

인천항 하역장비에 TPM적용시 영향을 미치는 상황요인에 관한 연구

박상기* · 이창호**

A Study on the Contextual Factors Affect on the TPM Application
for Loading and Unloading Equipments of Incheon Port

Sang-Ki Park · Chang-Ho Lee

목 차

- | | |
|-------------------------|-------------------------------------|
| I. 서론 | IV. 항만하역장비의 TPM 추진을 위한 연구모
형의 검증 |
| II. 이론적 배경 | V. 결론 |
| III. 연구모형 및 설문지 작성 · 수집 | |

Key Words: Port, Loading and unloading equipment, TPM, Productivity

Abstract

We analyzed the questionnaire survey for the current maintenance of Incheon port's loading and unloading equipments and the possibility of TPM(Total Productive Maintenance) application. And also, We certificated Structural Equation Model with computer packages. Results of the survey indicated that the current maintenance of Incheon port's loading and unloading equipments was not good. We recognized the relationship of contextual factors about the productivity of the loading and unloading equipments

The productivity of the loading and unloading equipment positively depends on maintenance management of equipments, but the organization and personnel management does not have a influence on the productivity of the loading and unloading equipment. So we suggest TPM as the future maintenance methodology of equipments. Using TPM to the loading and unloading equipments, we will try to improve the methodology of the organization and personnel management.

▷ 논문접수: 2007.07.27 ▷ 심사완료: 2007.11.13 ▷ 게재확정: 2007.11.22

* 대표저자, 한국항만연수원 인천연수원 교수, psk5811@daum.net, 032)885-8012

** 공동저자, 인하대학교 산업공학과 교수, lch5601@inha.ac.kr, 032)860-7365

I. 서론

항만의 경쟁력은 부두시설의 확충이라는 양적 시설의 증대뿐 아니라 항만하역에 사용되는 장비의 운영에 따라서도 영향을 받는다. 인천항은 컨테이너하역을 비롯하여 다양한 화물을 하역하는 항만으로서 다종다양한 장비를 보유하고 있는 실정이다. 장비는 유지·보수 관리를 어떻게 하느냐에 따라서 장비의 가동률을 높일 수 있을 뿐 아니라 경제수명도 연장할 수 있다. 항만의 환경은 장비를 사용하기에 열악한 상황이기 때문에 장비의 유지·보수 관리에 체계적이고 적극적인 장비보전활동이 필요하다.

본 연구는 제조 및 장치산업에서 생산성을 높이기 위한 방안의 하나로 활용되는 TPM 기법을 인천항 하역장비의 생산성 향상 방안으로 적용해 보고자 하였다. 장비생산성에 영향을 주는 요인을 기존 연구를 통하여 파악하여 항만하역장비에 적용하고, 각 요인이 장비생산성에 영향을 주는지를 연구모형을 제시하여 규명하고자 하였다. 이를 규명하기 위해서 설문을 실시·분석하고, 설문은 인천항을 대상으로 한 대한통운 외 9개 하역회사의 운영·정비·운전에 관련된 자들과 인천항운노동조합원의 장비운전자를 대상으로 실시하였다. 연구에는 통계패키지 SPSS 10.0 및 AMOS 4.0를 사용하였다.

본 연구의 목적은 인천항 하역장비의 생산성향상에 관한 현 상태를 점검하고, 향후 TPM 기법을 장비생산성 향상방안의 일환으로 적용시 방안을 제시하는데 있다. 이를 위해서 선행연구를 통해 항만에 맞는 하역장비생산성 요인을 탐색하며, 장비생산성 요인을 구성하는 요인간의 관계를 검증한다.

II. 이론적 배경

1. TPM 요인들

TPM의 주요활동은 일반적으로 8개영역 즉, 개별개선, 자주보전, 계획보전, 교육·훈련, 초기관리, 품질보전, 관리간접부문활동 및 안전·환경의 활동으로 폭 넓게 정의된다¹⁾.

개별개선이란 “설비나 장치·프로세스 및 플랜트 전체의 모든 것에 대해서 철저한 로스배제와 성능 향상을 도모함으로써 최고의 효율화를 이루기 위한 모든 개선·혁신활동”이다²⁾. 이러한 개별개선의 목적을 달성하기 위해서는 많은 기법들을 활용한다. 일반적으로 사용되는 분석기법에는 다음과 같다. ① PM분석(Phenomena, Physical, Mechanism ; 현상을 물리적으로 파악하는 분석 기법), ② Know-why 분석(왜왜 분석), ③ FTA분석(Fault Tree Analysis), ④ FMEA(Failure Mode and Effects Analysis), ⑤ IE(Industrial

1) 일본플랜트메인テナンス협회, “신 TPM 전개프로그램:장치공업”, 한국표준협회 번역, 2004.

2) 이영상, 권기수, “하이브리드 TPM”, 한국표준협회, 2003. p.78.

Engineering), ⑥ VA(Value Analysis), ⑦ JIT(Just In Time), ⑧ QC 7가지 도구, 신 QC 7가지 도구 등이 있다.

자주 보전은 TPM 활동의 특징 가운데 하나로서, “설비를 자기 손으로 지킨다”라고 하는 사고를 바탕으로 단계별로 추진한다. 자주보전활동은 설비의 기본조건을 유지하고, 사용조건을 지키고, 총 점검에 의한 열화를 복원하고, 설비에 강한 오퍼레이터를 만들어 자기가 정한 기준에 따라 행동하는 설비의 유지관리 활동을 말한다. 자주보전은 ①초기청소, ②발생원·곤란개소대책 마련, ③자주보전 가 기준의 작성, ④기계 총 점검, ⑤자주 점검, ⑥표준화, ⑦자주관리 철저 등의 7단계로 구분하여 일반적으로 활동한다³⁾. 그러나 산업별·회사별 특성에 따라서 약간씩 내용과 스텝을 달리하기도 한다.

계획보전은 설비의 계획 단계부터 제작·조립 단계를 거쳐 폐기에 이르기까지의 라이프 사이클 전체에 걸쳐 기대되는 기능·성능이 발휘되도록 사용 기간 중의 관리를 의미하는 것이다⁴⁾. 계획보전은 사후보전(BM), 예방보전(PM), 예지보전이라고 하는 3가지 보전 형태를 포함하고 있다. 예지, 예방보전을 계획적으로 실시하는 목적은 고장 제로화에 있으나, 예지, 예방보전의 내용에 따라서 돌발 고장이 생길 수도 있다. 따라서 돌발 고장과 그 내용에 따라 계획보전의 타이밍과 그 내용, 고장 재발방지가 충분했는지를 판단한다.

교육·훈련의 추진 목적은 설비 및 공정에 강한 사람을 만드는 것과 장기적인 측면에서 기업의 요구에 대응하여 인재를 육성하는 것이다. TPM 활동에 필요한 기술력을 충분히 가지고 있지 않다고 해도 교육·훈련을 통하여 필요한 지식과 기능을 익힐 수 있다. 개개인의 관리, 기술, 기능에 대한 수준을 향상시키는 것이 TPM의 교육·훈련이다. 교육·훈련은 계층별 직능교육을 통한 전문가 육성, 기술·직무능력향상, 교육의 내실화 및 경영혁신 실천력 강화, 교육을 통한 현장체험 등을 중점적으로 한다.

설비 초기 관리란 신 설비의 계획이나 설치시 신뢰성, 보전성, 경제성, 조작성, 안전성, 유연성, 작업성, 자주 보전성 등을 검토하여 설비에 반영함으로써 시운전 및 초기 유동 기간을 단축하고 정상 가동시 설비의 트러블 등 열화 손실을 최소로 하는 활동이다⁵⁾. 이러한 사항들을 구체화하는 것이 MP(Maintenance Prevention) 설계이다. MP 설계의 목표는 신뢰성, 보전성이 뛰어난 설비를 갖추는 것이다.

품질보전이란 품질의 완전함(100% 양품 상태)을 확보하기 위해서 품질불량이 나지 않는 설비를 추구하는 것으로 다음과 같이 5가지 조건을 포함하는 개념으로 정의 된다. ① 불량 제로의 조건을 설정하고 ② 그 조건을 기준치 이내로 유지함으로써 품질 불량을 예방하며 ③ 그 조건을 시계열적으로 점검·측정하고 ④ 그 측정치의 추이를 봄으로써 품질 불량 발생의 가능성을 예지하고 ⑤ 사전에 대책을 세운다⁶⁾.

관리간접부문의 TPM 활동은 생산효율화 지원활동, 자기부문의 효율화, 보유설비의 효율

3) 한국능률협회컨설팅, “자주보전사내컨설팅트양성과정”, 성광인쇄, 1992.

4) 이영상, 권기수, 전개서, 2003. p.96.

5) 이영상, 권기수, 전개서, 2003. p.128.

6) 이영상, 권기수, 전개서, 2003. p.106.

