

AHP기법을 활용한 자동화 컨테이너터미널 운영목표 설정에 관한 연구 : 광양항 자동화 컨테이너터미널을 대상으로

박남규* · 최형림** · 이창섭***

*동명정보대학교 유통경영학과 교수

**동아대학교 경영정보과학부 교수

***동아대학교 대학원 경영정보학과 박사과정

The Operating Objective of Automated Container Terminal by the AHP Techniques

: The Case of Port of Gwangyang Automated Container Terminal

Nam-Kyu Park* · Hyung-Rim Choi** · Chang-Sup Lee***

*Dept. of Management & Social Sciences, Tongmyong University of Information Technology, Busan 608-711, Korea

**Dept. of Management Information Science, Dong-A University, Busan 604-714, Korea

***Dept. of Management Information Systems, Graduate School of Dong-A University, Busan 604-714, Korea

요 약 : 광양항 컨테이너터미널의 운영을 효율화하기 위해 한국컨테이너부두공단은 자동화운영시스템을 도입하려고 하고 있다. 자동화 컨테이너터미널 운영시스템의 구조를 만들기 앞서 운영시스템의 목표설정이 정의되어야 한다. 본 연구에서는 자동화 컨테이너터미널의 운영목표를 객관적으로 설정하기 위해 AHP 방법을 사용하였으며, 다양한 주체들의 터미널에 대한 요구사항을 수용하는 목표결정을 위해 미래의 고객, 운영자 및 연구기관을 대상으로 설문조사가 시행되었다. 자동화 컨테이너터미널 운영의 제1계층의 목표믹스로는 초기투자비 절감, 운영비 절감, 자동화시스템 성능 향상, 운영효율화 및 생산성 향상, 고객서비스 제공을 선정하였다. 전체적 관점에서 중요한 목표 요인은 2계층의 목표믹스중 "운영비 절감"이었다. 특히 설문대상기관 중 컨테이너터미널 고객군이 가장 선호하는 목표는 "고객서비스 제공"요인으로 나타났다. 본 연구의 결과는 향후 터미널개발 및 시스템개발시 고려해야 하는 중요한 사항인 건설투자비의 수준, 정보시스템 및 자동화 하역장비의 투자비 수준, 무인화의 정도 및 터미널운영 성과 등에 대한 일정한 가이드라인을 제시하게 될 것이다.

핵심용어 : 자동화 컨테이너터미널, 운영시스템, AHP(Analytic Hierarchy Process)

ABSTRACT : KCTA(Korea Container Terminal Authority) is going to introduce automated operating system in the port of Gwangyang container terminal to enhance the efficiency. Prior to developing the container terminal, defining the objective of container terminal operation is essential. This research used AHP technique to define the operation objective of automated container terminal objectively, and the questionnaire to collect the opinions of future customer, operator and research institution. The objectives mix of the automated container terminal are composed of the minimization of initial investments, the minimization of operational expenses, the performance of automation system, the raising of operation efficiency and productivity and the improvement of customer service. The result of the analysis revealed that most important factor among objectives mix was "the minimization of operation expense". Especially, the user group preferred to select the factor of "the improvement of customer service" as objective rather than select other objectives. The result of this research will suggest some guidelines for deciding the level of investment of terminal construction, information system, automation equipment, terminal worker and etc., which are to be considered in terminal development and the system development hereafter.

KEY WORDS : Automated Container Terminal, Operating System, AHP(Analytic Hierarchy Process)

1. 서 론

우리나라가 21세기 동북아 물류중심국가로 발전하기 위하여 항만물류의 국제경쟁력 제고 필요성이 대두되고 있다. 이를 위

해 1997년 8월 국내 자동화 컨테이너터미널 타당성 검토를 시작하였으며, 1998년 10월에 첨단기능보유 항만건설의 실천계획으로 "자동화 컨테이너터미널 개발 추진 계획"이 수립되었다. 이에 따라 광양항 자동화 컨테이너터미널은 기본계획이 수립되었고 이를 바탕으로 기본설계 및 실시설계가 진행되고 있으며, 2009년 1월에 개장될 예정이다(한국해양수산개발원, 2001). 현재 추진되고 있는 자동화 컨테이너터미널 개발은 자동화

*정희원, nkpark@tmic.tit.ac.kr 051)610 8481

**정희원, hrchoi@daunet.donga.ac.kr 051)200 5648

***cslee@donga.ac.kr 051)200 7483

장비 및 통합운영시스템을 위한 기술개발이 연구 중에 있으나, 자동화 컨테이너터미널 개발 이후 운영 목표는 아직까지 정해져 있지 않고 있어 향후 자동통제시스템 개발시 많은 시행착오가 예상된다. 따라서 본 연구는 자동화 터미널 운영시스템 개발의 방향을 정하기 위한 선행과제로서 자동화컨테이너터미널에 관한 운영의 목표 설정하고자 한다. 운영목표가 설정되면, 개발시스템의 투자 규모 및 시스템 성능의 수준결정 및 안정성의 비중 등 시스템 개발전략을 체계적으로 모색할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 이러한 여러 기준하에서 의사결정을 하여야 하는 경우 다기준의사결정법으로 많이 이용되고 있는 AHP (Analytic Hierarchy Process) 기법을 이용, 국내에서 이 분야에 종사하고 있는 연구자, 전문가, 실무자들의 의견을 종합하여 자동화 컨테이너터미널 운영시스템의 목표에 대하여 연구하고자 하였다.

