

회전설비진단사례

(전기집진기, 유압발생장치 진단사례)

이 광 영

Key Words : Electric Precipitator(전기집진기), Hydraulic Power Unit(유압발생장치)

1. 서 론

현대의 산업은 대형화, 자동화등으로 인하여 설비의 고장이 발생하면 고장 및 생산손실의 대형화가 발생하고, 보수작업 진행후 생산의 정상레도도 올라오는 안정화 시간이 많이 소요된다. 심지어는 몇 일, 몇 주가 걸리는 경우가 발생한다. 또한 환경관련설비는 환경의 오염 및 인체에 악영향을 미치고 있으므로 예의 주시하고 큰 문제로 떠오르고 있다. 이러한 일로 인하여 설비의 안정적인 운전 및 예방보전을 위하여 설비관리시스템이 도입되어 적용되고 있으며, 설비관리시스템도 계속 발전되고 있다. 이에 현업에서 적용하였던 설비관리 및 예방보전의 사례를 통하여 완벽한 설비관리가 되도록 공유하고자 한다

2. 설비관리의 배경

2.1 설비관리의 필요성

1) 생산 및 부대시설 부문

보수업무를 분사 실시한 이후 설비관리능력이 분산되고, 집중력 저하현상이 심화되어가고 있음.

2) 해외사업장의 설비인력 지원으로 중요설비에 대한 기본관리의 만전을 위해서 특별대책수립 필요

3) 설비고장시 공정에 치명적인 영향을 미치는 “A” 급설비를 중심으로한 설비예방보전 및 자재 관리체제 구축 필요.

4) 사전 설비고장을 방지하는 예지보전 체계를 구축·확대함으로써 설비의 신뢰성과 안전성을 극대화 요함.

2.2 대책

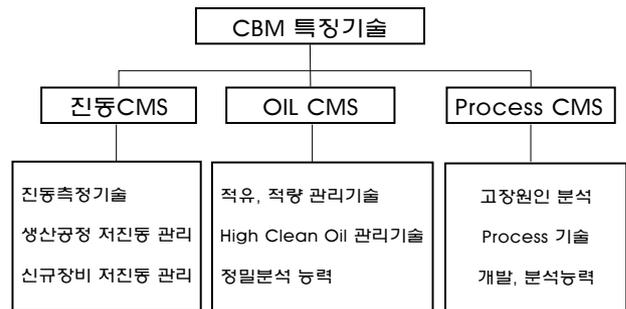
1) 예지보전관리 시스템확대

- ① 설비이상 진단시스템 확대적용을 통하여 단순점검보다는 설비문제점 분석과 대응력 향상에 중점을 두는 전문설비관리시스템으로 구축.
- ② 설비고장이력 분석을 Web Base의 검색엔진을 사용하여 과거고장사례를 유형별로 파악함으로써 근원적인 설비개선 방향을 선도
- ③ 고장예지 통보된 설비의 최종상태를 진단·조치 결정할 수 있는 전문 설비 상태평가 인력을 양성, 실제적인 공정 Expert 시스템으로 발전 유도.

2) “A” 급 현장설비 점검 관리 강화

- ① 설비 중요도별 등급 평가기준에 의거 상위 등급 설비 집중 관리
- ② 설비 TPM 활동을 한마음팀을 중심으로 지속 추진
 - 우발 D/T 감소 T/F 활동:
 - 예방보전차원의 잠재 문제 발굴
 - 사전조치 활동

2.3 CBM 특징기술



2.4 CMS 세부추진방향

- 1) 고장 경향관리
 - ① 절대경향관리
(진동 History, 오염도, 점도등 History)
 - ② 동일설비 상호 비교 경향관리
- 2) 고장원인분석
 - ① M/C Spec' 제작
 - ② 진동분석기 활용
 - ③ 오일분석기 활용

3)CMS 설치 Point 검증

- ①설치개소 재조정
- ②CMS Document 제작

3. 진단사례

설비의 고장시 환경과 생산에 치명적인 문제를 일으키고, 안정화 시간이 오래 걸리는 “A” 급 설비를 기준으로 한 진단사례입니다.