화로 구분되며, 제조부문과 보조를 맞추어 그 활동에 대해 필요한 조언과 지원을 하여 코스트다운이나 경쟁력 강화에 힘을 보태지 않으면 안 된다. 관리간접부문활동은 제조부문의 TPM 활동을 지원하면서 간접부문의 체질강화를 통해 본래의 기능을 강화하는 목표로 한다.

안전·환경활동은 재해제로, 공해제로의 기본 목표이다. 현실적으로 확률적 사고나 재해를 일으키는 요인을 가지고 있는 것이 설비이며 플랜트이다. 현재까지 재해제로를 계속 지키고 있는 사업장이라도 그 발생 가능성은 항상 있다. 특히 위험물·고압가스·독극물 등을 대량으로 다루면서 운전조건이 안 좋고, 에너지 소비량이 많은 현장은 어떤 원인에 의해서 화재나 폭발이 일어날 가능성이 있으므로 주의를 요한다.

2. TPM 관련 선행연구

TPM은 전사적인 생산보전 활동으로써 사람과 설비의 체질을 점진적으로 개선시켜 기업의 체질을 강하게 변화시켜 나가기 위한 경영혁신 활동이다. TPM 활동이 국·내외적으로 지속적으로 추진되고 있는 것은 TPM 기능 활동 등을 통한 구체적인 성과가 기업경영에 전반적으로 기여하고 있기 때문이다. TPM 활동은 기업에 따라 주요 요소를 달리하여 실행하고 있으며, 연구자 또한 연구목적에 따라 주요 요소를 달리하여 연구하고 있다. 다음은 TPM에 관련된 연구자의 연구내용을 국내 및 국외 순으로 요약한 것이다.

박철민(1991)은 우리나라 제조기업들의 효율적 TPM 도입 실시방안과 향후 TPM의 전개 방향을 제시하는데 연구 목적을 두었으며 그 내용은 첫째, 우리나라 제조기업의 효율적인 TPM 도입실태를 파악하여 문제점을 분석하였고, 둘째, TPM 모형산출을 위한 15가지 부문의 기준 즉, ① TPM·인사정책부문, ② 관리자 교육훈련부문, ③ 보전계획자 훈련부문, ④ 기능공 훈련부문, ⑤ 동기부여부문, ⑥ 협상부문, ⑦ 관리통제·예산 및 비용부문, ⑧ 작업지시·계획 및 일정계획부문, ⑨ 설비효율부문, ⑩ 설비예방정비 및 설비이력관리부문, ⑪ 창고·자재·공구관리부문, ⑫ 설계와 작업측정에 관한 부문, ⑬ 5S 운동부문, ⑭ 설비의 6대 로스에 관한 부문, ⑮ TPM 실시에 따른 효과에 관한 부문 등을 제시하였다.

권오운(1996)은 TPM 전개에 있어서 설비·품질·보전 등의 활동이 핵심이 되며 궁극적으로 목적을 달성하기 위해서는 중복소집단이나 조직별·기능별 관리 즉 인적관리가 중재 혹은 매개적인 역할을 가지고 있다는 것을 제안하였다. 기업의 이익을 증대시키기 위한 TPM의 운영방향을 기간별로 제시한바 즉, TPM 초기에는 설비사용부문의 자주보전활동 및 개별개선활동과 전문보전부문의 계획보전활동 등을 중심으로 실시하고, 도입 2년차부터는 설비사용부문의 품질보전, 전문보전부문의 안전보전관리, 환경보전, 설비계획부문의 MP(Maintenance Prevention)·설비초기관리, 설비지원부문의 사무 간접 효율화 등도 개시

7) 오연우, "생산성 향상을 위한 종합적인 생산보전(TPM) 프로그램 운용에 관한 연구", 배제대학교 대학원, 박사학위논문, 2005.

되어야 하고, 또한 이의 효율화를 위해 TPM 교육·훈련, 중복소집단활동 등을 하며, TPM 도입 3~4 년차부터는 영업 TPM 및 연구개발 TPM이 가미된 활동의 전개를 제시하였다.

신현재와 오영선(1998)은 산업현장에서 TPM 활동을 추진하는데 있어서 정성적인 활동을 정량적인 활동으로 표현하는 기본지표를 제시하였으며, TPM 추진 계획부문에서 각 산업현장에서 추진하고 있는 TPM 활동의 범위를 선정하였다는데 의미가 있다. 실행부에서 TPM 활동 범위의 선정은 MP·초기유동관리, 자주보전, 개별개선, 그리고 보전주기관리와 관련하여 중요항목을 선정하였다. 연구수행을 위한 진단모형 전개를 5가지 영역 즉, TPM 활동의 적용범위(TPM 추진계획), 자주보전전개(설비사용 : 자주보전), 고장현황 및 Loss 분류(설비사용 : 개별개선), 보전주기관리(설비전문보전), MP·초기유동관리 매뉴얼(설비계획)의 진단항목을 제시하였다.

오환종과 윤영선(2000)은 조직의 공장수준에서 발견되어 질 수 있는 단기간의 보전노력에 집중하였다. TPM의 주요항목으로는 하우스키핑, 교차훈련, Teams, 작업자 관여, 정보추적, 훈련된 계획, 일정순응 등으로 세분하였고, 한국의 제조 기업들이 조직상황과 경영상황이 TPM의 7가지 요인들에 영향을 미치는 지를 알아보았다.

강병석(2001)은 TPM의 실시기업과 미실시 기업을 분리하지 않고 연구·분석하였으며, TPM의 도입여부에 대한 변수를 기업의 규모요인과 설비관리의 기술적 수준 등으로 나누고, TPM의 활용성과에 대해서는 기업의 규모요인(종업원수, 연간매출액)과 TPM 활용요인(TPM 도입경과 년수, TPM 활동 단계, TPM에 대한 이해도, TPM 실시에 대한 견해)으로 모형을 연구하였다.

오연우(2005)는 TPM 활동내용과 경영성과와의 관계에 작용하는 요인들 중 주요활동요인을 자주보전, 개별개선, 계획보전 및 교육훈련 등 네 가지로 설정하였고, 매개변수로 설비효율과 조직 및 인적관리로 나누어 연구하였다. 연구결과는 자주보전은 설비효율에 부정적으로 나타났으며, 그 외의 개별개선 및 계획보전활동은 설비효율에, 계획보전활동 및 교육·훈련활동은 인적관리에, 설비효율 및 조직·인적관리에 긍정적으로 나타났다.

Kelly(1984)는 TPM 요인중 생산과 보전간의 관련성에 대한 연구를 하였으며, 제조기업의 생산설비의 계획수립에 있어 기업들에게 있어 보전계획 설정에 관심을 갖고 수행해야 되는 핵심적 보전활동의 가이드라인을 제시하였다.

Benjamin. W. Niebel(1994)은 TPM 활동중에서 보전활동에 대한 주요지표를 보전경영, 보전효과, 보전코스트적인 측면에서 구분하여 제시하였다.

Westerkamp(1998)는 TPM 요인중 보전관리조직과 이의 운용에 대한 연구를 하였으며, 과학적이고 체계적인 실시보전관리가 이루어지기 위한 점검항목을 훈련, 종업원, 비용관리, 계획, 자재, Engineering, 설비 등 7가지로 나누고, 이것을 다시 16가지로 세분하여 연구하였다.

McKone, Schroeder, & Cua(2001)은 TPM과 제조성과(MP: manufacturing performance) 사이의 관계를 알아보았다. TPM의 구성요소를 생산관리, 교차훈련, 소집단, 작업자참여, 훈련계획, 정보공유 및 계획순응으로 구분하였으며, 제조성과에 TPM이 미치는 경로에 JIT

와 TQM(total quality management)을 매개변수로 설정하여 구조방식으로 분석하였다. 분석결과를 보면 TPM은 제조성과에 강한 양의 관계를 나타났다고 보고하였다.

Chan, F.T.S., Lau, IP, Chan, & H>K>, Kong(2003)은 TPM이 보다 많은 자본투자를 요구하지 않고 현재 가지고 있는 설비의 효용성을 증가시키는 것을 목적으로 하는 방법론이라고 주장하였고, TPM의 핵심요소를 설비, 근로자, 품질 등으로 구분하였다. 효과적인 TPM은 생산과 보전활동 모두에 의존하고 있으며, 이러한 역동적인 관계에서 핵심은 작업자의 역할이라고 주장하였다.

3. 항만하역장비와 항만생산성 요인들

항만경쟁력이란 항을 사용하려는 주체가 어떤 특정의 항을 사용하려고 하는 동기가 되는 매력의 총체라고 할 수 있다. 매력 있는 항이란 사용하기 편리한 항임과 동시에 경쟁력이 있는 항이라 할 수 있다⁸⁾. 항만의 여러 가지 생산성 평가지표는 항만운영자가 항만의 생산성을 제고하기 위해서 고객에게 제공되고 있는 서비스 수준과 이러한 서비스를 제공하기 위해서 시설물을 이용하는 방법이 개선되고 있는지 혹은 악화되고 있는지를 파악하는데 필요하다. 다음은 항만하역장비와 관련된 항만생산성에 영향을 미치는 요소를 요약한 것이다.

