

仁川港 港灣荷役裝備에 대한 TPM 적용으로 재해예방에 관한 연구

- A Study on Prevention of Disasters through TPM for Loading and Unloading Equipments of Incheon Port -

박 상 기 *

Park Sang Ki

이 창 호 **

Lee Chang ho

Abstract

We applied the TPM to loading and unloading equipments of Incheon port and compared with the current maintenance of Incheon port's equipments. Also we analyzed the death disaster causes of equipments and work tools and suggested TPM techniques as a plan of disaster prevention. Using TPM to the loading and unloading equipments we expect to obtain the breakdown zero, defective zero, and disaster zero. And then it should raise the productivity of harbor loading and unloading equipments.

Keywords : Harbors Loading And Unloading Equipment, Calamity Preventing, TPM

1. 서 론

항만의 경쟁력은 시설의 확충뿐만 아니라 항만하역장비의 생산성에 의해서도 영향을 받는다. 따라서 항만하역장비의 효율적인 운영에 대한 방안을 강구해야 한다. 인천항

* 한국 한양 연수원(인천) 교수

**인하 대학교 산업공학과 교수

2006년 2월접수; 2006년 2월 수정본 접수; 2006년 2월 게재 확정

만의 경우 인천외항의 신설된 부두의 장비를 제외하고는 부산항에 비해 컨테이너 관련 장비의 노후도가 심하며, 일반 산물하역장비인 언로더의 경우도 설치년도가 오래되어 성능 또한 떨어져 장비의 생산성도 낮게 나타나고 있다. 따라서 산업현장에서 설비보전을 효과적으로 하는 방안의 하나로 실행되고 있는 종합적인 생산보전(TPM : total productive maintenance) 기법을 항만하역장비에 비교 · 적용하여 장비보전 활동을 효율적으로 하는 방안을 강구, 고장을 줄이고 장비의 안전사고를 방지하여 장비 생산성을 높이는데 있다.

본 연구는 인천항에 있는 하역회사 대한통운 외 8개 회사의 항만하역장비의 운영 · 정비 · 운전 관련이 있는 자를 대상으로 장비보전에 대한 내용을 면담하였고, 현장에서 사용하는 서류나 운영 · 정비 · 운전 관련 적용하고 있는 원칙이나 활동 상황을 취합하였다. 재해사례의 연구는 항만작업에서의 장비와 작업용구로 인한 사고를 분석하였으며, 재해예방대책으로 TPM을 적용하였다..

2. 설비보전을 위한 TPM 주요활동

설비보전을 위한 주요활동은 일반적으로 8개영역 즉, 개별개선, 자주보전, 계획보전, 교육 · 훈련, 초기관리, 품질보전, 관리간접부문활동 및 안전 · 환경의 활동으로 폭넓게 정의된다.[7]

개별개선이란 “설비나 장치 · 프로세스 및 플랜트 전체의 모든 것에 대해서 철저한 로스 배제와 성능 향상을 도모함으로써 최고의 효율화를 이루기 위한 모든 개선 · 혁신 활동”이다.[5] 이러한 개별개선의 목적을 달성하기 위해서는 많은 기법들을 활용한다. 일반적으로 사용되는 분석기법에는 다음과 같다. ① PM분석(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 Engineering), ⑥ VA(Value Analysis), ⑦ JIT(Just In Time, 도요다 생산방식), ⑧ QC 7가지 도구, 신 QC 7가지 도구 등이 있다.[7]

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 활동한다.[8] 그러나 산업별 · 회사별 특성에 따라서 약간씩 내용과 스텝을 달리하기도 한다.

계획보전은 설비의 계획 단계부터 제작 · 조립 단계를 거쳐 폐기에 이르기까지의 라

이프 사이클 전체에 걸쳐 기대되는 기능 · 성능이 발휘되도록 사용 기간 중의 관리를 의미하는 것이다.[5] 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. 계획보전은 연간, 월간, 주간 캘린더에 따라 보전 실시시기를 정해 놓고 추진한다.

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 · 직무능력 향상, 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 조기 유동 기간을 단축하고 정상 가동시 설비의 트러블 등 열화 손실을 최소로 하는 활동이다.[5] 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 정의된다. 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 세운다.[5]

관리간접부문의 TPM 활동은 생산효율화 지원활동, 자기부문의 효율화, 보유설비의 효율화로 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.[3]

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.

3. 항만하역장비의 TPM 기법 적용

3.1 인천항의 항만하역장비 현황

항만하역이란 항만에서 처리되는 화물의 이동, 적재, 회전 및 선택 등 일련의 작업에 대한 총칭이다. 항만하역에 있어서 기계화의 도입은 하역작업의 합리화와 생력화를 목적으로 한 것이다. 하역기계란 화물을 싣고 내리는 일이나 화물의 처리에 이용되는 기계 및 기구류의 총칭이다. 하역기계에는 부두에 있는 것, 선박 자체에 설비되어 있는 것, 대선(臺船)에 붙어 있는 것 등이 있다.[11]

항만의 하역장비는 적양하 작업, 이송작업 및 내륙으로의 운송방식에 따라 그 형태가 다르며, 선박측 하역장비로는 데릭, 크레인, 엘리베이터, 컨베이어, 램프 및 액화펌프 등을 들 수 있다. 육상측 장비도 이러한 유형에 따라 동력식 및 수동식 산업차량, 컨베이어, 크레인, 엘리베이터 및 호이스트 등 다양한 형태의 하역장비가 있다. 그리고 전체적으로는 화물의 물리적인 모양뿐만 아니라 화물의 크기 및 이동장소에 따라 자유롭게 동작할 수 있도록 동적인 형태를 지닌 장비도 있다.

