

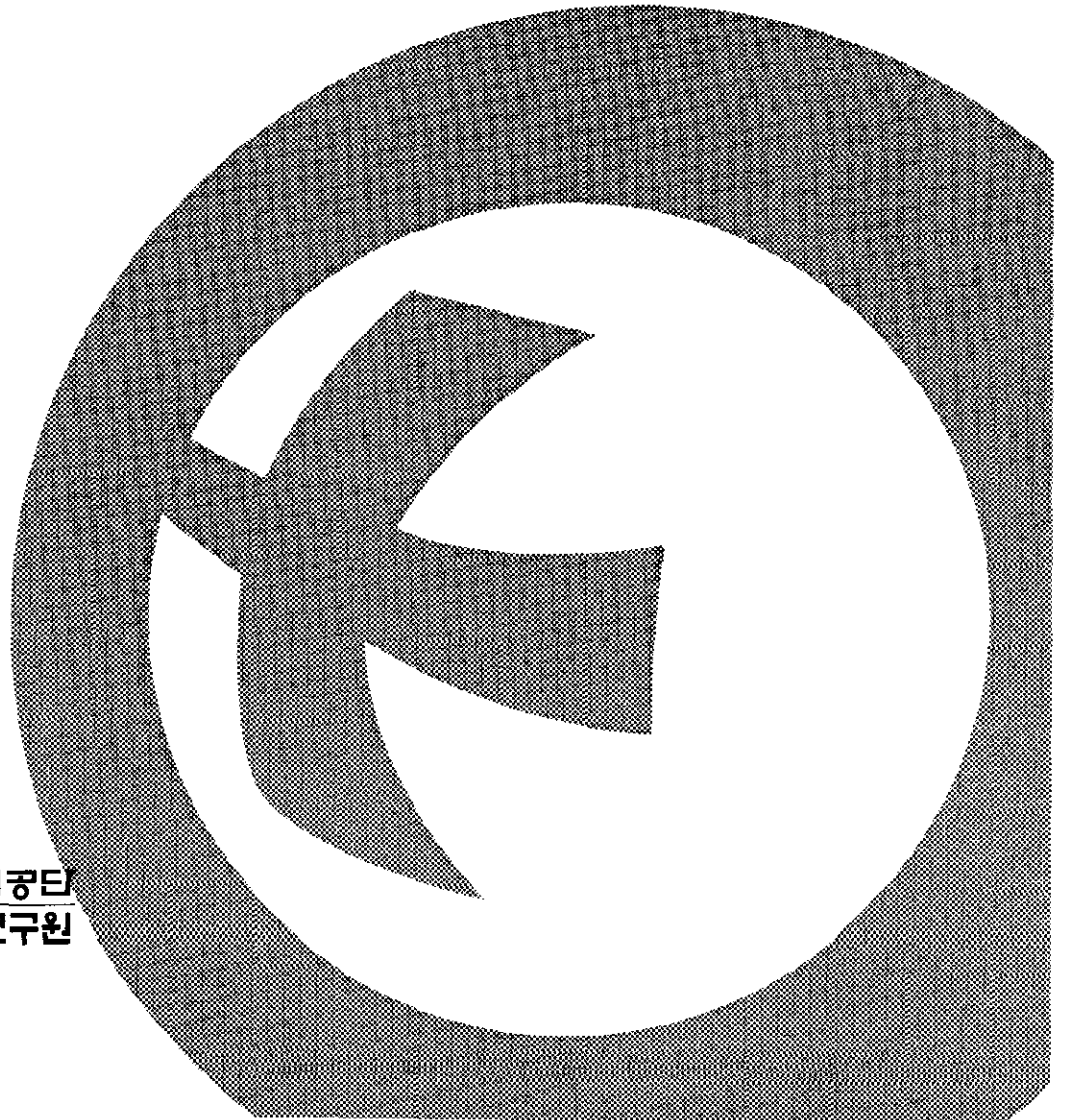
건설업체 자율안전관리 능력제고에 관한 연구

Improving self-control safety & management ability of general
construction contractors

(유해·위험방지계획서 자체심사 및 P.S.M 기법을 중심으로)
(Centering around assessment system for hazard prevention plan
and P.S.M system)



한국산업안전공단
산업안전보건연구원



提 出 文

韓國産業安全公團 理事長 貴下

본 報告書를 産業安全 先進化 3개년 計劃에 의거하여 建設
業體安全水準向上의 일환으로 遂行한 『建設業體 自律安全管理
能力提高에 관한 研究』의 最終 報告書로 提出합니다.

1999. 12.

주관연구부서 : 산 업 안 전 보 건 연 구 원
안 전 공 학 연 구 실
연구책임자 : 책 임 연 구 원 최 원 일
공동연구자 : 이 송(서울시립대학교 교수, 공학박사)
손 기 상(서울산업대학교 교수, 공학박사)
연구보조원 : 채 점 식(서울시립대학교 토목공학과)
박 형 규(서울시립대학교 토목공학과)
임 영 훈(서울산업대학교 안전공학과)
이 종 렬(서울산업대학교 안전공학과)
장 승 국((주) 삼성물산 건설부문 부장)

요 약 문

1. 과 제 명 : 건설업체 자율안전관리 능력제고에 관한 연구

2. 연구기간 : '99년 1월 1일 ~ '99년 12월 31일

3. 연 구 자

가. 연구책임자 : 책임 연구원 최원일

나. 공동연구자

이 송 : 서울시립대학교 교수, 공학박사

손기상 : 서울산업대학교 전임강사, 공학박사

다. 연구보조원

채점식 : 서울시립대학교 토목공학과

박형규 : 서울시립대학교 토목공학과

임영훈 : 서울산업대학교 안전공학과

이종렬 : 서울산업대학교 안전공학과

장승국 : (주)삼성물산 건설부문 부장

4. 연구목적

지금까지의 건설현장에서 안전관리는 다분히 피동적이고 제도에 따른 의무적 안전관리자 배치 등 수동적으로 진행되어 왔다. 그래서, 최근에 자율안전관리업체에게 유해·위험방지계획서 자체심사제도(S.S.M 제도)가 시행된 것은 건설업체들에게 심기일전하는 자율안전관리의 기초적인 단초를 제시했다고 할 수 있다. 그러나, 현재 시행하고 있는 유해·위험방지계획서 제도는 다분히 피동적으로 흐르는 경우가 많아 실질적 업무수행에 문제가 있었다. 또한, 공사착공 후 잦은 설계변경과 공법 변화 등에 따른 위험 요인에 적절히 대응하지 못하는 문제점이 도출되고 있는 실정이다. 그러므로, 각각의 작업공정 개시전 공정별 작업 안전계획을 수립하여 적기에 능동적이고 유기적인 사전위험요인 제거가 가능한 공정별 안전관리제도(P.S.M 기법)를 도입하여 시행하는 것이 필요하다.

본 연구의 목적은 기 시행중인 자율안전관리업체들의 유해·위험방지계획서 자체심사능력 정도를 파악 및 분석하여 자체심사능력 제고 방안을 도출하고, 건설현장에서 구조물 붕괴 등이 이어지는 핵심 공정에 대한 공종별 현장조사를 통하여 유해·위험요인을 도출한 다음 이에 따른 P.S.M 기법 도입방안을 제시하는데 있다.

5. 연구내용

본 연구에서는 국내·외 S.S.M 및 P.S.M 기법에 관련문헌 및 자료를 조사하였으며, S.S.M 제도의 도입 배경과 추진방법, 그리고 진행현황을 살펴보았

다. 또한, 일반 및 자율안전관리업체를 대상으로 설문조사를 실시하여 유해·위험방지 계획서 자체심사능력을 제고하는 방안을 도출하였다.

한편, P.S.M 기법은 선진 외국의 유사한 적용사례를 수집하였으며, 공사종류를 크게 4가지로 분류한 다음, 각 공사종류별로 여러 현장에 대하여 설문 조사를 실시하였다. 또한, 전문가 자문회의를 수시로 개최하여 국내 건설현장에 적합한 P.S.M 기법 도입 방안을 제시하였다.

6. 활용계획

본 연구의 결과는 기 시행되고 있는 S.S.M 제도의 문제점과 개선사항을 조사하여 향상된 S.S.M 제도의 권장안을 제시함으로써 자율안전관리제도의 정착 및 활성화를 도모할 것이다. 그리고, 선진 외국에서 실시하고 있는 건설재해예방책을 연구하여, 국내 건설공사에 적합한 P.S.M 기법을 도입하기 위한 권장안을 제시하였으며, P.S.M 기법을 컴퓨터 프로그램화하여 실무에서 보다 쉽게 적용하도록 방향을 제시하였다. 또한, P.S.M 기법의 정량적, 실질적 공정을 기반으로 적용하여 시행하는 것은 결국, OSHAS 18000시리즈에 부합되어 별도의 노력 없이 국제적인 신뢰를 받을 수 있게 된다.

7. 연구개요

본 연구는 산·학·연이 공동으로 추진하는 방식으로 진행하였다. 먼저, 국내·외 S.S.M 제도 및 P.S.M 기법에 관련문헌 및 자료를 조사하였다. 그리고, 유해·위험방지계획서 심사제도의 개선 안으로 채택된 S.S.M 제도의 도입 배경과 추진방법, 그리고 진행현황을 연구하였다. 또한, 일반 건설업체를 대상으

로 1,000개소의 우편 설문, 방문, 그리고 면접조사를 통하여 유해·유험방지계획서 자체심사가 가능한 업체와 불가능 업체를 파악하였으며, 자체심사가 가능한 업체에 대해서는 심사능력 정도를 조사하였다. 그리고, 자율안전관리업체를 대상으로 건설안전 자체심사 운용현황에 대한 설문조사를 실시함으로써 S.S.M 제도의 유지 필요성과 자체심사능력을 제고하는 방안을 위한 의견을 도출하였다.

한편, 국내 건설공사에 적합한 P.S.M 기법 도입방안을 연구하기 위하여 선진 외국의 P.S.M 기법과 유사한 적용사례를 수집하였으며, 이를 우리 나라 건설공사 안전관리제도와 비교 분석하였다. 그리고, 공사종류를 크게 빌딩, 아파트, 교량, 그리고, 지하철로 분류한 다음, 아파트 및 빌딩공사현장 각 8개소와 교량 및 지하철공사현장 각 5개소를 설문 및 방문 조사하여 작업공정별 안전관리 실태를 파악하였다. 그 결과로 얻어진 공종별 작업공정순서를 이용하여 각각 40개소 이상의 현장으로부터 얻은 공정별 잠재위험요인의 가중치 적용을 위한 점수를 구하였다. 이러한 결과를 직접 현장적용이 가능한 공정표에 게재된 “잠재위험요인” 과 “조치내용” 칸을 만들어 P.S.M 작성양식을 제시하였다. 또한, 이러한 연구결과를 건설업체에서 손쉽게 사용하도록 컴퓨터 프로그램화하는 방향제시용 프로그램을 제시하였으며, 이는 컴퓨터 프로그램이 아니더라도 본 연구에서 제안된 양식을 이용할 경우, 현장에서 많은 노력을 줄일 수 있으므로 안전경영에 크게 기여할 것으로 사료된다. 마지막으로, 건설업체에서 가장 큰 관심사 중의 하나인 ISO 규격화 인증에 대한 한 단계 진전으로 그 구체적 안을 본 연구를 통해 제작하였다.

8. 중 심 어

S.S.M 제도, P.S.M 기법, 공종별, 작업공정, 잠재위험요인, 조치내용

Abstract

Members of company, university and research institute have jointly participated in this research. Research flow is shown in here. Existing practical data & materials references have been collected & investigated in order to find out what domestic S.S.M system will be available for. In addition, domestic & foreign data & references have been collected for P.S.M system. And introduced background, Processing method are also investigated to improve an assessment system for hazard prevention plan.

General construction company at site have their ability to assess. Hazard prevention plan by mailing questionnaire to on thousand site, visits, and interviews. Also, It is investigated how much they have the assessment ability. It is selected to do a questionnaire survey for the status of self-regulatory safety assessment ability of the designated self-regulatory companies in order to produce and enhance the self-regulatory assessment ability and the necessity of S.S.M

In order to introduce P.S.M system adequate to domestic construction first, many cases similar to advanced foreign P.S.M system have been collected and compared & analyzed to the Korean situation. And construction kinds are classified with office building, apartment building, bridges, and subways, and then, current safety management status are investigated while visiting interview, using questionnaire at site have being

done. Potential hazard & measures have been investigated for each kind of works, and domestic introducing method of P.S.M system is analyzed with frequent expert discussion.

In order to show how to make out P.S.M plan, the questionnaire is made out using apartment building & office building of each eight place, and each five for bridge & subways. Number as a weight factor for potential hazard of each work obtained from more than forty site places, is produced and shown. Also, a direction program to improve tool are shown as each construction site construction work schedule. It is thought that proposed schedule contributed to keeping in safe business administration of each company in decreasing many effort at the site.

Finally, a detailed proposal is resulted from the study for getting the approval of ISO systemization which all the companies are concerned about.

목 차

제 1 장 서 론	1
1. 연구의 배경 및 목적	1
2. 연구 방법	2
3. 외국의 건설안전관리제도 발전 사례	3
가. 홍콩 건설산업의 자율안전관리 발전	3
나. 대만의 V.P.P제도 시행	8
다. 영국의 자율안전관리	14
라. 싱가포르의 자율안전관리	15
제 2 장 자체심사능력 제고 방안	16
1. S.S.M 제도 도입 배경 및 추진 방법	16
가. S.S.M 제도 도입 배경	16
나. S.S.M 제도 추진 방법	17
2. S.S.M 제도에 관한 설문	23
가. 유해·위험방지계획서 자체심사 가능성 분석	23
나. S.S.M 제도 지정업체 운용현황	29
다. 자율안전관리 시행제도 제고 방안	38
라. 자체심사능력 제고 방안	48
제 3 장 건설공사 P.S.M 기법	49
1. 국내외 작업공정별 안전관리제도 비교	49
가. 국내 공정별 안전관리계획서	49

나. 중동의 Hazard Analysis and Control Programme	50
다. 미국의 Activity Hazard Analysis	50
2. 공사종류별 작업공정 실태조사	59
가. 아파트공사	59
나. 빌딩공사	61
다. 지하철공사	62
라. 교량공사	63
3. 공종별 작업공정에 대한 잠재위험요인 및 조치내용조사	65
가. 아파트공사시 잠재위험요인 및 조치내용	65
나. 빌딩공사시 잠재위험요인 및 조치내용	79
다. 개착식 지하철공사시 잠재위험요인 및 조치내용	88
라. 터널식 지하철공사시 잠재위험요인 및 조치내용	95
마. Steel Box식 교량공사시 잠재위험요인 및 조치내용	104
바. P. C Box식 교량공사시 잠재위험요인 및 조치내용	116
 제 4 장 국내 P.S.M 기법 도입 방안	123
1. P.S.M 제안 양식	123
2. P.S.M 컴퓨터 프로그래밍	143
 제 5 장 결 론	147
 제 6 장 활용방안 및 기대효과	148
 참 고 문 헌	150
 부 록	153

표 차 례

〈표 1- 1〉 사고율/1,000명과 치명사고율/1,000명	8
〈표 1- 2〉 V.P.P 참여자들의 사업분야에 따른 분류	13
〈표 1- 3〉 V.P.P 참여자들의 면제권 산정	13
〈표 2- 1〉 환산재해율 기준	17
〈표 2- 2〉 '97년 자율안전관리 지정업체	18
〈표 2- 3〉 '98년 자율안전관리 지정업체	19
〈표 2- 4〉 '99년 자율안전관리 지정업체	21
〈표 2- 5〉 일반 건설업체의 자체심사 가능율	23
〈표 2- 6〉 건설업체 매출액별 자체심사 가능율	24
〈표 2- 7〉 자체심사 가능업체의 매출액 분포	25
〈표 2- 8〉 자체심사 가능업체의 자체심사 능력정도	26
〈표 2- 9〉 자체심사능력이 “수” 인 업체의 매출액 분포	27
〈표 2-10〉 자체심사능력이 “우” 인 업체의 매출액 분포	28
〈표 2-11〉 자체심사능력이 “미” 인 업체의 매출액 분포	28
〈표 2-12〉 자율안전관리업체 지정이후 안전업무 직원수의 변화	30
〈표 2-13〉 자율안전관리업체의 운용실태	31
〈표 2-14〉 S.S.M 제도의 유용성 여부	32
〈표 2-15〉 S.S.M 제도의 유용성에 관한 의견	33
〈표 2-16〉 S.S.M 제도의 유지 필요성 여부	33
〈표 2-17〉 S.S.M 제도의 유지 필요성에 관한 의견	34
〈표 2-18〉 S.S.M 제도의 개선사항 여부	35
〈표 2-19〉 S.S.M 제도의 애로 및 개선 사항에 관한 의견	36

〈표 2-20〉 안전관리계획서 시행과 상충되는 애로사항 여부	36
〈표 2-21〉 안전관리계획서 시행과 상충되는 애로사항에 관한 의견 ...	37
〈표 2-22〉 표준안전관리비의 본사 인건비 지출비용	39
〈표 2-23〉 자율안전관리 정착을 위한 효과적인 방법	40
〈표 2-24〉 안전관리비 정산제도에 관한 바람직한 연중 공시빈도	42
〈표 2-25〉 자율안전관리비 위한 가장 바람직한 제도	44
〈표 2-26〉 원 도급자의 노력이 안전경영에 미치는 영향 정도	45
〈표 2-27〉 자율안전관리제도의 정착시기	47
〈표 3- 1〉 국내 안전관리계획서의 공정별 안전점검계획 작성 사례(굴착 공사)	51
〈표 3- 2〉 국내 P.S.M 기법 적용 사례(비계작업)	54
〈표 3- 3〉 중동의 Hazard Analysis and Contorl Programme 작성사례 (굴착공사)	56
〈표 3- 4〉 미국의 굴착공사시 Activity Hazard Analysis 작성사례	57
〈표 3- 5〉 라멘식 아파트 공사의 작업공정별 실태조사 결과	60
〈표 3- 6〉 빌딩공사의 작업공정별 실태조사 결과	61
〈표 3- 7〉 지하철공사의 작업공정별 실태조사 결과	62
〈표 3- 8〉 교량공사의 작업공정별 실태조사 결과	64
〈표 3- 9〉 아파트공사 가설작업시 잠재위험요인 및 조치내용	66
〈표 3-10〉 아파트공사 토공/흙막이작업시 잠재위험요인 및 조치내용	67
〈표 3-11〉 아파트공사 파일작업시 잠재위험요인 및 조치내용	68
〈표 3-12〉 아파트공사 철근콘크리트작업시 잠재위험요인 및 조치내용 ...	69
〈표 3-13〉 아파트공사 조적작업시 잠재위험요인 및 조치내용	70
〈표 3-14〉 아파트공사 미장/방수/타일작업시 잠재위험요인 및 조치내용	71
〈표 3-15〉 아파트공사 창호/유리작업시 잠재위험요인 및 조치내용 ...	72
〈표 3-16〉 아파트공사 잡/급속작업시 잠재위험요인 및 조치내용	73
〈표 3-17〉 아파트공사 설비작업시 잠재위험요인 및 조치내용	74

〈표 3-18〉 아파트공사 전기작업시 잠재위험요인 및 조치내용	75
〈표 3-19〉 아파트공사 정화조작업시 잠재위험요인 및 조치내용	76
〈표 3-20〉 아파트공사 옥외작업시 잠재위험요인 및 조치내용	76
〈표 3-21〉 아파트공사 부대작업시 잠재위험요인 및 조치내용	77
〈표 3-22〉 아파트공사시 작업공정별 주요 잠재위험요인	78
〈표 3-23〉 빌딩공사 가설작업시 잠재위험요인 및 조치내용	79
〈표 3-24〉 빌딩공사 기초/토공작업시 잠재위험 및 조치내용	80
〈표 3-25〉 빌딩공사 철근콘크리트작업시 잠재위험 및 조치내용	80
〈표 3-26〉 빌딩공사 철골가공/철골세우기작업시 잠재위험 및 조치내용	81
〈표 3-27〉 빌딩공사 조적작업시 잠재위험 및 조치내용	82
〈표 3-28〉 빌딩공사 방수/타일작업시 잠재위험 및 조치내용	82
〈표 3-29〉 빌딩공사 석공/목공/금속작업시 잠재위험 및 조치내용	83
〈표 3-30〉 빌딩공사 미장/도장작업시 잠재위험 및 조치내용	84
〈표 3-31〉 빌딩공사 창호/유리작업시 잠재위험 및 조치내용	84
〈표 3-32〉 빌딩공사 수장작업시 잠재위험 및 조치내용	85
〈표 3-33〉 빌딩공사 외장작업시 잠재위험 및 조치내용	86
〈표 3-34〉 빌딩공사 잡/정화조작업시 잠재위험 및 조치내용	86
〈표 3-35〉 빌딩공사의 작업공정별 주요 잠재위험요인	87
〈표 3-36〉 개착식공사 H-Pile 항타/차수벽작업시 잠재위험요인 및 조치내용	89
〈표 3-37〉 개착식공사 토공/가시설작업시 잠재위험요인 및 조치내용	90
〈표 3-38〉 개착식공사 구조물/방수작업시 잠재위험요인 및 조치내용	91
〈표 3-39〉 개착식공사 가시설해체/되메우기작업시 잠재위험요인 및 조치내용	92
〈표 3-40〉 개착식공사 계단/출입통로/에스컬레이터작업시 잠재위험요인 및 조치내용	93
〈표 3-41〉 개착식 지하철공사의 작업공정별 주요 잠재위험요인	94

〈표 3-42〉 터널식공사 입출구작업시 잠재위험요인 및 조치내용	96
〈표 3-43〉 터널식공사 발파작업시 잠재위험요인 및 조치내용	97
〈표 3-44〉 터널식공사 상반굴착작업시 잠재위험요인 및 조치내용	98
〈표 3-45〉 터널식공사 하반굴착작업시 잠재위험요인 및 조치내용	99
〈표 3-46〉 터널식공사 방수/바닥콘크리트작업시 잠재위험요인 및 조치 내용	100
〈표 3-47〉 터널식공사 보강그라우팅작업시 잠재위험요인 및 조치내용 ..	101
〈표 3-48〉 터널식공사 라이닝콘크리트작업시 잠재위험요인 및 조치내용 ..	102
〈표 3-49〉 터널식 지하철공사의 작업공정별 주요 잠재위험요인	103
〈표 3-50〉 가 Bent 기초콘크리트 타설작업시 잠재위험요인 및 조치내용 ..	105
〈표 3-51〉 가 Bent 설치작업시 잠재위험요인 및 조치내용	106
〈표 3-52〉 런칭트러스 이동/크레인거치작업시 잠재위험요인 및 조치내용 ..	107
〈표 3-53〉 Steel Box 인양/설치작업시 잠재위험요인 및 조치내용	108
〈표 3-54〉 Paint up작업시 잠재위험요인 및 조치내용	109
〈표 3-55〉 낙하물방지망/브라켓 가설작업시 잠재위험요인 및 조치내용 ..	110
〈표 3-56〉 상판거푸집 설치작업시 잠재위험요인 및 조치내용	111
〈표 3-57〉 철근가공/조립작업시 잠재위험요인 및 조치내용	112
〈표 3-58〉 콘크리트 타설작업시 잠재위험요인 및 조치내용	113
〈표 3-59〉 브라켓/상판거푸집/낙하물 방지망 해체작업시 잠재위험요인 및 조치내용	114
〈표 3-60〉 Steel Box식 교량공사의 작업공정별 주요 잠재위험요인 ..	115
〈표 3-61〉 Full Staging 가설작업시 잠재위험요인 및 조치내용	116
〈표 3-62〉 외측거푸집 조립작업시 잠재위험요인 및 조치내용	117
〈표 3-63〉 철근 조립작업시 잠재위험요인 및 조치내용	117
〈표 3-64〉 쉬스관 배치작업시 잠재위험요인 및 조치내용	118
〈표 3-65〉 내측거푸집 조립작업시 잠재위험요인 및 조치내용	118
〈표 3-66〉 콘크리트 타설작업시 잠재위험요인 및 조치내용	119

〈표 3-67〉 인장강선 삽입/긴장작업시 잠재위험요인 및 조치내용	120
〈표 3-68〉 Full Staging 해체작업시 잠재위험요인 및 조치내용	122
〈표 3-69〉 거푸집 해체작업시 잠재위험요인 및 조치내용	122
〈표 3-70〉 P.C Box식 교량공사의 작업공정별 주요 잠재위험요인	123
〈표 4- 1〉 작업공정별 잠재위험요인의 컴퓨터 코드 구분	125
〈표 4- 2〉 아파트공사시 P.S.M 제안양식	126
〈표 4- 3〉 빌딩공사시 P.S.M 제안양식	130
〈표 4- 4〉 지하철공사시 P.S.M 제안양식	133
〈표 4- 5〉 교량공사시 P.S.M 제안양식	137

그 립 차 례

[그림 1- 1] 연구진행 흐름도	4
[그림 1- 2] 연도별 사고 발생율	5
[그림 1- 3] 연도별 치명사고 발생율	6
[그림 1- 4] V.P.P 신청 및 검토 과정도	12
[그림 2- 1] S.S.M 제도 업무 절차	22
[그림 2- 2] 일반 건설업체의 자체심사가능 여부	23
[그림 2- 3] 건설업체 매출액별 자체심사 가능율 분포도	24
[그림 2- 4] 자체심사 가능업체의 매출액 분포도	25

[그림 2- 5] 일반 건설업체의 자체심사능력 분포도	27
[그림 2- 6] 자체심사능력이 “수” 인 업체의 매출액 분포도	27
[그림 2- 7] 자체심사능력이 “우” 인 업체의 매출액 분포도	28
[그림 2- 8] 자체심사능력이 “미” 인 업체의 매출액 분포도	29
[그림 2- 9] 자율안전관리업체 지정이후 안전업무 직원수의 변화도	30
[그림 2-10] 자율안전관리업체의 운용실태도	31
[그림 2-11] S.S.M 제도의 유용도	32
[그림 2-12] S.S.M 제도의 유지 필요 여부	34
[그림 2-13] S.S.M 제도의 개선사항 여부	35
[그림 2-14] 안전관리계획서 시행과 상충되는 애로사항 여부	37
[그림 2-15] 표준안전관리비의 본사 인건비 지출비용 선호도	39
[그림 2-16] 자율안전관리 정착을 위한 가장 효과적인 방법 선호도	41
[그림 2-17] 안전관리비 정산제도에 관한 연중 공시빈도 선호도	43
[그림 2-18] 자율안전관리를 위한 가장 바람직한 제도 선호도	44
[그림 2-19] 원 도급자의 노력이 안전경영에 미치는 영향 선호도	46
[그림 2-20] 자율안전관리제도 정착시기 선호도	47
[그림 4- 1] 프로그램 초기실행 화면	143
[그림 4- 2] 노동부 지정기관 메뉴 선택시 화면	144
[그림 4- 3] 1차 지정기관 메뉴 선택시 화면	144
[그림 4- 4] S.S.M 메뉴 선택시 화면	145
[그림 4- 5] P.S.M 메뉴 선택시 화면	145
[그림 4- 6] 공정안전작성 메뉴 선택시 화면	146

제 1 장 서 론

1. 연구의 배경 및 목적

지금까지의 건설현장 안전관리는 다분히 피동적이고 제도에 따른 의무적 안전관리자 배치 등 수동적으로 진행되어 왔다고 볼 수 있다. 안전관리가 현장경영에 도움이 되고 회사의 이윤추구에 부합된다는 마인드가 틈 메니지먼트에 인식된 경우는 몇 개 회사에 불과한 것이 현실인 것으로 사료된다. 그러나, 대략 1991년도부터 건설현장에 “안전”이라는 용어가 각인 되기 시작한 것에 비하면 1999년도 Y2K를 눈앞에 둔 현재는 상당한 발전이라고 볼 수 있다. 최근에는 자율안전관리업체에게 유해·위험방지계획서 자체심사제도(S.S.M¹⁾ 제도가 시행된 것이 지극히 당연하면서도 합당한 아이디어라 할 수 있으며, 각 회사들에게 심기일전하는 자율안전관리의 기초적인 단초를 제시했다고 할 수 있다.

현재, 유해·위험방지계획서 제도를 시행하고 있으나, 상기에서 언급된바와 같이 피동적으로 흐르는 경우가 많다. 다시 말하면, 기존의 다른 자료를 복사한 묶음 등으로 현장자체를 분석하여 수립된 내용이 대부분이고, 대규모 공사인 경우는 유해·위험방지계획서 작성 자체도 큰 부담을 갖지 않을 수 없는 현실에서는 더욱이 실질적 수행에 문제가 있었다. 그리고, 공사 착공 후 잦은 설계변경과 공법 변화 등에 따른 위험 요인에 적절히 대응하지 못하는 문제점이 도출되고 있는 실정이다. 그래서, 각각의 작업공정 개시전 공정별 작업 안전계획을 수립하여 적기에 능동적이고 유기적인 사전위험요인 제거가 가능한

1) Self-Control Safety Management

공정별 안전관리기법(P.S.M²⁾ 기법)를 도입하여 시행하는 것이 필요하다.

본 연구에서는 자율안전관리의 여러 가지 제도 및 방법 중에서 기 시행되고 있는 자율안전관리업체들의 유해·위험방지계획서 자체심사능력 정도를 파악 및 분석하여 자체심사능력 제고 방안을 도출하고, 건설현장에서 구조물 붕괴 등이 이어지는 핵심 공정에 대한 공종별 현장조사를 통하여 유해·위험요인을 도출한 다음 이에 따른 P.S.M 기법 도입방안을 제시하고자 한다.

2. 연구 방법

본 연구는 산·학·연이 공동으로 연구를 추진하는 방식으로 진행되었으며, 연구진행 흐름도는 [그림 1-1]과 같다.

먼저, 연구자료를 수집하기 위하여 국내 S.S.M 제도 관련문헌 및 기존 실무 자료 조사를 실시하였으며, 아울러 국내·외 P.S.M 기법에 관련된 문헌 및 자료를 조사하였다. 그리고, 유해·위험방지계획서 심사제도의 개선 안으로 채택된 S.S.M 제도의 도입 배경과 추진방법, 그리고 진행현황을 연구하였다.

일반 건설업체를 대상으로 1,000개소 우편 설문, 방문, 그리고 면접조사를 통하여 유해·위험방지계획서 자체심사가 가능한 업체와 불가능 업체를 파악하였으며, 자체심사가 가능한 업체에 대해서는 심사능력 정도를 조사하였다. 또한, 자율안전관리업체를 대상으로 건설안전 자체심사 운용현황에 대한 설문조사를 실시함으로써 S.S.M 제도의 유지 필요성과 자체심사능력을 제고하는 방안을 위한 의견을 도출하였다.

국내 건설공사에 적합한 P.S.M 기법을 도입하는 방안을 연구하기 위하여 먼저, 선진 외국의 P.S.M 기법과 유사한 적용사례를 수집하였으며, 이를 우리나라 건설공사 안전관리제도와 비교 분석하였다. 그리고, 공사종류를 크게 빌딩,

2) Process Safety Management

아파트, 교량, 그리고, 지하철로 분류한 다음 각 현장에 대해서 우편설문 및 방문조사를 실시하여 작업 공종별 안전관리 실태를 파악하였다. 또한, 각 공사종류별로 작업 공정별 잠재위험요인과 조치 내용을 조사하고, 전문가 자문회의를 수시로 실시하여 P.S.M 기법의 국내 도입 방안을 연구하였다.

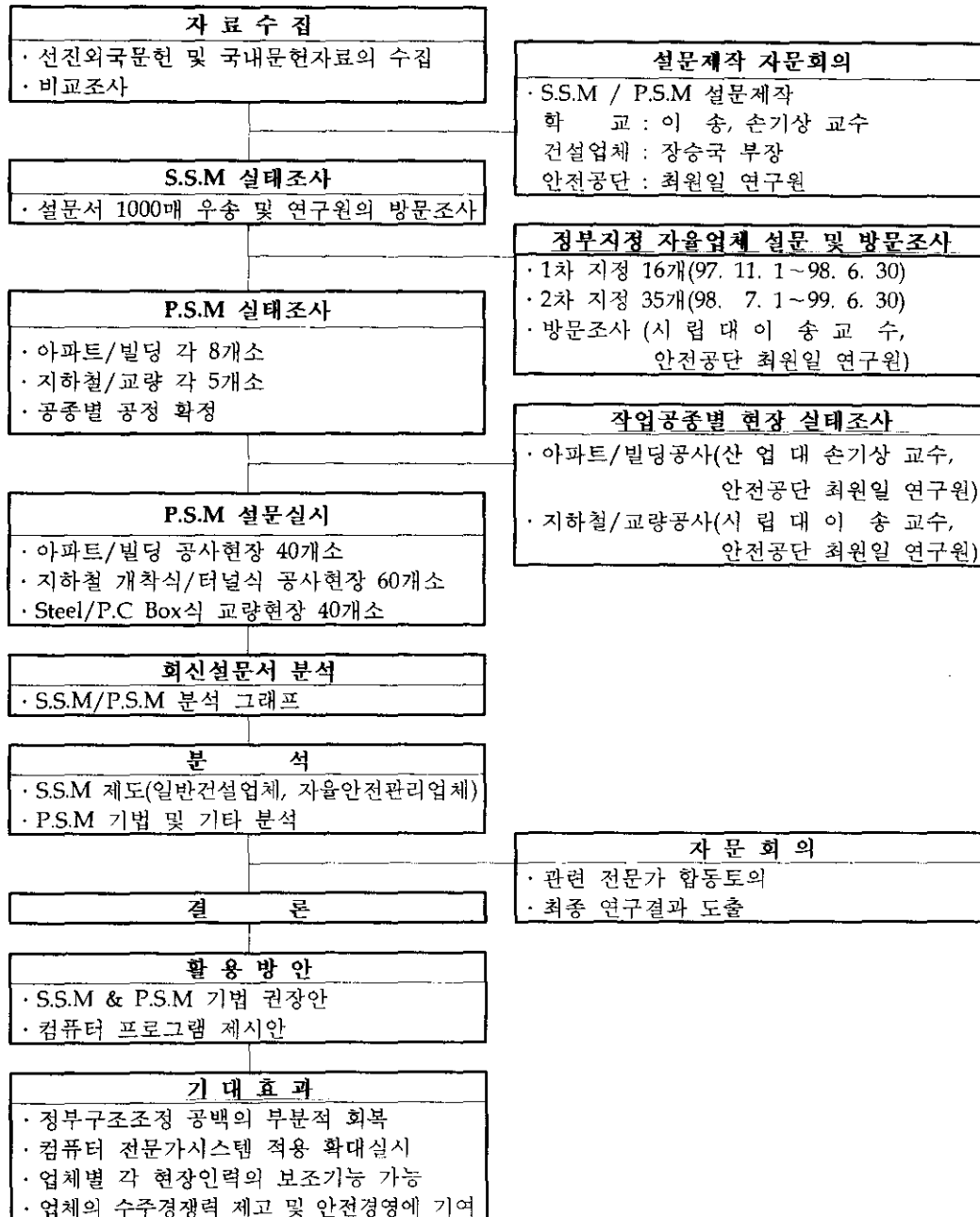
3. 외국의 건설안전관리제도 발전 사례

가. 홍콩 건설산업의 자율안전관리 발전

영국연방의 식민지였던 홍콩은 안전관리제도의 대부분 법적 체계들이 영국의 상대역과 같은 형식과 방식으로 존재하였다. 1955년에 제 1 안전입법이 공장 및 산업관련조항 및 부칙들로 시행된 이래 1978년 건설현장을 포함하는 주조항이 입법되었고, 그 후 약 30년 동안 부 조항들이 제정되어 노동부 감독들에 의해 공정감독이 시행되었다.

1974년에 작업장 안전보건법이 통과되었고, 유사한 내용인 “일반 의무 규정”을 15년 후인 1989년에 기존법령에 도입하였다. 이 법은 사업주가 사업장 내 근로자들을 위하여 작업안전체계를 제공하도록 규정하고 있으며, 피고인은 작업장 안전체계의 실현을 위하여 합당하게 노력했는지를 법정에서 증명하도록 규정하고 있다. 이러한 도입과 더불어, 시행전략에 있어 전통적인 기소 지향적인 체계보다는 오히려 교육측면에 더욱 초점을 두었으므로 1995년에 1,823건의 기소가 있었고, 1996년에 1,621건으로 불과 11% 감소가 있었을 뿐이었다.

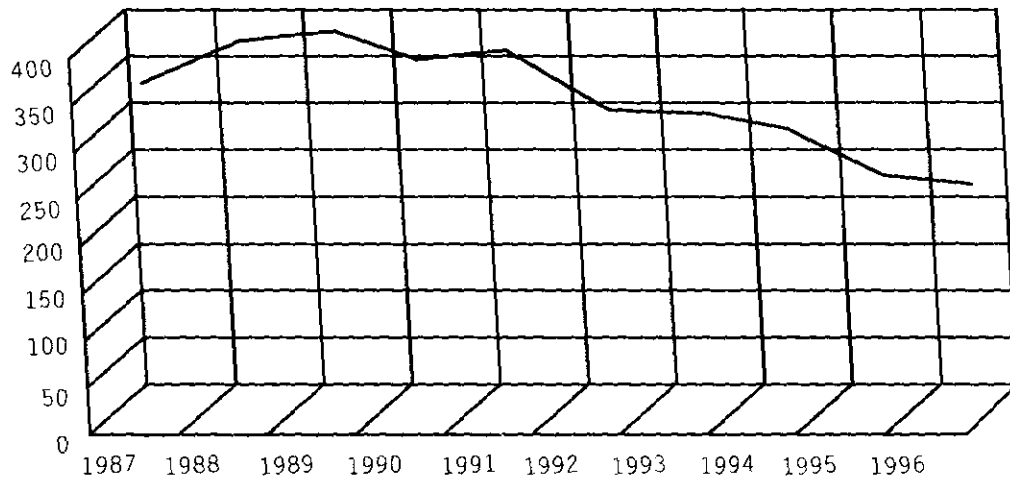
이러한 접근법을 보강하기 위해서 영국의 한 전문가는 일반 의무규정 접근법에 동의하고 자율안전관리 개념의 광범위한 전개를 권장하였다. 홍콩정부는 이러한 권장에 따라 새로운 입법 “공장산업시행(안전관리)” 규정을 나중에 도



[그림 1-1] 연구진행 흐름도

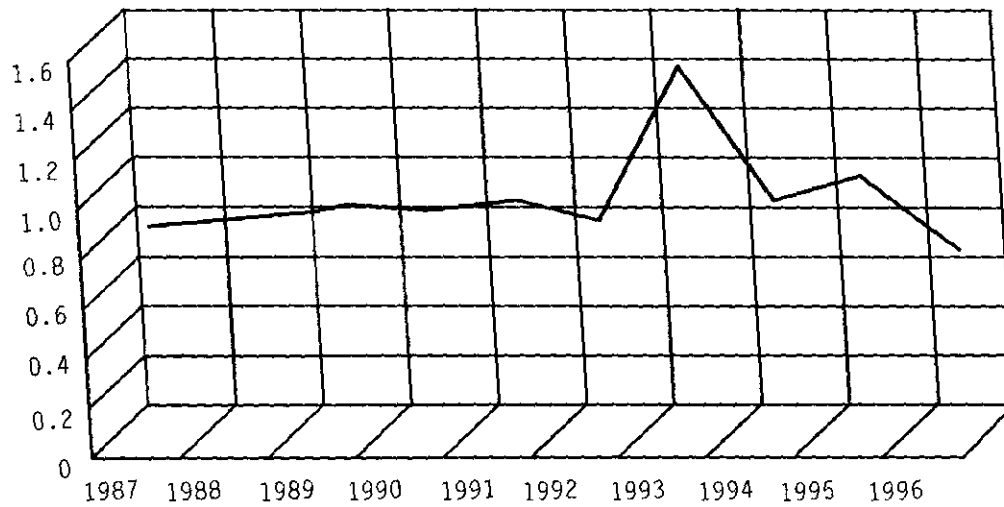
입할 계획을 세우고 있다. 이 규정은 성공적인 안전관리체계에 관한 기본 요소를 포함하고 있으며, 6개월마다 준 독립 감사 팀이 공정을 체크하고 개선계획을 작성하도록 하고 있다.

[그림 1-2]는 1987~1996년에 대한 홍콩건설산업에서의 사고 발생율을 제시하는 도표로 1987년 사고율/1,000명이 평균 약 350에서 1996년에 약 220으로 약 30% 감소되었는데 이는 일반의무규정 도입에 어느 정도 연관되는 표시이다.



[그림 1-2] 연도별 사고 발생율

[그림 1-3]과 같이 동일 기간 치명사고율/1,000명을 살펴보면, 치명사고율은 산업재해와 같은 경향을 보이지는 않고 상승 국면을 취하는 것으로 나타났다. 이러한 특이한 현상의 발생 원인을 규명하기 위해서는 해당 기간동안 건설업의 안전수행에 영향을 주는 중요한 일들을 살펴볼 필요가 있다.



[그림 1-3] 연도별 치명사고 발생률

첫째, 1986년 공장 및 산업시행규정의 도입은 상시 근로자 200명 이상을 둔 건설업자 모두에게 적용되었는데 면허 받은 안전감리자³⁾를 고용하도록 규정하고 있다.

둘째, 산업안전보건위원회 그리고 승진, 훈련, 교육 및 연구에 대한 독립기구 설치⁴⁾가 1988년에 제정되었는데, 이 기구는 근로자 보상보험 프리미엄으로부터 징수하여 자금이 조성된다.

셋째, 국도, 수자원, 건축, 토목, 배수 등을 포함한 건설부에 의해 이루어진 계약상의 규정은 안전도입이 관련되어있다.

넷째, 전기회사, 가스회사, 대형수송철도회사, 항공기관을 포함하는 유틸리티 회사의 공사⁵⁾에서 계약요구조건에 안전도입이 관련되어있다.

3) Safety officers and Safety supervisor

다섯째, 도급자에 대한 안전조치의 실행을 감독하기 위하여 이들 개발자들과 건축주들로 하여금 높은 경력의 안전전문가를 고용하도록 되어있다.

여섯째, 안전의식이 투철한 도급자에 의해 더 많은 안전전문가들의 고용이 이루어지고 있다. 즉, 법은 건설사 마다 1명을 고용하도록 규정하지만 20명 이상의 안전전문가를 고용하고 있는 도급자들이 많다.

일곱째, 안전전문가 고용, 안전위원회 주선, 안전교육과정 운용 등 현장에서 채택된 안전관리 조치사항에 관하여 계약액의 2% 까지 도급자에게 지불하는 작업지시 사무소의 안전체계지불제(PFSS)⁴⁾가 도입된다.

여덟째, 작업 및 주택과에서 독립안전감사계획(ISAS)이 도입되어 건설업자는 3개월마다 독립된 안전감사기관에 의해 감사 받는다. 만약, 그 결과가 만족되지 않으면 PFSS가 몰수된다. 지속적인 불만족스런 수행은 엄격한 경고장, 그리고 정부공사 입찰 중지장을 받게 된다.

아홉째, 작업과에서 입찰중지는 안전입법의 위반에 대해 6개월 내에 5회 유죄판결 받은 적이 있는 건설업자에게 적용 될 수 있다.

상기의 조치사항의 효과는 1994년 공항코아프로그램(ACP) 공사와 같은 안전의 개설시행에 최대한 공헌을 하였다. <표 1.1>에 의하면 ACP 공사는 홍콩 건설의 평균보다 거의 ⅔배 개선되었다. 이러한 탁월한 수행은 대대수송철도회사(MTRC)와 같은 기관에 의해서도 기록되고 있다.

홍콩 건설산업에 기록된 개선사항들이 비록 개인개발업자들이 일반 의무조항의 도입 후에 완만하고 아주 활성화되지 않음에도 실질적으로 정부나 유사 정부공사에서의 개선만큼 기여되었는가? 불행히도 개인개발업자의 수행을 확인하고 감독하기 위하여 이용 가능한 통제는 전혀 없다. 그러나, 일반적인 인상은 개인부문의 안전개선은 정부와 준 정부 개발자들에 비해 중요하지 않다는 결론에 이르게 된다.

4) Pay For Safety System

〈표 1-1〉 사고율/1,000명과 치명사고율/1,000명

구 분	사고율/1,000 명	치명사고율/1,000명
ACP 공사	92	0.60
홍콩 건설	295	1.42

일반 의무규정이 영국에서는 효과적이지만 문화와 환경이 상이한 홍콩에서는 비효과적으로 작용된 것으로 보고되었다. 건설현장의 안전이 개선될 수 있기 전에 건축주, 도급자, 작업자들로부터 위임과 개입을 청구하기 위하여 행정적이고 실행적인 수단으로 보조될 필요가 있다.²⁸⁾

나. 대만의 V.P.P제도 시행

안전보건관리의 가장 중요한 목적은 작업상의 위험을 예방하는 것으로 세계 여러 나라에서 근로자보호를 산업안전보건 규정으로 요구하고 있다. 그러나, 규정만으로 사고발생을 막을 수 없다는 인식으로 인해 관리시행과 근로자 참여는 안전보건 프로그램성공의 결정인자임이 증명되었다.

이러한 사실을 인지한 대만의 노동집행위원회는 미국 산업안전보건청(OSHA)의 V.P.P⁵⁾, 남아프리카공화국의 5가지 별 등급시스템, 그리고, 국제 안전평가시스템들의 기본원리를 채택하였다.

이 제도는 V.P.P 참여자의 규정준수를 독려하는 것 외에도, 실질적인 근로자 참여율을 높이는 메커니즘으로 일반시민의 안전의식을 높이기 위해 고려된 것

5) Voluntary Protection Programs

으로 V.P.P의 기본 사항은 다음과 같다.

1. 작업장내 잠재위험에 의한 손실을 줄이기 위해서 작업조건개선을 강력히 권장하고 있으며, 사업주와 근로자 모두를 독려하고 있다.
2. 규정이나 법규를 보충하도록 의도하여 자율적인 근로자보호 시스템의 자발적 개선과 확대를 독려하고 있다.
3. 산업계 지도자나 모범사업장에 의해 사용된 광범한 안전보건 관리접근법을 채택하도록 작업장이나 사업체로 하여금 인식시키고 독려한다.
4. 생산성, 판매전략, 품질보증과 인사문제 등과 같이 회사의 전반적인 관리목표에 안전보건관리 목표를 통합하는 중요성을 강조한다.
5. 안전보건관리의 책임과 이용이 잘 정의되도록 강력히 권장한다.

대만의 V.P.P 제도는 다음과 같은 10가지 요소로 이루어져 있다.

1. 일반 안전보건관리와 조직

안전보건과의 기능과 책임, 위험운용감독, 도급자관리, 여성근로자 보호, 연간 안전보건 활동계획, 근로감독법의 26항 관련서류

2. 자율감독

근로감독법에 의해 요구되는 핵심장비점검을 시행하기 위한 절차와 감독지적사항 및 시정조치사항들의 기록관리

3. 의료프로그램

근로자에게 제공되는 의료 및 의료진 서비스, 의료진찰 및 사후기록관리

4. 안전보건교육

위험기계기구 운전자 교육, 특별 운전교육, 일반 운전교육, CPR 교육

5. 사고조사 및 시정조치

사고조사, 지적사항 및 사후조치의 서류화, 시정조치들을 시행하기 위한
정식절차

6. 위험관리

화재출구, 비상방송시스템, 연소 및 독가스 모니터링 시스템, 비상조명, 비
상전원, 기계방호장치, 화재예방설비, 비상회신장치, 위험경고시스템, 작업
장 샘플링, 그리고 위험폐기물처리, 소음관리조치들, 진동 모니터링과 컨트
롤, 거친 작업조건 모니터링과 컨트롤, 환기 등

7. 안전규칙들

근로자 안전매뉴얼, 안전매뉴얼의 보완 및 개정, 작업허가 등

8. 비상준비상황

비상계획, 사고지휘시스템, 비상피난훈련 등

9. 개인보호구

개인보호구 관리 및 적정사용훈련

10. 관심증대 및 근로자인식 프로그램

근로자 참여 및 협조 증진 및 인식 프로그램

전통적인 대만의 근로자 안전활동과는 상이하게 대만 노동위원회는 1994년 11월 23일 V.P.P 집행위원회의 '선포에 따라 수많은 보조프로그램을 제시하였다. 충분한 설명서를 갖춘 표준화된 자율평가와 신청양식들이 위원회에서 제공되고 있다.

