

건설현장의 PSM(Process Safety Management) 제도 적용에 관한 연구

- A Study on the Application to PSM(Process Safety Management) Policy in the Construction -

양 광 모 *

Yang Kwang Mo

전 현 정 *

Jun Hyun Jung

Abstract

In this paper, we select evaluation criteria by construction progress, classify into several categories, and regard potential danger which often occurs, as a evaluation criterion. Further step is to allow workers or collaborated companies to express their expert opinions or experiences and to encourage quality and process control and autonomous safety control by applying PSM method. The reason why PSM method should be quantitative and substantial progress is because it contributes Korean constructing companies to enhancing their safety control ability and to taking an equal stance just like developed countries, thereby strengthening there competitive edges. Boost of safety control system by PSM method will make an enormous contribution to preventing construction accidents on the site by establishing and securing an autonomous safety control system.

Keyword : PSM(Process Safety Management), 유해·위험 방지 계획서

1. 서론

국내 건설안전관리의 이론적 접근방법은 우수한 수준에 이르고 있다고 볼 수 있으나 적용면에 있어서는 한국적 모형의 연구 미비 등으로 효과가 미흡하여 발전하지 못하고 있다. 이러한 문제와 원인은 선진국의 이론이나 제도를 여과없이 국내에 도입하여 시행하는데에 있다. 즉, 선진국의 건설안전 시스템을 국내 건설업체들이 무분별하게 도입·운영하고 있는 것이 원인이라 할 수 있다[5]. 그 예로 산업안전보건법 제48조의 유해·위험방지계획서를 들 수 있다. 물론 이 제도는 선진국과 같이 사업주, 관리자, 근로자의 안전의식이 높거나 사회적인 여건이 성숙되어 있는 사업장에서는 상당한 효과를 얻을 수 있다. 그러나 2002년 노동부 통계자료에 따른 국내의 경우 사고원인별 발생비율의 88%를 점유하는 작업자의 불안정한 행동을 중점적으로 예방하기 위해서는 작업개시부터 종료 시까지의 작업과정과 그 과정마다 조작이나 취급 등에 따른 안전한 작업행동을 정확히 알고 통제해야 하지만, 사업주나 관리자 또는 근로자 어느 누구도 이를 제대로 인지하고 있지 못한 실정이다. 건설업에서 위험을 예견하는데 가장 효율적인 방안은 각 공정별로 사전계획을 수립하여 운영하는 것이다. 실질적으로 유해·위험방지계획서는 공사착공 전에 제출토록 되어 있는 있으나 그 내용을 살펴보면 사고 발생비율이 10%대에 불과한 불안전상태 위주로 되어 있다. 선진국의 경우에는 근로자들의 작업과정 내에 안전의식과 안전한 행동이 이미 습관화되어 있는 상태이기 때문에 문제가 없지만, 우리의 경우는 이점이 매우 미흡하여 중점적인 개선을 필요로 하나 실상은 유해·위험방지계획서와 안전관리계획서가 안전경영시스템의 전부인 것처럼 받아들이고 있다. 따라서 작업자의 불안정한 행동을 제어하는데 1차 적이며 주체적 활동을 해야 할 하수급 업체들은 불안전행동에 대한 관리를 근로자의 자율적인 조심성과 주의력 등 정신적 측면에만 의존하고 있었고, 불안전상태는 원수급인의 지시에 의한 피동적인 역할만 수행하고 있는 실정이다[7]. 이와 같은 건설안전 경영시스템으로는 재해발생비율이 가장 높은 불안전행동에 관련된 사고의 원인을 감소시키거나 제거하기 어려운 구조로서 현재의 시스템을 개선하거나 보완을 하지 않는 한 건설업종의 안전경영체계는 물적인 불안전상태 개선을 중심으로 전개되는 절름발이 형태이며 보다 비중이 높은 불안전행동의 예방은 형식적인 구호로만 그치는 전시행정 중심의 전근대적인 틀을 벗어나기 어렵게 되어 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하고자 건설현장에서 핵심공정에 대한 사전 안전성 확보로 재해를 예방하는 PSM(Process Safety Management) 기법을 도입하여 건설업 중대재해를 예방할 수 있는 안전점검 평가모형을 제시하고자 한다.

