

중대산업사고 예방을 위한 공정안전관리(PSM)

(OSHA 29 CFR 1910.119에 의한 PSM 추진 요소 및 프로그램 수행전략을 중심으로)
Process Safety Management for Major
Industrial Accident Prevention

金 英 鐸*
Kim, Young Taek

1. 머릿말

과학기술이 발전함에 따라 생산 설비나 공정등이 자동화되어 근로자가 원재료 및 기계장치 등과 접촉할 기회가 감소되므로서 사고(Incident)를 일으키는 빈도가 줄어들게 되었다.

그러나 정치산업의 경우 독성 물질과 가연성 물질의 누출에 의한 중독이나 화재 폭발, 또는 반응성 물질에 의한 화재 폭발사고로 인한 고귀한 인명손상과 막대한 재산손실을 초래하는 중대사고는 오히려 증가하고 있다.

이러한 사고/로스(Loss)의 현상은 잠재된 위험성을 미연에 찾아내기 어려울 뿐만 아니라, 비정상 상태가 발생할 경우에는 작업자의 대응조치가 적절치 못한 결과 등에 기인된다고 볼 수 있다.

대체로 중대 사고를 유발시키는 주요 결함(Failure)에는 ① 기술적인 결함, ② 관리 시스템의 결여, ③ 휴먼에라(Human Errors), ④ 외부적 상황 여건 등을 들 수 있다. 이들의 결함을 해결하기 위하여 기계기구에 대한 안전장치의 개발을 비롯, 새로운 안전 기법과 인간공학의 적용 등 보다 적극적인 안전 활동을 전개하고 있지만, 중대사고의 발생은 좀처럼 감

소하지 않고 오히려 대형화됨에 따라 지금까지의 안전관리 활동과 다른, 공정의 안전을 보증하는 보다 적극적인 차원의 종합적인 시스템 안전관리(System Safety)의 필요성이 대두되게 되었다.

안전 전문가들은 이들 중대사고/로스를 방지하기 위하여 시스템화된 모든 생산공정에 대한 관련자료, 정보 및 기술을 통합하여 이를 효과적으로 관리할 수 있는 기술 관리 시스템의 개발에 관심을 집중하게 되었으며, 그 결과 미국등의 선진국에서는 PSM(Process safety management)라는 명칭으로 국가차원에서 시스템 안전 활동을 전개하기에 이르렀다.

여기서는 주로 미국 노동부 안전보건청(OSHA-Occupational Safety and Health Administration)의 PSM 시스템을 중심으로 PSM이 태동하게 된 역사적 배경과 PSM의 정의 및 PSM 추진 모델에 대한 각각의 시스템을 비교 고찰하고 OSHA규정에 의한 주요추진 요소와 앞으로 효과적인 PSM 프로그램을 개발, 수행하기 위한 전략을 제시한다.

2. PSM의 역사적 고찰

미국 등 선진국에서 전개하고 있는 PSM 활동이 태동하게 된 배경을 살펴보면 시대적 상

* 화공안전기술사, 세이프티엔지니어링 코리아 대표

황 즉, 사고 발생으로 인한 사회적 이슈(Issue)에 기인되었다고 볼 수 있다.

1976년 이탈리아 세베소(Seveso)에서 발생한 독성물질인 TCDD(t-chloro-di-benzo-p-dioxin) 누출사고를 계기로 유럽공동체(E.C) 국가들이 최초로 중대 산업사고 예방과 피해를 감소시키기 위해 최소한으로 준수해야할 법적 기준을 제시한 세베소지침(Seveso Directive)을 채택하여 EC가 입국가들간에 시행하기 시작하였으며, 일본에서는 1976년 특별법으로 『콤비나트법』을 제정하여 규정 수량 이상의 인화성 물질 또는 고압가스를 취급하고 있는 지역을 『석유화학 콤비나트 특별 방재구역』으로 선정하여 사고방지 활동을 전개하여 왔다.

1984년에는 급세기 최대의 산업사고라 불리워지는 인도 보팔시에 있는 유니온 카바이드 플랜트에서의 MIC(Methyl-Isocyanate) 누출사고로 2,000명의 사망자가 발생함에 따라 세계 각국에서는 중대사고예방에 관한 관심이 높아졌으며, 영국과 미국 등에서는 국가차원에서의 사고예방제도를 도입 추진하는 계기가 되었다. 미국의 경우 1989년 10월 파사데나(Pasadena, TX.)에 있는 필립스 석유회사에서는 반응기 폭발사고로 인하여 23명이 사망하고 132명이 부상했으며, 1990년 7월에는 신시내티(Cincinnati, OH.) 소재 BASF에서 2명의 사망자가 발생하였을 뿐만 아니라 1991년 5월에는 스테링턴(Sterlington, LA.) 소재 IMC에서 발생한 사고로 8명의 사망자와 128명의 부상자가 발생하였다. 이러한 일련의 사고 결과는 결국 PSM 제도화에 더욱 박차를 가했다고 볼 수 있다.