김형태(1999)는 항만생산성에 영향을 미치는 요인으로서 인적자원, 자본, 기술 등을 지적하였으며, 이들 요인이 종합적으로 잘 구성되어야만 생산성이 향상될 수 있다고 하였다. 인적요인으로서 적격인력의 확보, 자본측면에서는 장비, 기술측면에서는 인적자원과 장비를 원활하게 사용할 수 있는 작업체계 즉 작업환경의 구축이 중요하다고 하였다.

백종실(2001)은 항만간의 경쟁은 일반적으로 지정학적인 위치, 수심, 대형선이 접안 가능한 부두의 수, 그리고 생산성 및 비용요소 등과 밀접한 관련이 있다고 하였다. 항만시설이 일정수준 이상 확충되면 생산성과 고객서비스의 경쟁이 더욱 치열해질 것으로 전망하였다. 이런 측면에서 항만생산성에 커다란 영향을 미치는 요소로는 터미널에 종사하는 전문 인력의 태도, 전문기술능력, 의사소통 등을 지적하였다.

길광수(2002)는 우리나라 컨테이너부두의 생산성 향상을 위해서 하드웨어적인 면에서는 충분한 하역장비의 확보와 소프트웨어적인 면에서는 하역장비 유지보수시스템의 개선, 터미널 운영시스템의 개선, 야드 장치장의 효율적 활용 등을 제안하였다. 하역장비 유지보수시스템의 개선에 대해서는 우선 장비 고장에 대비하여 충분한 예비부품의 확보가 필요하며, 부족한 장비를 효율적으로 사용하기 위해서는 고장이 발생하기 이전에 능동적으로 장비를 관리할 수 있는 완벽한 유지보수시스템을 구축해야 한다고 하였다. 하역노무 공급측면에서도 생산성을 향상시키기 위해서는 장비기사 인력 Pool제의 적용을 제시하였다.

8) 김정수, 부산항의 항만경쟁력 비교분석, 한국항만경제학회지 제 16집, 2000.8, p.253

Ⅲ. 연구모형 및 가설설정

1. 연구모형 및 연구가설

본 연구는 인천항 항만하역장비의 장비보전활동의 현 상황 파악과 TPM 기법 적용의 필요성을 검증하기 위한 것이다. 설비의 능력향상을 위한 TPM 기법에 관한 연구들은 장치산업, 가공조립산업 및 단순조립형 산업 등에 적용하여 활발하게 진행되어 왔으며, 최근의 TPM 연구들은 자주보전과 계획보전을 기본으로 하여 TPM의 요인에 대한 다양한 변수들을 추가하고 있는 실정이다. <표 3-1>은 TPM 활동요인에 대한 기존 연구결과를 정리한 것이다.

<표 3-1> TPM 활동요인 비교

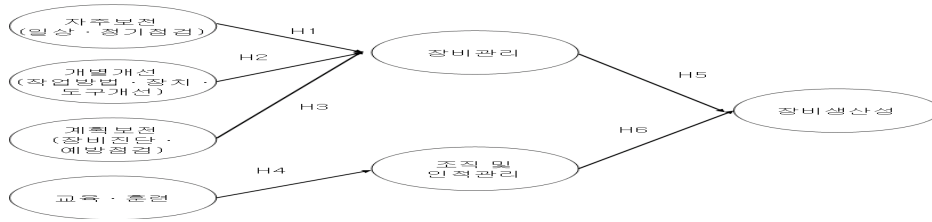
구분	일본JIPE	한국능률협회	오환종과 운영선의 연구	오연우의 연구
활동 요인	<ul style="list-style-type: none"> - 자주보전 - 개별개선 - 계획보전 - 교육훈련 - 초기관리 - 사무환경 - 5S 활동 - 품질보전 	<ul style="list-style-type: none"> - 자주보전 (품질보전 포함) - 개별개선 (품질보전 포함) - 계획보전 - 교육훈련 	<ul style="list-style-type: none"> ● 자주보전(4가지요인) <ul style="list-style-type: none"> - 하우스키핑 - 교차훈련 - Teams - 작업자관여 ● 계획보전(3가지요인) <ul style="list-style-type: none"> - 정보추적 - 훈련된 계획 - 일정순응 	<ul style="list-style-type: none"> - 자주보전 - 개별개선 - 계획보전 - 교육훈련

TPM 활동요인들이 개별적으로 존재하지 않고 서로가 연계되어 있으며, TPM 활동요인을 적용할 때에는 기업 환경 및 여건에 맞게 전개하고 있다.

전술한 바와 같이 TPM 활동이 기업 환경 및 여건에 맞게 다양한 변수들을 추가하여 실시되고 있듯이 서비스 산업인 항만하역작업에 사용되는 장비보전활동에 적용해보고 활동전개의 필요성에 대해 연구하고자 하였다.

본 연구에서는 TPM 활동 내용과 장비생산성과의 관계에 작용하는 요인들 중 주요활동요인을 자주보전(일상·정기점검), 개별개선(작업방법·장치·도구 개선), 계획보전(장비진단·예방점검) 및 교육·훈련 등 네 가지로 설정하였으며, 매개변수로는 장비관리와 조직 및 인적관리의 두 요소로 구성하였고, <그림 3-1>과 같이 연구모형을 설정하였다.

<그림 3-1> 연구모형



TPM의 주요활동과 장비생산성과의 관계를 장비관리와 조직 및 인적관리의 매개변수를 통하여 장비생산성에 긍정적인 영향을 주는지를 분석하기 위하여 다음과 같이 가설을 설정한다.

- H1: 자주보전(일상점검·정기점검)활동은 장비관리에 긍정적인 영향을 준다.
- H2: 개별개선(작업방법·장치·도구개선)활동은 장비관리에 긍정적인 영향을 준다.
- H3: 계획보전(장비진단·예방점검)활동은 장비관리에 긍정적인 영향을 준다.
- H4: 교육·훈련활동은 조직 및 인적관리에 긍정적인 영향을 준다.
- H5: 장비관리활동은 장비생산성에 긍정적인 영향을 준다.
- H6: 조직 및 인적관리활동은 장비생산성에 긍정적인 영향을 준다.

2. 변수의 조작적 정의

조작적 정의란 연구에 사용된 개념에 대해 응답자가 구체적인 수치(number)를 부여할 수 있는 상태로 상세한 정의를 내린 것을 말한다. 즉, 추상적인 개념에 대해 연구자가 개념에 대한 측정 및 개량화가 가능하도록 연구주체에 따른 세부적인 정의를 내리는 것을 의미한다.

본 연구는 한국능률협회⁹⁾ 및 오연우의 연구¹⁰⁾에서 TPM 활동을 기본으로 자주보전활동, 개별개선활동, 계획보전활동, 교육 및 훈련활동, 장비관리, 조직 및 인적관리와 장비생산성 등으로 구성하였다. <표3-2>은 연구에 사용된 변수의 조작적 정의를 나타낸 것이다.

<표3-2> 변수의 조작적 정의

변 수	변수의 내용
자주보전 (일상·정기점검)	정리·정돈·청소의 상태, 오염발생원을 찾아내는 활동, 급유와 점검활동, 장비의 사용조건의 준수, 직책에 맞는 자격의 구비, 일상점검활동
개별개선 (작업방법·장치·도구개선)	작업장치·도구개선, 작업시 안전을 위한 개선활동상태, 작업효율을 높이는 작업방법개선,

계획보전 (장비진단·예방점검)	장비의 보전관리의 체계화 상태, 장비의 예방진단 활동상태, 예비부품확보상태,
교육 및 훈련	교육훈련의 기회 및 지속성, 교육훈련의 참여도, 직급별 및 장비별로 체계적인 교육 실시 여부, 교육훈련 효과 및 피드백 상태,
장비관리	장비관리 예산의 효율적 운영, 장비점검·정비·검사의 체계적 실행, 장비관리를 위한 충분한 인원의 확보, 관리규칙·제도 및 지원체계, 장비유지보수시스템의 가동상태
조직 및 인적관리	장비생산성 향상을 위한 추진계획과 경영방침과 연계, 구체적인 목표 및 관리항목의 선정, 활동이 전사적으로 실행되는 정도, 평가 및 사후관리,
장비생산성	장비운전유지비의 증감정도, 장비의 경제수명의 연장, 장비가용률(고장이 적어질수록 높아짐), 장비로 인한 재해증감정도,

3. 설문지의 구성 및 자료수집

연구모형을 실증적으로 검증하기 위하여 설문지를 통한 현장조사를 수행하였다. TPM 활동의 전반적인 사항에 대해 검증하고자 본 연구의 목적에 맞게 설문지의 내용을 7개 항목 38 문항을 구조화하여 설문조사를 <표 3-3>과 같이 구성하여 실시하였다. 사용한 척도로는 5점 Likert 척도(1점: 전혀 그렇지 않음, 5점: 매우 그러함)를 사용하여 측정하였고, 그 내용은 다음과 같다.

