

TPM 가이드북 04

생산혁신 TPM 실무전문가를 위한
최신TPM전문가가이드북(하)

편저 : 공학박사 · 기술사 권오운

한국TPM연구소 KTI
(주)ATPM컨설팅 연구센터

www.atpm.co.kr

출판사 : (주)에이티피엠컨설팅 (부설 한국TPM연구소)

도서명 : [최신] TPM 전문가 가이드북 (하)

시리즈 : TPM 가이드북 시리즈 04

ISBN : 978-89-93219-04-3-98500

편 저 : 공학박사·기술사 권오운

연락처 : 010-9717-6607, 02-3476-0872

메 일 : kwonohw@naver.com

발행일 : 2002년 10월 21일 (초판)

2016년 12월 17일 (개정3판)

★ 총목차 ★

< 제 I 권 >

제1장	TPM의 본질 및 전개방법	3
제2장	TPM 활성화 전략 및 제도	21
제3장	TPM 기초·준비활동인 5S	43
제4장	설비사용부문의 자주보전	59
제5장	설비효율화의 개별개선	137
제6장	설비전문보전부문의 계획보전	171
제7장	TPM기반활동인 기능교육·훈련	237

< 하 권 >

제8장	설비계획부문의 설비초기관리	251
제9장	설비지원부문의 사무·간접효율화	283
제10장	불량Loss저감의 고수준인 품질보전	321
제11장	안전보전 및 환경보전	355
제12장	TPM 효과측정 지표 운영	375
제13장	TPM활동 관련기법	395
제14장	TPM과 타혁신활동의 융합	431
제15장	RCM(신뢰성 중심 보전)	449

제8장 설비계획부문의 설비초기관리

★ 차 례 ★

1. 설비초기관리의 개요 / 255
2. 설비초기관리의 활동전개 순서 / 258
3. 7스텝별 설비초기관리활동 / 260
 - 3.1 스텝 1 : 기획단계 / 260
 - 3.2 스텝 2 : 실행계획단계 / 262
 - 3.3 스텝 3 : 설계단계 / 266
 - 3.4 스텝 4 : 제작단계 / 268
 - 3.5 스텝 5 : 메이커측 시운전단계 / 268
 - 3.6 스텝 6 : 설치단계 / 268
 - 3.7 스텝 7 : 초기유동관리단계 / 272
4. MP정보의 수집과 활용 / 276
5. 설비초기관리 완료 후의 업무 / 280

1. 설비초기관리의 개요

1.1 설비초기관리의 의의와 목적

1.1.1 설비 초기관리의 의의

설비초기관리(일명 MP·초기유동관리)란 신설비의 계획이나 설치시 설비가 갖추어야 할 기본성질(도표 8-1 참조)인 신뢰성, 보전성, 경제성, 조작성, 안전성, 융통성, 작업성 및 자주보전성 등을 검토하여 설비에 반영하므로써 시운전 및 초기유동기간을 단축하고, 정상가동시 설비의 트러블, 보전비 및 열화손실 등을 최소로 하는 활동을 말한다.

<도표 8-1> 설비가 갖추어야 할 기본적인 성질

기본적 성질	정 의	구체적 내용	
신뢰성 Reliability	기능저하, 기능정지를 일으키지 않는 성질	* 고장발생빈도→低 * 잠간정지발생빈도→低 * 불량발생빈도→低 * 준비·교체·조정 →低	* 머신Cycle Time→안정성 * 정적·동적정도측정→용이
보전성 Maintainability	열화의 측정, 열화복원의 용이성을 나타내는 성질 (MTTR이 짧음)	* 고장부위 발견의 신속성 * 부품교환의 용이 * 기능복귀 확인시간의 신속	* 열화부위 발견의 신속성 * 급유·개유의 용이성 * Overhaul의 용이성
자주보전성 Autonomous Maintainability	사용자가 짧은 시간에 간단히 청소, 급유, 점검등의 보전활동을 할 수 있는 성질	* 청소, 급유, 점검이 용이 * 소수리·조정비가 용이 * 품질보전이 용이	* 발생원, 비산의 국소화 정도
조작성 Operability	설비의 운전과 준비시 조작이 정확·신속하고 쉽게 행해지는 성질	* 준비·조정이 용이 * 공구교환 및 조정이 용이	* 조작용이 (높이, 배치, 형상, 색) * 운반·설치의 용이
경제성 Economy	Energy, 공구, 유지류 등 설비의 운전에 필요한 자원의 효율을 좋게 하는 성질	* 자원, Energy의 原단위 절감 * 자원의 Recycling提高	
안전성 Safety	인체에 직·간접으로 위험을 끼치지 않는 성질	* 고장, 잠간정지, 품질불량 등의 처리를 위한 작업의 간소화 * 회전, 구동부분의 노출이 적을 것 * 돌기물, 장애물이 없을 것, 대피성이 양호	
융통성 Flexibility	종래제품의 변화를 예측해 두고 제품이 바뀌었을 때 설비변경의 용이성을 나타내는 성질	* 현재 가공제품과 변경제품간 허용범위가 큼 * 변경허용제품에 대한 설비개선비용이 적음	* 변경허용범위에 대한 설비개선기간이 짧을 것

1.1.2 설비초기관리의 목적

이러한 설비초기관리의 목적은 설비중심의 설계로부터 탈피하여 Man-Machine System의 관점에서 고장이 없고, 품질을 보증하기 쉬운 설비를 만들기 위한 것, 즉 보전이 필요없는 설비를 설계하기 위함이다.

4. MP정보의 수집과 활용

4.1 MP정보의 수집 및 활용

4.1.1 부문별 MP정보수집

MP설계를 위한 정보로는 제품품질, 안전, 보전, 환경 등 설비운영과 관련된 개발, 신뢰성, 경제성, 조작성, 보전성, 융통성 등의 모든 정보를 말하며, 이 정보형태는 운전, 보전, 실시기록, 기존설비의 개선기록, 설비개발, 개조의 기록, 외부(타사 및 선진 Maker)의 기술정보, 제품정보, 과거 MP활동기록, 설계기준과 Check List로 나타내어 진다.