미국 정부의 입법 과정을 보면 인도 보팔시에서 발생한 MIC 누출사고 이후 1985년에 독성물질 누출사고 예방에 관한 법안이 환경청(EPA)에 의하여 제안된 이후 1990년 11월에는 사고로 인한 유해물질의 방출 방지에 관한 대기 청정법이 제정되었다. 1990년 7월에는 OSHA에서 「고도로 위험한 화학물질의 공정 안전관리」 "Process Safety Management of

Highly Hazardous Chemicals"(29 CFR 1910, 119)에 관한 규정안을 내놓았다.

OSHA가 제안한 PSM의 12포인트 프로그램은 1988년 12월에 ORC(Organization Resources Counselor Inc.)에 의하여 제안된 권장사항을 기초로 하였으며, 이 규정(안)은 1990년 11월에 워싱턴 D.C에서, 1991년 2월에는 텍사스 휴스턴 등에서 공청회를 개최한 이후 1992년 2월 OSHA 규정으로 확정하기에 이르렀다. 한편 관련 단체의 활동은 PSM이라는 명칭으로 1989년 미국 화학공학회 산하 단체인 CCPS(Center for Chemical Process Safety)에서는 『화학공업 안전기술 관리지침』을 출간한 이래 지속적인 PSM 기법을 개발하고 있으며, 1990년 1월 미국 석유협회(API-American Petroleum Institute)에서는 「공정위험관리지침」을 채택하였고, 최근에 미국 화학물질 제조협회(CMA-Chemical Manufacturers Association)에서는 R/C(Responsible Care) 이외에 「공정안전실무에 관한 규정」을 제공하는 등 급진적인 발전을 보이고 있다.

국제 노동기구(ILO)에서도 역시 인도 보팔 MIC사고 이후 1985년에 중대 산업 사고예방 결의안을 채택하고, 전문위원회의 설치 등 지속적인 산업 사고예방 결의안을 채택하고, 전문위원회의 설치 등 지속적인 활동을 하여 오던중 1993년 6월에는 『중대한 산업사고 예방에 관한 협약』(ILO 협약 제174호)을 채택한 바 있다.

3. PSM의 정의 및 시스템 비교

PSM의 정의에 관하여는 미국내에서도 각 기관이나 단체의 특성에 기인한 각각의 활동목적과 범위 등에 따라 약간의 차이가 나며 여기서는 전문단체인 CCPS와 정부부처인 OSHA에서 정의한 것을 예시하고, 시스템의 비교에는 CMA와 API, ILO 것을 추가하여 검토하였다.

(1) PSM의 정의

미국의 CCPS에서는 PSM을 “공정에서 사고 및 상해를 예방하기 위하여 공정중에 존재할 수 있는 위험을 찾아내어 이를 이해하고 통제하는 관리이론 및 관리시스템의 적용”이라고 정의하였다. 여기서 공청이란 “위험한 물질을 사용 저장, 제조, 취급 및 이송을 포함하는 고도로 위험한 화학 물질이 개재된 활동을 의미한다. (Process Safety Management is the Application of management principles and system to the Identification, Understanding, and control of process hazards to prevent process related injury and Incidents.)”고 하였고, 고도로 위험한 화학물질이란 “독성, 반응성, 인화성 또는 폭발성을 가지는 물질을 의미한다”고 하였다.

OSHA에서는 “PSM이란 고도로 위험한 화학물질의 중대한 방출을 방지하기 위한 관리와 공학적 원리 및 실제의 적용”이라고 정의하고 중대한 방출이란 “작업장 안에서 근로자에게 심각한 위험을 줄 수 있는 하나 또는 그이상의 고도로 위험한 화학물질을 포함한 아주 위험한 미통제된 방출, 화재 또는 폭발을 의미한다”고 하였다.

위의 두 정의에서 알 수 있듯이 PSM은 전체 공정안에 잠재된 모든 위험요소를 정확히 찾아내어 이를 제거하거나 통제(Control)함으로써 사고(Incident)를 예방하고, 일단 사고 발생시에는 피해를 극소화 할 수 있도록 하는 모든 활동을 포함한 종합적인 기술관리의 응용이라고 할 수 있다.

(2) PSM 시스템의 비교

PSM에 관한 OSHA 규정안과 CCPS, API, CMA, ILO 등 관련 단체의 시스템을 비교 (Table 1 : Comparison of PSM System 참조) 검토하여 볼때 PSM 시스템의 많은 요소들은 용어의 차이는 있지만 내용상으로는 동일하거나 거의 비슷하다. 그러나 이들 시스템을 적용하는 대상과 방법에는 큰 차이가 있다. 예

를 들면 OSHA나 API 모델의 적용 대상은 지정 수량(Appendix A 참조) 이상의 고도로 위험한 물질을 취급하는 공정에 포인트를 두고 있으며, 이러한 적용기준은 공정의 이상(Up-set) 상태에서 다른 물질과의 반응에 의하여 발생할 수 있는 상황은 포함되고 있지 않는 것이 특징이다.

많은 공정안전 전문가들은 PSM 전략을 적용하는데 제한점이 있다면 바로 이것이 중요한 결점이라고 믿고 있다. 이에 반하여 CCPS와 CMA에서는 위험성이 크게 있다고 느껴지는 곳 어디에서든지 PSM 프로그램을 필수적으로 수행할 것을 권고하고 있다. 그러나 모든 영역에서 적용하기란 그리 쉬운일이 아니며 실시한다 해도 위험도의 우선순위에 따라 PSM 수행의 강도가 달라질 수 있기 때문이다. 최근 미국에서 발행되고 있는 연구보고서에 의하면 기업의 공정안전을 위하여는 「어떤 PSM 모델을 어디에 활용하는가」를 결정하는 것이 가장 중요하므로 각 기업여건에 따른 적절한 시스템을 선정 활용하는 것이 바람직하다고 말하고 있다.