3.1 전기집진기 진단사례

용해로의 연소가스(400℃)를 대기방출하기 위해 전기집진기 내부로 끌어 들이는 Fan 설비

(1) 설비사양 및 이력

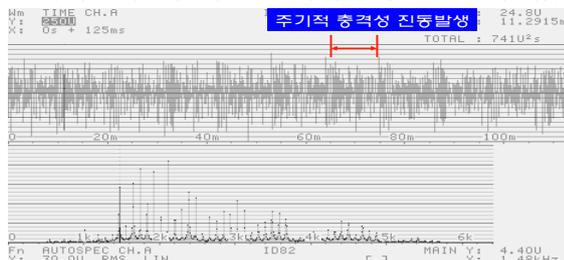
- ①Motor: 170Hp, 1,186RPM, 앞, 뒤베어링 6320C3
Fan: 1,186RPM, 앞, 뒤베어링 22220
양단지지 Fan
- ②운전형태: 720RPM ~ 1,186RPM 으로 단속운전
(배기가스량에 따른 회전수 변경운전)
- ③교체이력
‘99년부터 1년~1년 2개월 사이에 결함이 발생하여 Fan & Motor Bearing 교체 실시함.

(2)현상

①설비의 Over-all 진동의 진폭이 커짐과, 공정 조건에 맞게 운전할 수 있도록 제어하기가 힘든 상태로 불안한 운전이 되고 있음. 설비점검 결과 설비의 규칙적인 기계음이 발생하고 있는 상황임.



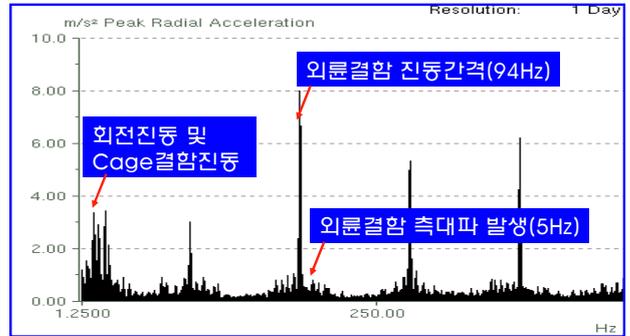
②주기적인 충격진동이 발생하여 설비의 문제가 규칙적인 것에 의한 문제라는 것을 알 수 있음



※ 진폭대역이 커질시 고려사항

- 1)랜덤적인 성질을 가지고 있다. 불규칙한 진동발생
- 2)Bearing Race 결함의 경우 회전속도에 관계 없이 진동의 증,감이 이루어진다.
- 3)Bearing Ball 의 마찰소음이 발생한다.
- 4)Grease 주유시 일시적으로 감소한다
- 5)Rotor 의 하중이 큰것은 회전속도의 낮음에 영향을 많이 받는다

③진동주파수를 분석한 결과 Bearing 외륜결함진동(≒94Hz)의 상승 및 배수 형태의 진동 발생하고, 외륜 결함 진동의 5Hz 간격의 측대파 진동 발생(Bearing 결함 진동의 3 단계)



④Bearing 결함주파수(계산된 결함주파수)

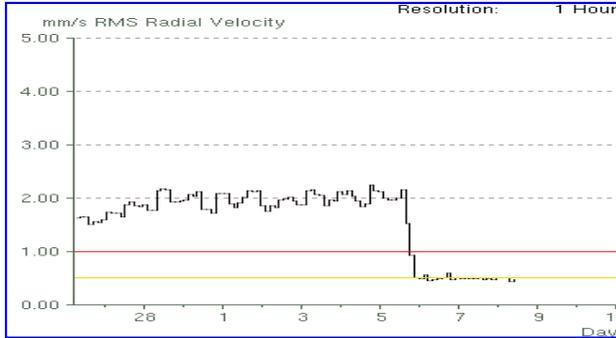
Brq Mfg: SKF	Brq Num: 22220	RPM: 720			
Harmonic	Speed	RPEL	RPEO	FTE	BSE
1	12.00	129.65	98.35	5.17	42.24
2	24.00	259.30	196.70	10.34	84.48
3	36.00	388.94	295.06	15.52	126.72
4	48.00	518.59	393.41	20.69	168.96
5	60.00	648.24	491.76	25.86	211.20
6	72.00	777.89	590.11	31.03	253.44
7	84.00	907.54	688.46	36.20	295.68
8	96.00	1,037.18	786.82	41.38	337.92
9	108.00	1,166.83	885.17	46.55	380.16
10	120.00	1,296.48	983.52	51.72	422.40