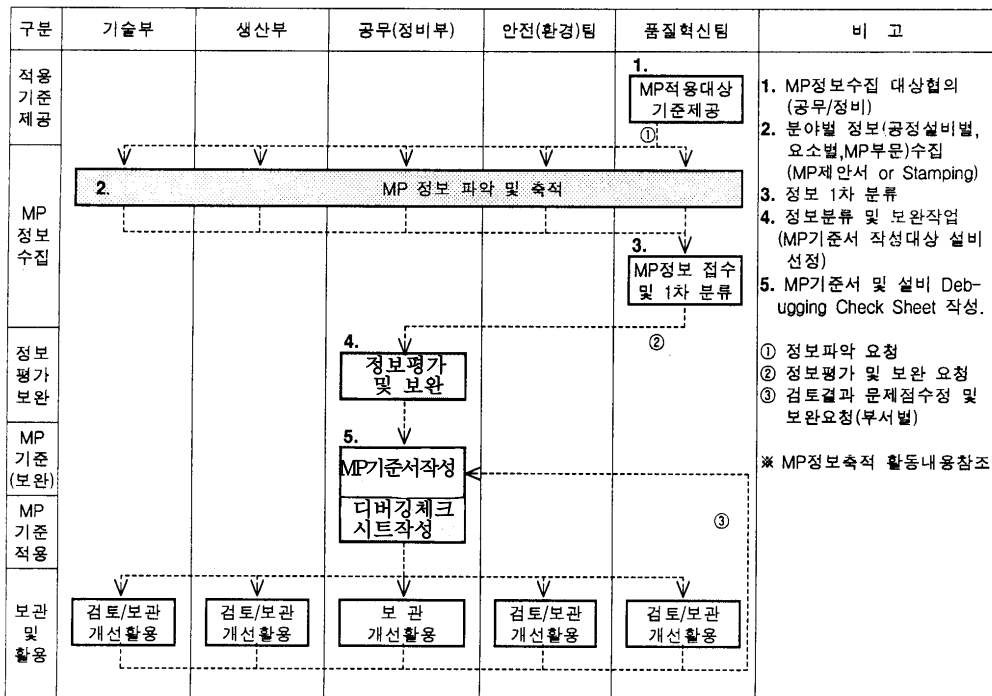
부문별 MP정보수집의 대상 장표류는 개별개선Sheet, 제안서, 개선OPL, MP제안서, 설비 이력카드, 보전일지, Overhaul기록양식, Line 및 설비신뢰성분석표 등이 해당이 된다.

4.1.2 MP정보 체계 및 수집절차

(1) MP정보 수집 Flow-chart

정보의 수집 절차는 <도표 8-12> MP정보수집 Flow-chart 사례와 <도표 8-13> MP정보축적 활동일람표 사례를 참조하기 바라며, 제출된 MP제안서를 평가후 미흡점을 보완한 MP기준서의 사례를 (도표 8-14)제시했다.

<도표 8-12> MP정보수집 Flow-chart 사례



제9장 설비지원부문의 사무·간접효율화

★ 차 례 ★

1. 사무간접효율화의 개념 / 285
2. 이익창출화 연구·개발TPM, 영업TPM / 285
3. 사무간접부문효율화의 부문별 전개 / 288
4. 사무간접부문효율화 활동전개 방향 / 289
5. 사무·간접 효율화 분석기법 / 291
6. 사무·간접 효율화 요소별 전개방법 / 291
7. 사무간접효율화활동의 합리적 운영포인트 / 519

스텝	구분	주요 활동내용	추진 기간	특기사항
	FILING SYSTEM 구축	▶장표, 서류의 재고조사 ▶문서분류(화일기준표, 파일박스정돈) ▶문서보관(WALL CABINET, 서가보관) ▶문서보존(문서보존목록표-서고에 비치) ▶문서폐기(문서폐기목록표유지)	3개월	디스켓관리포함
제4 ST 정 보· 업무의 체계분석 (OA)	업무기능분석	▶부문별 업무기능조사 ▶1차 부문별 업무기능전개표작성 및 문 제점도출 ▶업무기능조정 및 업무기능분석에 따른 문제점대책실시 ▶2차 업무기능전개표작성완료	3개월	조직별, 기능별관리의 핵심임
	정보·업무의 체계분석(OA)	▶업무FLOW CHART작성(업무체계도) ▶정보관리체계구축 ①OA현상파악 및 전산화가능업무추출 ②투자경제성분석 및 예상효과산출 ③OA활용 및 사무전산화 중장기추진 방향결정 ④경영층의 확인득 추진 ⑤전산화필요 OA기기도입 ⑥프로그램 개발대상 및 담당선정 ⑦OA프로그램개발추진 ⑧OA기기활용매뉴얼구비 및 활용법작성 ⑨OA기기활용법 현업부서교육	3개월 (1 년 ▼ 별도계 획에 의거 추진)	▶생산지원 및 TPM차원에서 TPM관련 보전정보전산화체계 구축을 우선 실시함 ▶정보관리체계구축은 별도의 계획하에 추진하는 것도 좋음
제5 ST 문제점 개선대책	불필요업무 및 낭 비배제를 위한 원 가절감활동 전개	▶재고과정의 자재절약에 의한 원가절감 ▶보유설비의 활용에 의한 원가절감 ▶에너지 절약에 의한 원가절감 ▶필요성검토 및 사무능력개선에 의한 업무공수삭감	6개월	부서별추진의 종합관리
	업무효율화 개선 활동전개	▶업무의 분산화, 집중화 검토의 검토 및 개선 ▶사무실LAYOUT개선에 의한 업무능률화		중복소집단활용 (분임조, TFT, 연구회)
제6 ST 업무의 표준화	업무의 매뉴얼화	집무서(업무매뉴얼)의 작성	6개월	소관업무대상으로 실시
	TPM사내표준화	▶사내표준 분류체계검토 ▶분과별TPM관련 사내표준 작성범위조사 ▶TPM관련 사내표준화추진 (관리표준, 기술표준, 설비매뉴얼) ▶분과별 사내표준일람표작성		TPM관련사내표준화 중점추진 함
제7 ST 업무의 자주관리	업무의 자주관리	부문의 방침, 목표에 따른 자주관리	3개월	
	업무불합리개선	업무불합리개선활동 지속전개		

<도표 9-21> F/S 추진체계

구 분	Flow Chart	주요 내용	그 림
문서 발생	<pre> graph TD A[문서작성] --> B{폐기여부} B -- Yes --> F[폐기] B -- No --> C[분류] C --> D[편철
홀더] D --> E[보관] E --> B E --> F E --> G[이관] G --> H[보존] H --> I{보존기간
만료} I -- Yes --> F I -- No --> H </pre>	▷ 문서의 작성 * 1매 Best * A₄ 작성원칙	
분 류		▷ 문서의 분류 * 대·중·소 분류 * 보관, 보존, 폐기문서 분류 ▷ 파일기준표 작성 * 업무 기능별 세부 분류 (대·중·소) ▷ 편철(좌철원칙) * 파일기준표에 의거 편철 * 홀더당 문서량은 200매 이내	
보 관		▷ 문서의 보관 * “과”단위 보관 * “생산년도+1년” * 업무기능별 구분 보관	
이 관		▷ 문서의 이관 * 정기 : 1년 * 수시 : 필요시 * 이관목록표 작성	
보 존		▷ 문서의 보존 * 보존서가 배치는 부서별, 폐기년도별 * 보존기간 구분 * M/F화 : 영구보존문서, 도면 등	
폐 기		▷ 문서의 폐기 * 보관 불필요 문서 (복사본, 중복자료) * 보존 년한 종료문서	

제10장 불량Loss저감의 고수준인 품질보전

★ 차 례 ★

1. 품질보전의 기본개념 / 323
 - 1.1 품질보전 전개를 위한 기본개념 / 323
 - 1.2 품질보전활동 실시를 위한 전제조건 / 323
 - 1.3 품질보전추진의 전개범위 / 324
 - 1.4 TPM의 5대 기능과 품질보전의 관계 / 324
 - 1.5 품질보전활동의 중장기적 추진방법 / 325
 - 1.6 품질보전활동의 과정관리 / 325
2. 품질보전의 구체적 전개순서 / 326
 - 2.1 품질보전을 전개하는 순서(가공·조립산업형)/326
 - 2.2 품질보전을 전개하는 순서 (장치산업형) / 327
3. 품질보전 8字 전개법 / 328
 - 3.1 품질보전 8자 전개법의 특징 / 328
 - 3.2 8자 전개법의 스텝 활동 / 328
4. 품질보전활동의 합리적 운영방법 / 354

단계	전개순서	주요 내용
9	점검 항목을 집약하여 4M조건을 확정한다.	① 단계8에 따라 점검 항목을 간추린다. ② 품질보전 매트릭스를 만든다.
10	품질 컴포넌트 관리표를 만들어 조건관리를 확실히 하는 것으로 품질 보증 활동을 한다	지킬 수 있고, 지키고 있는 관리가 가능한 정량화된 기준서일 것

3. 품질보전 8字 전개법

3.1 품질보전 8자 전개법의 특징

품질보전의 8자 전개 방법은 최초로 후지코시의 사례와 닛산자동차의 품질보전 활동을 거쳐 日本輕金屬 나고야 공장에서 자주보전 6스텝 활동을 전개하는 과정에서 전사적인 품질보전 활동을 전개하며 개발한 진행방법이다.