<표 3-3> 설문지의 구성

구 성 내 용		문항수	설문지 번호	척 도
TPM 주요 활동	-자주보전	8	3-1 ~ 3-8	Likert 식의 5점 척도
	-개별개선	5	3-9 ~ 3-13	
	-계획보전	5	3-14 ~ 3-18	
	-교육·훈련	5	3-19 ~ 3-23	
TPM 활동과 성과에 미치는 요소	-장비관리	5	3-24 ~ 3-28	
	-조직 및 인적관리	5	3-29 ~ 3-33	
TPM 결과 요소	- 장비생산성	5	3-34 ~ 3-38	

첫째, TPM 활동의 주요 내용으로는 자주보전(8문항), 개별개선(5문항), 계획보전(5문항) 및

9) 한국능률협회, +a를 위한 도전, 2004,

10) 오연우, 전계서, 2005, p.92

교육·훈련활동(5문항)으로 나누어 현재 실시되고 있는 상황에 대한 평가를 알아보았다.

둘째, TPM 활동의 성과에 의해 영향을 받는 장비관리(5문항)와 회사의 조직 및 인적관리(5문항)로 나누어 현재 실시되고 있는 상황에 대한 평가를 알아보았다.

셋째, 장비생산성(5문항)을 선정하여 현재 실시되고 있는 상황에 대한 평가를 알아보았다.

본 연구에 사용된 자료는 2006년 1월부터 동년 2월까지 각각의 회사를 방문하여 장비운영 책임자에게 의뢰하여 설문지를 실시·회수하였다. 대상 회사는 현재 인천항에서 항만하역업에 종사하고 있는 회사로서 컨테이너부두를 운영하고 있는 대한통운, 한진, 선광공사 및 PSA의 4개 회사를 비롯하여 동부건설, 영진공사, 동화실업, 동방, 우련통운, 세방기업 등 10개 하역회사의 운영·정비·운전에 관련된 자와 인천항운노동조합의 윈치맨(선박에 설치되어 있는 양화장치를 운전)으로 하였다. 선광공사는 전용컨테이너 부두를 개장·운영하고 있어 일반부두와 컨테이너부두를 모두 조사하였다. 설문지배부 회수 내용은 <표 3-4>과 같으며 설문회수율은 72%를 보였다.

인천항과 관련한 항만하역업체가 10개 업체로 설문분석의 신뢰성을 높이기 위해서 하나 업체 당 여러 사람들에게 설문지를 배부·회수하였으며, 회수된 전체 자료를 각각 독립된 설문지로 보고 분석하였다.

<표 3-4> 설문지 배부 및 회수 내용

회 사	운 영 특 성	배부수	회수부수
대한통운	컨테이너부두, 일반부두 운영	30	18
한진	컨테이너부두, 일반부두 운영	30	24
선광공사	컨테이너부두, 일반부두 운영	45	39
PSA	컨테이너부두 운영	15	11
동부건설	일반부두 운영	30	20
영진공사	일반부두 운영	25	20
우련통운	일반부두 운영	25	17
동방	일반부두 운영	25	20
세방기업	일반부두 운영	25	13
동화실업	일반부두 운영	25	13
경인항운노동조합	-	25	21
합 계		300	216

IV. 실증분석

1. 신뢰성과 타당성 분석

본 논문에서는 일차적으로 탐색적 요인분석을 통해서 요인간의 타당성을 평가하고 이어서 확인요인분석을 통해서 탐색적 요인분석에서 밝혀진 판별 타당성과 집중 타당성을 다시 한 번 통계적으로 검증하고자 한다. 경로계수를 추정하기 전에 선행연구를 통해서 설정한 가설이 데이터와 모순되지 않는지를 조사하고, 또한 확인요인분석을 통해서 본 연구의 가설과 자료에서 관찰된 관계를 잘 설명해 주는지를 규명하고자 한다¹¹⁾.

먼저 다항목을 이용하여 측정한 각 변수들에 대한 단일 차원성(Unidimensionality)을 검증하기 위해서 탐색적인 요인분석(EFA: Exploratory Factor Analysis)을 실시하였다. 요인분석에서 요인추출방식은 주성분분석(PCA: Principal Component Analysis)을 사용하였으며, 요인회전방법은 직각회전방식의 Varimax 방식을 채택하였다.

<표 4-1> 탐색적 요인분석 결과

문항	요인1 (자주·계획보전)	요인2 (교육·훈련)	요인3 (개별개선)	요인4 (조직인적)	요인5 (장비관리)	요인6 (장비생산성)
문3.1	.651	.077	.161	.174	.103	.171
문3.2	.712	.301	.097	.144	.066	.320
문3.3	.699	.256	.200	.076	.073	.274
문3.4	.636	.052	.318	.038	.206	.252
문3.5	.617	.198	.237	.165	.140	.373
문3.14	.723	.170	.114	.327	.226	-.046
문3.15	.682	.200	.301	.285	.200	-.029
문3.16	.595	.217	.268	.309	.408	.032
문3.9	.222	.128	.539	.263	.237	.236
문3.10	.400	.185	.565	.286	.275	.216
문3.11	.460	.172	.564	.282	.241	.091
문3.12	.372	.282	.478	.140	.176	.183
문3.13	.172	.188	.722	.190	-.164	.228
문3.19	.125	.816	.276	.201	.117	.101
문3.20	.189	.777	.199	.190	.019	.183
문3.21	.266	.732	.121	.263	.290	.049
문3.22	.309	.720	.156	.175	.355	.042
문3.24	.017	.185	.219	.347	.640	.072
문3.26	.226	.171	.043	.354	.539	-.121
문3.28	.354	.152	-.154	.374	.485	.307
문3.29	.086	.208	.163	.687	.239	.371

11) 김계수, AMOS 구조방정식 모형분석, 서울:(주)데이터솔루션, 2003

문3.30	.314	.348	.161	.672	.021	.259
문3.31	.312	.260	.133	.713	.211	.028
문3.32	.448	.233	.275	.614	.152	.062
문3.35	.248	-.102	.378	.259	.104	.617
문3.36	.102	.026	.218	.115	.547	.525
문3.38	.424	.288	.235	-.011	-.075	.606
고유치	13.386	1.959	1.634	1.371	1.165	1.014
설명분산(% of variance)	44.620	6.529	5.446	4.570	3.883	3.379
누적분산 (cum % of variance)	44.620	51.149	56.595	61.164	65.048	68.427

<표 4-1>에서 요인이 설명할 수 있는 변수들의 분산 크기인 고유치(eigen-value: 변수 속에 담겨진 정보가 어떤 요인에 의하여 어느 정도 표현해 줄 수 있는가를 말해 주는 비율로 1 이상인 항목만을 취함¹²⁾)가 1 이상인 요인이 6 요인으로 27문항이 나타났다. 총 38 문항 가운데 요인부하량(변수와 요인사이의 단순상관정도를 나타내며, 해당변수가 요인에 의해 설명되는 비율로 절대값 0.4 이상이면 유의한 변수, 0.5를 넘으면 중요한 변수가 됨)이 .40 이하인 문항과 두 요인에 공통적으로 높은 요인부하량(.60 이상)을 가진 문항, 그리고 높은 요인부하량을 가지고 혼자 떨어져 있거나 관련이 없다고 판단된 요인 속에 포함되어 있는 11개 문항(6,7,8,17,18,23,25,27,33,34,37)은 삭제되었다.

탐색적 요인분석을 통하여 자주보전과 계획보전이 유사하여 하나의 요인으로 자주보전·계획보전으로 만들었으며, 그 결과 요인 수는 자주보전·계획보전, 개별개선, 교육·훈련, 장비관리, 조직 및 인적관리, 장비생산성 등의 6개의 요인으로 줄어들게 되었다.

한편, 각 요인에 의해 설명된 분산인 고유치는 1.014~13.386 이고, 이들의 합인 전체 설명 분산은 20.529 이었다. 그리고 전체 설명 분산 중 각 요인에 의해 설명되는 분산의 퍼센트를 설명 분산에 제시하였다.

요인분석을 통해 검증된 각 하위요인에 대한 내적일관성(internal consistency)을 확인하는 신뢰도를 Cronbach's α 계수로 나타내었으며, 그 결과를 <표 4-2>를 통해 제시하였다.

<표 4-2> 신뢰성 분석 결과

구 분	요 인	문항번호	Cronbach's α
TPM 주요 활동	자주보전·계획보전	3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.14, 3.15, 3.16	.9057
	개별개선	3.9, 3.10, 3.11, 3.12, 3.13	.8469
	교육·훈련	3.19, 3.20, 3.21, 3.22	.9012

12) Hair, J. F., Anderson, R. E. Tatham, R. R., and Black, W. C., "Multivariate Data Analysis with Reading", Prentice Hall., 1995

TPM활동과 성과에 미치는 요소	장비관리	3.24, 3.26, 3.28	.7038
	조직 및 인적관리	3.29, 3.30, 3.31, 3.32	.8761
TPM 결과 요소	장비생산성	3.35, 3.36, 3.38	.7107

자주보전·계획보전 요인은 .9057, 개별개선요인은 .8469, 교육·훈련요인은 .9012, 장비관리 요인은 .7038, 조직 및 인적관리 요인은 .8761, 장비생산성 요인은 .7107로 나타나고 있다. 신뢰도를 나타내는 Cronbach's α 계수¹³⁾의 기준으로는 0.7~0.9 보는데 0.7107~0.9057로 비교적 높은 신뢰도 수준을 보여주었으며, 자주보전·계획보전이 가장 높은 신뢰도를 나타내고 있다. 그러므로 수치상으로 나타난 척도의 신뢰성에 비추어 볼 때 가설검정에 문제가 없을 것으로 판단된다.