4. PSM 추진요소 및 주요내용/ 특징

미국 OSHA에서는 고도로 위험한 화학물질이 개재되는 화학적인 사고를 예방하거나 사고시 그 피해를 극소화함으로써 근로자를 보호할 목적으로 지정수량 이상의 화학물질(참조 : Appendix A 1910. 119-List of Highly Hazardous Chemicals, Toxics and Reactives)이 개재되는 공정 또는 공정에 대하여 근로자의 참여를 원칙으로 하는 PSM 규정(OSHA, 29 CFR 1910. 119)을 제정시행하고 있다.

(1) PSM 추진요소(12 Point Program)

OSHA가 규정하고 있는 PSM 추진 요소로는 (1) 공정안전 정보, (2) 공정위험 분석, (3) 운전절차, (4) 훈련, (5) 외주업체 관리, (6) 시운전 전 단계의 안전성 검토, (7) 설비의 완전

성 확보, (8) 화기 작업 허가, (9) 변경관리, (10) 사고조사, (11) 비상계획 수립 및 대응, (12) 준수감사 등 12개 관리 항목으로서 주요 내용은 다음과 같다.

(2) PSM 추진 요소별 주요내용

1) 공정안전정보(Process Safety Information)

사업주는 공정위험 평가에 필요한 서면 공정 안전 정보를 완전하게 갖추어야 한다. 서면 공정 안전 정보에는 공정에 사용 또는 생성되는 유해 위험 화학물질에 관한 정보, 공정기술에 관한 정보, 공정 장치에 관한 정보를 포함하며, 유해 위험 화학물질에 관한 정보에는 독성정보, 노출 허용한계, 물리적 데이터를 비롯한 반응성, 부식성, 안정성 데이터, 혼합 위험에 관한 사항들이 포함된다. 공정기술에 관한 정보에는 공정흐름도(PFD), 화학공정, 최대생산량, 온도, 압력, 유량, 조성 등의 운전조건 한계, 공정이상시, 근로자안전 보전에 미치는 영향에 관한 사항이 포함되며, 공정내부장치에 관한 정보에는 건설자재, 배관계장도(P & ID) 방폭구분, 압력방출(Relief)시스템 설계 및 기준 환기시스템설계, 디자인 코드 및 기준, 물질 및 에너지 수지, 안전시스템(예 : Inter-Lock) 등이 포함된다.

2) 공정위험분석

사업주는 공정에 개재된 위험을 찾아내어 평가하고 제어(Control)하기 위한 공정위험분석을 실시해야 한다. 기존 플랜트의 공정위험분석은 94. 5. 26일까지를 1단계로 매년 25% 단계적으로 실시하여 97년 5월 26일까지 100% 분석 평가되어야 하며, 평가일로부터 매 5년마다 재검토 보완하고 평가시에는 이 규정에서 정하는 평가방법 및 평가시 포함되어야 할 사항, 팀구성 및 활동여건 등에 관한 사항을 준수하도록 규정하고 있다.

공정위험 분석기법으로는 ① What-if, ②

Check list ③ What-if/check list, ④ HAZOP(Hazard and Operability) Study, ⑤ FMEA(Failure Mode and Effects Analysis), ⑥ FTA(Fault Tree Analysis) 등을 비롯한 기타 적절한 방법을 1가지 이상 활용하여야 하는 것으로 정해졌지만 최근에는 주로 HAZOP Study와 FTA 기법에 관심을 집중하고 있다.

공정위험 분석에 언급되어야 할 사항은 공정의 위험요소, 작업장애, 중대재해를 유발할 가능성이 있는 사고 사례확인, 유해위험물질 방출 등을 사전감지할 수 있는 공학 및 행정적 제어장치, 공학 및 행정적 제어실패의 결과예측, 인적요인, 설비위치, 작업장 내부제어 실패의 경우 근로자의 안전보전에 미치는 영향에 대한 정성적 평가가 포함되어야 한다.

3) 운전절차(Operation Procedure)

사업주는 안전운전을 수행하기 위한 활동지침으로서 서면으로 된 운전절차를 이행하도록 하고 있다. 운전절차에 포함될 요소는 단계별 운전절차의 수립, 운전한계설정 및 안전보건관련사항이 포함되어야 한다. 단계별 운전절차의 수립은 시운전, 정상운전, 일시적운전, 비상정지 요구조건 및 책임자 선정, 비상운전, 정상적인 조업정지, 비상정지후 시동 등에 관하여 실시하며, 운전한계(operating Limits)는 공정이상에 대한 영향, 공정이상 제어대책의 수립이 포함되어야 하고, 안전보건관련사항에는 유해 화학 물질의 위험요소 및 취급시 주의사항, 독성가스누출시 대응절차, 안전시스템과 그 기능에 관한 규정이 수립되도록 한다.

