▷ 게재확정: 2008.06.22

* 본 논문작성에 크게 도움을 주신 前해양수산부 항만개발과 황성오 주무관님께 깊은 감사를 드립니다. 익명의 심사자님들께도 감사를 드립니다. "이 논문은 2007년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임"(KRF-2007-313-F00097)".

** 조선대학교 경상대학 무역학과 교수, e-mail: nkpark@chosun.ac.kr, Phone: (062) 230-6821

Masan, Incheon, Donghae, and Samcheok. Therefore other ports except these ports should examine the reason about the inefficiency of port investment by searching out the situation of each ports directly. The main policy implication based on the findings of this study is that The Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs in Korea should introduce the new measurement way after reviewing the multi-year slack-based congestion approach when the amount of port investment for each port is decided.

I. 서 론

항만투자는 거시적인 측면에서 승수효과를 발휘하여 국가경제와 지역경제의 발전에 여러 가지 형태로 영향을 미친다고 하는 것은 잘 알려진 사실이다. 그러나 그 동안의 항만 투자계획에서는 이미 투자된 금액이 어느 정도로 개별항만의 투입-산출요소와 효율성에 영향을 미치고 있는지에 대해서는 상대적으로 낮은 비중을 차지해 온 것이 사실이다. 또한 개별항만들 자체적으로 항만투자에 대해서 평가하고 검증할 수 있는 검증모형을 개발하는데도 다소 미흡하였다. 따라서 앞으로 국내항만들이 항만투자 관리를 과학적으로 수행하기 위해서는, 해당항만에 적합하면서 국내항만들 전체에 적용할 수 있는 통일된 미시적인 항만투자의 유효성 검증모형을 개발해야만 하는 시점에 와있다. 그러한 검증모형을 새롭게 개발하고 적용하면서, 연차적으로 더 많은 평가요소들을 항만투자의 유효성 검증모형에 도입하여 개선해 나갈 때 더욱 현실적인 검증모형개발이 가능해 질 수 있다.

지금까지 국내에서의 기존연구들을 살펴보면 항만과 관련된 연구들은 국내 항만산업이 국가경제에 미치는 효과, 또는 지역항만이 지역경제에 미치는 영향에 대한 연구에만 집중되어왔다. 또한 항만투자에 대한 연구도 거시적인 측면에서 어떤 효과들이 있었는지를 제시했을 뿐이며, 개별 항만별로 이미 투자된 금액에 대한 항만의 투입 및 산출요소 측면에서 효율성에 미치는 영향에 대한 효과를 평가하는 검증모형에 대해서는 거의 연구가 시도되지 못했다. 즉, 국내에서는 개별항만들이 과학적이며 효율적으로 항만투자의 유효성을 평가할 수 있는 모형개발에 대해서는 상대적으로 관심이 낮았으며, 학계에서도 관련된 연구가 매우 부진한 편이다.

따라서 본 연구에서는 다음과 같은 두 가지 사항에 본 논문의 연구목적들을 두고자 한다. 첫째, 국내항만투자의 유효성을 측정하기 위해서 새롭게 슬랙중심의 다년도 패널 컨제스천모형을 새롭게 도입하여 측정하고자 한다. 특히 슬랙중심의 다년도 패널 컨제스천모형에 의한 측정방법이 항만의 생산효율성을 분석하는 보완적인 측정방법이 될 수 있음을 실증적으로 보여 줌으로써 선행연구의 범위를 부분적으로 확장시키고자 한다. 둘째, 향후 항만의 정책당국이나 항만의 경영관리자들이 항만투자의 유효성을 검증하기 위한 정책입안시 참고가 될 수 있도록 슬랙중심의 다년도 패널 컨제스천 모형의 이론적, 실증적 근거를 제시하고자 한다.

본 연구는 국내와 국외의 선행연구 및 관련 문헌연구, 설문지조사, 모형설계, 실증분석을 실시하며 연구의 주요한 내용과 연구방법의 핵심을 정리해 보면 다음과 같다. 즉, 국내 26개 무역항만 들에 대한 항만투자의 유효성을 검증하기 위한 모형을 개발하고 실증적으로 적용해 보기 위해서 다음과 같은 다섯 가지 방법을 사용한다.

첫째, 선진국 및 외국[미주, 유럽, 아시아(일본, 홍콩, 대만, 싱가포르, 중국)]에 소재 하는 항만들의 항만관리 및 투자 평가를 위한 검증모형에 대하여 인터넷 및 문헌조사를 시행한다. 둘째, 26개 국내 무역항만의 항무과(항만개발 및 투자 관련부서)의 담당자 그리고 항만투자와 직접적으로 관련된 기관의 당사자들에 대하여 설문조사를 통하여 운영현황, 문제점, 항만투자의 유효성 평가모형의 지표를 선정한다. 셋째, 항만투자의 유효성을 평가하거나 검증하는 것을 주제로 삼고 있는 국내와 국외의 선행연구와 관련문헌을 검토하여 항만투자의 유효성을 검증 할 수 있는 새로운 모형을 개발한다. 즉, 기존연구들의 한계점을 극복하기 위해서 본 연구에서는 국내지방항만 항무과의 담당자의 평가지표에 대한 의견, 항만투자관련 전문가의 평가지표에 대한 의견을 참작하고, Fare, Grosskopf, and Lovell(1985)의 2단계 방사측정모형, Cooper, Seiford, and Zhu(2000)가 이용한 비방사적인 모형, Cooper et al.(2001), Wang, Cullinane and Song(2005), Jeffrey E. Hawkins(1991), Turner H. et al.(2004)의 모형들을 고려하여 항만투자의 유효성을 검증할 수 있는 검증모형[컨제스천모형(congestion model): Cooper et al.(2001, p.228)이 주장한 모형으로 한 개 이상의 투입요소를 제거하는 경우 한 개 이상의 산출물이 증가된다면 발생하는 모형이다. 이 경우에 다른 투입요소나 산출요소를 악화시키지 않는 것을 조건으로 한다]을 확장시킨다. 넷째, 선진국들의 평가모형을 토대로 하여 위에서 발견한 내용들을 첨가하고, 수정 보완하여 국내 항만들에 적합한 항만투자에 대한 새로운 유효성 검증모형[슬랙중심의 다년도 패널 컨제스천모형]을 개발한다. 또한 그러한 모형을 실증적으로 11년 동안(1994년~2004년)의 분석기간에 적용하고 그 결과를 해석하여 정책적인 함의를 제시한다.

본 논문의 구성은 I장의 서론에 이어서, II장에서는 항만투자와 관련된 연구와 항만의 생산효율성측정과 관련된 기존연구들(DEA기법을 이용한 연구)의 방향을 간략하게 제시하며, III장에서는 항만투자가 투입요소 측면에서 적정하게 이루어 졌는지를 검증하기 위해서 새롭게 개발한 “슬랙 중심의 다년도 패널 컨제스천모형”을 이용하여 실증분석한 후에, 그 의미를 해석하고 분석함으로써 국내 개별항만에 대한 투자의 유효성을 검증한다. IV장에서는 정책적 함의와 함께 결론이 제시된다.

II. 기존연구의 방향

1. 항만투자의 효과 및 제도와 관련된 기존연구¹⁾

1) 박노경(2003.12) pp.36-38.

이기환·김대봉(2000.6)은 항만개발투자의 평가모형, 항만투자의 비용 및 편익추정, 항만투자의 경제적 효과를 실증분석하였다. 조진행·김재봉(2000.6)은 우리나라 항만개발투자제도의 현황(항만개발 및 관리운영제도)과 미국, 유럽, 일본, 동남아 국가 항만개발 투자제도를 소개 하였으며, 국내 항만개발투자의 기본방향과 투자재원조달의 개선방향을 제시하였다. 김학소·성숙경(2001.01)은 항만투자가 국민경제에 미치는 효과를 경제주체간 상호연계성을 고려하고 정책효과분석에 유용한 연산일반균형모형을 이용하여 항만, 공항, 도로 및 제도에 대한 상대적 투자효과(국내총생산, 수출, 고용, 제조업생산비용)를 비교분석하였다. 김학소(2002.6)는 항만개발정책의 새로운 방향(항만기능특화를 통한 중추항만 개발, 부가가치 창출을 위한 항만배우부지 개발, 한반도의 동북아 물류센터화를 위한 기본계획수립, 연안 및 내륙화물유통체제가 구비된 항만), 국내항만투자비 추정과 확보방안, 항만투자제도의 새로운 패러다임(충분한 항만시설확보, 항만관련 재원조달 방식의 획기적 개선), 민간유치제도의 획기적 개선, 정책적 제안 및 건의를 제시하였다.

2. 항만투자평가모형과 관련된 기존연구

이상윤(1997)은 항만개발투자의 경제성을 평가하는 내용을 사회적 편익분석, 재무적편익 분석을 통하여 설명하는 한편, 체계적인 평가방법을 투자전, 투자후 평가로 구분하여 설명하고, 결론적으로 개별항만에 대한 다각적인 평가방법이 모색되어야만 함을 주장하였다.

Hawkins(1991)는 항만평가는 7가지 측면(경제적 측면, 기술적 측면, 사회적 측면, 금융적 측면, 정치적 측면, 상업적 측면, 조직적 측면)을 고려해야만 한다고 주장하고, 1990년대의 항만투자평가방법을 재무적 비용산정, 경제적 비용산정, 비용-편익분석, 항만영향분석, 교차영향분석, 동태적 항만모형으로 나누고 각 평가기법을 당면과제, 목적, 초점, 투자계획유형, 분석유형, 자료유형으로 나누어서 비교하였다. 또한 투자평가를 전략적인 측면에서 투자 전 평가와 투자 후 평가로 나누어서 제시하였다.

Matons(1986)는 세계은행이 1985년 6월까지 120개 국가의 150개의 항만프로젝트에 투자하였으며, 프로젝트는 협정조항(Articles of Agreement)에 적합해야되며, 경제적, 재정적으로 실현가능해야만 한다고 주장하였다. 또한 세계은행은 재정수입프로젝트는 재정적으로 자가조달이 가능해야만 하도록 규칙을 정하였다. 그들은 경제적 평가는 평가방법의 선택, 최적프로젝트, 경제적 최적성에 대한 테스트, 전망과 실제 편익, 경제적 편익의 배분측면에서 설명하고 있으며, 재정적 평가는 문제의 성격, 정부재정조달 대 자가조달, 재정적 수익의 테스트, 세계은행의 범주:보수적인 실용주의, 항만관세: 사용자수익의 회수를 항만에 재투자 측면에서 설명하였다.

Grigalunas et al.(2002)는 컨테이너항만의 투자평가모형과 위험분석을 하였다. 방법은 순현재가치법, 광범위한 민감도분석, 더 정식적인 몬테카를로분석을 이용하였다. 대상은 로드아일랜드의 나라간세트만의 컨세트 포인트에서의 항만에 대한 공학-경제적인 연구들로

부터의 자료를 이용하였다. 4가지 특정한 위험들이 고려되었다. 즉, 초기화물 이동량(start-up volume of moves), 화물증가율(growth rate of moves), 비용(costs), 컨테이너야드운용의 효율성(efficiency of yard operations)들이다. 실증분석결과에 의하면, 초기화물 이동량과 화물증가율이 특정항만에서 재무적 성공의 결정적인 요인들로 나타났다.