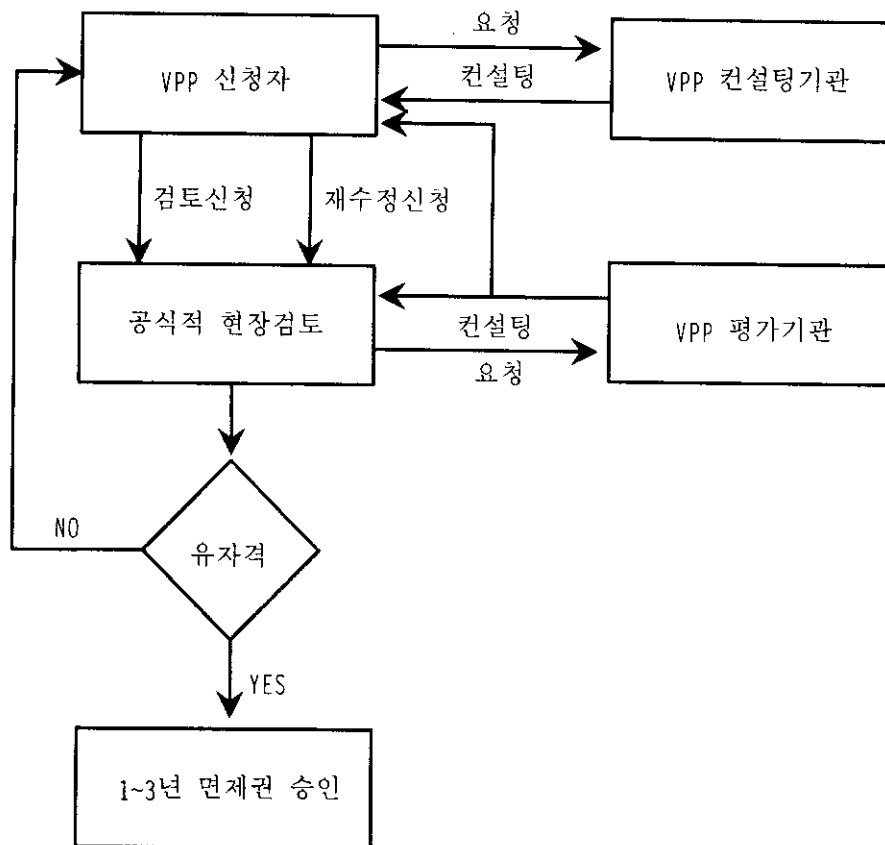
중·소규모 회사들은 통상 포괄적인 안전보건관리프로그램을 실행하기 위한 자원 및 경험이 부족하기 때문에 100명 이하에서는 서식 A를 적용하고, 대형 회사에는 좀더 규정이 엄격한 서식 B를 적용하도록 하였다. 또한, 위원회는 V.P.P 제도 신청자들에게 무료로 평가 서비스와 컨설턴트를 제공해 주기도 한다. [그림 1-4]는 그 응용과 검토과정을 보여주고 있다.³⁰⁾

V.P.P 제도가 초기에 침체된 원인중의 하나는 모든 사업 항목들에 관한 안전보건활동을 감독하고 모니터 하는 인력과 자원이 전무한 것이었다. 따라서, 노사위원회는 V.P.P 제도 집행위원을 선발하여 법 집행자 이기에 앞서 도움을 줄 수 있도록 V.P.P 컨설팅기관과 V.P.P 평가기관을 두었다.

V.P.P 컨설팅기관은 노사위원회가 승인한 비영리기관으로 V.P.P에 관심 있는 회사의 요청에 따라 컨설팅을 해준다. 그리고, V.P.P 평가기관은 유력한 기관 대신에 공식적인 현장 검토를 시행하기 위한 기능을 갖는다.

V.P.P 제도의 성공을 증진하기 위해서, 노사위원회는 정기적으로 대만의 안전보건전문가에게 V.P.P 실행 및 평가기법에 관한 교육훈련과정을 제공해주고 이 과정을 이수하면 V.P.P 컨설턴트 및 평가자로 인정해주고 있다. 컨설턴트와 평가자의 훈련과정에 참여하고 있는 산업안전보건 전문가들의 수는 1998년 3월까지 250명이다. 이들 자격을 갖춘 V.P.P 참여자들은 안전보건관리 프로그램의 성과와 포괄성에 따라서 1~3년 면제권을 부여받고 지방 유력 기관에 의해 정기감독을 받아 면제되며 유효기간 만기 3개월 전에 갱신신청을 제출해야 한다. 또한, 노사위원회는 V.P.P 참여자에게 4~8% 범위에서 화재보험료 감면혜택을 승인해주도록 재정부에 요청하였다.

1994년 후반부터 500개 회사 이상이 V.P.P 참여지위를 획득한 168개 신청자들과 함께 V.P.P 제도를 부분적이고 전면적으로 시행하였다. V.P.P 참여자를 분류하면 <표 1-2> 와 같으며, <표 1-3> 은 V.P.P 참여자들의 면제권을 산출한 것이다. 과거 2~3년 동안의 산업상해 통계를 비추어 볼 때 건설산업에 가장 많이 참여해야 한다.



[그림 1-4] V.P.P 신청 및 검토 과정도

〈표 1-2〉 V.P.P 참여자들의 사업분야에 따른 분류

사 업 분 야	V.P.P 참여자들	비 율 (%)
제 조 업	87	51.8
유틸리티 설비업	32	19.0
의료보건업	17	10.1
교통, 창고 및 통신업	11	6.5
병 원	8	4.8
건 설 업	6	3.6
방 범 방 호	3	1.8
농업, 삼림, 어업	1	0.6
기 타	3	1.8
총 계	168	100

〈표 1-3〉 V.P.P 참여자들의 면제권 산정

V.P.P 면제권	참여자들의 수	비 율(%)
3년 면제	48	28.6
2년 면제	66	39.3
1년 면제	54	32.1
총 계	168	100

V.P.P 제도에서 신청과 사전승인 현장점검은 특정 작업장의 특기 요구사항을 준수함에 있어 신청자들의 안전보건관리실체들의 유효성을 평가하는데 유용하게 사용된다. 이러한 현장 특기개념은 현행 V.P.P 전략을 증진하는데 필요하다. 왜냐하면, 안전보건관리에 대해서 기존의 접근방법과는 빗나가 있기 때문이다.

최근 통계에 의하면, 대만에는 ISO 9,000 인증사가 4,300개이고 125개 수출 지향회사들이 환경관리체계를 확립하고서 ISO 14,000을 제 3자 인증으로 받았다. 그러나, V.P.P 참여자들이 계획을 준수하고, 체크하여 조치를 ISO 기준에 따라 처리한다는 분명한 증거가 없다. 단속적인 증진개념이 V.P.P 상에 명백하지 않더라도 산업안전보건위험에 관한 확인, 이해 및 통제에 대한 관리체계의 적용은 강조되어야 할 필요가 있으며, 안전보건관리체계 지침과 실행방법은 대만의 V.P.P 제도의 장래에 여러 가지 면에서 매우 중요하게 고려되어야 한다.

중심-위성 공장제도에 대한 V.P.P 실행 메커니즘을 확립하기 위한 파일럿 프로젝트는 1996년의 산업안전보건 기술발전센터에 의해서 시행되었다. 이 메커니즘은 중심회사에서 먼저 얻어진 경험을 바탕으로 V.P.P를 설계하고 실행한 다음, 자신의 V.P.P 제도를 확립하는 위성회사들을 지원하기 위하여 컨설턴트로서 중심회사의 안전보건 관계자들을 이용하고 있다. 이 방법은 먼저 Teco 전기전자회사에서 시도되었고, 다른 중심-위성 공장제도에 확대될 예정이다.

대만의 V.P.P 제도는 다른 산업안전보건제도의 초기와 비교할 때 아주 큰 성공을 거두고 있으며, 앞으로 BS 8,800, BSI 발행기준 등과 같은 산업안전보건 관리 시스템이 대만에서 실행될 수 있을 때 참여자에 의해 얻어진 경험, 기관, 그리고, 컨설팅 조직은 극대화된 가치가 부가될 수 있다.

다. 영국의 자율안전관리

지금까지 ISO 규격이 안전경영분야에 대해서는 전무한 실정이고, 비록 준비 중이긴 하지만 향후 3년 정도가 더 경과되어야 할 것으로 보인다. 가장 최근에

영국의 1개 회사와 기타 1개 회사가 LRQA 설팅사에 의해서 안전경영에 최초로 OSHAS 18001에 인증되었다. OHSAS 18001에는 안전보건 경영시스템요소, 잠재위험 파악을 위한 계획, 위기평가, 위기관리, 안전보건 경영프로그램 등으로 구성되어 있다.^{31) 32)}

라. 싱가포르의 자율안전관리

싱가폴의 경우는 “안전 인센티브 프로그램과 위반행정 벌금절차”를 제작하여 안전관리 시행에 기준으로 삼고 있다. 싱가포르에서는 모든 안전사고를 적절한 사전조치로 막을 수 있다고 믿으며, 이러한 안전목적을 달성하기 위해서 모든 필요한 조치들을 취하고 있다. 또한, 확립된 안전규칙과 규정들은 원 도급자나 하도급자에 관계없이 동등하게 적용하고 있다.³³⁾

싱가폴 당국은 안전사고의 주체를 작업자 자신 즉, 근로 하도급 관계자들로 보고 하도급자 선정시에는 엄격한 평가절차를 따르도록 다음과 같은 항목을 두고 있다.

1. 기술능력
2. 재정입지
3. 행정능력
4. 과거공사 기준 및 경험
5. 안전보건 평가율

한편, 현장의 안전의식을 향상시키기 위해서 위반자에 대해서는 벌금 부과제도를 확립하였다. 또한, 안전감독관은 안전순찰결과와 안전위원회 점검, 그리고 일일현장 안전보고서상의 데이터를 분석하여 현장에서 직접 하도급자를 평가하도록 하고 있다.

제 2 장 자체심사능력 제고 방안

1. S.S.M 제도 도입 배경 및 추진 방법

가. S.S.M 제도 도입 배경

유해·위험방지계획서 심사제도는 대형사고의 위험이 있는 공사에 대하여 사고의 위험을 사전에 예측하고 구조검토, 적절한 공법선정 등을 포함하여 공사전반에 걸친 기술적 안전관리를 근원적으로 확보할 수 있는 제도로 건설안전의 불모지였던 우리 나라에서 재해예방에 상당한 기여를 하였다. 그러나, 대부분의 현장에서 작성과정에서부터 타 현장의 자료를 모방함으로써 형식에 치우치는 경향이 있으며, 심사 후에는 현장의 실제 작업에 크게 활용하지 않고 있다고 생각된다. 그리고, 이 제도는 사업량이 증가하면서 심사인력부족으로 사업수행에 어려움이 있었다. 또한, 이에 대한 제출서류의 종류 및 양이 많아 작성에 어려움을 겪고 있으며, 심사위원간 심사기준의 차이가 발생하는 문제점이 발생하기도 하였다. 게다가, 97년에 건설기술관리법에 의해 도입된 건설공사 안전관리계획서 제도는 유해·위험 방지계획서와 유사한 제도로 건설업체에서는 비슷한 내용을 2중으로 작성, 심사를 받아야 하는 부담을 받고 있는 실정이다.

이러한 유해·위험방지계획서 심사제도의 문제점을 개선하기 위한 대책으로 97년부터 자율안전관리업체에 대한 유해·위험방지계획서 자체심사제도(S.S.M

제도)를 도입하였으며, 안전공단에서는 지속적인 모델개발을 통하여 계획서 자체심사 건설업체를 적극 지원하고 있다.

S.S.M 제도는 안전공단의 인력부족을 해소하고 건설업체의 자율안전관리를 유도, 업체간 경쟁을 통한 재해율을 획기적으로 감소시키기 위하여 재해율 우수업체에 대해서는 유해·위험방지계획서 자체심사를 하계 함으로써 안전공단의 제출 및 심사를 면제받게 되고, 해당공사 현장은 공사종료시까지 확인검사를 면제하는 제도이다.

나. S.S.M 제도 추진 방법

S.S.M 제도는 노동부에서 최근 3년간의 건설업 평균 환산재해율과 건설업체의 산업재해발생률을 산정하여 자율안전관리업체 지정기준에 적합한 업체를 대상으로 실시한다. 여기서, 자율안전관리업체 지정기준은 건설업체중 노동부장관이 정하는 일정규모 이상으로서 당해 업체의 최근 3년간 환산재해율이 매년도 건설업 평균 환산재해율 이하인 것을 말한다.

환산재해율은 건설업체 산업재해발생률 산정기준에 의거 사망자 1인당 산재보험금을 고려하여 매년 노동부장관이 정하는 가중치를 부여하여 산정하는 것으로 최근 3년간의 연도별 평균 환산재해율을 나타내면 <표 2-1> 과 같다.

<표 2-1> 환산재해율 기준

구 분	'96년	'97년	'98년
환산재해율(%)	1.13	1.19	0.91

〈표 2-2〉는 '97년에 선정된 자율안전관리업체를 나타낸 것으로 지정기간은 97년 11월 15일에서 98년 6월 30일이었다. 그리고, 〈표 2-3〉은 '98년에 자율안전관리업체로 지정된 35개 업체를 나타낸 것으로 공사 실적액 순위 300대 업체들이며, 지정기간은 98년 7월 1일 에서 99년 8월 27일 까지 이었다.

〈표 2-2〉 '97년 자율안전 관리 지정업체

연번	'96 년도 도급순위	건설업체명	환산재해율			3년간 평균 환산 재해율	3년간 가중평균 환산재해율 (건설업 평균의 70% : 0.92)
			'94년도 (건설업 평균:1.67)	'95년도 (건설업 평균:1.37)	'96년도 (건설업 평균:1.13)		
1	2	(주)대우	1.04	0.89	0.89	0.94	0.92
2	3	삼성물산(주)	0.77	0.44	0.55	0.59	0.56
3	5	대림산업(주)	0.91	1.18	0.75	0.95	0.91
4	6	엘지건설(주)	1.04	0.90	0.85	0.93	0.90
5	10	선경건설(주)	1.18	0.81	0.81	0.93	0.88
6	11	삼성중공업(주)	0.64	0.75	0.79	0.73	0.75
7	14	두산건설(주)	0.69	0.85	0.66	0.73	0.72
8	33	(주)태영	0.92	0.69	0.71	0.77	0.75
9	37	고려산업개발(주)	1.64	0.78	0.47	0.96	0.80
10	38	삼성엔지니어링(주)	0.60	0.29	0.19	0.36	0.30
11	46	(주)신성	0.35	0.64	0.30	0.43	0.41
12	60	(주)대동	0.35	0.65	0.42	0.47	0.48
13	63	(주)대동주택	0.65	0.45	0.77	0.62	0.65
14	74	신원종합개발(주)	1.10	0.79	0.76	0.88	0.84
15	78	(주)한화	1.19	1.00	0.56	0.92	0.82
16	99	자유킨설(주)	1.25	0.42	0.43	0.70	0.59

〈표 2-3〉 '98년 자율안전관리 지정업체

연번	'97 공사 실적액	건설업체명	환산재해율			3년간 가중평균 환산재해율 (건설업 평균의 70% : 0.85)
			'97년도 (건설업 평균:1.19)	'96년도 (건설업 평균:1.13)	'95년도 (건설업 평균:1.37)	
1	1	현대건설(주)	0.68	0.99	0.76	0.79
2	2	삼성물산(주)	0.50	0.55	0.44	0.50
3	5	엘지건설(주)	0.70	0.85	0.90	0.79
4	7	대림산업(주)	0.66	0.75	1.18	0.79
5	11	두산건설(주)	0.58	0.66	0.85	0.66
6	14	삼성중공업(주)	0.58	0.79	0.75	0.68
7	20	삼성엔지니어링(주)	0.19	0.19	0.29	0.21
8	29	(주)태영	0.74	0.71	0.69	0.72
9	30	(주)한화	0.61	0.56	1.00	0.67
10	37	아남건설(주)	0.63	0.79	1.31	0.81
11	38	고려산업개발(주)	0.70	0.47	0.78	0.65
12	52	(주)신성	0.80	0.30	0.64	0.62
13	56	(주)대동주택	0.89	0.77	0.45	0.77
14	60	금강기업(주)	0.55	0.85	1.23	0.78
15	65	한라중공업(주)	0.14	0.71	0.32	0.35
16	69	신원종합개발(주)	0.82	0.76	0.79	0.80
17	78	(주)대동	0.94	0.42	0.65	0.73
18	91	엘지엔지니어링(주)	0.39	0.32	0.16	0.32
19	92	보성건설(주)	0.12	0.22	0.31	0.19
20	95	자유건설(주)	1.01	0.43	0.42	0.72
21	112	동광주택산업(주)	0.36	0.27	0.73	0.41
22	116	동양시멘트(주)	0.85	0.40	0.22	0.59
23	119	(주)신안	0.45	0.63	0.38	0.49
24	135	삼성에버랜드(주)	0.13	0.00	0.00	0.07

〈표 2-3〉 '98년 자율안전관리 지정업체 (계속)

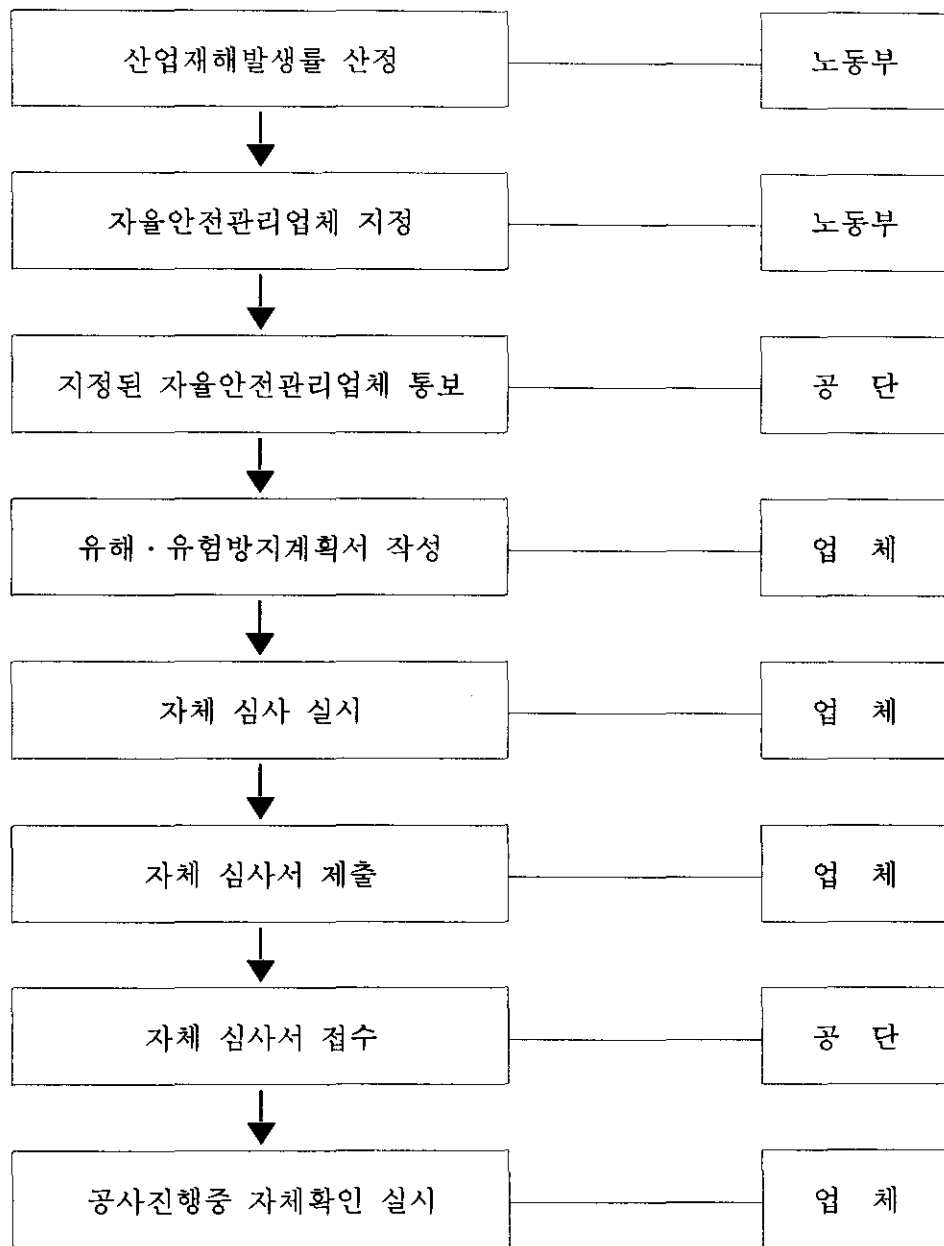
연번	'97 공사 실적액	건설업체명	환산재해율			3년간 가중평균 환산재해율 (건설업 평균의 70% : 0.85)
			'97년도 (건설업 평균:1.19)	'96년도 (건설업 평균:1.13)	'95년도 (건설업 평균:1.37)	
25	136	동광건설(주)	0.86	0.34	0.82	0.70
26	149	삼능건설(주)	0.16	0.22	0.58	0.26
27	153	경일건설(주)	0.51	0.64	0.88	0.62
28	156	(주)삼환까무	0.61	1.00	1.09	0.82
29	170	중흥건설(주)	0.37	0.59	1.22	0.61
30	174	풍산종합건설(주)	1.06	0.36	0.58	0.75
31	181	(주)화성개발	1.13	0.30	0.65	0.79
32	205	동아종합환경(주)	0.38	0.46	0.88	0.50
33	212	신명종합건설(주)	0.79	0.53	1.09	0.77
34	226	세풍종합건설(주)	0.58	0.76	1.18	0.75
35	229	대원종합건설(주)	0.73	0.81	0.70	0.76

99년도에는 S.S.M 제도를 더욱 활성화하는 방안으로 자율안전관리업체 지정 기준을 완화하였고, 제출서류도 자체심사서만으로 간소화하였으며, 작성대상공사도 8종공사에 5종공사로 축소하였다. 그 결과, '98년도 지정업체보다 89% 증가한 66개업체가 지정되었다. 〈표 2-4〉는 '99년도 자율안전관리업체를 나타낸 것으로 업체 규모별로 보면 공사실적액 순위 100위 이내 업체가 39개이고, 101~200위 업체가 17개, 201~300위 업체 10개로서 100위 이내 업체가 전체의 59%로 대형업체들의 안전관리가 상대적으로 우수함을 보여준다.

〈표 2-4〉 '99년 자율안전관리 지정업체

'98년도 도급 순위	건설업체명			
100위 이내 (39개)	현대건설(주)	삼성물산(주)	(주)대우	현대산업개발(주)
	엘지건설(주)	대림산업(주)	동아건설산업(주)	SK건설(주)
	포스코개발(주)	쌍용건설(주)	(주)한진중공업	두산건설(주)
	삼성중공업(주)	풍림산업(주)	벽산건설(주)	(주)태영
	(주)우방	극동건설(주)	삼부토건(주)	고려산업개발(주)
	경남기업(주)	(주)한화	계룡건설산업(주)	고려개발(주)
	삼성 Eng.(주)	한일건설(주)	홍화공업(주)	(주)신성
	대아건설(주)	진덕산업(주)	(주)대동주택	보성건설(주)
	이수건설(주)	(주)서한	일성건설(주)	효자종합건설
	동광건설(주)	동광주택산업(주)	동양시멘트(주)	
101 ~ 200 위 이내 (17개)	삼능건설(주)	(주)광영토건	명지건설(주)	아남건설(주)
	아시아나항공(주)	삼풍건설(주)	한국개발(주)	화인종합건설(주)
	풍산종합건설(주)	동우건설(주)	우림건설(주)	삼성에버랜드(주)
	엘지 Eng.(주)	세기건설(주)	현대정공(주)	(주)신안
201 ~ 300 위 이내 (10개)	중흥건설(주)			
	학산건설(주)	(주)화성개발	한국전력기술(주)	한동건설(주)
	신한종합건설(주)	강남건영(주)	(주)한국수자원기술	세풍종합건설(주)
	(주)명성건설	동신건설산업(주)	공단	

심사절차를 살펴보면, 먼저 자율안전관리업체는 유해·위험방지계획서를 자체 작성하여 건설안전지도사, 건설안전기술사 또는 건설안전기사 이상으로 공단의 계획서 심사 전문화 교육을 이수한 자중 1인 이상이 참여한 심사위원이 자체 심사한 후, 심사결과를 대상공사 실 착공 전에 관할 안전공단 지도원에게 제출한다. 그리고, 확인검사는 자율안전관리 업체가 자체적으로 실시하게 된다. 이러한 S.S.M 제도 업무절차를 요약하여 나타내면 [그림 2-1]과 같다.



[그림 2-1] S.S.M 제도 업무 절차

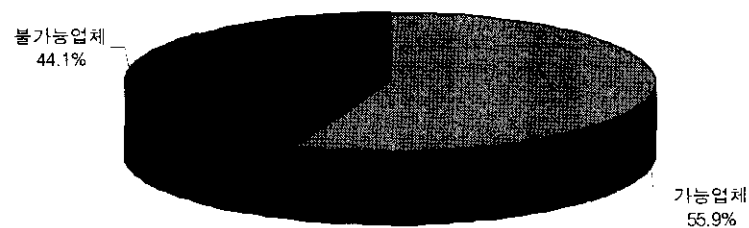
2. S.S.M 제도에 관한 설문

가. 유해·위험방지계획서 자체심사 가능성 분석

본 연구에서는 일반 건설업체들의 유해·위험방지계획서 자체심사 가능여부를 파악하기 위하여 부록 1과 같은 설문지를 제작하여 1,000개 건설업체를 대상으로 설문 조사한 결과, <표 2-5>와 같이 총 338개 설문업체 중 과반수가 넘는 189개 업체가 자체심사가 가능하다고 답하여 [그림 2-2]와 같이 자체심사 가능율이 55.9%로 나타났다.

<표 2-5> 일반 건설업체의 자체심사 가능율

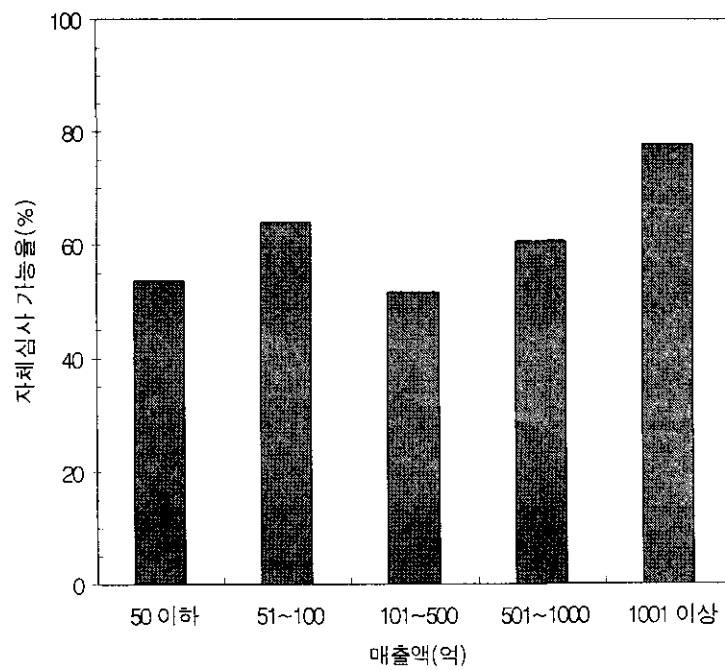
구 분	총 설문수	자체심사가능	자체심사가능율(%)
업 체	338	189	55.9



[그림 2-2] 일반 건설업체의 자체심사가능 여부

〈표 2-6〉 건설업체 매출액별 자체심사 가능성

매출액(억)	50 이하	51~100	101~500	500~1000	1001 이상	미기재	합 계
설문업체수	80	50	147	28	9	24	338
자체 심사 가능업체수	43	32	76	17	7	14	189
자체 심사 가능율(%)	53.8	64.0	51.7	60.7	77.8	58.3	55.9

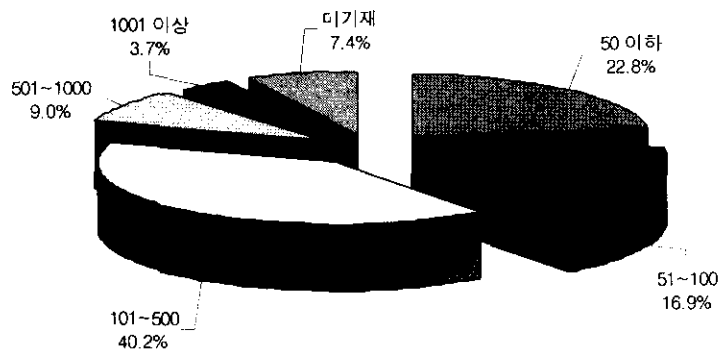


[그림 2-3] 건설업체 매출액별 자체심사 가능성률 분포도

〈표 2-6〉은 설문에 답한 건설업체를 대상으로 98년도 공사 매출액별로 유해 위험방지계획서 자체심사 가능여부를 조사한 결과이다. 설문 결과에 의하면 [그림 2-3]과 같이 전반적으로 자체심사 가능율이 50% 이상으로 나타났으며, 특히, 1001억 이상의 매출액 업체에서는 77.8%로 가장 크게 나타났다.

〈표 2-7〉 자체심사 가능업체의 매출액 분포

매출액 (억)	50이하	51~100	101~500	500~1000	1001이상	미기재	합 계
자체 심사 가능업체수	43	32	76	17	7	14	189
자체 심사 가능율(%)	22.8	16.9	40.2	9.0	3.7	7.4	100



[그림 2-4] 자체심사 가능업체의 매출액 분포도

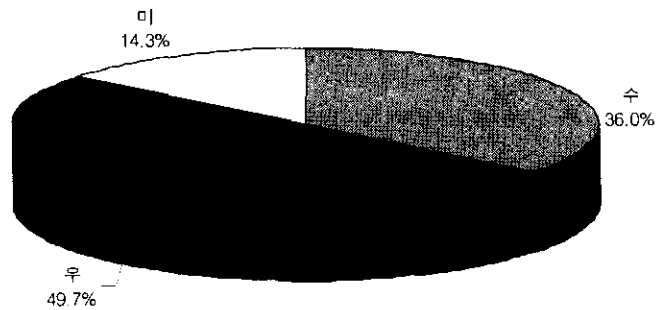
〈표 2-7〉은 유해·위험방지계획서 자체심사가 가능한 업체를 대상으로 매출액 분포를 조사한 것으로 [그림 2-4]와 같이 매출액 101~500억 사이가 40.2%로 가장 큰 비중을 차지하였다.

또한, 본 연구에서는 자체심사가 가능한 건설업체의 자체심사 능력정도를 파악하기 위하여 설문조사를 실시하였다. 〈표 2-8〉은 이 설문 결과를 나타낸 것으로 자체심사가 가능하다고 답한 총 189개 업체 중 자체심사 능력이 “수”에 해당하는 업체가 68개로 36.0%를 차지하였고, “우”로 답한 업체는 49.7%, “미”라고 답한 업체는 14.3%로 나타나 자체심사가 가능한 건설업체는 자체심사 능력정도가 양호한 것으로 조사되었다.

〈표 2-9〉는 자체심사능력을 “수”라고 답한 68개 업체의 매출액 분포를 나타낸 것으로 이를 그래프로 나타내면, [그림 2-6]과 같이 매출액 101~500억 사이의 범위가 52.9%를 차지하여 자체심사능력이 우수한 것으로 나타났다. 그리고, 자체심사능력을 “우”라고 답한 94개 업체의 경우는 [그림 2-7]과 같이 50억 이하인 업체가 37개로 39.4%를 차지하였으며, 자체심사능력이 “미”라고 답한 27개 업체 중 101~500억 사이의 매출액 업체가 14개로 51.9%의 비율을 차지하였다.

〈표 2-8〉 자체심사 가능업체의 자체심사 능력정도

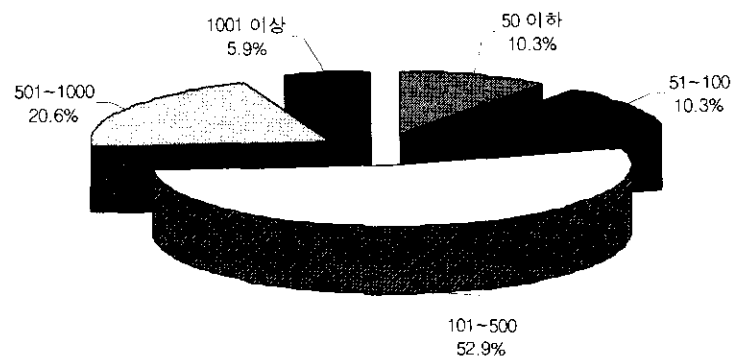
심사능력	수	우	미	양	가	합 계
업 체 수	68	94	27	0	0	189
비 율(%)	36.0	49.7	14.3	0	0	100



[그림 2-5] 일반 건설업체의 자체심사능력 분포도

<표 2-9> 자체심사능력이 “수” 인 업체의 매출액 분포

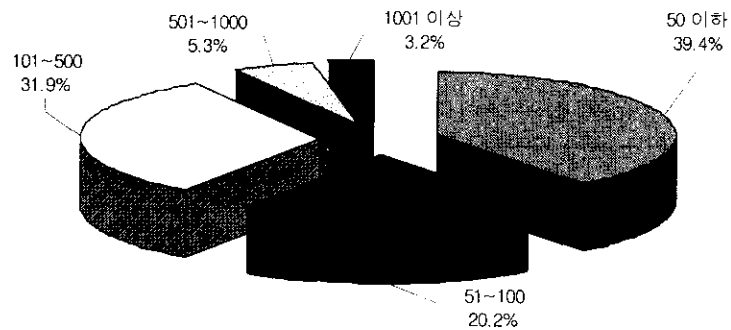
매출액(억)	50 이하	51~100	101~500	501~1000	1001 이상	합 계
자체 심사 가능업체수	7	7	36	14	4	68
비 율(%)	10.3	10.3	52.9	20.6	5.9	100



[그림 2-6] 자체심사능력이 “수” 인 업체의 매출액 분포도

〈표 2-10〉 자체심사능력이 “우” 인 업체의 매출액 분포

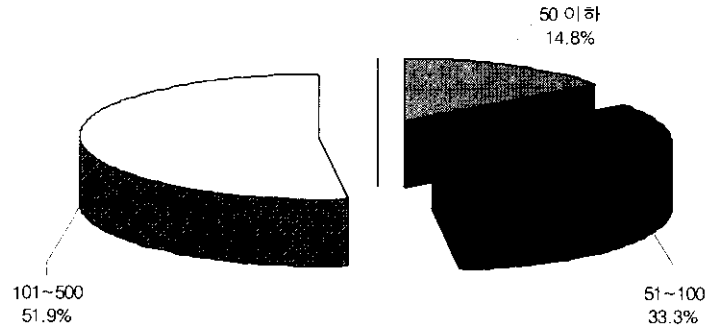
매출액(억)	50 이하	51~100	101~500	501~1000	1001 이상	합 계
자체 심사 가능업체수	37	19	30	5	3	94
비 율(%)	39.4	20.2	31.9	5.3	3.2	100



[그림 2-7] 자체심사능력이 “우” 인 업체의 매출액 분포도

〈표 2-11〉 자체심사능력이 “미” 인 업체의 매출액 분포

매출액(억)	50 이하	51~100	101~500	501~1000	1001 이상	합 계
자체 심사 가능업체수	4	9	14	0	0	27
비 율(%)	14.8	33.3	51.9	0	0	100



[그림 2-8] 자체심사능력이 “미” 인 업체의 매출액 분포도

나. S.S.M 제도 지정업체 운용현황

본 연구에서는 S.S.M 제도의 운용현황과 애로 사항 및 개선 내용을 파악하기 위하여 '97년과 '98년 자율안전관리업체로 지정된 37개 업체를 대상으로 아래와 같은 설문조사를 실시함으로써 S.S.M 제도의 유지 필요성과 자체심사능력 제고 방안을 도출하고자 한다.

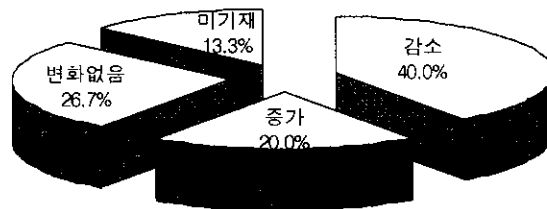
- 자율안전관리업체 지정 이전과 이후의 안전업무의 직원수는 ?
- 지정된 이후 어느 정도 자율적으로 시행되었는가 ?
- 공단심사에 비해서 얼마나 도움이 되었는가 ?
- S.S.M 제도를 계속유지 할 필요성이 있는가 ?
- S.S.M 제도가 필요성이 있다면 업체입장에서 필요한 제도 개선 및 보조 사항은 ?
- 건기법에 따른 안전관리계획서 시행과 상충되는 애로사항은 ?

(1) 자율안전관리업체 지정이후 안전업무 직원수의 변화

자율안전관리 지정업체 37개 건설업체를 대상으로 지정이후의 안전업무 직원수의 변화를 설문 조사한 결과, <표 2-12> 와 같이 나타났다. [그림 2-9]와 같이 지정된 이후 안전업무 직원수가 감소한 업체는 전체 40.0%를 차지하였으며, 반면에 증가한 업체는 20.0%에 불과하였다. 이러한 결과는 I.M.F로 인한 업체의 구조조정에 의한 영향으로 생각되며, 그 결과 적은 인력으로 과업을 수행함으로써 자율안전관리에 어려움이 있을 것으로 판단된다.

<표 2-12> 자율안전관리업체 지정이후 안전업무 직원수의 변화

구 분	직원수 감소	직원수 증가	변화없음	미기재	합 계
설 문 수	6	3	4	2	15
비 율 (%)	40.0	20.0	26.7	13.3	100



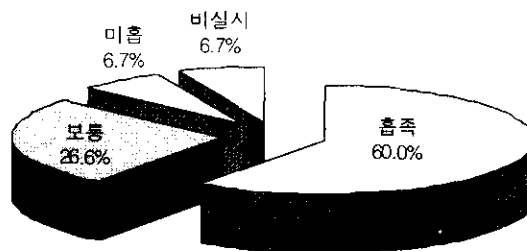
[그림 2-9] 자율안전관리업체 지정이후 안전업무 직원수의 변화도

(2) 자율안전관리의 운용실태

설문에 응한 15개 자율안전관리 지정업체를 대상으로 자율적인 안전관리의 진행실태를 설문한 결과, <표 2-13> 과 같이 지정된 이후 자율안전관리 업무가 자율적으로 흡족하게 운용되었다는 의견이 66.0%를 차지하였다. 이는 자율안전관리제도가 건설업체에 어느 정도 인지된 결과라고 볼 수 있으나, [그림 2-10] 과 같이 아직도 자율적인 운용이 미흡하거나, 실시하지 않는 업체가 각각 6.7%를 차지하여 제도정착을 위해서는 산업안전공단이 건설업체에 대하여 부분적인 확인 및 지도가 필요한 것으로 나타났다.

<표 2-13> 자율안전관리업체의 운용실태

운용실태	설문수	비율 (%)
흡족	9	66.0
보통	4	26.6
미흡	1	6.7
비실시	1	6.7
합계	15	100



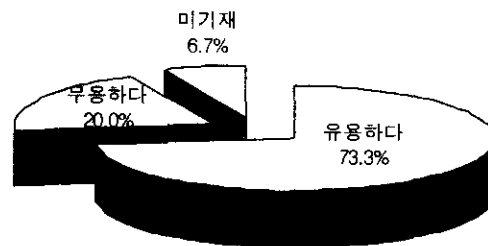
[그림 2-10] 자율안전관리업체의 운용실태도

(3) S.S.M 제도의 유용성

기 시행되고 있는 S.S.M 제도가 실제 공단심사에 비해서 안전관리에 도움이 되었는지 파악하기 위하여 자율안전관리 지정업체를 대상으로 설문조사를 실시한 결과, <표 2-14> 와 같이 지정된 이후 안전관리에 유용하다는 의견이 73.3%를 차지하여 S.S.M 제도가 공단심사에 비해서는 도움이 되는 것으로 나타났다. S.S.M 제도가 도움이 되는 이유로는 <표 2-15> 와 같이 주로 업무의 간소화를 꼽았으며, 업체에 도움이 되지 않는 이유로는 공단에 비해 전문성이 떨어지므로 실제적인 심사가 곤란하다고 지적했다. 이러한 결과를 미루어 볼 때 앞으로 자율안전관리 지정업체를 더욱 확대해야 할 것으로 보인다.

<표 2-14> S.S.M 제도의 유용성 여부

구 분	유용하다.	무용하다.	미기재	합 계
설 문 수	11	3	1	15
비율 (%)	73.3	20.0	6.7	100



[그림 2-11] S.S.M 제도의 유용도

〈표 2-15〉 S.S.M 제도의 유용성에 관한 의견

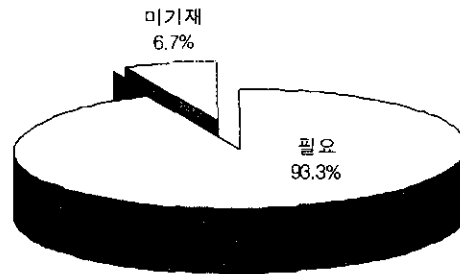
구 분	의 견
유 용	- 업무의 간소화에 따른 인적 및 경비절감 및 심사시간 단축 가능 - 본사 직원의 현장지원이 가능하므로 현장실정에 맞는 계획서 작성 가능 - 공사와 직접관련 전문가가 위원이므로 실제적인 심사 가능 - 관련 부서간 업무협조 증대 및 심사자료 DB화 정립 가능 - 해당 현장직원의 의식 고취
무 용	- 공단에 비해 전문성이 부족하여 실제적인 심사 곤란

(4) S.S.M 제도의 유지 필요성

앞으로도 S.S.M 제도를 계속 유지할 필요성이 있는지를 파악하기 위하여 37개 안전관리 지정업체를 대상으로 설문 조사를 실시한 결과, 〈표 2-16〉과 같이 15개 업체중 14개 업체가 필요하다는 답하였다. 이러한 결과로 미루어 볼 때 S.S.M 제도는 건설업체로 하여금 자율적인 안전관리의 중요성 인식 및 정착 차원에서 계속 유지하고 더욱 확대되어야 할 것으로 판단된다.

〈표 2-16〉 S.S.M 제도의 유지 필요성 여부

구 분	필요하다.	필요없다.	미기재	합 계
설 문 수	14	0	1	15
비율 (%)	93.3	0	6.7	100



[그림 2-12] S.S.M 제도의 유지 필요 여부

〈표 2-17〉 S.S.M 제도의 유지 필요성에 관한 의견

구 분	의 건
필 요	- 자율권 보장 - 자율안전관리 문화정착에 도움 - 안전사고 예방에 도움 - 사전 안전검토에 의미

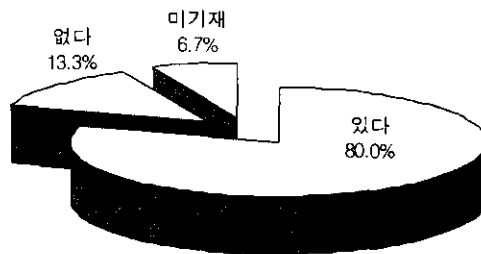
(5) S.S.M 제도의 개선사항

‘97년 및 ‘98년도에 S.S.M 제도를 시행한 15개 자율안전관리 지정업체를 대상으로 향후 S.S.M 제도를 시행하는데 있어 개선해야될 사항이나 보조사항을 설문 조사한 결과, 〈표 2-18〉 과 같이 개선되어야 한다는 업체가 80.0%를 차지하였다. 이러한 결과는 아직까지 S.S.M 제도가 시행 초기 단계이기 때문으로 판단되며, 앞으로 더 많은 제도개선을 위한 노력이 필요한 것으로 나타났다.

주요한 개선 요구사항을 살펴보면 <표 2-19> 와 같이 심사위원의 자격 및 교육강화, 공단의 정기적인 확인을 통한 제도 운영의 정착을 유도, 그리고 자율 안전관리업체에 대한 각종 특혜 부여를 요구하고 있다.

<표 2-18> S.S.M 제도의 개선사항 여부

구 분	있다	없다	미기재	합계
설 문 수	12	2	1	15
비율 (%)	80.0	13.3	6.7	100



[그림 2-13] S.S.M 제도의 개선사항 여부

(6) 안전관리계획서 시행과 상충되는 애로사항

자율안전관리 지정업체를 대상으로 S.S.M 제도를 시행하는데 있어 안전관리 계획서 시행과 상충되는 애로사항을 설문 조사한 결과, [그림 2-14]와 같이 86.6%가 애로 사항을 기술하였다.

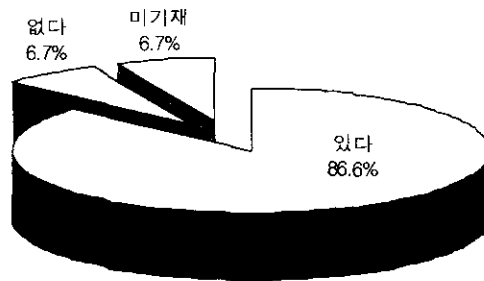
〈표 2-19〉 S.S.M 제도의 애로 및 개선 사항에 관한 의견

구분	의견
애로 사항 및 개선 사항	- 심사인력이 부족하므로 심사위원회에 대한 교육강화로 직무지식 수준을 향상시키고 공단의 정기적인 점검을 적어도 1회/년 이상 실시하여 문제점 보완하고 제도 정착을 유도 - 심사는 업체자율에 맡기고 확인검사는 산업안전공단과 같은 제 3의 기관이 시행 - 자체심사후 관할공단에 제출하는 제도를 폐지하고, 추후 중대재해 발생시 현장 책임 위계 - 하나의 계획서로 일원화하여 제출시 발주처 및 관할구청에서 인정 - 현장 자체적인 안전점검 기록이 있으면 인정하는 방향으로 제도 개선 - 자율업체에 대한 각종 안전점검 면제특권을 확대하고 산재보험료 대폭 할인이나 관련 부분의 소요경비를 경감 - 유해·위험방지계획서에서 기술적인 항목은 지양하고 근로자 안전위주의 내용으로 보완 요망

주요 내용을 살펴보면, 〈표 2-21〉과 같이 안전관리계획서와 유해·위험방지 계획서는 사실상 작성취지는 다르지만 결과적으로 중복되는 내용이 많아 업무의 가중화 및 형식적인 작성사례가 늘고 있어 근로자 유해·위험방지와 기술적인 안전관리의 명확한 구분이 바람직한 것으로 생각된다.

〈표 2-20〉 안전관리계획서 시행과 상충되는 애로사항 여부

구분	있다	없다	미기재	합계
설문수	13	1	1	15
비율 (%)	86.6	6.7	6.7	100



[그림 2-14] 안전관리계획서 시행과 상충되는 애로사항 여부

〈표 2-21〉 안전관리계획서 시행과 상충되는 애로사항에 관한 의견

구분	의견
애로사항	- 안전관리계획서가 부처별, 발주처별로 상이하게 운영되므로 계획서 작성시 과도한 시간 소요 - 유해·위험방지계획서는 주로 공사도중 발생사고예방에 중점을 두었고 안전관리 계획서는 대상건물의 공사품질 및 안전 위주이므로 별도로 작성해야한다. 단, 중복된 항목은 통합되어야 한다. - 안전관리계획서와 유해·위험방지계획서는 도입취지는 전혀 다르나 실제 작성내용은 비슷한 흐름을 갖고 있다. 특히, 가설재나 시공방법에 관한 기준부분이 중복되는 실정 - 현장 안전관리에 명확한 구분이 없어 각종 관련 서류처리 및 일처리에 문제점이 많이 발생 - 순수 기술안전위주의 계획서 작성이 필요

다. 자율안전관리 시행제도 제고 방안

본 연구에서는 현재 시행되고 있는 S.S.M 제도를 활성화시키는 방안을 마련하기 위해서 여러 전문가와 현장 안전실무자에게 자문을 구하여 아래와 같은 설문 문항을 제작하였다. 설문지 양식은 부록 3과 같으며, 1,000개 건설업체에 우편 및 방문조사를 실시하였다.

