

PSM 제도를 활용한 건설업 안전점검 평가방법 개발에 관한 연구

양광모 · 전현정 · 강경식

명지대학교 산업공학과

A Study On Development of Safety Inspection Evaluation Method in the Construction Using PSM Method

Kwang Mo, Yang* · Hyun Jung, Jun* · Kyong Sik, Kang**

*Industrial Engineering, Graduate School, Myongji University · **Industrial Engineering, Myongji University

As domestic buildings have been large-scaled, diversified and high-rise, there have been a consistent demand for design, development of construction technology and accident prevention activity as well as quality enhancement. In spite of governmental and related institutions' efforts for reducing national losses which come from numerous accidents, there have been endless small and large accidents on the construction site and thus, it is urgent to conduct empirical researches in this area. Currently safety supervision system in construction industry has enforced harm and danger prevention planning system, however it merely stick to other existing materials. In addition, it is difficult to put it into practice in that it requires bearing too much burden to draw out the planning itself in a case of large construction work. Consequently 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(Process Safety Management) method using AHP(Analytic Hierarchy Process) and to development of PSM evaluation method in the construction. 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 their competitive edges. Boost of safety control system by PSM method could make an enormous contribution to preventing construction accidents on the site by establishing and securing an autonomous safety control system.

Keywords : PSM, Safety Inspection, AHP

1. 서 론

건설산업의 극도의 복잡성과 고도의 첨단기술을 요구함에 따라 건설안전기술에 대한 국내외 연구단체와의 효율적 기술정보 교환과 자체 기술연구 개발을 추진하여 실질적 건설안전기술발전을 도모하고 있다. 또한 시설물 및 건설공사의 안전과 품질에 대한 정밀진단, 점검, 지도교육을 통하여 재해를 사전에 예방하고자 그동안 정부 및 관계기관과 많은 건설사들이 무한한 노력을 하였다. 하지만 건설현장 작업 공정상 중대 사고들이 끊이지 않아 이에 대한 실증적 연구가 절실히 요구되고

있다. 현재 건설업의 안전관리 시스템은 유해·위험방지 계획서 제도를 시행하고 있으나, 기존의 다른 자료를 답습한 내용이 대부분이고, 대규모 공사인 경우는 유해·위험방지계획서 작성 자체도 큰 부담을 갖을수 밖에 없는 현실에서 실질적인 수행이 어려운 실정이다. 그리고, 공사 착공 후 잦은 설계변경과 공법 변화 등에 따른 위험 요인에 적절히 대응하지 못하는 문제점이 도출되고 있다. 이러한 연유로 각각의 작업공정 개시전 공정별 작업 안전계획을 수립하여 적기에 능동적이고 유기적인 사전위험요인 제거가 가능한 공정안전관리기법(PSM : Process Safety Management)을 건설분야에 도입하여 시행

하는 것이 필요하다고 사료된다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하고자 건설현장에서 핵심공정에 대한 사전 안전성 확보로 재해를 예방하는 P.S.M 기법을 도입하여 건설업 중대재해를 예방할 수 있는 안전점검 평가모델을 AHP(Analytic Hierarchy Process)를 활용하여 개발하고자 한다.

2. 국내 건설업의 안전관리 실태

2.1 국내 건설업의 안전관리 현황

<표 2.1>을 살펴보면 최근 건설경기가 2002년 7월말까지 재해율과 사망만인율은 0.44%와 1.41로 전년동기대비 각각 0.02%, 0.03 감소하였으나 전반적인 경기회복으로 사업장수와 근로자수가 증가하고 있습니다. 또한, 재해자수도 45,987명으로 1,497명 증가하고 있으며, 사망자수도 1,481명으로 83명이 증가하고 있다는 것을 알수 있다. 이는 IMF 이후 경제악화로 인한 기업의 구조조정 이후 근로자 감축으로 인한 작업강도가 오히려 증대되었으나, 안전관리자 의무고용 완화, 기업규제완화에 관한 특별조치법 시행 등 안전보건의 약화요인이 발생되어 사업장 내에서 사고발생 가능성이 높아지고 있다는 것을 입증하는 내용이다[6].