3. DEA기법을 이용한 항만투자효과 및 검증과 관련된 연구

박노경(2003.6)은 국내 항만투자의 가치사슬 효율성을 측정하기 위해서 Chen and Zhu(2001,2006)의 방법을 이용하여 항만투자액이 1단계에서 투입물이 산출요소가 되는 경우와 2단계에서는 그러한 투입물이 원래의 투입물로서의 역할을 하는 경우에 원래의 산출물에 미치는 효과를 측정하여 항만별 투입물의 과다와 산출물의 과소를 측정하였다. 박노경(2003.12)은 항만투자의 유효성을 검증하기 위해서 DEA기법을 이용하여 접근하였다. 즉, 18개 국내수출입항만의 2000년도의 투입-산출자료를 이용하여 규모수확불변, 약형-강형의 투입지향모형, 슬랙모형으로 나누어서 분석함으로써 컨제스천모형[congestion model, Cooper et al.(2001, p.228)이 주장한 모형으로 한 개 이상의 투입요소를 제거하는 경우 한 개 이상의 산출물이 증가된다면 발생하는 모형이다. 이 경우에 다른 투입요소나 산출요소를 악화시키지 않는 것을 조건으로 한다]이 항만투자의 유효성을 검증할 수 있는 모형으로서의 가능성을 실증적으로 보여 주었다.

Jahanshahloo and Khodabakhshi(2004)는 투입물을 줄이는 문제 중에서 특히 중국의 경우의 노동력을 감축시키는 문제는 갈등을 일으켰음을 상기시켰다. Cooper et al.(2001)는 노동력이라는 투입요소를 증대시키고 자본이라는 투입요소를 줄이는 것이 컨제스천 관리를 위한 중국산업의 경우에 적합하였음을 밝혔다. 적절한 투입물에 대한 관리모형을 제시하였다.

Tone and Sahoo(2004)는 DEA접근방법을 이용하여 규모의 경제하의 강형태와 약형태의 컨제스천이 있는 경우의 모형을 사례를 들어서 설명하였다.

Cooper, Gu, and Li(2001)은 Fare et al.(1985)모형이 컨제스천이 있는 경우의 정확한 결과를 주지 못하는 사례(output shortfall and input excess가 동시에 있는 경우와 Fare et al.의 관계를 변수배분의 법칙으로 감소시키는 방법)를 제시하였다.

Cooper, Deng, Gu, Li, and Thrall(2001)은 중국 섬유산업에서 경영관리적인 개선을 위해서 컨제스천상태의 투입물의 감소(노동력)를 다른 투입물의 증가(자본)를 통해서 달성될 수 있음을 보여 주었다.

Chen et al.(2006)은 정보기술(IT)투자가 IT의 생산성에 미치는 충격을 기존의 모델에서 벗어나 2단계의 새로운 측정모형을 개발하고 기존연구의 자료로 실증분석하고 비교하였다.

4. 국내기존연구의 한계점

첫째, 항만투자와 관련된 연구는 박노경(2003.6), 박노경(2003.12)을 제외하고 DEA기법을 사용하지 못했으며, 박노경(2003.12)의 연구도 18개항만, 단 년도(2000년)와 1개의 모형만을 이용하여 투자의 유효성을 측정함으로써 모형과 투입-산출요소의 정확성 측면에서 한계를 보이고 있다.

둘째, 항만투자의 경제적 효과를 측정한 연구들도 일반균형분석방법과 모수적인 방법만을 시도하였으며, 투입요소와 산출요소들을 이용한 비모수적인 방법은 시도하지 못했다.

III. 한국 및 외국의 항만관리 및 투자평가제도에 관한 검토

1. 한국의 항만관리 및 투자평가제도

국내에서는 항만관리는 항만법, 신항만건설촉진법, 한국컨테이너부두공단법에 의거하여 항만들이 관리되고 있으며 투자평가제도와 관련하여서는 건설교통부의 “교통시설 투자평가지침”²⁾에 의거하여 평가제도가 검토되고 있다. 동 평가지침에 의하면, 평가는 대분류하여, 경제적 타당성평가, 종합평가, 재무적 타당성평가로 분류할 수 있다. 첫째, 경제적 타당성 평가(1. 교통수요예측측면에서는 전국을 60개 권역으로 나누고, 상품의 품목은 32개 품목으로 나누고, 다시 12개 품목으로 재분류한다. 또한 컨테이너화율에 의거하여 개별항만의 물동량을 수출입측면과 환적화물측면에서 시계열모형을 이용하여 예측한다. 2. 편익추정측면에서는 항목별로 선박대기비용절감효과, 선박재항비용절감효과, 하역비용절감효과, 화물운송거리 단축효과, 도로교통혼잡비용 완화효과, 환적화물유치효과, 환경비용절감효과, 토지조성효과 측면에서 평가하며, 물류부문측면에서는 항목별 편익산출방법은 수송비절감편익산정, 하역비절감편익산정을 통해서 평가한다. 3. 비용추정측면에서는 비용의 유형을 항만법 제17조 및 동시행령 제18조 규정에 의한 총사업비는 당해 항만공사의 준공확인일을 기준으로 하여 당해 항만공사와 관련된 제비용을 합산한 금액으로 규정하고 있다. 즉, 총사업비는 조사비, 설계비, 공사비, 보상비, 부대비, 건설이자, 부가가치세 및 이윤으로 구분하고 또한 평가를 한다.)

경제적 타당성을 분석하는 방법으로는 편익 및 비용의 현재가치 추정방법, 투자사업의 채택기준(비용-편익비, 순현재가치, 내부수익율, 투자사업의 최종선택), 민감도분석, 최적투자시기의 결정방법을 통해서 분석한다.

둘째, 종합적인 평가는 투자우선순위 설정을 위한 종합평가, 수단내 투자우선순위 설정 방법, 지역경제내 파급효과 분석, 교통투자사업의 비교평가, 정책적인 고려항목등을 평가

2) 건설교통부, 『교통시설 투자평가지침』, 2007년12월, pp.1-445. 항만부분은 pp.106-133, pp.232-253, pp.340-349를 참고하시기 바람.

하여 결정한다.

셋째, 재무적 타당성 평가는 분석방법은 재무적 순현재가치분석방법, 재무적 내부수익을 분석방법, 수입/비용 비율분석방법, 현금흐름 산정시 유의사항, 민감도분석, 재무적 타당성 평가 및 민자유치 가능성 검토를 통해서 평가 분석한다.

2. 일본의 항만관리 및 투자평가제도³⁾

일본의 항만관리는 일본의 항만법에 의거하고 있으며 지방공공단체의 항만관리자에 의해서 관리·운영되고 있다. 즉, 국토교통성(Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism)의 항만국⁴⁾에서 관리하고 있으며 특정항만시설정비사업기본계획에 의거하여 항만에 대한 투자가 진행되고 있다. 즉, 일본항만은 중앙정부, 지방공공단체인 항만관리자, 그리고 민간에 의해 개발, 투자정비 되고 있으며, 제한된 이용자를 위한 민간시설물인 사설항만은 민간이 주체가 되어 개발 정비되고 있다. 공공의 이용을 위한 기초시설물인 수역시설, 호안시설, 계류시설, 임항도로시설 등의 개발 및 정비는 국가정부와 항만관리자가 협력하여 정부의 보조금으로 공공사업 형태로 수행되고 있다. 또 공공항만의 기본시설인 항로, 방파제, 안벽, 도로시설 등은 국가와 항만관리자가 공동으로 개발, 투자하고 제한된 이용자를 위한 기초시설물, 공공의 이용을 위한 기타 시설물의 개발 및 정비는 공사, 컨테이너 주식회사, 그리고 지방정부 등 관련기관에 의해서 실시되고 있다.⁵⁾ 현재 일본에서는 세 가지의 항만관리 형태가 있으며, 지방공공단체가 단독으로 운영하는 방식, 복수의 지방공공단체가 일부 사무조합을 구성 운영하는 방식, 지방자치단체가 모체가 되어 항만국을 설치하는 방식으로 나눌 수 있다.⁶⁾

일본의 경우 항만투자의 평가⁷⁾는 항만투자의 효율성 및 공정성을 위하여 사회적·경제적 관점에서 투자의 타당성을 판단하기 위하여 실시하고 있다. 일부 전용항만을 제외하고는 정부재정을 투입하여 정비를 하기 때문에 항만투자를 할 경우 투자의 효율성을 높이기 위하여 사회적·경제적 관점에서 그 타당성을 평가하고 있다. 여기서 항만투자의 평가는 사전평가, 재평가 및 사후평가로 구분할 수 있는데 이 중에서 사전평가는 개발계획수립 당시의 평가 및 사업채택시 평가로 구분할 수 있다. 평가는 특정기능을 발휘하기 위해서 필요한 전체 시설 중 동일한 시기에 정비하는 시설로 정의하고 있다. 또한 항만투자의 경제적 편익은 크게 이용자, 공급자, 지역사회 및 공공부문으로 분류하고 있다. 이러한 경제적 편익은 20개 평가대상에 따라 경제적 편익항목의 선정은 상이하다고 할 수 있다. 국제해상컨테이너터미널의 정비에 따른 경제적 편익항목으로는 육상 및 해상수송비용의 절감효

3) 투자평가방법은, 건설교통부, 「교통시설 투자평가지침」, pp.233-234. 투자관리제도는 조진행·김재봉(2000), pp. 50-54.를 참고하시기 바람.

4) <http://www.mlit.go.jp/kowan/>

5) 조진행·김재봉(2000), p.51. 자세한 내용은 pp.50-54를 참조요망.

6) 박경희(2006), p.29.

7) 건설교통부, 「교통시설 투자평가지침」, 2007.12, pp.234-235.

과, 자동차배출가스의 절감효과를 정량적으로 산정하고, 수송의 신뢰성 향상 및 기존터미널의 혼잡완화효과 등을 정성적으로 평가하고 있다. 국제해상컨테이너터미널을 제외한 중추항만에 대한 항만투자의 경제적 편익으로는 수송비용의 절감, 기존터미널의 혼잡완화, 도로의 혼잡완화, 배출가스의 감소 등의 평가항목을 고려하여 비용-편익분석을 실시하고 있다. 결국 일본의 경우 항만투자에 대한 경제적 편익항목의 선정은 평가대상 사업인 20개 그룹별로 상이하게 이루어지고 있으며, 육상교통의 혼잡완화 효과를 경제적 편익으로 포함하여 분석하는 것이 특징이라고 할 수 있다. 특히 환경측면에서 배출가스의 저감을 계량화시켜 경제적 편익으로 산정하고 있다. 또한 부두용지 및 하역기계 등에 대해서 운영이 끝나는 시점에서의 잔존가치를 편익으로 계상하고 있는 것이 하나의 특징이라고 할 수 있다.⁸⁾

3. 싱가포르의 항만관리 및 투자평가제도

싱가포르항만은 싱가포르해사항만공사(Singapore Maritime and Port Authority: SMPA)가 항만 관련 제반업무를 담당하고 있다. 또한 싱가포르 항만운영주식회사(Port of Singapore Authority Corporation: PSAC)에 의해 운영되고 있다. 항만개발 및 투자는 위의 두 기관이 담당하고 있다. 전자는 입출항 수로시설 및 항로표시의 개발 및 유지를 담당하고, 후자는 항만건설의 계획에서부터 토지조성, 하역기계 개발, 투자 그리고 관리운영까지 일괄하여 담당하고 있다.⁹⁾

싱가포르 항만의 투자는 투자위원회(Investment Committee)에서 결정을 하고, 내부감사과(Internal Audit Department)에서 작성한 재무보고서에 의해서 투자에 대한 평가를 한다. 또한 그러한 재무보고서를 Maritime and Port Authority of Singapore Act(Chapter 170A)에 의거하여 공인회계사가 감사를 한다.¹⁰⁾

4. 프랑스의 항만관리 및 투자평가제도

프랑스는 전통적으로 항만을 국가가 직접 지배, 관리하였을 뿐만 아니라 항만개발, 정비 권한도 보유하고 있었다. 그러나 1990년대 들어 항만개발 및 투자방식이 항만공사가 관리하는 자치 항인 중추항의 항만하부구조는 정부가 지원, 투자하고 있으며, 상부구조는 항만당국이 직접 개발하거나 민간임차인이 투자, 개발하고 있다. 중앙정부가 직접 관장하고 있는 중요 항만의 경우 중앙정부가 지방사무소를 통해 항만시설 개발을 수행하고 있으며,

8) 일본의 항만관리 및 투자평가제도에 대해서는 다음의 보고서도 참조요망. 심기섭·김운수·이호춘(2004), "항만개발사업의 정책평가모형 구축에 관한 연구," 『기본연구 2004-03』, 한국해양수산개발원, 2004.12, pp.30-34.