2. 국내 건설업 안전관리 실태 및 문제점 제시

업종별 산업재해 현황 <표2.1>을 살펴보면 전기·가스·수도업을 제외한 전 업종에서 산업재해자수와 재해율이 증가하였다. 특히, 건설업의 경우 건설경기 상승에 따라 산업재해

자수는 16,771명으로 2000년보다 3,271명(24.23%) 증가하였으며, 재해율은 0.69%로서 2000년보다 0.08%p(13.11%) 증가한 것으로 나타났다. 건설산업재해가 이처럼 늘어난 것은 최근 아파트 등 주택수요 증가로 건설물량이 대폭 증가하고 있는 가운데 재해에 취약한 신규 근로자, 노령자 등이 대량 유입되고 있는 점을 들 수 있다.

<표 2.1> 업종별 산업재해 현황

구 분	2001			2000			증 감		
	재해자 수 (명)	사망자 수 (명)	재해율 (%)	재해자 수 (명)	사망자 수 (명)	재해율 (%)	재해자 수 (명)	사망자 수 (명)	재해율 (%)
총 계	81,434	2,748	0.77	68,976	2,528	0.73	12,458	220	5.48
광 업	1,405	436	7.35	914	396	4.51	491	40	62.97
제 조 업	35,506	711	1.21	33,349	700	1.21	2,157	11	0.00
건 설 업	16,771	659	0.69	13,500	614	0.61	3,271	45	13.11
전 기 가 스 수 도 업	127	12	0.26	134	15	0.27	-7	-3	-3.70
운 수 창 고 통 신 업	5,788	263	0.88	5,575	227	0.87	213	36	1.15
기 타 산업	21,837	667	0.49	15,504	576	0.41	6,333	91	19.51

<표 2.2>는 산업재해 현황을 발생형태별로 나타내었다. 형태별로 살펴보면 협착, 전도, 추락, 충돌 및 낙하비래 등 재래형 반복재해가 전체 재해의 71.64%를 차지하였으며, 협착, 전도, 추락, 충돌, 낙하비래 등 5대 재래형 반복재해가 전체 재해의 71.64% 차지하고 있다.

<표 2.2> 주요 발생형태별 산업재해 현황

발생형태별	재해자(명)	구성비(%)
총 계	81,434	100.00
협 착	18,856	23.15
전 도	14,672	18.02
추 락	9,771	12.00
충 들	8,001	9.83
낙하비래	7,025	8.64
과다동작	5,954	7.31
업무상질병	5,576	6.85
교통사고	3,227	3.96
기 타	8,198	10.07
분류불능	154	0.19