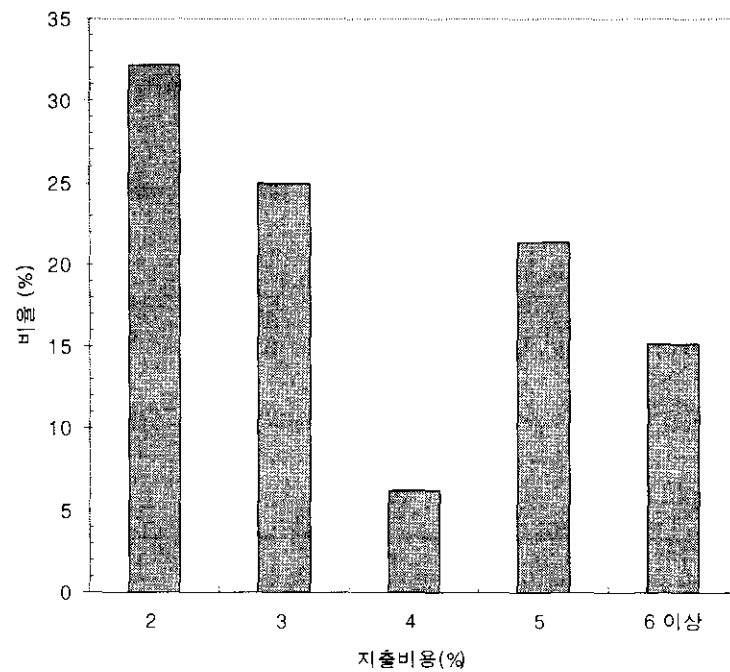
- 표준안전관리비의 본사 인건비 지출비용은 얼마이상이 바람직한가 ?
- 자율안전관리제도의 정착을 위한 가장 효과적인 방법은 ?
- 본사 및 현장안전관리비 실비 정산제도 도입은 국가기관에 의해서 진행상태를 조사하여 방송매체로 공시하는 것이 바람직하다. 1년에 몇 회 이상이 적절한가 ?
- 건설업체 자율안전관리를 위한 가장 바람직한 제도는 ?
- 원도급 건설회사가 협력업체를 육성하는데 드는 비용이 적지 않은 점을 고려할 때 양자 협력을 위한 원도급자의 노력이 안전경영에 미치는 영향은 ?
- 자율안전관리는 정부의 일제간섭이나 의무제도 없이 건설업체 스스로의 계획에 따라 시행하되 사고발생시 책임도 크게 부여되는 제도이지만 스스로 책임지는 제도가 정착되는 것이 바람직하다. 그 시기는 향후 몇 년도에 가능한가 ?

(1) 표준안전관리비의 본사 인건비 지출비용의 정도

총 1,000개 건설업체를 대상으로 표준안전관리비중에서 본사 인건비로 지출하는 비용을 설문 조사한 결과, <표 2-22> 와 같이 나타났다. 설문결과에 의하면 [그림 2-15]와 같이 가장 바람직한 본사 인건비의 지출비용을 표준안전관리비의 2%로 보는 업체가 32.1%로 해당되었고, 그 다음이 3%가 바람직하다고 답하였다.

〈표 2-22〉 표준안전관리비의 본사 인건비 지출비용

지출비용 (%)	설문수	비율 (%)
2	108	32.1
3	84	25.0
4	21	6.3
5	72	21.4
6 이상	51	15.2
합 계	336	100



[그림 2-15] 표준안전관리비의 본사 인건비 지출비용 선호도

현재, 노동부 고시 제 99-11호에 의하면 본사 안전관리조직 인건비 지출은 안전관리자의 자격을 갖춘자 1인 이상을 포함하여 3명 이상의 안전전담직원으로 구성된 안전전담부서를 갖춘 건설업체에 한하여 표준안전관리비의 2% 이내에서 사용하되 1년간의 총액이 5억원을 초과할 수 없다고 규정하고 있다. 이러한 규정은 본 설문결과에 부합되는 내용으로 대부분의 업체에서 만족하는 것으로 나타났다.

(2) 자율안전관리의 정착을 위한 가장 효과적인 방법

앞으로 국내건설현장에서 자율안전관리제도가 정착되기 위한 가장 효과적인 방법을 설문 조사한 결과, 총 336개 건설업체가 <표 2-23> 과 같이 응답하였다.

<표 2-23> 자율안전관리 정착을 위한 효과적인 방법

선택항목	설문수	비율 (%)
1	45	13.4
2	90	26.8
3	117	34.8
4	84	25.0
합 계	336	100.0

※ 주 1 : 전담안전관리자 배치인원이 많을수록 보험료를 할인

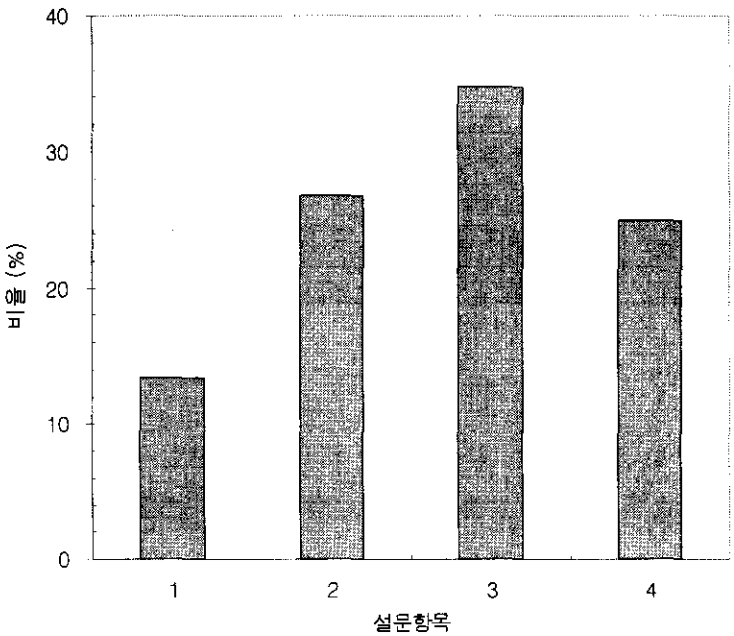
2 : 중대재해 발생시 누적 벌금제를 적용

3 : 공인기관에 의한 평가로 실적에 따라 공사 수주에 혜택 부여

4 : 실질적인 공종별 위험분석을 발굴 조사하여 공사 수주에 보상

[그림 2-16]에 의하면 가장 효과적인 방법으로 공인기관에 의한 평가로 실적에 따라 공사수주에 혜택을 부여하는 방법을 꼽았으며, 그 다음으로 중대재해가 발생하면 누적 벌금제를 적용하는 방법과 실질적인 공종별 위험분석을 발굴 조사하여 공사 수주에 보상하는 방법을 들었다.

즉, 공인기관선정을 정부차원에서 공포한 다음 실적평가 원칙을 정부고시로 공포하여야 한다. 또한, 중대 재해가 발생할 때에는 산재보상액과는 별도로 벌금을 부여하는 방법으로 대한 항공기 추락사고로 인하여 건교부가 대한항공사에 100억원 추가 벌금을 부여한 것이 그 예이다.



[그림 2-16] 자율안전관리 정착을 위한 가장 효과적인 방법 선호도

(3) 안전관리비 실비 정산제도 도입에 관한 바람직한 연중 공시빈도

지금까지 국내 건설현장에서는 안전관리비 지출내역을 허위로 서류를 처리하는 등 지출하지 않는 것이 이익이라는 고질적인 병폐가 만연되어 있는 실정이었다. 이러한 문제점을 개선하기 위한 방법으로 정산제도 도입이 주장되어 왔다.

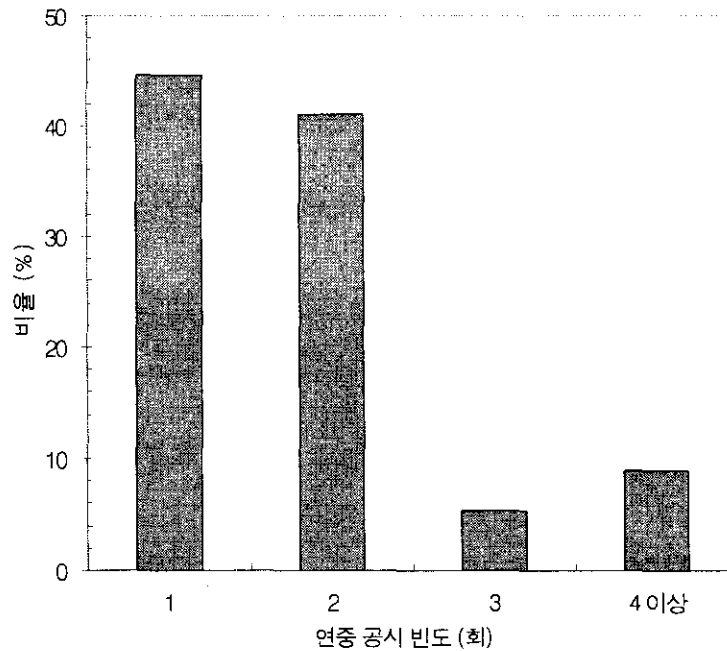
본 연구에서는 이러한 현장안전관리비 실비 정산제도 도입에 관한 가장 바람직한 연중 공시빈도를 설문 조사한 결과 <표 2-24>와 같이 나타났다.

<표 2-24> 안전관리비 정산제도에 관한 바람직한 연중 공시빈도

공시빈도 (회)	설문수	비율 (%)
1	150	44.6
2	138	41.1
3	18	5.4
4 이상	30	8.9
합 계	336	100

[그림 2-17]을 보면 알 수 있듯이 총 336개 건설업체중 44.6%에 해당되는 150개 업체가 연중 1회를 선호하였고, 그 다음이 연중 2회로 138개 업체가 지적하였다.

본 설문결과에 의하면 현장 안전관리비의 정산제도를 강력히 추진하기 위해서는 상위 30~50개 건설업체를 대상으로 정산제도 진행결과를 방송매체로 연중 1~2회 공시하는 것이 적절한 것으로 나타났다.



[그림 2-17] 안전관리비 정산제도에 관한 연중 공시빈도 선호도

(4) 자율안전관리를 위한 가장 바람직한 제도

현재 시행되고 있는 건설업체의 자율안전관리를 활성화하기 위한 가장 바람직한 제도를 설문한 결과, <표 2-25> 와 같이 나타났으며, [그림 2-18]에 의하면 자율안전관리를 위한 가장 바람직한 제도 1순위로 실질적인 안전관리 운용권한을 현장안전관리자에게 부여하는 제도를 꼽았으며, 2순위로 실질적인 운용권한을 현장소장에게 부여하는 방안과 운용권한을 본사 50%, 현장 50% 반절씩 분담하는 방법을 선호하였다. 이는 건설현장에 책임만 강요하고, 권한은 조금도 주지 않는 회사 및 현장 운영을 대변해 주고 있다고 할 수 있으며, 실제로 업체 방문조사시 현장소장이 안전교육 등에 적극적으로 나서는 경우에 사고 건수가 동일 회사의 타 현장에 비해 현격히 낮은 것으로 나타났다.

〈표 2-25〉 자율안전관리를 위한 가장 바람직한 제도

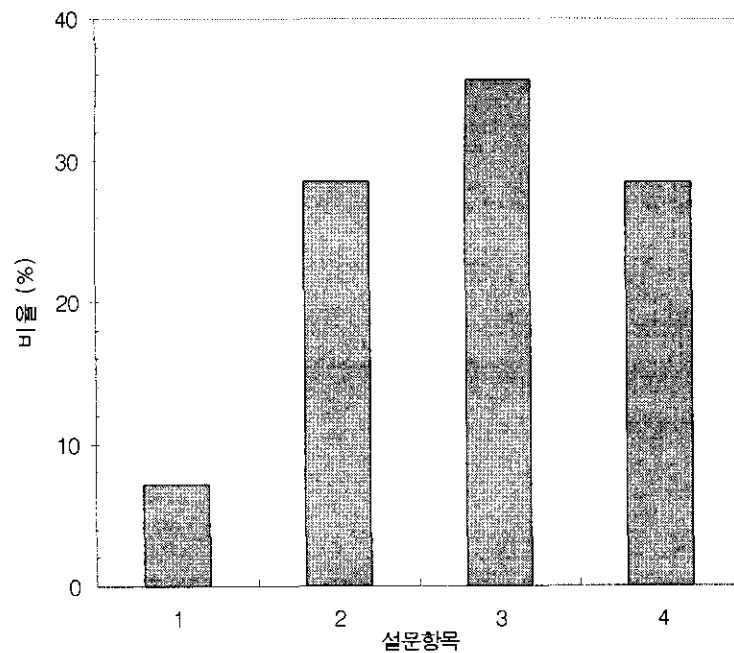
선택항목	설문수	비율 (%)
1	24	7.1
2	96	28.6
3	120	35.7
4	96	28.6
합 계	336	100

※ 주 1번 : 안전관리를 본사에 모든 권한을 집중하여 운용

2번 : 실질적 운용권한을 현장소장에게 부여

3번 : 실질적인 운용권한을 현장안전관리자에게 부여

4번 : 본사 50%, 현장 50% 반절씩 분담



[그림 2-18] 자율안전관리를 위한 가장 바람직한 제도 선호도

(5) 원 도급자의 노력이 안전경영에 미치는 영향

원 도급 건설업체가 협력업체를 육성하는데 드는 비용이 적지 않은 점을 고려할 때 양자 협력을 위한 원 도급자의 노력이 안전경영에 미치는 영향을 설문 조사한 결과, <표 2-26> 과 같이 “너무나 크다”는 의견이 59.8%나 차지하여 원 도급자의 부단한 노력이 필요한 것으로 조사되었다. 이밖에도 “비용이 드는 점을 감안하면 큰 효과가 없다”는 의견도 28.6%를 차지하였다. 현재 각 건설업체가 협력업체를 수의계약으로 지정하고 있으나, 향후에는 공개적으로 등록하여 자체 심사기준에 의거 객관적으로 처리하면 경쟁력 확보에도 큰 도움이 될 것이다.

<표 2-26> 원 도급자의 노력이 안전경영에 미치는 영향 정도

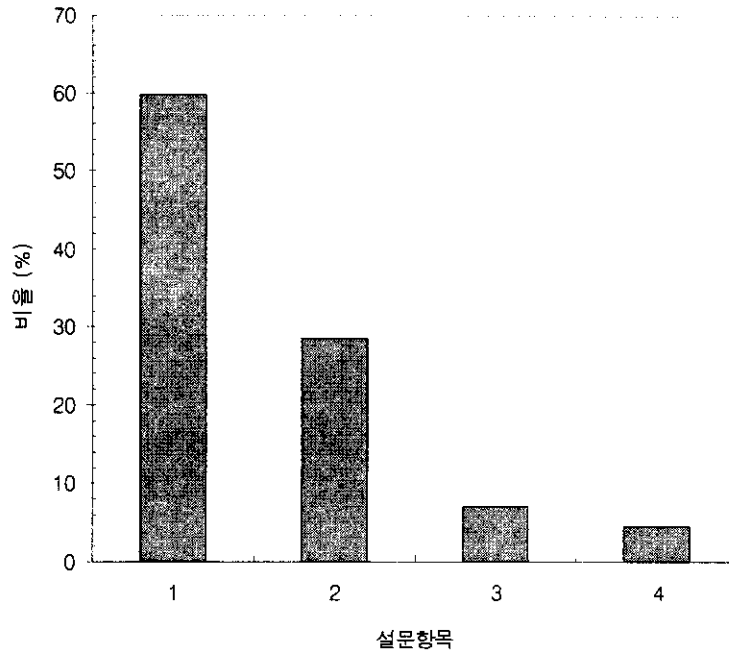
선택항목	설문수	비율 (%)
1	201	59.8
2	96	28.6
3	24	7.1
4	15	4.5
합 계	336	100

※ 주 1 : 너무나 크다.

2 : 비용이 드는 점을 고려하면 큰 효과가 없다

3 : 100억원이상 건설공사시 안전관리자를 각자 두게되어 있어 본사와 영향이 없다.

4 : 관계없다.



[그림 2-19] 원 도급자의 노력이 안전경영에 미치는 영향 선호도

(6) 자율안전관리제도의 정착시기

향후, 국내 자율안전관리제도의 정착시기를 건설업체 안전실무자에게 설문한 결과, <표 2-27> 과 같이 나타났다.

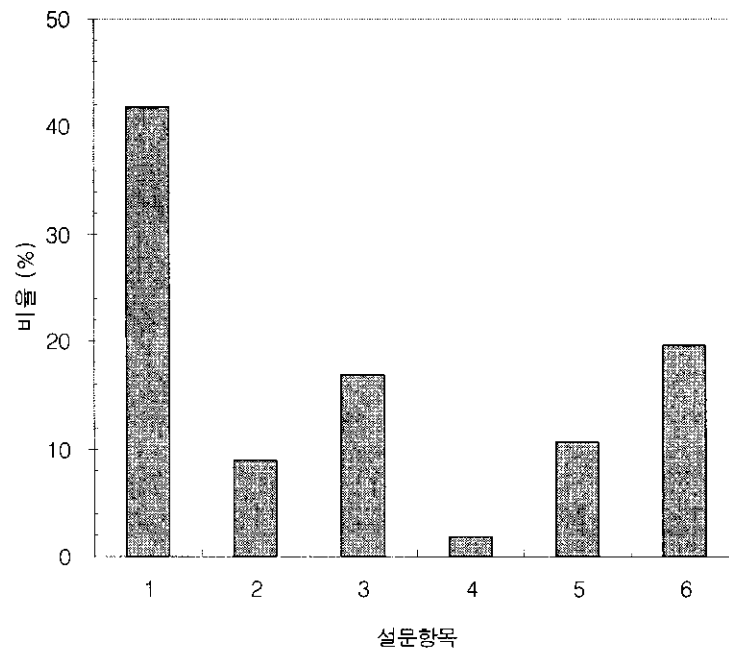
[그림 2-20]에서 보듯이 “제도만 개선되면 경과 년도에 관계없다” 라는 의견이 42.0%로 나타나 제도만 세워주면 건설업체에서는 큰 무리가 없는 것으로 나타났다. 또한, 5년 정도가 경과 후에 자율안전관리제도가 정착되기를 바라는 현장실무자도 19.6%를 차지하여 당장 시행은 문제가 있는 것으로 보여진다.

〈표 2-27〉 자율안전관리제도의 정착시기

선택항목	설문수	비율 (%)
1	141	42.0
2	30	8.9
3	57	17.0
4	6	1.8
5	36	10.7
6	66	19.6
합 계	336	100

※ 주 1 : 제도만 개선되면 경과 년도에 관계없다.

2 : 2년, 3 : 3년, 4 : 4년, 5 : 5년, 6 : 5년 이후



[그림 2-20] 자율안전관리제도 정착시기 선호도

라. 자체심사능력 제고 방안

이상과 같은 설문결과를 종합하면, 일반건설업체의 자체심사 가능율이 50% 이상으로 비교적 높게 나타났으며, 대부분의 업체가 자체심사 능력정도를 “수”, “우”로 평가하였다. 이와 같은 결과를 미루어볼 때 자율안전관리에 대한 의식이 예전보다 많이 확대된 것으로 조사되었다. 그리고, 정부에서 지정한 자율안전관리업체의 경우도 다소 어려움은 있으나 자율안전관리 업무가 어느 정도 자율적으로 운용되는 것으로 파악되었다.

한편, 건설업체의 자체심사능력을 향상시키기 위해서는 심사위원의 자격 및 교육을 강화하여 심사인력부족을 해소해야하고, 자율안전관리업체에 대해서는 공인기관의 평가로 실적에 따라 공사수주에 혜택을 부여하는 등 각종 특혜를 부여하되, 추후 중대재해가 발생할 때에는 누적 벌금제를 적용하는 등의 책임을 묻는 방안이 대두되었다. 그리고, 확고한 제도정착을 위해서는 산업안전공단의 부분적인 확인 및 지도가 필요한 것으로 나타났다.

제도면에서는 실질적인 안전관리 운용권한을 현장안전관리자에게 부여하는 제도가 마련되어야 한다. 그리고, 원 도급 건설업체의 노력이 협력업체의 안전경영에 미치는 영향이 너무나 크므로 협력업체를 선정할 때에는 공개적으로 등록하여 자체 심사기준에 의거 객관적으로 선정하는 제도가 필요하다.

제 3 장 건설공사 P.S.M 기법

1. 국내외 작업공정별 안전관리제도 비교

본 연구는 국내 건설공사현장에 작업공정별 안전계획을 수립하여 적기에 능동적이고 유기적인 사전 위험요인 제거가 가능하도록 P.S.M 기법을 도입하는 방안을 마련하는데 목적이 있는 만큼, 이를 위하여 먼저 국내외 건설공사중 P.S.M 기법과 유사한 개념을 도입한 사례를 연구하였다.

우리 나라 건설공사의 경우, P.S.M 기법이 미비 되어 건설업체가 자율적으로 실시했다고 보기는 어려우므로 이와 유사한 건설기술관리법상의 공종별 안전관리계획서를 예로 들었으며, P.S.M 개념을 적용한 업체사례를 하나 들었다. 그리고, 외국의 경우는 중동의 Hazard Analysis and Control Programme과 미국의 Activity Hazard Analysis를 대표적으로 제시하여 서식 및 작성 예를 검토하였다.

가. 국내 공정별 안전관리계획서

국내 건설현장에서 작성하는 안전관리계획서상의 공정별 안전점검계획은 핵심공정을 가설공사, 콘크리트 공사, 강구조물 공사, 굴착공사, 성토 및 절토공사, 교통안전관리, 그리고, 공사현장 및 인접구조물에 대한 잠재위험을 점검하도록 되어 있다.

〈표 3-1〉은 국내 건설현장에서 작성한 안전관리계획서상의 굴착공사시 안전

점검표의 작성 사례를 나타낸 것으로 각 공정별로 나열된 점검사항에 대하여 단순히 점검결과와 조치사항을 기입하도록 되어있어 작업공정 개시전 공정별 작업 안전계획을 수립하여 적기에 능동적이고 유기적인 사전위험요인 제거가 어렵다. 한편, <표 3-2>는 국내 업체중 P.S.M 개념을 도입한 사례를 나타낸 것으로 비계작업을 여러 순서로 구분한 다음 각 작업순서별로 잠재된 위험요소를 파악하여 각각에 맞는 사고예방대책을 마련하였다. 이러한 사례는 예전부터 업체 스스로 P.S.M 기법의 필요성을 인식하고 있음을 보여주는 것이다.

나. 중동의 Hazard Analysis and Control Programme

표 3-3은 중동의 가스 플랜트 건설공사 굴착작업시의 Hazard Analysis and Control Programme의 작성사례를 나타낸 것으로 주요 구성을 살펴보면, Activity(작업내용), Hazards(위험요인), Control Measures(조치내용)들로 구분되어있어 본 연구에서 추진하는 P.S.M 기법과 유사하다.

Hazard Analysis and Control Programme는 부록 8과 같이 크게 10개로 구분한 다음 35개로 세분화한 작업공정으로 이루어져 있다.

다. 미국의 Activity Hazard Analysis

미국에서 사용하고 있는 Activity Hazard Analysis는 부록 9와 같이 Activity (작업내용), Principal Steps(주요공정), Potential Hazards(잠재위험 요인들), Recommended Controls(조치사항), Equipment(사용장비), Inspections Requirements(요구조사), Training Requirements(요구훈련)들로 구성되어 있어 이 또한 P.S.M 기법과 유사하지만 공사 전체 공정표에 제시된 Event와 연계번호를 검토 기록하도록 되어있어 좀더 유기적 활동을 꾀할 수 있게 한 것이 특징이라 하겠다.

〈표 3-1〉 국내 안전관리계획서의 굴착공사시 공정별 안전점검계획 작성사례

구 분		점 검 사 항	점검 결과	조치 사항
1. 일반사항		- 굴착면 및 굴착심도 기준을 준수하는가 - 절토면을 장기간 방치할 경우는 경사면에 비닐이나 가마니를 덮는 등의 적절한 보호조치를 하였는가		
2. 굴착 공사	(1) 인력 굴착	- 굴착면의 구배는 토질의 굴착높이에 따른 안전구배 기준이하로 하였는가 - 파낸 토사 등을 굴착부의 상부 또는 경사면 상부 부근에 적치하지 않도록 하였는가 - 적치할 경우에는 굴착면의 붕락이나 토사 등의 낙하가 발생하지 않도록 조치를 하였는가		
	(2) 기계 굴착	- 공사의 규모, 주변환경, 토질, 공기 등의 조건을 고려한 적절한 기계를 선정하였는가 - 작업전에 기계를 점검하였는가 - 기계가 운반될 통로를 확보하고 통로의 상태를 점검하였는가 - 사면이나 무너지기 쉬운 지반에 장비를 세워두지 않았는가 - 굴착장비 등은 안전능력 이상으로 사용하거나 용도와 사용하지 않도록 하였는가 - 기존이 설치된 구조물 주변을 굴착하는 경우 전도 및 붕괴를 고려하였는가 - 작업구역을 로프울타리, 붉은 깃발 등으로 표시하였는가 - 야간작업을 할 때는 조명을 충분히 설치하여 작업시야를 확보하였는가 - 도로에서 작업하는 경우는 각종 표식, 방호대, 야간조명 등을 충분히 설치하였는가 - 기계의 무리한 사용을 금지하고 노면의 끝단이 연약지반인 경우는 유도자를 배치시켰는가 - 흙막이 동바리를 설치할 경우는 동바리 부재의 설치순서에 맞도록 굴착을 진행하는가 - 전선이나 구조물 등에 인접하여 붐을 선회할 작업에는 사전에 방호조치를 강구하였는가		

〈표 3-1〉 국내 안전관리계획서의 굴착공사시 공정별 안전점검계획 작성사례(계속)

구 분		점 검 사 항	점검 결과	조치 사항
2. 굴착 공사	(3) 발파 굴착	· 인가를 받은 안전한 장소에 화약을 저장하였는가 · 1일 화약류 소비량이 규정 이상인 경우 화약류의 관리 및 발파 준비를 위한 화약류 취급소를 마련하였는가 · 화기 또는 낙석의 위험이 있는 곳에 설치하지 않았는가 · 화약, 폭약과 뇌관을 동일한 상자, 자루 등에 집어넣지 않았는가 · 모선은 절단, 결선빠짐, 결선틀림 등이 없도록 각선에 연결하기 전에 반드시 점검하였는가 · 모선결선 후 안전한 개소에서 도통시험을 하였는가 · 모선을 지상의 레일, 파이프 또는 기타 전기가 흐를 수 있을 가능성이 있는 개소에 접촉시키지 않았는가 · 발파작업을 하기 전에 발파개소 상부의 표토는 제거하였는가 · 전기발파를 할 때는 미변전류가 없는 것을 확인하였는가 · 낙뢰 위험이 있을 시는 발파작업을 중지하도록 하였는가 · 부근의 지형, 건물, 교통로 등의 도면을 작성하여 우회로, 대피장소, 피난 구역을 계획하였는가 · 전회 발파의 불발 구멍이나 잔류화약이 없는 것을 확인한 뒤에 천공하는가 · 발파 후 막장을 점검하여 불발화약의 유무를 확인하고 조치하였는가 · 전회 발파한 구멍을 이용하여 천공하지 않도록 하였는가 · 전기뇌관을 운반할 때는 각선이 벗겨지지 않도록 하고 누전우려가 있는 것에 가까이 두지 않도록 하였는가		

〈표 3-1〉 국내 안전관리계획서의 굴착공사시 공정별 안전점검계획 작성사례(계속)

구	분	점 검 사 항	점검 결과	조치 사항
2. 굴착 공사	(3) 발파 굴착	· 장전작업에 대해서는 발파구멍이나 암반상황을 검사하여 안전을 확인하고 나서 장전하였는가 · 발파 장소에 전기 누전 여부를 점검하였는가 · 장전중 부근에서 천공이나 기타 작업을 하지 않도록 하였는가 · 장약시에는 구멍을 잘 청소하여 자갈이 남아 있지 않도록 하였는가 · 점화위치는 폭파의 정도에 따라 격리된 안전한 장소로 하였는가 · 발파기의 손잡이는 점화할 때 외는 자물쇠는 채우거나 떼어놓도록 하였는가 · 발파기와 모선과의 연결은 점화직전에 하도록 하는가 · 전기발파에서 발파모선을 발파기로부터 떼어내고 재점화 되지 않도록 조치하고 5분이상 경과후 발파장소에 접근하고 있는가 · 터널 내에서는 잔류 가스 및 지반의 붕괴 위험이 없어진 후 발파장소에 접근하고 있는가 · 불발공에 대한 점검 및 처리규정은 설정되어 있는가 · 불발공 폭파를 위한 천공은 평행으로 천공하고 그 간극은 기계굴착시 60cm 이상, 인력 굴착시 30cm 이상인가		

〈표 3-2〉 국내 P.S.M 기법 적용 사례(비계작업)

작업 순서	시공순서	잠재위험요소	대 책
비계 자재 반입	1. 자재 운반트럭 유도 2. 하차준비 3. 자재의 걸고리 4. 자재의 인양 5. 자재의 인하 및 정리	1. 트럭에 작업자가 다친다. 2. 자재 인양시 장비에 다친다. 3. 걸고리 와이어로프가 절단되어 인양자재가 낙하한다. 4. 자재 인양시 트럭위 작업자가 굴러 떨어진다. 5. 자재이동중 타 작업자가 다친다	1. 운반통로 확보/유도차 배치 2. 적정장비 확보 3. 와이어로프는 작업전 점검 4. 자재 인양시 멀리 떨어진다. 5. 장비작업중에는 작업반경내 출입금지.
작업 장소 로 운반	1. 적정 장비의 확보 및 유도 2. 자재의 걸고리 3. 자재의 인양 및 이동 4. 자재의 인하 및 정리	1. 장비에 의해 작업자가 다친다. 2. 걸고리 와이어 로프가 절단되어 인양되는 자재가 낙하한다. 3. 고소로 자재를 인양하여 이동시 운전부주의/신호 불일치로 이동 중인 자재가 낙하하여 다친다.	1. 운반경로 확보/신호수 배치 2. 적정 장비의 확보/운전자교육 3. 자재인양 전에 걸고리 로프, 사 클록의 상태, 지게차의 포크점검 4. 신호수와 운전자의 신호 통일 5. 고소에서 하강하는 자재를 적재 시 주위 작업자의 접근을 통제 6. 고소 적재시는 한곳에 무리하게 적재하지 않는다.
비계 설치	1. 시공도면 확보 2. 적정인원 배치 3. 특별교육 실시 4. 개인보호구 착용 5. 시방서에 의한 적정 설치(표준안전시설기 준집 참조)	1. 비계 설치작업중 추락 2. 안전망 설치작업중 추락 3. 비계 위에서 이동중 추락 4. 던지는 부속자재를 받다가 실족 하여 추락 5. 설치작업중 비계자재의 낙하 6. 작업자가 낙하물에 의해서 다침 7. 미숙련공이 고소작업시 추락	1. 당일 설치작업에 의한 사전안전 성 확보 2. 필히 특별교육 실시 3. 복장단정/개인보호구 착용 4. 작업중에는 관리감독 철저 5. 안전담당자를 선임하여 작업지 휘 6. 작업지역에 통제인을 배치하여 낙하물사고예방에 철저히 대처 7. 상하 동시작업을 금지 8. 부속자재는 던지지 않고 달줄, 달포대 이용 9. 미숙련공 투입금지 및 적정인원 을 확보

〈표 3-2〉 국내 P.S.M 기법 적용 사례(계속)

작업 순서	시공순서	잠재위험요소	대 책
유지 보수 관리	- 시방서 및 시공도면에 따라 적절하게 설치된 비계 시설물은 공정의 진행상 파손되거나 안전상 기능을 상실할 우려가 많이 발생한다.	- 브라켓의 고정부위가 파손 - 조립된 비계가 낙하물에 의해 휘어지거나 이격거리가 생김. - 비계의 수직성을 유지해주고 흔들림을 방지하는 결속철선이 파손 - 조립된 핀의 연결부위가 외부충격에 의해서 느슨해지고 빠짐. - 비계를 고정하는 연결 클램프가 빠지거나 핀이 파손.	- 외부비계/안전망은 수시점검하여 보수 및 청소를 실시하고 가시설물로서 안정성을 확보 - 보수/청소시에도 작업자는 개인 보호구를 철저히 착용
비계 해체 작업	- 해체작업계획을 세우고 사전안전성 확보 - 해체지역 설정 및 타공정 작업자 홍보 - 적정인원 확보 및 안전 담당자 지정배치 - 해체 작업자 특별교육 실시 - 개인 보호구착용 및 통제인 배치 - 해체작업순서에 따라서 작업실시	- 고소에서 해체작업시 이동중 추락 - 고소에서 비계자재를 받아 내릴때 자재낙하에 의한 작업자 상해 - 비계에 설치된 수직망해체시 추락 - 낙하물방지망 해체중 실족 추락 - 고소에서 해체된 비계자재의 낙하로 하부통행자 사고 - 해체작업중 비계부속품이 낙하하여 하부작업자나 통행자 사고 - 브라켓/벽연결 철선을 미리 해체하여 비계 붕괴/작업자 추락 - 관리감독, 통제가 부실하여 하부통행자가 낙하물에 의한 사고	- 해체경계구역 설정/신호수배치 - 작업자 특별교육/보호구 착용 - 타공정 작업자 홍보 및 해체지역 및 근접지역의 작업자 작업중지 또는 작업지역을 변경 - 해체작업순서에 의거 안전망/날개부위를 먼저 해체 - 적정인원을 투입하여 안전담당자의 지휘에 따라 위험요소를 배제하고 안전성을 확보한다.
비계 정리 및 반출	- 자재의 반출계획을 세운다. - 정리정돈 인원을 적정 확보한다. - 반출장비의 투입(지게차, 트럭) - 개인보호구 착용(정리정돈 작업자) - 장비에 상차하여 현장외부로 반출완료	- 정리작업중 작업자가 비계자재에 충돌 - 상부에서 낙하물에 의한 사고 - 자재를 집어던지다가 동료 상해 - 주출입구를 정리하지 않아 타작업자가 이동중에 걸려서 넘어짐 - 수작업에 의한 작업자 요추재해 - 지게차로 자재운반시 작업자 상해 - 트럭에 상차시 자재묶음이 떨어져서 작업자 다침 - 트럭에 파다 상차로 운반중 전도 - 적재된 비계자재를 비결속하여 운반중 자재가 전도	- 당일 정리작업에 대한 사전안전성 확보 - 장비의 확보/운전자 교육실시 - 복장단정/개인보호구 착용 - 작업중에는 관리감독 철저히 - 작업반장이 당일 정리작업 지휘 - 작업지역에 통제인을 배치하여 낙하물사고 예방에 철저히 대처 - 상하 동시작업을 금지 - 적정상차 및 정확하게 결속

〈표 3-3〉 중동의 Hazard Analysis and Control Programme 작성사례(굴착공사)

HAZARD ANALYSIS AND CONTROL PROGRAMME	
CIVIL WORKS	
REF No.- A-001	
작업 내용	
굴착	
위험 요인	
A) 케이블/파이프라인을 지중에 매설시.	G) 가스/물이 고임
B) 기존의 구조물/건축물	H) 지역적인 공기오염
C) 기존 파이프의 접속부위에 충격 또는 균열 발생	I) 건강의 영향(소음, 진동, 분진)
D) 차량/장비의 굴착지로의 추락	J) 표토의 손상
E) 굴착구역에 인부 추락	K) 지하수의 오염
F) 굴착으로 인한 붕괴	L) 고고학 지역의 손상
	M) 환경적으로 민감한 지역의 손상
조치 내용	
1) 굴착전에 케이블 경로를 파악하여 피할 수 있도록 한다. 2) 제공된 설계도로 케이블/파이프라인의 경로를 조사한다. 3) 케이블/파이프라인의 경로를 손으로 굴착하여 확인한다. 4) 만약 기존의 구조물이나 임시기초에 인근에서 굴착공사시 임시적인 지지대나 구조물로 붕괴되지 않도록 좀더 세밀한 조사가 필요하다. 5) 굴착에 의해 노출된 케이블과 파이프는 지지한다. 6) 굴착지역에 차량이 빠지지 않도록 정지 표시판이나 울타리를 설치한다. 7) 갱외 감독을 차량이 굴착부 인접에서 작업중인 곳에 투입한다. 8) 굴착 깊이가 2m 이상일 때에는 가드 레일을 설치한다. 9) 굴착깊이가 1.1m 이상일 때 계단식이나 지지대로 지지한다. 10) 굴착부에 들어가고 나갈 수 있는 적절한 출입구를 형성한다. 11) 매설한 지역의 표면은 clearing과 grading을 관측하여 확인하고 기록한다. 파이프라인의 경로와 현저한 차이가 나는 부위가 발견되면 기록한다. 12) 환경적으로 민감한 지역은 파이프라인 설치를 제한한다. 13) 모든 굴착, 매립, 제방, 운반로, 접근로, 훼손지역, 폐기물지역에서 다른 지역에 해가 되는 분진의 발생을 방지하도록 조치를 취해야 한다. 14) 재활용에 적합한 재료는 굴착후에 가능한 빨리 매립하고, 임시 채움은 건설재료와 같은 성질과 구성을 가진 것으로 차후에 변화가 없는 것을 사용한다. 그리고, 매립재료에 의해서 지하수, 배수, 인접구조물과 부대설비에 미치는 영향을 조사하고 가장 적합한 재료를 선택한다. 임시 매립지역은 청결하게 유지하고 정돈하여 작업이 완료하기 전에 기존의 상태를 복구할 수 있어야 한다. 15) 차량회전과 같은 현장외부에서 일어날 수 있는 제한하는 가동을 최소화	

〈표 3-4〉 미국의 굴착공사시 Activity Hazard Analysis 작성사례

ACTIVITY HAZARD ANALYSIS		
주요공정	잠재 위험 요인	조치 사항
굴착작업	1. 계획	굴착시작 전에 지중매설물(예: 하수관, 전화선, 수도관, 송유관, 전선 등)은 손상 또는 변경되는 것으로부터 보호되어야 하며, 위치가 조사되어야 한다. 공공시설물 회사와 다른 책임이 있는 당국은 위치를 찾고 표시하기 위해 통보되어야 하며, 그들이 원한다면 지중매설물을 보호하기 위한 지시나 도움을 주어야 한다.
	2. 굴착지역내의 추락으로 인한 부상	1)굴착지역 둘레에 필요한 숫자만큼 경고 표시를 설치하여야 한다. 2)굴착지역을 따라 EMB85-1-1에 규정된 대로 적절한 바리케이트를 설치한다. 3)안전 관리자는 작업이 진행되는 동안 현장에 있어, 설치된 바리케이트 상태를 점검한다. 4)사람이 굴착 지역이나 그 근처에 있을 때, 그 옆의 지역은 보호시설에 대한 점검을 매일 작업시 필요할 때마다 또는 폭풍우나 위험 요인이 발생한 후마다 책임자가 점검한다. 5)함몰, 미끄러지거나 보호시설이 고장이나 위험한 환경이 초래될 가능성이 있는 상황 증거가 있거나, 또는 다른 위험 상황이 증명되면 노출된 작업자는 위험으로부터 피해야 하고 모든 굴착작업은 필요한 안전예방 조치가 모두 수행될 때까지 중지되어야 한다. 6)붕괴 위험에 노출된 작업자들이 있는 모든 굴착 지역의 사면에는 붕괴 방지 장치, 안전한 비탈면, 계단식 또는 그와 같은 수단을 설치해서 안전하게 보호해야 한다. 7)깊이가 1.5m 미만의 굴착작업과 관리자가 점검을 하여 그 곳에 함몰 가능성이 없다고 결정한 곳에서 보호시설을 설치할 필요가 없다.
	3. 떨어지는 물 질로부터 보호	1)작업자는 굴착벽에서 떨어져 위험을 일으킬 수 있는 험거운 흙과 바위로부터 보호되어야 한다. 2)굴착작업장으로 미끄러지거나 굴러서 들어올 수 있는 큰 돌이나 기둥 같은 자재는 제거하거나 안전하게 처리해야 한다. 3)파내어진 물질들은 최소한 굴착 가장자리로부터 0.6m 떨어진 곳에 두어야 하고, 굴착 지점으로 떨어지는 물질을 막기에 충분한 장치에 의해서 유지되어야 한다. 어떤 경우에도 물질은 굴착 전면에 과부하 되는 것을 방지하기 위한 거리만큼 떨어져 위치해야 한다.
	4. 개인안전장구의 무시로 인한 부상	1)안전모, 안전화, 안전 장갑 특히 방진 마스크는 현장의 모든 사람이 착용해야 한다. 매일 아침 안전교육 시 개인안전장구의 검사를 계속하여야 하며, 어떠한 불량 안전장구도 작업자에게 지급되어서는 안 된다.

〈표 3-4〉 미국의 굴착공사시 Activity Hazard Analysis 작성사례(계속)

ACTIVITY HAZARD ANALYSIS		
주요공정	잠재 위험요인	조 치 사 항
굴착작업	5. 중장비의 안전작업 반경을 무시함으로써 인한 부상이나 차량사고	1)작업자는 매일 아침 작업을 시작하기 전 그날의 작업에 사용될 모든 중장비를 검사하여야 하며, Q/C리포트와 같이 감독관에게 중장비 체크 리스트를 제출하여야 한다. 2)EM385-1-1에 규정된 대로 어떠한 하자가 있는 중장비라도 작업에 사용되어서는 안되며, 모든 중장비는 안전관이 사용 전, 사용 중, 사용 후 검사하여야 한다. 3)모든 운전자는 유효한 면허를 소지해야 하며, 관리자는 이를 매일 아침 검사하여야 한다. 4)군기지 내의 교통규칙은 어떠한 경우라도 지켜야 하며 관리자는 모든 운전자나 오퍼레이터들에게 매일 아침 안전교육을 시켜야 한다. 5)모든 중장비에 추진 신호기를 달아야 하며 관리자는 작업하기 전 이를 검사하여야 한다. 6)중장비의 안전 작업 반경은 작업원의 안전을 위해서 지켜져야 한다. 이를 위해 관리자와 그의 보호자는 어떤 중장비라도 작동하는 동안 감시해야 한다. 이 안전 작업반경은 모든 Q/C, 작업원에게 매일아침 안전교육을 통해 반복해서 주지할 것
	6. 굴착된 지역이나 굴착지역의 붕괴로 인한 사고	1)굴착장비는 건설한 머리위 보호시설 없이 굴착장 내에서 작업인 머리위로 짐을 올리거나 흔들어서는 안된다. 2)지표면수는 잘 처리되어야 한다. 유능한 기사는 결빙, 펌프질, 배수 및 이와 비슷한 통제방법을 계획하고 시도하며, 주위의 지반에 현존하는 수분량 및 기초나 건축물에 배수되었을 경우 이에 미치는 영향을 충분히 고려하고, 지표면수 처리용 장비를 계속하여 사용할 필요가 있을 때는 비상동력원을 사용한다. 3)사람이나 자재가 굴착장 위로 통과할 필요가 있거나 이를 허용할 경우에는 난간을 가진 보행로나 다리를 설치해야 한다. 4)굴착된 부절절한 토사는 굴착 작업이 끝나면 일일 단위로 현장에서 치워야 한다. 5)통로로 쓰이는 사다리는 밑바닥에서부터 지면위로 0.9m(3피트)이상까지 연장되어야 한다. 작업자가 1.2m 깊이를 넘는 굴착장으로 들어갈 때, 충분한 계단, 경사로, 또는 7.5m이하의 거리내에 또는 사다리를 설치하여야 한다. 6)도랑에는 굴착면에 따라 버팀대나 지주를 설치해야 한다.
사용장비	요구조사	요 구 훈 련

표 3-4는 미국의 굴착 및 정지작업시 Activity Hazard Analysis의 작성사례를 나타낸 것으로 우선 굴착 및 정지작업에 대한 잠재위험 요인을 6가지로 구분한 다음, 각각의 잠재위험 요인을 사전에 제거하기 위한 조치사항들을 나열하였다.

2. 공사종류별 작업공정 실태조사

본 연구에서는 국내 건설현장에서 주로 이루어지는 공사종류별로 핵심 공사에 대한 공정별 작업내용을 설문 및 현장 방문조사를 통하여 파악하였다. 그리고, 이를 바탕으로 각각의 공사종류별로 작업공정을 결정한 다음, 공사종류별로 작업공정에 대한 잠재위험요인과 대책을 설문조사를 통하여 도출하였다. 이러한 결과를 토대로 국내 P.S.M 기법의 도입방안을 제시하고자 하였다.

먼저, 본 연구는 건설현장의 공사종류를 크게 아파트공사, 빌딩공사, 지하철공사, 그리고 교량공사로 구분한 다음, 대형 건설업체 시공현장을 중심으로 공사종류별 작업공정 실태조사를 실시하였다.

가. 아파트공사

아파트 공사방식은 라멘식과 조적식으로 크게 구분되어 작업공정이 서로 다르지만 국내에서는 주로 라멘식이 이용되므로 본 연구에서는 라멘식 아파트 공사현장 8곳을 직접 방문하여 작업공정별 현장실태조사를 실시하였다. 조사 결과, <표 3-5> 와 같이 대체로 작업공정이 유사한 것으로 나타나, 작업공정을 부록 4와 같이 가설, 토공/흙막이, 파일, 철근 콘크리트, 조적, 미장/방수/타일, 창호/유리, 금속/잡공, 설비, 전기, 정화조, 옥외, 부대 등 13개 작업공정으로 결정하였다.

〈표 3-5〉 라멘식 아파트 공사의 작업공정별 실태조사 결과

공사 종류	공사 방식	작업공정	아파트 현장 구분							
			A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
아 파 트	라 멘 식	가설작업	●	●	●	●	●	●	●	●
		토공/흙막이작업	●	●	●	●	●	●	●	●
		파일작업	●	●	●	●	●	●	●	●
		철근콘크리트작업	●	●	●	●	●	●	●	●
		조적작업	●				●			
		미장/방수/타일작업	●	●	●	●	●	●	●	●
		도장작업				●				
		창호/유리작업	●		●	●	●	●	●	●
		잡공/금속작업		●	●	●	●	●	●	●
		설비작업	●	●	●	●	●	●	●	●
		전기작업	●	●	●	●	●	●	●	●
		정화조작업	●	●	●	●	●	●	●	
		옥외작업(옹벽/오·우수)	●	●	●	●	●	●	●	●
		부대작업(상가/유치원/관리실)	●	●			●	●	●	
		도배작업								●

※ 주 A : 아파트공사 현장

나. 빌딩공사

국내 빌딩공사의 작업공정을 결정하기 위해서 공사중인 8곳의 현장을 직접 방문하여 실제 작업공정을 조사하였다.

〈표 3-6〉 빌딩공사의 작업공정별 실태조사 결과

공사 종류	공사 방식	작업공정	빌딩 현장							
			B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
빌 딩	건 축 공 사	철거작업	●							
		가설작업	●	●	●	●	●	●	●	
		설비작업		●						●
		기초/토공작업	●	●	●	●	●	●	●	●
		철근콘크리트작업			●	●	●	●	●	●
		철골가공작업			●	●	●	●	●	●
		철골세우기작업				●	●	●	●	●
		조적작업	●	●	●	●	●	●	●	●
		방수작업	●	●	●	●	●	●	●	●
		타일작업	●	●	●	●	●	●	●	●
		석공작업	●	●	●	●	●	●	●	●
		목공작업	●	●		●		●		
		금속작업	●	●	●	●	●	●	●	●
		미장작업	●	●	●	●	●	●	●	●
		창호작업	●	●	●	●	●	●	●	●
		유리작업	●	●	●	●	●	●	●	●
		도장작업		●						
		수장작업			●	●	●	●	●	●
		외장작업				●	●	●		●
		잡공작업	●	●	●	●	●	●	●	●
		정화조작업	●	●	●	●	●	●	●	

※ 주 B : 빌딩공사 현장

그 결과, <표 3-6> 과 같이 기초/토공작업, 조적작업 등은 모든 현장에 포함 된 반면, 철거, 설비, 그리고 도장작업의 경우는 1개 현장에서만 고려하였다. 이러한 결과를 토대로 부록 5와 같이 빌딩공사의 작업공정을 가설, 기초/토공, 철근콘크리트, 철골가공/철골세우기, 조적, 방수/타일, 석/목/금속, 미장/도장, 창호/유리, 수장, 외장, 잡공/정화조 등 12개 작업공정으로 구분하였다.

다. 지하철공사

지하철공사의 경우, 공사방식을 크게 개착식과 터널식으로 구분하여 각각 5현장을 방문 조사한 결과, <표 3-7> 과 같이 대부분 작업공정이 유사하였다.

<표 3-7> 지하철공사의 작업공정별 실태조사 결과

공사 종류	공사 방식	작업공정	지하철 공사 현장				
			S1	S2	S3	S4	S5
지 하 철	개 착 식	H-Pile 항타/차수벽작업	●	●	●	●	●
		토공/가시설작업	●	●	●	●	●
		구조물/방수작업	●	●	●	●	●
		가시설 해체/되 메우기작업	●	●	●	●	●
		계단/출입통로/에스컬레이터/포장작업	●	●	●		●
	터 널 식	입·출구(갱구부 및 수직구)작업	●	●	●	●	●
		발파작업	●	●	●	●	●
		상반굴착작업	●		●	●	●
		하반굴착작업	●	●	●		●
		방수/바닥콘크리트작업	●	●	●	●	●
		보강 그라우팅작업		●	●	●	●
		라이닝 콘크리트작업	●	●	●	●	●

※ 주 S : 지하철공사 현장

이러한 결과를 이용하여 부록 6과 같이 개착식 지하철공사는 작업공정을 H-Pile 항타/차수벽, 토공/가시설, 구조물/방수, 가시설 해체/되 메우기, 계단/출입통로/에스컬레이터/포장 등 5개 작업공정으로 구분하였으며, 터널식 지하철공사의 경우는 입·출구, 발파, 상반굴착, 하반굴착, 방수/바닥콘크리트, 보강 그라우팅, 라이닝 콘크리트 등 7개 작업공정으로 나누어 설문조사 하였다.