운전절차는 작업중인 근로자가 쉽게 접근할 수 있도록 하고, 매년 실제운전을 반영하는 최근의 자료가 되도록 검토하여야 하며, 또한 운전 중 위험을 제어할 수 있는 안전작업 방법에 관한 실무규정을 개발하여 실행하여야 한다.

특히 운전절차 개발에는 단계별 운전절차의 수립, 운전한계 즉, 공정이상에 대한 영향과 제어대책이 포함되어야 하고, 안전보건 관련사항이 검토되도록 정하고 있다.

4) 교육훈련(Training)

교육훈련은 신규 및 보수훈련으로 구분하며 신규훈련은 공정운전을 하기전에 운전절차와 공정전반에 관한 안전위험요소 및 비상조치 등에 관하여 실시한다. 보수교육은 최소 매3년마다 현재의 운전절차에 관하여 실시하며, 훈련 결과는 반드시 기록으로 유지한다.

5) 외주업체 관리(Contractor)

공정내의 정비, 개보수 또는 공정에 인접한 곳 등에서 작업을 수행할 경우, 사업주는 용역업체 선정시 안전 수행능력을 평가해서 결정하고, 선정된 외주업체에게는 화재, 폭발, 독성 물질의 위험에 관한 정보의 제공 및 비상조치 계획 및 관련설비에 관하여 설명하여야 하며, 주기적으로 안전업무 수행여부를 확인 평가해야 한다.

외주 용역업체의 대표자는 소속직원에 대하여 안전작업절차에 대한 교육훈련 실시여부를 확인하며, 피용역업체의 위험사항, 비상훈련 조치, 안전규칙준수 등을 이행하고, 자신들의 작업시 위험요소 발견시에는 피용역업체에 알리도록 규정함으로써 안전위험을 제거토록 한다.

6) 시운전 전단계 안전성 검토(Pre-Start up Safety Review)

사업주는 새로 설치되거나 변경된 설비에 대하여 시운전 전단계의 안전성을 검토하여야 하며, 공정에 위험물질이 유입되기 전에도 안전을 확인토록 한다.

7) 기계설비의 완전성 확보(Mechanical Integrity)

사업주는 공정장치(압력용기 및 저장탱크, 배관 Relief, Vent 시스템, 비상시 가동정지 시스템, 제어계통 등)의 안전성을 확보하기 위해 서면 관리시스템을 수립, 수행하고 정비요원에 대한 훈련, 검사와 시험, 장치 결함의 보정, 품질보증(QA) 활동등을 수행하여야 한다.

8) 화기작업허가(Hot Work Permit)

사업주는 공정 또는 공정에 인접한 곳에서 행하는 화기 작업에 대한 작업허가서를 발행하고, 화기작업전 화재예방을 위한 준수사항(29 CFR 1910, 252(a)) 이행 여부를 확인하여야 한다.

9) 변경관리(Management of change)

사업주는 공정화학 물질, 기술, 장치 및 작업 절차 등이 변경될 때는 변경 관리를 위한 서면 절차를 수립수행하여야 한다. 또한 변화된 상황에 대한 공정안전정보 또는 변화된 운전절차는 최신의 것으로 하여야 한다.

10) 사고조사(Incident Investigation)

사업주는 각 작업장안에서 발생했거나 발생될만한 사고/사건(Incident/Event)에 대하여 48시간이내에 조사위원회를 구성하여 조사하고, 신속한 수립과 보완조치가 이루어져야 하며 보고서는 5년간 보관한다.

11) 비상계획 수립 및 대응(Emergency Planning and Response)

사업주는 29 CFR 1910. 38(a)에 따라 모든 플랜트에 대한 비상시 행동 조치 계획을 수립 시행하도록 하고 있으며 이 계획에는 소규모 위험물 방출계획 절차도 포함되어야 한다.

12) 준수감사(Compliance Audit)

사업주는 3년에 1회씩 이기준에 의하여 개발된 절차 및 실무규정 등 준수사항이 적절하게 잘 지켜지는지 확인하여야 하며, 확인감사시는 해당 공정을 잘 아는 공정 엔지니어를 참여시키고, 보고서는 2회분(6년) 이상을 보관토록 하고 있다.

(3) PSM 시스템의 특징

PSM의 정의 및 시스템의 비교, OSHA 규정에 의한 PSM의 추진요소 및 주요내용을 검토하여 불때 PSM모델은 종합적 안전관리 시스

템이라고 볼 수 있다. 즉, 안전을 확보하기 위하여는 모든 생산 공정에 관한 충분한 지식과 정보를 가지고 임직원 모두가 참여하여 각각의 관리요소에 적합한 안전활동을 전개하여야 하며, 공정의 안전을 유지시키기 위하여는 공정에 존재하는 안전 장애 요인을 찾아내어 이를 콘트롤(Control)하는 공정 위험 분석에 역점을 두고, 일정기준 이상의 모든 설비에 대하여는 위험성 평가를 실시하도록 하고 있다.

또한 PSM 내용은 사고 또는 재해발생시 피해를 극소화 할 수 있도록 비상계획 및 이에 대한 대응 방안을 강조하고 있으며, 정해진 기준이 이행되고 있는지에 대한 확인 감사를 실시함으로써 궁극적으로는 각기업의 특성에 맞는 『안전문화』를 정착시켜 나갈 수 있는 적절한 관리제도라고 할 수 있다.

