

안전사고 예방을 위한 건설업 공정 안전 정보 관리 시스템 개발

- Development of Construction Process Safety Information
Management System for Safety Accident Prevention -

전 현정 *

Jun Hyun Jong

양 광모 **

Yang Kwang Mo

강 경식 ***

Kang Kyung Sik

Abstract

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 PSIM(Process Safety Information Management) evaluation method in the construction. The reason why PSIM 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.

Keyword : Construction evaluation method, Process Safety Information Management, Analytic Hierarchy Process

† 본 연구는 산학협동재단 지원으로 수행된 연구 임.

* 명지대학교 산업공학과 박사과정

** 명지대학교 산업공학과 박사

*** 명지대학교 산업공학과 교수

1. 서 론

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·위험방지계획서 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 시행하는 것이 필요하다고 사료되며, 이를 기반으로 한 정보시스템의 개발이 필요하다.

따라서 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하고자 건설현장에서 핵심공정에 대한 사전 안전성 확보로 재해를 예방하는 PSM 기법을 도입하여 건설업 중대재해를 예방할 수 있는 안전점검 평가모델을 AHP(Analytic Hierarchy Process)를 활용하여 개발하고 이를 효율적으로 활용할 수 있는 건설업 공정 안전 정보관리 시스템 (PSIM : Process Safety Information Management)을 개발하고자 한다.

2. 건설업 안전관리 실태

2.1 국내 건설업의 안전관리 현황

< 표 2.1 >을 살펴보면 최근 건설경기가 2002년 7월말까지 재해율과 사망만인율은 0.44%와 1.41%로 전년동기 대비 각각 0.02%, 0.03% 감소하였으나 전반적인 경기회복으로 사업장수와 근로자수가 증가하고 있다. 또한, 재해자수도 45,987명으로 1,497명 증가하고 있으며, 사망자수도 1,481명으로 83명이 증가하고 있다는 것을 알 수 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].

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 함으로써 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 화학 및 제조업에서 실행하고 있는 PSM제도를 도입하여 효율적인 건설업 중대재해 예방에 관한 방안을 모색하고자 한다.

< 표 2.1 > 산업재해 현황

구 분	2002. 7. 31	전년동기	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

3. 건설업의 공정안전관리 기법 도입

3.1 건설업에서의 PSM의 필요성

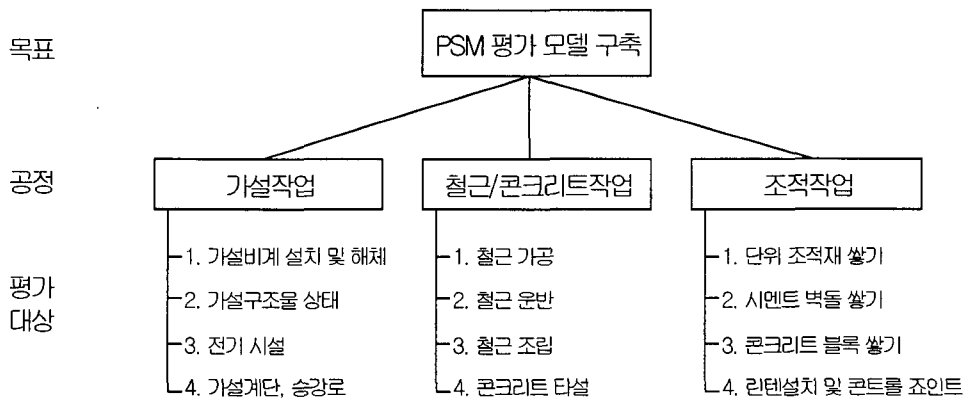
국내 건설안전관리의 이론적 접근방법은 우수한 수준에 이르고 있다고 볼 수 있으나 적용면에 있어서는 한국적 모형의 연구 미비 등으로 효과가 미흡하여 발전하지 못하고 있다. 기업별로 사망재해가 일정한 경향이 없다는 것과 지난해 노동부가 발표한 재해자 수나 사망자 수 모두가 증가하였다는 사실이 이를 잘 설명하고 있다. 이러한 문제와 원인은 선진국의 이론이나 제도를 여과없이 국내에 도입하여 시행하는데 있다. 즉, 선진국의 건설안전 시스템을 국내 건설업체들이 무분별하게 도입·운영하고 있는 것이 원인이라 할 수 있다[5]. 그 예로 산업안전보건법 제48조의 유해·위험방지 계획서를 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 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.

3.2 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 3.1 >에 간략히 제시되어 있다. 한편, 이러한 계층구조를 이용하여 각 단계에서의 요인들은 다음 상위 단계(Higher Level)의 모든 요인들에 의하여 평가된다.