본 연구의 내용 및 방법으로 첫째, 자동화 컨테이너터미널 운영시스템의 목표를 설정할 경우 평가대안을 평가하기 위한 계층형 의사결정 모델을 제시한다. 둘째, 설문조사를 통해 평가 기준의 상대적 중요도를 분석한다. 셋째, 광양항 자동화 컨테이너터미널 운영시스템의 목표를 제시한다.

2. 다기준 의사결정기법으로서의 AHP

2.1 AHP의 소개 및 장단점

의사결정문제는 여러 세부요소로 구성된 복합요인으로서 이에 대한 분석은 다요인 분석에 속한다. 다요인 분석기법에는 다요인 효용이론(MAUT : Multi Attribute Utility Theory), 평점 모델(score model), 목표계획법(goal programming), AHP 등이 있다. 다요인 효용이론은 각 기준들에 대한 객관적이고 명확한 효용의 크기를 개발해야 하는 문제가 있다. 평점모델은 사용하기는 간단하나 일관성 및 평가척도를 고려해야 하는 한계가 있다(Liberatore, M. J., and T. Miller, 1995). 목표계획법은 계량적인 척도를 위주로 하는 분석기법이라는 문제가 있다. 그러나 AHP는 계량적 및 비계량적 척도를 동시에 고려할 수 있고, 이용이 편리하여 많은 다기준 의사결정문제에 응용되고 있다.

AHP는 Saaty(1977, 1994c)에 의해 소개된 다기준 의사결정문제의 분석기법이다. 이는 조직자원의 전략적 계획(Saaty, 1990), 전략적 대안평가(Tavana & Banerjee, 1995), 신제조기술의 타당성 평가(Albayrakoglu, 1996) 등 여러 복잡한 의사결정문제에 이용되고 있다. 그 이외에도 마케팅, 재무, 교육, 공공정책, 경제학, 의학, 스포츠 등 다양한 분야에서 성공적으로 응용이 되고 있는 것으로 보고되고 있다. 특히 의사결정 기준이 20개를 초과하게 되면, AHP가 다른 다요인 의사결정기법들보다 유용하다(Korhonen et al., 1992). AHP가 이렇게 여러 학자들의 관심을 받는 이유는 우수한 수학적 특성과 입력자료의 확보가 용이하기 때문이다(Triantaphyllou, E., and S. H. Mann, 1995).

기본적으로 의사결정문제는 다수의 상충되는 기준 하에서

최적의 대안을 선택하는 문제이며, AHP는 이러한 다기준의사결정의 문제를 해결하기 위한 분석의 틀을 제공해 준다. 이 기법이 갖는 참신성은 다수의 목표, 다수의 평가기준, 다수의 의사결정주체가 포함되어 있는 의사결정문제를 계층화하여 해결하는데 있다. 즉, 여러 요소들을 한꺼번에 고려하여 각 요소들의 중요도 또는 가중치를 구하는 것은 매우 어렵기 때문에 의사결정문제를 계층화한 후 상위계층에 있는 한 요소(또는 기준)의 관점에서 직계 하위계층에 있는 요소들의 상대적 중요도 또는 가중치를 쌍별비교(Pairwise Comparison)에 의해 측정하는 방식을 통해 궁극적으로 최하위 계층에 있는 대안들의 우선 순위를 구할 수 있도록 해준다. 이 비교과정에서 각 요소들의 우선순위가 가중치들은 상대적 척도를 나타내며, 이러한 상대적 가중치들의 합은 1이 된다.

AHP 응용시 발생하는 문제점으로 일부 학자들은 2 이상의 대안이 유사한 특성을 가질 때 발생하는 임의적 순위화(arbitrary ranking) 문제나 대안을 추가 및 삭제시 순위 역전(rank reversal) 문제를 지적하기도 한다(Dyer, 1990; Perez, 1995; Tversky & Simonson, 1993). 그러나 대부분의 서열 척도의 합계방법은 이러한 문제점을 나타낸다(Perez, 1995). 이러한 문제점들은 현실문제의 응용시 유사한 특성을 갖는 대안비교의 문제가 드물고, 사전에 주의만 기울이면 순위역전 현상은 피할 수 있으므로 큰 문제가 아니다(Saaty, 1994b).

그보다 AHP는 선호도의 계산시 사람들이 실제 의사결정시 하는 것처럼 쌍별비교 문제를 직접 다룸으로서 순위역전 현상을 피할 수 있다(Saaty, 1994a). 따라서 앞에서 지적한 일부 문제점들이 AHP의 사용시 큰 문제가 되는 것은 아니라 할 수 있다.

2.2 AHP의 적용절차

AHP는 목표, 기준, 대안 등으로 구성된 다수준의 계층적 구조(multi-level hierarchical structure)를 이용한다. 목표와 기준들을 계층적으로 조직화하는 이유는 문제상황에 내재되어 있는 복잡한 관계를 개관하고, 각 수준의 문제가 동일 차원의 크기인가를 평가하게 함으로서 동질성을 유지하기 위함이다(Yang & Lee, 1997).