<표 2.1> 산업재해 현황

구 분	2002. 7. 31	전 년 동 기	증 감	증감율 (%)
○사업장수(개소)	936,880	764,213	172,667	22.59
○근로자수(명)	10,502,589	9,682,607	819,982	8.47
○재해자수(명)	45,978	44,481	1,497	3.37
• 업무상 사고자수	42,687	41,389	1,298	3.14
• 업무상 질병자수	3,291	3,092	199	6.44
○재 해 율(%)	0.44	0.46	- 0.02	- 4.35
○사망자수(명)	1,481	1,398	83	5.94
- 업무상사고 사망자수	739	736	3	0.41
- 업무상질병 사망자수	742	662	80	12.08
- 사망만인율	1.41	1.44	- 0.03	- 2.08
- 업무상사고 사망만인율	0.70	0.76	- 0.06	- 7.89
- 업무상질병 사망만인율	0.71	0.68	- 0.03	4.41

2.2 건설업 안전관리에 대한 문제점 제기

건설업은 타 산업에 비하여 작업환경이 수시로 변화하는 특징이 있고 하도급 사업장의 수많은 작업자들에 의한 산업재해가 많이 발생하여, 그 대부분이 중대재해가 되고 있어 경제적 손실이 매우 크다고 하겠다. 또한 국내 대부분의 건설업체가 가격 경쟁력을 확보하고자 시공을 주로 하도급 업체가 하고 있으나, 수차에 걸친 재하도급과 하도급업체의 영세성으로 인하여 안전관리 활동체계가 약화되고, 재해 발생시 책임한계가 불분명하여 각별한 안전조치가 요망된다고 하겠다. 이처럼 열악한 작업조건과 빈약한 장비 및 시설, 경영여건 등 제반 사유로 인하여 산재예방에 대한 관리활동이 미흡한 상태이며, 또한 경영자의 안전의식이 낮고, 근로자에 대한 안전교육이 제대로 이루어지지 못하여 자율적인 안전관리가 미흡한 실정이다. 그리고, 인력의 이직률이 높은 특성으로 인하여 미경험, 미숙련 근로자가 많고 관리감독자의 안전관리에 필요한 지식, 능력, 안전에 대한 관심 및 의욕 등의 부족으로 재해 현황이 높은 실정이다. 건설사업장에서는 안전관리계획을 의무적으로 제출토록 하고 있으나, 이를 형식적으로만 시행하고 있으며, 공사부서에서는 공정계획 및 작업기능 상태만을 점검하여 공사를 진행시키고 있고, 근로자의 안전을 무시한 채 작업을 하므로써 재해가 빈번히 발생하고 있는 실정이다. 건설공사에서의 자율적인 안전점검능력이 부족하며 안전점검이 아주 형식적으로 이루어지고 있다. 그러므로 이를 위하여 안전성을 고려한 새로운 관리방식의 전환 필요성이 대두된다. 따라서 4장에서는 현재 건설업에서 실행하고 있는 유해·위험방지계획서제도(산업안전보건법 제48조)의 문제점을 알아보고 화학 및 제조업에서 실행하고 있는 PSM제도를 도입하여 효율적인 건설업 중대재해 예방에 관한 방안을 모색하고자 한다.

3. 건설업 안전관리의 PSM 도입

3.1 PSM(Process Safety Management)의 개요

공정안전관리란 중대산업사고를 야기할 가능성이 큰 유해·위험설비를 보유한 사업장에 대해 안전보건 자료의 관리, 유해·위험설비에 대한 위험성평가, 안전운전 계획 및 비상조치계획 수립 등에 관한 사항을 기록한 공정안전보고서를 작성하고 이를 이행토록 함으로써 중대산업사고를 예방함은 물론 사업장의 자율적인 사고예 방체제를 구축하기 위한 제도이다[1,2,8]. 중대산업사고는 화재·폭발 및 독성물질누출 등의 사고로 인해 사업장

내의 근로자는 물론 인근 지역주민 및 환경에까지 피해를 야기하는 사고를 말하며 이 같은 사고를 일으킬 가능성이 큰 설비를 유해위험설비라 한다.

공정안전관리는 다음과 같은 3가지 원칙에 따라 추진되어야 한다[9].