인천항은 컨테이너화물을 비롯하여 전국의 다른 항만에 비해 다종 · 다양한 화물을 취급하고 있다. 일반하역 산화물로는 광석류, 석탄류, 소금, 양곡류, 원당, 사료 부원료 등을 포함하여 하역되고 있다. 다음 <표 3-1>는 인천항에서 사용되고 있는 장비를 나타낸 것이다.[10]

<표 3-1> 인천항 항만장비 현황

장비 규모	육상이동식 크레인	B.T.C	O.H.C	지게차	굴삭기	휠로더	불도 지	엔로더	갠트리 크레인	트랜스퍼 크레인	리치 스태커
대수	39	1	2	74	52	28	7	14	10	15	15
톤	5,465	1(T/H)	2	1,239.7	2,004.5	216	114	9,170	1,568	896.5	657.5

항만에서 사용되고 있는 장비는 대용량이 많으며, 이는 다양한 화물과 큰 중량의 화물을 처리하기 위한 방안에 일환으로 볼 수 있다.

항만하역장비는 오랫동안 사용을 하면 장비의 고장, 점검, 수리 등에 소요되는 시간이 많아 장비 사용시간이 줄어 하역 생산성이 떨어지고 유지 보수비의 증가를 가져오게 된다. 다음 <표 3-2>는 인천항 주요 항만하역장비의 노후도를 분석한 것이다.[12] 새로 신설된 외항의 컨테이너 전용부두는 신 장비인 관계로 분석에서 제외하였다.

<표 3-2> 하역장비 노후도 분석

장비 지역	엔로더, 휠엔로더(평균경제수명:25년) 설치년도(대수)	컨테이너크레인(평균경제수명 :15년) 설치년도(대수)
인천항	75(2), 82(2), 85(5), 89(3), 92(2), 95(1), 97(2) (평균년령 : 18년)	74(1), 76(2), 84(1), 86(1), 98(2) (평균년령:20년)

자료: 한국 컨테이너공단, 인천항 하역회사 자료에 의거, 필자 작성

엔로더 및 섹로더의 경우 평균 연령이 18년이지만 2대의 경우에는 30년으로 평균경제 수명 보다 5년이 더 사용되고 있다. 컨테이너 크레인의 경우는 대부분의 장비가 20년 이 다 되었거나, 넘고 노후화되고 있다.

인천항 하역회사 종사자 및 경인항운노동조합의 인원 분포를 살펴보면 다음 <표 3-3> 과 같다.[10] 인천항 하역회사의 인원은 2,146명으로 일반직 902명과 기능직 1,224명으로 되어있다. 경인항운노동조합의 직능별 분포에서 보면 윈치맨 235명으로 되어 있는데, 이 인원은 선박에 부착되어 있는 크레인류의 장비와 엔로더를 운전함으로써 장비의 생산성 및 장비로 인한 사고에 직접적인 관련이 있다.

<표 3-3> 하역 근로자 직능별 인원분포

구 분	합 계	일반직	기능직	작 업 원	연락원	Winch Man	기 타
하역회사	2,146	902	1,244	-	-	-	-
경인항운노동조합	1,976	-	-	1,668	47	235	26

주 : 1. 기타 직능은 임원, 사무원, 운전기사, 건물관리, 청소원 등임

2. 윈치맨은 선박에 달려 있는 크레인류나 엔로더를 운전

3.2 인천항 항만하역장비의 TPM 적용

3.2.1 항만하역장비 운영 · 정비 · 운전관리 현황

현 인천항만에서의 장비보전 방식은 운전원이 장비의 일상점검을 주로 하고 있고 고장이나 이상 발견시 정비팀과 협의 아래 수리 및 유지 보수를 하고 있다. 또한 정비를 담당하는 정비원과 장비운전을 담당하는 원전원이 서로 일체가 되어 일상점검을 실시하는 사례가 늘고 있다.

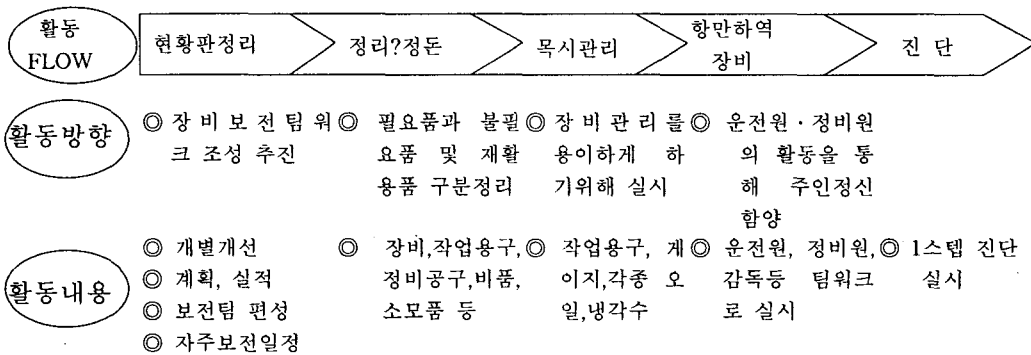
항만하역장비의 운영 · 정비 · 운전에 관한 인천항 하역회사의 활동은 회사마다 운영방식이 약간의 차이가 있다. 항만하역장비 관련부서는 항만사업부 아래 항만 운영 팀이 일반 산물 하역장비를 담당하고, 컨테이너 팀이 컨테이너 관련 장비의 관리 및 배차를 한다. 정비 및 기술적 지원은 정비운영부의 정비영업팀에서 담당하고 있다. 장비운전원에 대한 교육은 일상점검이나 안전교육을 실시하고 있고, 특히 작업에 대한 안전교육은 안전관리담당자가 연간 계획을 세워 월 4회 이상 실시하는 경우도 있다. 각 장비당 운전원이 관리책임자로 선임되어 있기도 한다.