AHP에서 계층구조의 설계는 비축차적 상호관련과정(Nonsequential Interrelated Process)이다. 이 과정에서 각 단계와 요소들을 정의하고 설문지를 작성하게 된다. 설문과정에서 모호성이 있을 때는 의사결정자가 잘못된 기준이나 대안을 선정하게 되므로 모든 질문은 설문의 의도대로 답할 수 있어야 하며 또한 일관성이 있어야 한다.

AHP를 이용한 문제해결절차에서 대상문제에 대한 목표와 기준들에 대한 계층화가 이루어지고 나면, 쌍별비교를 통해 의사결정 기준들에 대한 가중치를 결정하게 된다. 의사결정 기준들에 대한 가중치 계산방법에는 정규 고유치법(normalized eigenvalues), 로그 최소자승법(logarithmic least squares), 최소자승법(least squares) 등이 있다(Yang & Lee, 1997). 이들 3가지 방법이 동일한 결과를 제공하는 것으로 증명되었지만 자

료가 전체적으로 일관성이 없으면 정규 고유치법을 권장하고 있다(Saaty & Vargas, 1984).

쌍별비교시 가중치 계산절차는 복수의 계층구조로 되어 있는 경우, 상위 가중치를 계산해서 이를 하위 수준 기준들의 가중치 계산이 이용함으로써 전체에 대한 가중치를 계산하게 된다. 이러한 절차는 최하위 수준까지 반복되며, 다수의 의사결정자가 쌍별비교에 관여하게 되면, 각 기준에 대한 가중치는 각 평가자들의 쌍별비교 결과치에 대한 기하평균을 통해 결정한다(Aczel & Saaty, 1983).

앞서 서술한 AHP의 문제해결절차들은 현재 상용화된 다수의 프로그램에서 제공되고 있으며, 대표적인 소프트웨어로는 Expert Choice나 LINDO와 같은 프로그램들이 있다. 물론 스프레드시트 응용프로그램으로 이러한 전 과정을 진행할 수도 있지만(Davies, 2001), 대부분의 연구에서는 전문화된 도구를 사용하고 있다(Triantaphyllou & Mann, 1995; Davey & Olson, 1998). 특히 Expert Choice 패키지를 이용하면, AHP 모형을 시각화하는데 도움을 줄 수 있다(Forman & Saaty, 1983-1990).

따라서 본 연구에서도 자동화 컨테이너터미널 운영시스템 목표 요인의 중요도 평가를 효율적으로 하기 위해 Expert Choice 2000을 이용할 것이다.

3. AHP를 이용한 자동화 컨테이너터미널 운영목표 요인의 조사 및 분석

3.1 자동화 컨테이너터미널의 운영목표 요인에 대한 계층화

자동화 컨테이너터미널 운영 목표를 도출하기 위해, 제2계층의 목표대안을 열거하여 보면, “초기투자비 절감”, “운영비 절감”, “자동화시스템 성능 향상”, “운영효율화 및 생산성 향상”, “고객서비스 제고”가 있다. 이러한 목표대안은 현재 자동화컨테이너터미널을 운영중인 네덜란드의 ECT(Europe Container Terminal) 및 독일의 CTA(Container Terminal Altenwerder)의 운영목표 및 물류관리의 목표로부터 도출한 후, 미래의 자동화 컨테이너터미널 운영자들과의 면담을 통해 검토하여 정의하였다. 제2계층의 운영목표는 다시 하위계층의 목표요인으로 세분화할 수 있는데 그 결과는 <Fig 1>과 같으며, 평가기준에 대한 설명은 <Table 1> 및 <Table 2>와 같다.

3.2 자동화 컨테이너터미널 운영목표 요인에 대한 설문조사

자동화 컨테이너터미널 운영목표 설정에 대한 설문조사는 2002년 4~6월 사이에 한국컨테이너부두공단, (기존)컨테이너터미널 업체, 선사, 운송사, 연구기관(KMI), 연구팀(CIIPMS)을

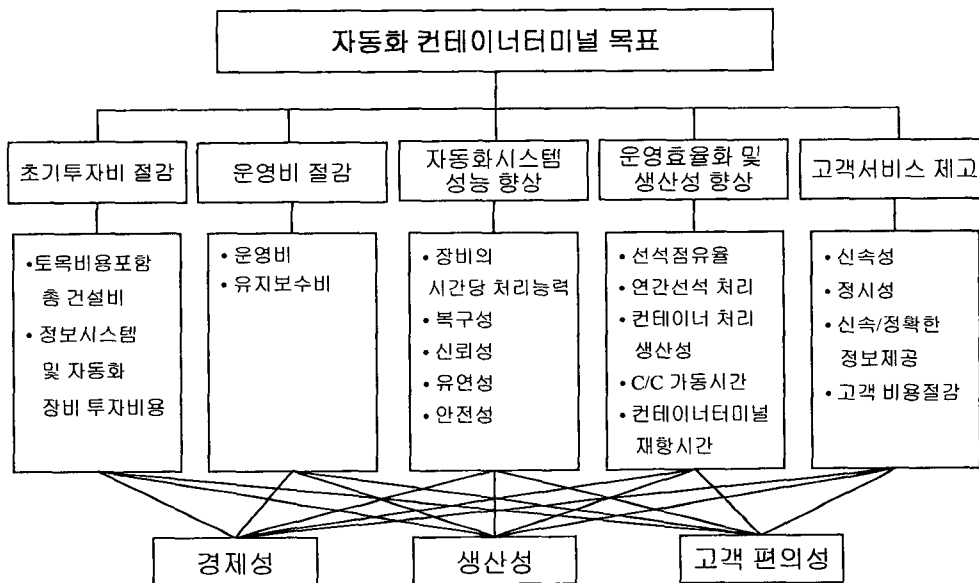


Fig. 1 Hierarchy of evaluation criterion about the operating objective of automated container terminal