그 특징은 유지관리의 레벨업과 개선활동의 레벨업을 동시에 추구하며, 특히 유지관리 중요성을 명확하게 한다.

또한 만성불량의 대책을 종래의 결과계에 대한 현상파악에서 원인계의 현상파악을 부각시켜, 지켜야 할 표준을 제대로 지키게 함으로써 불량을 예방하게 하는데 유효하다.

3.2 8자 전개법의 스텝 활동

유 지 관 리 스텝			개 선 활 동 스텝		
1스텝	현상 파악	㉠불량상황 현상파악 ㉡불량을 목표설정 ㉢Big 3 불량조건 준수도 평가	3스텝	요인 해석	㉠요인해석의 실시 (PM, PM분석, 실험계획법, 가공의 원리원칙 준수) ㉡요인조사, 대책항목 결정
2스텝	복원	㉠표준개정, 설비조건 복원, 약점개선 ㉡결과의 확인, 평가	4스텝	원인 박멸	㉠결과불합리 대책수립 ㉡결과불합리 복원, 개선 ㉢개선 결과의 효과확인
6스텝	조건관 리	㉠점검 항목의 집약화 ㉡점검 주기의 재검토, 연장 ㉢점검 방법의 개선 점검시간 단축	5스텝	조건 설정	㉠QM MATRIX의 개정 ㉡기준 표준류의 개정 ㉢설비점검기준 및 체크시트의 개정

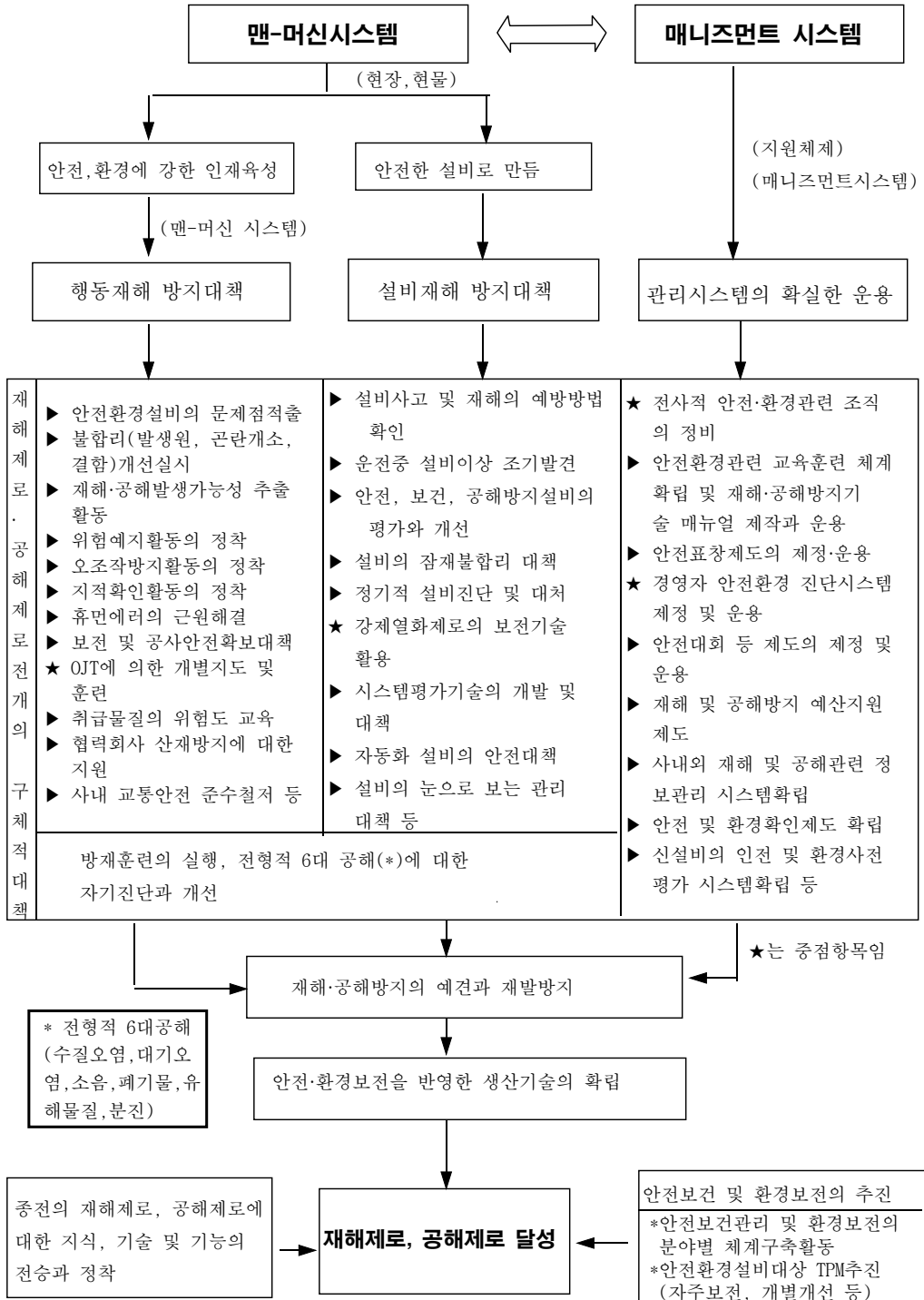
제11장 안전보건 및 환경보건

★ 차 례 ★

1. 안전보건 및 환경보건활동의 개념 / 357
 - 1.1 안전보건관리 및 환경보전의 중점전개방향 / 357
 - 1.2 재해·공해제로화 TPM 관련기능의 전개 / 358
 - 1.3 안전·환경의 각 분야별 주요 활동내용 / 359
2. 안전보건관리 분야별 활동 / 360
 - 2.1 무재해 운동 / 360
 - 2.2 유해위험기계·기구 안전관리 / 364
 - 2.3 작업환경측정 / 370
 - 2.4 소방시설점검 / 371
3. 환경보건 분야별 활동 / 371
 - 3.1 환경보건 관련 용어의 정의 / 371
 - 3.2 환경보전의 분야별 활동 / 372
4. 안전·환경의 합리적 운영포인트 / 374