- ① 공정안전관리는 위험설비가 정해진 기준에 따라 설계, 제작, 설치, 운전 및 유지 관리되도록 전 과정을 대상으로 한다.
- ② 공정안전관리는 최고경영자의 방침으로 정해야 하며 공장장의 공정안전관리에 대한 완벽한 숙지 그리고 실행·확인이 수반되어야 한다.
- ③ 공정안전관리는 정기적인 자체 감사를 통해 실제 이행되고 있는지, 문제점 및 개선사항은 무엇인지, 실행 후 효과는 나타나고 있는지 등을 확인하고 개선해야 한다.

3.2 건설업에서의 PSM의 필요성

국내 건설안전관리의 이론적 접근방법은 우수한 수준에 이르고 있다고 볼 수 있으나 적용면에 있어서는 한국적 모형의 연구 미비 등으로 효과가 미흡하여 발전하지 못하고 있다. 기업별로 사망재해가 일정한 경향이 없다는 것과 지난해 노동부가 발표한 재해자 수나 사망자 수 모두가 증가하였다는 사실이 이를 잘 설명하고 있다. 이러한 문제와 원인은 선진국의 이론이나 제도를 여과 없이 국내에 도입하여 시행하는데 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 사전 계획을 수립하여 운영하는 것이다. 실질적으로 유해·위험방지계획서는 공사착공 전에 제출토록 되어 있는 있으나 그 내용을 살펴보면 사고 발생비율이 10%대에 불과한 불안정한 상태 위주로 되어 있다. 선진국의 경우에는 근로자들의 작업과정 내에 안전의식과 안전한 행동이 이미 습관화되어 있는 상태이기 때문에 문제가 없지만, 우리의

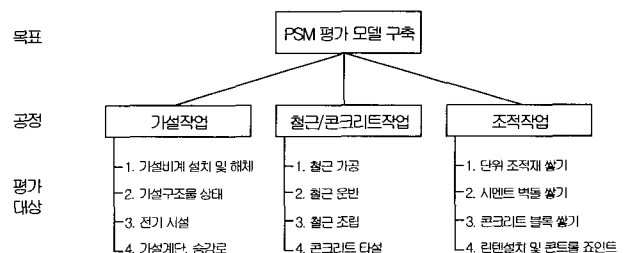
경우는 이점이 매우 미흡하여 중점적인 개선을 필요로 하나 실상은 유해·위험방지계획서와 안전관리계획서가 안전경영시스템의 전부인 것처럼 받아들여지고 있다. 따라서 작업자의 불안정한 행동을 제어하는데 1차 적이며 주체적 활동을 해야 할 하 수급 업체들은 불안정한 행동에 대한 관리를 근로자의 자율적인 조심성과 주의력 등 정신적 측면에만 의존하고 있었고, 불안정한 상태는 원 수급인의 지시에 의한 피동적인 역할만 수행하고 있는 실정이다[7]. 이와 같은 건설안전 경영시스템으로는 재해발생 비율이 가장 높은 불안정한 행동에 관련된 사고의 원인을 감소시키거나 제거하기 어려운 구조로서 현재의 시스템을 개선하거나 보완을 하지 않는 한 건설업종의 안전경영체계는 물적인 불안정한 상태 개선을 중심으로 전개되는 절름발이 형태이며 보다 비중이 높은 불안정한 행동의 예방은 형식적인 구호로만 그치는 전시행정 중심의 전근대적인 틀을 벗어나기 어렵게 되어 있다.

4. AHP를 활용한 건설업 PSM 안전관리 평가모델 개발

4.1 AHP(Analytic Hierarchy Process)를 활용한 건설 공사 작업의 위험도 분석

문헌 고찰을 통하여 건설업의 작업방법과 평가항목을 알아보고, 이들의 위험도를 본 연구에서 분석하고자 계층분석과정(Analytic Hierarchy Process ; AHP)을 이용하여 각 공정과 작업의 위험도를 평가한다.