그러나 장비보전활동을 효과적으로 하기 위해서는 상호 협력하여 장비 보전팀을 구성 · 진행하는 것이 필요하다. 자주 보전의 기본 개념과 항만하역장비가 항만하역에서 차지하는 큰 역할을 수행하기 위해서는 자발적인 장비보전이 필요하며, TPM 중 수작업의 기능성을 감안한 기업 현장에서의 자주보전 활동을 응용, 항만하역장비 보전관리에 자주보전 7스텝의 전개 방안을 만든다.

3.2.2 자주보전 7스텝적용

(1) 1스텝 정리 정돈 및 준비

자주보전 스텝 초기 단계로서 정리 · 정돈 및 눈으로 보이는 활동에 필요한 내용 전반에 대한 계획을 수립하고 장비 운전원 · 정비원 전원 참여를 목적으로 한 청소 점검 활동을 주로 전개한다. 정비고와 작업현장의 정리, 정돈 및 항만하역장비의 먼지, 더러움을 일제히 제거해서 설비의 기본조건 정비에 의한 강제 열화를 배제하며, 청소를 통해서 잠재 결함을 현재화(적출)해서 개선시킨다. 치 · 공구 청소, 점검, 사용구조 개선, 부품의 선입, 선출의 용이화를 도모하기 위해 <그림 3-1>과 같이 활동 전개 Flow를 작성하고 1스텝에 대한 진행사항을 체크할 수 있는 진단체크리스트를 만든다.



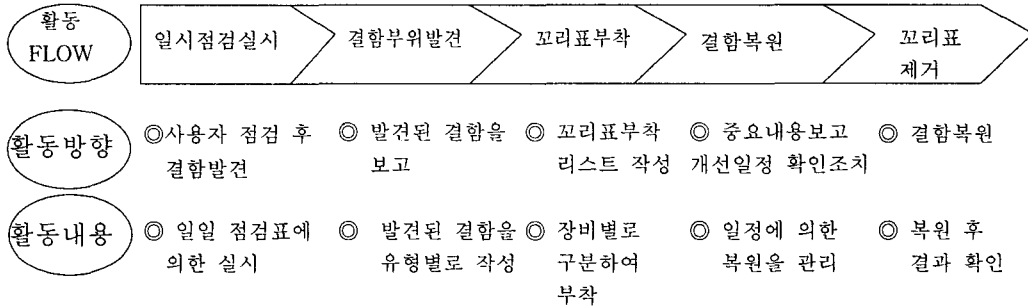
<그림 3-1> 1스텝 활동전개 FLOW 및 내용 제안

(2) 2스텝 결함발견 · 복원

항만하역장비는 청소시 발생원과 곤란개소 대책을 실시해야 되는 개소가 많이 있다. 먼저 발생원 대책을 실시한 후 청소 방법 및 관련 장비의 발생원과 곤란개소를 찾아 개선하여 청소를 용이하게 한다. 곤란개소 대책은 먼저 청소의 순서나 도구를 개선하는 것이며, 최후의 선택으로서 청소하기 쉽도록 정비소, 현장, 장비별로 중요사항을 매뉴얼화 한다. <그림 3-2>의 활동 전개 FLOW 및 내용과 진단체크리스트를 작성하여 확인한다.

(3) 3스텝 청소 · 급유 기준의 작성

3스텝에서는 청소 · 급유 기준을 일일 · 월간 · 분기 · 반년 · 연간별로 작성하여 급유 기능교육을 실시함과 동시에 순환 총 점검을 실시한다. 또한 계획된 시간에 확실히 청소 및 급유할 수 있는 기준을 만들며, <표 3-4>는 항만하역장비 중에서 크레인류의 중요 기본품에 대한 기간별 급유를 나타내고 있다.[2]



<그림 3-2> 2스텝 활동전개 FLOW 및 내용 제안

<표 3-4> 기본 부품의 급유 기준

구 분	급 유 주 기	급 유 표 준
미끄럼베어링	매주 그리이스 검사, 매 6개월 혹은 2000시간	완전히 채우거나 1/4 혹은 1/3 정도 채울 것
평치차, 헬리컬치차, 워치차 감속기 주행감속기	매주 오일 검사, 매 6개월 혹은 2000시간 교환	유막을 유지시킬 것
와이어로프	매주 혹은 50시간	유막을 유지시킬 것
롤러 체인, 각종 핀	운전후 급유	유막을 지킬 것

(4) 4스텝 자주점검 가 기준서 작성

항만하역장비에 관련 해당 장비의 운전원 · 정비원은 각자 해당 장비에 대한 구조, 기능 및 작동 원리를 습득하고 장비보전 노력을 추구하여야 한다. 이러한 노력은 장비의 효율성 및 가동성을 극대화, 지속화를 실현하는 과정으로 자주점검 가 기준서를 <표 3-5>와 같이 작성하여 관련자들이 자주적인 장비보전활동으로 활용해야 한다.[1][2][15]