Table 1 The explanation of the second about the automated container terminal

제1계층	제2계층	제2계층 요약설명
자동화 컨테이너 터미널 목표	초기투자비 절감	토목, 건설, 정보시스템 및 자동화 장비 구축 등에 대한 초기투자비용 절감
	운영비 절감	운영비용(인건비 포함)과 유지보수비용 절감
	자동화시스템 성능 향상	정보시스템 및 자동화 시스템(장비포함)의 성능 향상
	운영효율화 및 생산성 향상	운영 개선을 통한 생산성 향상
	고객서비스 제고	고객 서비스 향상

Table 2 The explanation of the third about the automated container terminal

제2계층	제3계층	제3계층 요약설명
초기투자비 절감	토목비용포함 총 건설비	토목비용을 포함한 터미널 전체 건설비용 절감
	정보시스템 및 자동화 장비 투자비용	정보시스템 및 자동화장비에 대한 초기투자비용 절감
운영비 절감	운영비	인건비를 포함하는 운영비용 절감
	유지보수비	운영비용 이외에 발생하는 유지보수비용 절감
자동화 시스템 성능 향상	장비의 시간당 처리능력	AGV, ASC의 시간당 처리능력 극대화
	복구성	특정 시간 내 본래 운영기능으로 복구될 수 있는 능력
	신뢰성	시스템 및 장비가 의도된 기능을 수행하는 확률
	유연성	운영과 관련된 예외사항 발생시 대처능력
운영효율화 및 생산성향상	안전성	안전과 관련된 돌발상황 발생시 대처능력
	선석점유율	총가용시간에 대한 선석점유시간
	연간 선석 처리	한 선석이 처리한 컨테이너 처리개수
	컨테이너 처리 생산성	시간당 크레인이 처리한 컨테이너의 수 (크레인의 생산성)
고객서비스 제고	C/C 가동시간	컨테이너 크레인 가동 가능 시간 대비 실제 가동시간
	컨테이너터미널 재항시간	컨테이너 야드의 효율을 측정(최대치 80-85%)
	신속성	신속한 서류 전달 및 처리, 선박체항시간 절감 등 업무처리의 신속성
	정시성	고객의 요구에 대한 반응시간
	신속/정확한 정보제공	필요한 정보를 신속하고, 정확하게 전달하는 능력
	고객 비용절감	고객이 부담하는 비용 절감 (통신비 등)

대상으로 하였으며, 조사방식은 가능한 방식을 모두 사용하여 이메일(e-Mail), 모사전송(FAX), 우편조사 및 방문조사를 병행하여 설문지를 발송하였으며 현황은 <Table 3>과 같다.

Table 3 Distribution subject and edition of the questionnaire

설문지 배포대상	배포방법	배포부수
해양수산부	이메일	18
한국컨테이너부두공단(KCTA)	이메일, 우편	13
허치슨부스터미널	모사전송 및 이메일	13
허치슨감만터미널	모사전송 및 이메일	8
신선대컨테이너터미널	모사전송 및 이메일	26
우암터미널	모사전송 및 이메일	5
컨테이너 선사 및 운송사	모사전송, 이메일 및 방문조사	82
한국해양수산개발원(KMI)	모사전송 및 이메일	95
연구팀(CIPMS)	이메일	7
총 배포부수 (모사전송 : 124, 이메일 : 113, 방문조사 : 30)		267

설문지 회수결과, 한국컨테이너부두공단으로부터 33개, (기존)컨테이너터미널업체로부터 16개, 선사 및 운송사로부터 37개, 한국해양수산개발원으로부터 2개, 연구팀으로부터 7개의 설문지가 회수되어 총 95개의 설문지가 회수되었다.

그러나 AHP 기법의 적용과정에서 일관성 문제로 인해 실제 사용 가능한 설문지의 수는 한국컨테이너부두공단의 경우에는 8개(24%), (기존)컨테이너터미널업체 5개(31%), 선사 및 운송사 6개(16%), 한국해양수산개발원 2개(100%), 연구팀 4개(57%)였으며 총 25개(26%)가 유효하였으며 현황은 <Table 4>와 같다.

Table 4 Collection and valid edition of the questionnaire

설문지 회수처	회수 부수	유효 부수
한국컨테이너부두공단(KCTA)	33	8 (24%)
(기존)컨테이너터미널업체	16	5 (31%)
컨테이너 선사 및 운송사	37	6 (16%)
한국해양수산개발원	2	2 (100%)
연구팀	7	4 (57%)
계	95	25 (26%)

AHP 기법의 적용과정에서 일관성 문제로 인해 실제 사용 가능한 설문지가 적은 이유는 설문응답자의 무성의, 설문작성요령의 미숙지 등이 있다.