다음으로 탐색적 요인과정에서 제거된 변수들을 제외한 측정 변수들 간에 존재하는 명확한 단일차원성 및 요인들 간의 외적일관성을 얻기 위해서 <표 4-3>와 같이 확인요인분석을 실시하였다. 일반적으로 항목구성의 최적상태를 도출하기 위한 적합도 기준을 이용하여 모형을 평가하였다. 모형의 적합도 지수들은 대체적으로 만족하나 AGFI 지수가 개별개선 요인만을 만족하고 p 값 또한 기준값에 못 미치는 있다. 하지만 데이터의 사소한 불일치에도 카이제곱값의 p값은 민감하게 반응하므로 GFI, AGFI, RMSR 등의 수치가 기준치를 넘어서면 이를 고려해서 판정해야 한다¹⁴⁾. 이를 기준해서 판단하면 GFI, NFI, CFI 등이 거의 0.9이상의 수치를 보여주고, AGFI도 기준치에 근접하는 항목들이 많이 있으며, RMSR도 비교적 낮은 수치로 기준치를 만족시키고 있다. 또한 카이제곱 검증의 유의한 확률수준은 표본수가 충분히 크고(200 이상) 연구모형에 대한 이론적 뒷받침이 상당히 있을 때에는 카이제곱과 p값은 모형의 적합도에 심각한 영향을 주지 못한다¹⁵⁾. 따라서 자주보전·계획보전, 개별개선, 교육·훈련, 장비관리, 조직 및 인적관리, 장비생산성 요인은 단일 차원성을 확보한 것으로 판단된다.

13) Van de Ven, A, Ferry. D., "Measuring and Assessing Organizations," Wiley, New York., 1979

14) Hair, J. F., Anderson, R. E. Tatham, R. R., and Black, W. C., 전제서, Prentice Hall., 1995

15) 강병서, 조철호, 연구조사방법론, 무역경영사, 2005

<표 4-3> 각 요인별 확인요인분석 결과

요인	최종 항목수	GFI	AGFI	RMSR	RMSEA	NFI	CFI	χ^2	p
자주보전·계획보전	8	0.878	0.781	0.043	0.041	0.881	0.915	99.406	0.000
개별개선	5	0.978	0.935	0.031	0.078	0.973	0.986	11.039	0.051
교육·훈련	4	0.922	0.610	0.040	0.070	0.835	0.945	31.116	0.000
장비관리	3	0.905	0.831	0.017	0.081	0.901	0.897	30.055	0.000
조직 및 인적관리	4	0.977	0.885	0.020	0.032	0.949	0.983	8.945	0.011
장비생산성	3	0.971	0.827	0.045	0.092	0.805	0.935	8.368	0.004

일반적인 적합도 기준 ; GFI(Goodness-of-Fit Index : ≥ 0.90 이상 바람직함), AGFI(Adjusted Goodness-of-Fit Index : ≥ 0.90 이상 바람직함), RMSR(Root Mean Square Residual: 0.05보다 작을수록 바람직함),RMSEA(Root Mean Square Error of Residual ; 0.08이하 일 때 수용할 만한 모형으로 간주), NFI(Normed Fit Index: ≥ 0.90 이상 바람직함), CFI(Comparative Fit Index ≥ 0.90 이상 바람직함), χ^2 (Chi-square; 작을수록 바람직)에 대한 p값($\geq \alpha = 0.05$ 이면 바람직함)[5]

2. 상관분석

상관분석은 두 변수 간에 존재하는 관계정도를 분석하고자 실시하는 분석방법으로 관계정도를 상관계수로 표현하고 있다. 상관계수는 상관분석을 통하여 두 변수 사이의 관계가 어느 정도인지 알게 해주는 것으로, 항상 -1과 1 사이에 존재하며 절대값의 크기는 상관정도를 나타내고 부호는 방향을 나타낸다. 상관계수가 0에 가까우면 상관관계가 매우 약함을 의미한다. 상관계수와 변수와의 관련성을 보면, 1.0~0.7(-1.0~-0.7)은 매우 강한 관련성, 0.7~0.4(-0.7~-0.4)는 상당한 관련성, 0.4~0.2(-0.4~-0.2)는 약간의 관련성, 0.2~0.0(-0.2~0.0)은 관련이 없으므로 평가 할 수 있다¹⁶⁾.

확인적 요인분석 결과 단일 차원성이 입증된 각 연구 단위들에 대하여 하나의 속성이나 개념의 상태에 대한 측정이 미래시점에 있어서의 다른 속성이나 개념의 상태변화를 예측하는 능력을 의미하는 기준타당성을 확인하고 각 요인사이의 관련성 정도 및 방향성을 파악하기 위하여 <표4-4>와 같이 각 요인별 상관분석을 실시하였다.

<표 4-4> 상관계수표

요인	자주보전 계획보전	개별개선	교육훈련	장비관리	조직 및 인적관리	장비 생산성
1. 자주보전·계획보전	1.000					
2. 개별개선	.745**	1.000				

16) 김계수, 전개서, 2003

3. 교육훈련	.599**	.613**	1.000			
4. 장비관리	.541**	.485**	.532**	1.000		
5. 조직 및 인적관리	.665**	.663**	.632**	.603**	1.000	
6. 장비생산성	.632**	.648**	.431**	.415**	.522**	1.000

** p > .01

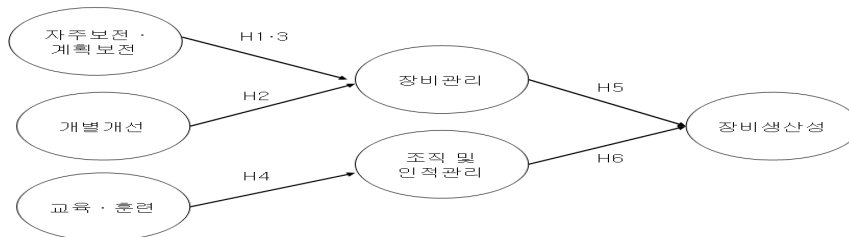
자주보전·계획보전은 개별개선(+), 교육훈련(+), 장비관리(+), 조직 및 인적관리(+), 장비생산성(+)
 에 유의한 상관관계를, 개별개선은 교육훈련(+), 장비관리(+), 조직 및 인적관리(+), 장비생산성(+)
 에 유의한 상관관계를, 교육훈련은 장비관리(+), 조직 및 인적관리(+), 장비생산성(+)
 에 유의한 상관관계를, 장비관리는 조직 및 인적관리(+), 장비생산성(+)
 에 유의한 상관관계를, 조직 및 인적관리는 장비생산성(+)
 과 유의한 상관관계를 보이고 있다. 자주보전·계획보전과 개별개선은 요인 간 가장 높은 0.745의 유의한 상관계수를 보여주고,
 장비관리와 장비생산성이 가장 낮은 0.415를 나타내고 있다. 요인간의 상관계수가 0.415~0.745로 모두 양의 값이므로 본 연구의 연구모형과 가설에서 제시한 요인들 간의 관계의 방향은 어느 정도 일치한 것으로 나타났다.

3. 연구모형의 검증

1) 연구모형의 적합도 평가

본 연구에서는 연구모형에서 제시된 가설들을 검정하기 위해서 탐색적 요인분석을 통하여 7개요인(자주보전, 개별개선, 계획보전, 교육·훈련, 장비관리, 조직 및 인적관리, 장비생산성)이 6개요인(자주보전과 계획보전이 묶어짐)으로 줄어들었다. 따라서 변형된 연구모형은 <그림 4-1> 과 같다. 변형된 연구모형과 상관관계 분석결과를 기초로 하여, 변형된 연구모형의 전체적연구구조모형을 검증한 결과 $\chi^2=836.220$, 자유도(d.f.)=316, p값=0.000, GFI=0.754, AGFI=0.705, RMSR=0.074, NFI=0.834, RMSEA가 0.091로 카이차승(χ^2)값이 지나치게 높고, χ^2 값의 한계를 수정하기 위해 개발된 측정지수인 RMSEA가 .08(권장수준은 0.8이하)을 초과하고 있는 것으로 나타나 최적모형으로 판단하기에는 무리가 있음을 확인하였다.