3. 유해·위험방지계획 및 PSM의 특징 비교 분석

현행 유해위험방지계획제도는 제도의 실시 자체만으로도 어느 정도 효과를 거두고 있는 것으로 나타났으나, 유해·위험방지계획의 수립을 통한 직접적인 재해방지 효과는 그리 크지 않게 나타나고 있다. 또한, 제도의 필요성을 인정하는 강도에 비해 실시 효과에는 회의적인 시각을 갖는 경향이 있어, 형식적 작성, 규제력의 미흡 등 실시효과의 저해요인의 해소가 필요하다. 그에반해 PSM 기법은 공정별로 가중치 부여가 가능하여 원 도급 건설사 전체에 대한 정량평가 또는, 협력업체별 공정에 따른 정량화가 가능하므로 제 3자가 평가해도 공정하게 순위를 결정할 수 있다. 이러한 PSM 기법은 정량적이고 실질적인 공정에 적용하여 시행하는 것은 국내 건설사의 안전관리능력을 향상시킴으로써 선진 안전 확보국들과 동등한 위치에 서게 되어 경쟁력 제고에 크게 기여 할 수 있다. 또한, 유해·위험방지계획서 심사제도는 당해 공사 전체를 수행하는데 필요한 안전관리 계획을 작성하고, 노동부의 승인을 받으면 모든 것이 완료되는 것으로 인식되어 공정중심으로 진행됨으로써 공사에 기반이 된 실제 안전대책이나 계획으로 접목되지 못한 문제점이 있다. 그러나, PSM기법을 적용하면 공정별로 각 공정에 따른 협력업체나 작업자들이 자신의 전문분야에 대한 의견이나 경험을 충분히 표출해가면서 자율적인 안전관리와 더불어 품질 및 공정관리와 유기적으로 공사진행이 가능하다. 유해·위험방지계획서의 작성 수준은 점진적으로 개선되어 가는 추세이나, 유해위험방지계획서의 참조 및 활용 빈도는 매우 낮아서 거의 참조하지 않거나 확인검사 등이 예정된 경우만 참조하고 있다. 이러한 유해·위험방지계획서 내용의 충실성과 실시효과를 높이는 데는 확인검사의 활성화가 필요하다. 따라서, PSM 기법을 활용한 안전관리제도의 활성화는 국내 건설업체 자율안전관리 정착 및 사전 안전성 확보로 건설현장에서 발생하는 재해예방에 크게 기여할수 있다고 생각한다.

<표 3.1> 유해·위험방지계획서 및 PSM 비교분석

	유해·위험 방지 계획서	PSM
개 요	<ul style="list-style-type: none"> 공사 착수 전 공사과정에 내재한 위험에 대한 사전 대책 수립을 법제화 함 안전관리조직등과 함께 건설재해 저감을 위한 제도중 하나 임 1990.1.13일 처음도입하고 1999.8.23 시행규칙을 개정하여 오늘에 이룸 	<ul style="list-style-type: none"> 중대산업사고를 야기할 가능성이 큰 유해·위험설비를 보유한 사업장이 대상 안전보건 자료의 관리, 유해·위험설비에 대한 위험성평가, 안전운전계획 및 비상조치계획 수립 등에 관한 사항을 기록한 공정안전보고서를 작성 이를 이행토록 함으로써 중대산업사고를 예방함은 물론 사업장의 자율적인 사고예방체제를 구축하기 위한 제도

	유해·위험 방지 계획서	PSM
대상사업장	<ul style="list-style-type: none"> · 지상높이가 31m 이상인 건축물 또는 공작물의 건설, 개조 또는 해체 · 최대지간 길이가 50m 이상인 교량건설공사 · 터널건설 등의 공사 · 제방높이 20m 이상인 댐건설 등의 공사 · 게이지 압력이 1.3kgf/cm² 이상의 잠합공사 · 깊이 10.5m 이상인 굴착공사 · 기타 건설설비, 크레인 등을 사용하는 공사 또는 유해·위험 작업 등 노동부장관이 정하는 공사 	<ul style="list-style-type: none"> · 유해·위험설비를 보유하고있는 사업장 · 원유정제 처리업 · 달리 분류되지 아니한 석유정제 분해물 재처리업 · 석유화학계 기초 유기화합물 또는 합성수지 제조업 · 질소질 비료 제조업 · 복합비료 제조업 · 농약 제조업(원제제조에 한한다.) · 화약 및 불꽃제품 제조업
주요내용	<ul style="list-style-type: none"> · 유해·위험방지계획서 작성 대상공사를 착공하려고 하는 사업주는 자격조건을 갖춘자의 의견을 듣고 계획서를 작성, 공사 착공 전일까지 제출 · 자율안전관리업체는 자체심사를 거쳐 공사착공전일까지 자체심사서를 공단에 제출 	<ul style="list-style-type: none"> · 유해·위험설비를 신규로 설치 또는 이전하거나 주요 구조부분을 변경하는 경우 · 공사착공 또는 변경 60일전에 공정안전보고서 2부를 작성, 한국산업공단에 제출
특징	<ul style="list-style-type: none"> · 도입 후 현장에서 산·재 효과가 크다고 인식 · 피동적이기는 하나 안전관리 독려효과와 안전 활동 실시율의 향상 · 공사초기에 취약한 안전관리의 사전 예측 효과 · 계획서 작성과정에서 공사수행자의 의견수렴 효과 · 계획서 작성만으로 안전관리에 힘쓰게 하는 동기 부여 효과 	<ul style="list-style-type: none"> · PSM 실시 후 재산손실이 현저히 감소 · 많은 대형사고로 외국 보험회사의 보험요율 인상 요구가 있었으나 PSM 시행 후 보험요율이 인하됨 · PSM 시행전에는 공정 가동중지가 빈번하였으나 시행후 중지 횟수가 현격히 저하 · 위험성 평가기법(HAZOP)이 국내에 자동적으로 보급되는 효과를 가져옴 · 기술향상과 더불어 생산성 향상 및 품질 향상에 기여