9) 조진행·김재봉(2000), pp.57-59. <http://www.mpa.gov.sg>

10) MPA, Maritime and Port Authority of Singapore Annual Report 2005, pp.59-60, pp.78-82.

특히 항만기본시설은 모두 중앙정부가 투자하고 있으나 운영 및 기능시설은 지역사회 상공회의소나 지방자치단체인 운영주체가 투자하고 있다. 지방자치단체가 관리, 운영하는 지방항만은 항만시설개발·투자가 중앙정부보다는 대부분 당해 항만의 관리주체에 의해 수행되고 있다.¹¹⁾ 항만투자에 대한 평가는 의사결정의 사전과 사후의 엄격한 모니터링에 의해서 감독된다. 즉, Ministry of Transport 와 Ministry of Finance의 대표자인 중앙부(central body)에 의해서 연간 투자프로그램, 차년도 계획과 다음 2년의 사전계획도 승인을 하고 변경을 할 권한이 부여된다.¹²⁾

5. 독일의 항만관리 및 투자평가제도

독일은 항만관리와 마찬가지로 당해 지역도시가 주체가 되어 항만을 계획, 개발하는 등 항만계획수립 및 항만개발에 중앙정부가 전혀 개입하지 않고 주정부나 시정부가 담당하고 있다. 또한 항만에 대한 투자 시 항만당국과 민간기업의 역할 및 기능이 엄격히 구분되고 있다. 즉, 항만당국은 항만시설 중 안벽, 항내박지, 임항도로, 토지조성 등의 기본시설을 개발, 정비하여 유로로 운영회사에 대여하고 있으며, 민간임차인은 하역기계, 상옥 등의 상부시설을 투자·정비하고 있다. 다만, 항만에 이르는 수로와 내륙부의 하천수로는 연방정부가 준설하여 담당하고 있다.¹³⁾ 항만투자평가와 관련하여 Schleswig-Holstein and Niedersachsen에서 개별항만들에 대한 지배적인 행정기관은 없다. 항만의 소유자들(지주, 지방자치단체, 개인적인 소유자)과 항만운영자들이 경제적, 운송과 구조적인 정책 요인들과 같은 시장의 관측과 비즈니스 환경에 따라서 그들 자신의 책임하에서 행한다. Mecklenburg-Vorpommern Limited Companies에서 그들 자신들의 이사회에 의해서 결정에 따라서 그들 자신이 위험을 감수하면서 사회간접시설이나 상부구조에 대한 모든 종류의 의사결정을 한다.¹⁴⁾

6. 네덜란드의 항만관리 및 투자평가제도

네덜란드는 시위원회의 통제를 받는 별도의 항만관리기구에 의해 관리되는 시영항만과 Havenschap라는 항만관리기관에 의해 관리되는 법정공영항만으로 대별될 수 있다. 전국적인 20여개의 항만 중 주요한 대부분의 항만은 지방자치단체가 직접 관리하고 있으며, 소규모 항만의 일부는 국가가 직접 관리하고 있다. 시영항만의 경우 시정집행위원회가 항만의 장기발전 및 관리, 운영에 대한 기본방침 뿐만 아니라 항만공간의 이용에 관한 계획

11) 조진행·김재봉(2000), pp.65-68.

12) ESPO, *Factual Report on the European Port Sector*, European Sea Ports Organization(ESPO), December 2004, pp.82-85.

13) 조진행·김재봉(2000), pp.68-69.

14) ESPO(2004), *op.cit.*, pp.86-88.

및 향후 5년간의 투자계획도 수립하고 있다. 법정공영항만은 각 항만간 투자계획에 대한 중앙정부의 조정작업을 통해 항만계획이 수립되며, 확정된 항만개발 사업에 대해서는 항로와 방파제 등 시설에 대한 투자비의 33%를 중앙정부가 보조금의 형태로 지원하고 있다. 정부의 재정적 보조는 소규모 항만에 국한되며, 대규모항만의 경우 국가가 거의 재정적으로 참여하지 않고 있다. 따라서 대부분의 항만건설소요자금은 항만의 자치적인 운영에 의해 자기자금, 차입금 등으로 조달되고 있으며, 원칙적으로 시영항만에 대한 국가의 보조금이나 금융 등의 지원책은 시행되지 않고 있다.¹⁵⁾ 요컨대, 네덜란드에서는 항만공사는 항만서비스를 제공하지 않고 개인적인 회사들이 제공한다. 항만에서 서비스를 제공하려는 경우에는 활동의 종류에 따라서 사전에 허가를 받아야만 하는데, 환경적인 허가를 먼저 얻어야만 한다. 그러한 투자활동은 반드시 국가적, 지역적, 공간적 계획과 합치되어야만 한다.¹⁶⁾

7. 미국의 항만관리 및 투자평가제도

미국은 1946년부터 2005년까지 약301억 달러를 항만시설과 관련된 사회간접자본에 투자하였다. 그러한 투자의 약35%를 남태평양지역에 위치한 항만에 투자하였다.¹⁷⁾ 미국의 항만관리 및 운영형태는 주정부와 시,군 등 지방행정기관의 일부 국이 운영하는 경우, 지방자치단체의 인가를 받은 공기업인 독립위원회(The Independent Commission)가 담당하는 경우, 항만공사(Port Authority)에 의한 경우, 그리고 사기업이 담당하는 경우로 구분된다. 미국의 항만개발투자제도는 항만을 관리·운영하며, 공기업이면서도 상업적인 운영이 가능하도록 기업회계제도를 도입하여 운영되고 있는 항만공사가 담당하고 있다. 항만개발 투자재원은 조세(Tax), 채권발행(Issuing Bonds), 항만수입(Port Revenue), 그리고 기타 보조금 등 크게 4가지로 구분될 수 있다. 대다수 주의 경우 항만을 포함한 공공시설이 지방정부 및 공공단체에 의한 직, 간접적인 보조를 통하여 건설되고 있다.¹⁸⁾ 미국의 정책평가는 의회소속 회계감사국의 심사평가와 대통령 직속의 관리예산처에서 평가하는 정부실적평가법에 의한 평가가 있다. 미국의 정책평가(GRPA)는 정부관리시스템이 투입지향형에서 결과지향형으로 전환되어야 한다는 개념을 내포한 재정운용분야의 성과주의예산으로 요약할 수 있으며, 성과관리체제 핵심 구성요소는 전략계획, 성과계획, 성과측정, 성과정보 공개 및 활용 등 네 가지로 구성되어 있다.¹⁹⁾ 한편 항만투자와 관련된 평가는 미국운송부

15) 조진행·김재봉(2000), pp.69-70.

16) ESPO(2004), *op.cit.*, pp.150-152,pp.215-217.

17) U.S. Department of Transportation, U.S. Public Port Development Expenditure Report(FYs 2005&2006-2010), Maritime Administration, Office of Intermodal System Developemnt, July 2007,p.3.

18) 조진행·김재봉(2000), pp.70-72.

19) 심기섭·김운수·이호춘(2004), "항만개발사업의 정책평가모형 구축에 관한 연구," 『기본연구 2004-03』, 한국해양수산개발원, 2004.12, pp.26-30.

(U.S. Department of Transportation)의 해양행정과(Maritime Administration)가 지원하는 해양운송시스템(Marine Transportation System, 이하 MTS라 칭함)에 의해서 행해진다. 해양행정과는 개발된 경제적 모형을 통해서 세 개의 연안지역(서해안, 동해안, 걸프만)에 대한 초기의 양적인 투자에 대한 평가를 시행한다.²⁰⁾

8. 국내 항만들의 투자와 관련된 문제점 파악

국내항만들의 항만투자와 관련된 문제점을 파악하기 위해서 11개 지방해양수산청의 항만개발과의 담당자들과 전화접촉을 하였으나 전부 다 청취하지 못하고 대형지방해양수산청 3곳과 소형 지방해양수산청 3곳의 문제점을 청취할 수 있었다. 전화접촉기간은 2008년 2월 11일부터 2월 22일까지였다. 해양수산부의 폐지여부 때문에 또는 폐지가 결정된 후의 전화접촉이었기 때문에 수동적인 대답 밖에는 들을 수 없었다. 청취내용의 옷점을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 항만투자와 관련된 예산배정의 부분은 기획예산처에서 SOC에 대한 투자예산이 미리서 정해지고 그러한 정해진 예산의 한도 내에서 지방해양수산청은 사전에 해양수산부와 충분히 상의를 하고 있으며, 해당지역항만에서 제시한 사업들을 중심으로 배정하기 때문에 큰 애로사항은 없었다.

둘째, 항만에 대한 투자는 투자효과가 즉시 나타나지 않기 때문에 화물의 수요량을 과학적으로 측정 한 후에 선투자를 할 수 있도록 해야만 한다.

셋째, 항만개발과정에서 토지보상의 문제 때문에 주민들과의 마찰이 발생하여 완공지연이 유발되고, 예산의 적기집행도 어려워진다.

넷째, 지방자치단체 및 해당지역의 국회의원들의 압력에 의해서 지역현안사업에 투자되지만, 투자 시 지자체는 함께 참여하려고만 하고, 해당 항만의 배후수송망(도로)이 완공된 후에는 도로관리를 지자체가 책임지지 않으려는 태도를 보인다.

다섯째, 지자체의 항만관련 공무원들은 직무순환보직 때문에 일관되게 정책을 집행하는데 어려움이 있다. 또한 항만개발 시 해당지자체의 도시계획법과 충돌이 일어나서 공기가 지연된다.

여섯째, 예산집행 시 관련기관들과의 협의, 예산처의 환경영향평가 때문에 절차상 문제가 발생하여 사업시기가 늦어 질 수 있다.

IV. 항만투자의 유효성 검증모형개발 및 실증적 적용

20) M. Peters, and S.T. Connaughton, „Annual Report To Congress Fiscal Year 2006, Maritime Administration,2007, pp.12-13.

본 논문은 서론에서 설명한 바와 같이 국내개별항만에 대한 투자가 과연 적절한 것이었는지를 투입-산출요소 측면에서 살펴보는 것으로 한정하였다. 따라서 본 논문에서는 기존의 DEA기법에 사용되었던 CCR, BCC모형에 대해서 살펴보고 항만투자의 유효성을 측정할 수 있는 새로운 “슬랙중심의 다년도 패널 컨제스천모형”을 제시한 후에 실증분석을 하고 해석하고자 한다.

1. 설문조사를 통한 국내항만투자의 유효성검증 모형개발

(1) 설문조사의 방법, 기간 및 설문조사 결과

<표 1>의 설문지는 2008월 1월 10일부터 1월 30일 사이에 인터넷 e-mail과 팩스를 통해서 수집되었다. 대상은 항만분야 전공교수 25명, 한국해양수산개발원의 항만분야전문가 4명, 각 지방해양수산청 10명으로 총39명에게 송부하여 교수13명(A~M), 전문가1인(N), 각 지방해양수산청의 항만담당자 6명(O~T)으로부터 회신을 받았다. 따라서 회수율은 약 51%였다.