라. 교량공사

교량공사의 경우는 교량상부 공사방식에 따라 주로 Steel box식과 P.C box식으로 나뉘게 되어 작업공정도 달라진다. 그러므로, 본 연구에서는 각각 5개 현장을 조사함으로써 <표 3-8> 과 같은 결과를 얻었다.

조사결과, Steel box식 교량공사의 경우는 총 16개 공정으로 나타났으나, 대부분 현장이 검사와 양생공정을 고려하지 않았으며, 몇몇 공정은 잠재위험 요인들 및 조치내용이 중복되는 경우가 많아 하나의 공정으로 취급하였다. 그 결과, 부록 7과 같이 가Bent 기초 콘크리트 타설, 가 Bent 설치, 런칭 트러스 이동/크레인 거치, Steel box 인양/설치, Paint up, 낙하물방지망/브라켓 가설, 상판거푸집 설치, 철근가공/조립, 콘크리트 타설, 브라켓/상판거푸집/낙하물방지망 해체 등 10개 작업공정으로 결정하였다.

한편, P.C box식 교량공사의 작업공정은 총 10개 공정으로 조사되었는데, 이 중에서 양생공정을 제외한 9개 공정을 조사대상으로 결정되었다. 다시 말하면, 작업공정은 Full Staging 가설, 외관 거푸집 조립, 철근 조립, 쉬스관 배치, 내측 거푸집 조립, 콘크리트 타설, 인장 강선 삽입/긴장, Full Staging 해체, 거푸집 해체 등으로 나타났다.

〈표 3-8〉 교량공사의 작업공정별 실태조사 결과

공사 종류	공사 방식	작업공종	교량공사현장				
			BR1	BR2	BR3	BR4	BR5
교 량	STEEL	Bent 기초 콘크리트 타설작업	●	●	●		●
		가 Bent 설치작업	●	●	●	●	●
		런칭 트러스 이동/크레인 거치작업	●	●	●	●	●
		Steel box 인양작업	●	●	●	●	●
		Steel box 설치/고정작업	●	●	●	●	●
		Paint up 작업		●	●		●
		낙하물방지망 가설작업	●	●	●	●	●
		Bracket 가설작업	●	●	●		●
	BOX	상판거푸집 설치작업	●	●	●	●	●
		철근가공 및 조립작업	●	●	●		●
		검사작업					●
		콘크리트 타설작업	●	●	●		●
		양생작업		●	●		●
		Bracket 해체작업	●	●	●	●	●
		상판거푸집 해체작업	●	●	●	●	●
		낙하물방지망 철거작업		●	●		●
	P.C	Full Staging 가설작업	●	●	●	●	●
		외관 거푸집 조립작업	●	●	●	●	●
		철근 조립작업	●		●	●	
		쉬스판 배치작업	●		●		●
		내측 거푸집 조립작업	●	●	●		
	BOX	콘크리트 타설작업	●	●	●	●	●
		양생작업	●		●		
		인장 강선 삽입 및 긴장작업	●	●	●	●	●
		Full Staging 해체작업	●	●	●	●	●
		거푸집 해체작업	●	●	●	●	●

※ 주 BR : 교량공사 현장

3. 공종별 작업공정에 대한 잠재위험요인 및 조치내용조사

앞서 조사한 공사종류별 작업공정을 토대로 부록 4~7과 같이 각 공정별로 잠재하는 위험요인과 조치내용에 관한 설문서를 제작하여 국내 건설현장에 설문을 실시함으로써 실제로 국내 건설현장 여건에 적합한 P.S.M 기법을 도입하는 방안을 연구하였다. 이를 위하여 현재 공사중인 아파트 및 빌딩공사 현장 40개소, 지하철공사 현장 60개소, 그리고, 교량공사 현장 40개소에 대해서 우편 및 방문조사를 실시하였다.

가. 아파트공사시 작업공정별 잠재위험요인 및 조치내용

(1) 개요

국내 아파트 공사현장에 설문지를 발송하여 30개소로부터 회신을 받아 분석한 결과, 작업공정별 잠재위험요인과 사전 조치내용이 <표 3-9> ~ <표 3-21>과 같이 나타났다. 아파트공사에서는 철근콘크리트 작업, 조적작업, 토공 및 흙막이 작업 등에서 많은 위험요인이 존재하였다.

(2) 작업공정별 분석

먼저, 가설작업시 주요 잠재위험요인은 총 14가지로 <표 3-9>와 같이 조사되었으며, 그 중 가장 위험한 요인으로 가설비계의 설치 및 해체시 추락 위험으로 32%가 지적하였고, 그 다음으로 가설구조물 전도, 감전 위험, 가설계단 및 승강로에 안전시설미비, 비계 설치시 손상된 자재사용으로 인한 붕괴 등을 들었다.

토공 및 흙막이 작업의 경우, 총 60개의 잠재위험요인과 조치내용이 거론되었으나, 이를 정리하면, <표 3-10>과 같이 10가지로 구분되었다. 지하매설물 파괴위험이 20%를 차지하여 1순위로 나타났고, 이에 대한 조치내용은 매설물에 방호조치를 하거나 굴착전에 지하매설물 조사를 끝냈다. 그 다음순으로 터파기 구간내 추락위험, 토사 붕괴위험, 장비작업시 협착 및 충돌위험이 잠재하

는 것으로 나타났다.

〈표 3-9〉 아파트공사 가설작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)가설비게 설치 및 해체시 추락	→작업관련기구/공구사용, 안전벨트 착용, 추락방지망 설치, →안전교육 실시/주변지역 통제 →작업지침에 따른 작업감독	16	32	1
2)가설구조물 전도	→가설구조물기초 부등침하방지, 가새보강 및 연결부위 견고하게 설치,	7	14	2
3)감전	→누전차단재에 전기제품을 연결, 고압케이블 방호캡 설치, 안전교육 실시	4	8	3
4)가설계단, 승강로에 안전시설 미비	→표준 안전난간 설치	3	6	4
5)비게설치시 손상된 자재 사용	→설치자재의 적격여부 검사/기성제품을 사용 →적절한 자재교체	3	6	4
6)자재 인양중 충돌에 의한 낙하물 재해	→철저한 신호체계 확립/인양 시설물안전확인/작업관리/신호수 배치 →주출입구 통로상부에 낙하보호판 설치	3	6	4
7)작업발판 불량으로 인한 추락	→안전난간 설치후 작업	3	6	4
8)lift 출입문에서 추락	→lift 안전문 잠금 철저	2	4	8
9)개구부 덮개 해체로 인한 추락	→안전시설 임의 해체 금지	2	4	8
10)지형 악조건으로 인한 장비전도와 장비에 대한 지식부족	→지형 평탄화, 장비교육, 기준이상 악천우시 작업중지	2	4	8
11)외부인 현장내 출입 위험	→가설펜스 설치하여 구획 형성	2	4	8
12)가설통로의 조명상태 불량	→적절한 조도상태 유지	1	2	12
13)자재운반시 요통	→작업시간전 안전체조 및 TBM 실시	1	2	12
14)전주심기, 가공선로 설치시 추락/장비전도	→장비전도 대비 지형정리/작업자 안전대 착용/작업지휘자 배치	1	2	12
합 계		50	100	

〈표 3-10〉 아파트공사 토공/흙막이 작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)지하매설물 파괴 위험	→매설물의 방호조치, →굴착전 지하매설물 조사	12	20	1
2)터파기 구간내 추락	→추락방지망 설치, 안전벨트착용/안전간판 설치	11	18	2
3)토사 붕괴	→안정처리/붕괴방지를 위해 사면 안정각 유지/우 수유입 방지/계측기 활용	10	16	3
4)장비작업시 협착 및 충돌	→회전반경내 출입금지/신호수배치 →철저한 점검/주의/신호수 배치	9	15	4
5)지하수 용출 위험	→집수방법, 양수가 위치의 적절성	7	12	5
6)히빙, 보링 등에 의한 지반 붕괴	→연약 지반 개량후 작업/토질조사/장비가 움직일 수 있도록 지반강화 →말뚝 주변 지반상태 체크	4	7	6
7)토류판의 파괴	→토류판 뒷채움 철저히감독 지시 →엄지말뚝은 설치위치를 업체에 위임하지 말고 현 장 기술자 의견 반영 →판과 판사이의 밀착상태 체크 →부적격 자재 사용금지	3	5	7
8)계측오류에 의한 붕괴위험	→Data 결과에 대한 정밀분석 생활화 →현장 기술자중 2명이상 전문교육 이수 하도록함	2	3	8
9)감전재해	→전선에 절연 캡을 씌움/안전교육	1	2	9
10)장비의 매몰	→토공 사전 지반조사	1	2	9
합 계		60	100	

파일작업에서 잠재하는 위험요인과 조치내용으로는 <표 3-11> 과 같이 총 8 가지로 조사되었다. 이 중에서 파일운반중 낙하위험이 가장 빈번한 것으로 나타났다으며, 그 다음이 천공작업중의 장비 및 파일의 전도위험으로 작업시 와이어의 점검과 결속을 철저히 해야하고, 장비 이동시에는 반드시 유도자를 배치하도록 추천하였다. 또한, 적재된 파일의 붕괴위험이나 파일작업시 협착 위험, 항타시 파손으로 인한 재해위험도 잠재하는 것으로 나타났다.

<표 3-11> 아파트공사 파일작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)파일 운반중 낙하	→신호수 배치, 작업반경내 출입금지 →유도 line 사용	10	24	1
2)천공작업시 장비 및 파일의 전도	→Wire 점검 및 결속 철저히 →장비이동시 유도자 배치	8	20	2
3)적재된 파일의 붕괴	→4단이상 적재 지양 및 과적재 금지 →고임목을 설치	7	17	3
4)파일작업시 협착 위험	→파일작업간 작업자 통행금지 →상호 신호체계 확립 →해머의 잠금장치 확인	6	15	4
5)항타시 파손으로 인한 재해	→교육실시, 규격에 맞는 장비사용 →사전 자재의 검수	4	10	5
6)지하매설물 파손	→시공전 지하매설물 확인	3	7	6
7)파일사이 발빠짐 사고	→두부 정리후 덮개 설치	2	5	7
8)장비사용시 감전재해	→전선에 절연 캡을 씌움	1	2	8
합 계		41	100	

〈표 3-12〉 아파트공사 철근콘크리트 작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)장비에 의한 협착 및 충돌	→전기톱 Cover, 장비 일일점검 →장비주위 출입금지 표지판 설치	13	19	1
2)추락 위험	→안전 난간대 설치, 작업발판 점검 →안전벨트 의무화, 안전대 사용	12	17	2
3)낙하물에 의한 재해	→개인보호구 착용 철저/신호수 배치 →낙하물방지망 시공, 안전통로 확보 →슬라브 선단부 자재적재금지	10	14	3
4)감전위험	→접지선 연결	7	10	4
5)콘크리트 타설시 붕괴위험	→동바리 수직도 유지	6	8	5
6)거푸집 해체후 붕괴	→순서에 입각한 해체 →해체전 낙하 및 비래 예상물 제거 →철거한 거푸집 존치기간 준수	5	7	6
7)전도위험	→작업통행로 확보 →거푸집 설치시 써포트 설치 →중간에 별도의 지지대로 연결하여 좌굴 로 인한 사고를 사전예방	4	6	7
8)불량 가설재로 인한 슬라브 붕괴	→가설재 검정필 여부 필히 확인 →지보공간격 준수	3	4	8
9)자재운반시 작업자의 요통	→운반작업시 바른자세 유지 지도 →1인 20kg 운반금지	3	4	8
10)수직철근의 붕괴	→흔들림을 막고 균형을 유지하기 위한 수 평철근을 조립/콘크리트 압송시 충분히 전달 수 있도록 조립	2	3	10
11)GANG FORM 인양시 추락	→인양시 결속철지 →하부작업자 확인후 작업	2	3	10
12)승강기 PIT 추락위험	→2개층 마다 슬래브를 배근	2	3	10
13)자바라 이동시 걸림에 의해 전도	→자바라 이동시 2인이상 동시 이동	1	1	13
14)돌출물에 찰림	→보호캡 설치	1	1	13
합 계		71	100	

철근콘크리트작업을 조사한 결과, <표 3-12> 와 같이 아파트공사에서 잠재위험요인이 가장 많은 공정으로 나타났다. 가장 많이 잠재하는 위험요인은 장비에 의한 협착 및 충돌위험으로 나타났으며, 그 다음이 추락위험, 낙하물에 의한 재해위험, 감전위험, 콘크리트타설시 붕괴위험 순으로 나타났다.

조적작업에서는 <표 3-13> 과 같이 9개의 잠재위험요인중에 추락위험이 가장 빈도가 높았으며, 낙하물에 의한 재해도 비교적 높게 나타나 이에 대한 사전조치로 안전난간대와 낙하물방지망을 반드시 설치하고, 필요이상의 자재적재를 금지시키는 것이 중요하였다.

<표 3-13> 아파트공사 조적작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)추락위험	→안전난간대 설치/작업발판의 견고성/개인 보호구 착용/안전 그물망 설치	20	31	1
2)낙하물에 의한 재해	→Toe Board 설치, 사용량의 자재적재 금지 →낙하물방지망 설치/작업장 하단통행 제한 →엘리베이터 주위 벽돌 등의 적재금지	17	27	2
3)운반시 운반도로 불량, 무리한 운반에 의한 벽돌 전도 및 충돌	→작업통행로 확보, 정리정돈 조치	10	16	3
4)협착재해	→lift 이동운반 작업	5	8	4
5)작업원의 전도사고	→비계층 설치, 개인보호구 착용 철저	4	6	5
6)작업준비를 위한 이동식 비계위 자재 적재시 붕괴위험	→과다한 자재적지 금지	3	5	6
7)물탈작업중 미끄러짐	→작업발판 수시청소	2	3	7
8)작업자의 요통	→무리한 작업근절	1	2	8
9)lift 중량 준수 미실시	→lift 중량 준수여부 감독	1	2	8
합 계		63	100	

〈표 3-14〉 아파트공사 미장/방수/타일작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)고소작업시 추락사고	→안전난간대 설치, 개인보호구 사용철저 →외부 타일공사시 장기간 작업을 최소화 →견고한 작업발판 설치 →2m 이상 미장작업시 비계설치 및 발판을 구비	16	28	1
2)감전사고	→장갑사용, 절연상태, 누전여부 확인 →전선 지상정리, 규격품 사용	9	15	2
3)유해물질의 부주의한 취급으로 인한 화재 및 상해	→아스팔트, 도막방수시 화재, 화상 방지 →안전 담당자 배치, 폭발위험물 보관 철저 →적당량 가열, 소화기 및 방화포 비치	8	14	3
4)낙하물에 의한 사고	→과대적재 금지, 안전모 착용 →작업구역 관계자와 출입을 금지 →적정 운반통로 확보	7	12	4
5)내부질식	→수시 산소농도 측정, 환풍기 설치 →외부감시자 배치후 작업	6	10	5
6)이동식 비계 사용시 전도사고	→2인 1조 운반, 적재 정량	5	9	6
7)무리한 삽질로 허리재해	→작업량 조절, 적정시간 휴식	3	5	7
8)장비운전 미숙에 의한 사고	→작업안전방법 주지, 사용방법 습득	2	3	8
9)믹서기 동력 구동부위 방호장치 미설치	→방호덮개 설치 →방호장치 부착기계 반입	1	2	9
10)lift 사용에 따른 위험	→안전문 스프링 작동에 의한 자동단힘 장 비가 구비된 제품사용	1	2	9
합 계		58	100	

〈표 3-14〉는 미장/방수/타일작업에서 잠재하는 위험요인과 조치내용을 나타낸 것으로 고소작업시에 추락위험이 28%로 가장 큰 비중을 차지하였으며, 그 다음이 감전위험, 유해물질의 부주의한 취급으로 인한 화재 및 상해 등 총 10가지로 구분되었다. 특히, 내부작업시 질식위험이 있으므로 수시로 산소농도를 측정하고, 작업전 환풍기 작동여부를 반드시 확인해야 한다

〈표 3-15〉 아파트공사 창호/유리작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)추락위험	→안전벨트 착용, 안전교육 실시 →접근금지 표지 설치 →공사전 TBM을 실시하고 작업 →흡착판 확인, 이물질 제거, 노후 흡착기 교체	8	32	1
2)낙하물에 의한 재해	→하부작업자 확인후 작업 →운반작업시 곤도라 라이닝 점검, 바닥고 입재 사용	5	20	2
3)유리에 의한 좌상 및 베임	→보호구 착용, 장갑 착용 →불안전한 행동금지 교육 →작업장 청결 유지	4	16	3
4)원치 사용시 용량초과로 와이어 절단 및 전도	→적정 중량 인양하도록 감독 철저	4	16	3
5)협착 재해	→단독작업 금지, 2인 1조 작업 수칙 준수	2	8	5
6)운반된 유리의 전도	→새워서 보관, 받침목 설치 →전용 보양틀 사용하여 보관, 타작업자 접근 금지	2	8	5
합 계		25	100	

아파트공사 창호/유리작업의 경우는 타 작업공정에 비해 잠재하는 위험요인이 적게 나타났다. <표 3-15> 를 보듯이 6가지의 잠재위험요인중 추락위험과 낙하물에 의한 재해가 주종을 이루었다. 또한, 유리에 의한 좌상위험이 많이 존재하므로 항상, 보호구를 착용하도록 사전에 조치해야 한다

<표 3-16> 아파트공사 잡/급속작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)감전 재해	→자동 전격방지기 설치 →결손전선 사용금지, 보호구 착용 →용접기 점검상태 확인 →자격증소지자가 작업, 우천시 작업금지	13	33	1
2)추락 위험	→보호구 착용 철저 →외부작업시 이동식 비계 탑승전 안전대 우선 착용후 탑승 →작업간 감독자와 신호수 배치 →개구부 표시 및 덮개 설치	9	23	2
3)절단작업시 화상	→토시, 앞치마 착용	5	13	3
4)용접불꽃에 의한 안과 질환	→보안경, 용접면 착용	4	10	4
5)밀폐공간에서 질식	→환풍, 환기시설 설치	3	7	5
6)화재사고 위험	→인화성물질 격리 보관, 소화기 비치	2	5	6
7)운반작업시 요통	→운반작업시 바른자세 유지	1	3	7
8)상, 하 동시작업시 낙하재해	→상, 하 동시작업 금지	1	3	7
9)날카로운 곳에 좌상주의	→보호구 착용	1	3	7
합 계		39	100	

〈표 3-16〉은 아파트공사에서 잡/금속작업에 대한 잠재위험요인과 대책을 조사한 결과로, 표에서 보듯이 9가지의 잠재위험요인중에 감전위험과 추락위험이 절반이상을 차지하였다.

〈표 3-17〉 아파트공사 설비작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)감전 위험	→자동 전격방지기 설치 →결손전선 사용금지 →안전표지판 설치 →습한 지역 및 우천시 작업금지 →누전차단기 및 과부하 방지장치 설치	20	34	1
2)추락 위험	→표준 규격 발판 사용 →외부 가스배관 작업시 안전 그네 착용 →B/T 비계 표준설치기준 준수 →개구부 봉쇄 →중량물 운반시 적정인원 배치	13	22	2
3)화재사고 위험	→자재정리 및 소화기 비치 →인화성물질 격리 보관, 위험물저장소 설치	10	17	3
4)용접불꽃에 의한 안과 질환	→보안경, 용접면 착용	5	9	4
5)운반작업시 요통	→운반작업시 바른자세 유지 →장비로 자재운반	4	7	5
6)연마기 파손으로 인한 비산	→Grinder cover 설치 및 안면보호면 착용 →무리한 작업금지	3	5	6
7)절단작업시 화상	→토시, 앞치마 착용	2	3	7
8)지하시설물에서 질식	→환기시설 설치	2	3	7
합 계		59	100	

아파트공사 설비작업의 경우는 <표 3-17> 에서 보듯이 8가지의 잠재위험요인과 조치내용중에 감전위험과 추락위험이 절반이상을 차지하였다. 그밖에도 화재사고위험과 용접작업시의 안과질환 등과 같은 위험요인도 존재하였다.

<표 3-18> 아파트공사 전기작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)감전재해	→안전거리 확보 및 hot stick 사용 →고압전류에 대한 울타리, 표지판 설치 →노후 접속부 절연상태 수시 점검 및 이동 기구 보호망 사용, 코드선 엉킴 주의 →정전작업시 반드시 전원차단 →철재 가설 분전반을 플라스틱 패널로 교 체하여 감전사고 예방 →양수작업전 양수기 안전상태 확인 →바닥에 깔린 전선은 벽체에 고정설치 →분전반의 시건장치 설치	22	63	1
2)고소작업시 추락재해	→안전벨트 착용, 사다리 고정철저 →B/T 비계 등 작업발판 사용	10	28	2
3)고속절단기 사용시 재해	→고속절단기 cover 설치	2	6	3
4)전선 pulling 작업시 요통 재해	→안전보건체조 실시	1	3	4
합 계		35	100	

<표 3-18> 은 전기작업공정에서의 잠재위험요인과 조치내용을 조사한 결과로 감전위험과 고소작업시의 추락위험이 대부분을 차지하였다. 그리고, 이에 대한 조치내용으로 노후된 접속부의 절연상태를 수시로 점검, 철재 가설분전반은 플라스틱패널로 교체하여 감전사고를 방지하는 것이 필요하였다.

〈표 3-19〉 아파트공사 정화조작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)질식 위험	→환기시설 설치, 작업전 산소농도 측정 →2인 1조 작업, 외부 감시자 배치 →송기 마스크 등 보호구 착용	14	52	1
2)슬래브 개구부 추락위험	→거푸집 해체직후 개구부 난간 설치 →맨홀 개구부 안전표시, 충분한 조명 설치	7	26	2
3)고소작업시 추락 위험	→비계틀 설치 및 안전대 착용 →정화조 장비는 기계로 양중하여 설치	5	18	3
4)자재 운반시 충돌위험	→신호수 배치	1	4	4
합 계		27	100	

〈표 3-20〉 아파트공사 옥외작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)추락 재해	→비계틀 설치, 안전벨트 착용 →승하강용 사다리 설치, 야간 식별등 설치	8	28	1
2)우수에 의한 법면 및 단부 붕괴	→법면 cover 설치 →배수로 확보, 배수구멍 설치, 막힘 확인	7	24	2
3)장비와 근로자 충돌 및 협착	→반드시 신호수 배치	6	21	3
4)낙하물에 의한 재해	→낙하물 방지망 설치후 안전표지판 부착 →양중장비 사용	3	11	4
5)철근, 거푸집설치 불량에 따른 붕괴, 협착	→붕괴, 전도 방지를 위한 고정조치, 작업관리감독 철저	2	7	5
6)우천작업시 맨홀에 추락재해	→안전표지 설치 및 폐쇄 조치	1	3	6
7)휴대용 전기톱에 의한 절단 상해	→안전덮개 설치	1	3	6
8)지하 매설물의 파괴	→사전 확인후 작업	1	3	6
합 계		29	100	

정화조작업공정에서 발생할 수 있는 잠재위험요인과 조치내용을 조사한 결과, <표 3-19> 와 같이 유독가스에 의한 질식 위험이 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 슬래브 개구부에서 추락위험을 들었다. 한편, 옥외작업공정의 경우는 <표 3-20> 과 같이 여러 가지 잠재위험요인이 골고루 존재하였다. 먼저, 추락 위험이 1순위를 차지하였고, 그 다음은 우수에 의한 사면 및 단부의 붕괴위험이 차지하였다. 그리고, 이러한 위험요인을 제거하기 위해서는 야간작업시 식별등을 반드시 설치하고, 우천에 대비하여 법면에 cover 설치하거나 배수로 확보, 배수구멍을 설치하고 정기적으로 배수공 막힘을 확인해야 한다.

<표 3-21> 은 아파트공사 부대작업공정에서 발생 가능한 잠재위험요인과 조치내용을 나타낸 것으로, 타 작업공정과 유사하게 추락위험이 가장 많은 비중을 차지하였다.

<표 3-21> 아파트공사 부대작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)추락 위험	→외부 비계를 설치, 안전대 착용 →안전테이프 설치 및 통행금지 조치 →개구부 사전파악 및 봉쇄 →미끄럼 방지 라인 설치	11	42	1
2)박공지붕 콘크리트 타설시 붕괴	→Pipe support 전도방지 조치 →수평연결재 설치	5	19	2
3)전기감전, 화재	→전선피복상태 점검, 과전류 방지장치	4	15	3
4)백호등 장비와 근로자 충돌, 협착	→신호수 반드시 배치	3	12	4
5)자재 및 장비 정리불량에 따른 전도, 충돌재해	→작업장 주변 정리정돈 철저	2	8	5
6)상가의 캐노피 골조공사시 하중을 고려하지 않아 처짐	→캐노피 골조공사시 하중을 고려하여 처짐에 대한 사전방지	1	4	6
합 계		26	100	

(3) 총괄 분석

이상과 같은 설문결과를 종합하면, <표 3-22> 와 같이 철근콘크리트 작업공정에서 가장 많은 위험요인이 존재하였으며, 그 다음으로 조적작업, 토공 및 흙막이 작업순으로 나타났다. 먼저, 철근콘크리트 작업공정에서는 장비에 의한 협착 및 충돌이 주요 잠재위험요인 이었으며, 토공/흙막이 작업의 경우 지하매설물 파괴위험이었다. 그리고, 미장/방수/타일, 가설, 옥외, 부대, 그리고, 창호/유리 등의 작업에서는 공통적으로 추락이 주요 잠재위험요인이었다. 한편, 금속/잡공, 전기, 설비작업공정의 경우는 감전이 공통적인 주요 잠재위험요인으로 나타났다.

<표 3-22> 아파트공사시 작업공정별 주요 잠재위험요인

작업공정	주요 잠재위험 요인	총빈도	비율(%)	순위
철근콘크리트	장비에 의한 협착 및 충돌	71	12.2	1
조적	추락	63	10.8	2
토공/흙막이	지하매설물 파괴 위험	60	10.3	3
설비	감전	59	10.1	4
미장/방수/타일	고소작업시 추락	58	9.9	5
가설	가설비계 설치 및 해체시 추락	50	8.6	6
파일	운반중 파일 낙하	41	7.0	7
금속/잡공	감전	39	6.7	8
전기	감전	35	6.0	9
옥외	추락	29	5.0	10
정화조	질식	27	4.6	11
부대	추락	26	4.5	12
창호/유리	추락	25	4.3	13
합 계		583	100	

나. 빌딩공사시 작업공정별 잠재위험요인 및 조치내용

(1) 개요

빌딩공사의 경우는 수도권내 지역을 중심으로 공사중인 10개 현장에 대하여 우편 및 방문조사를 실시하여 <표 3.23> ~ <표 3.40> 과 같은 결과를 얻었다. 빌딩공사에서는 가설작업, 철골가공/세우기 작업공정에서 감전이 주요 잠재위험요인으로 나타났다.

(2) 작업공정별 분석

가설작업공정에서 잠재하는 위험요인은 <표 3-23> 과 같으며, 이중에서 가장 위험한 요인은 가설전기 설치시 발생하는 감전재해로 나타났다. 이에 대한 사전 조치로 전기작업은 유자격자가 전담하도록 하고, 항상 전선의 피복상태를 확인하며, 고압선 주위는 안전표시를 하여 작업자의 접근을 금지시키는 등의 조치내용들이 조사되었다.

<표 3-23> 빌딩공사 가설작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)가설전기 설치시 감전재해	→유자격자가 전담, 고압선 접근금지 표시 →전선피복상태 확인, 젖은 손으로 작업금지	6	34	1
2)가설건물 설치시 추락	→주위의 개구부는 난간대 설치 →보행자 안전통로설치, 작업반경내 접근금지	3	18	2
3)가설전주 및 가설 펜스 파괴에 의한 재해	→신호수 지정 및 구명로프 사용	3	18	3
4)Lift 사용시 추락, 충돌	→양중장비에 대한 운영체계확립 →전담요원 배치	2	12	4
5)중량물 인양시 낙하	→작업전 로프 점검 및 신호수 지정 →적합한 와이어 사용	2	12	4
6)가설전기 설치시 발생하는 재해	→유자격자가 설치하도록 조치	1	6	6
합 계		17	100	

〈표 3-24〉 빌딩공사 기초/토공 작업시 잠재위험 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)흙막이 토류벽의 변형에 의한 지 반 침하 및 붕괴	→철저한 계측으로 사전 위험 파악	4	31	1
2)장비작업시 작업반경내의 충돌	→신호수 배치 →작업반경내 접근금지 펜스 설치	3	23	2
3)굴착지에 추락 위험	→안전펜스설치 →야간작업시 조명설치	3	23	2
4)굴착사면 붕괴	→안식각으로 굴착, 파굴착 금지	2	15	4
5)지하매설물 파괴	→지하탐사기 이용, 줄파기작업 실시	1	8	5
합 계		13	100	

기초 및 토공 작업의 경우, 잠재위험요인과 조치내용이 〈표 3-24〉와 같이 조사되었다. 표에서 보듯이 흙막이 토류벽의 변형에 의한 지반침하 및 붕괴가 가장 위험한 요인으로 나타났고, 토공작업은 많은 장비사용으로 인해 작업반경 내의 충돌위험도 내재하므로 작업반경내 접근을 금지시키는 조치가 필요한 것으로 나타났다.

〈표 3-25〉 빌딩공사 철근콘크리트 작업시 잠재위험 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)양중시 낙하 위험	→철근다발을 철선으로 묶고 양중 →전문 신호수 배치	3	37	1
2)절단작업시 손가락 절단 및 감전	→작업전 안전교육시행, 숙련공 배치 →작업전 수시로 전선상태확인	2	25	2
3)슬래브 개구부 추락	→개구부 난간대 설치	2	25	2
4)철근가공 조립시 추락, 요통	→적정량 운반(2인 1조)	1	13	4
합 계		8	100	

〈표 3-25〉는 빌딩공사에서 철근콘크리트 작업공정에서 잠재하는 위험요인과 조치내용을 분석한 것으로, 현장에서 철근자재를 양중시 철근이 낙하하는 위험이 가장 큰 것으로 조사되었다. 이를 예방하기 위해서는 사전에 철근다발을 철선으로 견고하게 결속하고, 전문 신호수를 배치하는 등의 조치가 필요한 것으로 나타났다.

〈표 3-26〉 빌딩공사 철골가공/철골세우기 작업시 잠재위험 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)고소작업시 추락	→그네식 안전벨트 착용, 안전로프 →추락방지망 설치, 고소작업 적격자 배치	5	32	1
2)낙하물에 의한 재해	→낙하물 방호선반설치, 방지망을 매층마다 설치	3	19	2
3)용접시 불꽃으로 인한 화재	→소화기 비치, 용접불꽃받이 사용 →차단막 설치	3	19	2
4)절단작업시 손가락 절단 및 감전	→전격방지기 설치, 안전덮개 설치	2	12	4
5)중량물 이동시 작업반경내 충돌	→전담 신호수 배치, 작업전 안전수칙 및 작업내용 통보 →와이어 로프 점검, 과대 중량물 이동금지	2	12	4
6)용접작업시 아크발생으로 인한 실명	→용접용 보안경 철저히 착용	1	6	6
합 계		16	100	

철골가공 및 철골세우기 작업중에 발생하는 위험요인은 〈표 3-26〉과 같이 고소작업중에 추락사고, 낙하물에 의한 하부근로자 상해, 그리고, 철골용접 및 절단작업시 발생하는 상해 등으로 나타났다. 그리고, 〈표 3-27〉은 조적공사의 경우를 나타낸 것으로 고소작업시의 추락이나 양생전 외부충격에 의한 붕괴 등이 주요 잠재위험요인으로 조사되었다.

〈표 3-27〉 빌딩공사 조적작업시 잠재위험 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)고소작업시 추락	→B/T 비계 규정 준수 →안전난간대 설치, 안전벨트 착용	4	40	1
2)양생전 외부충격으로 인한 붕괴	→양생전 주변작업은 최소 3일 이상 경과후 실시 →동시에 1m 이상 쌓기 금지	3	30	2
3)벽돌 운반시 손수레 협착	→과적금지, 무리한 동작금지	2	20	3
4)운반시 작업자의 신체적 상해	→Chain Block 사용, 지게차 사용	1	10	4
합 계		10	100	

〈표 3-28〉 빌딩공사 방수/타일작업시 잠재위험 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)에폭시공법으로 작업시 질식	→사전 환기시설 작동 확인, 작업시간 준수	3	30	1
2)벽타일 작업시 추락 위험	→안전벨트 착용	2	20	2
3)인화성 자재 사용시 화재 우려	→작업장 주변에 소화기 비치	2	20	2
4)절단기 사용시 손가락 절단 재해	→숙련자 배치, 지나친 작업금지	1	10	4
5)전선이 장비통행으로 훼손되어 감전	→지게차 운반시 안전담당자 배치, 믹서기 전용 분전반 설치	1	10	4
6)파취작업중 파편에 의한 비산	→보안경 착용, 가급적 파취면을 서서히 쪼 아가며 작업하도록 지시	1	10	4
합 계		10	100	

〈표 3-28〉은 방수 및 타일작업시에 발생하는 잠재위험요인과 조치내용을 나타낸 것으로 방수작업에 있어 주로 사용되는 에폭시는 질식위험이 있으므로 사전에 환기시설의 작동여부를 점검하고, 작업자에게는 작업시간을 준수하도록 조치해야 한다. 그밖에도 벽타일 작업중에 추락, 인화물에 의한 화재 등이 존재하는 것으로 나타났다. 한편, 빌딩공사에서 석공 및 목공, 그리고 금속작업의 경우는 〈표 3-29〉와 같이 조사되었다. 분석결과, 절단작업시 발생하는 상해가 38%를 차지하여 가장 빈번한 위험요인으로 나타났으며, 외벽 고소작업시의 추락이나 낙하물에 의한 하부작업자의 상해 등도 사전에 조치해야 될 잠재위험요인으로 조사되었다.

〈표 3-29〉 빌딩공사 석공/목공/금속작업시 잠재위험 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)절단작업시 상해	→절단기 사용시 안전덮개사용 →절단기 주변 불꽃 방지막 설치 →연마기의 비산방지 덮개 설치	4	29	1
2)외벽 고소작업시 추락 위험	→안전벨트착용, 작업장하부에 펜스설치 →안전로프 설치, B/T 비계 규정준수	3	22	2
3)낙하물에 의한 상해	→낙하물방지망 설치	2	14	3
4)용접작업시 화재우려	→작업장내 소화기 비치	2	14	3
5)용접기 사용시 감전에 의한 사고	→용접기에 전격방지기를 부착	1	7	5
6)산소, 가스통 사용시 폭발위험	→별도 보관소 설치	1	7	5
7)자재운반시 시야 미확보에 따른 타작업자와의 전도, 추돌재해	→자재운반통로 확보, 적재장소를 선정	1	7	5
합 계		14	100	

〈표 3-30〉 빌딩공사 미장/도장작업시 잠재위험 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)유성페인트 사용시 화재	→작업장내 소화기 비치, 별도 관리	4	40	1
2)고소작업시 추락	→B/T 비계사용, 난간설치, 안전벨트착용	3	30	2
3)휘발성 자재사용시 질식	→작업장내 환기시설 설치, 작업시간 준수, 방독마스크 착용	2	20	3
4)계단실 걸레받이 미장시 추락	→계단과 계단사이 가설난간대 설치	1	10	4
합 계		10	100	

〈표 3-31〉 빌딩공사 창호/유리작업시 잠재위험 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)용접기 사용시 감전	→용접기에 전격방지기 설치, 용접기 반입 전 검사 실시	4	33	1
2)외부작업시 추락	→외부 쌍줄 비계 설치 →곤도라 전문 작동자 배치, 안전벨트 착용 →창호에 끼는 유리가 흔들리지 않도록 견 고하게 고정	4	33	1
3)낙하물로 인한 상해	→작업장 하부에 접근금지 →안전펜스 설치후 안전요원 배치	2	18	3
4)용접기 사용시 화재 사고	→작업장내 소화기 비치	1	8	4
5)절단기 사용시 손가락 재해	→숙련자 작업, 보호구 착용	1	8	4
합 계		12	100	

〈표 3-30〉은 빌딩공사현장에서 미장 및 도장작업중에 발생하는 잠재위험요인과 이에 대한 조치내용을 분석한 것으로, 유성페인트를 이용한 도장작업시 작업원의 부주의로 인한 화재위험이 가장 크게 나타났다. 그러므로, 반드시 작업장내에 소화기를 비치하고, 인화물질은 별도로 관리하는 조치를 취해야 한다. 그리고, 빌딩의 창호 및 유리작업현장에서 발생하는 잠재위험요인과 조치내용을 조사한 결과, 〈표 3-31〉과 같은 결과를 얻었다.

한편, 〈표 3-32〉, 〈표 3-33〉, 그리고 〈표 3-34〉는 각각 빌딩공사의 수장작업, 외장작업, 그리고 잡공 및 정화조작업중에 발생하는 잠재위험요인과 조치내용을 나타낸 것이다. 수장작업에서는 작업중 슬래브나 보에 머리 협착재해가 가장 빈번하게 발생하였으며, 외장공사의 경우는 작업중 추락, 낙하, 붕괴로 인한 인근 주민상해가 주요 잠재위험요인으로 나타났고, 잡공 및 정화조작업시에는 추락위험이 빈번한 것으로 나타났다.

〈표 3-32〉 빌딩공사 수장작업시 잠재위험 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)천장작업시 슬래브 및 보에 머리 협착	→안전모 착용	4	45	1
2)직업병 위험	→작업용 마스크 착용	2	22	2
3)내화피복 땀칠시 분진으로 인한 주민 피해	→작업장내 분진막 틈없이 철저히 설치 →작업후 주변 청소 철저히	2	22	2
4)타정총의 사용 부주의 및 사용미 숙에 의한 상해	→타정총은 유자격자가 관리/사용	1	11	4
합 계		9	100	

〈표 3-33〉 빌딩공사 외장작업시 잠재위험 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)추락, 낙하, 붕괴로 인한 인근 주민 상해	→작업장 하부에 통행자 제한 →보행자 우회도로 가설치, 안전요원배치	3	43	1
2)자재운반시 충돌, 추돌 재해	→자재운반시 지게차의 통로 확보	2	29	2
3)고소작업에 따른 추락 위험	→비계 및 안전벨트착용 지시	1	14	3
4)이동식 B/T 전도	→B/T 점검 및 확인	1	14	3
합 계		7	100	

〈표 3-34〉 빌딩공사 잡/정화조작업시 잠재위험 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)추락 위험	→보호구 착용 지시, B/T 설치 작업 →안전펜스 설치후 안전요원 배치	4	34	1
2)낙하물에 의한 위험	→낙하물방지망 설치, 하부 근로자 통제 →작업장 하부에 접근금지	3	25	2
3)정화조내부 방수시 질식	→급배기 및 환기시설, 작업시간준수	3	25	2
4)각종 전동기 사용시 감전 재해	→전선낙후상태와 접지상태 확인	1	8	4
5)이동식비계 위에서 작업중 전도	→Stopper 고정 후 안전발판을 깔고 작업	1	8	4
합 계		12	100	

(3) 총괄 분석

〈표 3-35〉는 빌딩공사시 작업공정별로 잠재적인 위험요인과 사전 조치내용을 분석한 결과를 종합한 것이다. 표에서 보듯이 가설작업공정에서 가장 많은 위험요인이 존재하였으며, 그 다음으로 철골가공/철골세우기 작업, 석공/목공/금속작업, 기초/토공작업 순으로 나타났다. 가설작업과 창호/유리작업에서는 감전이 주요 잠재위험요인 이었으며, 철골가공/철골세우기 작업, 잡공/정화조작업, 그리고 조적작업의 경우는 공통적으로 추락이 주요 잠재위험으로 나타났다.

〈표 3-35〉 빌딩공사의 작업공정별 주요 잠재위험요인

작업 공정 구분	주요 잠재 위험 요인	총빈도	비율(%)	순위
가설	가설전기 설치시 감전	17	12.3	1
철골가공/철골세우기	고소작업시 추락	16	11.6	2
석공/목공/금속	절단작업시 상해	14	10.1	3
기초/토공	흙막이 토류벽의 변형에 의한 지반침하, 붕괴	13	9.4	4
창호/유리	용접기 사용시 감전	12	8.7	5
잡공/정화조	고소작업시 추락	12	8.7	5
조적	고소작업시 추락	10	7.2	7
방수/타일	에폭시공법으로 작업시 질식	10	7.2	7
미장/도장	유성페인트 사용시 화재	10	7.2	7
수장	작업시 슬래브 및 보에 머리협착	9	6.5	10
철근콘크리트	양중시 낙하	8	5.8	11
외장	추락, 낙하, 붕괴로 인한 인근주민상해	7	5.1	12
합 계		138	100	

다. 개착식 지하철공사시 작업공정별 잠재위험요인 및 조치내용

(1) 개요

개착식 지하철 공사현장 35개소를 대상으로 설문 조사한 결과, <표 3-36> ~ <표 3-41> 과 같이 각 작업공정별 잠재위험요인은 비록 미소한 차이는 있었으나 대체적으로 균등한 분포를 보였다.

(2) 작업공정별 분석

H-Pile 항타 및 차수벽 작업시에는 <표 3-36> 과 같이 지하매설물 파손에 의한 위험이 가장 많이 발생하는 것으로 조사되었다. 그러므로, 매설물 현황도와 같은 자료를 사전 조사하여 매설물 주변은 인력 줄파기를 실시하여 지장물 확인하고, 유관기관 입회하에 작업을 실시하는 등의 조치가 필요한 것으로 나타났다. 이밖에도 장비의 전도, 항타작업시 발생하는 진동 및 비산 등에 의한 위험, 그리고 그라우팅작업시 슬라임이 지하매설물에 유입 등이 잠재하는 것으로 나타났다.

<표 3-37> 은 토공 및 가시설 작업중에 발생하는 잠재위험요인과 이에 따른 조치내용을 분석한 결과로 총 12가지 잠재위험요인중 굴착도중 토사와 사면의 붕괴가 23%를 차지하여 1순위로 나타났으며, 장비와의 충돌, 작업중 추락, 그리고 가시설의 붕괴 등의 순으로 나타났다. 특히, 토공 및 가시설 작업은 대형 사고를 유발하므로 사전에 적절한 조치를 취해야 한다.

구조물 및 방수작업의 경우, 잠재위험요인과 조치내용이 <표 3-38> 과 같이 12가지로 분석되었다. 표에서 보듯이 작업중 추락사고, 화재사고, 자재인양 및 하역시 낙하사고, 프라이머 도포작업중 질식사고 등이 가장 빈번하게 발생하는 것으로 조사되었다.

〈표 3-36〉 개착식 공사 H-Pile 항타/차수벽작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1) 지하매설물 파손에 의한 위험	→매설물 현황도 사전 조사, →유관기관 입회 조치, 인력 줄파기 실시 →배면의 매설물들은 별도 침하방지 시설설치 →접촉가능 시설물들은 사전에 이설조치 →배관탐타기로 확인된 지하매설물은 표시 →매설물의 시, 종점부에 긴급 차단밸브 설치 →배면에 지표침하계 등 계측장비 설치	24	22	1
2) 장비의 전도 위험	→Out legger 설치와 받침대의 지지력 확보 →지반다짐도의 균일성 확인후 장비선평 →파일천공시 붐을 세우고 이동금지 →장비의 수직도 유지	17	16	2
3) 항타시 진동, 소음에 인한 위험	→사전조사, 관련기관 협의, 진동 최소화 작업 →방음벽 설치 및 주간작업	12	11	3
4) 그라우팅작업시 슬라임이 지하매설물에 유입에 의한 위험	→침전조, 유입방지벽 설치 →수질관리상태 정기 및 수시관리	11	10	4
5) 천공장비 및 크랩셀에 의한 사고	→작업반경내 접근금지, 안전교육 실시 →신호수 배치, 적정한 버력량 조절	9	8	5
6) 고압선 감전 사고	→전선에 보호캡 설치, 지상전선 이설 →고압케이블 절연용 방호구 설치	8	7	6
7) 천공후 H-Pile 근입 지연으로 인한 천공홀내 추락사고	→천공후 즉시 근입 및 천공홀 덮개설치 →미시공홀이 없도록 관리하고 접근을 통제 →교통표지판 설치 및 유도원 배치	7	6	7
8) Pile 항타시 돌가루등 비산시 부상	→비산 방지차단막 설치 및 살수	5	5	8
9) 줄파기 작업시 통행차량 및 보행자 위험	→교통표지판 설치, 교통 유도원 배치 →가설울타리 및 경광등 설치	5	5	8
10) 차수벽 연결부의 누수에 의한 파괴	→충분한 지반조사에 의한 설계시공	4	4	10
11) 일괄 근입으로 전도 위험	→순차적으로 근입, 항타	3	3	11
12) 파일 인양시 H-BEAM 이탈위험	→작업반경내 출입금지 및 신호수 배치 →Wire rope 상태점검 철저	2	2	12
13) H-Pile 근입후 가포장 지연으로 인한 통행차량 파손 위험	→근입후 홀 되메우기 및 가포장 실시 철저	1	1	13
합 계		108	100	

〈표 3-37〉 개착식 공사 토공/가시설작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	바울 (%)	순 위
1) 굴착중 토사 및 사면 붕괴	→ 굴착배면에 중량물 적체 금지 → 토공작업전 사전조사 철저 및 보강공사 시행 → 굴착중 소단을 확보하고 인력굴착, 단계굴착	23	22	1
2) 버큐 등의 장비와 충돌	→ 작업구 안전표지 설치 및 신호수 배치 → 상차시 하부작업중지, 작업반경내 접근금지 → 장비후진 경고음, 경광등 설치 → 과적에 의한 낙석이 없도록 적정량 적재인양	21	20	2
3) 작업중 추락	→ 안전벨트 착용, 야간에 적절한 조명시설 설치 → 복공개방시 안전난간 설치 → 복공판 미끄럼 방지시설 설치	13	12	3
4) 가시설의 휨, 비틀림, 파손에 의한 붕괴	→ 버팀보, 브레이싱의 설치시기 및 간격 준수 → 토류판 설치후 하부 Stopper 설치 → 전장용접 실시, 볼트구멍 산소천공 금지 → 버팀보 잭 상호교차 시공 방지 → 낙석에 의해 강재가 영향을 받지 않도록 보호벽설치 → 볼트절단은 산소절단 근절, 정기적 조임 작업	12	11	4
5) 발파에 의한 재해	→ 파일주변 굴착은 브레커작업 시행 → 장약전 누설전류 측정 → 화약장전 장소에 화기엄금, 접근금지	10	9	5
6) 지하매설물 파손우려	→ 지하매설물 매달기 철저 및 매설물 주변 보호 → 토류판 통새 누수로 인한 압밀침하 방지 → 노후정도 및 이음부위 확인 및 보강 → 침하영향권내 지하매설물 이설여부 조사 → 매설관이 침하되지 않도록 H-Pile에 지지	8	8	6
7) 누수에 의한 가시설 파괴, 주변건물 침하, 액상화 발생 위험	→ 차수벽 및 적절한 차수공법 선정 → 자동양수기 센서부착 관리	6	6	7
8) 감전사고 위험	→ 누전차단기 설치, 고압선에 방호판 설치	5	5	8
9) 로프 절단 등으로 인한 자재낙하	→ 불량 와이어 폐기, 와이어로프 연결사용 금지 → 혹 해지장치 설치, 초과하중 경보장치 설치	4	3	9
10) 현장진입로에서 작업차량 교통사고	→ 교통정리원 배치, 교통안전시설 확보	2	2	10
11) 화재 위험	→ 작업장 주변 인화성물질 제거, 소화기 비치	1	1	10
12) 히빙현상에 의한 흩막이 붕괴	→ 토공전 안정성 검토 및 적정규격의 소단설치	1	1	12
합 계		106	100	

〈표 3-38〉 개착식 공사 구조물/방수작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)추락사고	→안전벨트 착용, 추락방지시설 설치 →표준안전작업대 설치 및 숙련공 배치 →개구부 덮개 제작 설치, 위험 표지판 설치 →개구부 주변 안전난간 설치	32	27	1
2)화재사고	→자재취급 및 보관에 유의, 소화기 비치 →단독작업을 금지하고, 3인 1조 작업 →작업장 주변 인화물질 제거후 작업 시행 →한중콘크리트 타설시 급열 열풍기로 인한 화 재예방대책 수립	23	19	2
3)자재 인양, 하역시 사고	→자재양쪽 결속후 인양, 하부 신호수 배치하여 작업반경내 출입통제, 안전원 배치 →소형자재는 Cage를 만들어 인양, 하역 →Crane hook 해지장치 부착상태 확인	19	16	3
4)프라이어 도포작업중 질식	→환기시설 설치, 작업중 계속환기, 충분한 휴식	17	14	4
5)콘크리트 타설시 붕괴	→콘크리트 타설시 균형있게 시공 →동바리 구조검토 철저 →Stopper사용시 크램프 사용 →1회 타설높이를 단계적으로 나누어 타설	11	9	5
6)동바리 침하 및 전도로 인한 구조 물 붕괴	→기초확인, 활동방지, 동바리재료, 간격, 규격 준수, 브레이싱 설치, 철물로 견고하게 결속 →동바리 책베이스는 거푸집 명에나 받침중심 에 설치	5	4	6
7)감전 사고	→절연저항 확인후 사용허가, →다짐봉 사용시 주의, 누전차단기에 연결 →펌프카뮌 고압선 근접여부 확인	4	3	7
8)장비에 의한 상해	→레미콘트럭과 펌프카 사이에 작업금지 →펌프카 토출구와 파이프를 견고하게 연결	2	2	8
9)도로상 벽돌하역시 교통사고	→교통안전시설물 설치, 신호수 배치	2	2	9
10)아스팔트 가열시 화상	→교육 및 점검	2	2	10
11)과도한 벽돌쌓기시 벽돌전도 발생	→벽돌쌓기시 적정 높이 유지	1	1	11
12)협소공간 방수시 브라켓트 등의 돌 출물 충돌	→브라켓트등의 돌출물 처리	1	1	12
합 계		119	100	

〈표 3-39〉 개착식 공사 가시설해체/되메우기작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)가시설 해체작업시 추락사고	→안전로프설치, 안전벨트 착용 →해체구간 경고테이프 설치 및 통제원 배치 →복공 개폐시 2인 1조 작업수행	19	21	1
2)가시설해체에 의한 붕괴, 변형	→버팀보 철거전 되메우기 및 다짐 철저 →버팀보 철거시 구조물상단에 보조버팀목 설치 →해체순서는 격간으로 철거	14	15	2
3)자재낙하로 인한 하부근로자 상해	→버팀위 잔재물 제거, 안전교육 →해체구간 하부 통행금지, 별도 통행로 확보	13	14	3
4)되메우기시 버팀보의 변형	→되메우기 지연 금지, 즉시 시행 →되메우기토 반입시 버팀보 간섭지양 →복공상부에 호퍼설치후 단계별로 되메우기	12	13	4
5)인양도중 낙하, 충돌	→Wire rope 연결사용 금지, 후크해지장치 설치 →신호수 배치, 안전시설 확보 →권과방지장치, 초과하중 경보장치 등 설치	8	9	5
6)되메우기시 하부 근로자 매몰 또는 부상	→하부 통제원 배치 →되메우기시 안전요원 상주	6	7	6
7)되메우기시 복공판이 개방되어 추락	→조립식 안전난간대 설치 →각종 개구부에 추락방지시설 설치	6	7	6
8)되메우기시 하부 지장물 충격 및 파손위험	→지장물 주변 되메우기 작업금지 →하부 지장물과 충분한 이격거리 확보 →측벽과 같은 좁은 곳은 슈트를 이용하여 작업	6	7	6
9)되메우기시 고압호수 연결부의 이탈 위험	→호스를 버팀마다 고정하여 이탈방지	2	2	9
10)장비의 전도 위험	→아우트리거 등 전도방지시설 설치 →정격용량 및 규격의 장비 사용	2	2	9
11)감전사고	→누전차단기 설치(전기배전반, 분전반)	1	1	11
12)토공시 협착 재해	→신호수 배치, 작업 반경내 접근금지	1	1	11
13)차량 충돌 사고	→교통유도원 배치, 안전 시설물 구비	1	1	11
합 계		91	100	

〈표 3-40〉 개착식 공사 계단/출입통로/에스컬레이터작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)작업시 추락사고	→추락 방지시설 완비, 노후발판 유지보수 철저 →안전시설물 추가 설치 및 수시 교육 →조립식 안전난간대 설치 →정기적인 통로 안정성 평가 →개구부 폐쇄조치, 방호덮개 설치 →가설계단 및 난간을 별도설치 →계단부 미끄럼방지틀 설치	36	49	1
2)작업중 교통사고	→교통유도처리, 방호벽 설치, 안전시설물 완비 →포장전 노상, 노체의 철저한 다짐실시 →야간반사 표지판 및 조명시설 설치 →교통통제인 적정 배치운영 →차선변경 단부는 방호벽설치 철저 →지상 돌출물의 철저한 관리로 평판성 유지	17	23	2
3)계단실 경사면 전도사고	→조립식 안전계단 설치, 적절한 조명시설 확보 →경사계단설치시 30° 이하로 하고 높이 7m 이 상시 계단참 설치	5	7	3
4)낙하물에 의한 작업자 상해	→개구부 하단 접근방지 표지판 및 접근방지 →난간하부에 품목 설치	4	5	4
5)통행자 재해	→보행인 통로 별도 확보 및 계단 설치	3	4	5
6)파손된 지장물 복구시 위험	→관계자 입회 손상여부 확인 →관리철저, 지장물 보호철저, 급속 시공금지	3	4	5
7)유입수에 의한 침수	→하수관 관리 철저 →지하시설물 침수방지 수방대책 확립	2	3	7
8)시공장비 시운전시 사고	→장비 시운전시 안전원 배치, 안전수칙 준수 →정기점검 필증 확인후 시운전	2	3	7
9)포장장비 등에 의한 협착사고	→작업장내 잡자재 및 가설재 제거 →제반기계가 운행중에는 반경내에 출입통제	1	2	7
합 계		73	100	

한편, <표 3-39> 와 <표 3-40> 은 각각 가시설해체/되메우기 작업현장과 계단/출입통로/에스컬레이터 작업현장에서 발생하는 잠재위험요인과 조치내용을 나타낸 것이다. 가시설해체/되메우기 작업에서는 총 13가지 잠재위험요인중에 가시설 해체작업시 추락이 가장 빈번하게 발생하였으며, 계단/출입통로/에스컬레이터 작업의 경우는 9가지 잠재위험요인으로 구분되었다. 그 중에서 작업 중 추락사고와 교통사고가 주요한 잠재위험요인으로 조사되었다.