<그림 4-1> 변형된 연구모형도

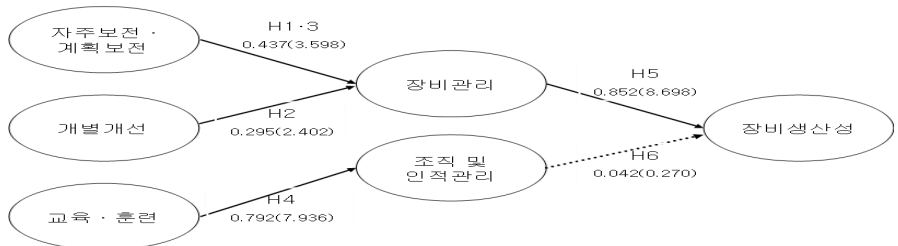


전체적인 모형의 적합도를 향상시키기 위해서 수정지수(Modification Index)를 사용하였다. 수정지수는 각 변수들 간에 추정되지 못하고 남아있는 비추정관계를 의미하는 것으로, 고정 및 제약특징수를 자유특징수로 할 경우, 즉 모형에 미지수 하나를 추가시킬 경우 모형의 적합도가 최소한 얼마나 증가하는 가를 나타내는 수치이다. 수정지수는 카이제곱 분포를 따르기 때문에 계수 추정시에 나타나는 카이제곱의 감소와 관련이 있다. 어떤 두 변수 간에 높은 수정지수가 발견되고 있다면 두 개념 간에는 추정되지 않고 남아 있는 어떤 관계가 있다는 것을 암시하는 것으로 이론적 정당성이 충분히 뒷받침될 수 있다면 이 두 변수의 관계를 새로 추가함으로써 수정지수 값만큼의 카이제곱 값의 감소를 가져올 수 있다. 수정지수의 사용은 모형의 적합성을 개선시킬 수 있으나 간명성을 감소시키는 결과를 초래할 수 있으며, 또한 이론적 뒷받침 없이 수정지수에만 집착하여 모형을 바꾼다면 본 연구의 취지를 무색하게 할 가능성이 있음을 시사하고 있다. AMOS 프로그램에서는 기본적으로 수정지수가 4로 설정되어 있으며, 공분산구조분석을 한 결과, 수정지수가 4를 초과하는 것이 여러 개의 수정지수가 나타났다.

본 연구에서는 내용적 의미가 있다고 판단되며, 또한 카이제곱 값이 가장 큰 폭으로 감소하는 6개의 측정오차의 변량(e19, e20; e2, e3; e26, e28; e5, e15; e2, e5; e5, e12)을 수정지수에 대응하는 미지수로 자유화 시켰다. 수정지수에 대응하는 미지수를 자유화시켜 전체적인 구조모형을 검증한 결과, $\chi^2=671.761$, 자유도(d.f)=309, p값=0.000, GFI=0.799, AGFI=0.754, NFI=0.882, CFI=0.896, RMSR=0.053, RMSEA=0.077 등의 적합지수를 얻었다. 여기서는 Bentler와 Bonett(1980)의 카이제곱 차이검증을 통해서 수정모형의 적합성 여부를 판단하기로 한다. 수정모형의 카이 제곱차이는 164.459(836.220-671.761)이 자유도7(316 ~ 309)에 비해서 커 수정모형을 <그림 4-2>와 같은 수정모형으로 선정하기로 하였다.

수정모형은 변수들의 공분산행렬을 이용하여 TPM의 활동(자주보전·계획보전, 개별개선, 교육·훈련)이 장비관리와 조직 및 인적관리를 매개로 해서 장비생산성에 미치는 영향을 구조방정식 모형을 통해 최종적으로 산출하였다. 수정모형은 변형된 연구모형의 6개의 요인 사이의 유의한 경로와 경로계수(경로분석 즉 변수가 3 개 이상일 때 변수 간의 인과관계를 밝혀 인과모형을 찾아내는 통계적 방법에서 사용하는 표준화계수로서 한 변수가 다른 변수에 주는 영향력을 나타내며 +1~-1사이의 값을 가짐)와 t값을 나타내고 있다.

<그림 4-2> 수정모형의 공분산구조분석 결과



참조) 경로계수, 괄호는 값, 실선은 $\alpha = 0.05$ 에서 유의한 경로를 나타냄.

이 모델은 구조방정식에서 일반적인 평가기준을 삼는 지표들과 비교할 때 매우 만족할 만한 수준은 아니다. <표 4-5>는 변형된 연구모형과 수정모형의 적합도 평가 기준이 되는 지표들을 나타낸 것이다.

<표 4-5> 수정모형의 적합도 평가

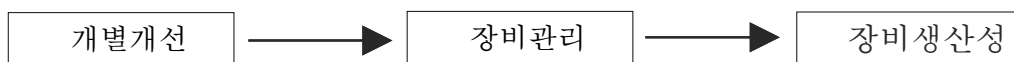
모형	χ^2	df	p	GFI	AGFI	NFI	CFI	RMSR	RMSEA
변형된 연구모형	836.220	316	0.000	0.754	0.705	0.834	0.851	0.074	0.091
수정모형	671.761	309	0.000	0.799	0.754	0.882	0.896	0.053	0.077

그러나 전반적 적합도의 가장 기본이 되는 측정치인 χ^2 을 살펴보면, χ^2/df (값이 보수적으로 2 이하, 수용 가능한 권장 수준은 4 이하 일 때 연구모형의 적합성을 인정받음)의 값이 2.17로 2를 초과하였지만 카이제곱 통계량의 한계를 수정하기 위해 개발된 RMSEA가 .077로 나타나 권장수준인 .08 이하보다 낮게 나타나 수용할만한 모형으로 간주할 수 있다¹⁷⁾. 따라서 본 연구는 적합성이 전반적으로 크게 떨어지는 것은 아니므로 분석에는 무리가 없을 것으로 판단된다.

2) 인과 효과 분석

인과분석은 변수들(혹은 요인)간의 관계를 지나치게 수학적이지 않으면서 경로도형을 이용하여 분석하는 기법이다. 인과분석에서는 직접적인 효과뿐만 아니라 간접적인 효과도 측정한다. 이 두 효과의 영향력을 합하여 인과효과라 한다. <그림 4-3>은 기초적인 경로도형의 예를 나타낸 것이다.

<그림 4-3> 경로도형



여기에서, 개별개선은 장비관리에 직접 영향을 미치며, 그리고 개별개선은 오직 장비관리를 통하여 장비생산성에 영향을 미치고 있음을 나타내고 있다. 만일 개별개선이 변하면 장비관리가 변하고, 또한 장비관리가 변하면 장비생산성이 변하게 된다. 따라서 개별개선은 장

17) 황용석, “웹 이용과정에서 플로우(flow) 형성에 관한 이론적 모델 연구”, 성균관대학교 대학원 박사학위논문, 1998

비생산성에 대하여 간접적으로 영향을 미치고 있는 셈이다. 인과효과분석은 직접적인 영향뿐만 아니라 간접적인 영향까지 측정할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

항만하역장비의 TPM활동(자주보전 및 계획보전, 개별개선, 계획보전, 교육 및 훈련)이 장비관리와 조직 및 인적관리를 매개로 해서 장비생산성에 미치는 인과관계를 분석한 직·간접효과의 결과는 다음과 같다. 이 결과는 최종적으로 확정된 수정모형을 AMOS 프로그램을 통해 분석된 결과이다.

자주보전(일상점검·정기점검) 및 계획보전(장비진단·예방점검)활동이 장비관리에 미치는 효과를 분석한 결과는 <표 4-6>과 같다.

<표 4-6> 자주보전 및 계획보전활동이 장비관리에 대한 인과효과

구조 경로		직접효과	간접효과	총효과(인과효과)
자주보전· 계획보전	장비관리	0.437	-	0.437
	문항24	-	0.437	0.437
	문항26	-	0.389	0.389
	문항28	-	0.447	0.447

자주보전(일상점검·정기점검) 및 계획보전(장비진단·예방점검)활동이 장비관리에 미치는 인과효과(총효과)는 0.437로 나타났다. 간접효과로는 자주보전·계획보전활동이 장비관리의 항목인 장비유지보수시스템의 효율적 운영에 0.447로 가장 높게 나타났으며, 장비관리 예산이 효율적으로 운영되는 상황은 0.437, 장비관리에 충분한 인원의 확보가 0.389 순으로 나타났다.

개별개선(작업방법·장치·도구개선)활동이 장비관리에 미치는 효과를 분석한 결과는 <표 4-7>과 같다. 개별개선(작업방법·장치·도구개선)활동이 장비관리에 미치는 인과효과(총효과)는 0.295로 나타났다. 간접효과로는 개별개선이 장비관리 항목인 장비유지보수시스템의 효율적 운영에 0.302로 가장 높게 나타났으며, 장비관리 예산이 효율적으로 운영되는 상황은 0.295, 장비관리에 충분한 인원의 확보가 0.262 순으로 나타났다. 개별개선이 장비관리활동에 대한 인과효과는 적게 나타났다.