다음과 같은 설문지의 내용에 대한 의견이 제기되었다. 첫째, [크레인수]항목은 Teng F Wang의 연구에서처럼 켄트리 크레인, 스테커크레인 등, 구체적인 장비를 사용하는 것으로 명시해야만 한다. 둘째, 일부의 연구에서는 항만노동생산성, 면적, 투자금액 등을 투입요소로 사용하려는 시도들이 있고, 이런 요소들의 계량화된 지표를 찾기 어려워서, 대체요소를 사용하고 있다. 셋째, 항만노무자수는 자동화가 추진정도(크레인 수)에 반비례함으로 계수 선정에 명확한 기준이 필요하다. 넷째, 접안능력, 화물처리능력, 선석길이는 거의 비슷한 개념으로 사용되고 있다. 예를 들면 선석길이를 설계할 때 이미 화물처리능력을 정해져있고, 여기를 사용하는 접안선박역시 정해져있다. 따라서 좀 더 다른 지표를 넣어야 항만의 효율성을 잘 표현 할 수 있으리라 판단된다. 다섯째, 산출요소에서 항만입출항척수와 화물처리량 및 컨테이너처리량 역시 비례관계를 가지는 요소들이므로 계수의 조정이 필요하다고 판단된다. 여섯째, 항만(일반항만 or 컨테이너항만)을 한꺼번에 고려하여 항만을 분석하는 것은 어려움이 많으므로 항만분석은 그나마 지표가 풍부한 컨테이너항만으로 축소하여 분석하시는 것도 방법이 좋을 것 같다. 일반항만(벌크화물 처리항만)은 전혀 다른 특성의 요소들이 필요하다고 사료된다. 일곱째, 투입요소에서 선석수는 벌크선 선석수, 컨 선석수를 구분하여야만 한다. 또한 항로 및 선석 수심, 터미널 운영시스템(첨단화 정도), 배후연계망, 항만배후부지, 물류비용을 추가해야만 한다. 산출요소 중에서 항만화물처리량은 일반화물처리량으로 구체화하고, 컨테이너화물처리량과 구분되어야만 한다. 항만선박입출항척수는 선박을 용적별로 구분하여 산출해야만 하며, 터미널 별로 내외의 화물 처리비용, 수도권 및 대도시별 이동비용과 소요시간 분석하는 요소가 추가되어야만 한다. 또한 항만의 기항횟수도 추가되어야만 한다. 여덟째, 모 변수를 사용하고자 하는 목적에 따라 차이

가 있지만 항만의 원래 목적에 따라 구분과 사용 가치가 동일하지 않은 점을 고려하여 지역 선정 보다 물류 이동 중심으로 구분하여 항만의 선정을 고려하고 물동량이 집중되지 못하는 항만의 투입 비용은 상대적으로 열세를 고려하여 쇠퇴 항만을 추정하는 것도 도움이 될 것으로 판단된다. 아홉째, 투입-산출요소들이 조금 애매하게 표현되어 있다. 즉, 항만투자금액과 항만의 연간 재정수입, 시간당 항만처리능력과 항만서비스 만족도, 선석길이 및 야드면적과 컨테이너화물 처리량 혹은 항만화물처리량이 서로 대비될 수 있다. 따라서 투입과 산출에 속한 각 변수끼리 서로 개념적으로 연결되어 있어 정확하게 판단하기 어렵다.

<표 1> 국내 항만투자의 유효성 검증을 위한 모형에 대한 설문조사결과

투입 요소 / 산 출 요 소	투입요소							산출요소				
	항만투 자금액	항만접 안능력	항만화 물처리 능력	선석길 이	터미 널면적	항만 노무자 수	크레 인수	항만 화물처 리량	항만 서비스 만족도	항만 선박입 출항척 수	항만 의 연간재 정수입	컨테이 너화물 처리량
A	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0
B	0	0	0			0		0			0	
C	0	0	0					0	0			0
D	0							0				
E	0	0	0	0	0		0	0	0	0		0
F	0	0	0	0		0	0	0		0		
G	0	0	0	0			0	0	0	0	0	
H	0	0	0			0		0	0			
I	0		0						0		0	0
J	0	0	0	0	0		0	0	0			0
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L		0	0	0	0		0	0	0	0		0
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	0			0				0			0	0
O	0	0	0	0	0		0	0	0		0	0
P	0										0	
Q	0											
R	0							0				
S			0					0				
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
합계	18	13	15	11	8	7	10	18	11	8	10	11
순위	1	3	2	4	6	7	5	1	2	5	4	2

위와 같은 지적에도 불구하고 본 논문에서 국내에서 수집할 수 있는 공식적인 통계자료가 『해양수산통계연보』와 『항만편람』 밖에 없기 때문에 원래의 계획대로 3개의 모형으로 나누어서 진행할 수밖에 없었다.

(2) 설문조사결과에 의한 새로운 항만투자의 유효성 평가모형 개발

<표 1>의 결과에 의해서 <표 2>와 같은 DEA측정기법과 관련된 항만투자의 유효성 평가모형을 개발할 수 있다. 원래는 <표 1>에서의 순위에 의거하여 투입요소와 산출요소를 조합하는 것이 타당하겠지만, 국내 26개 무역항만에 대한 공식적인 자료가 해양수산부에서 발행하는 “해양수산통계연보”와 “항만편람” 밖에는 없다. 또한 산출요소 중에서 컨테이너화물처리량은 불과 몇 개 항만만이 해당되며, 항만의 서비스만족도도 해양수산부에서 2000년부터 실시하였기 때문에 여러 가지 사항을 고려하여 <표 2>와 같은 제1모형, 제2모형, 제3모형을 개발하였다. 그러나 제1모형을 제외하고는 제2모형과 제3모형도 DEA의 특성상 투입요소와 산출요소를 합한 숫자의 3배수에 해당하는 항만의 숫자가 확보되어야만 하지만 그렇지 못한 단점을 내포하고 있어서 패널자료를 사용할 수 있는 모형을 개발하였다. 제1모형도 패널자료를 사용하였다. 왜냐하면, 분석대상기간동안 전체적으로 컨테스천 모형에 의한 과잉투자된 부분을 적출하기 위해서였다.

<표 2> 국내항만투자의 유효성 검증을 위한 평가모형

모형	대상기간	투입요소(순위)	산출요소(순위)	대상항만 수
제1모형	1994 ~ 2002	항만투자(1)	화물처리량(1)	180개
		화물처리능력(2)	년간재정수입(4)	
		접안능력(3)	입출항척수(5)	

모형	대상기간	투입요소(순위)	산출요소(순위)	대상항만 수
제2모형	2000~ 2004	항만투자(1)	화물처리량(1)	50개
		화물처리능력(2)	년간재정수입(4)	
		접안능력(3)	항만서비스만족도(2)	
			입출항척수(5)	

모형	대상기간	투입요소(순위)	산출요소(순위)	대상항만 수
제3모형	1994~ 2004	항만투자(1)	화물처리량(1)	69개
		화물처리능력(2)	년간재정수입(4)	
		접안능력(3)	입출항척수(5)	
			컨테이너화물처리량(2)	

[주: 투입요소와 산출요소 옆의 괄호 안의 순위는 <표 1>에서의 선호도 순위임]

2. 슬랙중심의 다년도 패널 컨제스천 모형에 의한 국내항만투자의 유효성 검증측정

분석대상은 국내수출입항만 20개(항만투자와 재정수입에 대한 자료의 제약 때문에 20개 항만 만을 선택하였음)를 대상으로 하였으며, 대상연도는 10년간(1994년~2003년)으로 하였다. 실증분석은 제1모형, 제2모형, 제3모형의 패널자료를 이용하여 시행하였다. 각 변수의 단위는 다음과 같다. 항만투자금액(백만원), 접안능력(척수), 화물처리능력(천톤), 화물처리량(톤), 선박입출항척수(척), 연간재정수입(천원), 항만서비스만족도점수(100점 만점), 컨테이너화물처리량(TEU).

<표 3> 국내항만투자의 유효성 측정을 위한 분석자료의 기술통계치

통계값/ 요소	투입요소			산출요소				
	항만투자	접안능력	하역능력	화물처리량	입출항척수	재정수입	서비스 만족도	컨테이너처 리량
평균	28739.25	563.75	17494.96	58977.63	14399.64	9257926.41	65.35	1325523.88
표준오차	4308.90	60.13	1803.59	14053.56	1401.25	1102789.97	1.19	326344.04
중앙값	7885.85	167	6686.5	9639	6336	2068549.5	64.48	127919
최빈값	5449	33	896	532	2051	560972	51.8	N/A
표준편차	57809.93	806.77	24197.64	188548.33	18799.75	14795479.97	8.45	2710817.22
첨도	24.41	1.27	2.59	82.63	2.95	2.27	-0.76	4.93
왜도	4.58	1.55	1.82	8.26	1.86	1.86	-0.10	2.40
범위	402399	3079	106362	2119327	92427	57639148	32.1	11490067
최소값	41	0	1	27	160	15000	48.7	1901
최대값	402440	3079	106363	2119354	92587	57654148	80.8	11491968
관측수	180	180	180	180	180	180	50	69

자료: 한국해양수산부, 「해양수산통계연보」, 「항만통계편람」, 2004, 해양수산부 내부자료.

DEA모형은 많은 연구에 의해 다양한 형태로 제시되었으나, 가장 많이 활용되는 모형으로는 Charnes, Cooper & Rhodes(1978)의 CCR 모형과 Banker, Charnes & Cooper(1984)의 BCC 모형을 들 수 있다. CCR모형은 DEA 분석의 기본모형으로 모든 의사결정단위들은 각각의 투입물 가중합계에 대한 산출물 가중합계의 비율이 1을 초과해서는 안되며, 각 투입요소와 산출요소의 가중치들은 0보다 크다는 (즉, 모든 투입요소와 산출요소를 고려한다는) 단순한 제약조건하에 평가의 대상이 되는 의사결정단위의 투입물 가중합계에 대한 산출물 가중합계의 비율을 최대화시키고자 하는 선형분수계획모형(fractional linear programming model)이다. 그리고 이 모형은 투입량의 가중합계인 가상투입량(virtual input)의 최소화 또는 산출량의 가중합계인 가상 산출량(virtual output)의 최

대화 형태의 선형계획모형으로 재구조화되어 분석된다. 그러나 CCR 모형은 각 의사결정 단위의 규모 수익이 불변이라는 가정 하에 효율성을 평가하기 때문에 규모의 효율성과 순수한 기술적 효율성을 구분하지 못하는 단점을 갖고 있다. BCC 모형은 CCR 모형의 이러한 단점을 극복하고자 개발된 모형으로 각 의사결정단위의 전반적 효율성을, 규모의 효율성과 순수한 기술적 효율성으로 구분할 수 있도록 한다.

(1) 슬랙에 근거한 새로운 다년도 패널 컨제스천 측정모형²¹⁾

Cooper *et al.*(2001, p.228)은 컨제스천이란 한 개 이상의 투입요소를 제거하는 경우 한 개 이상의 산출물이 증가된다면 발생한다고 하였다. 이때, 다른 투입요소나 산출요소를 악화시키지 않는 것을 조건으로 한다. 그러한 역의 상황에서도 발생한다고 하였다. 즉, 한 개이상의 투입물을 증가시킬 때, 한 개 이상의 산출물을 감소시킬 수 있을 때 발생한다. 단, 다른 투입요소나 산출요소를 개선시키지 않는 것을 조건으로 한다.