(3) 총괄분석

이상과 같은 설문결과를 종합하면, <표 3-41> 과 같이 각 작업공정별 잠재위험요인은 비록 미소한 차이는 있으나 대체적으로 균등한 분포를 보였다. 구조물/방수작업, 계단/출입통로/에스컬레이터작업, 그리고 가시설해체/되메우기 작업에서는 공통적으로 추락사고를 주요 잠재위험요인으로 지적하였으며, H-Pile 항타 및 차수벽 작업공정에서는 지하매설물 파손에 의한 위험을 지적하였다. 그리고, 토공/가시설 작업공정의 경우는 굴착도중 토사 및 사면 붕괴가 가장 위험하다고 지적했다.

<표 3-41> 개착식 지하철공사의 작업공정별 주요 잠재위험요인

작업 공정 구분	주요 잠재 위험 요인	총빈도	비율(%)	순위
구조물/방수	작업도중 추락사고	119	24.0	1
H-Pile 항타/차수벽	지하매설물 파손에 의한 위험	108	21.7	2
토공/가시설	굴착도중 토사 및 사면 붕괴	106	21.3	3
가시설해체/되메우기	가시설 해체작업도중 추락사고	91	18.3	4
계단/출입통로/에스컬레이터	작업도중 추락사고	73	14.7	5
합 계		497	100	

라. 터널식 지하철공사시 작업공정별 잠재위험요인 및 조치내용

(1) 개요

터널식 지하철 공사현장 25개소를 대상으로 설문 조사한 결과, <표 3-42> ~ <표 3-49> 와 같이 나타났으며, 분석결과에 의하면 발파작업공정에서 가장 많은 잠재위험요인이 존재하였다.

(2) 작업공정별 분석

먼저, 입출구작업시에는 <표 3-42> 와 같이 터널막장에서 붕락위험이 가장 많이 발생하는 것으로 나타나 막장조사를 통한 터널 굴진장을 조정해야 하며, 락볼트를 적기에 보강하고 계측관리를 철저히 감독하는 등의 조치가 필요한 것으로 나타났다. 이밖에도 부석의 낙하, 장비작업시에 협착사고, 그리고 수직구에서 추락사고 등이 잠재하였다. 한편, <표 3-43> 은 발파작업중에 발생하는 잠재위험요인과 이에 따른 조치내용을 분석한 결과로 타 작업공정에 비하여 가장 많은 잠재위험요인이 존재하였다. 또한, 발파로 인한 사고는 대형사고를 유발하게 되므로 작업전에 엄격한 조치가 요망된다. 주요 잠재위험요인으로는 발파작업의 미숙에 의한 재해가 1위를 차지했으며, 잔류화약에 의한 폭발사고, 발파진동에 따른 주변구조물의 붕괴 등의 순으로 나타났다.

<표 3-44> 와 <표 3-45> 는 각각 상반굴착과 하반굴착작업에서 발생하는 잠재위험요인과 조치내용을 분석한 결과이다. 두 작업공정 모두 붕괴위험이 가장 빈번하게 발생하는 위험요인이므로 이를 막기 위해서는 설계규정에 따라 굴진장을 준수하고, 막장내의 용수는 신속히 처리하며, 계측관리를 철저히 감독하는 등의 사전 조치가 필요하다고 지적하였다. 이밖에도 상반굴착작업시에는 암괴나 버력, 뜬 돌의 낙반사고 등이 언급되었으며, 하반굴착작업의 경우는 굴착장비에 작업자의 협착사고와 상반에서 리바운드된 쇼크리트 잔재에 의한 재해 등도 잠재하는 것으로 나타났다.

〈표 3-42〉 터널식 공사 입출구작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재 위험 요인	조 치 내 용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)터널막장 붕락	→Face mapping 시행 철저, 계측관리 철저 →연약지반인 경우 그라우팅으로 보강 →터널 굴진장 조정, 락볼트 적기 시행	16	30	1
2)부석에 의한 낙하 위험	→토질에 따라 적절한 굴진장 유지 →Sealing 시행철저, 쇼크리트 적기 타설 →발파작업후 부석정리 철저	11	21	2
3)작업장 주변 상차 버컬 협착사고	→상차시 경고음 작동 및 신호수 배치 철저 →작업반경내 단 근로자 출입금지 →호퍼 전도방지용 보조받침대 설치 →작업원 통로확보	5	9	3
4)수직구 추락 위험	→고소작업시 안전벨트 착용철저 →개구부 안전난간 철저시공	3	5	4
5)수직구내 자재 및 연장 낙하 위험	→재료투입구 덮개 설치, 안전표지판 설치 →자재투입시 신호수 및 안전 감시원 배치 →낙하방지망과 추락방지망을 설치	3	5	4
6)갱구부 침하 및 변형에 의한 위험	→갱구부 지보공 설치, 계측관리 철저 →갱구 크라운부 엄지말뚝 보강 철저 →갱문 설치시기 준수 →갱문설치시 터파기 면적을 최소화, 설치 즉시 하부단면부는 되메우기후 상반굴착	3	5	4
7)안전통로발판의 탈락으로 인한 재해	→안전통로 발판간에 철선으로 연결하여 고정	3	5	4
8)갱문 콘크리트 타설시 거푸집 변형에 의한 거푸집 파괴 위험	→콘크리트 타설전 거푸집 배면 및 모서리부 동바리 설치상태 점검	2	4	8
9)비점정 기중기 사용에 의한 안정성 부족으로 전도, 낙하위험	→직정 크레인 사용 및 검정필후 사용	2	4	8
10)지장물 손괴위험	→굴파기 철저 시행 후 굴착	1	2	10
11)소음, 진동에 의한 민원 야기	→방음벽, 방진막 설치하여 민원 발생을 최소화	1	2	11
12)굴착사면 붕괴	→다단분할 굴착 및 소단 설치철저 →굴착과 균형되게 가설재 적기설치 →토류벽, 토류배면의 이상유무 점검	1	2	11
13)접합부 누수	→충분한 방수제 접이음 시공, 유도 배수로 설치	1	2	11
14)용접작업시 감전사고	→용접기 전격방지기 설치	1	2	11
15)수직구와 터널 접속부 붕락위험	→경사 볼트 및 Steel Rib 보강	1	2	11
합 계		54	100	

〈표 3-43〉 터널식 공사 발파작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1) 발파작업 미숙에 의한 재해	→ 시험발파를 통하여 적절한 발파패턴 수립 → 저장, 운반, 발파시 흡연 및 화기취급 엄금 → 장약중에 전기폭풍이 발생한 경우, 장약이 끝난 부분은 즉시 기폭 → 기폭약은 뇌관의 머리부분이 반드시 장전봉 쪽을 향하도록 장약 → 작업원 대피 및 터널내외의 신호수 배치 → 발파작업시 발파모선 규격품 사용	18	22	1
2) 잔류화약에 의한 폭발사고	→ 잔류화약 발견시 즉각신고 → 화약사용 잔량은 수령당일 일몰선까지 화약 고에 반납 → 불발화약은 물을 유입시키는 등의 안전하게 회수, 불발원인 조사후 안전조치	12	15	2
3) 발파진동에 따른 주변구조물 붕괴	→ 진동의 경감, 여굴의 최소화 및 안정성 확보 를 위하여 적극적인 진동제어 발파 실시 → 시험발파를 통하여 허용진동치 결정 → 발파작업전 인근 주민에게 통보 → 수시 주변 구조물의 피해여부 확인	12	15	3
4) 비산에 의한 재해	→ 막장에 비산방지 보호막 설치 → 발파작업시 안전거리 유지	10	12	4
5) 발파전후 유해가스에 의한 위험	→ 환기시설 가동여부 확인, → 방독마스크 착용 → 발파후 15분이상 경과후에 접근	7	8	5
6) 갱내 누설전류에 의한 발파 사고	→ 누설전류탐지기를 사용하여 확인 → 터널내 전선은 측벽에 거치하여 물과 이격	6	7	6
7) 작업원들의 화약류 사용에 대한 부 주의	→ 잦은 안전교육으로 안전수칙을 주지시키고, 화약기사의 철저한 작업관리, 통제를 독려 → 폭약 및 뇌관은 별도 보관	6	7	6
8) 천공시 상부에 부석 낙하위험	→ 천공시 감시원 배치	4	5	8
9) 발파시의 신호체계 미비	→ 사전 신호체계 구비	3	4	9
10) 발파후 낙석에 의한 재해	→ 부석정리후 작업원 투입	3	4	9
11) 발파후 막장내 용수발생	→ 막장내 용수상태변화 점검	1	1	11
합 계		82	100	

〈표 3-44〉 터널식 공사 상반굴착작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)막장면 붕괴 위험	→설계규정에 따라 굴진장 준수 →굴착면의 부석을 즉시 정리하고 쇼크리트 즉시 타설 및 지지코아 확보 →막장내 용수처리 철저 →천공장, 천공수, 간격 등 확인 →여굴부 공극채움 관리 철저 →계측기 적기설치 및 관리 철저 →패턴조정 및 지보재 조기 보강 →Steel rib 하단부 파굴착 금지 →막장감시자 항상대기	24	46	1
2)암괴붕락 및 버력, 부석에 의한 낙 반사고	→발파작업 즉시 부석정리 및 실링작업 시행 →쇼크리트 타설작업 즉시 시행	10	19	2
3)작업대에서의 추락에 의한 사고	→고소작업시 안전장구 착용 철저 →충분한 작업조도 확보 →작업대차에 사다리를 설치하고 작업시 분리 형 난간대를 고정시켜 추락사고 예방	8	15	3
4)장비에 의한 협착 사고	→장비 경고등 설치 →안전유도원 배치 →보행자 전용 보행통로 설치 →작업중 장비에 접근금지	4	8	4
5)비산 먼지등으로 인한 직업병 발생	→송풍시설 설치 및 수시점검 →개인보호구 착용 철저 →작업전 산소농도측정 →쇼크리트 타설시 타설면과 노즐의 직각유지 및 거리의 적정성 확인	3	6	5
6)다량의 용출수로 인한 파괴	→지반보강, 배수공법을 시행 →선진보링을 실시하여 용출수 배출후 굴착 →용수과대지역에는 약액주입 등의 차수대책 수립	3	6	5
합 계		52	100	

〈표 3-45〉 터널식 공사 하반굴착작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)터널붕괴 위험	→여러 막장 동시굴착 금지, 굴진장 준수 →Rock Bolt등의 보강작업을 적기에 실시 →하부굴착패턴 준수 →막장내 용수 처리 →적정 bench 길이를 두고 하부굴착 →Face Mapping으로 지반특성 변화 파악 →강지보재 후면 슛크리트 충전 →제측관리 철저 →상반 wire mesh 겹이음 철저	18	47	1
2)굴착 장비에 협착	→장비 후진시 경고음 조치, 신호수 배치 →작업자 야광조끼 착용 →차량 및 보행자 통로 구분 →장비 경광등 설치 및 속도제한	9	24	2
3)상반에서 리바운드된 슛크리트 잔재에 의한 재해	→리바운드된 슛크리트 잔재 제거	5	13	3
4)감전에 의한 재해	→조명전선은 사용전력의 3배이상 용량을 사용 →매 100m 마다 누전차단용 분전반을 설치 →전선은 바닥에 늘어뜨리지 말고 측벽에 앵커 링으로 고정한다. →조명용 전선에는 타전기기구의 사용을 금지 →막장용 이동전기기구에는 절연조치한다.	4	11	4
5)비산 먼지등에 인한 직업병 발생	→터널내 환기시설 설치 및 작동 철저관리 →개인안전보호구 착용 철저 →작업전 산소농도측정	2	5	5
합 계		38	100	

〈표 3-46〉 터널식 공사 방수/바닥콘크리트작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)작업대차에서의 추락	→안전난간 및 사다리 설치 →수직기둥 밑면에 접지판을 설치하여 침하방지 →발판은 확실히 고정하고, 자재낙하방지를 위 해 틈새가 없도록 한다.	21	32	1
2)감전 재해	→투광기의 방향은 작업자의 눈부심 방지를 위 하여 작업자를 직접 향하지 않도록 한다. →배선은 절연물질 위에 설치하고, 작업원이나 장비 등과는 일정간격 유지 →Form 용접제작 및 연마작업시 누전차단기 등 전기안전시설 확인	17	26	2
3)화재 위험	→소화기비치 →그라인더 작업시 불꽃이 방수슈트에 닿지 않 도록 작업원에 대한 교육실시 →조명등에 의한 방수재 손상방지	15	23	3
4)방수슈트 작업중 취급부주의에 의 한 재해	→수시 교육 및 점검	3	7	4
5)바닥콘크리트 타설시 위험	→안전화 사용확인 →노출철근의 cap 설치, 작업장 정리정돈 철저	2	3	5
6)방수대차 진도위험	→대차 제작시 연결후 클램프를 고정하여 변형 없도록 하고 바퀴에 스톱퍼 설치	2	3	6
7)못 등이 떨어져 작업원 및 보행자 에 상해	→작업대차에 낙하물 수거비닐을 설치	2	3	7
8)숫크리트 면정리시 비산 재해	→환기시설을 설치, 작업시 방진마스크 착용	1	1	8
9)콘크리트펌프 장비의 압송관 파손	→콘크리트 타설시 상, 하부 긴밀한 연락	1	1	9
10)작업원 및 장비통행시 안전사고	→적절한 조명시설 설치	1	1	10
합 계		65	100	

〈표 3-47〉 터널식 공사 보강그라우팅 작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)작업대에서 추락	→안전난간대, 고정장치 설치 →안전벨트를 반드시 착용	9	25	1
2)틀비계를 이용한 작업대차의 전도	→규격화된 틀비계 설치 →전도방지를 위해 Stopper 설치 →이동로 청소 철저	4	11	2
3)저압 그라우팅시 주변 지하시설물 파괴	→지반조사에 의한 지반보강공법 채택 및 시공	4	11	2
4)천공 및 주입작업에서 Rod 연결 및 해체작업시 재해	→천공시 지하수맥관통 감시 철저 →주입재 관리철저	3	9	4
5)그라우팅 호수 접합부 탈락으로 작 업자 상해위험	→그라우팅 호스 점검 및 접합부 연결 철저	3	9	4
6)주입압력에 의한 라이닝콘크리트 균열	→라이닝 콘크리트의 양생기간 준수 →주입 최대압력을 1kg/cm 이하로 조정	3	9	4
7)주입재에 의한 배수시설물 손상	→그라우팅 작업중 충전재의 흐름을 주의깊게 관찰하면서 주입압력 조절	2	5	7
8)지하매설물 파괴	→지하매설물 상황확인하여 매설물 관계기관과 사전협의	2	5	7
9)터널 천정부 그라우팅시 물타이 작 업자의 눈에 들어감	→보안경을 착용한후 작업하도록 한다.	2	5	7
10)자재하역시 부주의에 의한 협착	→충분한 이격거리 유지	2	5	7
11)지반이완에 의한 지표침하 위험	→배면 공동발생부 그라우팅 철저	1	3	11
12)천장 그라우팅시 물기 젖은 장갑으 로 전기기계 조작에 의한 감전	→누전차단기 사용, 전기기계기구에 연결되는 배선은 접지선 포함시킨다.	1	3	11
합 계		36	100	

〈표 3-48〉 터널식 공사 라이닝콘크리트작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	번 도	비율 (%)	순 위
1)작업대에서 추락	→작업발판 안전조치 철저 →라이닝폼의 안전성 확인 →대차바퀴에 Stopper 설치여부 확인 →안전화 및 안전로프 거치 및 착용 →수직기둥 밑면에 접지판을 설치하여 침하방지	17	32	1
2)콘크리트 타설시 라이닝폼 파열	→라이닝콘크리트는 좌, 우측 균형 있게 타설 →타설속도는 2m/hr 이내로 느리게 함 →1회 타설량, 타설속도를 고려하여 구조검토	10	19	2
3)감전 재해	→전선의 피복상태 확인, 누전차단기 설치 →전용 임시배전반 설치 및 수시 점검 →진동기 피복상태 점검	9	16	3
4)콘크리트 압송배관의 파열	→배관 곡관부는 철저히 보강하여 유동방지 →철근위에 압송관 배치 엄금 →배관내 용접 보강조치 철저 →노후된 배관 교체, 수직배관 및 절곡부의 결 속상태 점검 →단위 파이프별로 분리하여 철저히 청소 실시	6	11	4
5)낙하물에 의한 상해	→낙하물 방지망 설치 →발판에 파적치 금지 및 정리정돈 철저	4	8	5
6)Steel Form 이동시 유압장치에 의 한 상해	→작업전 철저한 점검	4	8	5
7)설치된 Steel Form의 전도사고	→좌우 균형있게 콘크리트 타설 실시	2	4	7
8)Sliding From에 대한 브래쉬 및 그라인더작업시 분진발생 및 압착	→작업시 방진마스크 및 보호안경 착용 철저 →Sliding Form 설치 해체시는 작업원의 위치 유무를 필히 확인후 시행	1	2	8
합 계		53	100	

〈표 3-46〉은 방수 및 바닥콘크리트 작업현장에서 발생하는 잠재위험요인과 조치내용을 분석한 결과이다. 본 연구에서 10가지의 잠재위험요인으로 구분한 결과, 작업대차에서 추락사고가 가장 빈번한 것으로 조사되었다. 그리고, 감전 사고, 방수작업시 화재사고 등도 종종발생하는 것으로 나타났다.

또한, 〈표 3-47〉과 〈표 3-48〉은 각각 보강그라우팅작업과 라이닝콘크리트 작업 중에 발생하는 잠재위험요인과 조치내용을 나타낸 것이다. 먼저, 보강그라우팅 작업은 총 12가지의 잠재위험요인중 작업대에서의 추락사고가 1순위로 나타났다. 한편, 라이닝콘크리트작업에는 추락사고를 포함한 콘크리트 타설시 라이닝폼 및 압송배관의 파열사고 등이 주요한 잠재위험요인으로 조사되었다.

(3) 총괄분석

이상의 결과를 종합해 보면, 〈표 3-49〉와 같이 발파작업이 가장 많은 잠재위험요인을 포함하는 것으로 나타났다. 주요 잠재위험요인으로서는 방수/바닥콘크리트작업, 라이닝콘크리트작업, 그리고 보강그라우팅작업 등이 공통적으로 작업대차에서의 추락사고를 꼽았으며, 입출구작업과 상반 및 하반굴착작업 등은 터널붕괴를 가장 빈번한 위험요인으로 지적하였다.

〈표 3-49〉 터널식 지하철공사의 작업공정별 주요 잠재위험요인

작업 공정 구분	주요 잠재 위험 요인	총빈도	비율(%)	순위
발파	발파작업 미숙에 의한 재해	82	21.6	1
방수/바닥콘크리트	작업대차에서의 추락사고	65	17.1	2
입출구	터널막장의 붕락	54	14.2	3
라이닝콘크리트	작업대차에서 추락사고	53	13.9	4
상반굴착	막장면 붕괴 사고	52	13.7	5
하반굴착	터널붕괴 사고	38	10.0	6
보강그라우팅	작업대차에서 추락사고	36	9.5	7
합 계		380	100	

마. Steel Box식 교량공사시 작업공정별 잠재위험요인 및 조치내용

(1) 개요

Steel Box식 교량공사는 10가지 작업공정으로 구분하여 28개소공사현장을 대상으로 설문한 결과, <표 3-50> ~ <표 3-60> 과 같았으며, 콘크리트 타설작업과 Steel Box 인양 및 설치작업이 가장 많은 잠재위험요인을 포함하였다.

(2) 작업공정별 분석

설문지 분석결과를 작업공정별로 살펴보면, 가 Bent 기초콘크리트 타설작업에서는 <표 3-50> 과 같이 지반의 부등침하 및 구조물 수평하중으로 인한 전도 사고가 가장 빈번하게 발생하는 것으로 나타났다. 그러므로, 기초콘크리트 타설전에 충분한 다짐을 실시하고, 반드시 반력시험을 통해 지지력을 확인하는 등의 조치가 필요한 것으로 나타났다.

<표 3-51> 은 가 Bent 설치작업현장에서 발생하는 잠재위험요인과 이에 따른 조치내용을 나타낸 것이다. 분석결과에 의하면 부등침하로 인한 가 Bent 전도 사고가 40%로 1위를 차지했으며, 그 다음으로 하중을 전달하는 부재의 좌굴 발생, 그리고 가설철제류의 낙하위험 순으로 나타났다.

런칭 트러스 이동 및 크레인 거치작업의 경우, 잠재위험요인과 조치내용을 설문하여 <표 3-52> 와 같은 결과를 얻었다. 표에서 보듯이 주요 잠재위험요인으로 지반침하에 인한 크레인 전도사고를 가장 많이 지적했으며, 이에 대한 조치내용으로는 크레인 본체를 수평으로 고정시키거나, 침하방지를 위하여 크레인 작업위치에 지지매트 및 침목을 설치하는 방법이 거론되었다. 한편, 작업중 런칭 트러스의 전도, 처짐, 탈선 그리고, 인양작업중 하중초과로 인한 낙하 등도 주의해야 할 잠재위험요인으로 조사되었다.

〈표 3-50〉 가 Bent 기초 콘크리트 타설작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)부등침하로 인한 전도	→충분한 지반 다지기 →기초 지반반력시험 및 구조검토 →가설용 말뚝항타시 지지력 확인	9	24	1
2)침목기초 설치시 구조물 충격에 의한 수평하중으로 전도	→침목을 콘크리트 기초로 대체 안전성확보 →콘크리트와 가 Bent의 볼트연결로 전도 방지	8	22	2
3)지지력 부족에 의한 처짐 발생	→기초바닥치환, 우천시 배수시설 확보 →사전 지지력 검토 및 지반다짐후 콘크리트 타설	7	19	3
4)편심하중 작용에 따른 위험	→충분한 지지력 확보 및 콘크리트 상면의 평판성 확보	5	14	4
5)기초이동시 중량에 의한 사고	→가 Bent 기초에 hook 길이 철근을 연결	3	8	5
6)세굴에 의한 기초 파괴	→홍수시 세굴에 대한 변위 적정성 검토 →Anchor 검토	2	5	6
7)콘크리트 펌프카 등 장비 전도	→작업장비 설치계획 수립, →작업유도원 배치	2	5	6
8)거푸집 이완해체	→거푸집 이음부 재확인	1	3	8
합 계		37	100	

〈표 3-53〉은 Steel Box의 인양 및 설치작업시 발생하는 잠재위험요인과 조치내용을 분석한 것으로, 교량공사현장에서 다른 작업공정에 비하여 가장 많은 위험요인을 지적하였다. 총 10가지로 분류되는 잠재위험요인중 Lifting lug의 절단 및 Lifting wire의 파단, Steel Box의 추락, 그리고 크레인의 전도 등이 가장 많이 발생하는 위험으로 조사되었다. 그러므로, 작업전에 인양할 거더의 중량에 대한 와이어의 규격이 적합한지 점검하고, 노후된 와이어는 교체한다. 그

리고, Box의 결속상태를 확인하며, 크레인 장비는 Box의 하중 및 주변상황을 고려하여 선정해야 한다.

〈표 3-51〉 가 Bent 설치작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)부등침하로 인한 전도	→기초바닥 천공후 Bent 설치 →설치 Lug 제작 →작업장비 설치방법 검토 →Bent base plate 바닥고정 →앵커볼트를 설치 고정 →가 Bent 기초자리 면 고르기	14	40	1
2)하중전달 및 집중부재의 좌굴 발생	→하중집중부에 브레이싱 설치 →가 Bent 제작시 구조검토	6	17	2
3)가설철재류 낙하	→장비장구류 점검, 교통안내원 배치 →가벼운 철재류 적재 유의 →와이어로프와 혹의 해지장치 점검	4	11	3
4)부재의 규격 및 간격배치 미달로 인한 붕괴	→용접 및 볼팅 검사 →수평, 수직도 측량에 의한 검사 →스크류잭 규격, 수량, 구조안정성 검토	4	11	3
5)추락 위험	→안전장구류 착용, 안전계단 설치	3	9	5
6)기초부와 Bent의 이동에 의한 사고	→Stiffener 보강	2	6	6
7)힘 파괴 발생	→앵커 설치, 철근 보강	1	3	7
8)감전재해	→전격방지기, 배전반, 누전차단기 등 점검	1	3	7
합 계		35	100	

〈표 3-52〉 런칭트러스 이동/크레인거치작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)지반의 침하로 인한 크레인 전도	→크레인 작업위치에 충분한 다짐 및 지지매트 설치 →거치속도를 낮추고 보조 로프를 사용하여 속도를 조정한다. →양중계획서 작성 및 확인 →크레인의 본체는 수평으로 고정 →크레인 Leg 고정여부 확인 →인양각도 및 붐길이에 따른 크레인 용량확인 →깔판 및 침목으로 받침 →전도방지를 위하여 받침하부를 넓게 제작 →사전에 Outrigger 위치를 결정하고, PBT 시험 및 육안검사를 실시	15	39	1
2)런칭 트러스의 전도, 처짐, 탈선	→런칭 트러스의 중량 및 형식에 대한 구조검토가 선행되어야 한다. →레일 고정, 롤러용량 확보 →불량 용접부위 사전 점검 →곡선부에서 트러스의 탈선위험 사전 검토 →롤러 탈선방지를 위한 보 설치 →이탈방지 슈설치	8	21	2
3)인양작업중 하중 초과로 인한 낙하	→정기적인 와이어 검사, 혹상태를 점검 →케이블 규격 및 훼손여부 확인 →케이블과 부재가 접하는 부위는 반드시 케이블 훼손방지장치 사용하도록 조치	6	16	3
4)추락위험	→가설계단, 안전난간 설치, 안전망 설치	3	8	4
5)장비협착	→안전보호구 착용 →지정된 신호수에 의해 기계 작동	3	8	5
6)미끄럼 패드 삽입시 협착사고	→패드삽입시 손, 옷 등이 빨려들지 않도록 철저히 교육	2	5	6
7)인양용 Pad 파괴	→구조 검토후 적정크기 부착	1	3	7
합 계		38	100	

〈표 3-53〉 Steel Box 인양/설치작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)Lifting lug의 절단, Lifting wire 파단	→인양 거더 중량에 대한 wire 규격검토 및 클립 설치, 노후된 정도 점검 →lug와 wire 안전성 검토 →인양 lug 용접부 MT 검사	16	26	1
2)Steel Box 추락	→장비 거치 장소 지반개량 →Box 결속상태 확인 →Box segment 톤수 산정검토 →악천후시 작업중지	14	23	2
3)크레인 전도	→장비선정시 하중 및 주변상황 고려 →Outrigger 기초지반 검토 →수상부 크레인 200톤을 투입, 바지와 크레인 일체형을 사용	8	13	3
4)추락위험	→가설계단, 안전난간 설치, 안전망 설치 →박스간 볼트 연결시 안전작업 발판설치	7	11	4
5)장비협착	→안전보호구 착용, 작업반경내 출입금지 →숙련된 신호수 배치 및 관리 →충분한 작업반경 확보, 작업장 정리정돈	4	6	5
6)박스인양시 회전하여 주변 간섭 물과 충돌	→Box 회전 및 이동방지용 로프연결 조정 →충분한 작업반경 확보 →숙련된 신호수 배치 및 관리	4	6	5
7)장비 및 자재 야적장의 부등침하	→사전에 부등침하 검토, 작업공간 확보	3	5	7
8)운송 및 인양시 Barge의 전도	→바지의 안정성 구조적 검토 →적합한 장비조합 점검	3	5	7
9)고압선에 의한 감전재해	→고압선에 안전보호 cover 설치	2	3	9
10)기존도로 횡단시 낙하물에 의한 교통사고	→사전 교통 통제후 작업	1	2	10
합 계		62	100	

〈표 3-54〉 Paint up작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)박스 내부에서 작업중 질식사고	→개인보호구 점검, →출입구에 환풍기를 설치 →2인 1조로 교대로 작업	14	32	1
2)화재발생	→작업장 주변 소화기 비치, 화기반입 금지 →인화물질 별도 관리 →철저한 화기 엄금, 화재예방교육 실시	11	25	2
3)환경오염	→분진방지 차광막 설치 →충분한 보양시설의 확보 →도로 횡단부 박스하단 천막 설치	9	20	3
4)작업중 추락, 낙하위험	→지상조립시 도장을 마감하여 고소작업 부 위 최소화 →규격품 달비계 사용 →안전벨트 착용, 낙하물방지망 설치	8	18	4
5)페인트 비레에 의한 작업자 실명	→비산방지망으로 완전밀폐후 도장 →작업시 보안경 착용 철저	2	5	5
합 계		44	100	

Steel Box의 Paint up 작업의 경우, 잠재위험요인과 조치내용을 설문하여 〈표 3-54〉와 같은 결과를 얻었다. 표에서 보듯이 주요 잠재위험요인으로 박스내부에서 작업중 질식사고와 화재사고가 가장 많이 발생하는 것으로 나타나, 작업시에는 출입구에 환풍기를 반드시 설치하고, 단독작업을 금지시키고 2인 1조로 교대로 작업하도록 감독해야 한다. 그리고, 작업장주변에 소화기를 비치하고 인화물질은 별도로 관리하여 갑작스런 화재사고에 대비해야 한다. 또한, Paint up 작업은 환경오염을 유발시키므로 분진방지 차광막을 설치해야 한다.

〈표 3-55〉 낙하물 방지망/브라켈 가설작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)작업자 추락위험	→안전장구류 착용, 안전교육 실시 →설치시 고소작업차 이용 →신호수, 안전담당자 배치 철저 →박스 거더 상부의 안전통로 확보	25	52	1
2)낙하물에 의한 재해	→예상 낙하물보다 강도가 큰 방지망 사용 →규격, 강도, 치수, 설치위치의 적합성 점검 →담배불에 의한 화재, 훼손방지	10	21	2
3)인양시 자재낙하로 인한 재해	→브라켈 인양전 반드시 수평방향으로 적재 하고 설치전까지 안전거리 확보 →강합성교에 브라켈설치용 볼트, 너트사용	7	15	3
4)크레인 전도	→Outrigger 기초지반 점검 →크레인 후크해지장치 작동 확인	3	6	4
5)강판비계를 설치시 이음부 결함에 의한 사고	→강성 판형교에 브라켈을 설치할 수 있도록 영구 Lug를 부착	2	4	5
6)Box 사이가 멀 경우 처짐 발생	→가운데 부분의 교차보에 와이어를 설치	1	2	6
합 계		48	100	

〈표 3-55〉는 낙하물 방지망 및 브라켈 가설작업현장에서 주로 발생하는 잠재위험요인과 이에 대한 조치내용을 설문조사 및 분석하여 얻은 결과이다. 표에서 보듯이 주요 잠재위험요인에는 작업도중의 추락사고, 공기구 및 자재 낙하에 의한 하부근로자 재해사고가 주류를 이루었다. 그리고, 상판거푸집 설치작업의 경우를 살펴보면, 〈표 3-56〉과 같이 조사되었다. 주로 야기되는 위험요인으로는 거푸집 설치작업중 작업원의 추락사고와 장구류 및 자재의 낙하로

하부작업자의 재해사고가 대부분을 차지하였다.

〈표 3-56〉 상판거푸집 설치작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)추락 사고	→안전난간대 설치, 안전장구류 착용, 안전교육 →야간작업시 조명시설 확보, 안전통로 확보 →보조자를 두는 2인 1조로 작업 진행	13	31	1
2)장구류 및 자재 낙하	→낙하물 방지망 설치 →출입금지구역 선정으로 하부인원 및 차량통제 →자재는 작업자 통행에 지장이 없도록 보관 →Steel box stringer 및 cross beam에 안전망 완전시공 →장비운용시 신호수 배치 →탈락이 우려되는 곳은 이중용접 실시	11	26	2
3)동바리의 회전 및 전도	→동바리 수평 및 가새 설치 →Deck Plate설치	7	17	3
4)거푸집 붕괴, 처짐, 누수	→현장제작용보다 공장제작용 사용 →처짐을 고려하여 솟음을 둘 것 →거푸집 상호간에 간격이 없도록 한다.	5	12	4
5)Box와 거푸집 결속상태 미흡	→지지용 동바리 설치 →거푸집과 Box의 임시 용접 금지	3	7	5
6)작업시 자재에 의한 상해	→못 또는 날카로운 이물질 돌출여부 점검	2	5	6
7)과하중에 의한 크레인 전도	→적정하중을 고려하여 크레인 선정	1	2	7
합 계		42	100	

〈표 3-57〉 철근가공/조립작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)작업중 추락사고	→안전난간대 및 안전망 설치 →슬라브 양쪽 1m 정도 더 넓혀 작업공간을 안전하게 확보 →작업자통로 확보, →이동통로에 안전발판 설치 →안전장구류 착용, 안전교육 실시	14	37	1
2)장구류 및 자재 낙하	→낙하물 방지망 설치 →출입금지구역 선정으로 하부인원 및 차량 통제 →숙려된 신호수 상주 배치 →장비에 의한 자재이동시 반드시 수평목록 으로 이동, 신호체계 통일	11	29	2
3)철근가공시 손협착	→자동정지 철근가공기 사용 →무리한 행동 금지 교육 →가공작업시 장갑을 벗고 작업	6	16	3
4)용접시 감전재해	→전격방지기, 누전차단기 설치 →전선통과위치 작업을 피하고, 불가피하면 크레인 높이 등 검토 조치	4	10	4
5)무리한 자재운반으로 작업자 상해	→작업자에게 적합한 무게의 부재 운반 →가급적 2인 1조로 운반 →크레인을 최대 이용	3	8	5
합 계		38	100	

철근가공 및 조립작업의 경우, 현장에서 발생하는 잠재위험요인과 조치내용은 〈표 3-57〉과 같이 나타났다. 분석결과, 주로 잠재하는 위험으로는 작업중 추락사고, 철근가공시 손협착, 그리고 용접중 부주의에 의한 감전사고 등이 지적되었으며, 이에 대한 각각의 조치내용은 〈표 3-57〉과 같다.

〈표 3-58〉 콘크리트 타설작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재위험 요인들	조치내용들	빈 도	비율 (%)	순 위
1)콘크리트 타설시 거푸집 붕괴	→한 곳에 집중하지 말고 골고루 타설 →강재 거푸집 사용으로 형상변형 방지 →규정된 타설속도로 시공 →타설중 지보공, 거푸집의 이상유무 점검 →점검자 배치	17	27	1
2)작업중 추락사고	→안전난간대 설치 →거푸집을 사람허리 이상까지 높이거나 철 근을 수평/수직으로 낙하방지망 형성 →안전한 작업발판 설치	10	16	2
3)진동기 사용시 감전재해	→진동기 사용시 철근에 닿지 않도록 주의 →누전차단기, 전선피복상태 점검 →작업원 장갑 착용 지시	8	13	3
4)장비 전복	→장비설치 위치선정 및 지내력 확보 →펌프카, 포터블 배관파이프 고정상태 확인 →Outrigger 지반 검토 →전담 운전수외 조작 금지 →finisher 받침목 침하 방지대책 강구	7	11	4
5)장구류 및 자재 낙하	→낙하물 방지망 설치, 틈새 코팅	6	10	5
6)Steel Box 처짐으로 인한 붕괴	→콘크리트 타설순서를 적용	5	8	6
7)콘크리트 펌프카의 배출구 압력 으로 인한 작업자 상해	→펌프카 배출구 접근금지 →타설전후에 장비의 계속적인 점검	4	6	7
8)펌프카의 붐이동시 작업자 상해	→운전자 안전교육 실시 →펌프카의 붐을 작동시키기 전에 바지를 확 실히 고정시켜 타설도중 바지의 이동 방지	3	5	8
9)작업자 콘크리트 피부접촉	→장화, 장갑 및 보안경 착용	2	3	9
10)브라켈의 처짐으로 콘크리트 타 설후 균열발생	→구조검토후 브라켈의 일정간격 및 강도 확보	1	1	10
합 계		63	100	

〈표 3-59〉 브라켓/상판거푸집/낙하물방지망 해체작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)해체작업중 추락사고	→안전난간대 설치, 버켈 크레인 작업 →안전망 설치 및 안전요원 배치 →이동식 플랫폼을 제작하여 안전하게 해체 →악천후시 해체작업 금지 →Box Girder 중간부분은 Deck Plate를 사용 하여 영구구조물로 시공 →철타레보 브라켓부분은 작업대차를 제작하 여 상부슬래브에 거치후 일정구간씩 해체	19	37	1
2)장구류 및 자재 낙하	→낙하물 방지망 설치 →해체시 관계자의 출입금지 →해체된 재료는 달줄 또는 달비계를 사용 →해체가 용이하지 않을 때 무리한 충격을 가하지 말 것 →교량상부에서 작업대차를 사용 해체 →안전감시인 배치로 통행인 유도 →낙하의 우려가 있는 자재를 미리 회수	15	29	2
3)해체시 구조물 붕괴	→구조물과 브라켓에 과도한 힘을 가하지 말 것 →양생기간에 따른 압축강도 확인후 해체	7	14	3
4)장비에 의한 협착 사고	→작업공간 확보, 부분적 차량 통제	5	10	4
5)해체시 작업원의 상해	→못 또는 날카로운 이물질 돌출 제거	3	6	5
6)이동식 크레인의 전도	→Counter balance의 중량을 충분히 유지	2	4	6
합 계		51	100	

〈표 3-58〉과 〈표 3-59〉는 각각 콘크리트 타설작업과 브라켓/상판거푸집/낙하물방지망 해체작업현장에서 발생하는 잠재위험요인과 조치내용을 나타낸 것이다. 먼저, 콘크리트 타설작업은 총 10가지의 잠재위험요인중 콘크리트 타설도중 거푸집의 붕괴사고를 1순위로 들었다. 한편, 브라켓/상판거푸집/낙하물방지망 해체작업에서는 해체작업중 추락사고 및 구조물 붕괴사고 등이 주요한 잠재위험요인으로 조사되었다.

(3) 총괄분석

〈표 3-60〉은 설문결과를 종합한 것으로 콘크리트 타설작업과 Steel Box 인양 및 설치작업에서 가장 많은 잠재위험요인을 존재하였으며, 주요 잠재위험요인으로는 부등침하로 인한 전도사고와 작업중 추락사고가 공통적으로 나타났다.

〈표 3-60〉 Steel Box식 교량공사의 작업공정별 주요 잠재위험요인

작업 공정 구분	주요 잠재 위험 요인	총빈도	비율(%)	순위
콘크리트 타설	콘크리트 타설중 거푸집 붕괴	63	13.8	1
Steel Box 인양/설치	lifting lug의 절단 및 와이어 파단	62	13.5	2
브라켓/상판거푸집/낙하물방지망 해체	작업중 추락사고	51	11.1	3
낙하물방지망/브라켓 가설	작업중 추락사고	48	10.5	4
Paint up	박스내부에서 작업중 질식사고	44	9.6	5
상판거푸집 설치	작업중 추락사고	42	9.2	6
런칭 트러스이동/크레인거치	지반침하로 인한 크레인 전도사고	38	8.3	7
철근가공 및 조립	작업중 추락사고	38	8.3	7
가 Bent 기초 콘크리트 타설	부등침하로 인한 전도사고	37	8.1	9
가 Bent 설치	부등침하로 인한 전도사고	35	7.6	10
합 계		458	100	

바. P.C Box식 교량공사시 작업공정별 잠재위험요인 및 조치내용

(1) 개요

P.C Box식 교량공사의 경우는 12개소 공사현장을 대상으로 설문 조사한 결과, 콘크리트 타설작업과 Full Staging 가설작업에서 가장 많은 잠재위험요인을 포함하는 것으로 나타났다.

(2) 작업공정별 분석

Full Staging 가설작업에서는 <표 3-61> 를 보는 바와 같이 기초지반의 침하와 Staging의 전도, 비틀림, 휨, 그리고 가설구조물의 붕괴위험 등이 빈번하게 발생하는 것으로 나타났다.