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.



< 그림 3.1 > PSM 평가모형을 위한 의사결정 계층구조

3.3 PSM을 활용한 안전점검 평가모델 개발

위에서 나타난 AHP 기법을 활용하여 제시된 건설공정의 가중치, 각 공정에서의 평가 대상에 대한 가중치와 < 표 3.1 > 공정안전 평가점수를 활용하여 식(3.1)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.

$$\sum_{n=1}^n (A_i \times B_j \times C_k) \quad (3.1)$$

여기서,

A_i = 공사 i에 대한 가중치

B_j = 평가대상 j에 대한 가중치

C_k = 판정점수 k

< 표 3.1 > 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. 따라서 본 연구에서는 위에서 제시한 기법을 대상으로 하여 건설업체에서 효율적으로 사용할 수 있는 건설업 공정 안전 정보관리 시스템을 개발하고자 한다. 본 연구에서 대상이 되는 건설 현장의 공정 내용과 AHP를 활용하여 계산된 가중치의 결과는 < 표 3.2 >와 같이 나타낸다.

< 표 3.2 > PSM 평가 모델 제안양식

I. 가설작업 ($A_i=0.543$)

공사 공정	평가대상 (B_i)	평가항목	판정 (C_k)			조치 사항
			30	20	10	
가설 작업	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) 전도물에 대한 위험 방지 시설 확인하였는가 2) 가설구조물기초, 부동침하방지 상태점검 3) 가새보강 및 연결부위 상태점검				
	3. 전기시설 (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_i)	평가항목	판정 (C_k)			조치 사항
			30	20	10	
철근/콘크 리트 작업	1. 철근가공 (0.427)	1) 절단기구는 적당한가 (Shear Cutter, 쇄톱) 2) 슬래브 위에서 절단, 절곡, 가공 하는가 3) 고임재, 격리재의 규격과 사용 개수는 적당한가				
	2. 철근운반 (0.086)	1) 철근 인양시 적재하중은 적당 한가 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 응력을 고려한 위치를 선택하고 있으며 수직 끊기로 하고 있는가				

III. 조적작업 ($A_i=0.110$)

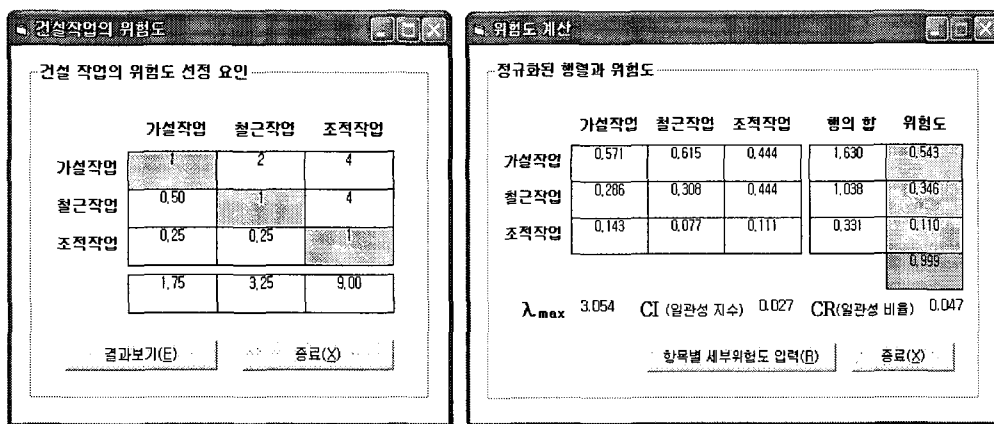
공사 공정	평가대상 (B_j)	평가항목	판정 (C_k)			조치 사항
			30	20	10	
조적작업	1. 단위 조적재 쌓기의 공통 일반 사항 (0.276)	1) 1/2 이하의 작은 토막이 생기지 않도록 단위 조적재를 나누는가 2) 가로줄눈 세로줄눈의 나비는 1cm표준인가 3) 쌓기용 시멘트 몰탈은 용접 배합이 1:3 배합 표준인가				
	2. 시멘트 벽돌 쌓기 (0.270)	1) 시멘트 벽돌은 규격품으로서 압축강도 80kg/cm ² 이상의 강도를 가지고 있는가 2) 일일 쌓기 높이는 1.2m표준으로 시행하는가 3) 쌓기 완료후 15일 경과전 타공사를 하지는 않는가				
	3. 콘크리트블록 쌓기 (0.228)	1) 콘크리트 블록은 규격품으로 압축강도 80kg/cm ² 이상의 강도를 지고 있는가 2) 일일 쌓기 높이는 1.5m표준으로 시행하는가 3) 블럭 쌓기 후 몰탈이 굳기전 깊이 1cm정도의 평줄눈 파기를 시행하는가				
	4. 린텔 설치 및 콘트롤 조인트 (0.226)	1) 개구부의 상부에 벽두께 1.5배의 철근 콘크리트 린텔을 개구부 외부로부터 각각 20cm이상 물리개 설치 하였는가 2) 개구부 폭이 3cm를 초과하는 경우 구채공사와 동시에 시공 하는가 3) 조인트 칠러는 두께 15mm아스팔트 침입가공 콜크판을 사용하는가				

< 표 3.2 >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.