DEA에 근거한 컨제스천분석은 그 동안 국외에서 3가지 분석방법으로 시도되었다. 첫째는 Fare, Grosskopf, and Lovell(1985)가 이용한 2단계 방사측정모형(radial measure model)이다. 둘째는 Cooper, Seiford, and Zhu(2000)가 이용한 2단계 가법(비방사측정)모형이며, 셋째는 Cooper *et al.*(2001)이 사용한 2단계 방사측정모형이다.²²⁾

본 연구에서 사용한 컨제스천에 대한 수학적 모형은 Brockett *et al.*(1998)과 Cooper *et al.*(2001)에서의 방법을 이용하였다. 이 모형의 특징은 개별 DMU들의 투입요소와 산출요소측면의 비효율성과 컨제스천을 측정하는 것이다. Cooper *et al.*(2001, p.235)이 제시한 2단계 컨제스천 모형식에 새롭게 슬랙중심의 다년도 패널분석이 가능하도록 개발된 모형식은 <식 1>과 같다. <식 1>의 장점은 투입물 슬랙을 극대화시키면서 다년도(1년 이상) 기간동안의 항만투자가 효율성에 미치는 영향을 기간변화를 통해서 볼 수 있는 패널분석이 가능하도록 만들었다는 점이다.

$$\begin{aligned}
 & \max \sum_{i=1}^n \sum_{i=1}^m \delta_i^- \\
 & \hat{x}_{io} = \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j - \delta_i^-, \quad i=1, \dots, m, \\
 & \hat{y}_{ro} = \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j, \quad r = 1, \dots, s, \\
 & 1 = \sum_{j=1}^n \lambda_j, \\
 & s_i^- \geq \delta_i^-, \quad i = 1, \dots, m, \\
 & t=1, \dots, n
 \end{aligned}
 \tag{식 1}$$

i 는 투입물, *r* 는 산출물

21) 본 모형은 박노경(2003.12),pp.42-43의 내용을 확장시켜 새롭게 개발된 측정모형임.

22) Cooper *et al.* (2001), p.230.

\hat{x}_{io} 와 \hat{y}_{ro} 는 최적해로부터 구해지는 개별투입물과 산출물에 대해서 조정된 값,
 x_{ij} 와 y_{rj} 는 DMU_j의 투입물과 산출물의 량
 δ_i^- 는 i 번째 투입물의 기술적으로 비효율적인 양
 s_i^-* 는 i 번째 투입물의 여유분의 총량
 t 는 년도를 의미한다.

(2) 항만투자의 투입물 슬랙중심의 다년도 패널 컨제스천 측정

항만투자액이 성과를 이루었는지를 측정하기 위해서 먼저, 단 년도 별로 투입지향-규모 수확불변모형하의 슬랙에 근거한 컨제스천 모형(제1모형에서 항만투자액 중심)을 이용한 측정결과를 <표 4>에 제시하였다. 여기서 투입지향형이란 현재의 산출물수준을 유지하면서 투입량을 가능한 한 감소시켜 나가는 모형을 말하며, 산출지향형이란 현재의 투입량 수준에서 산출물 수준을 극대화하는 것을 말한다.²³⁾

23) 따라서 투입지향형모형은 투입요소의 극소화와 산출지향형모형은 산출요소의 극대화를 추구하는 모형이라고 할 수 있다. 즉, <식 1>에서의 모형식에서 투입요소의 비중을 점차적으로 극소화시킴에 따른 효율성변화에 중점을 두며, 산출지향모형은 산출요소의 비중을 점차적으로 극대화시킴에 따른 효율성변화에 중점을 두게 된다. 따라서 효율성 분석결과 수치가 달라지게 된다. 따라서 선진국학자들의 연구에서는 효율성분석결과 나타난 효율성 수치를 통해서 상대적인 비교가 쉬운 투입지향모형을 일반적으로 제시하고 있다. 본 논문에서 투입지향모형을 가정하여 실증분석을 시행하였다.[박노경(2003),p.44].

<표 4> 투입지향-규모수확불변모형(CCR)하의 슬랙중심의 개별 년도별 컨제스천 측정결과(제1모형에서 항만투자액 중심)

항만 \년도	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
인천										
평택									28425.48	45211.01
장항	15242.75	30.61	33.07				1975.47	1477.77		
군산		22937.34	29700.18	29358.25	41242.72		42578.83	379.56	55889.10	
목포		20557.27	18575.17	1225.51	11861.95	22857.00				
완도	543.53	234.62						4094.41		
여수										
광양										27978.45
제주			3885.87							
서귀포		4476.24			5855.59	4038.66	8657.72			2351.78
삼천포										
마산										
진해									702.63	
부산		137373.8	144826.71							26911.30
울산										
포항										
삼척										
동해										
목호										
속초			586.28	303.98	526.91	45.99	10518.45		6809.71	

<표 4>에서는 다음과 같은 사실을 알 수 있다. 첫째, 컨제스천이 발생하지 않은 효율적인 항만들은 9개항만(인천, 여수, 삼천포, 마산, 울산, 포항, 삼척, 동해, 목호)들이었다. 둘째, 컨제스천이 발생한 항만들은 평택, 장항, 군산, 목포, 완도, 광양, 제주, 서귀포, 부산, 속초항들이었다. 셋째, 장항, 군산, 목포, 서귀포, 속초항의 컨제스천이 높게 나타났다.

다년도 패널자료를 이용한 측정결과는 <표 5>에 제시하였다. <표 5>에서는 다음과 같은 사실을 알 수 있다. 첫째, 컨제스천이 발생하지 않은 효율적인 항만들은 8개항만(인천, 광양, 마산, 진해, 포항, 삼척, 동해, 목호)들이었다. 둘째, 컨제스천이 발생한 항만들은 평택, 장항, 군산, 목포, 완도, 여수, 제주, 서귀포, 삼천포, 부산, 울산, 속초항들이었다. 셋째, 군산, 목포, 완도, 제주, 서귀포, 부산, 속초항의 컨제스천이 높게 나타났다. 넷째, 항만투자의 컨제스천의 총합계는 822673.55668 이고, 평균은 13711.22594 로 나타났다.

<표 5> 투입지향-규모수확불변모형(CCR)하의 슬랙중심의 다년도 패널 컨제스션 측정결과(제1모형에서 항만투자액 중심)

항만 \년도	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
인천									
평택				23429.26	2469.21			2297.98	4836.47
장항	16820.80		295.14						
군산	7836.02	16023.01	23649.84	21047.00	18694.95	24515.68	11433.63	13697.51	23373.73
목포		17424.91	14429.86	3811.16	12712.62	20493.14	9614.87	28807.97	23760.02
완도	2451.19	237.89	66.59	146.10		1.51	2634.43	5158.88	6364.24
여수	16279.79								
광양									
제주	4305.02		4379.35	6819.49				2592.64	3549.02
서귀포	542.04	1991.95		2871.33	294.45		2053.36	9514.21	
삼천포			227.20						
마산									
진해									205.24
부산	68360.33	116987.48	132051.45						67339.54
울산				2989.15			2187.05	5114.92	2354.36
포항									
삼척									
동해									
목호									
속초			44.67	262.41	477.01	198.72	3103.17	3852.54	3190.04

<표 6> 투입지향-규모수확불변모형(CCR)하의 슬랙중심의 다년도패널자료 효율성 추정결과(제1모형의 항만투자액을 포함하는 경우와 제거하는 경우)

항만 \년도		1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
인천	포	0.78322	0.85052	0.60284	0.53358	0.70112	0.83214	0.29566	0.35943	0.37612
	제	0.44049	0.48411	0.38409	0.38326	0.24930	0.30268	0.27786	0.27168	0.26672
평택	포	1.00000	0.60529	1.00000	0.50844	0.52018	0.47696	1.00000	0.23163	0.25847
	제	1.00000	0.54564	1.00000	0.50844	0.52018	0.47259	1.00000	0.23163	0.25847
장항	포	0.74207	0.56215	0.49021	0.39988	0.23457	0.21365	0.24230	0.15439	0.17589
	제	0.74207	0.55017	0.49021	0.39988	0.23457	0.20395	0.22731	0.15437	0.17540
군산	포	0.58878	0.53703	0.56260	0.45610	0.30838	0.35011	0.24823	0.26131	0.30703
	제	0.58878	0.53703	0.56260	0.45610	0.30838	0.35011	0.24823	0.26131	0.30703
목포	포	1.00000	0.80590	0.61205	0.63349	0.44371	0.53044	0.45516	0.67429	0.69060
	제	0.73763	0.80590	0.61205	0.63349	0.44371	0.53044	0.45516	0.67429	0.69060
완도	포	0.78248	0.69239	0.77590	0.75848	1.00000	0.68614	0.62991	0.55042	0.86883
	제	0.78248	0.69239	0.77590	0.75848	0.94466	0.68614	0.62991	0.55042	0.86883
여수	포	0.85472	1.00000	1.00000	0.99192	0.67183	0.73569	0.81789	0.92089	1.00000
	제	0.85472	1.00000	1.00000	0.93459	0.66190	0.72354	0.79671	0.83853	0.97565
광양	포	0.37952	0.20262	0.27648	0.16489	0.13946	0.19878	0.17184	0.18005	0.11779
	제	0.14999	0.15018	0.16322	0.15077	0.12105	0.13221	0.12386	0.11265	0.11728
제주	포	0.91344	1.00000	0.72492	0.74472	0.49229	1.00000	0.43059	0.47929	0.46210
	제	0.91344	1.00000	0.72492	0.74472	0.47496	0.59124	0.42965	0.47929	0.46210
서귀포	포	0.84468	0.72594	0.80675	0.78132	0.42241	0.47036	0.49935	0.74871	1.00000
	제	0.84468	0.72594	0.79022	0.78132	0.42241	0.46584	0.49935	0.74871	1.00000
삼천포	포	0.18937	0.10530	0.10482	0.23380	0.17433	0.13213	0.18996	0.21920	0.34208
	제	0.10465	0.09743	0.10482	0.13478	0.08455	0.07549	0.08196	0.08079	0.34208
마산	포	0.75508	0.75034	0.74751	1.00000	0.70635	0.75426	0.45791	0.49349	0.49061
	제	0.35804	0.39301	0.39985	0.38645	0.23588	0.28342	0.25860	0.27793	0.28391
진해	포	0.70506	0.47332	0.48377	0.60422	0.45552	0.32679	0.19681	0.23918	0.26999
	제	0.38516	0.28355	0.42708	0.43983	0.22060	0.26049	0.16545	0.21910	0.26999
부산	포	0.46118	0.44955	0.48671	0.59044	0.47974	0.42418	0.35378	0.34196	0.33573
	제	0.46118	0.44955	0.48671	0.33406	0.30853	0.32696	0.34671	0.33968	0.33573
울산	포	0.64467	0.56404	0.66996	0.43985	0.35263	0.47019	0.30940	0.29635	0.39985
	제	0.45864	0.47287	0.57289	0.43985	0.34627	0.35161	0.30940	0.29635	0.39985
포항	포	0.39960	0.50601	0.41931	0.40194	0.24051	0.20215	0.11897	0.13248	0.51558
	제	0.12217	0.14452	0.12727	0.14612	0.12341	0.11496	0.11246	0.12668	0.24436
삼척	포	0.63026	0.62031	0.44894	0.47047	0.30873	0.38373	0.34946	0.42431	0.40266
	제	0.10574	0.11832	0.10975	0.10027	0.08259	0.09916	0.10531	0.11404	0.11752
동해	포	0.43140	0.36952	0.17709	0.14005	0.09796	0.14762	0.25143	0.25453	0.22872
	제	0.14950	0.15539	0.13569	0.13378	0.07666	0.07002	0.07523	0.07375	0.08535
목호	포	1.00000	0.81828	0.36782	0.31187	0.32078	0.26501	0.42903	0.41793	0.37346
	제	0.24340	0.22382	0.15748	0.17301	0.18663	0.16727	0.20461	0.22051	0.21719
속초	포	0.48358	0.44822	0.07355	0.05745	0.05977	0.06575	0.21859	0.35713	0.23191
	제	0.47049	0.44004	0.07355	0.05745	0.05977	0.06575	0.21859	0.35713	0.23191

<표 7> 투입지향-규모수확불변모형(CCR)하의 슬랙증심의 다년도 패널자료 효율성 측정결과 중에서 가장 크게 효율성이 증가한 항만 (제1모형의 항만투자액을 포함하는 경우에 효율성이 증가한 경우)