<표 3-5 > 자주점검 가 기준서

점 검	점 검 내 용	표 준	조치결과
엔진오일	엔진오일량 수준점검	H - L 사이	
변속기오일	변속기 오일량 수준점검	H - L 사이	
유압유	유압유 량 수준점검	H - L 사이 (Max - Min 사이)	
냉각장치	파손여부, 냉각수 누수여부 및 수준점검	목 부위 충만	
연료여과기	수분을 배출하고 점검	청결상태	
구동장치	급유량 점검	급유플러그 구멍까지	
공기청정기	오염지시기	녹색	
전조등, 후미등	점등, 습기, 정상작동상태	정상점등	
제동장치	작동상태 및 제동거리(기준부부하상태)	20km/hr 시 5m 이내 (지게차)	
경보장치	작동상태, 소리의 크기	90-115데시벨 (덤프트럭)	
조향장치	엔진가동중 작동 상태	주행간 정상조향	
엔진가동상태	비정상소음, 배기가스 색	정상소음, 무색 또는 약간의 하늘색	
축전지	터미널 결합상태, 액 수준	완전 조임, 10-13mm 액 수준	
유압라인/호스	누출점검, 유압계의 유압변동	유압이 일정하게 형성	
와이어 로프	꼬임상태, 손상정도, 급유정도	지름의 7% 이내 손상, 유막형성	
운전석	내부 손질 상태	청결상태	
공구	파손, 손질 상태	정상작동	

(5) 5스텝 총 점검

총점검 활동에서는 이제까지의 활동 끝에 얻어진 성과와 학습에 근거하여 지켜야 할 점검 기준을 운전원 · 정비원이 작성하고 정해진 시간에 확실히 점검할 수 있는 기준을 만든다. 또한 그것을 작성하는 과정에서 팀워크를 형성하고 있는 팀원 모두가 참가 · 역할 의식을 자각시키며 다음 <표 3-6> 의 진단체크리스트를 작성 · 점검한다.

[16]

<표 3-6> 5스텝 진단 체크리스트

실행항목	실행내용
자기신고서작성	● 현재의 수준을 솔직하게 체크하고 목표수준을 정함
원포인트시트	● 총점검 교재를 활용하여 작성
과목별교육	● 이론교육, 실습교육 장비점검교육, 운전원 · 정비원에 맞게 교육
체크시트 작성	● 총점검 교재활용 및 정비사업소 정비팀장의 협조 아래 각 운전원 및 정비원이 알아야 할 항목에 대하여 점검방법 기준을 설정
총점검 실시	● 총점검 체크시트를 각 운전원 · 정비원이 알아야 할 항목에 대해 점검방법 기준설정 ● 단위부품까지 원칙에 벗어나는 모든 미결함을 발견하여 체크시트에 체크 ● 점검이 곤란한 부위는 눈으로 보는 관리가 용이하도록 개선안을 수립하여 개선함
불합리 리스트작성	● 총점검시 미결함, 불합리, 점검곤란개소는 불합리 LIST에 구체적으로 기록하여 조치 계획을 수립함
총점검 실적확인	● 총점검 실시 후 미결함을 조치하여 불량, 고장 및 부동건수가 얼마나 줄었는지 확인 ● 장비보전팀장은 활동결과를 토대로 실적(미결함 발견 및 복원 등)을 집계 확인함 ● 장비보전팀장은 운전원 · 정비원이 목표를 달성하도록 격려 및 지원함
점검 기준의 개정	● 미결함 조치 사항 중 변동이 잦은 항목은 검토하여 기준서에 반영하여 관리 ● 총점검 중 합리적이지 못한 기준은 자주관리 기준서상에 변경 사항을 추가 또는 삭제함
자주진단 실시	● 총점검 후 자기수준이 목표대비 향상도를 개인별로 체크, 전체적으로 합계 수준 확인 ● 각 장비에 대한 모든 운전원 · 정비원이 공통부품과 전문부품을 진단 체크리스트로 자체진단 후 수준에 도달했다고 판단되면 다음 스텝 진단 선정함

자료 : LG화학 울산 공장의 TPM 추진현황서에 의거, 필자작성

(6) 6스텝 표준화

이제까지는 장비를 중심으로 한 기본 조건의 정비와 일상 점검에 중점을 둔 활동을 제안하였다. 6스텝에서는 이 유지 관리를 확실히 하는 것과 운전원 · 정비원의 역할을 재검토하고 관련 장비보전의 효율화 및 표준화 그리고 자주 점검의 유지 관리 개선과 체계를 구축하는 것이다. 6스텝은 더욱 철저한 로스 감축을 꾀하여 자주관리를 마무리하는데 목적을 두고 있다. 활동을 추진하는 방법으로 자주 점검이 유지되는 상태에서도 개선은 추진되고 불량 · 고장 · 일시 정지의 기록이 취해지며 그 대책과 재발 방지를 기준 개정에 포함시킨다.

(7) 7스텝 자주관리

자주관리 활동에서는 지속적인 장비보전활동을 전개하기 위해 자주관리활동의 습관화, 생활화로 정착시킨다.“고장 제로, 불량 제로, 재해제로”로 항상 장비가동 및 사용 준비상태의 유지라는 목표의 성과를 달성하기 위해 일일 점검표, 월례 점검표 및 년례 점검표의 기준서를 만들어 활용한다. 다음 <표 3-7>은 월례 점검표의 기준서를 나타낸 것이다.[14]