(3)원인추정

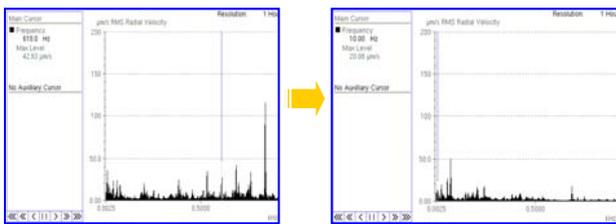
- ①전류에 의한 Electrical Corrosion 현상
- ②Fan 정하중에 의한 결함
:Rotor 무게와 Bearing, 회전수
:Fan 제작업체와의 운전조건을 가지고 기술적 분석을 하였으나, 기술적인 문제를 발견하지 못 하였음
- ③ Fan 운전조건변화(RPM)에 의한 부하진동
:송풍량의 변화에 따른 진동의 변화 발생
- ④Fan Shaft 의 열적 변형(배기가스 400℃)
- ⑤하우징내에서 베어링의 지지 또는 부품간의 불량조립

(4) 대책

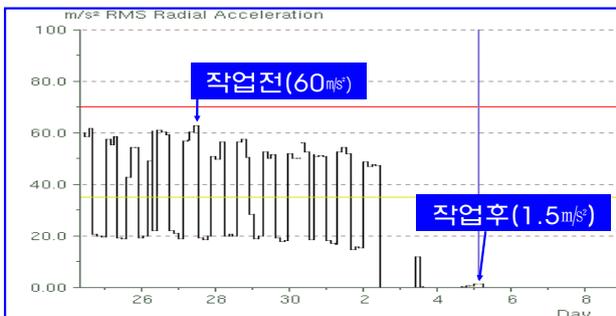
①설비 오감 점검시 소음으로 인하여 Grease 주입작업 실시후 진동 일시 감소함



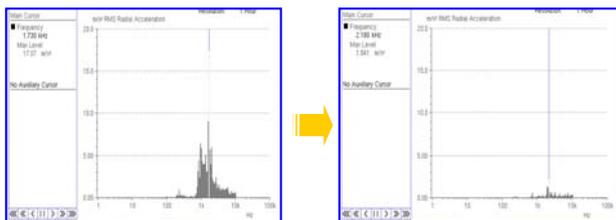
②Grease 주입작업 실시후 일시적인 소음감소 및 94Hz 간격의 진동 및 소음이 감소하였지만 정상시의 진동값으로 감소하지 않아 2 차 작업 실시함



③2 차 작업으로 Fan, Motor Bearing 교체, Align 작업실시 및 단독 접지 Line 신설



④2 차 작업결과 1.7KHz 의 Bearing Race-Way 의 결함 발생 및 Ball 에 의한 Mechanical Impact 에 의해 발생하는(166hz~1.6khz 대역에서 진동 peak 발생)진동이 감소함



⑤작업후 탈거된 부품을 보면 Bearing & Roller Ball 규칙적 배열의 요철발생하고 Race 에는 하

중에 의한 것으로 보이는 장공 형태로 발생(닿는 면적)한 것을 볼 수 있다.



⑥작업후에 Inverter 구동 Test 를 하였다.

Inverter 구동시 진동이 Reactor 보다 크게 발생한 것을 볼 수 있으므로, 설계시 Inverter 사용여부가 반드시 반영되어야 함

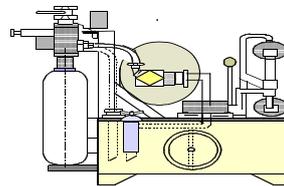
구분	운전조건	Motor			Fan Front			Fan Rear		
		Hor'	Axial	Ver'	Hor'	Axial	Ver'	Hor'	Axial	
Inverter (30Hz)	속도진동 (mm/s)	작업전	2.0	1.1	2.8	1.2	1.7	1.0	0.7	0.5
		작업후	0.3	0.3	0.4	0.4	0.7	0.5	0.6	0.8
	가속도진동 (m/s²)	작업전	37.9	23.3	79.0	96.7	55.7	20.9	15.5	9.5
		작업후	5.4	6.3	2.0	1.5	1.0	1.3	0.7	0.6
Inverter (60Hz)	속도진동 (mm/s)	작업전	1.2	1.3	1.0	0.9	0.7	0.8	0.6	0.5
		작업후	0.7	0.4	0.6	0.8	0.9	0.4	0.4	0.5
	가속도진동 (m/s²)	작업전	57.0	56.0	56.0	66.0	34.6	12.2	9.1	9.8
		작업후	7.3	10.4	3.5	2.5	1.9	3.1	1.3	2.8
Reactor 기동	속도진동 (mm/s)	작업전	1.5	1.1	1.0	1.4	0.9	0.9	0.5	0.7
		작업후	0.7	0.6	0.4	0.6	0.6	0.8	0.7	0.4
	가속도진동 (m/s²)	작업전	41.2	67.4	51.0	39.0	31.2	10.6	10.4	8.8
		작업후	2.6	4.5	3.4	2.5	2.2	3.0	2.8	1.5

