

설비진단 및 관리SYSTEM 구축에 관한 연구

김태수, 이찬호, 조길상, 양동욱, 이진충

제철전기콘트롤주식회사 자동화사업부

THE STUDY ABOUT FACILITY DIAGNOSIS AND MANAGEMENT SYSTEM

ABSTRACT

WE STUDIED ABOUT THE ADOPTED SYSTEM TO POSCO FACILITY WHICH IS VERY COMPLEXITY AND VARIOUS AS AN EXAMPLE FOR STUDING A FACILITY DIAGNOSIS AND MANAGEMENT SYSTEM THAT IS STARTING TO BE DISTINGUISHED IN THE NOWADAYS. AT THE FIRST, EXPLAIN WHAT'S THE BACKGROUND WHY POSCO ADOPTED THE SYSTEM, AND IT'S GOAL, AND IT'S PROMOTING DIRECTION AND WAYS. AND THERE AFTER STUDIED IT'S RESULTS AND EFFECTIVE ANALYSIS. FINALLY INQUIRY ABOUT THE FUTURE IMPROVEMENT AND DEVELOPMENT ITEMS THROUGH PROBLEMS WHICH BECOME KNOWN DURING THE PROJECT PERIODS.

1. 적용 배경

포철의 설비는 점점더 복잡화 및 다양화로 인해 수많은 단위의 설비가 서로 연계되어 운용되고있으며 이와같은 수많은 설비를 효율적으로 관리하기 위해서는 여러 조직이 서로 분화하여 작업을 하지않으면 안되게되었다 이에 다음의 이유로 인해 설비를 중앙 집중화하여 체계적으로 관리할 필요가 절실히 요청되었다

1.1. 설비

- 1) 설비의 대형화, 복잡화에 따라 인간의 오감 점검이 불가능
- 2) 설비의 대형화, 복잡화에 따라 기계고장에 의한 손실 증가
- 3) 설비의 신뢰성 요구에 따른 신뢰성 향상을 위한 DATA 가 필요

1.2. 조업

- 1) 양질의 제품요구로 인한 기계고장에 의한 제품불량 문제억제
- 2) 기계고장으로 인한 제품의 납기 지연, CLAIM 발생
- 3) 생산단위의 대형화로 인한 기계고장에 의한 손실 증가

1.3. 정비

- 1) 인간의 오감정비에 의한 OVER HAUL 을 실시함으로써의 과잉정비(OVER MAINTENANCE) 발생
- 2) 잦은 수리는 인위적 고장요인 발생
- 3) 정비가술의 체계적 누적으로 중복회피
- 4) 정확한 설비진단에 의한 예비품의 재고기간 단축
- 5) 제조가격 중에서 정비비의 비율이 상승하게 되어 고장의 미연방지 및 확대방지에 의한 절감이 필요

1.4. 설비관리

- 1) 정확하고 신뢰성있는 정량적 점검, 정량적 판정기준, 경향관리 불가능
- 2) 열화상태 불량부품의 파악곤란 적절한 예비품 발주 불가능
- 3) 설비인력의 정량화를 이룰 수 없으므로 적합한 대책과 기술 축적이 곤란

1.5. 점검

- 1) 오감으로는 최근의 대형 고속기계진단이 어려워짐
- 2) 사람의 점검은 기록성이 없고, DATA 축적이 어려움
- 3) 점검자의 기능차로 인한 점검정도에 의한 격차발생
- 4) 설비의 대형화에 따른 점검 개수의 증대
- 5) 인력난에 의한 우수한 점검자 확보가 어려워짐

2. 적용목적

포철의 설비진단 및 관리SYSTEM의 적용목적은 고장의 ZERO 화, 수리시간 및 양의 최소화, 성능 및 정도의 유지 개선을 통한 설비효율의 극한을 추구하는데있다.