<표 3-61> Full Staging 가설작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈도	비율 (%)	순위
1)기초지반 침하	→하부기초 다짐 및 콘크리트 타설 →지반개량 및 보강 →현장재하시험으로 예상침하량 산정 →동바리 부동침하 방지	11	34	1
2)staging 전도, 비틀림, 휨	→처음 바닥 받침대 사용 →staging 설치시 가세 및 고정연결철물 사용 →가설시 수직 및 수평관리 철저, 자재엄선 →받침뿔기를 설치하더라도 진동에 의해 비틀림이 가능하므로 반드시 브레이싱을 설치하고 견고하게 강결 되었는지 확인 →장주인 경우에는 비틀림을 확인하고, 재사용자재의 경우 취약부분을 점검후 사용	8	25	2
3)가설구조물 붕괴	→현장과 동일한 조건으로 구조검토 →횡하중 사전 검토 →경간 및 작업방안을 고려하여 적정한 형식의 가설구조물 결정	6	19	3
4)작업중 추락사고	→안전장구류 착용, 안전교육	4	13	4
5)가설 철재류 낙하	→장비 및 장구류 점검, 재용량 확인	3	9	5
합 계		32	100	

〈표 3-62〉 외측거푸집 조립작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재위험 요인들	조치내용들	빈도	비율 (%)	순위
1)작업중 추락사고	→가설계단, 안전난간대 설치, 안전대 착용	7	28	1
2)장구류 및 자재류 낙하	→안전망 설치, 주변 출입금지 조치	5	20	2
3)거푸집동바리 조립도중 전도	→바닥 잠석다짐으로 부분침하 및 기울어짐 방지	4	16	3
4)거푸집 설치중 풍하중에 의한 거푸집 탈락	→거푸집 설계시 풍하중을 고려 보강재 설치	3	12	4
5)거푸집 변형	→목재거푸집은 반복사용시 건조수축변형을 억제하기 위해 사용횟수 제한 →강재거푸집은 보관중이나 가설중 변형방지를 위한 관리감독 철저	3	12	4
6)거푸집 설치시 과하중에 의한 크레인 전도	→시공전 작업하중을 고려한 적정용량 선정	2	8	6
7)작업시 등근로에 의한 손절단	→누전차단기 및 방호장치 확인	1	4	7
합 계		25	100	

〈표 3-63〉 철근 조립작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈도	비율 (%)	순위
1)자재운반시 철근 낙하	→철근 인양장비 확인 →자재 이동시 적재용량 준수 →장비에 의한 자재 이동시 수평목음 할 것 →숙련된 신호수 상주 배치	8	47	1
2)작업자의 눈 찢림 등 상해	→안전보호구 착용 철저	5	29	2
3)난간대에 적재한 철근의 낙하	→작업대 난간 400 kg 이하 사재 적치	3	18	3
4)콘크리트 타설치 위치 이동	→스페이서를 사용하여 견고하게 조립	1	6	4
합 계		17	100	

〈표 3-64〉 쉬스관 배치작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재위험 요인들	조치내용들	빈 도	비율 (%)	순 위
1)쉬스관 운반시 작업원 추락	→안전난간 설치, 안전교육 철저	7	37	1
2)타설시 쉬스관의 이동	→주철근이나 배력근에 강결하며, 콘크리트 타설시 이동으로 곡선화 예방	6	32	2
3)쉬스관에 깔림	→장비를 이용하여 안전하게 배치	4	21	3
4)철근에 찢림	→개인보호구 착용 철저	2	10	4
합 계		19	100	

〈표 3-65〉 내측거푸집 조립작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)작업중 추락사고	→안전난간 설치, 안전장구류 착용 철저 →발판고정 확인, 추락방지망 설치	7	27	1
2)조명부족으로 인한 안전사고	→작업에 필요한 조명설치	6	23	2
3)낙하물에 의한 상해	→안전 장구류 확인 →주변 출입금지 조치 및 신호자 배치	5	19	3
4)외부와 내부거푸집 결속용 폼타이 이완	→가설구조물 설계시 콘크리트 타설용력을 계산하여 적정규격의 폼타이 설치	3	11	4
5)상판거푸집낙하 및 Staging 붕괴	→Staging 설치 철저 →1단 바닥에 고정판 설치 철저	2	8	5
6)동바리 붕괴 위험	→내부거푸집 동바리 설치전 가설구조물 설계를 실시하여 시공하중하에서 안전도 점검	2	8	5
7)거푸집 가공시 동근톱에 의한 손절단	→방호장치 확인	1	4	7
합 계		26	100	

〈표 3-66〉 콘크리트 타설작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)거푸집 이완 및 탈락	→거푸집 1/4지점 지지대 설치 및 연결부 재확인 →균형있게 타설, 불필요한 자재와 장비제거 →콘크리트 타설속도의 완급을 조절하여 타설축압 저하 →콘크리트 타설중에는 응급보수팀을 현장배치하여 거푸집 이완시 즉시 보강조치 →목재거푸집은 진동에 의한 이완발생이 우려되므로 적정용량의 진동기 배치	11	31	1
2)콘크리트 타설장비 배관 이탈	→배관상태 확인	7	20	2
3)타설시 안전부위에 콘크리트 뿜	→개인보호구 착용 철저	5	15	3
4)추락위험	→외부쪽 상부보다 1단 높게 비계설치 및 안전발판 설치	4	11	4
5)감전위험	→진동기 전선피복 및 인입선 누전차단기 설치 유무 확인 및 점검	3	8	5
6)콘크리트 펌프카 전도	→콘크리트 펌프카의 고정확인	2	6	6
7)쉬스관의 파손, 이탈	→견고하게 결속	1	3	7
8)내측거푸집의 변형	→Strut, Bracing 시공	1	3	8
9)Staging 붕괴	→Staging 연결부, 가새 및 수평연결재 점검	1	3	9
합 계		35	100	

〈표 3-62〉는 외측거푸집 조립작업현장에서 발생하는 잠재위험요인과 이에 따른 조치내용을 나타낸 것이다. 분석결과에 의하면 작업중의 추락사고가 가장 큰 비율을 차지하였으며, 그 다음으로 장구류 및 자재의 낙하위험, 거푸집 조립도중의 전도사고 순으로 나타났다. 그리고, 〈표 3-63〉과 〈표 3-64〉는 각각 철근조립작업과 쉬스관의 배치작업에서 발생하는 잠재위험요인과 조치내용을

나타낸 것이다. <표 3-63> 과 같이 철근조립작업에서는 자재이동시 철근의 낙하위험, 작업중 작업자의 상해 등이 주요 잠재위험요인으로 파악되었으며, 쉬스관의 배치의 경우는 <표 3-64> 를 보듯이 쉬스관 운반시 작업원의 추락사고와 협착사고 등이 주의해야 할 잠재위험요인으로 조사되었다.

한편, 후속공정인 내측거푸집 조립작업은 <표 3-65> 와 같이 추락사고가 주요 잠재위험요인으로 파악되었으며, 그밖에도 조명부족에 의한 작업자 상해, 낙하물에 의한 상해 등도 사전조치가 필요한 것으로 나타났다.

<표 3-67> 인장강선 삽입/긴장작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)긴장도중 강선 파단	→방호망 설치 →주기적인 시험을 통해 고품질 확보 →쉬스관내 PC 강재가 엉키지 않도록 배치 →PC 강연선은 습기에 의한 녹방지를 위하여 건조한 곳에 보관	9	36	1
2)잭 유압호스 파손에 의한 장비이탈	→작업원은 잭킹장비 정면에 위치하지 않도록 하고 유압호스 상태 확인	7	28	2
3)감전위험	→기계 인입선에 누전차단기 설치	4	16	3
4)긴장시 콘크리트단부의 지압파괴	→PC강연선 긴장은 최소 시방조건에 만족하는 콘크리트의 압축응력이 획득된 상태에서 실시 →시공전 정밀구조계산을 실시하여 보강한 후 시공	2	8	4
5)긴장작업대 미설치로 인한 안전 사고	→사전에 긴장작업대 설치	2	8	5
6)강선 삽입기에 의한 작업자 타격	→쉬스 구멍 앞에 안전보호장치	1	4	6
합 계		25	100	

〈표 3-68〉 Full Staging 해체작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)작업중 추락사고	→안전장구류 착용 →무리한 해체 및 악천후시 작업 금지 →설치한 기능공이 해체	10	44	1
2)낙하물에 의한 하부작업자 상해	→상하 동시작업 금지 →작업구역 표시 및 출입금지 감시인 배치 →비계작업발판에 400 kg이상 적재금지	5	22	2
3)콘크리트 슬래브 붕괴	→콘크리트압축강도를 확인후 포스트텐션이 슬래브에 도입된 후 제시방 규정에 맞추 어 실시	4	17	3
4)전도위험	→무리한 힘을 가하지 말고 해체순서에 입 각한 해체 →비계 수평, 수직, 이음상태 확인	3	13	4
5)콘크리트와 빔 충돌	→크레인의 충분한 용량확인후 작업	1	4	5
합 계		23	100	

〈표 3-69〉 거푸집 해체작업시 잠재위험요인 및 조치내용

잠재 위험 요인	조치 내용	빈 도	비율 (%)	순 위
1)구조물 붕괴	→콘크리트 강도 기준치 이상 및 재령일 확인, 거푸집 존치 기간 확보 →해체순서를 준수	6	35	1
2)추락 위험	→안전장구류 착용, 추락방지망 설치 →발판고정 확인	5	29	2
3)거푸집 동시 해체로 인한 작업원 협착	→일정구간을 해체순서에 입각한 해체	4	24	3
4)낙하물에 의한 부상	→작업구역 표시 및 출입금지 감시인 배치	2	12	4
합 계		17	100	

〈표 3-66〉은 콘크리트 타설작업공정에서 발생하는 잠재위험요인과 조치내용을 설문한 결과로 무리한 콘크리트 타설작업으로 인한 거푸집의 이완 및 탈락이 가장 위험하므로, 타설속도를 조절하여 거푸집의 측압을 저하시키고, 작업 중에는 응급보수팀을 현장에 배치하여 이상이 발견되면 즉시 보강 조치한다. 그리고, 인장강선 삽입 및 긴장작업공정에서는 강선이 파단되어 발생하는 사고가 많이 발생하는 것으로 나타났다. 한편, 〈표 3-68〉과 〈표 3-69〉는 마무리 공정에 해당되는 해체작업에서 발생하는 잠재위험요인과 조치내용을 나타낸 것이다. Full Staging 해체작업에서는 작업중 추락사고가 주요 잠재위험요인이었으며, 거푸집 해체작업의 경우는 구조물 붕괴로 발생하는 위험으로 나타났다.

(3) 총괄분석

설문결과를 종합분석해 보면, 〈표 3-70〉과 같이 콘크리트 타설작업과 Full Staging 가설작업공정에서 가장 많은 잠재위험요인이 존재하였으며, 작업중 추락사고가 여러 작업공정에서 공통적인 잠재위험요인으로 나타났다.

〈표 3-70〉 P.C Box식 교량공사의 작업공정별 주요 잠재위험요인

작업 공정 구분	주요 잠재 위험 요인	총빈도	비율(%)	순위
콘크리트 타설	거푸집 이완 및 탈락	35	16.0	1
Full Staging 가설	기초지반 침하	32	14.6	2
내측거푸집 조립	작업중 추락사고	26	11.9	3
외측거푸집 조립	작업중 추락사고	25	11.4	4
인장강선 삽입 및 긴장	긴장중 강선파단에 의한 위험	25	11.4	4
Full Staging 해체	작업중 추락사고	23	10.5	6
쉬스관 배치	운반중 작업원 추락사고	19	8.6	7
철근조립	자재운반시 철근낙하	17	7.8	8
거푸집 해체	해체작업중 구조물 붕괴	17	7.8	8
합 계		219	100	

제 4 장 국내 P.S.M 기법 도입 방안

1. P.S.M 제안 양식

본 연구에서는 앞에서 조사한 여러 가지 설문자료를 바탕으로 국내에 P.S.M 기법을 도입하는 방안을 연구하였으며, 아울러 P.S.M 기법을 향후 실무에서 보다 쉽게 적용하도록 컴퓨터 프로그램화하기 위한 코드화를 실시하였다.

P.S.M 작성양식을 제안하기 위해서 먼저, 아파트 및 빌딩공사현장 각 8개소 그리고, 교량 및 지하철공사현장 각각 5개소를 대상으로 현장실태조사를 실시하여 공사종류별로 작업공정을 확정지었다. 이와 같이 작성된 공사종류별 작업공정순서를 가지고 아파트 및 빌딩공사현장 40개소, 지하철공사현장 60개소, 그리고 교량공사현장 40개소를 대상으로 작업공정별 잠재위험요인과 조치내용을 설문 조사하였다. 이렇게 얻어진 설문결과를 이용하여 각 작업공정별로 잠재하는 위험요인을 몇 가지로 구분한 다음 그 빈도수를 구하였다. 그런 다음 각 작업공정별 잠재위험요인에 대한 가중치를 구하였다. 여기서, 가중치는 설문결과로 얻어진 해당 작업공정의 전체 잠재위험요인 빈도수에 대한 특정 잠재위험요인의 빈도수가 차지하는 비율을 이용하여 산정하였다.

또한, P.S.M 제안양식을 컴퓨터 프로그램화하여 쉽게 사용하도록 <표 4-1>과 같이 각 공사종류에 대한 작업공정별 잠재위험요인을 코드화 하였다. 이와 같은 형식으로 제작된 P.S.M 제안양식을 작업종류별로 나타내면 부록 10~15와 같으며, 이 중에서 각 작업공정마다 발생빈도가 높은 상위 5가지의 잠재위험요인만으로 표현하면 P.S.M 제안양식은 <표 4-2> ~ <표 4-7>과 같게 된다.

〈표 4-1〉 작업공정별 잠재위험요인의 컴퓨터 코드 구분

공사 종류	공사 방식	작업공정	잠재위험요인 종류수	컴퓨터 코드
아파트 (A)	라멘식 (R)	가설(TI)	14	ARTI01 ~ 14
		토공/흙막이(SR)	10	ARSR01 ~ 10
		파일(PW)	8	ARPW01 ~ 08
		철근콘크리트(CW)	14	ARCW01 ~ 14
		조적(MW)	9	ARMW01 ~ 09
		미장/방수/타일작업(WT)	10	ARWT01 ~ 10
		창호/유리(DG)	6	ARDG01 ~ 06
		잡공/금속(TM)	9	ARTM01 ~ 09
		설비(FW)	8	ARFW01 ~ 08
		전기(EW)	4	AREW01 ~ 04
		정화조(CL)	4	ARCL01 ~ 04
		옥외(OW)	8	AROW01 ~ 08
		부대(AW)	6	ARAW01 ~ 06
빌딩 (O)	전축 (A)	가설(TI)	6	OATI01 ~ 06
		기초/토공(FS)	5	OAFS01 ~ 06
		철근콘크리트(CW)	4	OACW01 ~ 04
		철골가공/철골세우기(FW)	6	OAFW01 ~ 06
		조적(MW)	4	OAMW01 ~ 04
		방수/타일(WT)	6	OAWT01 ~ 06
		석공/목공/금속(RM)	7	OARM01 ~ 07
		미장/도장(PP)	4	OAPP01 ~ 04
		창호/유리(DG)	5	OADG01 ~ 05
		수장(CE)	4	OACE01 ~ 04
		외장(OW)	4	OOW01 ~ 04
		잡공/정화조(EC)	5	OAEC01 ~ 05

〈표 4-1〉 작업공정별 잠재위험요인의 컴퓨터 코드 구분(계속)

공사 종류	공사 방식	작업공정	잠재위험요인 종류수	컴퓨터 코드
지하철 (S)	개착식 (O)	H-Pile 항타/차수벽(HB)	13	SOHB01 ~ 13
		토공/가시설(SR)	12	SOSR01 ~ 12
		구조물/방수(SW)	12	SOSW01 ~ 12
		가시설해체/되메우기(DB)	13	SODB01 ~ 13
		계단/출입통로/에스컬레이터(SE)	9	SOSE01 ~ 09
	터널식 (T)	입출구(DS)	15	STDS01 ~ 15
		발파(BP)	11	STBP01 ~ 11
		상반굴착(TH)	6	STTH01 ~ 06
		하반굴착(BD)	5	STBD01 ~ 05
		방수/바닥콘크리트(WC)	10	STWC01 ~ 10
		보강그라우팅(RG)	12	STRG01 ~ 12
		라이닝콘크리트(LC)	8	STLC01 ~ 08
교량 (B)	Steel Box (S)	가 Bent 기초 콘크리트 타설(BF)	8	BSBF01 ~ 08
		가 Bent 설치(BI)	8	BSBI01 ~ 08
		런칭 트러스 이동/크레인 거치(TC)	7	BSTC01 ~ 07
		Box 인양/설치(PI)	10	BSPI01 ~ 10
		Paint up (PU)	5	BSPU01 ~ 05
		낙하물방지망/브라켓 가설(PB)	6	BSPB01 ~ 06
		상판거푸집 설치(UF)	7	BSUF01 ~ 07
		철근가공/조립(SA)	5	BSSA01 ~ 05
		콘크리트 타설(CW)	10	BSCW01 ~ 10
		브라켓/상판거푸집/낙하물방지망해체(DM)	6	BSDM01 ~ 06
	P.C Box (P)	Full Staging 가설 (ST)	5	BPST01 ~ 05
		외측거푸집 조립(OF)	7	BPOF01 ~ 07
		철근조립(SA)	4	BPSA01 ~ 04
		쉬스판 배치(SL)	4	BPST01 ~ 04
		내측거푸집 조립(IF)	7	BPIF01 ~ 07
		콘크리트 타설(CW)	9	BPCW01 ~ 09
		인장강선 삽입 및 긴장(TB)	6	BPTB01 ~ 06
		Full Staging 해체(SD)	5	BPSD01 ~ 05
		거푸집 해체(FD)	4	BPFD01 ~ 04

〈표 4-2〉 아파트공사시 P.S.M 제안양식

종류	공사 방식	공정	공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
아 라 파 멘 트 식 (A)	(R)	가 설 작 업 (II)	가 설	1)가설비계 설치 및 해체시 추락	→안전벨트 착용, 추락방지망 설치, →안전교육 실시, 주변지역 통제	ARTI01	32
				2)가설구조물 전도	→가설구조물기초 부동침하방지	ARTI02	14
			작 업	3)감전	→가새보강 및 연결부위 견고하게 설치, →누전차단재에 전기제품을 연결	ARTI03	8
				4)가설계단, 승강로에 안전사 설 미비	→고압케이블 방호갯 설치, 안전교육 실시	ARTI04	6
				5)비계설치시 손상된 자재사 용으로 인한 붕괴	→자재의 적격여부 검사, 기성제품을 사용 →노후된 자재는 적절한 교체	ARTI05	6
		토공 / 흙막 이 작 업 (SR)	토 공 / 흙 막 이	1)지하매설물 파괴 위험	→매설물의 방호조치, →굴착전 지하매설물 조사	ARSR01	20
				2)터파기 구간내 추락	→추락방지망 설치, 안전벨트착용 →안전간판 설치	ARSR02	18
				3)토사 붕괴	→안정처리, 우수유입 방지, 계측기 활용 →붕괴방지를 위해 사면 안정과 유지	ARSR03	16
			작 업	4)장비작업시 협착 및 충돌	→회전반경내 출입금지, 신호수배치 →철제한 점검	ARSR04	15
				5)지하수 용출 위험	→짐수방법, 양수기 위치의 적절성 확인	ARSR05	12
		파 일 작 업 (PW)	파 일	1)파일 운반중 낙하	→신호수 배치, 작업반경내 출입금지 →유도 line 사용	ARPW01	24
				2)천공작업시 장비 및 파 일의 전도	→Wire 점검 및 결속 철거 →장비이동시 유도자 배치	ARPW02	20
				3)적재된 파일의 붕괴	→4단이상 적재 지양 및 과적재 금지 →고임목을 설치	ARPW03	17
				4)파일작업시 협착 위험	→파일작업간 작업자 동행금지 →상호 신호체계 확립	ARPW04	15
				5)항타시 파손으로 인한 재해	→해머의 잠금장치 확인 →교육실시, 규격에 맞는 장비사용 →사전 자재의 검수	ARPW05	10
		철근 콘크 리트 작 업 (CW)	철근	1)장비에 의한 협착 및 충돌	→전기톱 Cover, 장비 일일점검 →장비주위 출입금지 표지판 설치	ARCW01	19
				2)추락 위험	→안전 난간대 설치, 작업발판 점검 →안전벨트 의무화, 안전대 사용	ARCW02	17
			작 업	3)낙하물에 의한 재해	→개인보호구 착용 철거/신호수 배치 →낙하물방지망 시공, 안전통로 확보 →슬라브 선단부 자체적재금지	ARCW03	14
				4)감전위험	→접지선 연결	ARCW04	10
				5)콘크리트 타설시 붕괴	→동바리 수직도 유지	ARCW05	8

〈표 4-2〉 아파트공사시 P.S.M 제안양식(계속)

공사 종류, 방식		공정	공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
아 파 트 식	(A)	라 멘 트	조 적 작 업 (MW)	1)작업시 추락사고	→안전난간대 및 안전그물망 설치 →작업발판은 견고하게 고정 →개인보호구 착용	ARMW01	31
				2)낙하물에 의한 재해	→Toe Board 설치, 사용량의 자재적재 금지 →낙하물방지망 설치/작업장 하단통행 제한 →엘리베이터 주위 벽돌 등의 적재금지	ARMW02	27
				3)운반시 운반도로 불량, 무리한 운반에 의한 벽 돌 전도 및 충돌	→작업통행로 확보, 정리정돈 조치	ARMW03	16
				4)협착재해	→lift 이동운반 작업	ARMW04	8
				5)작업원의 전도	→비계층 설치, 개인보호구 착용 철저	ARMW05	6
	(R)	미 장 / 방 수 타 일 작 업 (WT)		1)고소작업시 추락사고	→안전난간대 설치, 개인보호구 사용철저 →외부 타일공사시 장기간 작업을 최소화 →견고한 작업발판 설치 →2m 이상 미장작업시 비계설치 및 발판을 구비	ARWT01	28
				2)감전사고	→장갑사용, 절연상태, 누전여부 확인 →전선 지상정리, 규격품 사용	ARWT02	15
				3)유해물질의 부주의한 취급 으로 인한 화재 및 상해	→아스팔트, 도막방수시 화재, 화상 방지 →안전 담당자 배치, 폭발위험물 보관 철저 →적당량 가열, 소화기 및 방화포 비치	ARWT03	14
				4)낙하물에 의한 사고	→과대적재 금지, 안전모 착용 →작업구역 관계자의 출입을 금지 →적정 운반통로 확보	ARWT04	12
				5)내부결식	→수시 산소농도 측정, 환풍기 설치 →외부감시자 배치후 작업	ARWT05	10
	(DG)	창 호 / 유 리 작 업		1)작업중 추락사고	→안전벨트 착용, 안전교육 실시 →걸근금지 표지 설치 →공사전 TBM을 실시하고 작업 →흡착판 확인, 이물질 제거, 노후 흡착기 교체	ARDG01	32
				2)낙하물에 의한 재해	→하부작업자 확인후 작업 →운반작업시 콘도라 라이닝 점검, 바닥고임재 사용	ARDG02	20
				3)유리에 의한 상해	→보호구 착용, 장갑 착용 →불안전한 행동금지 교육 →작업장 청결 유지	ARDG03	16
				4)원치 사용시 용량초과로 와이어절단 및 전도	→적정 중량 인양하도록 감독 철저	ARDG04	16
				5)협착 재해	→단독작업 금지, 2인 1조 작업 수칙 준수	ARDW05	8

〈표 4-2〉 아파트공사시 P.S.M 제안양식(계속)

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공정					
아 파 트 식 (A)	라 벤 트 식 (R)	잡 공 / 금 속 작 업 (IM)		1)감전 재해	→자동 전격방지기 설치 →결손전선 사용금지, 보호구 착용 →용접기 점검상태 확인 →자격증소지자가 작업, 우천시 작업금지	ARTM01	33
				2)추락 위험	→보호구 착용 철저 →외부작업시 이동식 비계 탑승전 안전대 우선 착용후 탑승 →작업간 감독자와 신호수 배치 →개구부 표시 및 덮개 설치	ARTM02	23
				3)절단작업시 화상	→토시, 앞치마 착용	ARTM03	13
				4)용접불꽃에 의한 상해	→보안경, 용접면 착용	ARTM04	10
				5)밀폐공간에서 질식	→환풍, 환기시설 설치	ARTM05	7
		설 비 작 업 (FW)		1)감전 위험	→자동 전격방지기 설치 →결손전선 사용금지 →안전표지판 설치 →습한 지역 및 우천시 작업금지 →누전차단기 및 과부하 방지장치 설치	ARFW01	34
				2)추락 위험	→표준 규격 발판 사용 →외부 가스배관 작업시 안전그네 착용 →B/T 비계 표준설치기준 준수 →개구부 봉쇄 →중량물 운반시 적정인원 배치	ARFW02	22
				3)화재사고 위험	→자재정리 및 소화기 비치 →위험물저장소 설치 →화성물질 격리 보관	ARFW03	17
				4)용접불꽃에 의한 상해	→보안경, 용접면 착용	ARFW04	9
				5)운반작업시 요통	→운반작업시 바른자세 유지 →장비로 자재운반	ARFW05	7
		전 기 작 업 (EW)		1)감전재해	→안전거리 확보 및 hot stick 사용 →고압전류에 대한 울타리, 안전표지판 설치 →노후 접속부 절연상태 수시 점검 및 이동기구 보호망 사용, 코드선 엉킴 주의 →정전작업시 반드시 전원차단 →철재 가설분전반을 플라스틱 패널로 교체하여 감전예방 →양수작업전 양수기 안전상태 확인 →바닥에 깔린 전선은 벽체에 고정설치 →분전반의 시건장치 설치	AREW01	63
				2)고소작업시 추락재해	→안전벨트 착용, 사다리 고정철저 →B/T 비계 등 작업발판 사용	AREW02	28
				3)고속절단기 사용시 재해	→고속절단기 cover 설치	AREW03	6
				4)전선 pulling 작업시 요 통 재해	→안전보건제조 실시	AREW04	3

〈표 4-2〉 아파트공사시 P.S.M 제안양식(계속)

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공정					
아 파 트 식 (A)	라 멘 식 (R)	정 화 조 작 업 (CL)		1)질식 위험	→환기시설 설치, 작업전 산소농도 측정 →2인 1조 작업, 외부 감시자 배치 →숨기 마스크 등 보호구 착용	ARCL01	52
				2)슬래브 개구부 추락위험	→거푸집 해체직후 개구부 난간 설치 →맨홀 개구부 안전표시, 충분한 조명 설치	ARCL02	26
				3)고소작업시 추락 위험	→비계틀 설치 및 안전대 착용 →정화조 장비는 기계로 양중하여 설치	ARCL03	18
				4)자재운반시 충돌위험	→신호수 배치	ARCL04	4
		옥 외 작 업 (OW)		1)추락 재해	→비계틀 설치, 안전벨트 착용 →승하강용 사다리 설치, 야간 식별등 설치	AROW01	28
				2)우수에 의한 법면 및 단 부 붕괴	→법면 cover 설치 →배수로 확보, 배수공 설치, 막힘 확인	AROW02	24
				3)장비와 충돌 및 협착	→반드시 신호수 배치	AROW03	21
				4)낙하물에 의한 재해	→낙하물방지망 설치후 안전표지판 부착 →양중장비 사용	AROW04	11
				5)철근, 거푸집설치 불량에 따른 붕괴, 협착	→붕괴, 전도 방지를 위한 고정조치, 작업관리감독 철저	AROW05	7
		부 대 작 업 (AW)		1)추락 위험	→외부 비계틀 설치, 안전대 착용 →안전테이프 설치 및 통행금지 조치 →개구부 사전파악 및 봉쇄 →미끄럼 방지 라인 설치	ARAW01	42
				2)박공지붕 콘크리트 타설시 붕괴	→Pipe support 전도방지 조치 →수평연결재 설치	ARAW02	19
				3)전기감전	→전선피복상태 점검, 과전류 방지장치	ARAW03	15
				4)백호등 장비와 근로자 충돌 및 협착	→신호수 반드시 배치	ARAW04	12

〈표 4-3〉 빌딩공사시 P.S.M 제안양식

공사			공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
종류	방식	공정					
빌 딩 공사	(O)	(A)	가 설 작 업 (TI)	1)가설전기 설치시 감전	→유자격자가 전담, 접근금지 표시 →전선 피복상태 확인 →젖은 손으로 작업금지	OATI01	34
				2)가설건물 설치시 추락	→주위의 개구부는 난간대 설치 →보행자 안전통로설치, 작업반경내 접근금지	OATI02	18
				3)가설전주 및 가설 펜스 파괴에 의한 재해	→신호수 지정 및 구명로프 사용	OATI03	18
				4)Lift 사용시 추락, 충돌	→양중장비에 대한 운영체계확립 →전담요원 배치	OATI04	12
				5)중량물 인양시 낙하	→작업전 로프 점검 및 신호수 지정 →적합한 와이어 사용	OATI05	12
			기초 / 토공 작업 (FS)	1)보 및 흙막이 토류판의 변형에 의한 침하, 붕괴	→철저한 계속으로 사전 위험 파악	OAFS01	31
				2)장비작업중 작업반경내 의 충돌	→신호수 배치 →작업반경내 접근금지 펜스 설치	OAFS02	23
				3)굴착지에 추락 위험	→안전펜스설치 →야간작업시 조명설치	OAFS03	23
				4)굴착사면 붕괴	→안식각으로 굴착, 파굴착 금지	OAFS04	15
				5)지하매설물	→지하탐사기 이용, 줄파기 실시	OAFS05	8
			철근 콘크 리트 작업 (CW)	1)양중시 낙하 위험	→철근다발을 철선으로 묶고 양중 →전문 신호수 배치	OACW01	37
				2)절단작업시 손가락 절단 및 감전	→작업전 안전교육시행, 숙련공 배치 →작업전 수시로 전선상태확인	OACW02	25
				3)슬래브 개구부 추락	→개구부 난간대 설치	OACW03	25
				4)철근가공 운반시 추락 및 요통	→적정량 운반(2인 1조)	OACW04	13
			철골 가공 / 철골 새우 기 작업 (FM)	1)고소작업으로 인한 추락	→그네식 안전벨트 착용, 안전로프 →추락방지망 설치, 고소작업 적격자 배치	OAFM01	32
				2)낙하물에 의한 재해	→낙하물 방호선반설치, 낙하물방지망 설치	OAFM02	19
				3)용접시 발생한 불꽃으로 인한 화재	→소화기 비치, 용접 불꽃받이 사용 →차단막 설치	OAFM03	19
				4)절단작업시 손가락 절단 및 감전	→전격방지기 설치, 안전덮개 설치	OAFM04	12
				5)중량물 이동시 작업반경 내 충돌	→전담 신호수 배치, 작업전 안전수칙 및 작업내용 통보 →와이어로프 점검, 과대 중량물 이동금지	OAFM05	12

〈표 4-3〉 빌딩공사시 P.S.M 제안양식(계속)

공사			공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
종류	방식	공정					
빌딩 (O)	건 (A)	조 적 작 업 (MW)		1) 추락 위험	→ B/T 비계 규정 준수 → 난간대를 설치	OAMW01	40
				2) 양생전 충격으로 인한 붕괴	→ 양생전 주변작업은 최소 3일 이상 경과후 실시 → 동시에 1m 이상 쌓기 금지	OAMW02	30
				3) 벽돌운반시 손수레 협착	→ 과적금지, 무리한 동작금지	OAMW03	20
				4) 운반도중 작업자의 신체 적 상해	→ Chain Block 사용, 지게차 사용	OAMW04	10
		방수 / 타일 작업 (WT)		1) 에폭시공법 적용시 질식	→ 급 배기 환기시설, 작업시간 준수	OAWT01	30
				2) 베타일 작업시 추락 위험	→ 안전벨트 착용	OAWT02	20
				3) 인화성 자재 사용시 화재	→ 작업장 주변에 소화기 비치	OAWT03	20
				4) 절단기 사용시 손가락 절단 재해	→ 숙련자 배치, 지나친 작업금지	OAWT04	10
				5) 전선이 장비통행으로 훼손 되어 감전	→ 지게차 운반시 안전담당자 배치, 믹서기 전용 분전방을 설치	OAWT05	10
		석공 / 목공 / 금속 작업 (RM)		1) 절단작업시 상해	→ 절단기 사용시 안전덮개사용 → 절단기 주변 불꽃 방지막 설치 → 연마기의 비산방지 덮개 설치	OARM01	38
				2) 외벽에 고소작업시 추락	→ 안전벨트착용, 작업장하부에 펜스설치 → 안전로프 설치, B/T 비계 규정준수	OARM02	19
				3) 낙하물에 의한 상해	→ 낙하물방지망 설치	OARM03	15
				4) 용접작업시 화재우려	→ 작업장내 소화기 비치	OARM04	9
				5) 용접기 사용시 감전	→ 용접기에 전격방지기를 부착	OARM05	9
		미장 / 도장 작업 (PP)		1) 유성페인트 사용시 화재	→ 작업장내 소화기 비치, 별도 관리	OAPP01	40
				2) 고소작업시 추락 위험	→ B/T 비계사용, 난간설치 → 안전벨트착용	OAPP02	30
				3) 휘발성 자재사용시 질식	→ 작업장내 급, 배기 환기시설 설치, 작업시간 준수, 방독마스크 착용	OAPP03	20
				4) 계단실 걸레받이 미장시 추락	→ 계단과 계단사이 가설난간대 설치	OAPP04	10

〈표 4-3〉 빌딩공사시 P.S.M 제안양식(계속)

공사			공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
종류	방식	공정					
빌딩 공사 (O)	전 축 공 사 (A)	창호 / 유리 작업 (DG)		1)용접기 사용시 감전	→용접기에 전격방지기 설치, 용접기 반입전 검사 실시	OADG01	33
				2)외부작업시 추락 위험	→외부 쌍줄 비계 설치 →곤도라 전문작동자 배치, 안전벨트 착용 →창호에 끼는 유리가 흔들리지 않도록 견고하게 고정	OADG02	33
				3)낙하물로 인한 상해	→작업장 하부에 접근금지 →안전펜스 설치후 안전요원 배치	OADG03	18
				4)용접기 사용시 화재	→작업장내 소화기 비치	OADG04	8
				5)절단기 사용시 손가락 재해	→숙련자 작업, 보호구 착용	OADG05	8
		수 장 작 업 (CE)		1)천장작업시 슬래브 및 보에 머리 협착	→안전모 착용	OACE01	45
				2)직업병 위험	→작업용 마스크 착용	OACE02	22
				3)내화피복 땀칠시 분진으로 인한 주민 피해	→작업장내 분진막 틈없이 철저히 설치 →작업후 주변 청소 철저히	OACE03	22
				4)타정충의 사용부주의 및 사용미숙에 의한 상해	→타정충은 유자격자가 관리/사용	OACE04	11
		외 장 작 업 (OW)		1)추락 재해	→보호구 착용 지시, B/T 설치 작업 →안전펜스 설치후 안전요원 배치	OAEC01	34
				2)낙하물에 의한 재해	→낙하물방지망 설치, 하부근로자 통제 →작업장 하부에 접근금지	OAEC02	25
				3)정화조내부에서 방수작업시 질식	→급배기 및 환기시설, 작업시간준수	OAEC03	25
				4)각종 전동기 사용시 감전 재해	→전선낙후상태와 접지상태 확인	OAEC04	8
				5)작업발판인 우마위에서 작업중 전도	→돌바게나 강관을 이용하여 안전발판을 깔고 작업	OAEC05	8
		집 공 / 정 화 조 작 업 (EC)		1)추락 재해	→보호구 착용 지시, B/T 설치 작업 →안전펜스 설치후 안전요원 배치	OAEC01	34
				2)낙하물에 의한 재해	→낙하물방지망 설치, 하부근로자 통제 →작업장 하부에 접근금지	OAEC02	25
				3)정화조내부에서 방수작업시 질식	→급배기 및 환기시설, 작업시간준수	OAEC03	25
				4)각종 전동기 사용시 감전 재해	→전선낙후상태와 접지상태 확인	OAEC04	8
				5)이동식비계 위에서 작업중 전도	→Stopper 고정 후 안전발판을 깔고 작업	OAEC05	8

〈표 4-4〉 지하철공사시 P.S.M 제안양식

종류	공사 방식	공정	공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
지 하 철 식 (S)	개 착 식 (O)	H-Pile 항타 / 차수 벽 작업 (HB)		1)지하매설물 파손	→매설물 현황도 사전조사, 유관기관 입회조치, 인력출파기 실시 →배면의 매설물들은 별도 침하방지 시설설치 →접촉가능 시설물들은 사전에 이설조치 →배관탐지기로 확인된 지하매설물은 표시 →매설물의 시, 종점부에 긴급 차단밸브 설치 →배면에 지표침하계 등 계측장비 설치	SOHB01	22
				2)장비의 전도	→Out legger 설치와 받침대의 지지력 확보 →지반다짐도의 균일성 확인후 장비선정 →파일천공시 붐을 세우고 이동금지, 장비의 수직도 유지	SOHB02	16
				3)항타시 진동, 소음에 인한 위험	→사전조사, 관련기관 협의, 진동 최소화 작업 →방음벽 설치 및 주간작업	SOHB03	11
				4)그라우팅작업시 슬라임이 지하매설물에 유입	→침전조, 유입방지벽 설치, →수질관리상태 정기 및 수시관리	SOHB04	10
				5)천공장비 및 크랩셀에 의 한 사고	→작업반경내 접근금지, 안전교육 실시 →신호수 배치, 적절한 비력량 조절	SOHB05	8
		토공 / 가시 설 작업 (ET)		1)굴착중 토사 및 사면붕괴	→굴착시 토류판을 병행, 굴착배면은 양질의 토사 사용 →토공작업전 사전조사 철저 및 보강공사 시행 →굴착중 소단을 확보하고 인력굴착, 단계굴착 →작업구 안전표지 설치 및 신호수 배치	SOET01	22
				2)버켓 등의 장비에 의한 사고	→상차시 하부작업중지, 작업반경내 접근금지 →장비후진 경고음, 경광등 설치 →과적에 의한 낙석이 없도록 적정량 적재인양	SOET02	20
				3)작업중 추락 위험	→안전벨트 착용, 야간에 적절한 조명시설 설치 →복공개방시 안전난간 설치, 복공판 미끄럼방지시설 설치 →버팀보, 브레이싱의 설치시기 및 간격 준수, 계측관리 철저, 우 각부 사보강 철저, 토류판 설치후 하부 Stopper 설치	SOET03	12
				4)가시설의 힘, 비틀림, 파 손에 의한 붕괴	→전장용접 실시, 불투구멍 산소천공 금지 →버팀보 재 상호교차 시공 방지 →낙석에 의해 강재가 영향을 받지 않도록 보호벽설치 →볼트 절단은 산소절단 근절, 정기적 조임 작업	SOET04	11
				5)발파에 의한 재해	→파일주변 굴착은 브레이크작업 시행 →장악전 누설전류 측정, 화약장전 장소에 화기엄금, 접근금지	SOET05	9
		구조 물 / 방수 작업 (SW)		1)추락사고	→안전벨트 착용, 추락방지시설 설치, 개구부 주변 안전난간 설치 →표준안전작업대 설치 및 숙련공 배치 →개구부 덮개 제작 설치, 위험 표지판 설치	SOSW01	27
				2)화재사고	→자재취급 및 보관에 유의, 소화기 비치 →단독작업을 금지하고, 3인 1조 작업 실시 →작업장 주변 인화물질 제거후 작업 시행	SOSW02	19
				3)자재 인양, 하역시 사고	→한중콘크리트 타설시 급열풍기로 인한 화재 방지 →자재양쪽 결속후 인양, 하부 신호수 배치하여 작업반경내 출입 통제, 안전원 배치, 소형자재는 Cage를 만들어 인양 및 하역 →Crane hook 해지장치 부착상태 확인	SOSW03	16
				4)프라이머 도포작업중 질식	→환기시설 설치, 작업중 계속환기, 충분한 휴식	SOSW04	14
				5)콘크리트 타설시 붕괴	→콘크리트 타설시 균형있게 시공 →동바리 구조검토 철저, Stopper사용시 크랩프 사용 →1회 타설높이를 단계적으로 나누어 타설	SOSW05	9

〈표 4-4〉 지하철공사시 P.S.M 제안양식(계속)

공사			공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
종류	방식	공정					
자 하 철	개 착	가시 실 해 체 / 되 매 우 기 작 업 (DB)		1)가시실 해체작업시 추락	→안전로프설치, 안전벨트 착용 →해체구간 경고테이프 설치 및 통제한 배치	SODB01	21
				2)가시실해체에 의한 붕괴, 변형	→복공 개폐시 2인 1조 작업수행 →버팀보 철거전 되매우기 및 다짐 철저 →버팀보 철거시 구조물상단에 보조버팀목 설치 →해체순서는 격간으로 철거	SODB02	15
				3)자재낙하로 인한 하부작업 상해	→버팀위 잔재물 제거, 안전교육 →해체구간 하부 통행금지, 별도 통행로 확보	SODB03	14
				4)되매우기작업시 버팀보의 변형	→되매우기 지면 금지, 즉시 사행 →되매우기토 반입시 버팀보 간섭지양 →복공상부에 호퍼설치후 단계별로 되매우기	SODB04	13
				5)인양도중 낙하, 충돌	→Wire rope 연결사용 금지, 후크해지장치 설치 →신호수 배치, 안전시설 확보 →권과방지장치, 초과하중 경보장치 등 설치	SODB05	9
	식 (O)	계단 / 출입 통로 / 에스 컬레 이터 작업 (SE)		1)작업시 추락사고	→추락 방지시설 완비, 노후발판 유지보수 철저 →안전시설물 추가 설치 및 수시 교육 →조립식 안전간판대 설치, 정기적인 통로 안정성 평가 →개구부 폐쇄조치, 방호덮개 설치 →가설계단 및 난간을 별도설치, 계단부 미끄럼방지물 설치	SOSE01	49
				2)교통장애	→교통유도처리, 방호벽 설치, 안전시설물 완비 →포장전 노상, 노체의 철거한 다짐 실시 →야간반사 표지판 및 조명시설 설치 →교통통제인 적정 배치운영 →차선변경 단부는 방호벽설치 철저 →지상 돌출물의 철저한 관리로 평판성 유지	SOSE02	23
				3)계단실 경사면 전도사고	→조립식 안전계단 설치, 적절한 조명시설 확보 →경사계단설치시 30° 이하로 하고 높이 7m 이상시 계단함 설치	SOSE03	7
				4)낙하물 위험	→개구부 하단 접근방지 표지판 및 접근방지 →난간하부에 폭목 설치	SOSE04	5
				5)통행자 재해	→보행인 통로 별도 확보 및 계단 설치	SOSE05	4
	터 널 식 (T)	입 출 구 작 업 (DS)		1)터널막장 붕락	→Face mapping 시행 철저, 계측관리 철저 →연약 반인 경우 그라우팅으로 보강 →터널 굴진장 조정, Rock bolt 적기 시행 →토질에 따라 적절한 굴진장 유지	STDS01	30
				2)부식에 의한 낙하 위험	→Sealing 시행철거, Shotcrete 적기 타설 →발파작업후 부식정리 철저	STDS02	21
				3)작업장 주변 상차 버켓 협착사고	→상차시 경고음 작동 및 신호수 배치 철저 →작업반경내 만 근로자 출입금지 →Aliva의 Hopper 전도방지용 보조받침대 설치 →작업원 통로확보	STDS03	9
				4)수직구 추락	→고소작업시 안전벨트 착용철거 →개구부 안전난간 철거시공	STDS04	5
				5)수직구내 자재나 연장의 낙하	→재료투입구 덮개 설치, 안전표지판 설치 →자재투입시 신호수 및 안전 감시원 배치 →낙하방지망과 추락방지망을 설치	STDS05	5

〈표 4-4〉 지하철공사시 P.S.M 제안양식(계속)

공사 종류	방식	공사 공정	공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
지 하 철 식	(S) (T)	발 파 작 업 (BP)		1)발파작업 미숙에 의한 재 해	→시험발파를 통한 적절한 발파패턴 수립, 발파모션 규격품 사용 →저장, 운반, 발파시 흡연 및 화기취급 엄금 →장약중에 전기폭풍이 발생할 경우, 장약이 끝난 부분은 즉시 기폭 →기폭약은 뇌관의 머리부분이 반드시 장전봉쪽을 향하도록 장약 →작업원 대피 및 터널내외의 신호수 배치	STBP01	22
				2)잔류화약에 의한 위험	→잔류화약 발견시 즉각신고, 불발화약은 물을 유입시키는 등의 안전하게 회수, 불발원인 조사후 안전조치 →화약사용 잔량은 수령당일 일몰시까지 화약고에 반납	STBP02	15
				3)발파진동에 따른 주변구 조물 붕괴	→진동의 경감, 여굴의 최소화 및 안정성 확보를 위하여 적극적 인 진동제어 발파 실시 →시험발파를 통하여 허용진동치 결정, 발파전 인근 주민에게 통 보, 수시로 주변 구조물의 피해여부 확인	STBP03	15
				4)비산에 의한 재해	→막장에 비산방지 보호막 설치, 발파작업시 안전거리 유지	STBP04	12
				5)발파진후 유해가스에 의 한 위험	→환기시설 가동여부 확인, 방독마스크 착용 →발파후 15분이상 경과후에 접근	STBP05	8
		상 반 굴 착 작 업 (TH)		1)막장면 붕괴 위험	→설계규정에 따라 굴진장 준수, 계측기 적기설치 및 관리 철저 →굴착면의 부석은 즉시 정리하고 쇼크리트 타설, 지지코아 확보 →막장내 용수처리 철저, 막장감시자 항상대기 →천공장, 천공수, 간격 등 확인, 여굴부 공극채움 관리 철저 →패턴조정 및 지보재 조기 보강, Steel rib 하단부 과굴착 금지	STTH01	46
				2)암괴붕락 및 버터, 부석에 의한 낙반사고	→발파작업 즉시 부석정리 및 쇼크리트 타설 즉시 시행	STTH02	19
				3)작업대에서의 추락	→고소작업시 안전장구 착용 철저, 충분한 작업조도 확보 →작업대자에 사다리를 설치하고, 작업시 분리형 난간대를 고정 시켜 추락사고 예방	STTH03	15
				4)장비에 의한 협착 사고	→장비 경고등 설치, 안전유도원 배치 →보행자 전용 보행통로 설치, 작업중 장비에 접근금지	STTH04	8
				5)비산 먼지등으로 인한 직 업병 발생	→송풍시설 설치 및 수시점검, 작업전 산소농도측정 →개인보호구 착용 철저 →쇼크리트타설시 타설면과 노출의 직각유지와 거리의 적정성 확인	STTH05	6
		하 반 굴 착 작 업 (BD)		1)터널붕괴 위험	→여러 막장 동시굴착 금지, 굴진장 준수, 하부굴착패턴 준수 →Rock Bolt등의 보강작업을 적기에 실시, 막장내 용수 처리 →적정 bench 길이를 두고 하부굴착 →Face Mapping으로 지반특성 변화파악, 제측관리 철저 →강지보재 후면 숏크리트 충전, 상반 wire mesh 접이음 철저	STBD01	47
				2)굴착 장비에 협착	→장비 후진시 경고음 조치, 신호수 배치, 작업자 야광조끼 착용 →차량 및 보행자 통로 구분, 장비 경광등 설치 및 속도제한	STBD02	24
				3)상반에서 리마운드된 숏 크리트 잔재에 의한 재해	→리마운드된 숏크리트 잔재 제거	STBD03	13
				4)감전에 의한 재해	→조명전선은 사용전력의 3배이상 용량을 사용 →매 100m 마다 누전차단용 분전반을 설치 →전선은 바닥에 늘어뜨리지 말고 측벽에 앵커링으로 고정한다. →막장용 이동전기기구에겐 절연 조치한다.	STBD04	11
				5)비산 먼지등에 의한 직업 병 발생	→터널내 환기시설 설치 및 작동 철저관리, 작업전 산소농도측정 →개인안전보호구 착용 철저	STBD05	5

〈표 4-4〉 지하철공사시 P.S.M 제안양식(계속)

공사			공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
종류	방식	공정					
지 하 철 식 (S)(T)	방수 / 바닥 콘크 리트 작업 (WC)			1)작업대차에서의 추락	→안전난간 및 사다리 설치, 안전모 및 안전대 착용, 안전교육 →수직기둥 밑면에 접지판을 설치하여 침하방지 →발판은 확실히 고정하고, 자재낙하방지를 위해 틈새 제거	STWC01	31
				2)감전 재해	→투광기의 방향은 작업자의 눈부심 방지를 위하여 작업자를 직 접 향하지 않도록 한다. →배선은 절연물질 위에 설치하고, 작업원이나 장비 등과는 일정 간격 유지 →Form 용접제작 및 연마작업시 누전차단기 등 전기안전시설 확인 →전선은 손상여부 확인 철저, 벽걸이에 고정	STWC02	25
				3)이용부의 시공 오류/방수 재 파손	→Air test 실시, 샷크리트 면정리 철저 →Rock bolt 두부정리 철저 →조명등에 의한 방수재 손상방지, Randelle 위의 용접상태 확인	STWC03	16
				4)화재 위험	→작업장 소화기비치 →그라인더 작업시 불꽃이 방수슈트에 닿지 않도록 주의	STWC04	9
				5)방수슈트 조정건 취급부주 의에 의한 재해	→수시 교육 및 점검	STWC05	4
	보강 그라 우팅 작업 (RG)			1)작업대에서 추락	→안전난간대 및 고정장치 설치, 안전벨트 반드시 착용	STRG01	25
				2)틀비계를 이용한 작업대 차의 전도	→규격화된 틀비계 설치, 전도방지를 위해 Stopper 설치 →이동로 청소 철저	STRG02	11
				3)지압 그라우팅시 주변 지 하시설물 막힘	→지반조사에 의한 지반보강공법 채택 및 시공	STRG03	11
				4)천공 및 주입작업에서 로드 연결 및 해체작업시 재해	→천공시 지하수맥관통 감시 철저 →주입재 관리철저	STRG04	9
				5)그라우팅 호수 접합부 탈 락으로 작업자 상해위험	→그라우팅 호스 점검 및 접합부 연결 철저	STRG05	9
	라 이 닝 콘 크 리트 작 업 (LC)			1)작업대에서 추락	→작업발판 안전조치 철저, 대차바퀴에 Stopper 설치여부 확인 →라이닝폼의 안전성 확인 →안전화 및 안전로프 거치 및 착용 →수직기둥 밑면에 접지판을 설치하여 침하방지	STLC01	32
				2)콘크리트 타설시 라이닝 폼의 파열	→라이닝콘크리트는 좌, 우측 균형 있게 타설 →타설속도는 2m/hr 이내로 느리게 함 →1회 타설량, 타설속도를 고려하여 구조검토	STRG02	19
				3)감전 재해	→전선의 피복상태 확인, 누전차단기 설치 →전용 임시배전반 설치 및 수시 점검	STRG03	16
				4)콘크리트 압송배관의 파열	→배관 곡관부는 철저히 보강하여 유동방지 →철근위에 압송관 배치 엄금, 배관내 용접 보강조치 철저 →노후된 배관 교체, 수직배관 및 절곡부의 결속상태 점검 →단위 파이프별로 분리하여 철저히 청소 실시	STRG04	11
				5)낙하물에 의한 상해	→낙하물 방지망 설치, 발판에 과적치 금지 및 정리정돈 철저	STRG05	8

