기고

정유공장의 안전운전을 위한 설비관리시스템 적용사례

김 대 희 | 인천정유주식회사 안전환경실장

Ⅰ. 머리말

화학공장에서의 중대산업사고는 해당사업장 뿐만아니라 인근공장, 주민에까지 미치는 영향이 크므로 회사 경영진의 안전에 대한 확고한 의지를 바탕으로 안전경영 시스템(Process Safety Management)을 효과적으로 운영하여야 한다.

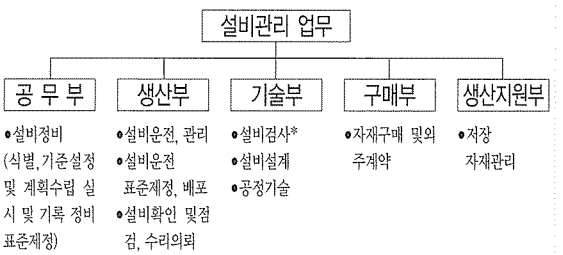
1990년대 정유 및 석유화학공장의 신,증설이후 해외 재보험사를 비롯한 CEO의 안전경영에 대한 관심이 고조되고, 1996년 노동부에서는 안전경영시스템의 도입, 정착을 위해 PSM을 법제화하여 시행한 결과 산업재해율과 물적피해, 비용절감을 줄이는 좋은 성과를 이루었다.

이와관련, 본 주제에서는 우리나라 화학공장에서의 중대산업사고를 예방하기 위한 선진안전경영제도인 PSM을 더욱 활성화하기 위해 인천정유(주) 인천공장에서 그 동안 시행한 설비보전 측면에서의 수행효과를 소개하고자 한다.

Ⅱ. 적용사례 및 개선효과

생산설비 및 부속설비 전반에 대하여 유지, 보수절차를 표준화하여 제품의 품질(QUALITY), 공정의 안전(SAFETY), 환경(ENVIRONMENT)의 보존을 확보하고 관리대상으로 하는 설비에 대한 점검, 정비 및 유지관리를 위한 예방정비, 일상정비, 정기대보수 등에 대해 당사의 적용개선 사례를 크게 10가지로 나누어 설명하였다.

1. 조직간 책임을 명확히 하고 견제기능을 강화하여 품질관리를 개선.



* PSM 시행 이전에는 공무부 소속이었음.

2. 설비전산화에 의한 작업요청서의 관리가 실시간으로 진행되어 안전확보 및 작업대기시간을 줄임

1) 정비작업종류
· 일상보전작업 · 긴급작업 · 대정비 보수작업 · 예방보전 작업

2) 작업요청서 전결권자 : 발행부서 과장
※ W/R 중요도에 따라 부서장 결재득.

3) 설비보전 프로그램상의 ON-LINE으로 작성, 승인되어 진행정도를 파악하기 쉬워짐

3. 일상정비 활동시 전일 작업준비로 Time Loss를 줄이고 안전성확보가 쉬워짐

1) 작업배치서에 의한 사전작업준비로 안전성 확보 및 작업 LOSS 줄임.

2) 정비담당대리는 작업완료된 작업지시서에 대하여 일일작업사항 및 정비이력을 설비보전 프로그램에 즉시 입력가능.

3) W/R(작업요청서) 확인시 "변경"에 해당되면 생산부에 반송하여 M/R(설비개선 요청서)로 기술부에 요청되도록 하여 변경관리 SYSTEM 정착.