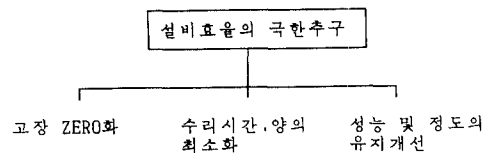


그림 2.1 SYSTEM의 궁극목표
FIG. 2.1 THE FINAL GOAL OF SYSTEM

3. SYSTEM 목표 실현방법

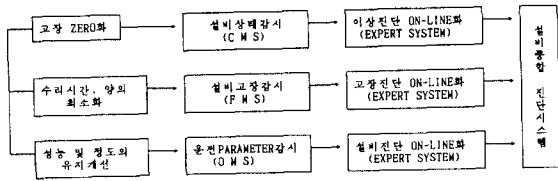


그림 3.1 SYSTEM 목표실현 방법
FIG 3.1 A METHOD OF SYSTEM REALIZATION

4. SYSTEM 도입 추진방향

4-1. SYSTEM 구성면

- 1) 설비상태 감시를 위해 설비감시진단 SYSTEM(DIAGNOSIS SYSTEM; DS) 하위 에 별도의 CMS (CONDITION-MONITORING SYSTEM)를 구성한다.
- 2) 설비고장감시 및 고장진단을 위해서는 기존 조업용 PLC로써 FMS(Fault Monitoring System) 또는 별도의 COMPUTER SYSTEM 인 EMM(ELECTRICAL MAINTENANCE AND MONITERING SYSTEM) 을 구축하여 전고장 정보를 수집 한다.
- 3) 운전 PARAMETER 감시 (OPERATING PARAMETER MONITORING SYSTEM; OMS)는 장래 조업용 SCC COMPUTER 와 연계시키는 것으로 한다.
- 4) 이상 및 고장 설비진단을 위해 최신 진단적용기법인 EXPERT SYSTEM을 구축 이불 위해 AI TOOL을 도입한다.
- 5) SYSTEM간 연결은 D/S의 상위에 TD/S(TOTAL DIAGNOSIS SYSTEM) 를, 동위 LEVEL의 조업용 SCC 및 하위의 CMS,FMS(EMM)를 ON-LINE 처리 가능토록 H/W 를 구성 한다.
- 6) 설비감시 진단 SYSTEM (DS)이 도입되지않은 공장에서는 CMS를 단독 설치하고 고장정보 관리는 EMM 또는 FMS 에서 처리토록 한다.

4-2. 설비감시대상

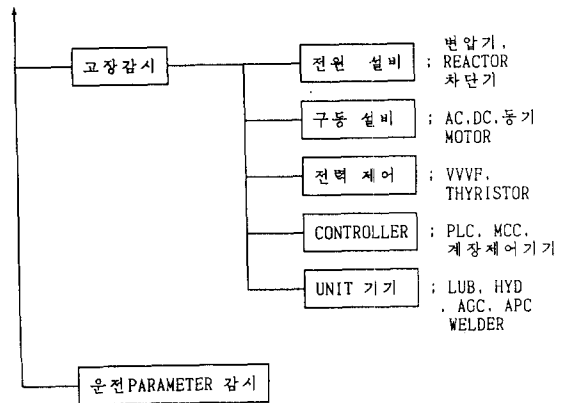
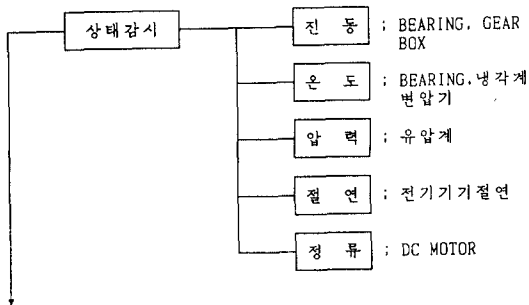