7명의 기업체 담당자들로부터 설문을 받아 일관성 비율(CR)을 검사 한 후, 주관적인 데이터를 객관화하기 위해 계층분석과정을 통하여 건설업에서의 가설작업, 철근작업, 조적작업의 위험도를 분석하였으며, 각 작업에 대한 평가항목에 대해서도 각각의 위험도를 분석하였다. 그 계층구조는 [그림 4.1]에 간략히 제시되어 있다. 한편, 이러한 계층구조를 이용하여 각 단계에서의 요인들은 다음 상위 단계(Higher Level)의 모든 요인들에 의하여 평가된다.



[그림 4.1] PSM 평가모델을 위한 의사결정 계층구조

의사결정집단에 합의된 계층구조를 이용하여 의사결정에 참여한 건설안전관리자들을 대상으로 각 요인들에 대한 배정값을 할당하도록 하였다. 이러한 각 요인들에 대한 배정값을 할당함에 있어서는 집단의 합의를 도출하도록 하였다. 비록 이러한 과정이 교육이 많이 소요된다는 단점이 있으나, 기존의 연구들이 많이 사용한 개인의 판단을 종합하면 가중평균법에 비하여 집단 전체의 의견을 수렴할 수 있다는 장점이 있다.

일반적으로 많이 이용되는 척도는 9점 척도를 사용하였다[10,11,12,13]. 9점 척도 외에 다른 척도를 사용하는 것도 가능하지만, Harker(1987), Harker와 Vargas(1987), Saaty(1980)에 의해 수행된 광범위한 실질적 연구에서 9점 척도가 사용하기에 아주 좋다는 것을 제시하고 있다. 한편, 중요도의 계산을 위해서는 EXCEL 2000이 사용되었으며, 이미 Liberatore(1989)[12]에 의해서 언급되었듯이, 기존에 개발되어 있는 패키지에 비하여 사용이 편리하다는 장점이 있다.

4.1.1 건설작업에 대한 위험도 선정

3개의 공정에 대한 위험도를 설정하기 위한 의사결정 기준의 선택 요인을 의사결정 목표인 ‘각 작업의 위험도’의 측면에서 할당하면 <표 4.1>과 같다. 이를 통하여 기준 선택 요인의 상대적 중요도를 판단할 수 있다. 기준 문제점 요인의 상대적 중요도를 계산하는 일반적인 과정은 다음과 같다.

① 만약 a_{ij} 를 의사결정과정에 참여한 어떤 의사결정자가 요인 i를 요인 j에 대해 평가하여 배정한 값(numerical assignment)이라고 하면, AHP기법은 주어진 요인들에 대해 쌍(Pair)의 단위로 비교하기 때문에, 비교한 결과 값의 행렬은 정방행렬(Square Matrix)을 이룰 것이다. 만약 A를 그와 같은 비교 값들의 행렬이라고 정의하고, 크기를 n이라고 정의한다. 이때 AHP기법은 아래 제시한 합성화 과정(Synthesization process)이라는 계산과정을 거치게 된다. 우선, 배정값의 행렬에서 각 j열(column)에 대한 합계(S_j)를 구한다.

배정값의 행렬 A에서 각 j열(column)에 대한 합을 구한다. 만약 S_j 를 각각의 열에 대해 합을 나타낸다고 하면

$$S_j = \sum_{i=1}^n a_{ij} \text{ 과 같다.}$$

<표 4.1> 건설 작업의 위험도 선정 요인

	가설작업	철근작업	조적작업
가 설 작 업	1	2	4
철 근 작 업	0.5	1	4
조 적 작 업	0.25	0.25	1
합 계	1.75	3.25	9

② <표 4.1>의 정방행렬에서 각 요인값(a_{ij})들을 열의 합(S_j)으로 나눈다. 이와 같은 계산의 결과로 얻어지는 행렬을 정규화 된 쌍비교행렬 혹은 정규화 된 행렬이라고 부르며, 각 요인들에 대한 위험도지수 값을 구하기 위하여 각 행별로 정규화 된 비중값의 평균을 구한다. 그 결과는 <표 4.2>에 제시되어 있다.