〈표 4-5〉 교량공사시 P.S.M 제안양식

공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
종류	방식					
교 량	S T E E L B O X 식	가 Bent 기초 콘크 리트 작업 (BF)	1)부등침하로 인한 전도	→충분한 지반 다지기 →기초 지반반력시험 및 구조검토 →가설용 발목향타사 지지력 확인	BSBF01	24
			2)침목기초 설치시 구조물 충격에 의한 수평하중으로 전도	→침목을 콘크리트 기초타설로 대체 안전성확보 →콘크리트와 가 Bent의 볼트연결로 전도 방지	BSBF02	22
			3)지지력 부족에 의한 처짐 발생	→기초바닥치환, 우천시 배수시설 확보 →사전 지지력 검토 및 지반 다짐후 콘크리트 타설	BSBF03	19
			4)관심하중작용에 따른 위험	→충분한 지지력 확보 및 콘크리트 상면의 평판성 확보	BSBF04	14
			5)기초이동시 중량에 의한 사고	→가 Bent 기초에 hook 길이 철근을 연결	BSBF05	8
		가 Bent 설치 작업 (BI)	1)부등침하로 인한 전도	→기초바닥 천공후 Bent 설치 →설치 Lug 제작 →작업장비 설치방법 검토 →Bent base plate 바닥고정 →앵커 볼트를 설치 고정 →가 Bent 기초자리 면 고르기	BSBI01	40
			2)하중전달 및 집중부재의 좌굴 발생	→하중집중부에 브레이싱 설치 →가 Bent 제작시 구조검토	BSBI02	17
			3)가설철재류 낙하	→장비장구류 점검, 교통안내원 배치 →가벼운 철재류 적재 유의 →와이어로프와 폭의 해지장치 점검	BSBI03	11
			4)부재의 규격 및 간격배 치 미달로 인한 붕괴	→용접 및 불팅 검사 →수평, 수직도 측량에 의한 검사 →스크류채 규격, 수량, 구조안정성 검토	BSBI04	11
			5)추락 위험	→안전장구류 착용, 안전계단 설치	BSBI05	9
	(S) (O)	런칭 트러 스 이동 / 크레 인 거치 작업 (TC)	1)지반의 침하로 인한 크 레인 전도	→크레인 작업위치에 충분한 다짐 및 지지 Mat 설치 →거치속도를 낮추고 보조 Rope를 사용하여 속도를 조정한다. →양중계획서 작성 및 확인 →크레인의 본체는 수평으로 고정, 크레인 Leg 고정여부 확인 →인양각도 및 볼길이에 따른 크레인 용량확인 →갈판 및 침목으로 받침 →전도방지를 위하여 받침하부를 넓게 제작 →사전에 Outrigger 위치를 결정하고, PBT시험 및 육안검사 실시	BSTC01	39
			2)런칭트러스의 전도, 처짐, 탈선	→런칭트러스의 중량 및 형식에 대한 구조검토 선행 →레인 고정, 플러 용량 확보, 불량 용접부위 사전 점검 →곡선부에서 트러스의 탈선위험 사전 검토 →롤러 탈선방지를 위한 보 및 슈 설치	BSTC02	21
			3)인양작업중 하중 초과로 인한 낙하	→정기적인 와이어 검사, 폭 상태 점검 →케이블 규격 및 훼손여부 확인 →케이블과 부재가 접하는 부위는 필히 훼손방지장치 사용하 도록 조치	BSTC03	16
			4)추락위험	→가설계단, 안전난간 및 안전망 설치	BSTC04	8
			5)장비협착	→안전보호구 착용, 지정된 신호수에 의해 기계 작동	BSTC05	8

〈표 4-5〉 교량공사시 P.S.M 제안양식(계속)

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공정					
교 량 (S)	STEEL BOX 식 (C)	BOX 인양 / 설치 작업 (PI)		1) Lifting시 lug 및 wire 파단	→인양 거더 중량에 대한 와이어 규격검토 및 클립 설치, 노후된 정도 점검 →lug와 와이어 안전성 검토 →인양 lug 용접부 MT 검사	BSP101	26
				2) Steel Box 추락	→장비 거치 장소 지반개량 →Box 결속상태 확인 →Box segment 톤수 산정검토 →악천후시 작업중지	BSP102	23
				3) 크레인 전도	→장비선정시 하중 및 주변상황 고려 →Outrigger 기초지반 검토 →수상부 크레인 200톤을 투입, 바지와 크레인 일체형을 사용	BSP103	13
				4) 추락위험	→가설계단, 안전난간 및 안전망 설치 →박스간 볼트연결시 안전작업발판 설치	BSP104	11
				5) 장비협착	→안전보호구 착용, 작업반경내 출입금지 →숙련된 신호수 배치 및 관리 →충분한 작업반경 확보, 작업장 정리정돈	BSP105	6
		Paint up 작업 (PU)		1) 박스 내부작업중 질식사 고	→개인보호구 점검, →출입구에 환풍기를 설치 →2인 1조로 교대로 작업	BSPU01	32
				2) 화재발생	→작업장주변 소화기 비치, 화기반입 금지 →인화물질 별도 관리 →철저한 화기 엄금, 화재예방교육 실시	BSPU02	25
				3) 환경오염	→분진방지 차광막 설치 →충분한 보양시설의 확보 →도로 횡단부 박스하단 천막 설치	BSPU03	20
				4) 작업중 추락, 낙하위험	→지상조립시 도장을 마감하여 고소작업 부위 최소화 →규격품 달비개 사용 →안전벨트 착용, 낙하물방지망 설치	BSPU04	18
				5) 페인트 비레에 의한 작업자 실명	→비산방지망으로 완전덮폐후 도장 →작업시 보안경 착용 철저	BSPU05	5
		낙하 물방 지망 / 브라 켓 가설 작업 (PB)		1) 작업자 추락위험	→안전장구류 착용, 안전교육 실시 →설치시 고소작업차 이용 →신호수, 안전담당자 배치 철저 →박스 거더 상부의 안전통로 확보	BSPB01	52
				2) 공기구 동 낙하물에 의한 재해	→예상 낙하물보다 강도가 큰 방지망 사용 →규격, 강도, 치수, 설치위치의 적합성 점검 →담배불에 의한 화재, 훼손방지	BSPB02	21
				3) 인양시 자재낙하로 인한 재해	→브라켓 인양전 반드시 수평방향으로 적재하고 설치전까지 안전거리 확보 →강합성교에 브라켓 설치용 볼트, 너트사용	BSPB03	15
				4) 크레인 전도	→Outrigger 기초지반 점검 →크레인 후크해지장치 작동 확인	BSPB04	6
				5) 강관비계를 설치시 이용 부 결합에 의한 사고	→강성 편형교에 브라켓을 설치할 수 있도록 영구 Lug를 부착	BSPB05	4

〈표 4-5〉 교량공사시 P.S.M 제안양식(계속)

공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
종류	방식					
교 량 (S)	STEEL BOX 식 (O)	상 판 거 푸 집 설 치 작 업 (UF)	1) 추락 및 낙하위험	→ 안전난간대 설치, 안전장구류 착용, 안전교육 실시 → 야간작업시 조명시설 확보, 안전통로 확보 → 보조자를 두는 2인 1조로 작업 진행 → 출입금지구역 선정으로 하부인원 및 차량통제 → 자재는 작업자 통행에 지장이 없도록 보관 → Steel box stringer 및 교차보에 안전망 완전시공 → 탈락이 우려되는 곳은 이중용접 실시 → 낙하물 방지망 설치	BSUF01	31
			2) 장구류 및 자재 낙하	→ 동바리 수평 및 가새 설치, Deck Plate 설치	BSUF02	26
			3) 동바리의 회전 및 전도	→ 현장재작용보다 공장재작용 사용 → 처짐을 고려하여 솟음을 들 것 → 거푸집 상호간에 간격이 없도록 한다.	BSUF03	17
			4) 거푸집 붕괴, 처짐, 누수	→ 지지용 동바리 설치 → 거푸집과 Box의 임시용접 금지	BSUF04	12
			5) Box와 거푸집 결속상태 미흡	→ 안전난간대 및 안전망 설치 → 슬라브 양쪽 1m 정도 더 넓혀 작업공간을 안전하게 확보 → 작업자통로 확보, → 이동통로에 안전발판 설치 → 안전장구류 착용, 안전교육 실시 → 낙하물 방지망 설치 → 출입금지구역 선정으로 하부인원 및 차량통제 → 숙련된 신호수 상주 배치 → 장비에 의한 자재이동시 반드시 수평목음으로 이동, 신호체계 통일	BSUF05	7
		철 근 가 공 / 조 립 작 업 (SA)	1) 추락 및 낙하위험	→ 자동정지 철근가공기 사용, 무리한 행동 금지 교육 → 가공작업시 장갑을 벗고 작업 → 전격방지기, 누전차단기 설치 → 전선통과위치 작업을 피하고, 불가피하면 크레인 높이 등 검토 조치	BSSA01	37
			2) 장구류 및 자재 낙하	→ 작업자에게 적합한 중량 운반, 가급적 2인 1조로 운반 → 크레인을 최대 이용	BSSA02	29
			3) 철근가공시 손협착	→ 한 곳에 집중하지 말고 골고루 타설, 규정된 타설속도로 시공 → 강재 거푸집 사용으로 형상변형 방지 → 타설중 지보공, 거푸집의 이상유무 점검자 배치	BSSA03	16
			4) 용접시 감전재해	→ 안전난간대 및 안전한 작업발판 설치 → 거푸집을 사람허리 이상까지 높이거나 철근을 수평/수직으로 낙하방지망을 형성 → 진동기 사용시 철근에 닿지 않도록 주의 → 누전차단기, 전선피복상태 점검 → 작업원 장갑 착용 지시	BSSA04	10
			5) 무리한 자재운반으로 작업자 상해	→ 장비설치 위치선정 및 지내력 확보 → 펌프카, 포터볼 배관파이프 고정상태 확인 → Outrigger 지반 검토 → 전담 운전수의 조작 금지 → finisher 받침목 침하 방지대책 강구	BSSA05	8
	콘 크 리 트 타 설 작 업 (CW)	콘 크 리 트	1) 거푸집 붕괴	→ 한 곳에 집중하지 말고 골고루 타설, 규정된 타설속도로 시공 → 강재 거푸집 사용으로 형상변형 방지 → 타설중 지보공, 거푸집의 이상유무 점검자 배치	BSCW01	27
			2) 추락 및 낙하위험	→ 안전난간대 및 안전한 작업발판 설치 → 거푸집을 사람허리 이상까지 높이거나 철근을 수평/수직으로 낙하방지망을 형성	BSCW02	16
		타 설 작 업	3) 진동기 사용시 감전재해	→ 진동기 사용시 철근에 닿지 않도록 주의 → 누전차단기, 전선피복상태 점검 → 작업원 장갑 착용 지시	BSCW03	13
			4) 장비 전복	→ 장비설치 위치선정 및 지내력 확보 → 펌프카, 포터볼 배관파이프 고정상태 확인 → Outrigger 지반 검토 → 전담 운전수의 조작 금지 → finisher 받침목 침하 방지대책 강구	BSCW04	11
			5) 장구류 및 자재 낙하	→ 낙하물 방지망 설치, 틈새 코팅	BSCW05	10

〈표 4-5〉 교량공사시 P.S.M 제안양식(계속)

공사			공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
종류	방식	공정					
교	(O)	STEEL BOX 식 해체 작업	브라 켈 / 상판 거푸 집 / 낙하 물방 지망	1) 추락 및 낙하위험	→안전난간대 설치, 버렐 크레인 작업 →안전망 설치 및 안전요원 배치 →이동식 플레폼을 제작하여 안전하게 해체 →약천후시 해체작업 금지 →Box Girder 중간부분은 Deck Plate를 사용하여 영구조물로 시공 →캔틸레브 브라켈부분은 작업대차를 제작하여 상부슬래브에 거치 후 일정구간씩 해체	BSDM01	37
				2)장구류 및 자재 낙하	→낙하물 방지망 설치 →해체시 관계자의 출입금지 →해체된 재료는 달줄 또는 달비계를 사용 →해체가 용이하지 않을 때 무리한 충격을 가하지 말 것 →교량상부에서 작업대차를 사용 해체 →안전감시인 배치로 통행인 유도 →낙하의 우려가 있는 자재를 미리 회수 →구조물과 브라켈에 과도한 힘을 가하지 말 것	BSDM02	29
				3)해체시 구조물 붕괴	→양생기간에 따른 압축강도 확인후 해체	BSDM03	14
				4)장비에 의한 협착 사고	→작업공간 확보, 부분적 차량 통제	BSDM04	10
				5)해체시 작업원의 상해	→못 또는 날카로운 이물질 들출 제거	BSDM05	6
	(S)	Full Stag-Ing 가설 작업	P C B O X 식 (P)	1)기초지반 침하	→하부기초 다짐 및 콘크리트 타설 →지반개량 및 보강 →현장재하시험으로 예상침하량 산정 →동바리 부동침하 방지	BPST01	34
				2)staging 전도, 비틀림, 휨	→처음 바닥 받침대 사용 →staging 설치시 가세 및 고정연결철물 사용 →가설시 수직 및 수평관리 철저, 자재업선 →받침철패를 설치하더라도 진동에 의해 비틀림이 가능하므로 반드시 브레이싱을 설치하고 견고하게 강결 되었는지 확인 →장주인 경우에는 비틀림을 확인하고 재사용자재의 경우 취약부분을 점검후 사용	BPST02	25
				3)가설구조물 붕괴	→현장과 동일한 조건으로 구조검토 →평하중 사전 검토 →경간 및 작업방안을 고려하여 적절한 형식의 가설구조물 결정	BPST03	19
				4)작업중 추락	→안전장구류 착용, 안전교육	BPST04	13
				5)가설 철제류 낙하	→장비 및 장구류 점검, 객용량 확인	BPST05	9
			외측 거푸 집 / 조립 작업 (OF)	1)작업자 추락	→가설계단 안전난간대 설치, 안전대 착용	BPOF01	28
				2)장구류 및 자재류 낙하	→안전망 설치, 주변 출입금지 조치	BPOF02	20
				3)거푸집동바리 조립도중 전도	→바닥 잡석다짐으로 부분침하 및 기울어짐 방지	BPOF03	16
				4)거푸집 설치중 풍하중에 의한 거푸집 탈락	→거푸집 설계시 풍하중을 고려 보강재 설치	BPOF04	12
				5)거푸집 변형	→목재거푸집은 반복사용시 건조수축변형을 억제하기 위해 사용 횟수 제한 →강재거푸집은 보관중이나 가설중 변형방지를 위한 관리감독철저	BPOF05	12

〈표 4-5〉 교량공사시 P.S.M 제안양식(계속)

공사 종류		공사 방식		공사 공정		공사 기간		잠재 위험 요인		조치 내용		컴퓨터 코드		가중 치	
교 량 (S)	P · C B O X 식 (P)	철근 조립 작업 (SA)		1)이동시 철근 낙하	→철근 인양장비 확인 →자재 이동시 적재용량 준수 →장비에 의한 자재 이동시 수평목록 실시 →숙련된 신호수 상주 배치			BPSA01	47						
				2)작업자의 눈 찢림 등 상해	→안전보호구 착용 철저			BPSA02	29						
				3)난간대에 적재한 철근의 낙하	→작업대 난간 400 kg 이하 사재 적치			BPSA03	18						
				4)콘크리트 타설작업시 위치 이동	→스페이서를 사용하여 견고하게 조립			BPSA04	6						
		(SL)		1)쉬스관 운반시 작업원 추락	→안전난간 설치, 안전교육 철저			BPSL01	37						
				2)타설시 쉬스관의 이동	→주철근이나 배력근에 강결하며, 콘크리트 타설시 이동으로 곡선화 예방			BPSL02	32						
				3)쉬스관에 깔림	→장비를 이용하여 안전하게 배치			BPSL03	21						
				4)철근에 찢림	→개인보호구 착용 철저			BPSL04	10						
		(IF)		1)추락 위험	→안전난간 설치, 안전장구류 착용 철저 →발판고정 확인, 추락방지망 설치			BPIF01	27						
				2)조명부족으로 인한 사고	→작업에 필요한 조명설치			BPIF02	23						
				3)낙하물에 의한 상해	→안전 장구류 확인 →주변 출입금지 조치 및 신호자 배치			BPIF03	19						
				4)외부와 내부거푸짐 결속 용 폼타이 이완	→가설구조물 설계시 콘크리트 타설용력을 계산하여 적정규격의 폼타이 설치			BPIF04	11						
				5)상판거푸짐 낙하 및 Staging 붕괴	→Staging 설치 철저 →1단 바닥에 고정판 설치 철저			BPIF05	8						
		(CW)		1)거푸짐 이완 및 탈락	→거푸짐 1/4지점 지지대 설치 및 연결부 재확인 →균형있게 타설, 불필요한 자재와 장비제거 →콘크리트 타설속도의 완급을 조절하여 타설축압 저하 →콘크리트 타설중에는 용급보수팀을 현장배치하여 거푸짐 이완시 즉시 보강조치 →목재거푸짐은 진동에 의한 이완발생이 우려되므로 적정용량의 진동기 배치			BPCW01	31						
				2)콘크리트 타설장비 배관 이탈	→작업전 배관상태 확인			BPCW02	20						
				3)타설시 안전부위에 콘크리트 비산	→개인보호구 착용 철저			BPCW03	15						
				4)추락위험	→외부쪽 상부보다 1단 높게 비계설치 및 안전발판 설치			BPCW04	11						
				5)감전위험	→진동기 전선피복 및 인입선 누전차단기 설치 유무 확인 및 점검			BPCW05	8						

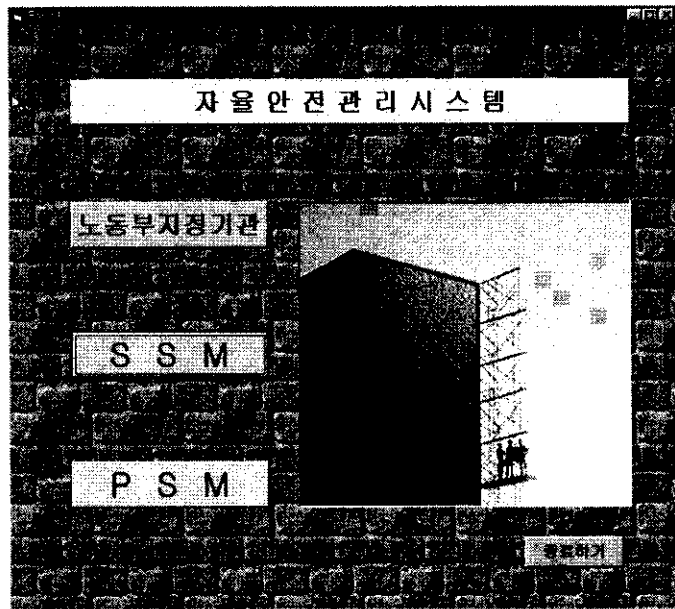
〈표 4-5〉 교량공사시 P.S.M 제안양식(계속)

종류	공사 방식	공정	공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
교 량 (S)	P · C B O X 식 (P)	인장 강선 삼입 / 간장 작업 (TB)		1)간장도중 강선 파단	→방호망 설치 →주기적인 시험을 통해 고품질 확보 →쉬스관내 PC 강재가 엉키지 않도록 배치 →PC 강연선은 습기에 의한 녹방지를 위하여 건조한 곳에 보관	BPTB01	36
				2)재 유압호스 파손에 의 한 장비이탈	→작업원은 재킹장비 정면에 위치하지 않도록하고 유압호스 상태 확인	BPTB02	28
				3)감전위험	→기계 인입선에 누전차단기 설치	BPTB03	16
				4)간장시 콘크리트 단부의 지압파괴	→PC강연선 간장은 최소 시방조건에 만족하는 콘크리트의 압 축용력이 획득된 상태에서 실시 →시공전 정밀구조계산을 실시하여 보강한 후 시공	BPTB04	8
				5)간장작업대 미설치로 인 한 안전사고	→사전에 간장작업대 설치	BPTB05	8
		Full Stag- ing 해체 작업 (SD)		1)추락에 의한 부상	→안전장구류 착용 →무리한 해체 및 악천후시 작업 금지 →설치한 기능공이 해체	BPSD01	44
				2)낙하물에 의한 부상	→상하 동시작업 금지 →작업구역 표시 및 출입금지 감시인 배치 →비계작업발판에 400 kg이상 적재금지	BPSD02	22
				3)콘크리트 슬래브 붕괴	→콘크리트 압축강도를 확인후 포스트텐션이 슬래브에 도입된 후 재시방 규정에 맞추어 실시	BPSD03	17
				4)전도위험	→무리한 힘을 가하지 말고 해체순서에 입각한 해체 →비계 수평, 수직, 이동상태 확인	BPSD04	13
				5)콘크리트와 빔 충돌	→크레인의 충분한 용량확인후 작업	BPSD05	4
		거 푸 집 해 체 작 업 (FD)		1)구조물 붕괴	→콘크리트 강도 기준치 이상 및 재량일 확인, 거푸집 존치 기간 확보 →해체순서를 준수	BPFD01	35
				2)추락 위험	→안전장구류 착용, 추락방지망 설치 →발판고정 확인	BPFD02	29
				3)거푸집 동시 해체로 인 한 작업원 협착	→일정구간을 해체순서에 입각한 해체	BPFD03	24
				4)낙하물에 의한 부상	→작업구역 표시 및 출입금지 감시인 배치	BPFD04	12

2. P.S.M 컴퓨터 프로그램화

이상과 같은 연구결과를 건설업체에서 좀더 손쉽게 사용하도록 컴퓨터 프로그램화하는 방향제시용 프로그램을 제시하였다.

[그림 4-1]은 본 연구에서 제시하는 프로그램의 초기 실행 화면을 나타낸 것으로 노동부 지정기관, S.S.M 제도, 그리고 P.S.M 기법 등 3가지 주요 메뉴로 구성되어 있다. 만약, 본인이 노동부가 지정한 자율안전관리업체에 대하여 알고 싶다면 노동부 지정기관 메뉴를 선택한다. 그러면 화면에는 [그림 4-2]와 같이 1차 지정기관, 2차 지정기관, 그리고 3차 지정기관과 같은 메뉴가 나타나게 된다. 이때 1차에 지정되었던 업체나 선정기준에 대하여 알고자 한다면 1차 지



[그림 4-1] 프로그램 초기실행 화면



[그림 4-2] 노동부 지정기관 메뉴 선택시 화면

연번	1996 년도 등급 순위	건 설 업 체 명	환산재해율			3년간 평균 환산 재해율	3년간 가중평균 환산재해율 (건설업 평균의 70%: 0.92)
			'94년도 (건설업 평균:1.67)	'95년도 (건설업 평균:1.37)	'96년도 (건설업 평균:1.13)		
1	2	(주) 대우	1.04	0.89	0.89	0.94	0.92
2	3	삼성물산(주)	0.77	0.44	0.55	0.59	0.59
3	5	대림산업(주)	0.91	1.18	0.75	0.95	0.91
4	6	엘지건설(주)	1.04	0.90	0.85	0.93	0.90
5	10	선경건설(주)	1.18	0.81	0.81	0.93	0.88
6	11	삼성중공업(주)	0.64	0.75	0.79	0.73	0.75
7	14	두산건설(주)	0.69	0.85	0.66	0.73	0.72
8	33	(주)태영	0.92	0.69	0.71	0.77	0.75
9	37	고려산업개발(주)	1.64	0.78	0.47	0.96	0.80
10	38	삼성엔지니어링(주)	0.60	0.29	0.19	0.36	0.30
11	46	(주)신성	0.35	0.64	0.30	0.43	0.41
12	60	(주)대농	0.35	0.65	0.42	0.47	0.48
13	63	(주)대동주력	0.65	0.45	0.77	0.62	0.65
14	74	신원종합개발(주)	1.10	0.79	0.76	0.88	0.84
15	78	(주)한화	1.19	1.00	0.56	0.92	0.82
16	98	자유건설(주)	1.25	0.42	0.43	0.70	0.59

[그림 4-3] 1차 지정기관 메뉴 선택시 화면



[그림 4-4] S.S.M 메뉴 선택시 화면



[그림 4-5] P.S.M 메뉴를 선택시 화면

라펜식 아파트 조적공사시 PSM 제안양식(일부)						
공 사 종 류	공 사 방 식	공 사 종 류	공사기간	잠재위험 요인들	조치내용들	Computer Code
아 파 트 (A)	라 펜 식 (R)	조 적 공 사 (M)		1)추락사고	→안전난간대 설치/작 업발판의 견고성/개인 보호구/안전그물망 설 치/장기간 작업을 지양 →출고가 높을 때 작업 발판 및 안전대를 설치 하여 사전에 추락으로 인한 안전사고 방지	ARM01
				2)낙하사고	→Toe Board 설치 및 사용량의 자재적지 금 지 →안전그물망 설치/작 업장 하단 통행 제한	ARM02
				3)운반시 운반도 를 불확, 무리한 운반에 의한 전도 /충돌	→작업통행로 확보, 정 리정돈 조치	ARM03
						가중치
						33
						27
						10

[그림 4-6] 공정안전작성 메뉴 선택시 화면

정기관 메뉴를 선택한다. [그림 4-3]은 1997년에 자율안전관리업체로 지정된 업체와 지정기준을 보여주고 있다. 한편, S.S.M 제도에 관한 자세한 내용을 알고 싶을 때에는 [그림 4-1]에서 S.S.M 메뉴를 선택하면 [그림 4-4]와 같은 화면으로 이동한다. [그림 4-5]는 P.S.M 메뉴를 선택하였을 때 나타나는 화면으로 본인이 P.S.M 양식을 작성하려면 화면에서 공정안전작성 메뉴를 선택하면 된다. [그림 4-6]은 아파트 공사 조적작업공정시 P.S.M 작성 예를 보여주고 있다.

또한, 본 연구에서는 직접 현장적용이 가능한 공정표에 게재된 “잠재위험요인” 과 “조치내용” 칸을 만들어 제시하였다.(부록 10~15) 이는 컴퓨터 프로그램이 아니더라도 본 연구에서 제안한 양식을 이용할 경우, 현장에서 많은 노력을 줄일 수 있으므로 안전경영에 크게 기여할 것으로 기대된다.

제 5 장 결 론

- 1) 현재, 안전관리비를 협력업체가 직접 받아서 수행토록 되어 있으나, 자체 능력이 부족한 관계로 시행상에 문제점이 발생하고 있으며, 100억 이상의 하도급인 경우 자체 안전관리자를 독립적으로 두도록 되어 있어 유기적 운용도 미비한 상태이다. 따라서, 원 도급 건설회사의 자율안전관리제도가 정착됨으로서 협력업체의 자율안전관리 능력이 향상되며, 일종의 2중 안전장치인 P.S.M 기법이 정착된다면 공사의 실질적인 담당자인 협력업체 스스로의 능력이 제고될 수 있다.
- 2) 지금까지의 유해·위험 방지 계획서 심사제도는 당해 공사 전체를 수행하는데 필요한 안전관리계획을 작성하고, 노동부의 승인을 받으면 모든 것이 완료되는 것으로 인식되어 공정 중심으로 진행됨으로써 공사에 기반이 된 실제 안전대책이나 계획으로 접목되지 못한 문제점이 있었다. 그러나, P.S.M 기법을 적용하면 공종별로 각 공정에 따른 협력업체나 작업자들이 자신의 전문분야에 대한 의견이나 경험을 충분히 표출해 가면서 자율적인 안전관리와 더불어 품질 및 공정관리와 유기적으로 공사 진행이 가능할 것으로 사료된다.
- 3) 궁극적으로 P.S.M 기법을 활용한 S.S.M 제도의 활성화는 건설업체 자율안전관리 정착 및 사전 안전성 확보로 건설현장에서 발생하는 재해예방에 크게 기여할 것으로 판단된다.

제 6 장 활용방안 및 기대효과

본 연구의 결과는 기 시행되고 있는 S.S.M 제도의 문제점과 개선사항을 조사하여 향상된 S.S.M 제도의 권장안을 제시함으로써 자율안전관리제도를 정착 및 활성화를 도모할 것이다. 그리고, 선진 외국에서 실시하고 있는 건설재해예방책을 연구하여, 국내 건설공사에 적합한 P.S.M 기법을 도입하기 위한 권장안을 제시하였다. 아울러 P.S.M 기법을 컴퓨터 프로그램화하여 실무에서 보다 쉽게 적용하도록 방향을 제시하였다.

먼저, S.S.M 제도의 정착을 위해서는 표준안전관리비 사용결과를 방송매체를 통해 최소 1년에 1회 이상 발표하여 정상적인 안전관리유도를 촉진해야 한다. 또한, 실질적인 안전관리 운용권한을 현장안전관리자에게 부여해야 할 것이다.

원 도급자의 노력이 안전경영에 미치는 영향이 큰 것으로 나타나 향후에는 협력업체를 공개적으로 등록하여 자체 심사기준에 의거 객관적으로 선정하면 경쟁력 확보에도 도움이 될 것이다.

P.S.M 기법을 국내에 도입함으로써의 기대되는 효과로는 공정별 P.S.M에 대한 가중치 부여가 가능하여 원 도급 건설사 전체에 대한 정량 평가 또는, 협력업체별 공정에 따른 정량화가 가능하므로, 제 3자가 평가해도 큰 차이 없는 점수화를 함으로써 공정하게 순위를 결정할 수 있다. 그러므로, 신뢰를 바탕으로 한 대안 제시가 되어 동기 부여는 물론 지금까지와 다른 인식제고를 기할 수 있다.

또한, P.S.M 기법의 정량적, 실질적 공정을 기반으로 적용하여 시행하는 것은 결국, OSHAS 18000시리즈에 부합되어 별도의 노력 없이 국제적인 신뢰를

받을 수 있게 된다. 그러므로, ISO 인증 국제추세에 발맞추어 국내 건설사의 동반시행능력이 선진 안전확보국들과 동등한 위치에 있게 되어 국제입찰 등 경쟁력 제고에 크게 기여 할 수 있다.

참 고 문 헌

1. 강수현, “안전관리 요인과 효율성”, 박사학위논문, 명지대, 1998. 2
2. 김승현, “자율안전관리 정착을 위한 HPMA System에 관한 연구”, 석사학위논문, 부경대 산업대학원, 1996. 8
3. 김영웅, “건설공사 안전관리의 효율화 방안에 관한 연구”, 석사학위논문, 중앙대 건설대학원, 1989. 8
4. 김영택, “중소기업의 효율적인 안전관리 모델개발에 관한 연구”, 석사학위논문, 연세대 산업대학원, 1998. 2
5. 김종환, “건설공사 표준안전관리비의 효율적 운영방안에 관한 연구”, 석사학위논문, 연세대 산업대학원, 1995. 2
6. 손형구, “안전교육의 효율적인 지도방안 연구 : 중학교 학생을 중심으로”, 석사학위논문, 1973. 8
7. 윤문균, “무재해 작업장을 위한 자율안전활동 추진에 관한 연구”, 석사학위논문, 울산대 산업기술 대학원, 1998. 8
8. 이상춘, “건설공사의 효율적인 안전사고 대처방안에 관한 조사연구”, 석사학위논문, 중앙대 건설대학원, 1991. 2
9. 이주필, “직장 안전보건의 효율적인 추진방안에 대한 연구 : 소집전 활동을 중심으로”, 석사학위논문, 경희대 경영대학원, 1993. 8
10. 정상윤, “건설재해 예방과 안전관리 효율화 방안에 관한 연구”, 석사학위논문, 한국외국어대 세계경영대학원, 1997. 2

11. 조상영, “건설안전관리의 효율화 방안에 관한 연구 : 하도급에 따른 문제점과 개선방안을 중심으로”, 석사학위논문, 중앙대 건설대학원, 1995. 8
12. 황진학, “산업재해에 대한 기업의 효율적인 안전관리 대책”, 석사학위논문, 경희대 경영대학원, 1990. 2
13. 건설교통부, “강교량의 안전진단을 위한 비파괴검사법 적용기술의 개발: acoustic technique을 중심으로”, 1996
14. 건설교통부, “건설공사 안전관리 요령 : 토목일반”, 1997
15. 건설교통부, “도심지 지반굴착에 따른 토류구조물의 설계 및 안전관리시스템 개발”, 1995
16. 교통안전공단, “삭도 안전관리 실태에 관한 종합연구”, 1996
17. 대한전문건설협회, “전문건설업 실태조사 분석 보고서”, 1996
18. 대한전문건설협회, “전문건설업 실태조사 분석 보고서”, 1997
19. 대한주부클럽연합회, “가스안전 의식 및 실태에 관한 조사”, 1997
20. 서울특별시, “도로시설물 안전관리 백서 : 생명을 존중하는 안전한 서울”, 1996
21. 한국산업안전공단, “영세사업장 안전관리지원 사업장 명단”, 1997
22. 한국산업안전공단, “사업장 안전관리의 효율성 제고를 위한 제도개선 연구”, 1996
23. 한국산업안전공단 산업안전연구원, “종합안전관리자제도 도입방안에 관한 연구”, 1997
24. 한국산업안전공단 산업안전연구원, “산업재해추방을 위한 제도발전방안에 관한 연구”, 1997
25. 한국토지공사, “건설시공 및 안전관리실천계획”, 1996

26. Alex K, W. C., "Construction Safety Training in Hong Kong" , Hong Kong Occupational Safety and Health Association, 1998
27. Brenda Barretr, "Managing of Health and Safety with Worker Empowerment" , Middlesex University, U. K, 1998
28. Katsuji, O., "The Development of Self Regulatory Control in Safety in the Hong Kong Construction Industry" , Japan Construction Safety and Health Association, Japan, 1998
29. Leong, W. H., "A Benchmark Construction Safety Programme to Achieve Higher Productivity" , OSH Dynamics Sdn Bhd, Malaysia, 1998
30. Lin, J. Y., Lee, L. H. and Yu, S. W., "Implementation of Voluntary Protection Programs in Taiwan" , Industrial Technology Research Institute, Taiwan, 1998
31. LRQA Korea(주), "Workshop on Health and Safety Management Systems" , 1999
32. OHSAS, "Occupational Health and Safety Assessment Series 18802" , V8, 1999
33. Ow, C. N., "Hyundai-Zublin joint venture Safety Management System" , Land Transport Authority, Singapore, 1998
34. Soun, S. C., "Promoting Self Safty Management at Enterprise Level" , Korea Industrial Safety Corporation Korea, 1998

부 록

여 백

부 록 목 차

부록 1. 유해·위험방지계획서 심사에 관한 설문서	157
부록 2. 건설업체 자체심사 운용현황 설문서	162
부록 3. 자율안전관리 시행제도에 관한 설문서	165
부록 4. 아파트 공사현장 P.S.M 설문서	167
부록 5. 빌딩 공사현장 P.S.M 설문서	170
부록 6. 지하철 공사현장 P.S.M 설문서	173
부록 7. 교량 공사현장 P.S.M 설문서	176
부록 8. 중동의 Hazard Analysis and Control Programme 작성 사례 ..	179
부록 9. 미국의 Activity Hazard Analysis 작성 사례	183
부록 10. 아파트 공사시 P.S.M 제안양식	187
부록 11. 빌딩 공사시 P.S.M 제안양식	199
부록 12. 개착식 지하철공사시 P.S.M 제안양식	206
부록 13. 터널식 지하철공사시 P.S.M 제안양식	212
부록 14. Steel Box식 교량공사시 P.S.M 제안양식	220
부록 15. P. C Box식 교량공사시 P.S.M 제안양식	230

여 백

부록 1. 유해·위험방지계획서 심사에 관한 설문서

여 백

설 문 서

안녕하십니까? IMF이후 여러 가지 어려운 경제여건 하에서도 어려움을 극복하고 계시는 귀하의 노력에 경의를 표하고자 합니다.

정부에서 국가적 차원의 지원책을 내놓고 있는 중에 인사드리게 되어 그나마 다행이라 생각됩니다.

금번 저희들은 그간 시행되어온 규제완화와 더불어 자율안전이 정착되기를 바라는 진정한 마음에서 그간 시행되어온 유해·위험방지계획서 심사의 문제점을 파악하고, 근본적인 건설안전을 확보하기 위한 공정안전관리(PSM)를 실질적으로 현장체제에 운용하도록 대안을 제시하기 위해서 별첨과 같은 설문을 하게 되었습니다.

바쁘시더라도 꼭 실제대로 기록해 주시고 많은 의견 주시기를 깊이 바랍니다. 본 자료는 오직 연구를 위해서만 사용할 것임을 서약합니다.

1999. 4

서울시립대학교 토목공학과 이 송 교수

올림

서울산업대학교 안전공학과 손기상 교수

※ 우송주소

☎ 130-743

서울특별시 동대문구 전농동 90

서울시립대학교 토목공학과 이 송 교수

TEL. : 2210-2515 / FAX. : 2248-9406

여 백

〈표 1-1〉 유해·위험방지계획서 심사에 관한 설문서

98년도 매출액					
유해·위험방지계획서를 작성하여 준공된 1995.1~1998.12까지 4년간 실적을 기록 요망합니다.					
유해·위험방지계획서 자체심사 가능여부(O, X) (자체심사능력과 관계없이 회사 관 행상 또는, 당해공사에 대해서 회 사내에서 했는지 아니면 외부에 의뢰했는지 여부)					
유해·위험방지계획서를 자체심사 할 경우 능력정도 (수, 우, 미, 양, 가)					
유해·위험방지계획서 자체심사능 력향상을 위한 제도 및 개선방법 (자체적으로 능력향상을 할 수 있 거나 아니면 정부보조를 받아야 되는 내용 등을 자세히 기록해 주 십시오..)					

※ 공사내용이 많아서 지면이 부족할 경우 뒷면에 기록 요망합니다.

부록 2. 건설업체 자체심사 운용현황 설문서

〈표 2-1〉 건설업체 자체심사 운용현황 설문서

지정기간 1998. 7. 1 ~ 1999. 8. 27

설 명 항 목		내 용
1. 공사총 매출액	98. 7월 이전	
	98. 7월 ~ 99. 8월	
2. 안전업무 직원수	98. 7월 전	
	98. 7월 ~ 99. 8월	
3. 지정된 이후 어느 정도 자율적으로 시행되었는가 ?		
4. 공단심사에 비해서 얼마나 도움이 되었는가 ?		
5. SSM제도를 계속 유지할 필요성이 있는가 ?		
6. 유지할 필요성이 있다면 업체입장에서 필요한 제도개선 및 보조사항은 ?		
7. 건기법에 따른 안전관리계획서 시행과 상충되는 애로사항은 ?		

〈표 2-2〉 건설업체 자체심사 운용현황 설문서

지정기간 1997. 11. 15 ~ 1998. 6. 30

설 명 항 목		내 용
1. 공사총 매출액	97. 11월 이전	
	97. 11월 ~ 98. 6월	
2. 안전업무 직원수	97. 11월 이전	
	97. 11월 ~ 98. 6월	
3. 지정된 이후 어느 정도 자율적으로 시행되었는가 ?		
4. 공단심사에 비해서 얼마나 도움이 되었는가 ?		
5. SSM제도를 계속 유지할 필요성이 있는가 ?		
6. 유지할 필요성이 있다면 업체입장에서 필요한 제도개선 및 보조사항은 ?		
7. 건기법에 따른 안전관리계획서 시행과 상충되는 애로사항은 ?		

부록 3. 자율안전관리 시행제도에 관한 설문서

〈표 3-1〉 자율안전관리 시행제도에 관한 설문서

설 문 문 항		응 답 문 항				
1	표준안전관리비의 본사 인건비 지출비용은 얼마이상이 바람직하다고 생각하는지 ○표 하시오.	2%	3%	4%	5%	6%이상
2	자율안전관리 정착을 위한 가장 효과적인 방법은? 중요한 순서대로 표시해 주십시오.	① 안전전담관리자 배치인원이 많을수록 보험료를 할인해 준다 ② 중대 재해 발생시 누적 벌금제를 적용하여 회사경영에 타격을 주도록 한다. ③ 건설안전을 공인기관에 의해 평가하여 실적에 따라 공사 수주에 혜택을 부여한다. ④ 실질적인 공정별 위험분석을 발굴 조사하여 공사 수주에 보상한다.				
3	본사 및 현장안전관리비 실비 정산제도 도입은 국가기관에 의해서 진행상태를 조사하여 방송매체로 공시하는 것이 바람직하다. 1년에 몇 회 이상이 적절한가?	① 1회 ② 2회 ③ 3회 ④ 4회 이상				
4	안전관리의 효율성 즉, 건설업체 자율안전관리를 위해 가장 바람직한 제도는?	① 안전관리를 본사에 모든 권한을 집중하여 운용한다. ② 실질적 운용권한을 현장소장에 모두 부여한다. ③ 실질적인 운용권한을 현장안전관리자에게 부여한다. ④ 본사 50%, 현장 50% 반절씩 분담한다.				
5	원도급 건설회사가 협력업체를 육성하는데 드는 비용이 적지 않는 점을 고려할 때 양자 협력을 위한 원도급자의 노력이 안전경영에 미치는 영향은?	① 너무나 크다. ② 비용이 드는 점을 고려하면 큰 효과가 없다. ③ 100억원 이상 건설공사시에 안전관리자를 각자 두게 되어 있어 본사와 영향이 없다. ④ 관계없다.				
6	자율안전관리는 정부의 일제간섭이나 의무제도 없이 건설사 스스로의 계획에 따라 시행하되 사고발생시 책임도 크게 부여되는 제도이지만 스스로 책임지는 제도가 정착되는 것이 바람직하다. 그 시기는 향후 몇 년도에 가능한가?	① 제도만 개선되면 경과 년도에 관계없다. ② 2년 ③ 3년 ④ 4년 ⑤ 5년 ⑥ 5년 이후				

부록 4. 아파트 공사현장 P.S.M 설문서

〈표 4-1〉 아파트 건설현장 P.S.M 설문지

공사 종류	공사 방식	작업 공정	잠재 위험 요인	조치 내용
아 파 트	라 멘 식	가설작업		
		토공 / 흙막이작업		
		파일작업		
		철근 콘크리트작업		
		조적작업		
		미장/ 방수/ 타일작업		

〈표 4-1〉 아파트 건설현장 P.S.M 설문지(계속)

공사 종류	공사 방식	작업 공정	잠재 위험 요인	조치 내용
아 파 트	라 멘 식	창호/ 유리작업		
		잡공/ 금속작업		
		설비작업		
		전기작업		
		정화조작업		
		옥외작업 (옹벽/오·우수)		
		부대작업 (상가/유치원/ 관리실)		

부록 5. 빌딩 공사현장 P.S.M 설문서

〈표 5-1〉 빌딩 건설현장 P.S.M 설문지

공사 종류	공사 방식	작업 공정	잠재 위험 요인	조치 내용
빌딩	건축공사	가설작업		
		기초 / 토공작업		
		철근콘크리트 작업		
		철골가공 / 철골세우기작업		
		조적작업		
		방수 / 타일작업		
		석공/목공/ 금속작업		

〈표 5-1〉 빌딩 건설현장 P.S.M 설문지(계속)

공사 종류	공사 방식	작업 공정	잠재 위험 요인	조치 내용
빌 딩	건 축 공 사	미장 / 도장작업		
		창호 / 유리작업		
		수장작업		
		외장작업		
		잡공 / 정화조작업		

부록 6. 지하철 공사현장 P.S.M 설문서

〈표 6-1〉 개착식 지하철 건설현장 P.S.M 설문지

공사 종류	공사 방식	작업 공정	잠재 위험 요인	조치 내용
지 하 철	개 착 식	H-Pile 항타 / 차수벽작업		
		토공 / 가시설작업		
		구조물 / 방수작업		
		가시설 해체 / 되 메우기작업		
		계단/출입통로 / 에스컬레이터 / 포장작업		

〈표 6-2〉 터널식 지하철 건설현장 P.S.M 설문지

공사 종류	공사 방식	작업 공종	잠재 위험 요인	조치 내용
지 하 철	터 널 식	입·출구작업 (갱구부/수직구)		
		발파작업		
		상반굴착작업		
		하반굴착작업		
		방수/ 바닥콘크리트 작업		
		보강그라우팅 작업		
		라이닝콘크리트 작업		

부록 7. 교량 공사현장 P.S.M 설문서

〈표 7-1〉 Steel Box식 교량 건설현장 P.S.M 설문지

공사 종류	공사 방식	작업 공정	잠재 위험 요인	조치 내용
교 량	S T E E L B O X	가 Bent 기초 콘크리트 타설작업		
		가 Bent 설치작업		
		런칭 트러스 이동 / 크레인 거치작업		
		Box 인양/ 설치작업		
		Paint up 작업		
		낙하물방지망/ 브라켓 가설작업		
		상판거푸집 설치작업		
		철근가공/ 조립작업		
		콘크리트 타설작업		
		브라켓/ 상판거푸집/ 낙하물방지망 해체작업		

〈표 7-2〉 P.C Box식 교량 건설현장 P.S.M 설문지

공사 종류	공사 방식	작업 공정	잠재 위험 요인	조치 내용
교 량	P C B O X	Full Staging 가설작업		
		외관 거푸집 조립작업		
		철근 조립작업		
		쉬스판 배치작업		
		내측 거푸집 조립작업		
		콘크리트 타설작업		
		인장 강선 삼입/긴장작업		
		Full Staging 해체작업		
		거푸집 해체작업		

부록 8. 중동의 Hazard Analysis and Control
Programme 작성사례

〈표 8-1〉 중동의 Hazard Analysis and Control Programme 작성사례

HAZARD ANALYSIS AND CONTROL PROGRAMME SHEETS

001	Civil Works	Excavation
002	Civil Works	Concreting and Shuttering
003	General	Transportation of Gas Cylinders
004	General	Gas Cutting
005	General	Grinding
006	General	Welding
007	General	Diesel Engines
008	Mechanical Installation	Radiography
009	Mechanical/PreCommissioning	Pressure Testing-PLANT
010	Electrical Installation	Cable Drum Handling
011	Electrical Installation	Cable Pulling
012	Electrical Installation	Cable Laying/Cable Termination
013	General	Material Handling
014	General	Handling of Steel
015	General	Handling of Timber
016	Civils	Concrete Pours
017	Civils	Steel Fixing
018	Civils	Backfilling of Excavation
019	Mechanical Installation	Transportation/Lifting of heavy Equipment
020	Temporary Works	Erection of Scaffolding
021	Temporary Works	Provision & Maintenance of Safe Scaffolding
022	Temporary Works	Dismantling of Scaffolding
023	General	Use of Hazardous Substance
024	Civil Works	Erection of Fencing
025	Civil Works	Fabrication of Gates
026	Civil Works	Erection of Gates
027	General	Removal/Disposal of Waste
028	Mechanical	Erection of Steel Work
029	Mechanical	Installation of Pipeline and Valve Fittings
030	Electrical	Electrical Works
031	Civil Works	Rock Drilling
032	Civil Works	Rock Blasting
033	Site Preparation	Earth works
034	General	Site Transport
035	Pre-Commissioning	Hydrotest-PIPELINE

〈표 8-1〉 중동의 Hazard Analysis and Control Programme 작성사례(계속)

HAZARD ANALYSIS AND CONTROL PROGRAMME

CIVIL WORKS

REF No.- A-001

ACTIVITY	
EXCAVATION	
HAZARDS	
A)Cables/pipelines buried underground	G)Accumulation of gas/water.
B)Existing structure/buildings.	H)Local air pollution
C)Existing pipes being struck or cracking at joints.	I)Health effects(noise, vibration, dusts)
D)Vehicles/Plant driving into excavation	J)Damage to topsoil.
E)Personnel falling into excavation	K)Groundwater pollution
F)Collapse of excavation	L)Damage to archaeological sites.
	M)Damage to environmental sensitive areas
CONTROL MEASURES	
1) Cable avoidance toll to be used prior to excavating in order to determine cable routes	
2) Services drawings to be used to determine cable/pipeline route.	
3) Trial hand digging to be undertaken in order to verify cable/pipeline route.	
4) Detailed study to be undertaken if excavation work is to be carried out adjacent to existing and/or temporary foundations/buildings. Temporary shoring or supporting of structures in order to prevent collapse to be approved and acted prior to commencement	
5) Pipe work/Cables exposed by excavation to be supported.	
6) Stops/Barriers to be provided, where necessary, at excavation edges in order to prevent vehicles driving into them.	

〈표 8-1〉 중동의 Hazard Analysis and Control Programme 작성사례(계속)

- 7) Banks men to be provided whenever vehicles are working adjacent to excavation.
- 8) Guard-rails to be erected around excavations where risk of falling 2 meters or more.
- 9) Excavations deeper than 1.1 meters to be adequately battered, benched or supported.
- 10) Adequate means of access/egress into excavations to be provided.
- 11) Observation of surface clearing and grading to identify and record any buried sites. Where significant finds are located along the proposed route of the pipeline, the route will be deviated.
- 12) Environmental sensitive areas the pipeline working strip will be restricted.
- 13) All excavations, stockpiles, embankments, haul roads, access roads, waste areas, borrow areas and other work area shall be maintained to prevent dust that would cause a hazard or nuisance to others.
- 14) Suitable materials intended for re-use should be used as soon after excavation as possible otherwise they shall be stock-piled at a location approved by the principal. Temporary stockpiling shall be such that the properties and composition of materials intended for use as construction materials at a later stage will not change. The influence of stockpiling on ground water, drainage and adjacent structures and services shall be investigated and where necessary suitable measures should be taken. Areas used for temporary stockpiling shall be kept clean and orderly and shall be restored to their original condition before completion of works
- 15) Minimise landtake including restricting operations which can take place outside site areas e.g. turning vehicles.