그림 4-2 적용대상
FIG 4-2 A SUBJECTS OF ADOPTION

4-3. DATA 활용방안

1) 진단 처리

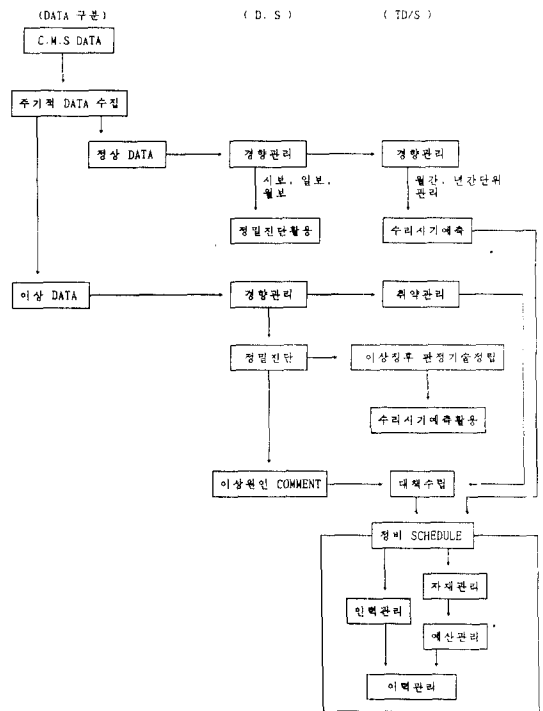
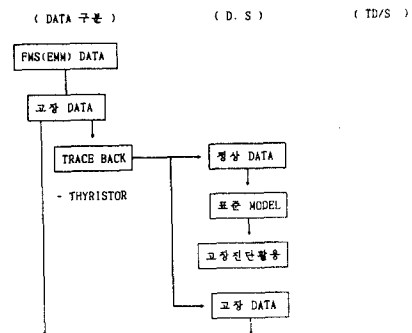


그림 4-3-1 진단 DATA 처리
FIG 4-3-1 A PROCESSING OF DIAGNOSIS DATA

2) FAULT 처리



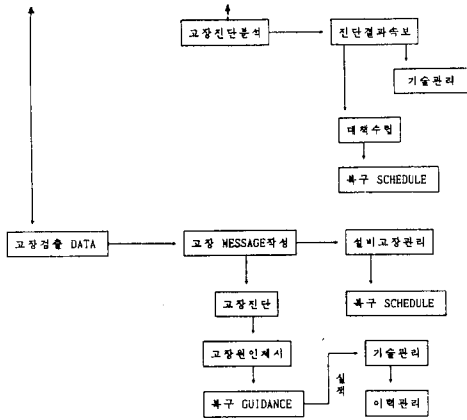


그림 4-3-2 고장 DATA 처리
FIG 4-3-2 A PROCESSING OF FAULT DATA

5. 포철 설비진단 및 관리SYSTEM의 기본구성

5.1. 구성도

1) H/W 구성도

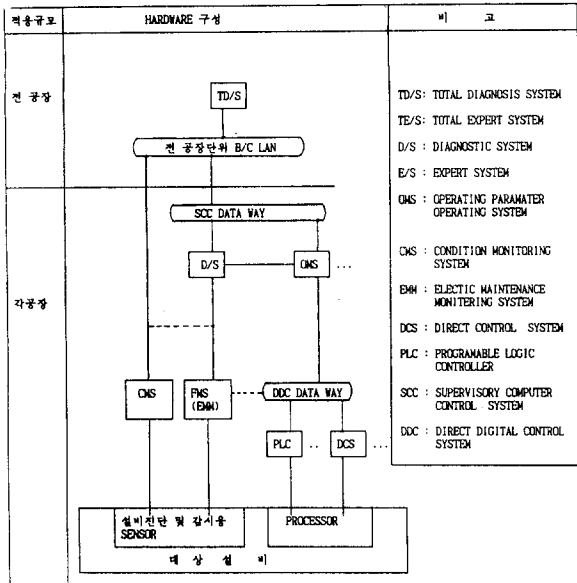
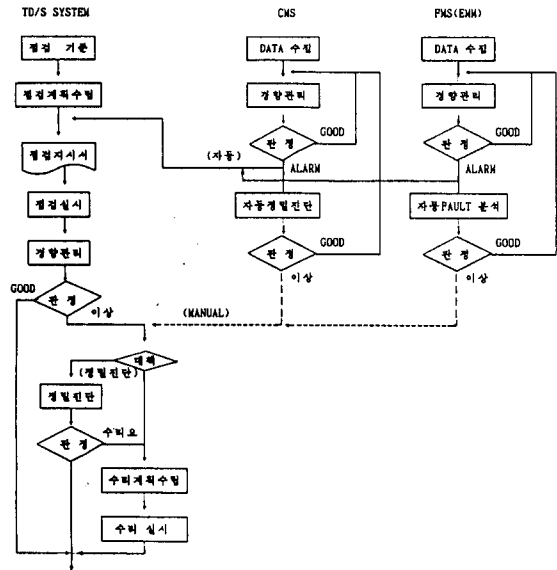