<표 4.2> 정규화된 행렬과

	가설작업	철근작업	조적작업	행의 합	위험도
가설작업	0.571	0.615	0.444	1.63	0.543
철근작업	0.286	0.308	0.444	1.04	0.347
조적작업	0.143	0.077	0.111	0.33	0.110

$$\lambda_{\max} = 3.006 \quad C.I. = 0.005$$

4.1.2 각 공정에 대한 평가항목에 대한 위험도 선정

건설업 PSM제도의 평가 모델을 개발하기 위하여 각각의 공정에 대한 평가항목에 대한 위험도를 계산하는 방법은 위에서 설명한 각 작업에 대한 위험도를 선정한 절차와 같으며, 결과는 <표 4. 3,4,5>와 같다.

<표 4.3> 가설작업 위험도 평가

	비계 설치 및 해체	구조물 상태	전 기 설	계단, 승강로	행의 합	위험도
비계설치 및 해체	0.203	0.278	0.308	0.206	0.995	0.249
구조물상태	0.481	0.361	0.385	0.544	1.771	0.443
전기시설	0.189	0.194	0.192	0.147	0.722	0.181
계단, 승강로	0.127	0.167	0.115	0.103	0.512	0.128

$$\lambda_{\max} = 4.261 \quad C.I. = 0.087$$

<표 4.4> 철근/콘크리트 작업 위험도 평가

	철근 가공	철근 운반	철근 조립	콘크리트 타설	행의 합	위험도
철 근 가 공	0.444	0.435	0.454	0.375	1.708	0.427
철 근 운 반	0.111	0.087	0.084	0.063	0.345	0.086
철 근 조 립	0.371	0.348	0.328	0.458	1.505	0.376
콘크리트타설	0.074	0.130	0.134	0.104	0.442	0.111

$$\lambda_{\max} = 4.048 \quad C.I. = 0.016$$

<표 4.5> 조직작업 위험도 평가

	단 위 조적제	시멘트 벽 돌	콘크리트 블록	린텐 설치	행의 합	위험도
단 위 조적제	0.139	0.312	0.352	0.303	1.106	0.276
시멘트 벽돌	0.319	0.130	0.284	0.348	1.081	0.270
콘크리트블록	0.250	0.312	0.114	0.236	0.912	0.228
린 텐 설 치	0.297	0.247	0.250	0.112	0.906	0.226

$$\lambda_{\max} = 4.008 \quad C.I. = 0.003$$

본 연구의 목적 위의 결과로 나타난 위험도를 활용하여 건설업의 PSM 평가모델을 제시하는 것이다. 물론 고려요인이 변경되거나 확장되면, 이에 따라 최종 결과는 변경될 수 있을 것이다. 또한, 의사결정과정에서 배정값을 할당하는 방법에 따라 최종적인 결과 또한 달라질 수 있다고 판단된다. 이는 건설현장에서 그 상황에 맞게 변형시켜 적용시켜야 할 것이다.

4.2 PSM을 활용한 안전점검 평가모델 개발

위에서 나타난 AHP 기법을 활용하여 제시된 건설공정의 가중치, 각 공정에서의 평가대상에 대한 가중치와 <표 4.6> 공정안전 평가점수를 활용하여 식(4.1)과 같은 PSM 평가모델 식을 제시 할 수 있다. 이는 설문에 대한 전문가들의 주관적인 의견을 AHP를 활용하여 객관화하여 건설업의 PSM 제도의 활용을 위한 평가 모델을 제시 할 수 있는 것이다.

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

여기서,

A_i = 공사 i에 대한 가중치

B_j = 평가대상 j에 대한 가중치

C_k = 판정점수 k

<표 4.6> 공정안전 평가 점수

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

<표 4. 3,4,5,6>과 식(4.1)에서와 같이 건설업 공사의 공정에 대한 위험성평가 방식을 채택하여 이를 규격화

하여 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 4.7>은 위에서 제시하였던 자료를 바탕으로 건설공사 현장에 적합한 공정위험성 평가서를 작성하였다. 이 공정위험성 평가서에는 Check List 등 여러 위험성평가 기법중 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 포함시켜야한다. 본 연구에서는 Check List기법을 이용하여 다음과 같이 제시하고자 한다.