		효율성	항만	효율성	항만	효율성	항만	효율성	항만	효율성	항만	효율성		
목호 94	포	1.0	인천 95	포	0.85052	포항 94	포	0.39960	마산 2001	포	0.49349	인천 97	포	0.53358
	제	0.24340		제	0.48411		제	0.12217		제	0.27793		제	0.38326
	차	0.75660		차	0.36641		차	0.27743		차	0.21556		차	0.15032
마산 97	포	1.0	포항 95	포	0.50601	포항 2002	포	0.51558	동해 95	포	0.36952	동해2 002	포	0.22872
	제	0.38645		제	0.14452		제	0.24436		제	0.15539		제	0.08535
	차	0.61355		차	0.36148		차	0.27121		차	0.21413		차	0.14338
목호 95	포	0.81828	마산 95	포	0.75034	목포 94	포	1.00000	목호 96	포	0.36782	목호 97	포	0.31187
	제	0.22382		제	0.39301		제	0.73763		제	0.15748		제	0.17301
	차	0.59446		차	0.35733		차	0.26237		차	0.21034		차	0.13886
인천 99	포	0.83214	마산 96	포	0.74751	부산 97	포	0.59044	마산 2002	포	0.49061	삼천 2001	포	0.21920
	제	0.30268		제	0.39985		제	0.33406		제	0.28391		제	0.08079
	차	0.52946		차	0.34766		차	0.25638		차	0.20670		차	0.13841
삼척 94	포	0.63026	인천 94	포	0.78322	포항 97	포	0.40194	마산 2000	포	0.45791	목호 98	포	0.320778
	제	0.10574		제	0.44049		제	0.14612		제	0.25860		제	0.18663
	차	0.52452		차	0.34273		차	0.25582		차	0.19931		차	0.13415
삼척 95	포	0.62031	삼척 96	포	0.44894	삼척 2000	포	0.34946	목호 2001	포	0.41393	부산 98	포	0.43974
	제	0.11832		제	0.10975		제	0.10531		제	0.22051		제	0.30853
	차	0.50200		차	0.33919		차	0.24415		차	0.19742		차	0.13121
마산 99	포	0.75426	진해 94	포	0.70506	진해 98	포	0.45552	진해 95	포	0.47337	울산 99	포	0.47019
	제	0.28342		제	0.38516		제	0.22060		제	0.28355		제	0.35161
	차	0.47084		차	0.31991		차	0.23492		차	0.18977		차	0.11858
마산 98	포	0.70635	삼척 2001	포	0.42631	삼천포 2002	포	0.34208	울산 94	포	0.64467	포항 98	포	0.24051
	제	0.23588		제	0.11404		제	0.10758		제	0.45864		제	0.12341
	차	0.47046		차	0.31228		차	0.23450		차	0.18604		차	0.11710
인천 98	포	0.70112	포항 96	포	0.41931	광양 94	포	0.37952	동해 2001	포	0.25453	광양 96	포	0.27648
	제	0.24930		제	0.12727		제	0.14999		제	0.07375		제	0.16322
	차	0.45182		차	0.29204		차	0.22953		차	0.18078		차	0.11326
제주 99	포	1.00000	삼척 2002	포	0.40266	삼척 98	포	0.30873	동해 2000	포	0.25143	인천 2002	포	0.37612
	제	0.59124		제	0.11752		제	0.08259		제	0.07523		제	0.26672
	차	0.40876		차	0.28513		차	0.22614		차	0.17620		차	0.10940
마산 94	포	0.75508	삼척 99	포	0.38373	목호 2000	포	0.42903	진해 97	포	0.60422	삼천 2000	포	0.18996
	제	0.35804		제	0.09916		제	0.20461		제	0.43983		제	0.08196
	차	0.39703		차	0.28457		차	0.22442		차	0.16439		차	0.10800
삼척 97	포	0.47047	동해 94	포	0.43140	인천 96	포	0.60284	목호 2002	포	0.37346	삼천포 97	포	0.23380
	제	0.10027		제	0.14950		제	0.38409		제	0.21719		제	0.13478
	차	0.37019		차	0.28190		차	0.21874		차	0.15627		차	0.09902

<표 6>에서는 다년도 패널자료를 이용한 효율성 측정결과를 보여 주었으며, <표 7>은 <표 6>에서 항만투자를 포함하는 경우와 제거하는 경우에 효율성에서 가장 큰 차이를 보이는 순서대로 정리한 것이다. <표 7>에서 주목되는 부분은 항만투자를 시행하는 경우에 가장 크게 효율성이 증가하는 항만들은 목호 1994, 마산1997, 목호 1995, 인천 1999, 삼척 1994, 삼척 1995, 마산 1999, 마산 1998, 인천 1998, 제주 1999, 마산 1994, 삼척 1997의 순서로 나타났다. 즉, 해당 항만들은 항만투자가 효율성을 증대시켰다고 확인할 수 있었다.

<표 8>은 투입지향-규모수확불변모형하의 슬랙에 근거한 다년도 패널 컨제스천 측정결과(제2모형에서 항만투자액 중심)를 보여 주었다. <표 8>을 통해서 다음과 같은 사실을 알 수 있다. 첫째, 컨제스천이 발생하지 않은 효율적인 항만들은 15개 항만들이었다. 둘째, 컨제스천이 발생한 항만들은 군산, 목포, 여수, 제주, 부산항들이었다. 셋째, 군산항과 목포항의 컨제스천이 높게 나타났다.

**<표 8> 투입지향-규모수확불변모형(CCR)하의 슬랙중심의 다년도
패널 컨제스천 측정결과(제2모형에서 항만투자액 중심)**

항만 \년도	2000	2001	2002	2003	2004
인천					
평택					
장항					
군산	7386.11	11884.46	16691.78	25092.65	24367.23
목포	3811.62	24301.17	16798.46	7821.84	11514.06
완도					
여수		3334.21			
광양					
제주			634.96	2383.90	30763.82
서귀포					
삼천포					
마산					
진해					
부산				15958.31	9844.99
울산					
포항					
삼척					
동해					
목호					
속초					

<표 9> 투입지향-규모수확불변모형(CCR)하의 슬랙중심의 다년도패널자료 효율성 측정결과(제2모형의 항만투자액을 포함하는 경우와 제거하는 경우)

항만 \년도		2000	2001	2002	2003	2004
인천	포	0.63369	0.71431	0.89706	0.72286	0.58111
	제	0.57649	0.56418	0.70025	0.60555	0.51805
군산	포	0.31851	0.35551	0.35597	0.41431	0.46272
	제	0.31851	0.35551	0.35597	0.41431	0.46272
목포	포	0.67978	0.94719	0.97881	0.67381	0.49584
	제	0.67978	0.94719	0.97881	0.67381	0.49584
여수	포	1.00000	0.83518	1.00000	1.00000	1.00000
	제	1.00000	0.83518	0.97326	1.00000	1.00000
제주	포	1.00000	0.88784	0.80706	0.81518	0.95723
	제	0.61029	0.88037	0.80706	0.81518	0.95723
마산	포	0.90698	1.00000	0.97428	0.81311	0.96713
	제	0.27769	0.31014	0.31147	0.29860	0.32261
부산	포	0.75365	0.81523	0.75266	0.78603	0.87523
	제	0.58848	0.66637	0.74784	0.78603	0.87523
울산	포	1.00000	0.91107	1.00000	1.00000	0.91618
	제	0.84266	0.80810	0.98303	1.00000	0.78164
포항	포	0.44098	0.44799	0.66526	0.48355	0.56403
	제	0.38039	0.38692	0.38660	0.40263	0.41906
동해	포	0.80845	0.84986	0.82389	0.85785	1.00000
	제	0.23843	0.28456	0.28986	0.31932	0.31850

투입지향-규모수확불변모형하의 슬랙중심의 다년도 패널자료를 이용한 효율성 측정결과(제2모형의 항만투자액을 포함하는 경우와 제거하는 경우)는 <표 9>에 제시하였다. <표 10>은 <표 9>의 경우에서 항만투자를 포함하는 경우에 효율성이 증가한 순서대로 정리한 것이다. <표 9>와 <표 10>의 결과를 통해서 다음과 같은 사실을 알 수 있다. 즉, 항만투자를 통해서 효율성을 증대시킨 항만들을 순서대로 나열해 보면 다음과 같다. 마산 2001, 동해 2004, 마산 2002, 마산 2004, 마산 2000, 동해 2001, 동해 2003, 동해 2002, 동해 2000, 마산 2003, 제주 2000, 포항 2002. <표 11>은 투입지향-규모수확불변모형하의 슬랙에 근거한 다년도 패널 컨제스션 측정결과(제3모형에서 항만투자액 중심)를 보여 주었다. <표 11>을 통해서 다음과 같은 사실을 알 수 있다. 첫째, 컨제스션이 발생하지 않은 효율적인 항만들은 인천, 광양, 마산, 울산, 포항, 삼척, 동해, 목포, 속초 항만들이었다. 둘째, 컨제스션이 발생한 항만들은 평택, 군산, 부산항들이었다. 셋째, 평택항과 군산항의 컨제스션이 높게 나타났다.

<표 10> 투입지향-규모수확불변모형(CCR)하의 슬랙중심의 다년도 패널자료 효율성 측정결과 중에서 가장 크게 효율성이 증가한 항만 (제2모형의 항만투자액을 포함하는 경우에 효율성이 증가한 경우)

항만	효율성	항만	효율성	항만	효율성	항만	효율성				
마산 2001	포	1.00000	인천 2002	포	0.89706	포항 2001	포	0.44799	군산 2002	포	0.35597
	제	0.31014		제	0.70028		제	0.38692		제	0.35597
	차	0.68986		차	0.19678		차	0.06106		차	
동해 2004	포	1.00000	부산 2000	포	0.75365	포항 2000	포	0.44098	목포 2002	포	0.97881
	제	0.31850		제	0.58848		제	0.38039		제	0.97881
	차	0.68150		차	0.16818		차	0.06059		차	
마산 2002	포	0.97428	울산 2000	포	1.00000	인천 2000	포	0.63369	제주 2002	포	0.80706
	제	0.31147		제	0.84266		제	0.57649		제	0.80706
	차	0.66281		차	0.15734		차	0.05720		차	
마산 2004	포	0.96713	인천 2001	포	0.71431	여수 2002	포	1.00000	군산 2003	포	0.41431
	제	0.32261		제	0.56418		제	0.97326		제	0.41431
	차	0.64453		차	0.15014		차	0.02674		차	
마산 2000	포	0.90698	부산 2001	포	0.81523	울산 2002	포	1.00000	목포 2003	포	0.67381
	제	0.27769		제	0.66637		제	0.98303		제	0.67381
	차	0.62929		차	0.14886		차	0.01697		차	
동해 2001	포	0.84986	포항 2004	포	0.86403	부산 2002	포	0.75266	여수 2003	포	1.00000
	제	0.28456		제	0.41906		제	0.74684		제	1.00000
	차	0.56529		차	0.14497		차	0.00483		차	
동해 2003	포	0.85785	울산 2004	포	0.91618	부산 2003	포	0.78603	제주 2003	포	0.81518
	제	0.31932		제	0.78164		제	0.78603		제	0.81518
	차	0.53854		차	0.13454		차			차	
동해 2002	포	0.82389	인천 2003	포	0.72286	부산 2004	포	0.87523	울산 2003	포	1.00000
	제	0.28986		제	0.60555		제	0.87523		제	1.00000
	차	0.53403		차	0.11731		차			차	
동해 2000	포	0.80845	울산 2001	포	0.91107	제주 2004	포	0.95723	목포 2004	포	0.69584
	제	0.27843		제	0.80810		제	0.95723		제	0.69584
	차	0.53001		차	0.10298		차			차	
마산 2003	포	0.81311	제주 2001	포	0.88784	군산 2000	포	0.31851	여수 2004	포	1.00000
	제	0.29860		제	0.80037		제	0.31851		제	1.00000
	차	0.51451		차	0.08747		차			차	
제주 2000	포	1.00000	포항 2003	포	0.48355	목포 2000	포	0.67978	군산 2004	포	0.46272
	제	0.61029		제	0.40263		제	0.67978		제	0.46272
	차	0.38971		차	0.08091		차			차	
포항 2002	포	0.66526	인천 2004	포	0.59111	여수 2000	포	1.00000		포	
	제	0.38660		제	0.51805		제	1.00000		제	
	차	0.27866		차	0.07306		차			차	