그림 5-1-1 BASIC H/W CONFIGURATION
FIG 5-1-1 BASIC H/W CONFIGURATION

2) 기본 S/W 구성도

기본 SYSTEM의 업무처리 FLOW는 CMS 또는 FMS(EMM)에서 ALARM이 발생하면 그 정보를 최종적으로 TD/S의 SYSTEM에 보내게 되고, 여기서 주기적인 점검 지시서와 함께 ALARM 발생설비에 대한 점검지시서가 자동적으로 출력되고 점검지시서에 따라서 점검을 실시하여 그 결과에 따라서 수리작업을 실시하게 된다



설비관리실적종합분석
그림 5-1-2 TD/S SYSTEM의 FLOW
FIG 5-1-2 TD/S SYSTEM FLOW

5.2. SYSTEM 상세설명

1) SYSTEM LEVEL 간 주기능 비교

LEVEL	구 분	주 요 기 능
DDC	상태감시	o. DDC LEVEL의 SYSTEM으로서 온도, 진동 등의 상태 CHECK
	CMS (CONDITION MONITORING SYSTEM)	o. 설비의 ABNORMAL, DAMAGE상태를 자체 CRT 및 PRT로 OUTPUT o. 온도, 진동의 NORMAL, ABNORMAL DATA를 정기, 부정기적으로 D/S에 송신
SSC	고장감시	o. 설비의 ON-OFF상태 감시와 FAULT발생 및 원인 CHECK
	FMS(EMM) (FAULT MONITORING SYSTEM)	o. DATA발생시 REAL TIME으로 D/S에 DATA 송신
B/C	이상및고장진단	o. CMS, FMS로부터 온도, 진동, 고장정보등을 수신하여 DATA분석 및 출력
	D/S (DIAGNOSIS SYSTEM)	o. 경향관리 DATA편집 및 고장DATA의 TD/S 예송신 o. AI TOOL을 이용하여 고장진단 EXPERT SYSTEM으로 고장의 정밀분석
B/C	설비종합관리	o. 설비관리 업무의 전산처리를 행하는 설비관리 TOTAL SYSTEM (수리, 점검, 자체, 정비비, 예지, 고장, 이력등)
	TD/S (TOTAL DIAGNOSIS SYSTEM)	o. D/S로부터의 정보수신처리 및 HISTORY 관리