1. 안전보건 및 환경보전활동의 개념

1.1 안전보건관리 및 환경보전의 중점전개방향



2. 안전보건관리 분야별 활동

2.1 무재해 운동

(1) 무재해 운동의 추진 개요

구 분	항 목	기 준	주 기	방 법	비 고
위험예지활동	4라운드법	개인별, 조별, 반별	작업전	3~5분 동안 불안한 요소 지적	
	T.B.M법	반단위	수 시	위험상황에 따른 즉시 대응	
무재해운동시행	목표일수부여	부서별	60일~1년	무사고일수부여	
	우수부서평가	부서별	1회/반기	안전관리 우수부서포상	
안전교육	안전교육	반 별	2회/월	안전교육일지작성제출	안전교육일지작성
	관리감독자 안전교육	관리감독자	1회/월	사외강사 안전교육	
	안전보건 실무회의	부 서	1회/월	현장 교육후 작성제출	안전보건실무 회의록양식
안전순찰	안전순찰활동	관리감독자, 안전담당자	1회/일 3회/일	안전순찰일지	

(2) 위험예지활동

기 법	요 점
브레인 스밍법	* 잠재의식을 일깨워 자유로이 아이디어를 개발 * 테마는 구체적인 것을 취급한다. * 리더는 효과가 크고 조기실행가능한 것을 선정하여 해결책을 구한다. * 도해의 상황에“어떠한 위험이 잠재하고 있는가”를 직장의 동료간에 대화를 나누어 단계적으로 진행
4라운드법	* 제1라운드(현상파악) : 위험에 대한 현상파악 * 제2라운드 (위험의 포인트결정) * 제3라운드(대책수립) : 당신이라면 어떻게 할 것인가 * 제4라운드(목표설정) : 우리는 이렇게 하자→합의
T.B.M법 (Tool Box Meeting)	<현장에서 그때 그 장소의 상황에 대응하여 실시하는 → 즉시 대응법> * 제1라운드(현상파악) : 리더가 작업과 관련한 테마를 내 놓는다. * 제2라운드(본질추구) : 위험 Point를 질문(중요위험항목 지적후 제창) * 제3라운드(대책수립) : 대책의 아이디어를 →실행지시 * 제4라운드(목표설정) : 팀의 행동목표 설정 → 지적확인
원포인트법	* 4라운드 중 2R, 3R, 4R를 모두 원포인트로 요약 → T.B.M훈련

<도표 11-10> 수질분야 배출허용기준 및 사내관리기준 사례(단위:mg/l)

항 목	배출허용기준	사내관리기준	항 목	배출허용기준	사내관리기준
COD	130이하	100 이하	페놀	3이하	0.3이하
BOD	120이하	100 하	CN	1.0이하	불검출
SS	120이하	60 이하	Cr +6	0.5이하	불검출
pH	5.8 ~ 8.6	6.1 ~ 8.0	Cd	0.1이하	불검출
n-H, 광유류	5이하	3 이하	Hg	0.005이하	불검출
F	15이하	10이하	Total P	8이하	3이하
Zn	5이하	3이하	As	0.5이하	불검출
Cu	3이하	1이하	PCB	0.003이하	불검출
Pb	1이하	0.5이하	TCE	0.3이하	불검출
Cr	2이하	불검출	PCE	0.1이하	불검출
Fe	10이하	3이하	음이온 계면활성제	5이하	2.0이하

3.2.3 유독물 관리(사례)

유독물명	성 상	위험성	유해성	보관 및 취급성 주의	응급 조치
불화수소(HF)	무색액체	부식성, 자극성	접촉시 인체점막 자극, 화상	용기 및 폐용기 냉 소보관	유수로 씻고난 후 의사 조치
벤젠(C ₆ H ₆)	무색액체	인화성, 가연 성, 폭발성	현기증, 구토, 두통	화기 접촉근지, 냉 소보관	
황산(H ₂ SO ₄)	무색액체	발열성, 부식 성, 자극성	자극성 화상, 폭발성	밀폐후 격리 보관	
수산화나트륨 (NaOH)	무색액체	부식성, 자극성	점막자극, 화상 효과	접촉금지 및 밀폐보 관	
수산화칼륨 (KOH)	무색액체	부식성, 자극 성, 발열성	자극, 화상효과	물, 습기 격리 보 관, 접촉금지	
염산 (HCl)	무색액체	부식성	폐수종의 원인	산화제와 혼촉금지	
암모니아수 (NH ₄ OH)	무색액체	부식성, 폭발성	기관지 염증 후두경련	강산과 격리, 화기 엄금	
히드라진(N ₂ H ₄)	무색액체	부식성, 폭발성	발암성	밀폐 및 냉소 보관	
삼산화몰리브덴 (MoO ₃)	무색액체	발화성, 폭발성	발암성	보호구 착용	

제12장 TPM 효과측정 지표 운영

★ 차 례 ★

1. TPM의 분야별 효과측정 지표 / 377
 - 1.1 경영효과 측정 지표 / 377
 - 1.2 플랜트 및 설비효율 측정 지표 / 378
 - 1.3 신뢰성·보전성 측정 지표 / 378
 - 1.4 보전작업효율 및 보전비 측정 지표 / 379
 - 1.5 MP·초기유동활동 측정 지표 / 379
 - 1.6 안전보건 및 환경보전 측정지표 / 380
 - 1.7 품질·에너지 측정 지표 / 380
 - 1.8 교육·모탈 측정 지표 / 381
 - 1.9 사무생산성 측정 지표 / 381
2. 이익창출화 TPM 추진방법 / 382
 - 2.1 설비의 차별화관리에 대한 전개 배경 / 382
 - 2.2 이익이 나는 TPM으로의 추진배경 및 방향 / 383
 - 2.3 이익측면의 고찰 및 정량적 평가방법 / 384
 - 2.4 이익창출 양적, 판매가 및 원가 측면의 대책 / 388
 - 2.5 이익TPM 전개방향 요약 / 393
3. TPM 효과측정 지표의 관리 및 평가 / 393

1.2 플랜트 및 설비효율 측정 지표

항 목	산 식	Rank	관리 담당	PQCD SM 관련	비 고
① 플랜트 종합효율	$\begin{aligned} & \text{부하율} \times \text{설비종합효율} \\ &= \text{부하율} \times \text{시간가동율} \times \text{성능가동율} \times \text{양품율} \\ &= \frac{\text{이론사이클타임} \times \text{양품수량}}{\text{카렌다시간}} = \frac{\text{양품수량}}{\text{카렌다시간} \times \text{시간당이론생산량}} \end{aligned}$	●	생산	P	장치공업형 (화학, 섬유, 유리, 철강, 식품, 섬유, 종이, 고무, 비철금속산업 등)에만 해당함
② 부하율	$\frac{\text{부하시간}}{\text{카렌다시간}} \times 100$	◎	생산	P	
③ 설비종합 효율	$\begin{aligned} & \text{시간가동율} \times \text{성능가동율} \times \text{양품율} \\ &= \frac{\text{이론사이클타임} \times \text{양품수량}}{\text{부하시간}} = \frac{\text{양품수량}}{\text{부하시간} \times \text{시간당이론생산량}} \end{aligned}$	●	생산	P	장치산업형 및 가공조 립산업형에 모두 해당 함
④시간가 동율	$\frac{\text{가동시간}}{\text{부하시간}} \times 100$	◎	생산	P	설비효율저 해 Loss개 선시 개선 대상을 도 출시키기 위해 필요 함
⑤성능가 동율	$\frac{\text{총생산량} \times \text{이론사이클타임}(C/T)}{\text{가동시간}} \times 100$ 혹은 장치산업형인 경우는 $\left[\frac{\text{실적평균생산Rate}}{\text{기준생산Rate}} \right] \times 100$	◎	생산	P	
⑥양품 율	$\frac{\text{총생산량} - (\text{공정불량량} + \text{재가공량})}{\text{총생산량}} \times 100$	◎	생산	Q	