4. PSM을 활용한 안전점검 평가모델 개발

위에서 제시된 건설공정의 가중치, 각 공정에서의 평가대상에 대한 가중치와 <표 4.1> 공정안전 평가점수를 활용하여 식(4.1)과 같은 PSM 평가모델 식을 제시 할 수 있다. 이는 건설현장에서 전문가들의 주관적인 의견을 반영하여 가중치를 적용함으로써 건설업의 PSM 제도의 활용을 위한 평가 모델을 제시 할 수 있는 것이다.

$$\sum_{n=1}^n (A_i \times B_j \times C_k) \quad (4.1)$$

여기서,

A_i = 공사 i에 대한 가중치

B_j = 평가대상 j에 대한 가중치

C_k = 판정점수 k

가중치의 합 = 1

<표 4.1> 공정안전 평가 점수

공정 안전 상태 (평가항목 점수)	점수
평가항목 상태 미흡	10
평가항목 상태 불량	20
평가항목 상태 매우 불량	30

건설업 공사의 공정에 대한 위험성평가 방식을 채택하여 이를 규격화하여 건설공정을 정량적이고 실질적인 공정에 적용하여 시행하는 것은 국내 건설사의 안전관리능력을 향상시킴으로써 선진 안전 확보국들과의 동등한 위치에 서게 되어 경쟁력 제고에 크게 기여할 수 있을 것이다. 다음 <표 4.2>는 위에서 제시하였던 자료를 바탕으로 건설공사 현장에 적합한 공정위험성 평가서를 작성하였다. 이 공정위험성 평가서에는 Check List 등 여러 위험성평가기법중 잠재되어 있는 위험을 가장 효과적으로 발견, 제거할 수 있는 기법을 한가지 이상 선정해 위험성평가를 실시한 후 위험평가서를 작성해야 하며 발견된 잠재위험에 대한 사고예방 조치 및 피해 최소화 대책을 포함시켜야 한다. 본 연구에서는 Check List기법을 이용하여 다음과 같이 제시하고자 한다.

<표 4.2> PSM 평가 모델 제안양식

I. 가설작업 ($A_i=0.5$)

공사	평가대상 (B_i)	평가항목	판정 (C_i)			조치 사항
			30	20	10	
가설 작업	1. 가설비계 설치 및 해체 (0.3)	1) 가설비계 배치는 현장조건에 적합한가 2) 비계용 자재는 적절한가 (규격 및 사용횟수)				
	2. 가설구조물 상태 (0.4)	1) 전도물에 대한 위험 방지 시설 확인하였는가 2) 가설구조물기초, 부동침하방지 상태점검 3) 가새보강 및 연결부위 상태점검				
	3. 전기시설 (0.2)	1) 누전차단기 설치여부 2) 고압케이블 방호캡 설치상태 3) 안전교육 실시여부				
	4. 가설계단, 승강로 (0.1)	1) 표준안전난간 설치여부				