5. PSM 프로그램 수행전략

PSM 활동은 그 자체가 아주 새로운 것이 아니고 부분적이기는 하나 이미 1970년대부터 미국을 비롯한 여러나라가 이와 유사한 안전관리 활동을 전개하여 왔다고 볼 수 있다.

우리나라의 경우 PSM의 요소중 아예 수행치 않거나 취약한 부분인 공정위험 분석 평가 및 변경관리, 비상계획수립과 대응 등에 관한 사항을 제외하고는 비록 구체적이지는 못하지만 부분적인 PSM 활동을 수행하고 있다.

따라서 PSM 제도의 도입은 그리 어려운 일이 아니며 특히 PSM의 수행은 설비투자 활동이라기 보다는 인간(People)활동이라는 인식이 더욱 확대되어가고 있음에 관심을 가져야 할 것이다.

(1) PSM 프로그램 수행요소

각기업들은 PSM을 제도화하는 업무가 효율적인 방법으로 진행될 수 있게 하기 위하여는 「이 제도를 도입함으로써 설비투자를 줄이고도 안전을 확보할 수 있을 뿐만 아니라 비용절감방법이 된다」는 점에 초점을 맞춰나가는 전

략이 필요하다.

어떤 조직에 대한 PSM프로그램의 성공적인 수행 전략에 대한 윤곽(7 step)을 제시하면 다음과 같다.

- 1) PSM 시스템의 선정
- 2) 기존의 PSM 활동 확인
- 3) PSM모델의 차이점 결정
- 4) PSM 수행 우선순위 결정
- 5) PSM 수행계획 개발
- 6) PSM 계획의 수행
- 7) 수행성과 측정/평가

(2) 수행전략에 대한 구체적 접근

PSM 프로그램의 성공을 위한 이 전략의 주된 추진력은 계획, 성과에 대한 신뢰, PSM 수행자의 자세는 “시간이 없다”에서 “할 수 있다”라는 창의력이 매우 중요하며 PSM 수행자의 적극적인 태도 즉, 능동적인 자세를 개발하기 위한 단계별 전략은 다음과 같다.

① PSM 시스템의 선정

먼저 철학적인 접근 방법을 결정하고, 법적 요구사항 고려, 다른 PSM 모델, (Ex : CCPS, CMA 등)에 대한 비교와, 기업의 안전문화 및 조직구성 원의 수준분석을 통하여, 기업의 PSM 전략이나 정책을 결정한다.

② 기존의 PSM 활동확인

기존 PSM 수행 정도에 대한 조사, 외부설계 및 엔지니어링 협력업체의 영향고려, Local 설비에 대한 PSM 프로그램 존재 여부 확인, 회사의 PSM 활동 모델을 개발한다.

③ PSM 모델의 차이점(Gap) 결정

선정된 PSM 모델에 대한 비교검토, 적절한 규정의 발행여부 확인, PSM 기법과 필요인적 자원 개발, 그리고 교육훈련 필요사항 등을 확인한다.

④ PSM 수행우선순위 결정

PSM 활동한계(범위)에 대한 절차 결정과, 신규 사업 및 설비변경에 초점을 두며, 장비 매각자 및 설비공급자와 협조를 통하여 우선순위를 결정한다.

⑤ PSM 수행 계획 개발

자재전적서 개발과, 특정 PSM 활동의 개발 검토, 조직과 라인관리자 교육 및, 특별훈련을 제공하고, 예비스케줄을 개발한다.

⑥ PSM 계획의 수행

단계적인 PSM 활동 수행, PSM 수행 조직 구성, 모든 설비에 대한 PSM 활동 확대, 기획 관리/구매 시스템에 PSM 요구사항 반영, 모든 설비결함에 대한 의사소통을 원활히 한다.

⑦ 수행성과 측정/평가

PSM 감사 규정 수립과 기업의 PSM정책 및 규정에 의한 설비적 용도 평가, 이행사항에 대한 지시자 확인, PSM 수행 평가 방법 수립 및 PSM 활동 수단의 효과적인 모니터를 실시한다.

(3) PSM 프로그램 수행 요점

효과적인 PSM 프로그램의 추진을 위하여는 크게 ① PSM 프로그램 수행요령과 ② PSM 추진활동을 위한 자세가 중요하다.

PSM 프로그램 수행은 무엇보다도 계획의 점진적인 추진으로 PSM 수행활동에 대한 소기의 성과를 이룩하고 조직구성원으로 하여금 신뢰감을 조성토록 하는 것이 중요하다.

PSM 추진 활동을 위한 자세로는 ① PSM 수행자의 현재의 수준과 태도로서, PSM 수행자는 가장 유능한 사람을 선정하는 것이 무엇보다도 중요하다. ② PSM제도 도입에 대한 기존조직의 저항을 흡수하기 위하여 현존하는 프로그램이 있으면 최대로 활용(Piggy-back)하는 것이 필요하며, ③ PSM 수행시 얻을 수 있는 효과를 측정할 수 있는 평가방법을 개발하여 5년후, 또는 10년후의 장기적 효과를 예측 가능토록하고 ④ PSM수행에 활용한 경험(Resource) 등을 개발하는 것이 필요하다.