1.3 신뢰성·보전성 측정 지표

항 목	산 식	Rank	관리 담당	PQCD SM 관련	비 고
① 고장도수율	(고장정지횟수합/부하시간합)×100	◎	공무	P	부하시간 및 가동시간은 설비효율산출시의 대상범 위와 동일하게 한 것들을 더함
② 고장강도율	(고장정지시간합/부하시간합)×100	●	공무	P	
③ MTBF	가동시간합/정지횟수	◎	공무	P	MTBF(평균고장간격시간)
④ MTTR	정지시간합/정지횟수	◎	공무	P	MTTR(평균수리복구시간)
⑤ 설비고장 건수	실적치	●	생산, 공무	P	고장등급구분(대, 중, 소) 필요
⑥ 프로세스 고장건수	실적치	◎	생산, 공무	P	공정트리블건수
⑦ 잠깐정지 횟수	실적치	○	생산	P	5분이하정지

2.5 이익TPM 전개방향 요약

이익이 나는 경영혁신활동의 효율적 추진을 하는 것은 어려운 기업환경하에서 국내 및 국제경쟁력제고를 위해 필요하며, 또한 이는 기업의 사활을 좌우하는 중요한 문제이기도 하다. 그래서 TPM활동도 역시 기업의 이익구조에 직결되는 활동으로 모아져야 하며, 이익은 크게 판매량 및 생산량, 단위당판매가, 단위당원가가 좌우하는데 기업에서 이들 요소 중 경쟁력확보 측면에서 부족한 부분을 TPM을 통한 개선이 이루어 지도록 해야 한다.

즉 량적증대 임무측면에 있어서 생산량증대측면은 공장내 설비사용부문 및 전문보전부문의 책임이 크므로 설비효율화개별개선을 통한 설비효율증대로써 생산량을 증대시켜야 하고, 판매량증대측면은 영업부문의 책임이 크므로 영업TPM추진을 행해야 한다는 점이다. 그리고 고제품가격책정측면은 연구개발부문의 책임이 크며 이를 위해 품질혁신이나 고부가가치 상품개발을 위한 연구개발TPM 및 신제품의 조기안정을 위한 제품초기관리를 추진하면 효율적이다. 또한 원가절감측면은 자재, 인력 및 노동력 절감을 위해 사내 전부문이 노력해야 될 부분으로서, 특히 TPM도입회사는 생산효율화저해 16대 LOSS제거로 노동생산성 및 설비종합효율의 증대를 꾀해야 한다고 본다.

또한 앞으로는 이익이 나는 TPM 즉 돈을 버는 TPM을 위해서는 TPM의 경제적인 효과를 측정하는 수법의 확립에도 아울러 관심을 쏟아야 할 것으로 본다. 그러나 이 문제는 기본적인 공학적 사고외에 회계학적 사고가 요청되므로 우리나라에서도 앞으로 관련 연구회가 결성되어 이 분야의 연구가 활성화 되었으면 한다.

3. TPM 효과측정 지표의 관리 및 평가

<도표 12-15> TPM목표 설정 사례(D사)

구 분		BM('90)	성숙기('95)	BM대비향상을
P(생산성)	설비종합효율(%)	68.26	85.0	25%향상
	노동생산성(지수)	70.0	89.0	40%향상
Q(품질)	클레임발생율(ppm)	7.5	2.6	65%향상
C(원가)	보전비감소율(원/l)	470	420	11%감소
D(납기)	제품재고일수	15	10	33%감소
M(의욕)	중복소집단활동건수	38	150	295%향상
	제안건수	3,100	7,500	142%향상
S(안전·환경)	천인율	10.8	0	100%감소
	COD	55	20	64%감소

제13장 TPM활동 관련기법

★ 차 례 ★

1. 신뢰성 보전성 기초 이론 / 397
 - 1.1 신뢰성 관리 / 397
 - 1.2 보전성 관리 / 398
2. 왜왜(W-W, Know-Why)분석 / 400
3. PM 분석 / 406
 - 3.1 PM분석의 방안과 특징 / 406
 - 3.2 PM분석의 구체적인 진행방법 / 406
4. 고장해석기법으로서의 FMEA·FTA / 413
 - 4.1 고장해석 / 413
 - 4.2 FMEA(Failure Mode & Effect Analysis) / 414
 - 4.3 FTA(Fault Tree Analysis)에 의한 고장해석 / 421

<도표 13-2> 신뢰성, 보전성의 계산 예

비 교 항 목	과거	개선후
가동시간(UP-TIME) 과 설비고장시간 (DOWN-TIME)		
가동시간합계	$4H+4H+7H+3H+2H=20H$	$5H+12H+6H=23H$
정지(고장)시간 합계	$1.5H+1.0H+1.0H+0.5H=4H$	$0.5H+0.5H=1.0H$
정지(고장)회수	4건	2건
MTBF(신뢰성)	$\frac{\text{가동시간합}}{\text{조업 정지회수}} = \frac{20H}{4\text{건}} = 5H$	$= \frac{23H}{2\text{건}} = 11.5H$
MTTR(보전성)	$\frac{\text{조업 정지시간합}}{\text{조업 정지회수}} = \frac{4H}{4} = 1H$	$= \frac{1.0H}{2\text{건}} = 0.5H$
고장도수율	$\frac{\text{정지회수}}{\text{부하시간합}} \times 100 = \frac{4\text{건}}{24H} \times 100 = 16.7\%$	$\frac{2\text{건}}{24H} \times 100 = 8.3\%$
고장강도율	$\frac{\text{정지시간합}}{\text{부하시간합}} \times 100 = \frac{4H}{24H} \times 100 = 16.7\%$	$\frac{1.0H}{24H} \times 100 = 4.2\%$
설 명	평균고장간격(MTBF)을 보면 과거는 1회에 5시간이었지만 개선후는 11.5시간으로 고장이 감소되었으며 평균수리시간(MTTR)도 과거는 1시간이었으나 개선후는 30분만 걸렸다.	

2. 왜왜(W-W, Know-Why)분석

2.1 왜왜(W-W, Know-Why)분석에 의한 개선순서

단 계	구체적 방법
1. 현상 파악	① 3現주의(現場, 現物, 現實)에 입각한 자세한 관찰 ② 정상적인 상태와 비정상적인 상태의 구분을 명확히 ③ 현상을 가능한한 세분화하여 구별(아래의 층별과 연계) ④ 현장에서 현물이 현실적으로 나타내고 있는 현상외에 그 시기의 근무조, 작업자, 작업방법, 운전상태, 주위환경 등을 발생현상에 대비하여 파악
2. 현상 층별	* 부위별 * 형태별 * 시기별 * 빈도 * 주기별 * 종류별

3. PM 분석

3.1 PM분석의 방안과 특징

(1) PM분석이란

PM분석이란 현상을 이치적으로 생각하지 않는 특성요인도의 약점을 커버하기 위해 JIPM의 白勢 國夫(시로세 구니오)씨가 만든 만성Loss“0”으로의 방안이다. PM분석은 개선수법이 아니라 방안이라는 데 의의가 있다.