그림 5-2-1 SYSTEM LEVEL간 기능비교
FIG 5-2-1 A FUNCTION COMPARISON BETWEEN SYSTEM LEVEL

2) DIAGNOSIS SYSTEM S/W 기능

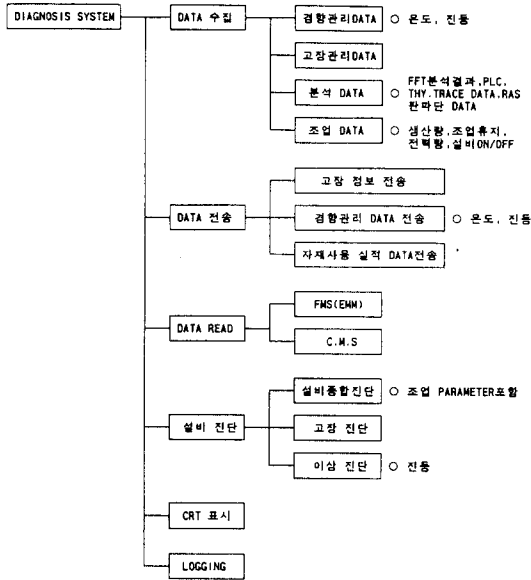


그림 5-2-2 DIAGNOSIS S/W FLOW
FIG 5-2-2 DIAGNOSIS S/W FLOW

3) CMS 단독의 S/W

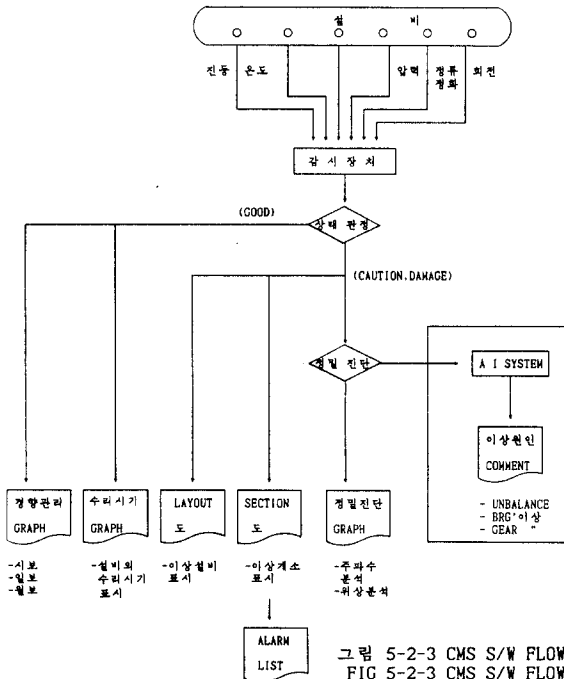


그림 5-2-3 CMS S/W FLOW
FIG 5-2-3 CMS S/W FLOW

6. 포철설비진단 및 관리SYSTEM의 적용

6.1. SYSTEM의 변천단계

포철의 설비진단의 변천과정은 외국의 기술단으로 SYSTEM을 도입('85년) 하던 시기를 거쳐 1 단계('86-'87년)의 소규모 단독처리의 간이진단기술을 적용한 국산화를 실시

한 시기, 2단계('88년)의 중규모 분산처리의 정밀진단기술을 도입한 시기, 3 단계('89-'90년)의 대규모의 분산처리의 AI를 도입한시기로 나눌수 있다.

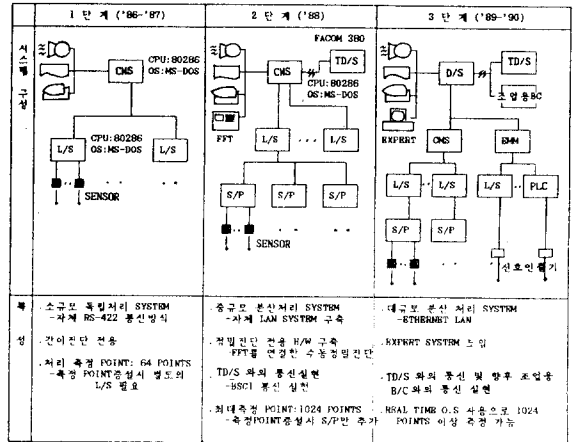


그림 6-2 TRANSITION PERIOD
FIG 6-2 TRANSITION PERIOD

6.2. SYSTEM 적용 현황

1) 현 가동중 SYSTEM ('90. 6/E 현재)

공장명	설비명	CMS	FMS(EMM)	TD/S와의 연결
포항 공장		21 개소	3 개소	8 개소
광양 공장		7 개소	3 개소	4 개소

2) '90년 가동 예정 SYSTEM

공장명	설비명	CMS	FMS(EMM)	TD/S와의 연결
포항 공장		8 개소	5 개소	11 개소
광양 공장		14 개소	8 개소	8 개소

6.3. SENSOR 적용 현황

1) 현 가동중 SYSTEM ('90. 6/E 현재)

공장명	설비명	CMS	FMS(EMM)	SENSOR의 종류
포항 공장		3,107 EA	1,699 EA	진동, 정류회화 온도, 전류, 근접, TORQUE 전압, 주파수 속도, 변위 기타
광양 공장		784 EA	1,772 EA	

2) '90년 가동 예정

공장명	설비명	CMS	FMS(EMM)	SENSOR의 종류
포항 공장		929 EA	4,143 EA	진동, 정류회화 온도, 전류, 근접, TORQUE 전압, 주파수 속도, 변위 기타
광양 공장		3,676 EA	5,066 EA	

6.4. 이상예지 현황분석 및 사례 LIST

1) 이상예지 현황분석

('90. 6. E 현재)

구분	'85	'86	'87	'88	'89	'90	계
예지건수	8	13	9	15	34	9	88
고장예방시간	54	86	39	52	152	38	421
별감금액(천원)	401,544	639,496	340,607	760,406	1,108,848	1,058,848	3,389,475