특히 중요한 것은 PSM을 시작할때는 “바로 지금”이라는 생각을 갖는 것이다.

6. 맺는말

중대사고로 인한 고귀한 인명파, 귀중한 재

산손실, 그리고 공정 로-스를 예방한다는 것은 결코 쉬운일은 아니다.

최근에는 설비의 안전화를 위하여 안전 시스템 자체가 실패할때야 실패할 수 없도록 하는 『풀-프루프』(Fool Proof) 개념의 도입이라던지, 시스템 일부분의 결함에도 사고/로-스에 직결되지 않도록 하는 『FAIL-세이프』(Fail-Safe) 개념 또는 사고나 손실을 최소로 하기 위한 『리던던시』(Redundance) 개념 등의 본질적인 안전화 방향으로 나가고 있지만, 그러나 설비가 자동화 되었다 할지라도 자동화 시스템만으로는 안전문제가 해결된다고 볼 수는 없다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 미국을 비롯한 선진외국에서는 종합적이고 체계적인 안전관리(Total System Safety Management)를 위한 기법을 연구개발하고 이를 수행하고 있다.

특히, 최근에와서는 정유 및 석유화학 공장을 중심으로한 PSM활동은 그 대표적인 예라 할 수 있다.

우리나라의 경우, OSHA 규정에 의한 PSM 요소중 공정 안전정보, 운전절차, 교육훈련, 외주업체관리, 시운전 전단계의 안전성 확보, 화기작업허가, 사고조사, 안전점검 및 진단 등에 관하여는 주무 관련 법규인 산업안전보건법을 비롯하여 고압가스 안전관리법, 액화석유가스의 안전 및 사업관리법, 도시가스사업법, 소방법 등에 여러 형태로 규정되어 있다.

하지만 미국의 OSHA 규정과 같이 PSM 요소가 체계적이고 구체화 되지 못한 점이 있거나, PSM 활동요소중 가장 관심을 가져야 할 요소인 공정 위험분석, 비상계획 및 적응 방법 등은 아예 관리항목에서 제외되어 있는 바, 이들 항목에 관하여는 우선적인 시행이 요구된다.

또한 PSM 모델의 선정은 기업의 특성에 맞게 선정하는 것이 원칙이지만 국내 법규의 제정을 감안할 때 OSHA 규정을 중심으로 하는 것이 좋으며, 공정의 위험성 평가는 HAZOP이나 FTA 기법의 도입이 바람직하다. 뿐만아니

라 PSM 수행을 위한 보다 전문적인 기술자문의 경우에는 무조건적인 외국회사를 선호하는 것 보다는 국내실정을 잘 알고 있는 국내전문가, 또는 국내전문가를 통한 분야별 외국전문가의 선정과 활용을 권장하고 싶다. 특히 안전관리의 세계적인 경향은 설비 개선(Hardware Inspection & Improvement)에서 조직과 운전절차(organization & Procedure)의 강화추세이며, 해외 재보험 업체는 시장의 경영악화로 기업에 대한 진단 및 권고가 증가되고 있을 뿐만 아니라 재보험사의 물건 인수거부 및 보험료 인상을 요구하는 등 보다 근본적인 안전관리 활동을 요구하고 있다. 현명한 기업이라면 안전문제를 법규에만 의존하여 피동적으로 대처하는 재해예방 개념(oriented Injury)에서 탈피하여 보다 적극적인 사고예방개념(Accident Prevention)에 의한 종합적인 안전관리 활동을 위하여 PSM 제도의 도입과 수행이 바로 지금 이루어져야 한다고 본다.

참 고 문 헌

1. ccps, "Guidelines for Technical Management of Chemical Process Safety", AIChE(1992)
2. James V. Findlay and Raymond L. Kuhlman "Leadership in Safety", Institute Press, ILCI. (1980)
3. Michael Krikorian, "Disaster and Emergency Planning" Institute Press, ILCI. (1982)
4. Ted Ferry, "Safety and Health Management Planning", VNR, (1990)
5. Frank E. Bird, Jr, Georgel. Germain, "Practical loss Control Leadership", Institute Press, ILCI. (1990)
6. S. Schreiber, "Safety Education and Training for Plant Operation", Second IUPAC-Workshop on Safety in Chemical Production, (1993)
7. OSHA Federal Register, Vol. 57, No. 36, 6356, (1992)
8. Process Safety Management, OSHA, 3132 (1992)
9. "Recommendation for Process Hazards Management of Substances with catastrophic Potential" ORC, INC. (1988)
10. 1990 Clean Air Act Amendments, Accidental Release Prevention Provisions, S, 1630 Title III - Air Toxics (1990)
11. A Resource Guide for the Process safety Code of Management practices, CMA(1990)
12. Guidelines for Management of process Hazards-Recommended Practice 750, API, (1990)
13. 이영순 "공정안전관리의 국제동향과 국내적용" 한국산업 안전학회('93국제 안전공학 학술 심포지움, 1993)
14. 윤인섭, "안전경영시스템의 국제적 동향 및 한국에서의 방향" 한국 위험관리학회(제9회 정기학술 세미나, 1993)
15. 송지태, "중대산업사고예방 정책방향" SEK / 한국안전기술개발원(공정안전관리를 위한 위험성평가기법 및 응용 세미나-SEK 931114-1993)
16. 한국산업안전공단, "국제노동기구(ILO) 협약 제 174호", 산업안전공단(중대산업사고예방대책, 1993)