II. 철근/콘크리트작업 ($A_i=0.3$)

공사	평가대상 (B_i)	평가항목	판정 (C_i)			조치 사항
			30	20	10	
철근/콘크리트 작업	1. 철근가공 (0.4)	1) 절단기구는 적당한가 (Shear Cutter, 쇄톱) 2) 슬래브 위에서 절단, 절곡, 가공 하는가 3) 고임재, 격리재의 규격과 사용 개수는 적당한가				
	2. 철근운반 (0.1)	1) 철근 인양시 적재하중은 적당한가 2) 철근 인양시 근로자의 출입을 제한 하는가 3) 철근 운반시 주변 전선의 상태는 이상이 없는가				
	3. 철근조립 (0.3)	1) 철근 Bending의 처리는 양호한가 2) 철근 상호간격 및 피복은 이상이 없는가 3) 철근의 결속상태는 양호한가				
	4. 콘크리트 타설 (0.2)	1) 타설장비 및 타설방법은 타설 계획과 일치하는가 2) 타설중지 마감은 이상없는가 3) 이어붓기 위치는 용력을 고려한 위치를 선택하고 있으며 수직 끝기로 하고 있는가				

Ⅲ. 조적작업 ($A_f=0.2$)

공사 공정	평가대상 (B_j)	평가항목	판정 (C_k)			조치 사항
			30	20	10	
조적작업	1. 단위 조적재 쌓기의 공통 일반 사항 (0.4)	1) 1/2 이하의 작은 토막이 생기지 않도록 단위 조적재를 나누는가 2) 가로줄눈 세로줄눈의 나비는 1cm표준인가 3) 쌓기용 시멘트 몰탈은 배합이 1:3 배합 표준인가				
	2. 시멘트 벽돌 쌓기 (0.3)	1) 시멘트 벽돌은 규격품으로서 압 축강도 80kg/cm ² 이상의 강도를 가지고 있는가 2) 일일 쌓기 높이는 1.2m표준으로 시행하는가 3) 쌓기 완료후 15일 경과전 타공사를 하지는 않는가				
	3. 콘크리트 블록 쌓기 (0.2)	1) 콘크리트 블록은 규격품으로 압 축강도 80kg/cm ² 이상의 강도를 가지고 있는가 2) 일일 쌓기 높이는 1.5m표준으로 시행하는가 3) 블럭 쌓기 후 몰탈이 굳기전 깊이 1cm정도의 평준은 파기를 시행하는가				
	4. 린넨 설치 및 콘트롤 조인트 (0.1)	1) 개구부의 상부에 벽두께 1.5배의 철근콘크리트 린넨을 개구부 외부 로부터 각각 20cm이상 물리개 설치 하였는가 2) 개구부 폭이 3cm를 초과하는 경우 구체공사와 동시에 시공 하는가 3) 조인트 휠러는 두께 15mm아스팔트 침입가공 롤크판을 사용하는가				

<표 4.2>에서 제시한 바와 같이 제안양식을 공사, 평가대상, 평가항목, 판정, 조치사항으로 크게 5가지로 분류하였으며, 공사는 공종별(A_j)과 공정으로 나누어 한눈에 알아볼 수 있도록 하였고, 평가대상(B_j)에서는 각 공정에서 잠재위험이 가장 큰 항목별로 기재하였다. 평가항목에서는 공정에서의 사전 위험요인을 부분별로 살펴볼 수 있도록 하였고, 판정(C_k)에서는 30, 20, 10점으로 점수를 부여하여 공정을 평가하는데 신속을 기할 수 있게 하였다. 또한, 조치사항란을 두어 판정과 함께 조치사항을 바로 기재할 수 있게 하여 신속하게 적절한 조치를 취할 수 있도록 하였다. 이러한 체크리스트를 활용한 PSM의 평가 후에는 적절한 조치가 필요하며, 간단한 예시를 <표 4.3>에 제시하였다.