한국컨테이너부두공단의 경우 1번에만 체크하거나 동일한 숫자만 체크하여 일관성 비율(Consistency ratio: CR)이 0.00인 경우가 4개(12%), 한 곳에만 체크하여야 하나 두 곳에 체크하여 설문분석이 불가능한 경우가 2개(6%), 숫자에 체크하지 않아 분석이 불가능한 경우가 1개(3%)로 전체의 21%를 차지하고 있다. 또한 일관성비율이 떨어지는(CR>0.10) 경우가 18개(55%)를 차지하고 있다. (기존)컨테이너터미널업체, 선사 및 운송사의 경우에도 <Table 5>에서 보는 바와 같이 설문응답에 무성의하거나 요령을 미숙지한 경우가 발생하고 있다.

Table 5 Circumstance of the questionnaire

설문지 회수처	회수부수	유효부수	분석불가능	CR>0.10
한국컨테이너부두공단	33	8(24%)	7(21%)	18(55%)
(기존)컨테이너터미널업체	16	5(31%)	1(6%)	10(63%)
컨테이너 선사 및 운송사	37	6(16%)	2(5%)	29(78%)
한국해양수산개발원	2	2(100%)	-	-
연구팀	7	4(57%)	-	3(43%)
계	95	25(26%)	10(11%)	60(63%)

조사대상은 각 기능별로 업무의 성격이 다르므로 요인의 중요도에 차이가 있을 수 있기 때문에 운영자 및 이용자로 분류하였다. 즉, 한국컨테이너부두공단과 (기존)컨테이너터미널 업체, 연구기관인 한국해양수산개발원, 연구팀인 지능형통합항만관리연구센터(CIIPMS) 소속 연구원은 운영자로 분류하였으며, 선사 및 운송사는 이용자로 분류하였다.

이에 따라 실제 분석에 이용된 설문지를 대상으로 조사대상 기관들의 현황을 나타내면 <Table 6>과 같다.

Table 6 Situation of the searched subject

구분	전체	운영자	이용자	연구기관	연구팀	
담당 업무	최고의사결정자	1	1	-	-	-
	화물수출입	3	1	2	-	-
	정보시스템	2	1	1	-	-
	컨테이너관련장비	1	1	-	-	-
	일반관리업무 (인사, 총무 등)	8	6	2	-	-
	건설, 토목	1	1	-	-	-
	연구개발	6	-	-	2	4
기타	3	2	1	-	-	
직책	최고경영자	-	-	-	-	-
	임원	1	1	-	-	-
	중간관리자	11	10	1	-	-
	연구원	2	-	-	2	-
	기타	11	2	5	-	4

3.3 자동화 컨테이너터미널 운영목표 요인 분석

자동화 컨테이너터미널 운영목표 요인의 중요도 분석을 하기 전에 먼저 표본들을 운영자 및 이용자의 2집단으로 나누었다. 각 기능별로 업무의 성격이 다르므로 요인의 중요도에 차이가 있을 수 있기 때문이다. 조사대상을 운영자 및 이용자로 분류하여 설문지를 분석한 결과는 다음과 같다.

1) 자동화 컨테이너터미널 운영목표의 1차 요인 분석

자동화 컨테이너터미널 운영목표 요인들에 대한 계층구조에서 제2계층에 해당하는 자동화 컨테이너터미널 운영목표의 1차 요인에 대한 설문지 분석결과는 <Table 7>과 같다.

Table 7 The analysis of the first factor of the operating objective about the automated container terminal

자동화 컨테이너터미널 운영목표 요인	전체		운영자		이용자	
	중요도	순위	중요도	순위	중요도	순위
초기투자비 절감	0.153	5	0.109	5	0.135	4
운영비 절감	0.248	1	0.239	1	0.197	3
자동화 시스템 성능 향상	0.188	3	0.214	4	0.132	5
운영효율화 및 생산성 향상	0.227	2	0.223	2	0.264	2
고객서비스 제고	0.183	4	0.216	3	0.272	1
합 계	1.00	-	1.00	-	1.00	-

우선 전체적으로 살펴보면, 가장 중요한 자동화 컨테이너터미널 운영목표의 1차 요인은 “운영비 절감”으로 나타났다. 그리고 “운영효율화 및 생산성 향상”과 “자동화 시스템 성능 향상” 요인이 다음으로 중요한 것으로 나타났으며, 이러한 결과는 운

영자에서도 유사하였다. 그러나 이용자의 경우에는 “고객서비스 제고” 요인이 가장 중요한 자동화 컨테이너터미널 운영목표의 1차 요인으로 나타났다. 그리고 “운영효율화 및 생산성 향상”과 “운영비 절감” 등의 순으로 나타났다. 따라서 전체적으로 보면 운영자와 이용자가 중요하게 인식하는 요인이 서로 다른 것으로 나타나 이용자의 경우 “고객서비스”가 얼마나 중요하게 간주되는 가를 알 수 있다.

2) 자동화 컨테이너터미널 운영목표의 2차 요인에 대한 분석 결과

앞서 분석한 자동화 컨테이너터미널 운영목표의 1차 요인에 대한 분석에 이어 1차 요인의 세부구성항목들인 자동화 컨테이너터미널 운영목표의 2차 요소에 대한 분석을 각 1차 요인별로 수행하였다. 먼저 “초기투자비 절감”요인의 자동화 컨테이너터미널 운영목표의 2차 요소들에 대한 운영자와 이용자간의 우선순위를 나타내면 <Table 8>과 같다.