4. CBM 중심의 예방정비 확대와 자체평가기준에 의한 적정점검주기를 설정함으로써 비용절감에 기여함.

1) PSM 전후 예방정비 비교

기존 (설비관리 이전)			현행 (설비관리 이후)			개선효과
정비방법		설 명	정비방법		설 명	
TBM+BM		운전후 일정기간 지나면 정해진 점검주기에 따라 무조건 기본적인 정비를 수행하며, 운전중 돌발고장 발생시 즉시 수리하는 작업 개념임	TBM+ CBM+ BM		운전후 일정기간 지나면 정해진 점검주기에 따라 무조건 기본적인 점검을 수행하며, 운전중 진단팀에 의해 계속적인 진동점검으로 기기 고장을 사전 예지하여 정비작업 수행하는 개념으로 기존 TBM 항목의 대상기기를 90%이상 CBM으로 전환하였으며 일부 COOLER 청소등 소규모 정비비 등이 소요되는 항목등은 TBM으로 유지함	기존 TBM의 D급 정비를 진동점검결과 양호하여 C급으로 작업 수정함(2002년 기준 202건 약 33천만원 절감)
주요 작업	C급 정비	OIL교체/주변청소/ REALIGNMENT/ COOLER청소	주요 작업	C급 정비	OIL교체/주변청소/REALIGNMENT/ COOLER청소	중요기기를 등급별로 구분, 최중요기기 4기를 진동 및 윤활/소음을 집중관리하여 BM고장 최소화하였음(기존 1건/월에서 1건/3개월로 감소됨)
	D급정비	C급 및 관련기기 분해정비		D급정비	C급 및 관련기기 분해정비	
	CBM	없음		CBM	진동/윤활/GREASE/소음관리	
TBM 점검주기		6~12개월(중요도별 각주기가 다름)	TBM 점검주기		일부 ITEM에 대해 6~12개월 (중요도별 주기가 다름)	
CBM 점검주기		없음	CBM 점검주기		1~6개월(중요도별 각 주기가 다름)	
장점		일정시간후 의무점검이기 때문에 항상 기기상태가 양호하게 유지됨	장점		진동점검에 의한 CBM우선점검으로 고장발생 사전예측가능 및 과도한 정비작업이 사라짐.	
단점		OVERMAINTENANCE로 정비비용 과다발생함	단점		기기별 관련 운전상태가 지속적으로 관리하여야 함	
주요 대상기기		PUMP/COMPRESSOR BLOWER/FAN/AFC/ MOTOR 계통전체	주요 대상기기		PUMP/COMPRESSOR BLOWER/FAN/AFC/ MOTOR 계통전체	

* TBM : TIME BASED MAINTENANCE
* CBM : CONDITION BASED MAINTENANCE
* B/M : BREAKDOWN MAINTENANCE

2) 설비 중요도 평가 방법 적용

가. 안전밸브 분류기준

분 류 기 준	점 검 주 기
운전압력이 PSV SET 압력의 90% 이상인 경우	2년
내용물이 부식성으로 중요등급 A, B 등급인 경우	2년
BUTANE, PROPANE TANK에 부착된 PSV	3년
내용물이 부식성으로 중요등급 C, D 등급인 경우	4년
내용물이 부식성이 아닌 경우	4년
내용물이 AIR, STEAM, WATER, FUEL OIL인 경우	4년
제작사의 권고 주기가 있는 경우	권고주기(최소2년)

※PSV 제작사가 추천한 점검주기가 있는 경우 그 주기가 2년 이하인 경우 최초 점검주기 2년으로 하되 점검결과 양호하면 다음 주기는 4년으로 변경

※중요등급 산정은 생산/공무부에서 안전환경, 조업에 미치는 영향, 보전측면등 종합적으로 평가하여 중요순서별로 A, B, C, D 등급을 분류한 것을 토대로 정하고 주기적으로 등급을 Update한다.

나. 안전밸브 개선현황

안전밸브 점검주기		안전밸브 설치형태		비고
설비관리 이전	이후	설비관리 이전	이후	
에너지합리화법 : 1년(보일러) 2년,4년(압력용기등)	2년(5%)	- 1공장:Single - 2공장: 〃 ☆단, 설계용량 만족을 위한 Dual 발브는 존재했음. * Dual 발브 비율 : 2%	- 1공장 : Single + Dual - 2공장 : 〃 - 증설공장:Dual * Dual 발브 비율 : 15%	* 추가설치시 비용 절감을 위해 PSR(34개) * 공정특성상 PSV 이상시 S/D 해야 수리 가능한곳은 Dual로 설치 * 정기점검주기 T/A주기와 일치하지않은 곳도 Dual 설치
고압법 : 1년(압축기 최종단) 2년(기타)	3년(1%)			
산압법 : 2년(용기등) 4년(배관등)	4년 (94%)			

다. 열교환기 중요도 등급평가 기준

- 등급분류기준

등급분류를 위해 열교환기 TUBE 수명, 부식등급, 튜브 Leak시 해당공정에 미치는 영향을 기준 항목으로 하여 적용함.

수명 / 부식등급 / 공정영향	8년 이하			8년 이상		
	S/D	C/D	NONE	S/D	C/D	NONE
1등급	A	A	B	A	B	C
2등급	A	B	C	B	C	C
3등급	-	-	-	C	C	D

1등급 : ▷타사 또는 당사에서 운전중 Leak 경험이 있는 설비

▷부식속도 〉5 MPY

2등급 : ▷예상 수명은 양호하나 돌발적 부식으로 중대 Leak 사고가 우려되는 설비

▷공정변화에 따라 부식상태가 변하는 설비

3등급 : ▷부식이 미미한 설비

- 등급에 따른 관리

일상 운영중 해당 열교환기의 운전상황, 위치를 고려하여 TEST COUPON, CORROSOMETER, 실험분석, 비파괴검사 등을 적절하게 선택하여 다음과 같은 주기로 관리한다.