2) 이상예지 사례 LIST

● 2 열연 공장

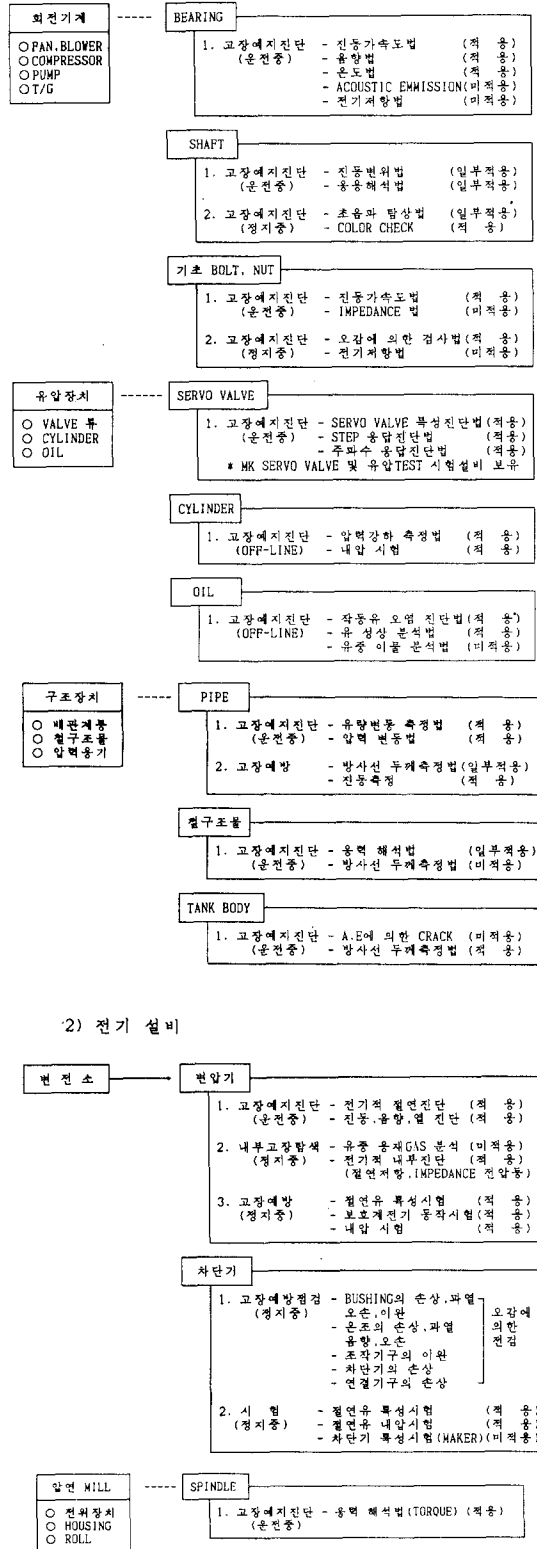
순회 일자	P.U. NO	설비명	이상현상	점검결과 및 원인	조치내용	조치결과	
1 '87. 8. 6	ACC 008	FW #3 Looper Roll	Roll Drive축 Brg'에서 진동가속도치의 상승	Brg' 마모	경수시 Looper Roll교환	진동치 : 0.270~0.020	
2 '88. 1. 15	ACC 044	FW #3 Main Reducer	진동가속도치(ACC Peak)의 상승으로 ALARM 발생	감속기 Base Bolt 풀림	Bolt 체결	진동치 : 0.20~0.020	
3 수시	Dis73, 74, 75, 76, 77, 78	FW1-FW3 Check Clamp-Bolt	번위 Sensor 6EA	Thrust 하중발생	Work Roll 단위로 Thrust 하중발생	Work Roll 교환후 Thrust 하중감시	Thrust 하중관리로 W/R 수명연장가능 일 Check Clamp Bolt의 절단방지에 의한 출방예지가 가능
4 '88. 6. 15	ACC 008	FW #3 Looper Roll	Roll Drive축 Brg'에서 진동가속도치의 상승	Brg' 마모	경수시 Looper Roll 교환	진동치 RMS:0.34~0.020 Peak:2.0~0.10	
5 '88. 6. 17	ACC 052	FW #7 Feed Roll	Roll Drive축 Brg'에서 진동치 상승	Brg' 마모	경수시 Feed Roll 교환	진동치(속도) 0.8~0.10cm/s	
6 '89. 6. 13	ACC 008	FW #3 Looper Roll	Roll Drive축 Brg'에서 진동치 상승	Brg' 마모	경수시 Looper Roll 교환	진동치 RMS:0.350~0.050 Peak:1.50~0.340	