<표 3-7> 월례 점검표

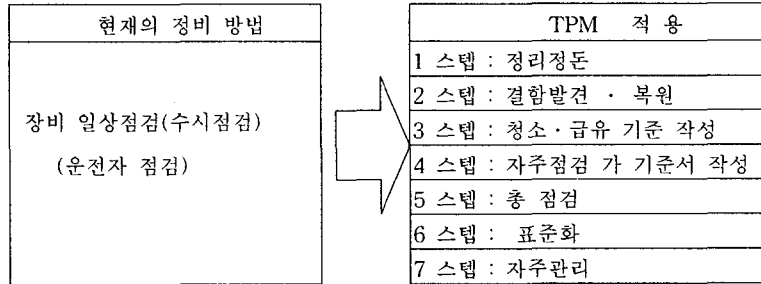
점검개소	점 검 내 용	결과	비고
가)엔진	-배기가스의 색깔은 양호한가		
	-윤활계통의 기능은 양호한가		
	-연료계통의 기능은 양호한가		
	-엔진의 노킹현상은 없는가		
	-팬벨트의 장력상태는 양호한가		
	-헤드 및 매니폴드의 조임은 양호한가		
	-브레이크 및 클러치의 작동상태는 양호한가		
	-브레이크 오일은 적량인가		
	-라디에이터의 기능은 양호한가		
	-각 부착볼트, 너트의 이완 및 탈락은 없는가		
나)차체	-차체에 이상변형 및 손상은 없는가		
	-차체에 부식은 심하지 않는가		
	-부착볼트, 너트의 이완 및 탈락은 없는가		
다)주행장치	-차동기어케이스의 손상은 없는가		
	-구동 피니언 기어 및 축의 상태는 양호한가		
	-베벨기어 및 베어링의 상태는 양호하며, 이상음은 없는가		
	-액슬튜브 및 스티어링 너클 등의 상태는 양호한가		
	-구동축의 상태는 양호한가		
	-허브구동용 기어 및 베어링 상태는 양호하며, 이상음은 없는가		
	-타이어 마모상태가 심하지 않으며, 터진 곳은 없는가		
-서스펜션의 흔들림은 없는가			
라)구동장치	-각 유압 실린더의 작동은 양호한가		
	-작업장치의 변형 및 손상은 없는가		
	-유압계통에서 누유는 없는가		
마)전기장치	-축전지 전해액의 비중은 정상이며, 터미널의 접속은 양호한가		
	-각 라이트, 경보장치 등은 양호한가		
	-각 계기류 및 스위치의 기능은 양호한가		
	-스타터의 기능은 양호한가		
	-와이퍼의 기능은 양호한가		

3.2.3 현재의 장비보전과의 비교 적용

현재의 항만하역장비의 장비보전활동은 운전자에 의한 사용자 점검정비와 정비팀에 의한 수시정비가 병행하여 실시되고 있으며 통상 일일, 주간, 월간, 반기, 6개월 및 년례 정비로 구분하여 실시하고 있다.

이러한 현재의 장비보전활동은 운전자의 점검과 이상 현상의 발견시 정비팀과 협력하여 수리하는 소극적 방법이라고 할 수 있다. 따라서 항만하역장비의 자동화 복잡화의 추세에 맞추어 항상 가동상태가 유지되기 위해서는 운전원과 정비원이 상호 협력적인 장비보전팀을 만들어 새로운 기법의 모색이 필요하다. 따라서 <표 3-8>과 같이 현재의 장비보전의 방법을 설비보전의 방법으로 적용되고 있는 자주보전 7시스템을 적용 장비 고장제로와 재해제로를 줄여가는 활동이 필요하다.

<표 3-8> 현재의 정비 방법과 TPM 적용



4. TPM 기법 적용을 통한 항만하역재해 감소 방안

4.1 항만하역작업 환경 · 재해특성

항만하역작업은 광업 다음으로 안전사고가 높게 나타나는데 그 이유로는 다른 산업과는 달리 열악한 환경과 특수한 상황 하에 하역작업이 이루어지고 있기 때문이다. 계절에 따라 선창내 온도가 심하고, 혹한 · 혹서에서도 옥외에서 하역작업을 수행한다. 온도가 17°C 이하로 떨어지거나 23°C 이상으로 올라가면 재해가 증가한다. 우리나라는 여름에 30°C를 넘거나 겨울에 -5°C를 밑도는 경우가 많고, 강철로 된 선내는 한층 가열되어 작업여건이 더욱 악화된다.[12] 선창의 공간이 좁을 경우 사고시 대피할 수 있는 안전지역이 적어지고, 정리 · 정돈이 되어 있는 상태에서 작업이 이루어질 수가 없다. 또한 밀폐된 선창은 분진, 소음, 산소결핍 등의 열악한 작업환경을 만들어 내고 있으며, 부두 또는 해안의 거친 일기 등은 근로자의 건강을 위협함으로써 재해의 위험이 높다.

항만하역장비에서 가장 많이 사용하고 있는 장비는 지게차라 할 수 있다. 지게차는 좁은 공간에서도 작업이 가능하도록 회전반경 작고 전후좌우 기동성이 뛰어난 반면에 운전자는 항시 작업자의 안전에 유의해야 한다. 또한 구조적으로 작업장치가 앞에 붙어 있어 부피가 큰 화물 및 경사지 하역시는 상당한 위험이 따른다. 육상 이동식 크레인온 본선 하역설비 또는 전용 하역설비를 사용하지 않는 경우 작업장소에 구애받지 않고 투입되고 있다. 육상 이동식 크레인은 붐과 와이어로프를 이용하기 때문에 일상점검을 통해 사용가능 상태를 점검해야 하고, 운전자는 신호수의 신호를 받아 작업하기 때문에 주의가 요구된다. 또한 와이어로프의 흔들림과 붐각을 고려하여 작업을 해야 한다. 항만하역작업에 사용하고 있는 로더의 경우는 일반하역 중 곡물이나 사료부원료 등을 작업하는데 대형장비를 많이 사용한다. 로더의 대형장비는 장비의 높이가 커서 운전시 후방시야의 사각시대를 증가시켜 후진시의 안전을 위해서 특별한 조치가 필요하다. 갠트리크레인의 컨테이너 작업 전용기구가 수동인 스프레더를 사용하는 경우는 작업시 하역근로자가 스프레더 위에 탑승하는 관계로 항시 추락의 위험성을 지니고 있다. 다음 <표 3-9>는 항만하역장비의 하역작업의 주요 유해위험요인을 나타낸 것이다.[13]