▷ "A" : 월1회

▷ "B" : 분기/반기1회

▷ "C" : 개방시

▷ "D" : 필요시

- 등급 재평가

년1회 또는 T/A 직후에 등급분류기준에 의거 재평가후 등급 재부여

5. 정기보수시 관리방법 개선으로 비용절감 및 적기 가동으로 제품수급에 기여함.

가. 설비보전 프로그램상의 T/A관리에 의해 보수항목, 작업일정, 인력수급, 소요비용, 자재구매계획등 표준화 작업됨

나. T/A 대상설비에 대한 표준자재, 표준작업, 사양(spec.) 등 표준화 구축

6. 정비작업에 대한 표준서 작성/배포/교육으로 안전성 증진

가. 정비표준(119건)

· 장치설비 : HOT TAPPING 작업표준 등 37건

· 기계설비 : 진동관리표준등 29건

· 전기설비 : 무정전 전원 공급장치점검 작업표준등 13건

· 계장설비 : DCS 교정표준 등 40건

나. 일반표준 : 예방정비 관리표준 등 9건

※상기표준(정비)에는 다음 사항을 선별적으로 포함한다.

· 정비 작업준비(유자격자, 기자재, 공구)

· 정비 착수전 안전조치 사항과 확인사항

· 정비 작업절차

· 정비 완료후 점검사항

· 정비 완료후 안전조치 및 확인사항

· 정비 결과보고

· 정비 작업중 비상시 응급조치사항

7. 기계설비 부품구매 및 외주제작구매 표준화

가. 주요기기 및 부품 구매시 당초 기자재구매 사양과 일치하거나 개선(Up-Grade) 된 사양 적용

나. 기계설비 또는 부품의 제작 구매시 유자격 업체로서 제작사양은 설계사양과 일치하거나 개선(Up-Grade) 된 사양 적용

8. 예비품 관리 적정화

가. 기계설비의 연속운전에 필요한 정비품 자재(예비품) 목록 작성하여 관리하며 포함될 내용은 다음과 같다.

· 품목번호 · 품목별 해당설비
· 제작회사 및 형식번호
· 품명 및 제조자 부품번호
· 재고수준 · 기기 제작회사 주소 및 연락처

9. 외주공사시 설비검사 및 안전관리강화

가. 공사관리

· 공사진행과정관리 및 감독 · 안전, 환경관리

나. 설비검사

· 공사 시방서에 의한 검사
· 부적합시 서면으로 통보
· 공사의 수정 또는 재시공

10. 외주업체 평가시스템 도입 ,정착

가. 외주업체 선정 및 등록(심사시 포함될 사항)

· 기술도 · 자격 및 면허
· 보유장비 및 인원 · 실적
· 사후관리 · 품질관리
· 안전관리능력 · 환경관리능력
· 신뢰도

나. 유자격업체 관리

- 주기적(1회/반기)으로 심사하여 자격유지 적부 판정

III. 맺는말

위에서 기술한 바와같이 안전운전을 위한 설비유지 관리 측면의 적용사례를 정리하여 보면,

-. 설비관리 책임이 명확해졌고 상호견제기능이 강화되었으며,
-. 실시간으로 작업요청서가 발행되어 진행정도를 파악하기가 쉬워졌음.(설비보전관리시스템)
-. 일상정비 측면에서 사전작업내용 확인으로 안전한 작업준비와 작업대기 시간을 최소화하고 또한, 신속하게 정비 이력을 입력하게 되었으며.
-. 예방정비 측면에서는 진동분석 SYSTEM 도입등으로 정비비용절감과 중요기기 등급분류기준 적용으로 돌발고장 빈도 최소화 할 수 있었음.
① 돌발 고장건수(1건/월→1건/3월)
② 등급조정 202건("D"급 "C"급) : 3.3억원 절감
-. 정기대보수 관리 Program 적용으로 보수항목, 작업일정, 인력동원, 소요비용, 외주계획, 자재구매계획 등의 관리가 표준화되었고.
-. 설비별 정비작업표준 재정으로 작업의 안전성 확보가 이룩되었음.
-. 외주업체 평가시스템 도입, 적용으로 양질의 용역작업 가능해졌고,
-. 예비품관리 적정화로 재고비용절감에 크게 기여하였음,

현재에는,상기 시스템을 정기적으로 재평가하고 있고, 설비별로 중요도에 의한 점검주기와 방법을 적용하고 있으며, 또한, 해외정유,석유화학공장에서 이미 효능이 검증된 RBI(위험기반검사), RCM(신뢰도중심정비)의 도입을 위한 토대를 마련했으며, 기 구축중에 있는 설비보전프로그램과 각종 표준을 최신화하여 그에 의한 현장이행에 초점을 두어 사고ZERO화(공정,일반사고포함), 손실방지 최소화를 위해 최선의 노력을 전임직원이 다하고 있다.