Table 8 The comparison of importance with delicate factor about the minimization of initial investments

초기투자비 절감	전체		운영자		이용자	
	중요도	순위	중요도	순위	중요도	순위
토목비용포함 총 건설비	0.655	1	0.697	1	0.455	2
정보시스템 및 자동화 장비 투자비용	0.345	2	0.303	2	0.545	1
합 계	1.000	-	1.000	-	1.000	-

먼저 전체적인 관점에서 보면, “초기투자비 절감”요인의 세부 항목 중 중요한 자동화 컨테이너터미널 항목은 “토목비용포함 총 건설비”, “정보시스템 및 자동화 장비 투자비용”의 순으로 나타났다. 운영자에서도 동일한 순으로 나타났으나, 이용자에서는 역의 순으로 나타나 운영자와 이용자간의 중요도가 다른 것으로 나타났다. 운영자의 경우에 자동화 컨테이너터미널 건설시 투자비 절감이 보다 중요한 반면에 이용자는 정보시스템부문에서의 투자비 절감이 보다 중요한 것으로 응답하였다.

다음으로 “운영비 절감”이라는 자동화 컨테이너터미널 운영목표의 1차 요인의 세부항목들에 대한 우선순위를 분석하였다. 그 결과는 <Table 9>와 같으며, “운영비 절감”의 경우에는 전체적인 관점과 운영자, 이용자 모두 동일한 것으로 나타났다. 따라서, 유지보수비 절감보다는 운영비 절감을 매우 중요시하고 있음을 알 수 있다.

Table 9 The comparison of importance with delicate factor about the minimization of operational expense

운영비 절감	전체		운영자		이용자	
	중요도	순위	중요도	순위	중요도	순위
운영비	0.722	1	0.756	1	0.655	1
유지보수비	0.278	2	0.244	2	0.345	2
합 계	1.000	-	1.000	-	1.000	-

“자동화시스템 성능 향상” 요인의 세부 항목에 대한 분석 결과는 <Table 10>과 같다. 운영자 및 이용자 전체와 이용자 모두 “자동화시스템 성능 향상”요인의 세부 항목에 대해서 동일한 중요도 순서를 나타냈다. 이들은 모두 “장비의 시간당 처리능력”이 가장 중요한 항목으로 조사되었으며, “신뢰성”이 다음으로 중요한 항목으로 나타났다. 그러나 운영자의 경우에는 “안전성”이 가장 중요한 항목으로 나타났으며, “신뢰성”이 다음으로 중요한 항목으로 나타났다. 따라서, 이용자의 경우에 가장 중요시되었던 “장비의 시간당 처리능력” 항목이 운영자의 경우에는 비교적 덜 중요한 항목으로 나타났다. 이러한 문제는 운영자의 경우 장비 운영에 있어 사고를 대비한 안전이 더 중요하나 이용자의 경우에는 빠른 선적 및 하역을 위한 장비의 처리능력을 중요시 생각하는 것으로 보인다.

Table 10 The comparison of importance with delicate factor about the performance of automation system

자동화시스템 성능 향상	전체		운영자		이용자	
	중요도	순위	중요도	순위	중요도	순위
장비의 시간당 처리능력	0.266	1	0.209	3	0.324	1
복구성	0.155	4	0.149	4	0.171	4
신뢰성	0.232	2	0.250	2	0.202	2
유연성	0.128	5	0.133	5	0.113	5
안전성	0.219	3	0.260	1	0.189	3
합계	1.000	-	1.000	-	1.000	-

다음은 “운영효율화 및 생산성 향상”에 관한 자동화 컨테이너터미널 운영목표 요인의 세부 항목에 대한 중요도 분석결과로서 <Table 11>과 같다. “운영효율화 및 생산성 향상”요인의 경우에는 전체, 운영자 및 이용자 모두 세부항목들의 우선순위가 동일하게 나타났다. 가장 중요한 항목은 “컨테이너 처리 생산성”이었으며, 다음으로 “연간선적 처리”가 중요한 자동화 컨테이너터미널 운영목표 요인으로 나타났다. 이는 “자동화시스템 성능 향상”요인에서 이용자가 빠른 선적 및 하역을 위해 장비의 처리능력을 중요시 생각하는 것과 같이 컨테이너의 처리생산성이 매우 중요시되는 항목임을 알 수 있다.