<표 3-9> 항만하역장비의 주요 유해위험 요인

장비의 종류	유 해 위 험 요 인	재해형태
선 박 하역설비	- 선박에 고정적으로 설치된 크레인 등 - 기준미달선박 하역설비의 기능 저하 및 와이어로프파손	비래 · 낙하
육상이동식 크레인	- 갠트리크레인, (인)로더, 육상이동식 크레인 등 - 임대 육상이동식크레인의 안전장치 미부착, 정비불량, 오조작	비래 · 낙하
차량계 하역기계	- 지게차, 로더, 로거 등 - 전후좌우 기동성이 좋은 하역기계와 인력의 혼합작업	충 돌
화물자동차	- 트럭, 트레일러, 유조차 등 - 차량 적재함에 탑승하여 상 · 하차작업 수행	전도 · 추락 충 돌

항만하역재해는 광업 다음으로 높게 발생하고 있으며, 전 산업분야보다 높게 발생되고 있다. 항만하역은 다종다양한 화물과 하역장비 및 하역용구를 사용하기 때문에 다른 산업에 비해 여러 가지 기인물로 인해 재해가 발생되고 있다. 다음 <표 3-10>은 재해 사례를 재해기인물별로 재해자수를 나타낸 것이다.[9]

<표3-10> 재해기인물별 분석

단위 : 재해자수(명)

구 분	화물	본선설비	하역장비	차량	하역용구	작업환경	기타	합계
1993	292	63	68	34	150	44	189	840
1994	235	46	78	26	154	33	229	801
1995	324	67	80	25	98	34	125	753
1996	512	31	80	69	121	39	128	980
1997	480	31	82	71	119	38	142	963
1998	199	24	44	11	36	17	88	419
1999	200	37	32	13	45	24	70	421
2000	204	34	40	18	39	11	87	433
2001	148	21	26	24	33	13	94	359
2002	134	19	22	13	36	36	142	402
2003	134	21	17	14	27	13	135	361

97년도의 IMF를 겪으면서 재해자수가 줄어든 이유는 인원의 감소에 의한 영향도 있지만, 하역회사가 장비운영을 소형장비의 경우 임대형태로 운영하면서 하역회사 소유의 장비가 줄어들었기 때문이다. 특히 본선설비, 하역장비, 차량, 하역용구의 재해자수는 97년도 기준 2003년의 경우를 살펴보면 본선설비 약 67%, 하역장비 약 20%, 차량 20%, 하역용구 14%로 획기적으로 준 것을 알 수 있다. 그렇지만 본선설비, 하역장비, 차량, 하역용구 등은 자주보전 활동을 철저히 수행할 경우에는 재해자수를 감소시킬 수 있다.

4.2 재해예방을 위한 TPM 기법 적용

4.2.1 사망재해 사례분석

1990년부터 2003년까지 사망재해자는 총 191명으로 년도 별 사망자수는 다음 <표 3-11> 과 같다.[9]

<표 3-11> 사망재해 분석

단위 : 사망자수(명)

년도	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	합계
사망자	19	20	20	14	24	18	13	13	6	6	15	7	12	4	191

사망재해자수는 94년도가 가장 많은 24명으로 나타나 있고, 97년 이후는 감소추세에서 2000년도와 2002년도는 각각 15명과 12명으로 높게 나타나 있다.

1990년도부터 2003년까지 한국항만물류협회가 회원사의 제출된 자료에 의거 작성된 사망재해의 재해발생 원인과 재해발생 대책을 취합하였다. 이 내용 중에서 항만하역과 관련된 내용으로 항만하역장비(건설기계 · 차량포함) · 작업용구 등에 관련되었거나 이상으로 인해 발생한 재해사례 51건만을 분석하였다. 다음 <표 3-12> 는 1990년부터 2003년 사이에 발생한 사망재해에 대해 나타내고 있다.[9]

<표 3-12> 1990-2003년 발생 사망재해 상황

사용장비	사고유형	재해발생원인	재해방지대책
양화장치(12)	충돌(11), 협착(1)	와이어절단(6),장비이상(3) 작업용구(2), 기타(1)	장비·작업용구 점검철저 작업반경내 진입금지, 감독철저
본선크레인(4)	충돌(2),협착(1), 추락(1)	장비이상(1),와이어절단(1) 운전원 주의소홀(1),작업자미숙	장비·작업용구 점검철저 교육(운전원, 작업원)
갠트리크레인(1)	충돌(1)	와이어 절단(1)	장비·작업용구 점검철저
부두크레인(2)	충돌(2)	장비불량(1), 와이어절단(1)	장비·작업용구 점검철저
업로더 (1)	충돌(1)	감독소홀, 작업원 안전소홀	교육 및 감독 철저
트랜스퍼 크레인(1)	추락(1)	연락체계미숙, 운전원 안전수칙 미준수	정비시 연락체계 확립 및 확인
리치스테커 (1)	협착(1)	작업자의 무리한 행동	작업용구 사용 교육(작업내용)
육상이동식크레인(1)	협착(1)	장비이상(1)	장비·작업용구 점검철저
지게차 (14)	충돌(10) 협착(4)	운전원 안전수칙 미준수 작업방법미숙, 안전유도원미배치	운전원 안전수칙 준수, 교육 안전유도원배치
로더 (4)	충돌(4)	운전원 안전수칙 미준수 안전유도원미배치	운전원 안전수칙 준수, 안전유도원배치
굴삭기(1)	추락(1)	위험장소에 정비	안전한 장소 장비 주차
차량(8)	충돌(5),추락(2), 협착(2)	운전원 안전수칙 미준수 안전유도원미배치	운전원 안전수칙 미준수 안전유도원미배치
컨베이어벨트(1)	협착(1)	운전중 정비, 감독소홀	정비시 운전 정지, 감독철저