<표 11> 투입지향-규모수확불변모형(CCR)하의 슬랙중심의 다년도 패널
컨제스션 측정결과(제3모형에서 항만투자액 중심)

항만 \년도	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
인천											
평택								13660.36	25327.81	48736.30	21263.78
광양											
군산					9056.22	15967.82		3179.26	6312.79	21432.97	24073.00
마산											
부산		20984.95								13572.35	
울산											
포항											
삼척											
동해											
목호											
속초											

<표 12> 투입지향-규모수확불변모형(CCR)하의 슬랙중심의 다년도패널자료
효율성 측정결과(제3모형의 항만투자액을 포함·제거하는 경우)

항만 \년도	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
인천	포	0.97500	1.00000	0.82486	0.80746	0.91255	1.00000	0.61716	0.65761	0.79712	0.67668	0.62401
	제	0.69816	0.76705	0.62799	0.63042	0.44289	0.51748	0.54048	0.52875	0.62703	0.55132	0.49855
평택	포							0.66294	0.69369	0.71546	0.58923	
	제							0.66294	0.69369	0.71546	0.58923	
군산	포			1.00000	0.72240	0.51773	0.59186	0.40025	0.43250	0.48420	0.58276	0.50088
	제			1.00000	0.71696	0.51773	0.59186	0.39946	0.43250	0.48420	0.58276	0.50088
여수	포						1.00000	1.00000				
	제						1.00000	1.00000				
광양	포		0.53373	0.67129	0.56413	0.48719	0.61141	0.59528	0.62792	0.50101	0.81286	0.50974
	제		0.44667	0.46431	0.46220	0.40260	0.44926	0.43205	0.39934	0.43616	0.45235	0.46605
마산	포	0.88852	0.96237	0.98528	1.00000	0.76862	0.88739	0.68484	0.73713	0.72769	0.68933	1.00000
	제	0.60596	0.65569	0.65688	0.63419	0.36257	0.43700	0.40167	0.43354	0.44768	0.43666	0.64978
부산	포	0.86486	0.97541	1.00000	1.00000	0.94736	1.00000	1.00000	1.00000	0.98166	0.97897	1.00000
	제	0.85109	0.97541	1.00000	0.67265	0.73439	0.84132	0.96610	0.86631	0.96635	0.97897	1.00000
울산	포	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	0.84665	1.00000	0.84242	0.82762	0.94864	1.00000	0.81275
	제	0.90032	1.00000	1.00000	1.00000	0.80636	0.82486	0.82804	0.80022	0.93174	1.00000	0.80010

<표 13> 투입지향-규모수확불변모형(CCR)하의 슬랙중심의 다년도 패널 자료 효율성 측정결과 중에서 가장 크게 효율성이 증가한 항만 (제3모형의 항만투자액을 포함하는 경우에 효율성이 증가한 경우)

		효율성	항만	효율성	항만	효율성	항만	효율성	항만	효율성	항만	효율성		
인천 99	포	1.00000	마산 2002	포	0.72769	광양 99	포	0.61141	광양 2003	포	0.51286	군산 2002	포	0.48420
	제	0.51748		제	0.44768		제	0.44926		제	0.45235		제	0.48420
	차	0.48252		차	0.28001		차	0.16216		차	0.06052		차	
인천 98	포	0.91255	인선 94	포	0.97500	부산 99	포	1.00000	광양 2004	포	0.50974	부산 95	포	0.97541
	제	0.44289		제	0.69816		제	0.84132		제	0.46605		제	0.97541
	차	0.46966		차	0.27684		차	0.15868		차	0.04369		차	
마산 99	포	0.88739	마산 2003	포	0.68933	부산 2001	포	1.00000	울산 98	포	0.84665	울산 95	포	1.00000
	제	0.43700		제	0.63666		제	0.86631		제	0.84636		제	1.00000
	차	0.45039		차	0.25267		차	0.13369		차	0.04029		차	
마산 98	포	0.76862	인천 95	포	1.00000	인천 2001	포	0.65761	부산 2000	포	1.00000	군산 96	포	1.00000
	제	0.36257		제	0.76705		제	0.52875		제	0.96610		제	1.00000
	차	0.40608		차	0.23295		차	0.12886		차	0.03390		차	
마산 97	포	1.00000	광양 2001	포	0.62792	인천 2004	포	0.62401	울산 2001	포	0.82762	부산 96	포	1.00000
	제	0.63419		제	0.39934		제	0.49855		제	0.80022		제	1.00000
	차	0.36581		차	0.22858		차	0.12546		차	0.02740		차	
마산 2004	포	1.00000	부산 98	포	0.94736	인천 2003	포	0.67668	울산 2002	포	0.94864	울산 96	포	1.00000
	제	0.64978		제	0.73439		제	0.55132		제	0.93174		제	1.00000
	차	0.35022		차	0.21297		차	0.12536		차	0.01690		차	
마산 96	포	0.98528	광양 96	포	0.67129	광양 97	포	0.56413	부산 2002	포	0.98166	울산 97	포	1.00000
	제	0.65688		제	0.46431		제	0.46220		제	0.96635		제	1.00000
	차	0.32840		차	0.20699		차	0.10193		차	0.01531		차	
부산 97	포	1.00000	인천 96	포	0.82486	울산 94	포	1.00000	울산 2000	포	0.84242	군산 98	포	0.51773
	제	0.67265		제	0.62799		제	0.90032		제	0.82805		제	0.51773
	차	0.32735		차	0.19688		차	0.09968		차	0.01437		차	
마산 95	포	0.96237	인천 97	포	0.80746	광양 95	포	0.53373	부산 94	포	0.86486	군산 99	포	0.59186
	제	0.65567		제	0.63042		제	0.44667		제	0.85109		제	0.59186
	차	0.30669		차	0.17705		차	0.08706		차	0.01376		차	
마산 2001	포	0.73717	울산 99	포	1.00000	광양 98	포	0.48719	울산 2004	포	0.81275	여수 99	포	1.00000
	제	0.43354		제	0.82486		제	0.40260		제	0.80010		제	1.00000
	차	0.30362		차	0.17514		차	0.08459		차	0.01265		차	
마산 2000	포	0.68484	인천 2002	포	0.79712	인천 2000	포	0.61716	군산 97	포	0.72240	여수 2000	포	1.00000
	제	0.40167		제	0.62703		제	0.54048		제	0.71696		제	1.00000
	차	0.28317		차	0.17009		차	0.07668		차	0.00544		차	
마산 94	포	0.88852	광양 2000	포	0.59528	광양 2002	포	0.50101	군산 2000	포	0.40025	평택 2001	포	0.66294
	제	0.60596		제	0.43205		제	0.43616		제	0.39946		제	0.66294
	차	0.28256		차	0.16323		차	0.06485		차	0.00079		차	

<표 12>에서는 슬랙중심의 다년도 패널자료를 이용한 항만투자를 포함한 경우와 제거한 경우의 효율성 측정결과를 보여 주었으며, <표 13>은 항만투자를 포함하는 경우와 제거하는 경우에 효율성에서 가장 큰 차이를 보이는 순서대로 정리한 것이다. <표 13>에서 주목되는 부분은 항만투자를 시행하는 경우에 가장 크게 효율성이 증가하는 항만들은 인천 1999, 인천 1998, 마산 1999, 마산 1998, 마산 1997, 마산 2004, 마산 1996, 부산 1997, 마산 1995, 마산 2001, 마산 2000, 마산 1994 즉, 해당항만들은 항만투자가 효율성을 증대시켰다고 확인할 수 있었다.

(3) 새로운 슬랙중심의 다년도 컨제스천 패널분석방법에 의한 실증분석결과 요약

<표 14> 새로운 슬랙중심의 다년도 컨제스천 패널분석방법에 의한 실증분석결과 요약

모형 및 조건		컨제스천 발생항만	효율적인 항만	항만투자를 한 경우에 효율성이 비교적 크게 증가된 항만
제1모형	개별년도	평택,장항,군산,목포,완도,광양,제주,서귀포,부산,진해,속초	인천, 여수,삼천포, 마산,울산,포항, 삼척, 동해, 목호	
	다년도측정	평택,장항,군산,목포,완도,여수,제주,서귀포,삼천포,부산,울산,속초	인천,광양,마산,포항,삼척,동해,목호	
	효율성측정 (제거시와 포함시)			목호1994,마산1997,목호1995,인천1999,삼척1994,삼척1995,마산1999,마산1998,인천1998,제주1999,마산1994,삼척1997
제2모형	개별년도			
	다년도측정	군산,목포,여수,제주,부산	15개	
	효율성측정 (제거시와 포함시)			마산2001,동해2004,마산2002,마산2004,마산,2000,동해2001,동해2003,동해2002,동해2000,마산2003,제주2000,포항2002
제3모형	개별년도			
	다년도측정	평택,군산,부산	인천,광양,마산,울산,포항,삼척,동해,목호,속초	
	효율성측정 (제거시와 포함시)			인천1999,인천1998,마산1999,마산1998,마산1997,마산2004,마산1996,부산1997,마산1995,마산2001,마산2000,마산1994

<주: 제1모형(1994~2002)투입요소(항만투자,화물처리능력,접안능력),산출요소(화물처리량,년간재정수입,입출항척수),

제2모형(2000~2004) 투입요소(항만투자,화물처리능력,접안능력), 산출요소(화물처리량,년간재정수입,항만서비스만족도,입출항척수),

제3모형(1994~2004)투입요소(항만투자,화물처리능력,접안능력), 산출요소(화물처리량,년간재정수입,입출항척수,컨테이너화물처리량)>

<표 14>에서는 새로운 슬랙중심의 다년도 컨제스천 패널분석방법에 의한 실증분석결과를 요약하였다. <표 14>를 통해서 다음과 같은 사실을 알 수 있다. 첫째, 3개 모형 모두에서 컨제스천이 발생한 항만(군산, 부산), 2개 이상의 모형에서 컨제스천이 발생한 항만(평택, 목포, 여수, 제주)들로 나타났다. 둘째, 항만투자를 통해서 효율성이 크게 증가된 항만들은 마산, 인천, 동해, 삼척항이었다. 또한 비교적 큰 증가를 이룬 항만들은 목포, 제주, 삼척항이었다.

V. 결 론

지금까지 본 연구에서는 첫째, 항만투자와 관련된 기존연구검토, 선진국의 항만관리 및 투자평가제도를 소개하였으며, 둘째, 설문지조사법을 통해서 국내항만관련전문가들이 생각하는 항만투자평가모형을 파악하여 제시하였다. 셋째, 슬랙에 근거하여 새로운 다년도 패널컨제스천모형을 개발하는 한편 그러한 모형에 따라서 실증분석을 하고 해석하였다. 실증분석결과를 요약해 보면 다음과 같다.