4. 건설업 공정 안전 정보 관리 시스템 개발

< 표 3.2 >의 공정을 대상으로 하여 건설업 공정 안전 정보관리 시스템 (PSIM : Process Safety Information Management)을 개발하였다.

[그림 4.1]은 정보시스템 활용의 첫 번째 단계인 주요 3 공정의 위험도를 결정을 위한 입력화면과 결과창이다.



< 그림 4.1 > 주요 공정의 위험도 결정화면

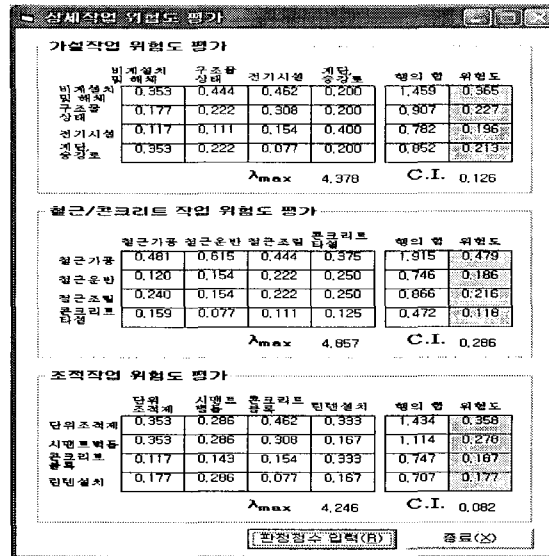
위의 < 그림 4.1 >의 계산 로직은 < 그림 4.2 >이다.

```

.Lamda = FormatNumber((((Cdbl(.H_1_1.Text) + Cdbl(.H_2_1.Text) +
Cdbl(.H_3_1.Text)) / 3), 3)
.CI = FormatNumber((((Cdbl(.Lamda) - 3) / (3 - 1))), 3)
.CR = FormatNumber((Cdbl(.CI) / Cdbl(0.58)), 3)
    
```

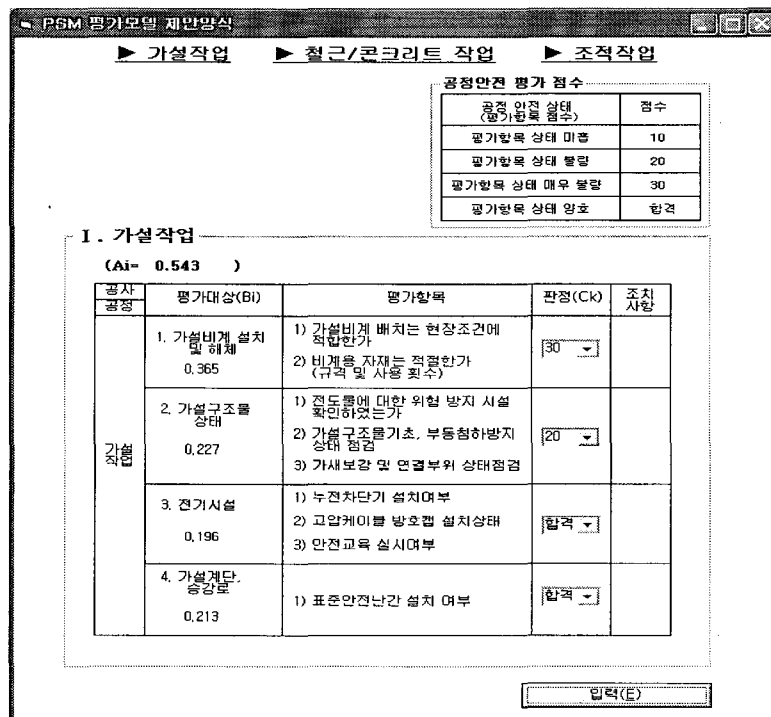
< 그림 4.2 > 위험도 결과 로직

두 번째 단계는 각 공정에 대한 작업들의 위험도를 결정하는 화면이고, 방법은 공정의 위험도를 결정하는 방법과 같은 방법으로 AHP를 활용하였다< 그림 4.3 >.