<표 4.7> PSM 평가 모델 제안양식

I. 가설작업 ($A_i=0.543$)

공사 공정	평가대상 (B_j)	평 가 항 목	판정(C_k)			조치 사항
			30	20	10	
가 설 작 업	1. 가설비계 설치 및 해체 (0.249)	1) 가설비계 배치는 현장조건에 적합한가 2) 비계용 자재는 적절한가 (규격 및 사용횟수)				
	2. 가설구조물 상태 (0.443)	1) 진동물에 대한 위험 방지 시설 확인하였는가 2) 가설구조물기초, 부동침하방지 상태점검 3) 가새보강 및 언결부위 상태점검				
	3. 전기사설 (0.181)	1) 누전차단기 설치여부 2) 고압케이블 방호캡 설치상태 3) 안전교육 실시여부				
	4. 가설계단, 승강로 (0.128)	1) 표준안전난간 설치여부				

II. 철근/콘크리트작업 ($A_i=0.347$)

공사 공정	평가대상 (B_j)	평 가 항 목	판정(C_k)			조치 사항
			30	20	10	
철 근 / 콘 크 리 트 작 업	1. 철근가공 (0.427)	1) 절단기구는 적당한가 (Shear Cutter, 쇠틀) 2) 슬래브 위에서 절단, 절곡, 가공 하는가 3) 고임재, 격리재의 규격과 사용 개수는 적당한가				
	2. 철근운반 (0.086)	1) 철근 인양시 적재하중은 적당한가 2) 철근 인양시 근로자의 출입을 제한 하는가 3) 철근 운반시 주변 전선의 상태는 이상이 없는가				
	3. 철근조립 (0.376)	1) 철근 Bending의 처리는 양호한가 2) 철근 상호간격 및 피복은 이상이 없는가 3) 철근의 결속상태는 양호한가				
	4. 콘크리트 타설 (0.111)	1) 타설장비 및 타설방법은 타설 계획과 일치하는가 2) 타설중지 마감은 이상없는가 3) 이어붓기 위치는 용력을 고려한 위치를 선택하고 있으며 수직 끊기로 하고 있는가				

III. 조적작업 ($A_i=0.110$)

<표 4.8> PSM 평가모델 예시

공사 공정	평가대상 (B_j)	평가항목	판정 (C_k)			조치 사항
			30	20	10	
조 적 작 업	1. 단위 조직재 쌓기의 공통 일반 사항 (0.276)	1) 1/2 이하의 작은 토막이 생기지 않도록 단위 조직재를 나누는가 2) 가로줄눈 세로줄눈의 나비는 1cm표준인가 3) 쌓기용 시멘트 불탄은 용접 배합이 1:3 배합 표준인가				
	2. 시멘트 벽돌 쌓기 (0.270)	1) 시멘트 벽돌은 규격품으로서 압축강도 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 (0.228)	1) 콘크리트 블록은 규격품으로서 압축강도 80kg/cm ² 이상의 강도를 가지고 있는가 2) 일일 쌓기 높이는 1.5m표준으로 시행하는가 3) 블록 쌓기 후 불탈이 굳기전 깊이 1cm정도의 평줄눈 파기를 시행하는가				
	4. 린텔 설치 및 콘트롤 조인트 (0.226)	1) 개구부의 상부에 벽두께 1.5배의 철근콘크리트 린텔을 개구부 외부로부터 각각 20cm 이상 물리개 설치하였는가 2) 개구부 폭이 3cm를 초과하는 경우 구제공사와 동시에 시공하는가 3) 조인트 헐리는 두께 15mm아스팔트 침입가공 콜크판을 사용하는가				

A_i	B_j	C_k
가설작업 (0.543)	1. 가설비계 설치 및 해체 (0.249)	30
	2. 가설구조물 상태 (0.443)	20
	3. 전기시설 (0.181)	0
	4. 가설계단, 승강로 (0.128)	0
철근/콘크리트작업 (0.347)	1. 철근가공 (0.427)	10
	2. 철근운반 (0.086)	20
	3. 철근조립 (0.376)	20
	4. 콘크리트 타설 (0.111)	20
조적작업 (0.110)	1. 단위 조직재 쌓기의 공통 일반 사항 (0.276)	10
	2. 시멘트 벽돌 쌓기 (0.270)	10
	3. 콘크리트 블록 쌓기 (0.228)	0
	4. 린텔 설치 및 콘트롤 조인트 (0.226)	20

<표 4.7>에서 제시한 바와 같이 제안양식을 공사, 평가대상, 평가항목, 판정, 조치사항으로 크게 5가지로 분류하였으며, 공사는 공종별(A_i)과 공정으로 나누어 한눈에 알아볼수 있도록 하였고, 평가대상(B_j)에서는 각 공정에서 잠재위험이 가장 큰 항목별로 기재하였다. 평가항목에서는 공정에서의 사전 위험요인을 부분별로 살펴볼수 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 4.8>에 제시하였다.