<표 4-7> 개별개선활동이 장비관리에 대한 인과효과

구조 경로		직접효과	간접효과	총효과(인과효과)
개별개선	장비관리	0.295	-	0.295
	문항24	-	0.295	0.295
	문항26	-	0.262	0.262
	문항28	-	0.302	0.302

교육 및 훈련활동이 조직 및 인적관리에 미치는 효과를 분석한 결과는 <표 4-8>과 같

다. 교육 및 훈련활동이 조직 및 인적관리에 미치는 인과효과(총효과)는 0.792로 나타났다. 간접효과로는 교육 및 훈련활동이 조직 및 인적관리 항목에서 목표설정 및 관리항목이 구체적이고 합리적으로 되고 있는 정도가 0.994로 가장 높게 나타났으며, 전사적 활동이 실행되고 있는 정도가 0.993, 활동들이 평가 및 사후 관리되고 있는 정도가 0.859, 추진계획이 경영방침과 연계되고 구체적인 정도가 0.792 순으로 나타났다. 교육 및 훈련활동이 조직 및 인적관리에는 높은 인과효과를 나타내고 있다.

<표 4-8> 교육 및 훈련활동이 조직 및 인적관리에 대한 인과효과

구조 경로		직접효과	간접효과	총효과(인과효과)
교육 및 훈련	조직 및 인적관리	0.792	-	0.792
	문항29	-	0.792	0.792
	문항30	-	0.994	0.994
	문항31	-	0.993	0.993
	문항32	-	0.859	0.859

장비관리활동이 장비생산성에 미치는 효과를 분석한 결과는 <표 4-9>과 같다. 장비관리활동이 장비생산성에 미치는 인과효과(총효과)는 0.852로 나타났다. 간접효과는 장비관리가 장비생산성 항목인 장비관리 및 조직·인적관리가 장비생산성에 필요하다고 생각한 정도가 가장 높은 0.954로 나타났으며, 장비 가용률이 지난 년도에 비해 높아질 것으로 생각하는 정도가 0.982, 장비관리활동이 경제수명을 연장한다고 생각하는 정도가 0.892 순으로 나타났다. 장비관리활동이 장비생산성에 대한 인과 효과는 높게 나타났다.

<표 4-9> 장비관리활동이 장비생산성에 대한 인과효과

구조 경로		직접효과	간접효과	총효과(인과효과)
장비관리	장비생산성	0.852	-	0.852
	문항35	-	0.892	0.892
	문항36	-	0.982	0.982
	문항38	-	0.954	0.954

조직 및 인적관리활동이 장비생산성에 미치는 효과를 분석한 결과는 <표 4-10>과 같다. 조직 및 인적관리활동이 장비생산성에 미치는 인과효과(총효과)는 0.042로 나타났다. 조직 및 인적관리활동은 장비생산성의 모든 항목 즉, 장비관리활동이 경제수명을 연장한다고 생각하는 정도, 장비 가용률이 지난 년도에 비해 높아질 것으로 생각하는 정도, 장비관리 및 조직·인적관리가 장비생산성에 필요하다고 생각하는 정도 등에 아주 낮은 인과효과가

나타났다.

<표 4-10> 조직 및 인적관리활동이 장비생산성에 대한 인과효과

구조 경로		직접효과	간접효과	총효과(인과효과)
조직 및 인적관리	장비생산성	0.042	-	0.042
	문항35	-	0.042	0.042
	문항36	-	0.034	0.034
	문항38	-	0.038	0.038

이상의 결과들을 종합적으로 고려해 볼 때, 자주보전·계획보전, 개별개선, 장비관리, 교육·훈련, 조직 및 인적관리, 장비생산성의 잠재변인들은 각각의 측정변인들에 의해 잘 정의 되어졌고, 이들 잠재변인들의 관계가 구조방정식모형을 통해 자주보전·계획보전, 개별개선이 장비관리에 긍정적인 영향을 주고 있고, 교육·훈련이 조직 및 인적관리에 긍정적인 영향을 주고 있다. 조직 및 인적관리는 장비생산성에 유의한 영향을 주지 못하였지만 장비관리는 장비생산성에 긍정적인 영향을 줌으로써, 본 연구에서 제시한 연구모형의 설정이 통계학적으로 의미 있게 지지되었다.

3) 연구가설 검증

본 논문에서 제기한 연구모형을 검증하기 위하여 AMOS 4.0패키지를 활용한 공분산 구조분석을 통해서 전반적인 모형의 적합도와 모수들을 추정하였다. 전체모형의 모수는 최우추정 방법을 이용하였다. 수정모형에서는 연구가설이 자주보전과 계획보전이 합쳐지게 되어 연구가설 한 개가 줄어들었으며, 전체모형의 모수는 최우추정 방법을 이용하였다. 각 요인들 간의 관계에 대한 연구가설의 검증은 다음과 같다.

H1·3: 자주보전(일상점검·정기점검) 및 계획보전(장비진단·예방점검)활동은 장비관리에 긍정적인 영향을 준다.

자주보전(일상점검·정기점검) 및 계획보전(장비진단·예방점검)활동이 장비관리에 미치는 직접적인 영향은 0.437이었다(“<표 4-6>” 참조). 자주보전(일상점검·정기점검) 및 계획보전(장비진단·예방점검)활동이 장비관리에 미치는 영향이 통계적으로 유의한 양의 관계이므로, 본 연구에서 설정한 ‘자주보전(일상점검·정기점검) 및 계획보전(장비진단·예방점검)활동은 장비관리에 긍정적인 영향을 준다’라는 가설 H1·3은 채택되었다.

H2: 개별개선(작업방법·장치·도구개선)활동은 장비관리에 긍정적인 영향을 준다.

개별개선(작업방법·장치·도구개선)활동이 장비관리에 미치는 직접적인 영향은 0.295이었다(“<표 4-7>” 참조). 개별개선(작업방법·장치·도구개선)활동이 장비관리에 미치는 영향이 통계적으로 유의한 양의 관계이므로 ‘개별개선(작업방법·장치·도구개선)활동은 장비관리에 긍정적인 영향을 준다’라는 가설 H2는 채택되었다.

H4: 교육·훈련활동은 장비관리에 긍정적인 영향을 준다.

교육·훈련활동이 장비관리에 미치는 직접적인 영향은 0.792 이었다(“<표 4-8>” 참조). 교육·훈련활동이 장비관리에 미치는 영향이 통계적으로 유의한 양의 관계이므로 ‘교육·훈련활동은 장비관리에 긍정적인 영향을 준다’라는 가설 H4는 채택되었다.

H5: 장비관리활동은 장비생산성에 긍정적인 영향을 준다.

장비관리활동이 장비생산성에 미치는 직접적인 영향은 0.852 이었다(“<표 4-9>” 참조). 장비관리활동이 장비생산성에 미치는 영향이 통계적으로 유의한 양의 관계이므로 ‘장비관리활동은 장비생산성에 긍정적인 영향을 준다’라는 가설 H5는 채택되었다. 또한 “<표 4-6>” 에서 자주보전(일상점검·정기점검) 및 계획보전(장비진단·예방점검)활동이 장비관리에 미치는 직접효과(0.437)와 <표 4-7>에서 개별개선(작업방법·장치·도구개선)활동이 장비관리에 미치는 직접효과(0.295) 및 “<표 4-8>” 에서 장비관리활동이 장비생산성에 미치는 직접효과(0.852)를 고려할 때, 장비관리는 자주보전(일상점검·정기점검) 및 계획보전(장비진단·예방점검)활동, 개별개선(작업방법·장치·도구개선)활동 그리고 장비생산성의 관계에 매개변수의 역할을 하는 것으로 나타났다.

H6: 조직 및 인적관리활동은 장비생산성에 긍정적인 영향을 준다.

조직 및 인적관리활동이 장비생산성에 미치는 직접적인 영향은 0.042 이었다(“<표 4-10>” 참조). 조직 및 인적관리활동이 장비생산성에 미치는 영향이 통계적으로 유의하지 않기 때문에 ‘조직 및 인적관리활동은 장비생산성에 긍정적인 영향을 준다’라는 가설 H6은 기각되었다. <표 4-11>은 가설의 검정결과를 요약한 결과이다.

<표 4-11> 각 요인들간의 인과분석 결과

가설	경로	방향성	경로계수	t값	검정결과
H1·3	자주보전·계획보전 → 장비관리	+	0.437	3.598**	채택
H2	개별개선 → 장비관리	+	0.295	2.402**	채택
H4	교육·훈련 → 조직 및 인적관리	+	0.792	7.963**	채택
H5	장비관리 → 장비생산성	+	0.852	8.698**	채택
H6	조직 및 인적관리 → 장비생산성	+	0.042	0.270	기각

* p<0.05 ** p<0.01

이상의 결과로서 자주보전·계획보전 및 개별개선이 장비관리에 긍정적인 영향을 미치고, 장비관리가 장비생산성에 영향을 미치고 있으며, 교육 및 훈련은 조직 및 인적관리에 영향을 미치나 조직 및 인적관리가 장비생산성과의 영향은 적게 나타나고 있다.