3.2 유압발생장치 진단사례 (1)

성형완료된 제품을 다음공정에 전달하는 역할을 하는 설비의 동력원인 유압을 공급하는 설비

(1) 설비사양

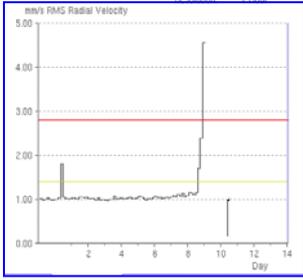
- Motor : 30Hp, 1,180RPM
- Pump : Vane Pump(Vane 수 12 개)



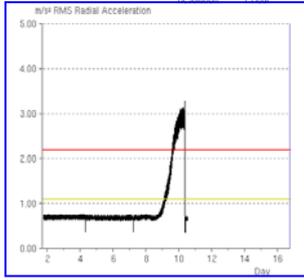
(2) 현상

- ①고장징후 진동상승후 6 시간만에 Over-Load 발생
- ②공급장치는 속도진동, 전달장치는 가속도 진동 상승함

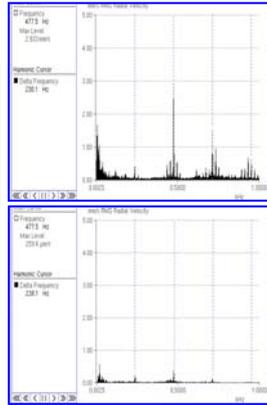
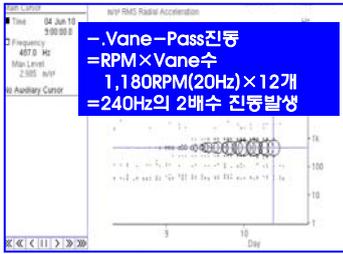
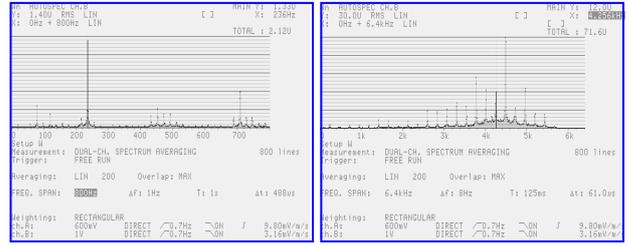
공급장치



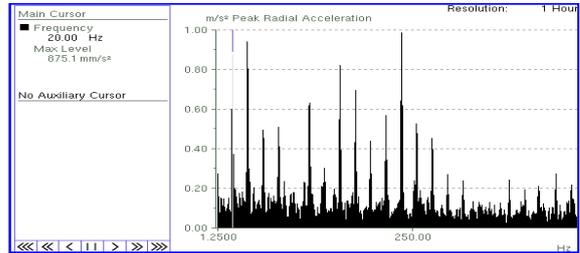
전달장치



② Vane-Pass 진동(240Hz)의 진동과 주변에 20Hz의 회전주파수 최대과 발생함



③ “es” 분석시 20Hz 회전주파수 간격의 Harmonic 발생



(3) 결함원인 및 조치사항

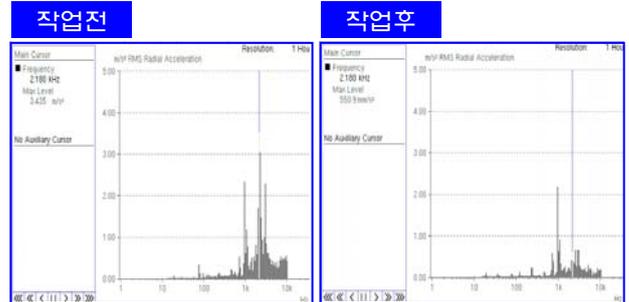
① 결함원인

- Motor & Pump의 Misalign 진동
- Pump Vane 결함
- : Filter 막힘에 의한 유량변화 및 부하

② 조치사항

- 정류기 가동
- Suction Filter 교체작업

④ 고주파대역의 진동이 충격형태로 모여 있음
작업후 고주파대역의 진동이 감소함



3.3 유압발생장치 진단사례(2)