이러한 결과를 가지고 과태료 부과는 사업주에게 위반사항을 자발적으로 시정하도록 하는 자극제로서의 역할을 하도록 고안되는 것이며, 사업주 입장에서는 경제성을 고려해야 함으로 사고를 예방하기 위한 투자비용 경영에 이익이 됨을 인식시켜야 한다. 선진 미국이나 영국, 싱가포르에서도 과태료 부과제도를 도입함으로써 자율 안전을 유도하고 있다. 이를 국내에서도 과감히 도입함으로써 자율안전이 정착되도록 하는데 의의가 있다 [3.4]. 이를 정리한 결과를 <표 4.9>에 제시하였다.

<표 4.9> 벌점과 개선지연일수에 따른 과태료 부과기준

개선지연일수	벌금부과기준
지적 당일	1점 당 100,000원
3일 미만	1점 당 1일 100,000원
3일 이상 7일 미만	1점 당 1일 200,000원
7일 이상	1점 당 1일 300,000원

따라서 <표 4.8>에 제시된 예시를 적용 당일을 기준으로 하여 <표 4.9>에 제시된 과태료를 사업주는

$$\begin{aligned}
 & [\sum_{k=1}^n (A_i \times B_j \times C_k)] \times 100,000 \\
 & = [(0.543 \times 0.249 \times 30) + (0.543 \times 0.443 \times 20) + \\
 & \quad \dots + (0.110 \times 0.226 \times 10)] \times 100,000 \\
 & = 1,542,230 \text{ 원}
 \end{aligned}$$

의 과태료가 부과되며, 개선 지연일수에 따라 계속 과태료는 증가하게된다.

5. 결 론

산업시스템 복잡도의 증가나 기술 혁신의 급진적인 발전은 품질, 비용, 재고, 물류 시간, 유연성 등의 전통적인 경쟁 요인들과 함께 안전의 전략적 기술적 가치를 더욱 더 중요하게 고려하고 이를 전체 공정과 연계하지 않으면 안되게 하고 있다. 이로 인한 공정안전관리의 중요성은 이제 새로운 시대의 흐름으로 인식되고 있다. 또한 건설업에서는 공사 착공 후 잦은 설계변경과 공법 변화 등에 따른 위험 요인에 적절히 대응하지 못하는 문제점이 도출되고 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 연유로 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 AHP를 활용한 안전점검 평가보텔을 개발하여 건설업 중대재해를 예방하는 방안을 찾아 건설업 안전관리에 대한 개선방법을 제시하였다.

이와같이 PSM 기법을 활용한 안전점검 평가보텔을 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.

참고문헌

- [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 페트플점검 제도의 효율적 방안에 관한 연구” 안전경영과학회지 제 3권 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] 제무성의외 (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
- [10] P.T.Harker, “Incomplete pairwise comparisons in the analytic hierarchy process”, Mathematical Modeling, Vol. 9, No. 11(1987), pp. 837-848
- [11] P.T.Harker and L.G.Vargas, “Theory of Ratio Scale Estimation : Saaty’s Analytic Hierarchy Process”, management Science, Vol. 33(1987), pp. 1383-1403
- [12] Saaty Thomas L., “Highlight and Critical Points in the Theory and Application of the Analytic Hierarchy process, Eur. J. Operational Research (74)3 (1994) pp.426-447
- [13] T.L.Saaty, “The Analytic Hierarchy Process”, Mcgraw-Hill, 1980

- [1] 강인원, 김규정, 이영순, 김용수 “공정안전관리(PSM) 제도의 효과분석”, 한국산업안전학회, 2001
- [2] “공정안전관리(PSM)제도”, 한국산업안전공단, 1998