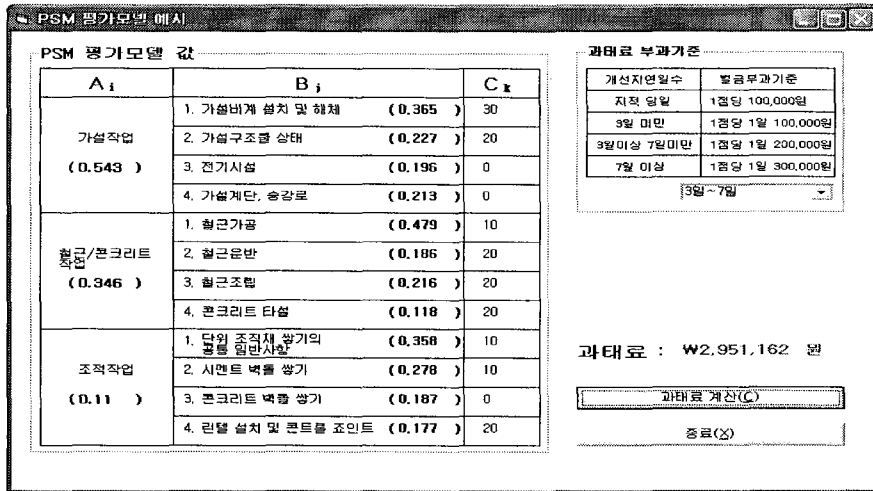
< 그림 4.3 > 상세 작업 위험도 평가 결과

세 번째 단계는 < 그림 4.4 >에 나타나 있는 것처럼 중요도가 결정된 작업에 안전성 평가를 실시하는 화면이다. 이는 감독자가 직접 공정에 대한 안전성을 평가한 후 < 표 3.1 >에 대한 등급을 입력한다.



< 그림 4.4 > 평가모델 제안 양식 (가설작업)

< 그림 4.5 >는 마지막 단계인 입력된 정보를 바탕으로 하여 업체의 벌금을 계산하는 화면이다



< 그림 4.5 > 평가모델 예시

위의 < 그림 4.5 >의 계산 로직은 < 그림 4.6 >이다.

```

{Private Sub Command1_Click()

Panalty_Cost = (main1 * detail1_1 * AA1) + (main1 * detail1_2 * AA2) + (main1 * detail1_3 * AA3)
+ (main1 * detail1_4 * AA4)
Panalty_Cost = Panalty_Cost + (main2 * detail2_1 * BB1) + (main2 * detail2_2 * BB2) + (main2 *
detail2_3 * BB3) + (main2 * detail2_4 * BB4)
Panalty_Cost = Panalty_Cost + (main3 * detail3_1 * CC1) + (main3 * detail3_2 * CC2) + (main3 *
detail3_3 * CC3) + (main3 * detail3_4 * CC4)

If Panalty_Day = "지적당일" Then Cost = 100000
If Panalty_Day = "3일 미만" Then Cost = 100000
If Panalty_Day = "3일~7일" Then Cost = 200000
If Panalty_Day = "7일 이상" Then Cost = 300000

panalty.Caption = FormatCurrency(Panalty_Cost * Cost)

End Sub }
    
```

< 그림 4.6 > 평가모델 계산 로직

5. 결 론

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 공정안전 정보 관리기법(PSIM : Process Safety Information Management)을 건설분야에 도입하여 시행하여 이러한 문제점을 해결하고자 하였다. 건설현장에서 핵심공정에 대한 사전 안전성 확보로 재해를 예방하는 PSIM 기법을 도입하여 AHP를 활용한 안전점검 평가모델을 개발하여 건설업 중대재해를 예방하는 방안을 찾아 건설업 안전관리에 대한 개선방법을 제시하였다.

현대 사회는 안전을 매우 중요시 하고 있으며, 안전사고의 감소를 위한 방안은 계속해서 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서 제시된 PSIM 시스템 또한 현재 유통분야에서 활발히 연구가 진행되고 있는 유비쿼터스 시스템을 접목시킨다면 보다 효율적인 시스템을 구축할 수 있을 것이다.

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, 오택상, 채점식 “건설안전을 위한 P. S. M. 기법에 관한 연구”, 한국산업안전학회, 2000
- [6] “2002년 3/4분기 건설경기 전망” 한국건설산업연구원 · 대한건설협회, 2002
- [7] 제무성외 (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

저 자 소 개

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

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

강 경 식 : 현 명지대학교 산업공학과 교수. 경영학박사, 공학박사
안전경영과학회 회장