<표 4.3> PSM 평가모델 예시

A_i	B_j	C_k
가설작업 (0.5)	1. 가설비계 설치 및 해체 (0.3)	30
	2. 가설구조물 상태 (0.4)	20
	3. 전기시설 (0.2)	0
	4. 가설계단, 승강로 (0.1)	0
철근/콘크리트작업 (0.3)	1. 철근가공 (0.4)	10
	2. 철근운반 (0.1)	20
	3. 철근조립 (0.3)	20
	4. 콘크리트 타설 (0.2)	20
조적작업 (0.2)	1. 단위 조적재 쌓기의 공통 일반 사항 (0.4)	10
	2. 시멘트 벽돌 쌓기 (0.3)	10
	3. 콘크리트 블록 쌓기 (0.2)	0
	4. 린텔 설치 및 콘트롤 조인트 (0.1)	20

따라서 <표 4.3>에 제시된 예시를 적용하면 위의 사업장에 대한 안전점검 평가는 다음과 같다.

$$\sum_{i=1}^n (A_i \times B_j \times C_k) = [(0.5 \times 0.3 \times 30) + (0.5 \times 0.4 \times 20) + \dots + (0.2 \times 0.4 \times 10)]$$

$$= 15.1$$

따라서 위와 같은 평가 점수를 기준으로 하여 건설현장의 위험도 측정이나 더 나아가서 과태료 부과에까지 활용할 수 있을 것이다.

5. 결론

본 연구에서는 각각의 작업공정 개시전 공정별 작업 안전계획을 수립하여 적기에 능동적이고 유기적인 사전위험요인 제거가 가능한 공정안전관리기법(PSM : Process Safety Management)을 건설분야에 도입하여 시행하여 이러한 문제점을 해결하고자 건설현장에서 핵심공정에 대한 사전 안전성 확보로 재해를 예방하는 PSM 기법을 도입하여 안전점검 평가모델을 개발하여 건설업 중대재해를 예방하는 방안을 찾아 건설업 안전관리에 대한 개선방법을 제시하였다. 이와같이 PSM 기법을 활용한 안전점검

평가모델을 적용하여 자율적인 안전관리와 더불어 품질 및 공정관리와 유기적으로 공사 진행이 가능하다. 이러한 PSM 기법을 정량적이고 실질적인 공정에 적용하여 시행하는 것은 국내 건설사의 안전관리능력을 향상시킴으로써 선진 안전확보국들과 동등한 위치에 서게 되어 경쟁력 제고에 크게 기여할 수 있을 것이다. 이와 같이 PSM 기법을 활용한 안전관리제도의 활성화는 국내 건설업체 자율안전관리 정착 및 사전 안전성 확보로 건설현장에서 발생하는 재해예방에 크게 기여할 것으로 기대한다.

6. 참 고 문 헌

- [1] 강인원, 김규정, 이영순, 김용수 “공정안전관리(PSM)제도의 효과분석”, 한국산업안전학회, 2001
- [2] “공정안전관리(PSM)제도”, 한국산업안전공단, 1998
- [3] 안홍섭, 노민래, 이명구 “건설공사 유해위험방지계획서제도의 효과분석에 관한 연구”, 한국산업안전학회, 2001
- [4] 안병수, 양광모, 강경식, “건설안전 페트롤점검 제도의 효율적 방안에 관한 연구” 안전경영과학회지 제3권 제2호 1p-11p 2001.6
- [5] 이송, 손기상, 최원일, 오태상, 채점식 “건설안전을 위한 P. S. M. 기법에 관한 연구”, 한국산업안전학회, 2000
- [6] “2002년 3/4분기 건설경기 전망” 한국건설산업연구원 · 대한건설협회, 2002
- [7] 제무성의 (1999) “시스템 안전공학 개론”, 신광문화사
- [8] cccp, “Guidelines for Auditing Process Safety Management System”, 1989
- [9] OSHA, “Process Safety Management of Highly Hazardous Chemical 129 CFR 1919, 119”, 1990

저 자 소 개

양 광 모 : 명지대학교 대학원 석사, 명지대학교 대학원 박사과정.
관심분야 생산관리, 통계, 경영과학.

전 현 정 : 연세대학교 교육대학원 석사, 명지대학교 대학원 박사과정.
관심분야 생산관리, 통계.