주 : 차량은 덤프트럭, 트레일러, 탱크로리 장비

4.2.2 사망재해 예방을 위한 TPM 적용

재해사고중 지게차와 양화장치 장비에 관련된 사고가 가장 많이 나타나 있다. 재해발생원인별로 보면 충돌 36, 협착 10, 추락 5건의 순서로 충돌이 제일 많았다. 재해발생원인을 살펴보면, 건설기계 · 차량의 작업안전을 소홀히 해서 발생한 전 · 후진 충돌사고가 23건, 와이어 절단 및 장비의 이상으로 발생한 사고가 16건으로 조사되어 건설기계 · 차량으로 인한 충돌사고가 제일 많은 비중을 나타내었다. 지게차는 전 · 후진 작업시 충돌로 인한 사망재해와 양화장치는 장비 이상 및 와이어 절단으로 재해가 발생되었다. 재해발생 원인별로 보면 충돌재해가 제일 많으며, 지게차, 로더, 차량 등으로 인한 전 · 후진 주행시 안전상태 확인 및 경음 · 경보 조치 미흡으로 발생하였다. 재해방지대책으로는 장비 · 작업용구의 철저한 점검과 작업에 대한 이해가 필요하며, 운전원은 작업시 안전수칙을 지키고 신호수나 안전 유도원을 배치하여 작업반경내 출입을 통제하여야 한다. 사고의 원인과 대책을 보면 안전수칙의 준수와 일상 점검의 철저를 통해서 재해를 줄일 수 있다. 이러한 재해를 줄이기 위한 방법으로 TPM 기법의 적용이 필요하다.

항만하역 작업시 장비 · 작업용구로 인한 재해를 줄이기 위한 방법으로 TPM 기법을 적용하면 재해를 줄일 수 있다. 자주보전의 단계별 활동을 통해서와, 교육 · 훈련을 통해 운전원 · 정비원의 기능을 향상시켜 관련 작업에 대한 숙련도를 높이므로 작업시의 위험을 줄일 수 있다. 1스텝 정리 · 정돈 및 준비 단계에서는 작업현장의 정리와 당일 작업에 필요하지 않은 장비 · 작업용구를 다른 곳에 주차 · 보관한다. 2스텝의 결함발견 · 복원은 청소도구나 작업용구의 결함 · 복원을 한다. 3스텝의 청소 · 급유작성은 “< 표 3-4>”를 활용하고, 자주보전 4스텝의 “<표 3-5>” 자주점검 가 기준서를 일상점검시 활용한다., 자주보전 5스텝 활동전개에서 총 점검 교육시 장비 · 작업용구에 대한 이론 및 실습을 분야별로 실시한다. 6스텝은 작업전 · 중 · 후 과정에서 안전에 필요한 내용을 표준화한다. 마지막 7단계는 안전관리 활동을 습관화 생활화로 정착시킨다. 다음 <표 3-13>은 재해발생원인에 따른 재해방지대책으로 TPM 기법을 적용하였다.

<표 3-13> 사망재해의 TPM 적용 재해방지대책

사용장비	재해발생원인	TPM 적용 재해방지대책
양화장치(12)	와이어절단(6),장비이상(3) 작업용구(2), 기타(1)	-제4스텝 자주점검 가 기준서 활용 -제5스텝 교육훈련
본선크레인(4)	장비이상(1),와이어절단(1) 운전원 주의소홀(1),작업자미숙	-제4스텝 자주점검 가 기준서 활용, -제5스텝 교육훈련
갠트리크레인(1)	와이어 절단(1)	-제4스텝 자주점검 가 기준서 활용,
부두크레인(2)	장비불량(1), 와이어절단(1)	-제4스텝 자주점검 가 기준서 활용, -제5스텝 교육훈련
쉽로더 (1)	감독소홀, 작업원 안전소홀	-제5스텝 교육훈련 -제7스텝 자주관리 강화로 안전의식 고취
트랜스퍼 크레인(1)	연락체계미숙, 운전원 안전수칙 미준수	-제5스텝 교육훈련 -제 4스텝 운전원 안전수칙 가 기준서 작성 활용
리치스테커(1)	작업자의 무리한 행동	-제5스텝 교육훈련
육상이동식크레인(1)	장비이상(1)	-제4스텝 자주점검 가 기준서 활용
지게차 (14)	운전원 안전수칙 미준, 작업방법미숙, 안전유도원미배치	-제4스텝 운전원 안전수칙 가 기준서 작성 활용 -제5스텝 교육훈련 -제7스텝 자주관리 강화로 안전의식 고취
로더 (4)	운전원 안전수칙 미준수 안전유도원미배치	-제4스텝 운전원 안전수칙 가 기준서 작성 활용 -제5스텝 교육훈련 -제7스텝 자주관리 강화로 안전의식 고취
굴삭기(1)	위험장소에서 정비	-제5스텝 교육훈련
차량(8)	운전원 안전수칙 미준수 안전유도원미배치	-제5스텝 교육훈련 -제4스텝의 운전원 안전수칙 가 기준서 작성 활용 -제7스텝 자주관리 강화로 안전의식 고취
컨베이어벨트(1)	운전중 정비, 감독소홀	-제4스텝 정비원 안전수칙 가 기준서 작성 활용 -제7스텝 자주관리 강화로 안전의식 고취