PM분석이란 이름의 유래

- 「현상(Phenomena)을 물리적 (Physically)해석하는」에서의 “P”
- 「메카니즘(Mechanism)과 4M(Machine, Material, Method, Man)의 과의 관련성분석 기법」에서의 “M” 등의 머리 글자를 따서 「PM분석」이라고 함.

3.2 PM분석의 구체적인 진행방법

(1) “현상”의 명확화

현상을 바르게 이해하고, 현상이 나타나는 법, 상태·발생부위·기계차 등에서 현상의 형태(패턴)을 구별하는 일

▶Point

1. 3현주의 (현장, 현물, 현상)에 입각하여 사실을 잘 관찰, 분석한다.
2. 현상을 가능한 한 층별한다(5W1H).
3. 정상적 상태(양품)과 이상한 상태(불량품)을 비교하여, 차이(유의차)를 빠뜨리지 않는다.

개발·설계, 試作, 제조, 사용 등의 단계에서 발생하는 이상 및 고장은 그 원인을 조사해서 필요한 대책을 취하고 대상의 신뢰성을 향상시킬 필요가 있다. 고장해석이 없는 신뢰성개선 및 관리활동은 생각할 수가 없다고 볼 수 있다.

설비 및 제품의 고장해석을 위한 고장해석법의 방법 및 특징은 일반적으로 <표>과 같이 정리할 수 있는데, 고장문제의 해석을 위한 원인분석단계에서 자주 쓰이는 기법으로서는 FMEA, 신뢰성블록도 및 FTA, 신뢰성분석 및 가동성계산, PM분석 등이 있다.

4.2 FMEA(Failure Mode & Effect Analysis)

4.2.1 FMEA의 발전과 의의

FMEA는 1950년대초 구라망항공회사가 개발한 것이 시초로서, Bottom-up에 의한 분석을 하는 것이 특징이 되며, FMEA양식은 MIL-STD-1629-101에 따라 실시된다.

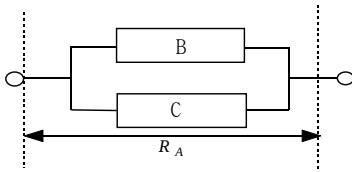
4.2.2 FMEA실시절차

FMEA실시절차는 다음과 같다.

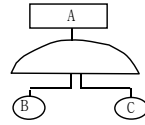
- ▷순서1 : 시스템·서브시스템의 구성 과 임무의 확인
- ▷순서2 : 시스템·서브시스템의 분석레벨결정
- ▷순서3 : 기능별 블록의 결정
- ▷순서4 : 신뢰성블록도 작성
- ▷순서5 : 블록별 고장모드의 열거 및 검토
- ▷순서6 : FMEA에 효과적인 고장모드의 선정
- ▷순서7 : 선정된 고장모드에 대한 추정원인 열거
- ▷순서8 : FMEA용지에 요약기입
- ▷순서9 : 고장등급평가 및 결과정리(C_s , 등급)
- ▷순서10 : 고장등급이 높은 것에 대한 대책 및 개선제안(설계변경, 고신뢰성부품채용, 신뢰성관리절차의 변경, 시험 및 검사절차의 변경 등)

여기서, 순서1에서의 시스템·서브시스템의 구성은 「시스템→서브시스템→검포넌트→조립품→부품」의 5단계로 된다. 순서8에서의 FMEA표는 ①번호, ②대상품목, ③기능, ④고장모드, ⑤추정원인, ⑥영향(서브시스템, 시스템), ⑦고장검지법, ⑧고장등급평가(C_s , 등급), ⑨대책 등으로 구성되는데 FMEA표 사례는 <도표 13-29>와 같다.

<도표 13-37> 병렬계 신뢰성 블록도



<도표 13-38> AND 게이트에 의한 FT도



(2) OR Gate의 경우

$$\textcircled{1} F_A = F(B \text{ OR } C) = F(B \cup C)$$

$$(B \text{와 } C \text{가 독립사상이면}) \therefore F_A = F_B + F_C - F_B \cdot F_C$$

$$(F_B = 1 - R_B, F_C = 1 - R_C \text{로 대치하면}) \therefore F_A = 1 - (1 - F_B)(1 - F_C)$$

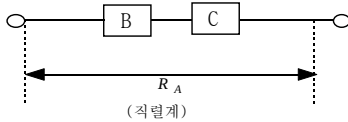
\textcircled{2} 위 \textcircled{1}과 다른 방법으로 계산하면

$$\begin{aligned} F_A &= 1 - R_A = 1 - R_B \cdot R_C = 1 - (1 - F_B)(1 - F_C) \\ &= F_B + F_C - F_B \cdot F_C \end{aligned}$$

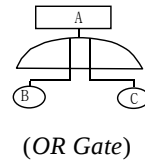
\textcircled{3} n 개의 기본사상의 OR결합시에는

$$\begin{aligned} F_S &= 1 - (1 - F_1)(1 - F_2) \cdots (1 - F_n) \\ &= 1 - \prod_{i=1}^n (1 - F_i) \end{aligned}$$

<도표 13-39> 직렬계 신뢰성 블록도



<도표 13-40> OR 게이트에 의한 FT도



(3) 사상의 고장확률을 구하는 방법

그런데 톱사상 A의 고장확률 F_A 를 구하기 위해서는 하위사상인 B, C의 고장확률 F_B, F_C 를 구하는 것이 중요한 데, 그 중 하나인 F_B 를 대상으로 고장확률을 구하는 방법은 다음과 같다.

$$\text{신뢰도 } R(t) = e^{-\lambda t} = e^{-t/MTBF} \approx 1 - \frac{t}{MTBF} \quad (\text{단, } t \text{는 사용시간}) \text{ 이므로}$$

사상 B가 고장날 확률 F_B 는

$$F_B = 1 - R_B = 1 - (1 - \frac{t}{MTBF}) = \frac{t}{MTBF} \quad (<1)$$

여기서 t 는 사용(가동)시간, R_B 는 B의 신뢰도이고

제14장 TPM과 타혁신활동의 융합

★ 차 례 ★

1. 경영 혁신의 진전과 TPM의 필요성 / 433
 - 1.1 치열한 기업 환경과 기업의 대응 / 433
 - 1.2 생산 현장의 문제점과 TPM의 필요성 / 434
 - 1.3 TPM과 경영혁신 타활동과의 관계 / 435
2. ISO 9000과 TPM / 435
3. 관리 간접 부문의 생산성 향상과 TPM / 437
4. JIT와 TPM / 439
5. CIM과 TPM / 441
6. 4S(CS,ES, SS, GS)경영과 TPM / 441
7. 리엔지니어링과 TPM / 444
8. 리스트럭처링과 TPM / 445
9. 컨커런트 엔지니어링과 TPM / 447