● 산 소 공장

순회 일자	P.U. NO	설비명	이상현상	점검결과 및 원인	조치내용	조치결과	부차요파
1 '87. 12. 28	A45	#7 짐소 압축기 Motor Brg'	Mode 4의 급격한 상승 (0.27cm/sec)	Unbalance Motor Brg'의 마모	Rotor Balancing Brg'교체	진동속도치 감소 0.27~0.10cm/sec	설비이상원인의 근본대별 유압과능으로 예비비 점검(동일유형의 이상인 경우엔 하중발생하였음)
2 '88. 1. 27	A70	#7 DC/AC Pump	진동가속도치(ACC-RMS DA)의 상승으로 Alarm발생	Brg' 및 Motor의 심한 마모	Brg'교환 Journel bearing 교체 기동부류 제거등	진동가속도치의 감소 2.40~0.50	외형적인 설비원인 파악완료
3 '88. 1. 28	A8	#6 짐소 압축기	압축기 Motor Brg'부의 진동가속도치 증가	압축기의 Unbalance Motor Brg'진동상승요인 이 별	Coupling Pin인발 교환 All-innent Check	진동가속도치의 감소 0.35~0.10cm/sec	설비이상원인의 근본대별 유압과능으로 예비비 점검(동일유형의 이상인 경우엔 하중발생하였음)
4 '88. 2. 27	A21	#8 산소 압축기	압축기의 진동가속도치가 동부 다중속기에 비하여 높음	Planet Gear'부의 마모 Gear'의 진동가속도치가 동부 다중속기에 비하여 높음	Planet Gear'의 교체 Gear'의 진동가속도치가 동부 다중속기에 비하여 높음	진동가속도치의 감소 30~0.40	대형사고의 미연방지를 예비비점검
5 '88. 5. 6	A81	#6 Cooling Fan 압축기	저속운전중 Mode5의 상승 및 Alarm발생 (15~25사) Motor Trip (5/12)	감속기 내부에 Oil누출 Pinion Gear'손 1.2단 Oil'마모	에비용으로 교체	진동변위치 감소 (35~9.0μ)	부품사용 시간 연장
6 '89. 3. 23	A49	#8 N2 Compressor	작 Mode별 진동치가 상승함	Gear Coupling 부 Grease 고착 및 Gear'손상	Gear Coupling 교체	진동치 감소 170~80	대형사고의 미연방지를 예비비점검

6.5 대상설비 및 진단기술 활용현황

1) 기계 설비



HOUSING 본체

1. 고장예지진단 - A-E에 의한 CRACK (미적용)
(운전중)

ROLL

1. 고장예지진단 - 조음과 합상법 (일부적용)
(정지중) - 자분 합상법 (미적용)

CONVEYOR 류 --- **SPINDLE**

BELT CONVEYOR

1. 고장예지진단 - 조음과 합상법 (일부적용)
(정지중)

2. 고장예지진단 - 용역 측정법 (적용)
(운전중)

제어 PANEL

1. 고장 예방 점검 - 과열, 이음, 이취, 진동 등의 점검, 도압에 의한 점검, 남벌부의 부식, 이음부의 마모부품의 점검, 교환보수 (OFF-LINE, 적용), 보호회로의 상태 (OFF-LINE, 적용), 차단기, FUSE등의 상태 (OFF-LINE, 적용), 전류BALANCE 상태 (OFF-LINE, 적용)

2. 고장점검 - THYRISTOR의 OPEN고장, SHORT고장의 표시 (ON-LINE, 적용), THYRISTOR의 TURN-OFF 시간, 소파 판단 (OFF-LINE, 적용), THYRISTOR의 GATE압도, 소파 판단 (OFF-LINE, 적용)

3. 일반시험 (정지중) - 절연저항측정 및 내압시험, PRINT CARD, SEQUENCE 동작시험, 각부 특성시험과 조정, THYRISTOR 제어시험, SIMULATION TEST, 내 NOISE TEST, 보호장치의 동작시험 (적용)