Table 11 The comparison of importance with delicate factor about the operation efficiency and raising of productivity

운영효율화 및 생산성 향상	전체		운영자		이용자	
	중요도	순위	중요도	순위	중요도	순위
선적점유율	0.152	4	0.150	4	0.149	4
연간선적 처리	0.239	2	0.265	2	0.195	2
컨테이너 처리 생산성	0.341	1	0.331	1	0.372	1
C/C 가동시간	0.160	3	0.156	3	0.159	3
컨테이너터미널 재항시간	0.109	5	0.098	5	0.126	5
합계	1.000	-	1.000	-	1.000	-

마지막으로 “고객서비스 제고”요인에 대한 세부 자동화 컨테이너터미널 운영목표 항목에 대한 분석결과는 <Table 12>와 같이 나타났다. 운영자 및 이용자 전체와 이용자 모두 “고객

서비스 제고”요인의 세부 항목에 대해서 동일한 중요도 순서를 나타냈다. 이들은 모두 “신속/정확한 정보제공”이 가장 중요한 항목으로 조사되었으며, “신속성”이 다음으로 중요한 항목으로 나타났다. 운영자의 경우에는 “신속/정확한 정보제공”이 가장 중요한 항목으로 나타나 전체 및 이용자와 같으나, “정시성”이 다음으로 중요한 항목으로 나타났다. 따라서, 이용자의 경우에 중요시되었던 “신속성”항목이 운영자의 경우에는 비교적 덜 중요한 항목으로 나타났다. 특이한 점은 모두가 고객 비용절감을 비교적 중요하지 않은 것으로 나타나 비용은 크게 문제시되지 않는 항목임을 알 수 있다.

Table 12 The comparison of importance with delicate factor about the improvement of customer service

고객서비스 제고	전체		운영자		이용자	
	중요도	순위	중요도	순위	중요도	순위
신속성	0.271	2	0.251	3	0.305	2
정시성	0.246	3	0.266	2	0.176	3
신속/정확한 정보제공	0.289	1	0.280	1	0.371	1
고객 비용절감	0.193	4	0.203	4	0.148	4
합계	1.000	-	1.000	-	1.000	-

3) 전체항목의 중요도 분석결과

이상에서 각 수준별 개별 자동화 컨테이너터미널 운영목표 요인과 이의 세부 항목들에 대한 부분적인 분석을 수행하였다. 이러한 결과를 합성하여 전체적인 관점에서 자동화 컨테이너터미널 운영목표 계층구조를 통해 각 세부 항목의 중요도를 분석한 결과를 나타내면 <Table 13>과 같다. <Table 13>은 자동화 컨테이너터미널 운영목표의 1차 요인별 세부적인 2차 항목들의 중요도를 정리한 것이다. <Table 13>에 나타난 각 자동화 컨테이너터미널 운영목표 요인별로 세부 항목들의 합성중요도 값들을 계산한 결과, 전체적으로는 “운영비”, “컨테이너 처리 생산성”, “장비의 시간당 처리능력”, “신속/정확한 정보제공”, “신속성”의 항목이 가장 중요한 5대 자동화 컨테이너터미널 운영목표 항목으로 나타났다. 따라서, 자동화 컨테이너터미널 운영목표 1차 요인의 중요도 비교에서 “운영비 절감”요인이 가장 중요한 것으로 나타난 것과 같이 세부 항목의 중요도에서도 “운영비 절감”요인의 세부 항목이 5대 자동화 컨테이너터미널 운영목표 항목에 포함되어 “운영비 절감”이 가장 중요한 요인으로 인식됨을 알 수 있다. 이러한 결과는 운영자의 경우에도 동일하게 나타났다. 그러나 이용자의 경우에는 “신속/정확한 정보제공”이 가장 중요한 항목으로 나타났다. 이는 운영측면과 이용측면의 입장 차이로 인한 현상으로 보여진다.

4. 결 론

앞에서 AHP 분석을 통해서 자동화 컨테이너터미널의 운영자와 이용자의 목표 요인에 대한 상대적인 중요도를 산출하였

Table 13 The comparison of ranking about the result of the analysis

구 분		전체			운영자			이용자		
1차 요인	2차 요인	중요도	합성 중요도	순위	중요도	합성 중요도	순위	중요도	합성 중요도	순위
초기 투자비 절감	토목비용포함 총 건설비	0.655	0.059	10	0.697	0.040	12	0.455	0.051	9
	정보시스템 및 자동화 장비 투자비용	0.345	0.031	17	0.303	0.017	18	0.545	0.067	5
운영비 절감	운영비	0.722	0.096	1	0.756	0.087	1	0.655	0.091	4
	유지보수비	0.278	0.037	15	0.244	0.028	16	0.345	0.046	10
자동화 시스템 성능 향상	장비의 시간당 처리능력	0.266	0.073	3	0.209	0.063	9	0.324	0.053	7
	복구성	0.155	0.043	12	0.149	0.045	11	0.171	0.028	17
	신뢰성	0.232	0.064	6	0.250	0.075	5	0.202	0.033	15
	유연성	0.128	0.035	16	0.133	0.040	13	0.113	0.019	18
	안전성	0.219	0.060	8	0.260	0.078	4	0.189	0.031	16
운영 효율화 및 생산성 향상	선석점유율	0.152	0.039	14	0.150	0.037	15	0.149	0.042	13
	연간선석 처리	0.239	0.062	7	0.265	0.065	8	0.195	0.053	6
	컨테이너 처리 생산성	0.341	0.088	2	0.331	0.081	2	0.372	0.100	2
	C/C 가동시간	0.160	0.041	13	0.156	0.038	14	0.159	0.044	12
	컨테이너터미널 재항시간	0.109	0.028	18	0.098	0.024	17	0.126	0.034	14
고객 서비스 제고	신속성	0.271	0.066	5	0.251	0.071	7	0.305	0.095	3
	정시성	0.246	0.060	9	0.266	0.075	6	0.176	0.052	8
	신속/정확한 정보제공	0.289	0.071	4	0.280	0.079	3	0.371	0.116	1
	고객 비용절감	0.193	0.047	11	0.203	0.057	10	0.148	0.044	11