V 결 론

본 연구는 주로 제조업의 생산성 향상 방안의 일환으로 활용하는 TPM 기법을 특수한 항만분야에 적용시켜 항만하역장비의 생산성 향상방안을 제시하고자 하였다. 본 연구의 주요 결과는 다음과 같다.

첫째, 제조업 및 장치산업 분야에서 연구된 TPM의 선행연구를 바탕으로 TPM의 주요 활동요인으로 자주보전, 계획보전, 개별개선 및 교육·훈련으로 구분하였고, TPM 활동과 성과에 미치는 요소로는 장비관리와 조직 및 인적관리로 구분하여 정리하였으며, TPM 결과요소로 장비생산성을 제시하였다. 요인분석결과 자주보전 및 계획보전이 자주보전·계획보전으로 묶어지게 되었다. 그리고 신뢰성 검정을 통해 각 요인을 구성하는 항목들의 내적일관성이 있음을 알 수 있었다.

둘째, 하역장비의 생산성에 영향을 미치는 영향정도를 살펴 본 결과 자주보전·계획보전이 장비관리에 상당한 영향을 미치고, 개별개선은 장비관리에 약간의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 장비관리는 장비생산성에 매우 강한 영향을 주는 것으로 나타났다. 그러나 교육·훈련이 조직 및 인적관리에 매우 강한 영향을 주지만 조직 및 인적관리는 장비생산성에 영향을 주지 못하는 것으로 나타났다. 이는 조직 및 인적관리가 장비생산성에 영향을 주도록 추진계획과 경영방침과 연계, 구체적인 목표 및 관리항목의 선정, 활동이 전사적으로 실행, 평가 및 사후관리 등이 잘 수행되도록 하여 장비생산성에 일조할 수 있도록 해야 할 것이다.

본 연구는 다음과 같은 의미를 갖는다. 기존의 TPM 기법에 관한 연구들은 장치산업, 가공조립산업 및 단순조립형 산업 등에 적용하여 활발하게 진행되어 왔으나 서비스업에 속하는 항만하역 분야에 적용하여 연구한 논문은 전무한 실정이다. 따라서 TPM 기법을 인천항 하역장비의 생산성 향상 방안의 하나로 적용해 보는 것은 의미가 있다고 본다. 본 연구는 TPM 기법을 항만하역장비에 실시할 경우 장비생산성 향상을 위해서 주의해야 할 사항들을 제시하고 있다. 기존 연구에서 권오운, 오연우, Chan, F.T.S., Lau, IP, Chan, & H>K>, Kong 등은 생산성에 조직 및 인적관리가 긍정적 영향을 주는 것으로 나타났지만 본 연구에서는 조직 및 인적관리가 항만하역장비의 생산성에 영향을 주지 못하는 것으로 나타났다.

본 연구의 한계점과 향후의 연구방향은 다음과 같다. 첫째, 항만하역장비에 대한 TPM 기법을 적용하여 연구된 문헌이 전무한 관계로 TPM 적용방안이나 연구모형을 만드는 데 한계가 있다고 본다. 둘째, 항만장비생산성을 측정할 수 있는 자료들이 거의 기록되어 있지 않은 실정이어서 보전활동 향상을 통한 장비생산성에 대한 구체적 대안책 제시가 미비했다고 본다. 셋째, 보전활동 향상 방안은 하역시스템의 운영에 따라서 좌우될 수 있고, 특히 조직 및 인적관리를 어떻게 하느냐에 따라 영향을 받을 수 있다고 보며, 이에 관련한 연구가 안 되었다고 본다. 따라서 차후의 연구는 본 연구에서 들어난 문제점을 제고하

여 구체적인 자료 분석과 인천항 항만 노무인력 공급체제의 상용화에 따라 TPM 실행시 보전활동 향상 방안의 연구도 수행되어야 한다고 본다.

참 고 문 헌

1. 강병서, 조철호, 연구조사방법론, 무역경영사, 2005.
2. 강병석, "한국 제조기업의 TPM 운용에 관한 연구", 전북대학교 대학원 박사학위논문, 2001
3. 권오운, "이익이 나는 TPM 활동의 효과적 추진 방안에 관한 연구", 대한설비관리학회 Vol.1, 1996
4. 길광수 외 4명, 우리나라 컨테이너부두 생산성 향상방안 연구, 한국컨테이너부두공단, 2002.
5. 김계수, AMOS 구조방정식모형분석, 서울:(주)데이터솔루션, 2003.
6. 김정수, "부산항의 항만경쟁력 비교분석", 한국항만경제학회지 제16집, 2000.8, p.253.
7. 김병일, "항만물류 서비스품질 차원이 고객만족도에 미치는 영향", 한국항만경제학회지 제 Vol22, N0.1, 2006.3.
8. 김형태, "항만노동생산성 향상방안 연구", 한국해양수산개발원, 1999.
9. 나까지마 세이이치, 경영혁신과 TPM, 한국표준협회번역, 1996.
10. 박경수, 공장자동화 시대의 설비관리, 영지문화사, 1996.
11. 박철민, "우리나라제조기업의 TPM 도입방안에 관한 연구",경남대학교 대학원, 박사학위논문, 1991.
12. 백종실, 터미널 운영시스템구축과 전문인력 양성으로 항만생산성 향상 추진해야, 월간해양수산통권 207호, 2001.
13. 신계선, 항만경쟁력 결정요인분석과 부산신항의 발전전략에 관한 연구, 한국항만경제학회지 Vol.23, No.1, 2007.3.
14. 신현재, 오영선, "TPM 활동을 평가하기 위한 진단모형 구축", 대한설비학회 Vol 3, No.2, 1998
15. 오연우, "생산성 향상을 위한 종합적인 생산보전(TPM) 프로그램 운용에 관한 연구", 배제대학교 대학원, 박사학위논문, 2005.
16. 오환중, 윤영선, "TPM 수행에 영향을 미치는 상황요인에 관한 연구", 한국산업경제학회지 Vol.13, No.3, 2000.
17. 이영상·권기수, 하이브리드 TPM, 한국표준협회, 2003.
18. 일본플랜트메인テナンス협회, 신 TPM 전개프로그램:장치공업, 한국표준협회번역, 2004.
19. 한국능률협회, +a를 위한도전, 2004.
20. 한국능률협회컨설팅, 자주보전사내컨설팅트양성과정, 성광인쇄, 1992.
21. 황용석, "웹 이용과정에서 플로우(flow) 형성에 관한 이론적 모델 연구",성균관대학교 대학원 박사학위논문, 1998
22. Anderson, J. C. and D. W. Gerbing "Structural Equation Modelling in Practice: A Feview and Recommended Two-Step Approach" psychological Buletin, 1988.
23. Bentler, P. M., Bonett, D. G., "Significance tests and goodness of fit in the analysis of covariance structures, Psychological Bulletin, 88", 1980.
24. Gotoh, F., Equipment planning for TPM, Productive Press, Ince, Portland, Oregon, pp.25-29, 1991.
25. Hair, J. F., Anderson, R. E. Tatham, R. R., and Black, W. C., "Multivariate Data Analysis with Reading", Prentice Hall., 1995
26. Kelly, A., Maintenance Planning and Control, Butterworths, London, 1984a.
27. Niebel. B. W., Engineering Maintenance Management, Marcel Delker, Inc, pp. 339-361, 1994.
28. Thomas A. Westerkamp, "Evaluating the Maintenance Process", IIE solutions December,

1998, pp.22-27.

29. Van de Ven, A, Ferry. D., "Measuring and Assessing Organizations," Wiley, New York., 1979.

< 요약 >

인천항 하역장비에 TPM적용시 영향을 미치는 상황요인에 관한 연구

박상기·이창호

인천항 항만하역장비에 대한 현재의 장비보전활동상황을 점검하여 장비생산성에 얼마나 영향을 주는지 설문을 실시하여 분석하고 방안을 제시하였다. 장비보전활동의 향상을 통하여 장비생산성을 높이는 방안의 하나로 TPM 기법의 적용을 제시하였다. 설문은 현재의 인천항 항만하역장비와 관련된 운영, 정비 및 운전자들을 선정·실시하였고, 내용은 장비보전활동의 구성요소를 중심으로 자주보전·계획보전활동, 개별개선활동, 교육·훈련활동, 장비관리활동, 조직·인적관리 활동 및 장비생산성으로 구성하였다. 장비생산성에 대한 연구모형과 가설을 만들어 컴퓨터패키지를 통하여 구조모형의 검증과 연구가설을 검증하였다. 연구가설의 검증결과에 의하면 장비생산성에 장비관리가 긍정적인영향을 주고 있는 것으로 나타나고 있으나 조직 및 인적관리가 장비생산성에 긍정적인 영향을 주지 못하는 것으로 나타났다.

따라서 인천항의 장비생산성을 향상시킬 수 있는 하나의 대안으로 TPM 기법의 적용을 제안하며, TPM 실시시 장비관리활동의 강화와 조직 및 인적관리가 장비생산성에 영향을 미칠 수 있도록 하는 방안이 모색되어야 할 것으로 본다.

□ 주제어: 항만, 항만하역장비, 장비생산성, TPM.