(1) 설비사양(사례 1 과 동일)

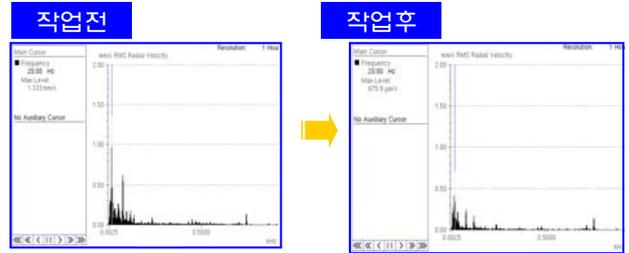
- Motor: 30Hp, 1,180RPM
- Pump: Vane Pump(Vane 수 12개)

(2) 현상

- ① 가속도진동이 관리선 이상으로 상승하여 주시 관리하던 설비임



⑤ 회전주파수와 3X의 진동은 존재를 하고 있음
전대역의 진동이 동일하게 감소하는 형태임
(주파수 대역의 변화는 없음)



(3) 결함원인 및 조치사항

① 결함원인

- : 장기간 사용으로 인한 Seal 마모발생
- 마모 부분 사이로 Air 혼입
- Cavitation 발생 → 회전부의 중심이탈로 인한 Pump Rotor 마모 발생

②조치사항

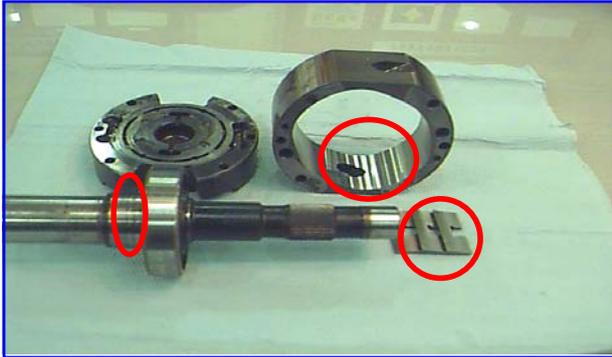
- Pump 교체 작업
- Motor & Pump 정렬 작업

고 대응할 수 있는 전문가의 집단이 필요하다.

- 감사합니다 -

(4)결함부품사진

- Shaft Seal 자리 마모발생
- Vane Housing 요철발생(Vane Touch)
- Vane 측면 이바리 발생



(5)Vane-Pass 진동발생시 점검 사항

- Oil 온도점검
- Filter 막힘 현상 점검
- Oil 이물 점검
- Suction Filter Air 혼입 점검
- Harmonic 발생시 회전부의 점검필요

4. 결 론

설비의 관리에 있어서 설계와 원인분석이 중요하다라는 것을 증명하는 사례이다. 전기집진기를 통해서도 기본적으로 알고 사항만으로 조치를 하여도 원인을 찾지 못하고 되풀이 하여 설비만 교체하는 결과를 낳아 시간과 수선비 낭비하는 결과를 낳았다. 아직도 해결상태는 아니지만 지금은 중요원인을 설비의 제작에 있다고 본다. 설비 제작시 운전조건을 정확히 주지 못한 것이 원인으로 추정된다. 일정한 운전을 할 것으로 제작을 하였지만, 사용 중간에 Inverter를 사용하여 단속운전을 한 것이 문제인 것 같다. 설계에서 이러한 상황이 전혀 반영되지 않은 상태이다. 유압설비의 사례를 통해서 본 바로는 초기에 원인을 정확히 파악하였다면 고가의 Pump를 교체하지 않고도 이상을 조치할 수 있었다. 정확한 원인분석과 초기에 대응하지 못한 것이 Pump를 교체하고, 설비를 세워야 하는 상황까지 온 것이다. 따라서 정확한 원인분석 및 조치를 위해서는 정확한 설비의 진단이 필요하