으며, 그 전체적인 결과는 <Table 13>에 나타나 있다. <Table 13>에 나타난 바와 같이 운영자 측면과 이용자 측면에서 보여지는 상위순위 항목과 하위순위 항목간의 차이가 상대적으로 크게 나타나고 있다. 이는 개발단계와 운영단계에서 전략적으로 관리되어야 할 자동화 컨테이너터미널 운영목표 요인이 다르다는 것을 알 수 있으며, 운영자보다는 자동화 컨테이너터미널 사용자인 이용자의 생각을 알아볼 수 있는 중요한 계기가 되었으며, 운영단계에서 중요하게 생각할 부분임을 알 수 있다.

본 연구의 결과는 향후 터미널개발 및 시스템 개발시 고려해야 하는 중요한 사항인 건설투자비의 수준, 정보시스템 및 자동화 하역장비의 투자비 수준, 무인화의 정도 및 터미널운영 성과 등에 대한 일정한 가이드라인을 제시하게 될 것이다.

후 기

본 연구는 한국과학재단 지정 동아대학교 지능형통합항만관리연구센터(CIIPMS)의 지원에 의한 것입니다.

참 고 문 헌

[1] 한국해양수산개발원 (2001), 광양항 3단계 자동화 컨테이너터미널 개발 기본계획.

[2] Aczel, J. and T. L. Saaty (1983), "Procedures for Synthesizing Ratio Judgments," Journal of Mathematical Psychology, Vol. 27, pp.93-102.

[3] Albayrakoglu, M. M. (1996), "Justification of New manufacturing Technology : a Strategic Approach using the Analytic Hierarchy Process," Production and Inventory Management Journal, 1st Quarter, pp.71-76.

[4] Davey, A., and D. Olson (1998), "Multiple Criteria Decision Making Models In Group Decision Support", Group Decision and Negotiation, Vol.7, pp.55-75.

[5] Davies, M. (2001), "Adaptive AHP : A Review Of Marketing Applications With Extensions", European Journal Of Marketing, Vol.35, No.7/8, pp.872-893.

[6] Dyer, J. S. (1990), "Remarks on the Analytic Hierarchy Process," Management Science, Vol.36, No.3, pp.249-258.

[7] Forman, E., and T. L. Saaty (1983-1990), Expert Choice

- Software package for IBM PC, Pittsburgh, Expert Choice, Inc.
- [8] Korhonen, P., H. Moskowitz, and J. Wallenius (1992), "Multiple Criterion Decision Support : a Review," *European Journal of Operational Research*, Vol.63, pp.361-375.
- [9] Liberatore, M. J. (1987), "An Extension of the Analytic Hierarchy Process for Industrial R & D Project Selection and Resource Allocation," *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol.EM-34, No.1, pp.12-18.
- [10] Liberatore, M. J., and T. Miller (1995), "A Decision Support Approach for Transport Carrier and Mode Selection," *Journal of Business Logistics*, Vol.16, No.2, pp.85-115.
- [11] Perez, J. (1995), "Some Comments on Saaty's Analytic Hierarchy Process," *Management Science*, Vol.41, No.6, pp.1091-1095.
- [12] Saaty, T. L. (1977), "A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures," *Journal of Mathematical Psychology*, Vol.15, pp.57-68.
- [13] Saaty, T. L. (1980), *The Analytic Hierarchy Process*, New York, McGraw-Hill.
- [14] Saaty, T. L., and Vargas, L. G. (1984), "Inconsistency and rank preservation," *Journal of Mathematical Psychology*, Vol.28, pp.205-214.
- [15] Saaty, T. L. (1990), "How to Make a Decision : the Analytic Decision Process," *European Journal of Operational Research*, Vol.48, pp.9-26.
- [16] Saaty, T. L. (1994a), "How to Make a Decision : the Analytic Decision Process," *Interfaces*, Vol.24, No.6, pp.19-43.
- [17] Saaty, T. L. (1994b), "Highlights and Critical Points in the Theory and Application of the Analytic Hierarchy Process," *European Journal of Operational Research*, Vol.74, pp.426-447.
- [18] Saaty, T. L. (1994c), *Fundamentals of Decision making and Priority Theory with the AHP*, RWS Publications, Pittsburgh, PA.
- [19] Tavana, M., and S. Banerjee (1995), "Strategic Assessment Model(SAM) : a Multiple Criteria Decision Support System for Evaluation of Strategic Alternatives," *Decision Science*, Vol.26, No.1, pp.119-143.
- [20] Triantaphyllou, E., and S. H. Mann (1995), "Using The Analytic Hierarchy Process For Decision Making In Engineering Applications: Some Challenges," *International Journal of Industrial Engineering : Applications and Practice*, Vol.2, No.1, pp.35-44.
- [21] Tversky, A., and I. Simonson (1993), "Context - dependent Preferences", *Management Science*, Vol.39, No.10, pp.119-143.
- [22] Yang, J., and H. Lee (1997), "An AHP Decision Model for Facility Location Selection," *Facilities*, Vol.15, No.9/10, pp.241-254.