제1모형에서 항만투자액 중심으로 개별 년도별 컨제스천 측정결과를 살펴보면, 첫째, 컨제스천이 발생한 항만들은 평택, 장항, 군산, 목포, 완도, 광양, 제주, 서귀포, 부산, 진해, 속초항들이었다. 둘째, 장항, 군산, 목포, 서귀포, 속초항의 컨제스천이 높게 나타났다. 다년도 컨제스천 측정결과를 살펴보면 첫째, 컨제스천이 발생한 항만들은 평택, 장항, 군산, 목포, 완도, 여수, 제주, 서귀포, 삼천포, 부산, 울산, 속초항들이었다. 둘째, 군산, 목포, 완도, 제주, 서귀포, 부산, 속초항의 컨제스천이 높게 나타났다. 다년도 패널자료 효율성 측정결과 중에서 주목되는 부분은 항만투자를 시행하는 경우에 가장 크게 효율성이 증가하는 항만들은 목포1994, 마산1997, 목포 1995, 인천 1999, 삼척 1994, 삼척 1995, 마산 1999, 마산 1998, 인천 1998, 제주 1999, 마산 1994, 삼척 1997의 순서로 나타났다.

제2모형에서 항만투자액 중심으로 다년도 패널 컨제스천 측정결과는, 첫째, 컨제스천이 발생한 항만들은 군산, 목포, 여수, 제주, 부산항들이었다. 둘째, 군산항과 목포항의 컨제스천이 높게 나타났다. 둘째, 항만투자를 통해서 효율성을 증대시킨 항만들을 순서대로 나열해 보면 다음과 같다. 마산 2001, 동해 2004, 마산 2002, 마산 2004, 마산 2000, 동해 2001, 동해 2003, 동해 2002, 동해 2000, 마산 2003, 제주 2000, 포항 2002.

제3모형에서 항만투자액 중심으로 투입지향-규모수확불변모형하의 슬랙에 근거한 다년도 패널 컨제스천 측정결과를 살펴보면 첫째, 컨제스천이 발생한 항만들은 평택, 군산, 부산항들이었으며, 평택항과 군산항의 컨제스천이 높게 나타났다. 둘째, 효율성 측정결과를 살펴보면, 주목되는 부분은 항만투자를 시행하는 경우에 가장 크게 효율성이 증가하는 항만들은 인천 1999, 인천 1998, 마산 1999, 마산 1998, 마산 1997, 마산 2004, 마산 1996, 부산 1997, 마산 1995, 마

산 2001, 마산 2000, 마산 1994 으로 나타났다.

컨제스천모형에 의한 항만투자의 유효성을 분석한 위와 같은 실증분석 결과는 다음과 같은 정책적인 함의를 갖고 있다.

즉, 앞으로 국토해양부는 그동안 시행해 왔던 항만에 대한 투자정책을 좀더 과학적으로 계량화 하여 투자의 효율성을 높여야만 한다. 그러기 위해서 반드시 고려해야만 하는 사항은 개별항만들에 대한 그 동안의 항만투자효과를 측정해야만 하고, 이때 투자의 비효율성(컨제스천)이 어떤 항만에서 많이 발생하고 있는지를 본 논문에서 사용하고 있는 슬랙에 근거한 다년도 패널 컨제스천 측정방법을 통해서 반드시 밝혀내야만 한다. 또한 각 항만의 투입 및 산출요소들을 현장조사를 통해서 면밀하게 분석하고 그러한 결과와 본 분석의 결과를 함께 고려하여 현실적이고 합리적인 항만투자규모를 결정해야만 한다.

본 논문의 한계점은 첫째, 각 항만별로 항만투자 후에 효율성에 미친 효과가 각기 다르게 측정되는 이유를 명확하게 밝혀 내지 못했다는 점이다. 둘째, 한국은 물동량의 내륙물류이동 거리가 400 km이내 지역으로 목포&부산, 평택&인천, 부산&광양, 부산 & 마산, 울산&포항항과 인접항만과 항만투자액에 대한 항만 유효성이 밀접한 관련이 있는지 여부와 항만마케팅의 밀접성 여부를 국내와 국외의 경우를 비교하지 못하였다. 그러한 한계점을 극복하기 위해서는 국외와 국내의 각 항만별로 투입-산출요소의 역할을 직접 현장조사를 통해서 이루어 져야만 하기 때문에 그 부분은 차후연구에서 다루고자 한다.

<참 고 문 헌>

1. 건설교통부, 「교통시설 투자평가지침」, 2007. 12.
2. 김학소, “항만투자정책의 새로운 패러다임,” 『제17차 항만경제학 국제학술회의 21세기 신해양시대의 해운항만 대응전략』, 한국항만경제학회 국제학술대회 발표논문집, 2000.6.28, pp.35-57.
3. 김학소·성숙경, “항만투자가 국민경제에 미치는 효과,” 『해양수산』 통권196호, 한국해양수산개발원, 2001.01, pp.47-62.
4. 박경희, “한·일간 항만관리 형태의 비교분석,” 『한국항만경제학회지』 제22권 4호, 한국항만경제학회, 2006, pp.19-38.
5. 박노경, “국내항만투자의 가치사슬 효율성 측정,” 『무역학회지』 제28권 제3호, 한국무역학회, 2003.6., pp.181-204.
6. 박노경, “항만투자의 유효성 측정방법: Congestion 모형접근,” 『한국항만경제학회지』 제19집 제2호, 한국항만경제학회, 2003.12, pp.33-53.
7. 심기섭·김운수·이호춘, “항만개발사업의 정책평가모형 구축에 관한 연구,” 『기본연구 2004-03』, 한국해양수산개발원, 2004.12., pp.1-117.
8. 이기환·김대봉, “항만개발의 경제적 수익분석,” 『해운학회지』 제30호, 한국해운학회, 2000.6, pp.5-33.
9. 이상윤, “항만개발투자와 경제성 평가,” 『해운산업연구』, 통권 제148호, 해운산업연구원, 1997. 1, pp. 23-34.
10. 조진행·김재봉, “우리나라 항만개발 투자제도 개선방안에 관한 연구,” 『해운학회지』 제30호, 한국해운학회, 2000.6, pp.35-57.
11. 해양수산부, 「전국무역항 기본계획 정비(안)」, 해양수산부, 2006. 6.

12. Banker, R. D., A. Charnes and W. W. Cooper (1984), "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis," *Management Sciences*, Vol. 30, pp. 1078-1092.
13. Charnes, A., W. W. Cooper and E. Rhodes (1978), "Measuring the Efficiency of Decision Making Units," *European Journal of Operational Research*, Vol. 2, pp. 429-444.
14. Chen, Yao, L. Liang, F. Yang and J. Zhu (2006), "Evaluation of Information Technology Investment: A Data Envelopment Analysis Approach," *Computers & Operations Research*, Vol. 33, pp. 1368-1379.
15. Chen, Yao, and J. Zhu (2001), "Measuring Information Technology's Indirect Impact on Firm Performance," *Proceedings of the 6th INFORMS Conference on Information System & Technology*.
16. Cooper, W.W., H. Deng, B. Gu, S. Li, and R.M. Thrall (2001), "Using DEA to Improve the Management of Congestion in Chinese Industries (1981-1997)," *Socio-Economic Planning Sciences*, Vol.35, pp.227-242.
17. Cooper, W.W., B. Gu, and S. Li(2001), "Comparison and Evaluations of Alternative Approaches to the Treatment of Congestion in DEA," *European Journal of Operational Research*, Vol. 132, pp. 62-74.
18. Cooper, W.W., L.M. Seiford, and J. Zhu (2000), "A Unified Additive Model Approach for Evaluating Efficiency and Congestion," *Socio-Economic Planning Sciences*, Vol.34, pp.1-26.
19. ESPO(2004), *Factual Report on the European Port Sector*, European Sea Ports Organization(ESPO), December 2004, pp. 1-278.
20. Fare, R., S. Grosskopf, and C.A.K. Lovell(1985), *Production Frontiers*, Cambridge University Press.
21. Grigalunas, T.A., Y.T. Chang, and M. Luo(2002), "Containerport Investment Appraisal and Risk Analysis," *Transportation Research Record*, Vol. 1782, Paper No.02-3840, pp. 64-72.
22. Hawkins, J.E.(1991), "Port Investment Appraisals for the 1990's," *Maritime Policy and Management*, Vol. 18, No.3, pp. 225-232.
23. Jahanshahloo, G. R., and M. Khodabakhshi (2004), "Suitable Combination of Inputs for Improving Outputs in DEA with Determining Input Congestion Considering Textile Industry of China," *Applied Mathematics and Computation*, Vol. 151, pp. 263-273.
24. Matons J.C.G.(1986), "Economic and Financial Appraisal of Port Projects at the World Bank: A Review of Policy and Practice," *Maritime Policy and Management*, Vol. 13, No. 4, pp. 259-275.
25. MPA(2005), *Maritime and Port Authority of Singapore Annual Report 2005*.
26. Peters, M. and S.T. Connaughton, (2007), *Maritime Policy and Management Annual Report To Congress Fiscal Year 2006*, Maritime Administration, 2007, pp. 1-52.
27. Tone, K., and B.K. Sahoo(2004), "Degree of Scale Economies and Congestion: A Unified DEA Approach," *European Journal of Operational Research*, Vol. 158, pp. 755-772.
28. Turner H., R.Windle, and M. Dresner.(2004), "North American Container Productivity," *Transportation Research, Part E*, Vol. 40, pp. 339-356.
29. U.S. Department of Transportation(2007), *U.S. Public Port Development Expenditure Report(FYs 2005&2006-2010)*, Maritime Administration, Office of Intermodal System Development.
30. Wang, T.F., K. Cullinane, and D.W. Song(2005), *Container Port Production and Economic Efficiency*, Palgrave Macmillan.

< 요약 >

국내항만투자의 유효성 검증을 위한 모형개발 및 실증적 적용에 관한 연구

박 노 경

본 논문에서는 첫째, 항만투자와 관련된 기존연구검토, 선진국의 항만관리 및 투자평가 제도를 소개하였으며, 둘째, 설문지조사법을 통해서 국내항만관련전문가들이 생각하는 항만투자평가모형을 파악하여 제시하였다. 셋째, 슬랙에 근거하여 새로운 다년도 패널컨제스천모형을 개발하는 한편 그러한 모형에 따라서 국내항만들에 대한 투자(1994-2004년)가 과연 효율성 증진에 기여를 하였는지 여부를 파악하는 실증분석을 하고 해석하였다. 실증분석결과를 요약해 보면 다음과 같다.

첫째, 3개 모형 모두에서 컨제스천이 발생한 항만(군산, 부산), 2개 이상의 모형에서 컨제스천이 발생한 항만(평택,목포,여수,제주)들로 나타났다. 둘째, 항만투자를 통해서 효율성이 크게 증가된 항만들은 마산, 인천, 동해, 삼척항이었다. 또한 비교적 큰 증가를 이룬 항만들은 묵호, 제주, 삼척항이었다.

위와 같은 실증분석 결과는 다음과 같은 정책적인 함의를 갖고 있다. 즉, 향후 국토해양부는 그동안 시행해 왔던 항만에 대한 투자정책을 좀더 과학적으로 계량화 하여 투자의 효율성을 높여야만 한다. 그러기 위해서 반드시 고려해야만 하는 사항은 개별항만들에 대한 그 동안의 항만투자효과를 측정해야만 하고, 이때 투자의 비효율성(컨제스천)이 어떤 항만에서 많이 발생하고 있는지를 본 논문에서 사용하고 있는 슬랙에 근거한 다년도 패널 컨제스천 측정방법을 통해서 반드시 밝혀내야만 한다. 또한 각 항만의 투입 및 산출요소들을 현장조사를 통해서 면밀하게 분석하고 그러한 결과와 본 분석의 결과를 함께 고려하여 현실적이고 합리적인 항만투자규모를 결정해야만 한다.

□ 주제어: 국내항만투자, 유효성, 검증모형개발, 다년도패널컨제스천모형, DEA