1. 경영 혁신의 진전과 TPM의 필요성

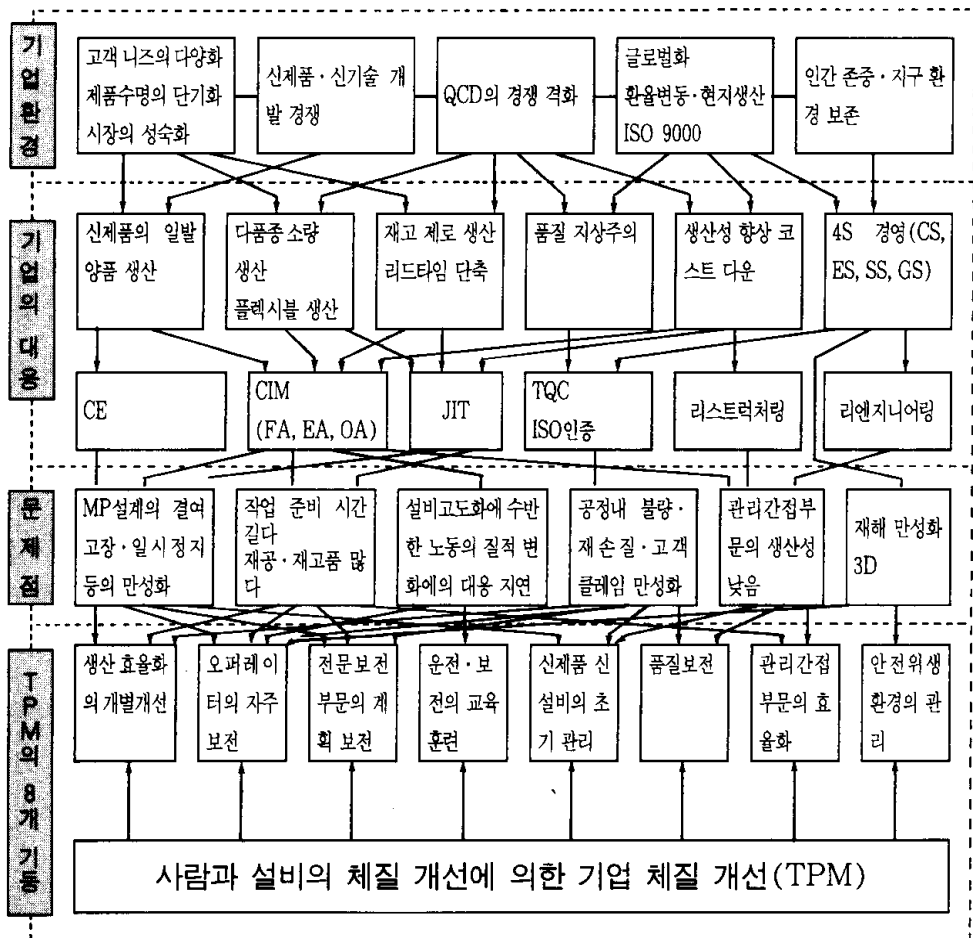
1.1 치열한 기업 환경과 기업의 대응

치열한 기업 환경에 대응하여 제조 기업은 살아 남기 위해 필사적으로 경영 혁신에 대처하고 있는 실정이다.

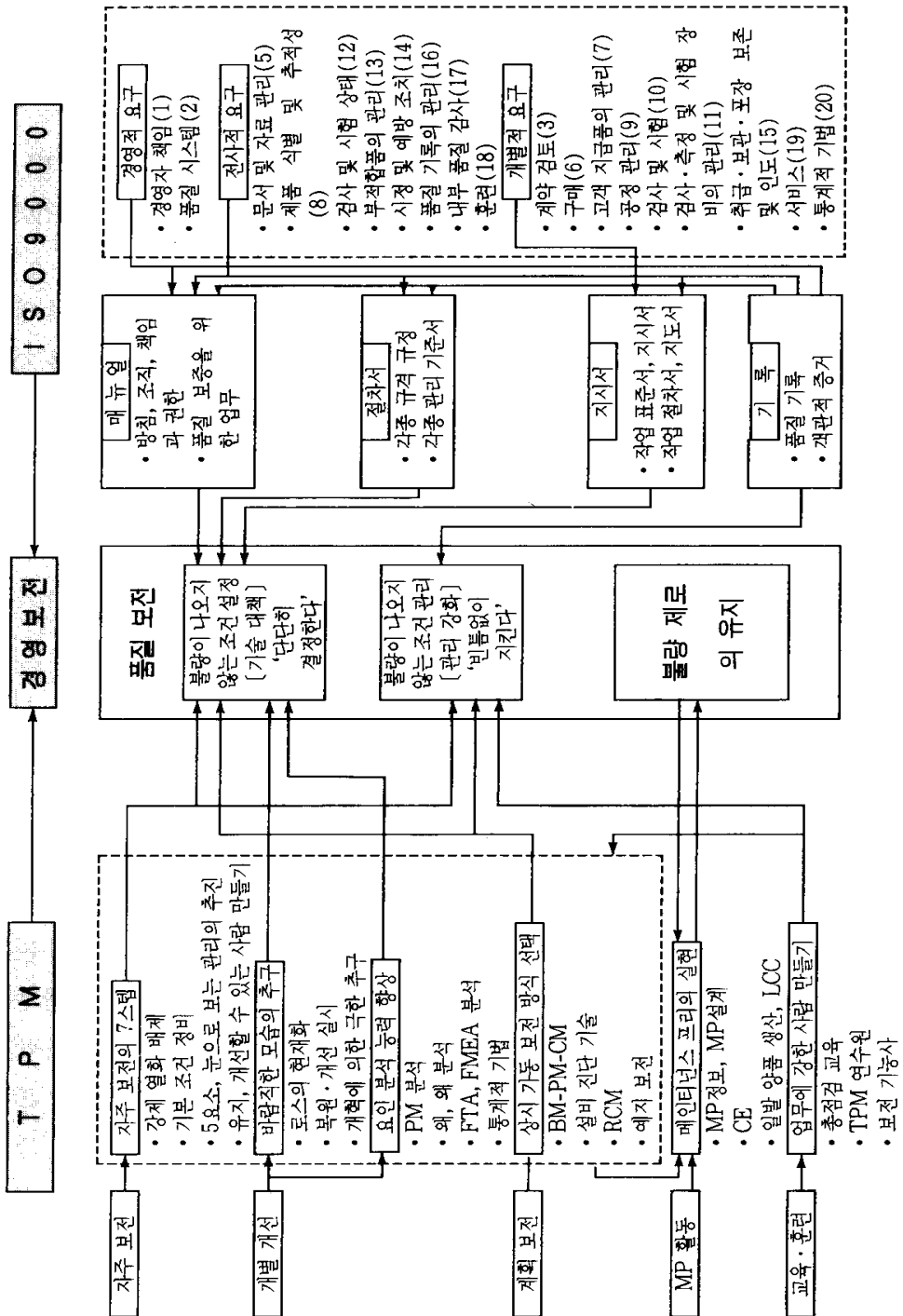
<도표 14-1>은 경영 혁신의 진전과 TPM의 필요성을 제시한 것이다.

기업을 둘러싼 환경은 고객 니즈의 다양화, 제품 수명의 단기화, 시장의 성숙화, 신제품, 신기술 개발 경쟁, QCD개발 경쟁, 글로벌화, 환율 변동, 현지 생산, ISO 9000에 더하여 '인간 존중과 지구 환경 보존'이 요구되고 있다.