주 : 차량은 덤프트럭, 트레일러, 탱크로리 장비

5. 결 론

생산현장의 설비보전 기법으로 행하여지고 있는 TPM의 기법 중 자주보전활동을 항만하역장비의 장비보전의 특성에 맞게 적용 · 수행함으로써 고장제로 및 재해제로 목표에 근접해 갈 수 있다. 현 항만하역장비의 장비보전방법과 TPM 활동 중 자주보전 7스텝과의 비교를 한 후, 항만하역장비의 장비보전방법에서의 문제점과 보완점을 감안하여 적용 가능한 자주보전활동의 7스텝 전개 모형을 만들어 항만하역장비 보전활동에 적용한다.

그 결과 현 하역회사의 장비보전방법에 자주보전 7스텝을 적용하는 방안으로는, 1스텝은 정리 · 정돈 및 준비로 작업현장(정비소포함)과 각 담당 장비의 먼지, 더러움을 제거하여 강제 열화를 배제하며 청소를 통해서 부품 · 작업용구 보관방법을 개선한다. 2스텝은 결함발견 · 복원으로 각 담당 장비의 청소시 발생원과 곤란개소 대책으로 청소하기 쉽도록 작업현장(정비소) 및 장비내부를 매뉴얼화 한다. 3스텝은 청소 · 급유 기준을 일정별로 작성하여 급유 기능교육을 실시함과 동시에 윤활 총 점검을 실시한다. 4스텝은 자주점검 가 기준서를 작성함으로써 장비의 구조, 기능 및 작동원리를 습득하고 장비에 강한 운전원 · 정비원을 육성하여 자주적인 장비보전을 도모한다. 5스텝은 총 점검으로써 총 점검 활동에서는 지켜야 할 점검 기준을 운전원 · 정비원이 작성하고 계획된 시간에 확실히 점검할 수 있는 기준을 만든다. 6스텝은 표준화 유지관리로 자주관리를 마무리 한다. 7스텝은 자주관리로써 자주관리 활동의 습관화, 생활화로 정착시켜 고장제로, 불량제로, 재해제로의 목표를 유지 · 달성한다.

항만하역장비는 하역현장에서 운전원에 의해 하역작업에 사용되고 있고, 장비에 대한 정비는 정비소에서 행하여지고 있는 상황이다. 그렇기 때문에 생산현장의 기법을 제품이 아닌 서비스 산업인 항만하역 분야에 적용시켜 보는 것은 앞으로 계속 연구해야 할 과제라고 본다. 또한 현장의 운전원 · 정비원의 생각들이 어떤지 각각의 의견을 취합하여 실증적 분석이 필요할 것이다.

6. 참 고 문 헌

- [1] 법제처, “건설기계관리법”, 한국법제연구원, 2005.
- [2] 삼성중공업, “하역기중기 운영 및 정리지침서”, 해운항만청
- [3] 오연우, “생산성 향상을 위한 종합적인 생산보전(TPM) 프로그램 운영에 관한 연구”, 배재대학교대학원 경영학과 박사 학위 논문, 2005.
- [4] 윤덕균, “FA시대의 한국형 TPM시스템의 도입과 전개”, 1987.
- [5] 이영상 · 권기수, “하이브리드 TPM”, 한국표준협회, 2003.
- [6] 이철영, “항만물류시스템”, 효성출판사, 1998.
- [7] 일본플랜트메인テナンス협회, “신 TPM 전개프로그램:장치공업”, 한국표준협회 번역, 2004.

- [8] 한국능률협회컨설팅, “자주보전사내컨설턴트양성과정”, 성광인쇄, 1992.
- [9] 한국항만물류협회, “항만하역산업재해의 통계 및 사례”, 1990-2005년 각호
- [10] 한국항만물류협회, “항만하역요람”, 1990-2005년 각호
- [11] 한국해사문제연구소, “해운·물류대사전”, 재단법인 한국해사문제연구소, 2002.
- [12] 한국해양수산개발원, “항만장비 정보관리 체제 구축방안”, 한국해양수산개발원, 2005.
- [13] 해양수산개발원, “항만하역작업단계별 안전상의 문제점 및 대책”, 2001.
- [14] 해운항만청, “항만하역장비 검수관리규정”
- [15] 현대중공업주식회사, “현대 굴삭기 운전자매뉴얼”, 현대중공업주식회사.
- [16] LG화학 울산공장, “TPM 추진현황서”, 2001.

저 자 소 개

박 상 기 : 한국 한양연수원(인천) 교수로 재직중. 인하대학교 산업공학과를 졸업

이 창 호 : 현재 인하대학교 산업공학과 교수로 재직중. 인하대학교 산업공학과 졸업, 한국 과학기술원 산업공학과 석사, 한국과학기술원 경영과학과 공학박사 취득. 주요 연구관심분야는 인천항의 물류관리, RFID를 활용한 응용시스템, 항공산업관련 스케줄링과 중소기업의 ERP개발 등