Table 1 Comparison of PSM Systems

CMA RESPONSIBLE CARE	AICHe CENTER FOR CHEMICAL PROCESS SAFETY	OSHA 29 CFR 1910.119	AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE	ILO code of practice
Management Leadership Commitment Accountability Performance Measurement Incident Investigation Information Sharing CAER Integration	Accountability Process Knowledge and Documentation Project Reviews and Design Procedures Risk Management Management of Change Process Equipment Integrity Incident Investigation Training and Performance Human Factors Standards, Codes, and Laws Audits and Corrective Actions Enhancement of Process Safety Knowledge	Process Safety Information Process Hazard Analysis Operating Procedures Training Contractors Pre-startup Safety Review Mechanical Integrity Hot Work Permits Management of Change Incident Investigations Emergency Planning and Response Compliance Safety Audit	Process Safety Information Process Hazards Analysis Management of Change Operating Procedures Safe Work Practices Training Critical Equipment QA and Mechanical Integrity Pre-startup Safety Review Emergency Response and Control Process-Related incident Investigation Auditing of PHM Systems	General Provisions Components of a Major hazard control system General duties Prerequisites for a major hazard control system Analysis of hazards and risks Control of the causes Safe operation Emergency planning Information to the public concerning Siting and land-use Planning Reporting to competent authorities Implementation of a major hazard control system
Technology Design Documentation Process Hazards Information Process Hazard Analysis Management of Change				
Facilities Siting Codes and Standards Safety Reviews Maintenance and Inspection Multiple Safeguards Emergency Management				
Personnel Job Skills Safe Work Practices Initial Training Employee Proficiency Fitness for Duty Contractors				

Appendix A to § 1910. 119—List of Highly Hazardous Chemicals, Toxics and Reactives(Mandatory)

This Appendix contains a listing of toxic and reactive highly hazardous chemicals which present a potential for a catastrophic event at or above the threshold quantity.

Chemical name	Cas*	TQ**	Chemical name	Cas*	TQ**
Acetaldehyde	75-07-0	2500	Cyanogen	460-19-5	2500
Acrolein(2-Propenal)	107-02-8	150	Cyanogen Chloride	506-77-4	500
Acrylyl Chloride	814-68-6	250	Cyanuric Fluoride	675-14-9	100
Allyl Chloride	107-05-1	1000	Diacetyl Peroxide (concentration>70%)	110-22-5	5000
Allylamine	107-11-9	1000	Diazomethane	334-88-3	500
Akylaluminums	Varies	5000	Dibenzoyl Peroxide	94-36-0	7500
Ammonia, Anhydrous	7664-41-7	10000	Diborane	19287-45-7	100
Ammonia solutions (>44% ammonia by weight)	7664-41-7	15000	Dibutyl Peroxide(Tertiary)	110-05-4	5000
Ammonium Perchlorate	7790-98-9	7500	Dichloro Acetylene	7572-29-4	250
Ammonium Permanganate	7787-36-2	7500	Dichlorosilane	4109-96-0	2500
Arsine(also called Arsenic Hydride)	7784-42-1	100	Diethylzinc	557-20-0	10000
Bis(Chloromethyl) Ether	542-88-1	100	Diisopropyl Peroxydicarbonate	105-64-6	7500
Boron Trichloride	10294-34-5	2500	Dilaluroyl peroxide	105-74-8	7500
Boron Trifluoride	7637-07-2	250	Dimethyldichlorosilane	75-78-5	1000
Bromine	7726-95-6	1500	Dimethylhydrazine, 1,1-	57-14-7	1000
Bromine Chloride	13863-41-7	1500	Dimethylamine, Anhydrous	124-40-3	2500
Bromine Pentafluoride	7789-30-2	2500	2,4-Dinitroaniline	97-02-9	5000
Bromine Trifluoride	7787-71-5	15000	Ethyl Methyl Ketone Peroxide (also Methyl Ethyl Ketone) Peroxide:concentration>60%	1338-23-4	5000
3-Bromopropyne(also called Propargyl Bromide)	106-96-7	100	Ethyl Nitrite	109-95-5	5000
Butyl Hydroperoxide(Tertiary)	75-91-2	5000	Ethylamine	75-04-7	7500
Butyl Perbenzoate(Tertiary)	614-45-9	7500	Ethylene Fluorohydrin	371-62-0	100
Carbonyl Chloride (see Phosgene)	75-44-5	100	Ethylene Oxide	75-21-8	5000
Carbonyl Fluoride	353-50-4	2500	Ethyleneimine	151-56-4	1000
Cellulose Nitrate(concentration >12.6% nitrogen)	9004-70-0	2500	Fluorine	7782-41-4	100
Chlorine	7782-50-5	1500	Formaldehyde(Formalin)	50-00-0	1000
Chlorine Dioxide	10049-04-4	1000	Furan	110-00-9	500
Chlorine Pentafluoride	13637-63-3	1000	Hexafluoroacetone	684-16-2	5000
Chlorine Trifluoride	7790-91-2	1000	Hydrochloric Acid, Anhydrous	7647-01-0	5000
Chlorodiethylaluminum(also called Diethylaluminum Chloride)	96-10-6	5000	Hydrofluoric Acid, Anhydrous	7664-39-3	1000
1-Chloro-2, 4-Dinitrobenzene	97-00-7	5000	Hydrogen Bromide	10035-10-6	5000
Chloromethyl Methyl Ether	107-30-2	500	Hydrogen Chloride	7647-01-0	5000
Chloropicrin	76-06-2	500	Hydrogen Cyanide, Anhydrous	74-90-8	1000
Chloropicrin and Methyl Bromide mixture	None	1500	Hydrogen Fluoride	7664-39-3	1000
Chloropicrin and Methyl Chloride mixture	None	1500	Hydrogen Peroxide(52% by weight or greater)	7722-84-1	7500
Cumene Hydroperoxide	80-15-9	5000	Hydrogen Selenide	7783-07-5	150
			Hydrogen Sulfide	7783-06-4	1500
			Hydroxylamine	7803-49-8	2500
			Iron, Pentacarbonyl	13463-40-6	250
			Isopropylamine	75-31-0	5000
			Ketene	463-51-4	100
			Methacrylaldehyde	78-85-3	1000
			Methacryloyl Chloride	920-46-7	150
			Methacryloyloxyethyl Isocyanate	30674-80-7	100
			Methyl Acrylonitrile	126-98-7	250
			Methylamine, Anhydrous	74-89-5	1000