<도표 14-1> 경영 혁신의 진전과 TPM의 필요성



<도표 14-3> TPM과 ISO 9000



제15장 RCM(신뢰성 중심 보전)

★ 차 례 ★

1. RCM의 개념의 필요성 / 451
2. RCM의 일반적인 개념 / 451
3. RCM의 개념 요소 / 454
4. TPM에 있어서의 RCM의 개념 / 457
5. 기타 RCM의 관련 사항 / 461
6. RCM의 기본적인 나아갈 방향 / 463
7. RCM 해석의 스텝전개 방법 / 465
8. TPM에서의 RCM 추진방법 / 488

이지만 왜, 어디를, 어느 정도까지 보전할까가 애매하여 논리적 근거에 의탁하게 되고 시스템의 기능 회복을 너무 서둔 나머지 고장의 원인이 배제되어 있지 않는 것도 많다.

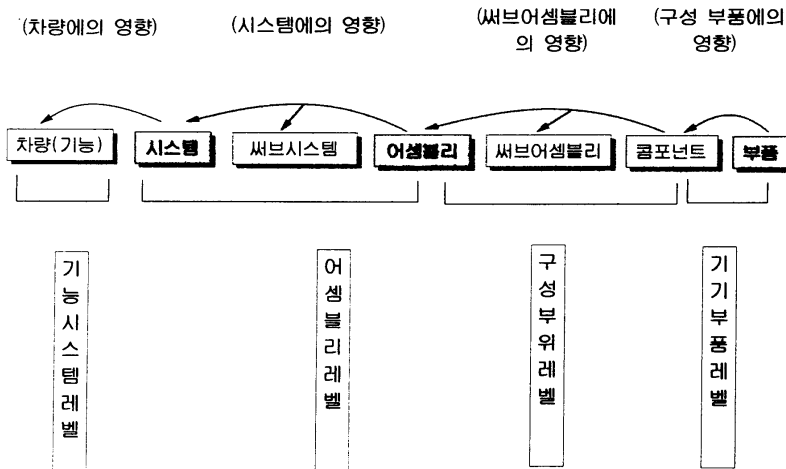
설비 일생 가운데 가장 장기간에 걸쳐 있고 신뢰성이 가장 필요한 우발고장기에는 신뢰성을 중시하는 RCM이 최적인 보전 방식이 되고 있다.

(7) RCM에서 부품고장을 중시하는 이유

종래의 계획 보전은 공장내 각종 설비를 기본 단위로 하여 각 설비의 운전, 보전기록 및 운전, 보전, 검사 각 담당자의 지식 경험을 토대로 한 판단에 의해서 예방보전, 개량보전, 사후보전 등에 보전 방식을 선정하는 것이 많다.

RCM에서는 보전 목적이 시스템 기능을 보전하는 것으로 시스템 최하위 구성 부품 레벨에서 발생하는 고장을 방지해서 부품 불량률 상위 아이템에 점차 파급되어 시스템의 기능 고장에 이르는 것을 방지하기 위해 각 부품에 최적인 보전방식을 선택하려 하는 것이다.

<도표 15-7> 차량의 아이템 고장이 시스템에 미치는 영향의 발전단계



4. TPM에 있어서의 RCM의 개념

(1) TPM활동에서의 RCM의 개념

① 시스템 가동직후의 아이템 불량률은 최대한 설계중에 신뢰성 공학을 적용해서 예방하지만 그 후의 아이템 열화에 의한 시스템 트라블 발생은 RCM으로 보전한다.

② RCM의 도입에 있어서는 기획, 기술 스태프와 함께 TPM활동으로서 고장, 불량제로 라인을 달성한 현장 제1선과 건설기술 회사와 보전기술 회사의 상호 협조가 필요하다.

③ 장치산업, 가공조립 산업 어느 경우에도 보전 요원과 운전 요원 쌍방이 시스템의 기능을 보전하는 것이 설비의 운전, 보전과 함께 중요한 업무라는 것을 인식할 필요가 있다.

④ RCM 표적은 TPM과 같이 사람과 설비의 안전 확보, 시스템의 신뢰성 향상과 설비의 보전성 향상에 있다.

기술 회사가 시스템의 프로세스 오너인 경우는 코스트를 지불하더라도 협력 요청을 해야 한다.

▶ 제3스텝 : FTA/FMECA에 의한 고장해석과 평가

제2스텝에서 기능상 중요하다고 판단된 고장 중에서 FMECA에 의한 치명도 또는 FTA에 의한 고장 발생의 경로, 원인, 확률 등을 고려해서 논리나무해석(LTA)으로 보전방식 선정을 필요로 하는 고장을 결정한다.

▶ 제4스텝 : LTA(논리나무해석)에 의한 최적보전방식 선정

▶ 제5스텝 : RCM 작업 Sheet의 작성

▶ 제6스텝 : RCM 효과 확인

▶ 제7스텝 : RCM의 정착

7. RCM 해석의 스텝전개 방법

7.1 RCM 해석의 스텝전개

스텝	스텝명	과제	활동내용
제0스텝	도입준비	도입기본교육, 추진 체계구축	개념의 이해 교육 훈련 추진체계 및 매뉴얼 정비
제1스텝	기초자료 작성	데이터 수집, 정리	① Block Flow Sheet ② 기능 블록도 ③ 시스템 구성요소 전개도 ④ 컴포넌트 고장 실적표 (MTBF분석표)(보전작업내용) ⑤ 컴포넌트 구조도
		분석 대상 설비의 선정	① RCM 해석 필요 분석대상 설비 선정 ② 시스템(계통) 경계 설정
제2스텝 (RCM해석-1)	기능고장 해석(FFA)	기능고장 재발 예측 List-up 기능고장해석표 작성	① 기능고장해석(FFA) ② 기기 고장영향 평가/중요도 결정
제3스텝 (RCM해석-2)	FMEA/FTA 고장해석	FMEA/FMECA에 의한 고장유형 및 영향 평가 대책안 도출 대책실시	① 시스템·서브시스템 구성과 임무확인 ② 시스템·서브시스템의 분석레벨 결정 ③ 기능별 블록의 결정 ④ 신뢰성블록도 작성 ⑤ 블록별 고장모드의 열거 및 검토 ⑥ FMEA에 효과적인 고장모드의 선정 ⑦ 선정 고장모드에 대한 추정원인 열거 ⑧ FMEA 시트에 요약기입 ⑨ 고장등급평가 및 결과정리(C_s , 등급) ⑩고장등급이 높은 것의 대책 및 개선

스텝	스텝명	과제	활동내용
		FTA에 의한 고장해석	FTA 분석 절차의 활용
제4스텝 (RCM해석-3)	LTA 최적보전방식 설정	LTA(Logic Tree Analysis)에 의한 고장모드별 유효보전 분석 및 보전방식 선택	① LTA의 실시 ② 최적보전방식 설정
제5스텝 (RCM 보전)	RCM 작업 Sheet작성	RCM 보전내용의 설정 (최종 RCM실시 권고안 도출) RCM 보전내용의 실시	① RCM 작업내용 설정 ② 보전작업 패키징 ③ RCM 작업 실시
제6스텝	RCM 효과확인	RCM 유효성 분석 및 확인	① 보전비용의 집계 ② 고장트리블 집계 ③ RCM 유효성 분석·확인
제7스텝	RCM 정착화· 확대전개	RCM 정착화 개선, 확대 전개	① 정착화 개선 ② 확대 전개

7.2 스텝전개의 구체적인 추진법

7.2.1 제1스텝 기초자료 작성

(1) 데이터 수집 및 정리

① Block Flow Sheet의 작성