교류 전동기 --- **절연**

1. 고장예지진단 - 직류 고압시험 (적용) (정지중), WEGGER 시험 (적용), 교류 고압시험 (적용)

2. 고장예지진단 - ON-LINE WEGGER법 (적용) (운전중), 순시접지 검출법 (적용)

3. 일반시험 - 내전압 시험 (적용) (정지중), 온도상승 시험 (적용)

권선-기계 열적 이상

1. 고장예지진단 (정지중) - 진동계 HAMMERING법에 의한 이한, SHOCKING HAMMERING법에 의한 이한

2. 고장예지진단 (운전중) - COIL END 진동 감시 (미적용), 진동, 용압에 의한 (일부적용) 이한, 권선온도 감시 (적용), COIL END 극부과열 (미적용)

권선-전기적 이상

1. 고장예지진단 (정지중) - 절연저항 측정 (적용), HAMMERING법 (적용), 절연시험 (적용), 교류과 유도법 (적용) (정지, 단락개조)

2. 고장예지진단 (운전중) - 1차/2차 전류 해석법 (미적용), 기동전류 해석법 (미적용)

직류 전동기 --- **정류**

1. 고장예지진단 (운전중) - 교류과전류/전자와 (적용) 감시법, BRUSH기동 감시법 (일부적용), 정류자전류 (특진중) (일부적용) 측정법

2. 정류 조정 (정지중) - 중성점 전압 측정 (적용), 정류자 편간전압 (적용), BRUSH 전압강하 측정 (적용), BRUSH 압 측정 (적용), 정류자 편심 측정 (적용), 자속분포 측정 (미적용), 축전류 (적용)

기계적 이상

1. 고장예지해석 - 회전기계 이상진단 (적용) 진단 (정지중), METAL 흡수 진단 (적용)

특성 시험

1. 부하부 특성시험, 2. 온도상승시험, 3. 순시시험, 4. 과속도 시험, 5. GD2 시험 } MAKER 시험

CABLE

1. 고장예지진단 (운전중) - 절연저항 측정 (일부적용) 발전상태에서 도체와 차폐층간 또는 차폐층과 내지간의 절연저항 측정, 설파크로시기 (미적용) 외견류에 의한 절판전류 검출

2. 내부고장탐색 (정지중) - SURGE 수신방식 (미적용) 고장점으로 부터 송수신단에 진행파가 도착하는 시간차를 측정

속도 (V) ← → t
x
L
 $X = L - V(t-t')$

속도 (V) ← → t
x
L
 $X = V/2 \times (t-t')$

속도 (V) ← → t
x
L
 $Z = V/I$

3. 고장예방 (정지중) - 직류누설전류 측정 (적용) CABLE에 사용전류 이상의 직류전압을 인가하여 누설전류 크기 측정, TAN α 측정법 (적용) CABLE의 도체와 차폐층간에 교류고압 전압을 인가하여 TAN α 의 크기 측정 (SCHERING BRIDGE법)

7. 분석 및 고찰

7.1. 효과분석

- 1) 예산절감 : 264 억원
- 재료비 및 지불수선비 절감 : 2%
 - 정비의 성력화 : 153 명
 - 기회손실감소 : 2313 시간
- 2) 경향분석에 의한 예지정비 체제 정착
- 3) 정비품질 향상 및 원가의식고취
- 4) 국산화에 따른 수입대체효과

7.2. 향후추진 방향

- 1) SENSOR의 국산화 및 다종화
- 2) 다양한 대상의 정밀분석기술 확보
- 3) SYSTEM의 표준화

8. 결론

이상의 본 논문에서는 설비진단 및 감시SYSTEM의 연구례로서 포철의 적용SYSTEM을 대상으로 논하여보았다. 앞으로 설비진단 및 관리SYSTEM은 설비가 계속 고속 다양화 해가고 있기 때문에 더욱더 필요성과 중요성이 더 해갈것이다. 그러나 여러 분야의 다양한 대상에 적용영역을 확대하고 보다 완전한 SYSTEM을 구축하기 위해서는 아직해결 하여야 할 과제들이 많이 남아있으며 이를위해 산학의 협동이 절실히 요구된다.