Chemical name	Cas*	TQ**	Chemical name	Cas*	TQ**
Methyl Bromide	74-83-9	2500	Phosphoryl Chloride(also called Phosphorus Oxychloride)	10025-87-3	1000
Methyl Chloride	74-87-3	15000	Propargyl Bromide	106-96-7	100
Methyl Chloroformate	79-22-1	500	Propyl Nitrate	627-3-4	100
Methyl Ethyl Ketone Peroxide (concentration >60%)	1338-23-4	5000	Sarin	107-44-8	100
Methyl Fluoroacetate	453-18-9	100	Selenium Hexafluoride	7783-79-1	1000
Methyl Fluorosulfate	421-20-5	100	Stibine(Antimony Hydride)	7803-52-3	500
Methyl Hydrazine	60-34-4	100	Sulfur Dioxide(liquid)	7446-09-5	1000
Methyl Iodide	74-88-4	7500	Sulfur Pentafluoride	5714-22-7	250
Methyl Isocyanate	624-83-9	250	Sulfur Tetrafluoride	7783-60-0	250
Methyl Mercaptan	74-93-1	5000	Sulfur Trioxide(also called Sulfuric Anhydride)	7446-11-9	1000
Methyl Vinyl Ketone	79-84-4	100	Sulfuric Anhydride(also called Sulfur Trioxide)	7446-11-9	1000
Methyltrichlorosilane	75-79-6	500	Tellurium Hexafluoride	7783-80-4	250
Nickel Carbonyl(Nickel Tetracarbonyl)	13463-39-3	150	Tetrafluoroethylene	116-14-3	5000
Nitric Acid(94.5% by weight or greater)	7697-37-2	500	Tetrafluorohydrazine	10036-47-2	5000
Nitric Oxide	10102-43-9	250	Tetramethyl Lead	75-74-1	1000
Nitroaniline(para Nitroaniline)	100-01-6	5000	Thionyl Chloride	7719-09-7	250
Nitromethane	75-52-5	2500	Trichloro(chloromethyl) Silane	1558-25-4	100
Nitrogen Dioxide	10102-44-0	250	Trichloro(dichlorophenyl) Silane	27137-85-5	2500
Nitrogen Oxides(NO;NO ₂ ; N2O4;N2O3)	10102-44-0	250	Trichlorosilane	10025-78-2	5000
Nitrogen Tetroxide(also called Nitrogen Peroxide)	10544-72-6	250	Trifluorochloroethylene	79-38-9	10000
Nitrogen Trifluoride	7783-54-2	5000	Trimethoxysilane	2487-90-3	1500
Nitrogen Trioxide	10544-73-7	250			
Oleum(65% to 80% by weight; also called Fuming Sulfuric Acid)	8014-94-7	1000			
Osmium Tetroxide	20816-12-0	100			
Oxygen Difluoride(Fluorine Monoxide)	7783-41-7	100			
Ozone	10028-15-6	100			
Pentaborane	19624-22-7	100			
Peracetic Acid(concentration >60% Acetic Acid;also called Peroxyacetic Acid)	79-21-0	1000			
Perchloric Acid(concentration >60% by weight)	7601-90-3	5000			
Perchloromethyl Mercaptan	594-42-3	150			
Perchloryl Fluoride	7616-94-6	5000			
Peroxyacetic Acid(concentration >60% by Acetic Acid;also called Paracetic Acid)	79-21-0	1000			
Phosgene(also called Carbonyl Chloride)	75-44-5	100			
Phosphine(Hydrogen Phosphide)	7803-51-2	100			
Phosphorus Oxychloride(also called Phosphoryl Chloride)	10025-87-3	1000			
Phosphorus Trichloride	7719-12-2	1000			

*Chemical Abstract Service Number.

**Threshold Quantity in Pounds(Amount necessary to be covered by this standard).