부록 9. 미국의 Activity Hazard Analysis 작성 사례

〈표 9-1〉 미국의 ACTIVITY HAZARD ANALYSIS 작성사례

Principal Steps	Potential Hazards	Recommended Controls
1. Excavation	1. Planning	Prior to opening an excavation, underground installations(e, g, sewer, telephone, water, fuel, electric lines) shall be located and protected from damage or displacement utility companies and other responsible authorities shall be contacted to locate and mark the locations and, if they so desire, direct or assist with protecting the underground installations.
	2. Injuries by Falling Down Excavated Area.	a. Warning signs shall be posted as many as necessary around the excavated area b. Be installed proper barricade system as specified in EM 385-1-1 along the all excavated area c. Safety Engineer shall stay job-site while the working is being processed and he shall inspect the condition of installed barricade system. d. When persons will be or around an excavations, the excavation, the adjacent area, and protective systems shall be inspected daily, as needed throughout work shifts, and after every rainstorm or other hazard-increasing occurrence by a competent person. e. If evidence of situation which could result in possible cave-ins, slides, failure of protective systems, hazardous atmospheres, or other hazardous condition is identified, exposed workers shall be removed from the hazard and all work in the excavation stopped until all necessary safety precautions have been implemented. f. The sides of all excavations which employees are exposed to danger from moving ground shall be guarded by a support system, sloping or benching of the ground, or other equivalent means. g. Excavations less than 1.5m(5Ft) in depth and which a competent person examines and determines there to be no potential for cave-in do not require protective systems.
Equipment to be used	Inspections Requirement	Training requirements

〈표 9-1〉 미국의 ACTIVITY HAZARD ANALYSIS 작성사례(계속)

Principal Steps	Potential Hazards	Recommended Controls
1. Excavation	3. Protection from Falling Material	a. Employees shall be protected from loose rock or soil which could create a hazard by falling from the excavation wall. b. Materials, such as boulders or stumps, that may slide or roll into the excavation shall be removed or made safe. c. Excavation material shall be placed at least 0.6m(1.2Ft) from the edge or an excavation or shall be retained by devices which are sufficient to prevent the material from falling into the excavation, in any case, material shall be placed at a distance to prevent excessive loading on the face or the excavation.
	4. Injuries by Ignoring of Personnel Safety Apparatus	a. Safety had hat, safety boots safety gloves and especially make for dust should be worn by all personnel safety apparatus in the every morning's tool box meeting and any defective equipment shall not be issued to works.
	5. Injuries by Ignoring Safe work Clearance of Heavy Equipment or Vehicular Mishap	a. Safety engineer shall inspect all heavy equipments which will be used for that day's work every morning before work is commenced and shall submit check list for heavy equipment to Q.A Report. b. Any defective heavy equipment as specified EM385-1-1 shall not be used in the work and every heavy equipment shall be inspected before during and after work by safety. c. All driver or operator shall bear valid license and safety engineer shall check-up it every morning d. Traffic rule on post shall be kept in any case and safety engineer shall have all driver or operators known this in every morning's safety meeting. e. Back horn shall be equipped with every heavy equipment and safety engineer shall check-up this before work is commenced. f. Safe work clearance or heavy equipments shall be kept for worker's safety. Inorder to do this, quality controller and his coordinator shall watch while any heavy equipment is in operation, This safe work clearance shall be instructed to all Q.C and workers repeatedly in the every morning's safety meeting.

〈표 9-1〉 미국의 ACTIVITY HAZARD ANALYSIS 작성사례(계속)

Principal Steps	Potential Hazards	Recommended Controls
1. Excavation	6. Injuries by Collapses or Excavated Soil or Excavation area.	a. Excavating equipment shall not be allowed to raise, lower, or swing loads over personnel in the excavation without substantial overhead protection. b. Ground water shall be controlled Freezing, pumping drainage, and similar control measures shall be planned and directed by a registered engineer. Consideration shall be given to the existing moisture balances in surrounding soils and the effects on foundations and structures if it is disturbed. When continuous operation of ground water control equipment is necessary, an emergency power source shall be provided. c. Diversion ditches likes, or other means shall be used to prevent surface water entering an excavation and to provide good drainage or the area adjacent to the excavation. d. Excavated unsuitable soil shall be removed from the job site as soon as the excavation is finished on daily base. f. Ladders used as accessways shall extend from the bottom of the excavation to not less than 0.9m(3ft) above the surface. When personnel are required to enter excavation over 1.2m(4ft) in depth sufficient stairs, ramps or ladders shall be provided to require no more than 7.5m(25ft) of later travel. g. Bracing or shoring of trenches shall be carried along with the excavation

부록 10. 아파트 공사시 P.S.M 제안 양식

〈표 10-1〉 가설 작업공정

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
아 라 가 설 작 업 식 (A)(R)(II)	파 멘 트	가 설		1)가설비계 설치 및 해체시 추락	→안전벨트 착용, 추락방지망 설치, →안전교육 실시, 주변지역 통제	ARTI01	32
				2)가설구조물 전도	→가설구조물기초 부등침하방지 →가새보강 및 연결부위 견고하게 설치,	ARTI02	14
				3)감전	→누전차단재에 전기제품을 연결, →고압케이블 방호캡 설치, 안전교육 실시	ARTI03	8
				4)가설제단, 승강로에 안전시 설 미비	→표준 안전난간 설치	ARTI04	6
				5)비계설치시 손상된 자재사용으로 인한 붕괴	→자재의 적격여부 검사, 기성제품을 사용 →노후된 자재는 적절한 교체	ARTI05	6
				6)자재 인양중 충돌에 의한 낙하물 재해	→철저한 신호체계 확립, 인양 시설물안전화 인, 신호수 배치 →주출입구 통로상부에 낙하보호판 설치	ARTI06	6
				7)작업발판 불량으로 인한 추락	→안전난간 설치후 작업	ARTI07	6
				8)lift 출입문에서 추락	→lift 안전문 잠금 철저	ARTI08	4
				9)개구부 덮개해체로 인한 추락	→안전시설 임의 해체 금지	ARTI09	4
				10)지형 약조건으로 인한 장비전도와 장비에 대한 지식부족	→지형 평탄화, 장비교육 →기준이상 악천우시 작업중지	ARTI10	4
				11)외부인 현장내 출입 위험	→가설펜스 설치하여 구획 형성	ARTI11	4
				12)가설통로의 조명상태 불량	→적절한 조도상태 유지	ARTI12	2
				13)자재운반시 요통	→작업시간전 안전체조 및 TBM 실시	ARTI13	2
				14)전주심기, 가공선로 설치시 장비전도	→장비 전도방지 지형정리, 작업지휘자 배치	ARTI14	2

〈표 10-2〉 토공/흙막이 작업공정

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
아 라 파 멘 트 식 (A) (R) (SR)		토 공 / 흙 막 이 작 업		1)지하매설물 파괴 위험	→매설물의 방호조치, →굴착전 지하매설물 조사	ARSR01	20
				2)터파기 구간내 추락	→추락방지망 설치, 안전벨트착용 →안전간판 설치	ARSR02	18
				3)토사 붕괴	→안정처리, 우수유입 방지, 계측기 활용 →붕괴방지를 위해 사면 안정각 유지	ARSR03	16
				4)장비작업시 협착 및 충돌	→회전반경내 출입금지, 신호수배치 →철저한 점검	ARSR04	15
				5)지하수 용출 위험	→집수방법, 양수기 위치의 적절성 확인	ARSR05	12
				6)히빙, 보링 등에 의한 지반붕괴	→연약 지반 개량후 작업, 토질조사, 장비가 움직일 수 있도록 지반강화 →말뚝 주변 지반상태 체크	ARSR06	7
				7)토류판의 파괴	→토류판 뒷채움 철저히 감독 지시 →임지말뚝은 설치위치를 업체에 위임하지 말고 현장 기술자 의견 반영 →판과 판사이의 밀착상태 체크 →부적격 자재 사용금지	ARSR07	5
				8)계측오류에 의한 붕괴	→Data 결과에 대한 정밀분석 생활화 →현장 기술자중 2명이상 전문교육 이수하도록함	ARSR08	3
				9)감전재해	→전선에 절연 캡을 씌움/안전교육	ARSR09	2
				10)장비의 매몰	→토공 사전 지반조사	ARSR10	2

〈표 10-3〉 파일 작업공정

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
아 라 파 멘 트 (A)	라 파 식 (R)	파 일 작 업 (PW)		1)파일 운반중 낙하	→신호수 배치, 작업반경내 출입금지 →유도 line 사용	ARPW01	24
				2)천공작업시 장비 및 파 일의 전도	→Wire 점검 및 결속 철저 →장비이동시 유도자 배치	ARPW02	20
				3)적재된 파일의 붕괴	→4단이상 적재 지양 및 과적재 금지 →고임목을 설치	ARPW03	17
				4)파일작업시 협착 위험	→파일작업간 작업자 통행금지 →상호 신호체계 확립 →해머의 잠금장치 확인	ARPW04	15
				5)항타시 파손으로 인한 재해	→교육실시, 규격에 맞는 장비사용 →사전 자재의 검수	ARPW05	10
				6)지하매설물 파손	→시공전 지하매설물 확인	ARPW06	7
				7)파일사이 발빠짐 사고	→두부 정리후 덮개 설치	ARPW07	5
				8)장비사용시 감전재해	→전선에 절연 캡을 씌움	ARPW08	2

〈표 10-4〉 철근콘크리트 작업공정

종류	공사		공사 기간	잠재위험 요인들	조치내용들	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
아 라 파 멘 트 식 (A)(R)(CW)		철 근 콘 크 리 트 작 업		1)장비에 의한 협착 및 충돌	→전기톱 Cover, 장비 일일점검 →장비주위 출입금지 표지판 설치	ARCW01	19
				2)추락 위험	→안전 난간대 설치, 작업발판 점검 →안전벨트 의무화, 안전대 사용	ARCW02	17
				3)낙하물에 의한 재해	→개인보호구 착용 철저/신호수 배치 →낙하물방지망 시공, 안전통로 확보 →슬라브 선단부 자재적재금지	ARCW03	14
				4)감전위험	→접지선 연결	ARCW04	10
				5)콘크리트 타설시 붕괴	→동바리 수직도 유지	ARCW05	8
				6)거푸집 해체후 붕괴	→순서에 입각한 해체 →해체전 낙하 및 비래 예상물 제거 →철거한 거푸집 존치기간 준수	ARCW06	7
				7)전도위험	→작업통행로 확보 →거푸집 설치시 써포트 설치 →중간에 별도의 지지대로 연결하여 좌굴로 인한 사고를 사전예방	ARCW07	6
				8)불량 가설재로 인한 슬라브 붕괴	→가설재 검정필 여부 필히 확인 →지보공간격 준수	ARCW08	4
				9)자재운반시 작업자의 요통	→운반작업시 바른자세 유지 지도 →1인 20kg 운반금지	ARCW09	4
				10)수직철근의 붕괴	→흔들림을 막고 균형을 유지하기 위한 수평철근을 조립/콘크리트 압송시 충분히 견딜 수 있도록 조립	ARCW10	3
				11)GANG FORM 인양시 추락	→인양시 결속철거 →하부작업자 확인후 작업	ARCW11	3
				12)승강기 PIT 추락위험	→2개층 마다 슬래브를 배근	ARCW12	3
				13)자바라 이동시 걸림에 의해 전도	→자바라 이동시 2인이상 동시 이동	ARCW13	1
				14)돌출물에 찰림	→보호캡 설치	ARCW14	1

〈표 10-5〉 조적 작업공정

종류	공사		공사 기간	잠재위험 요인들	조치내용들	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
아 라 조 적 작 업 식 (A, R) (MW)				1)추락위험	→안전난간대 및 안전그물망 설치 →작업발판은 견고하게 고정 →개인보호구 착용	ARMW01	31
				2)낙하물에 의한 재해	→Toe Board 설치, 사용량의 자재적재 금지 →낙하물방지망 설치/작업장 하단통행 제한 →엘리베이터 주위 벽돌 등의 적재금지	ARMW02	27
				3)운반시 운반도로 불량, 무리한 운반에 의한 벽 돌 전도 및 충돌	→작업통행로 확보, 정리정돈 조치	ARMW03	16
				4)협착재해	→lift 이동운반 작업	ARMW04	8
				5)작업원의 전도	→비계층 설치, 개인보호구 착용 철저	ARMW05	6
				6)작업준비를 위한 이동 식 비계위에 자재 적재 시 붕괴 위험	→과다한 자재적재 금지	ARMW06	5
				7)물탈작업중 미끄러짐	→작업발판 수시청소	ARMW07	3
				8)작업자의 요통	→무리한 작업근절	ARMW08	2
				9)lift 중량 준수 미실시	→lift 중량 준수여부 감독	ARMW09	2

〈표 10-6〉 미장/방수/타일 작업공정

종류	공사		공사 기간	잠재위험 요인들	조치내용들	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
아 라 파 멘 트 식 (A) (R)		미 장 / 방 수 / 타 일 작 업 (WT)		1)고소작업시 추락사고	→안전난간대 설치, 개인보호구 사용철저 →외부 타일공사시 장기간 작업을 최소화 →견고한 작업발판 설치 →2m 이상 미장작업시 비계설치 및 발판을 구비	ARWT01	28
				2)감전사고	→장갑사용, 절연상태, 누전여부 확인 →전선 지상정리, 규격품 사용	ARWT02	15
				3)유해물질의 부주의한 취급으로 인한 화재 및 상해	→아스팔트, 도막방수시 화재, 화상 방지 →안전 담당자 배치, 폭발위험물 보관 철저 →적당량 가열, 소화기 및 방화포 비치	ARWT03	14
				4)낙하물에 의한 사고	→과대적재 금지, 안전모 착용 →작업구역 관제자와 출입을 금지 →적정 운반통로 확보	ARWT04	12
				5)내부질식	→수시 산소농도 측정, 환풍기 설치 →외부감시자 배치후 작업	ARWT05	10
				6)이동식비계사용시전도사고	→2인 1조 운반, 적재 정량	ARWT06	9
				7)무리한 삼질로 허리재해	→작업량 조절, 적정시간 휴식	ARWT07	5
				8)장비운전 미숙에 의한 사고	→작업안전방법 주지, 사용방법 습득	ARWT08	3
				9)믹서기 동력 구동부위 방호장치 미설치	→방호덮개 설치 →방호장치 부착기계 반입	ARWT09	2
				10)lift 사용에 따른 위험	→안전문 스프링 작동에 의한 자동단합 장비가 구비된 제품사용	ARWT10	2

〈표 10-7〉 창호/유리 작업공정

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
아 라 파 멘 트 식 (A) (R)		창 호 / 유 리 작 업 (DG)		1) 추락위험	→ 안전벨트 착용, 안전교육 실시 → 접근금지 표지 설치 → 공사전 TBM을 실시하고 작업 → 흡착판 확인, 이물질 제거, 노후 흡착 기 교체	ARDG01	32
				2) 낙하물에 의한 재해	→ 하부작업자 확인후 작업 → 운반작업시 곤도라 라이닝 점검, 바 닥고임재 사용	ARDG02	20
				3) 유리에 의한 좌상 및 베임	→ 보호구 착용, 장갑 착용 → 불안정한 행동금지 교육 → 작업장 청결 유지	ARDG03	16
				4) 원치 사용시 용량초과로 와이어절단 및 전도	→ 적정 중량 인양하도록 감독 철저	ARDG04	16
				5) 협착 재해	→ 단독작업 금지, 2인 1조 작업 수칙 준수	ARDW05	8
				6) 운반된 유리의 전도	→ 세워서 보관, 받침목 설치 → 전용 보양틀 사용하여 보관, 타작업 자 접근 금지	ARDG06	8

〈표 10-8〉 잡공/금속 작업공정

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
아 라 파 트 (A) (R) (TM)	식 작 업	잡 공 / 금 속 작 업		1)감전 재해	→자동 전격방지기 설치 →결손전선 사용금지, 보호구 착용 →용접기 점검상태 확인 →자격증소지자가 작업, 우천시 작업금지	ARTM01	33
				2)추락 위험	→보호구 착용 철저 →외부작업시 이동식비계 탑승전 안전 대 우선 착용후 탑승 →작업간 감독자와 신호수 배치 →개구부 표시 및 덮개 설치	ARTM02	23
				3)절단작업시 화상	→토시, 앞치마 착용	ARTM03	13
				4)용접불꽃에 의한 상해	→보안경, 용접면 착용	ARTM04	10
				5)밀폐공간에서 질식	→환풍, 환기시설 설치	ARTM05	7
				6)화재사고 위험	→인화성물질 격리 보관, 소화기 비치	ARTM06	5
				7)운반작업시 요통	→운반작업시 바른자세 유지	ARTM07	3
				8)상, 하 동시작업시 낙하 재해	→상, 하 동시작업 금지	ARTM08	3
				9)날카로운 곳에 좌상주의	→보호구 착용	ARTM09	3

〈표 10-9〉 설비 작업공정

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
아 라 파 멘 트 식 (A)(R)(FW)		설 비 작 업		1)감전 위험	→자동 전격방지기 설치 →결손전선 사용금지 →안전표지판 설치 →습한 지역 및 우천시 작업금지 →누전차단기 및 과부하 방지장치 설치	ARFW01	34
				2)추락 위험	→표준 규격 발판 사용 →외부 가스배관 작업시 안전그네 착용 →B/T 비계 표준설치기준 준수 →개구부 봉쇄 →중량물 운반시 적정인원 배치	ARFW02	22
				3)화재사고 위험	→자재정리 및 소화기 비치 →위험물저장소 설치 →화성물질 격리 보관	ARFW03	17
				4)용접불꽃에 의한 상해	→보안경, 용접면 착용	ARFW04	9
				5)운반작업시 요통	→운반작업시 바른자세 유지 →장비로 자재운반	ARFW05	7
				6)연마기 파손으로 인한 비산	→연마기 덮개 설치 및 안면보호면 착용 →무리한 작업금지	ARFW06	5
				7)절단작업시 화상	→토시, 앞치마 착용	ARFW07	3
				8)지하시설물에서 질식	→환기시설 설치	ARFW08	3

〈표 10-10〉 전기 작업공정

공사			공사 기간	잠재위험 요인들	조치내용들	컴퓨터 코드	가중 치
종 류	방 식	공 종					
아 라 파 트 (A)	라 멘 식 (R)	전 기 작 업 (EW)		1)감전재해	→안전거리 확보 및 hot stick 사용 →고압전류에 대한 울타리, 안전표지판 설치 →노후 접속부 절연상태 수시 점검 및 이동기구 보호망 사용, 코드선 영킴 주의 →정전작업시 반드시 전원차단 →철재 가설 분전반을 플라스틱 패널로 교체하여 감전사고 예방 →양수작업전 양수기 안전상태 확인 →바닥에 깔린 전선은 벽체에 고정설치 →분전반의 시건장치 설치	AREW01	63
				2)고소작업시 추락재해	→안전벨트 착용, 사다리 고정철저 →B/T 비계 등 작업발판 사용	AREW02	28
				3)고속절단기 사용시 재해	→고속절단기 cover 설치	AREW03	6
				4)전선 pulling 작업시 요통 재해	→안전보건체조 실시	AREW04	3

〈표 10-11〉 정화조 작업공정

공사			공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
종 류	방 식	공 종					
아 라 파 트 (A)	라 멘 식 (R)	정 화 조 작 업 (CL)		1)질식 위험	→환기시설 설치, 작업전 산소농도 측정 →2인 1조 작업, 외부 감시자 배치 →송기 마스크 등 보호구 착용	ARCL01	52
				2)슬래브 개구부 추락위험	→거푸집 해체직후 개구부 난간 설치 →텐홀 개구부 안전표시, 충분한 조명 설치	ARCL02	26
				3)고소작업시 추락 위험	→비계를 설치 및 안전대 착용 →정화조 장비는 기계로 양중하여 설치	ARCL03	18
				4)자재운반시 충돌위험	→신호수 배치	ARCL04	4

〈표 10-12〉 옥외 작업공정

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
아라파트 (A)(R)	옥외작업	(OW)		1)추락 재해	→비계를 설치, 안전벨트 착용 →승하강용 사다리 설치, 야간 식별등 설치	AROW01	28
				2)우수에 의한 법면 및 단부 붕괴	→법면 cover 설치 →배수로 확보, 배수공 설치, 막힘 확인	AROW02	24
				3)장비와 충돌 및 협착	→반드시 신호수 배치	AROW03	21
				4)낙하물에 의한 재해	→낙하물방지망 설치후 안전표지판 부착 →양중장비 사용	AROW04	11
				5)철근, 거푸집설치 불량에 따른 붕괴, 협착	→붕괴, 전도 방지를 위한 고정조치, 작업관리감독 철저	AROW05	7
				6)우천작업시 맨홀에 추락	→안전표지 설치 및 폐쇄 조치	AROW06	3
				7)휴대용 전기톱에 의한 절단 상해	→안전덮개 설치	AROW07	3
				8)지하 매설물의 파괴	→사전 줄파기 확인후 작업	AROW08	3

〈표 10-13〉 부대 작업공정

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
아라파트 (A)(R)	부대작업	(AW)		1)추락 위험	→외부 비계를 설치, 안전대 착용 →안전테이프 설치 및 통행금지 조치 →개구부 사전파악 및 봉쇄 →미끄럼 방지 라인 설치	ARAW01	42
				2)바공지붕 콘크리트 타설시 붕괴	→Pipe support 전도방지 조치 →수평연결재 설치	ARAW02	19
				3)전기감전	→전선피복상태 점검, 과전류 방지장치	ARAW03	15
				4)백호등 장비와 근로자 충돌 및 협착	→신호수 반드시 배치	ARAW04	12
				5)자재 및 장비 정리불량에 따른 전도, 충돌재해	→작업장 주변 정리정돈 철저	ARAW05	8
				6)상가의 캐노피 골조공사시 하중을 고려치 않아 처짐	→캐노피 골조공사시 하중을 고려하여 처짐에 대한 사전방지	ARAW06	4

부록 11. 빌딩 공사시 P.S.M 제안 양식

〈표 11-1〉 가설 작업공정

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
빌딩 (O)(A)(II)	건축 공사	가설 작업		1)가설전기 설치시 감전	→유자격자가 전담, 접근금지 표시 →전선 피복상태 확인 →젖은 손으로 작업금지	OATI01	34
				2)가설건물 설치시 추락	→주위의 개구부는 난간대 설치 →보행자 안전통로설치, 작업반경내 접근 금지	OATI02	18
				3)가설전주 및 가설 펜스 파괴에 의한 재해	→신호수 지정 및 구멍로프 사용	OATI03	18
				4)Lift 사용시 추락, 충돌	→양중장비에 대한 운영체계확립 →전담요원 배치	OATI04	12
				5)중량물 인양시 낙하	→작업전 로프 점검 및 신호수 지정 →적합한 와이어 사용	OATI05	12
				6)가설전기 설치시 발생되 는 재해	→유자격자가 설치하도록 조치	OATI06	6

〈표 11-2〉 기초/토공 작업공정

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
빌딩 (O)(A)(FS)	건축 공사	기초/ 토공 작업		1)보 및 흙막이 토류판의 변형에 의한 침하, 붕괴	→철저한 계측으로 사전 위험 파악	OAFS01	31
				2)장비작업중 작업반경내 의 충돌	→신호수 배치 →작업반경내 접근금지 펜스 설치	OAFS02	23
				3)굴착지에 추락 위험	→안전펜스설치 →야간작업시 조명설치	OAFS03	23
				4)굴착사면 붕괴	→안식각으로 굴착, 과굴착 금지	OAFS04	15
				5)지하매설물	→지하탐사기 이용, 줄파기 실시	OAFS05	8

〈표 11-3〉 철근콘크리트 작업공정

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
빌딩 (O)	건축공 (A)(CW)	철근콘크리트 작업		1)양중시 낙하 위험	→철근다발을 철선으로 묶고 양중 →전문 신호수 배치	OACW01	37
				2)절단작업시 손가락 절단 및 감전	→작업전 안전교육시행, 숙련공 배치 →작업전 수시로 전선상태확인	OACW02	25
				3)슬래브 개구부 추락	→개구부 난간대 설치	OACW03	25
				4)철근가공 운반시 추락 및 요통	→적정량 운반(2인 1조)	OACW04	13

〈표 11-4〉 철골가공/철골세우기 작업공정

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
빌딩 (O)	건축공 (A)(FM)	철골가공/ 철골세우기 작업		1)고소작업으로 인한 추락	→그네식 안전벨트 착용, 안전로프 →추락방지망 설치, 고소작업 적격자 배치	OAFM01	32
				2)낙하물에 의한 재해	→낙하물 방호선반설치, 낙하물방지망 설치	OAFM02	19
				3)용접시 발생한 불꽃으로 인한 화재	→소화기 비치, 용접 불꽃받이 사용 →차단막 설치	OAFM03	19
				4)절단작업시 손가락 절단 및 감전	→전격방지기 설치, 안전덮개 설치	OAFM04	12
				5)중량물 이동시 작업반경 내 충돌	→전담 신호수 배치, 작업전 안전수칙 및 작업내용 통보 →와이어로프 점검, 과대 중량물 이동 금지	OAFM05	12
				6)용접작업시 아크발생으로 인한 실명	→용접용 보안경 철저히 착용	OAFM06	6

〈표 11-5〉 조적 작업공정

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
빌 건 축 공 작 업 당 사 (O(A)(MW))	전 조 적 작 업	방 수 / 타 일 작 업		1) 추락 위험	→ B/T 바계 규정 준수 → 난간대를 설치	OAMW01	40
				2) 양생전 충격으로 인한 붕괴	→ 양생전 주변작업은 최소 3일 이상 경과후 실시 → 동시에 1m 이상 쌓기 금지	OAMW02	30
				3) 벽돌운반시 손수레 협착	→ 과적금지, 무리한 동작금지	OAMW03	20
				4) 운반도중 작업자의 신 체적 상해	→ Chain Block 사용, 지게차 사용	OAMW04	10

〈표 11-6〉 방수/타일 작업공정

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
빌 건 축 공 작 업 당 사 (O(A)(WW))	전 조 적 작 업	방 수 / 타 일 작 업		1) 에폭사공법 적용시 질식	→ 급 배기 환기시설, 작업시간 준수	OAAWW01	30
				2) 벽타일 작업시 추락 위험	→ 안전벨트 착용	OAAWW02	20
				3) 인화성 자재 사용시 화재	→ 작업장 주변에 소화기 비치	OAAWW03	20
				4) 절단기 사용시 손가락 절 단 재해	→ 숙련자 배치, 지나친 작업금지	OAAWW04	10
				5) 전선이 장비통행으로 훼손 되어 감전	→ 지게차 운반시 안전담당자 배치, 믹서기 전용 분전방을 설치	OAAWW05	10
				6) 파취작업중 파편에 의한 비산	→ 보안경 착용, 가급적 파취면을 서서히 쪼아가며 작업하도록 지시	OAAWW06	10

〈표 11-7〉 석공/목공/금속 작업공정

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
빌 딩 (O)	건 축 공 사 (A)	석공 / 목공 / 금속 작업 (RM)		1)절단작업시 상해	→절단기 사용시 안전덮개사용 →절단기 주변 불꽃 방지막 설치 →연마기의 비산방지 덮개 설치	OARM01	38
				2)외벽에 고소작업시 추락	→안전벨트착용, 작업장하부에 펜스설치 →안전로프 설치, B/T 비계 규정준수	OARM02	19
				3)낙하물에 의한 상해	→낙하물방지망 설치	OARM03	15
				4)용접작업시 화재우려	→작업장내 소화기 비치	OARM04	9
				5)용접기 사용시 감전	→용접기에 전격방지기를 부착	OARM05	9
				6)산소, 가스통 사용시 폭발	→별도 보관소 설치	OARM06	5
				7)자재운반시 시야 미확보 로 타작업자와의 충돌	→자재운반통로 확보, 적재장소를 선정	OARM07	5

〈표 11-8〉 미장/도장 작업공정

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
빌 딩 (O)	건 축 공 사 (A)	미장 / 도장 작업 (PP)		1)유성페인트 사용시 화재	→작업장내 소화기 비치, 별도 관리	OAPP01	40
				2)고소작업시 추락 위험	→B/T 비계사용, 난간설치 →안전벨트착용	OAPP02	30
				3)휘발성 자재사용시 질식	→작업장내 금, 배기 환기시설 설치, 작 업시간 준수, 방독마스크 착용	OAPP03	20
				4)계단실 걸레받이 미장시 추락	→계단과 계단사이 가설난간대 설치	OAPP04	10

〈표 11-9〉 창호/유리 작업공정

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
빌 딩 (O)	건 축 공 사 (A)	창호 / 유리 작업 (DG)		1)용접기 사용시 감전	→용접기에 전격방지기 설치, 용접기 반입전 검사 실시	OADG01	33
				2)외부작업시 추락 위험	→외부 쌍줄 비계 설치 →콘도라 전문작동자 배치, 안전벨트 착용 →창호에 끼는 유리가 흔들리지 않도록 견고하게 사용하여 고정	OADG02	33
				3)낙하물로 인한 상해	→작업장 하부에 접근금지 →안전펜스 설치후 안전요원 배치	OADG03	18
				4)용접기 사용시 화재	→작업장내 소화기 비치	OADG04	8
				5)절단기 사용시 손가락 재해	→숙련자 작업, 보호구 착용	OADG05	8

〈표 11-10〉 수장 작업공정

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
빌 딩 (O)	건 축 공 사 (A)	수 장 작 업 (CE)		1)천장작업시 슬래브 및 보에 머리 협착	→안전모 착용	OACE01	45
				2)직업병 위험	→작업용 마스크 착용	OACE02	22
				3)내화파복 땀칠시 분진으 로 인한 주민 피해	→작업장내 분진막 틈없이 철저히 설치 →작업후 주변 청소 철저히	OACE03	22
				4)타정총의 사용부주의 및 사용미숙에 의한 상해	→타정총은 유자격자가 관리/사용	OACE04	11

〈표 11-11〉 외장 작업공정

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
빌 딩 (O)	건 축 공 사 (A)	외 장 작 업 (OW)		1) 추락, 낙하, 붕괴로 인 한 인근 주민 상해	→ 작업장 하부에 통행자 제한 → 보행자 우회도로 설치, 안전요원배치	OAOW01	43
				2) 자재운반시 충돌, 추돌	→ 자재운반시 지게차의 통로 확보	OAOW02	29
				3) 고소작업에 따른 추락	→ 비계 및 안전벨트착용 지시	OAOW03	14
				4) 이동식 B/T 전도	→ B/T 점검 및 확인	OAOW04	14

〈표 11-12〉 잠공/정화조 작업공정

종류	공사		공사 기간	잠재위험 요인들	조치내용들	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
빌 딩 (O)	건 축 공 사 (A)	잠 / 정 화 조 작업 (EC)		1) 추락 재해	→ 보호구 착용 지시, B/T 설치 작업 → 안전펜스 설치후 안전요원 배치	OAEC01	34
				2) 낙하물에 의한 재해	→ 낙하물방지망 설치, 하부근로자 통제 → 작업장 하부에 접근금지	OAEC02	25
				3) 정화조내부에서 방수작 업시 질식	→ 급배기 및 환기시설, 작업시간준수	OAEC03	25
				4) 각종 전동기 사용시 감 전 재해	→ 전선낙후상태와 접지상태 확인	OAEC04	8
				5) 이동식비계 위에서 작업중 전도	→ Stopper 고정 후 안전발판을 깔고 작업	OAEC05	8

부록 12. 개착식 지하철공사시 P.S.M 제안 양식

〈표 12-1〉 H-Pile 항타/차수벽 작업공정

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
지 개 착 하 구 간 철 (S)(O)	H- Pile 항 타 / 차 수 벽 작 업 (HB)			1) 지하매설물 파손	→매설물 현황도 사전 조사, →유관기관 입회 조치, 인력출파기 실시 →배면의 매설물들은 침하방지시설 설치 →접촉가능 시설물들은 사전에 이설조치 →배관탐지기로 확인된 지하매설물은 표시 →매설물의 사, 종점부에 긴급차단밸브 설치 →배면에 지표침하계 등 계측장비 설치	SOHB01	22
				2) 장비의 전도	→Out legger 설치와 받침대의 지지력 확보 →지반다짐도의 균일성 확인후 장비선정 →파일친공시 불을 세우고 이동금지 →장비의 수작도 유지	SOHB02	16
				3) 항타작업시 진동, 소음에 인 한 위험	→사전조사, 관련기관 협의, 진동 최소화 작업 →방음벽 설치 및 주간작업	SOHB03	11
				4) 그라우팅작업시 슬라임이 지하매설물에 유입	→침전조, 유입방지벽 설치 →수질관리상태 정기 및 수시관리	SOHB04	10
				5) 천공장비 및 크랩셀에 의한 안전사고	→작업반경내 접근금지, 안전교육 실시 →신호수 배치, 적절한 버력량 조절	SOHB05	8
				6) 고압선 감전 사고	→전선에 보호캡 설치, 지상전선 이설 →고압케이블 절연용 방호구 설치	SOHB06	7
				7) 천공후 H-Pile 근입 지연으 로 인한 천공홀내 추락사고	→천공후 즉시 근입 및 천공홀 덮개설치 →미시공홀이 없도록 관리하고 접근을 통제 →교통표지판 설치 및 유도원 배치	SOHB07	6
				8) Pile 항타시 비산	→비산 방지차단막 설치 및 살수	SOHB08	5
				9) 출파기 작업시 통행차량 및 보행자 위험	→교통표지판 설치, 교통 유도원 배치 →가설울타리 및 경광등 설치	SOHB09	5
				10) 차수벽 연결부의 누수에 의한 파괴	→충분한 지반조사에 의한 설계시공	SOHB10	4
				11) 일괄 근입으로 전도	→순차적으로 근입, 항타	SOHB11	3
				12) 파일인양시 H-BEAM 이탈	→작업반경내 출입금지 및 신호수 배치 →Wire rope 상태점검 철저	SOHB12	2
				13) H-Pile 근입후 가포장 지연 으로 인한 통행차량 파손	→근입후 홀 되메우기 및 가포장 실시 철저	SOHB13	1

〈표 12-2〉 토공/가시설 작업공정

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
지 개 하 구 철 (S) (O) (ET)	토 공 / 가 시 설 작 업			1) 굴착중 토사 및 사면 붕괴	→ 굴착배면에 중량물 적체 금지 → 굴착시 토류판을 병행 시공, 굴착배면은 양질의 토사 사용 → 작업진 사전조사 철저 및 보강공사 시행 → 굴착중 소단을 확보, 인력굴착, 단계굴착	SOET01	22
				2) 버켓 등의 장비에 의한 안전사고	→ 작업구 안전표지 설치 및 신호수 배치 → 상차시 하부작업중지, 작업반경내 접근금지 → 장비후진 경고음, 경광등 설치 → 과적에 의한 낙석이 없도록 적정량 적재	SOET02	20
				3) 작업중 추락	→ 안전벨트 착용, 야간 조명시설 설치 → 복공개방시 안전난간 설치 → 복공판 미끄럼 방지시설 설치	SOET03	12
				4) 가시설의 휨, 비틀림, 파손에 의한 붕괴	→ 버팀보, 브레이싱의 설치시기 및 간격준수, 계측관리 철저, 우각부 사보강 철저 → 토류판 설치후 하부 Stopper 설치 → 전장용접 실시, 볼트구멍 산소천공 금지 → 버팀보 객 상호교차 시공 방지 → 낙석에 의해 강재가 영향을 받지 않도록 보호벽설치 → 볼트절단은 산소절단 근절, 정기적 조임	SOET04	11
				5) 발파에 의한 재해	→ 파일주변 굴착은 브레이커작업 시행 → 장약전 누설전류 측정 → 화약장전 장소에 화기엄금, 접근금지	SOET05	9
				6) 지하매설물 파손우려	→ 지하매설물 매달기 및 매설물 주변 보호 → 토류판 틈새 누수로 인한 압밀침하 방지 → 노후정도 및 이음부위 확인 및 보강 → 침하영향권내 지하매설물 이설여부 조사 → 매설관이 침하되지 않도록 H-Pile에 지지	SOET06	8
				7) 누수에 의한 가시설 파괴, 주변건물 침하	→ 차수벽 및 적절한 차수공법 선정 → 자동양수기 센서부착 관리	SOET07	6
				8) 감전사고	→ 누전차단기 설치, 시전장치 → 고압선에 방호판 설치	SOET08	5
				9) Rope 절단 등으로 인한 자재낙하	→ 월 1회 이상 점검 및 불량 wire 폐기 → Wire rope 연결사용 금지, Hook해지장치 설치, 초과하중 경보장치 설치	SOET09	3
				10) 현장진입로에서 교통사고	→ 교통정리원 배치, 교통안전시설 확보	SOET10	2
				11) 화재 위험	→ 작업장주변 인화성물질 제거, 소화기 비치	SOET11	1
				12) Heaving현상에 의한 흙막이 붕괴	→ 토공진 안정성 검토 및 적정규격의 소단 설치	SOET12	1

〈표 12-3〉 구조물/방수 작업공정

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
지 개 하 구 철 (S)	개 착 구 간 (O)	구 조 물 / 방 수 공 사 (SW)		1)추락사고	→안전벨트 착용, 추락방지시설 설치 →표준안전작업대 설치 및 숙련공 배치 →개구부 덮개 제작 설치, 위험표지판 설치 →개구부 주변 안전난간 설치	SOSW01	27
				2)화재사고	→자재취급 및 보관에 유의, 소화기 비치 →단독작업을 금지하고, 3인 1조 작업 →작업장 주변 인화물질 제거후 작업 시행 →한중콘크리트 타설시 급열 열풍기로 인한 화재예방대책 수립	SOSW02	19
				3)자재 인양, 하역시 사고	→자재양쪽 결속후 인양, 하부 신호수 배치 하여 작업반경내 출입통제, 안전원 배치 →소형자재는 Cage를 만들어 인양, 하역 →Crane hook 해지장치 부착상태 확인	SOSW03	16
				4)프라이어 도포작업중 질식	→환기시설 설치, 작업중 계속환기, 충분한 휴식 실시	SOSW04	14
				5)콘크리트 타설시 붕괴	→콘크리트 타설시 균형있게 시공 →동바리 구조검토 철저 →Stopper사용시 크래프 사용 →1회 타설높이를 단계적으로 나누어 타설	SOSW05	9
				6)동바리 침하 및 전도로 인 한 구조물 붕괴	→기초확인, 활동방지, 동바리재료, 간격, 규 격준수, 브레이싱 설치, 철물로 견고하게 결속 →동바리 잭베이스는 거푸집 명에나 받침중 심에 설치	SOSW06	4
				7)감전 사고	→절연저항 확인후 사용허가, →다점봉 사용시 주의, 누전차단기에 연결 →펌프카뮌 고압선 근접여부 확인	SOSW07	3
				8)장비에 의한 상해	→레미콘트럭과 펌프카 사이에 작업금지 →펌프카 토출구와 파이프를 견고하게 연결	SOSW08	2
				9)도로상에서 벽돌 하역시 교 통 사고	→교통안전시설물 설치, 신호수 배치	SOSW09	2
				10)아스팔트 가열시 화상	→교육 및 점검	SOSW10	2
				11)과도한 벽돌쌓기시 벽돌전도	→벽돌쌓기시 적정 높이 유지	SOSW11	1
				12)협소공간 방수시 브라켓트 등의 돌출물 충돌	→브라켓트등의 돌출물 처리	SOSW12	1

〈표 12-4〉 가시설해체/되메우기 작업공정

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
지 개 착 하 구 간 철 (S) (O) (DB)		가 시 설 해 체 / 되 메 우 기 작 업		1)가시설 해체작업시 추락	→안전로프설치, 안전벨트 착용 →해체구간 경고테이프 설치, 통제원 배치 →복공 개폐시 2인 1조 작업수행	SODB01	21
				2)가시설해체에 의한 붕괴 및 변형	→버팀보 철거전 되메우기 및 다짐 철저 →버팀보 철거시 구조물상단에 보조버팀목 설치 →해체순서는 격간으로 철거	SODB02	15
				3)자재낙하로 인한 하부근로자 상해	→버팀위 잔재물 제거, 안전교육 →해체구간 하부통행금지, 별도 통행로 확 보	SODB03	14
				4)되메우기시 버팀보의 변형	→되메우기 지연 금지, 즉시 시행 →되메우기토 반입시 버팀보 간섭지양 →복공상부에 호퍼설치후 단계별로 되메우기	SODB04	13
				5)인양도중 낙하, 충돌	→Wire rope 연결사용 금지, 후크해지장치 설치 →신호수 배치, 안전시설 확보 →권과방지장치, 초과하중 경보장치 설치	SODB05	9
				6)되메우기시 하부 근로자 매 물 또는 부상	→하부 통제원 배치 →되메우기시 안전요원 상주	SODB06	7
				7)되메우기시 복공판이 개방되 어 추락	→조립식 안전난간대 설치 →각종 개구부에 추락방지시설 설치	SODB07	7
				8)되메우기시 하부 지장물 충 격 및 파손위험	→지장물 주변 되메우기 작업금지 →하부지장물과 충분한 이격거리 확보 →측벽과 같은 좁은 곳은 슈트를 이용하여 작업	SODB08	7
				9)되메우기시 고압호수 연결부 의 이탈 위험	→호스를 버팀마다 고정하여 이탈방지	SODB09	2
				10)장비의 전도 위험	→아우트리거 등 전도방지시설 설치 →정격용량 및 규격의 장비 사용	SODB10	2
				11)감전사고	→누전차단기 설치(전기매전반, 분전반)	SODB11	1
				12)토공시 협착 재해	→신호수 배치, 작업 반경내 접근금지	SODB12	1
				13)차량 충돌 사고	→교통유도원 배치, 안전 시설물 구비	SODB13	1

〈표 12-5〉 계단/출입통로/에스컬레이터 작업공정

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
지 개 하 구 철 (S)	개 착 구 간 (O)	계 단 / 출 입 통 로 / 에 스 켈 레 이 터 작 업 (SE)		1)작업시 추락	→추락 방지시설 완비, 노후발판 유지보수 철저 →안전시설물 추가 설치 및 수시 교육 →조립식 안전난간대 설치 →정기적인 통로 안정성 평가 →개구부 폐쇄조치, 방호덮개 설치 →가설계단 및 난간을 별도설치 →계단부 미끄럼방지틀 설치	SOSE01	49
				2)교통재해	→교통유도처리, 방호벽 설치, 안전시설물 완비 →포장전 노상, 노체의 철저한 다짐 실시 →야간반사 표지판 및 조명시설 설치 →교통통제인 적정 배치운영 →차선변경 단부는 방호벽설치 철저 →지상 돌출물의 철저한 관리로 평판성 유지	SOSE02	23
				3)계단실 경사면 전도사고	→조립식 안전계단 설치, 적절한 조명시설 확보 →경사계단설치시 30° 이하로 하고 높이 7m 이상시 계단참 설치	SOSE03	7
				4)낙하물 위험	→개구부 하단 접근방지 표지판 및 접근방지 →난간하부에 품목 설치	SOSE04	5
				5)통행자 재해	→보행인 통로 별도 확보 및 계단 설치	SOSE05	4
				6)파손된 지장물 복구시 위험	→관계자 입회 손상여부 확인 →관리철저, 지장물 보호철저, 급속 시공금지	SOSE06	4
				7)유입수에 의한 침수	→하수관 관리 철저 →지하시설물 침수방지 수방대책 확립	SOSE07	3
				8)기계 시운전시 사고 위험	→기계 시운전시 안전원 배치 및 안전수칙 준수 →정기점검 필증 확인후 시운전	SOSE08	3
				9)포장장비 등에 의한 협착 사고	→작업장내 잡자재 및 가설재 제거 →제반기계가 운행중에는 반경내에 출입통제	SOSE09	2

부록 13. 터널식 지하철공사시 P.S.M 제안 양식

〈표 13-1〉 입·출구작업공정

공사 종류	방식	공종	공사 기간	잠재위험 요인들	조치내용들	컴퓨터 코드	가중 치
지 하 철 도 (S)(T)(DS)	터 널 식 입 · 출 구 작 업			1)터널막장 붕락	→Face mapping시행 및 계측관리 철저 →연약지반인 경우 그라우팅으로 보강 →터널 굴진장 조정, 락볼트 적기 시행	STD001	30
				2)부석에 의한 낙하 위험	→토질에 따라 적절한 굴진성 유지 →Sealing 시행철저, 쇼크리트 적기 타설 →발파작업후 부석정리 철저	STD002	21
				3)작업장 주변 상차 버큔 협착 사고	→상차시 경고음 작동 및 신호수 배치 →작업반경내 만 근로자 출입금지 →호퍼 전도방지용 보조받침대 설치 →작업원 통로확보	STD003	9
				4)수직구 추락 위험	→고소작업시 안전벨트 착용 철저 →개구부 안전난간 철저시공	STD004	5
				5)수직구내 자재 및 연장 낙하 위험	→재료투입구 덮개 설치, 안전표지판 설치 →자재투입시 신호수 및 안전 감시원 배치 →낙하방지망과 추락방지망을 설치	STD005	5
				6)갱구부 침하 및 변형에 의한 위험	→갱구 지보공 설치, 계측관리 철저 →갱구 크라운부 엄지말뚝 보강 →갱문 설치시기 준수 →갱문설치시 터파기 면적을 최소화, 설치 즉시 하부단면부는 되메운후 상반굴착	STD006	5
				7)안전통로발판의 탈락으로 인 한 재해	→안전통로 발판간에 철선으로 연결하여 고정	STD007	5
				8)갱문 콘크리트 타설시 거푸 집 변형 및 파괴	→콘크리트 타설전 거푸집 배면 및 모서리 부 동바리 설치상태 점검	STD008	4
				9)비검정 기중기 사용에 의한 전도, 낙하위험	→직정 크레인 사용 및 검정필후 사용	STD009	4
				10)지장물 손괴위험	→굴파기 철저 시행 후 굴착	STD010	2
				11)소음, 진동에 의한 위험	→방음벽, 방진막 설치하여 최소화	STD011	2
				12)굴착사면 붕괴	→다단분할 굴착 및 소단 설치철저 →굴착과 균형되게 가설재 적기설치 →토류벽, 토류배면의 이상유무 점검	STD012	2
				13)접합부 누수	→충분한 방수제 접이음 시공, 유도 배수로 설치	STD013	2
				14)용접작업시 감전사고	→용접기 전격방지기 설치	STD014	2
				15)수직구와 터널 접속부 붕락 위험	→경사 볼트 및 Steel Rib 보강	STD015	2

〈표 13-2〉 발파작업공종

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코트	가중 치
	방식	공종					
지 터 하 널 철 식 (S) (T) (BP)	발 파 작 업	발 파 작 업		1) 발파작업 미숙에 의한 재해	→ 시험발파를 통하여 적절한 발파패턴 수립 → 저장 운반, 발파시 흡연 및 화기취급 엄금 → 장약중에 전기폭풍이 발생한 경우, 장약이 끝난 부분은 즉시 기폭 → 기폭약은 뇌관의 머리부분이 반드시 장전 봉쪽을 향하도록 장약 → 작업원 대피 및 터널내외의 신호수 배치 → 발파작업시 발파모선 규격품 사용	STBP01	22
				2) 잔류화약에 의한 위험	→ 잔류화약 발견시 즉각신고 → 화약사용 잔량은 수령당일 일몰선까지 화 약고에 반납 → 불발화약은 물을 유입시키는 등의 안전하 게 회수, 불발원인 조사후 안전조치	STBP02	15
				3) 발파진동에 따른 주변구조물 붕괴	→ 진동의 경감, 여굴의 최소화 및 안정성 확보를 위하여 적극적인 진동제어 발파 실시 → 시험발파를 통하여 허용진동치 결정 → 발파작업전 인근 주민에게 통보 → 수시 주변 구조물의 피해여부 확인	STBP03	15
				4) 비산에 의한 재해	→ 막장에 비산방지 보호막 설치 → 발파작업시 안전거리 유지	STBP04	12
				5) 발파전후 유해가스에 질식	→ 환기시설 가동여부 확인 방독마스크 착용 → 발파후 15분이상 경과후에 접근	STBP05	8
				6) 갱내 누설전류에 의한 발파 사고	→ 누설전류탐지기를 사용하여 확인 → 터널내 전선은 측벽에 거치하여 물과 이격	STBP06	7
				7) 작업원들의 화약류 사용에 대 한 부주의	→ 잦은 안전교육으로 안전수칙을 주지시키고, 화약기사의 철저한 작업관리, 통제를 독려 → 폭약 및 뇌관은 별도 보관	STBP07	7
				8) 천공시 상부에 부석 낙하위험	→ 천공시 감시원 배치	STBP08	5
				9) 발파시의 신호체계 미비	→ 사전 신호체계 구비	STBP09	4
				10) 발파후 낙석에 의한 재해	→ 부석정리후 작업원 투입	STBP10	4
				11) 발파후 막장내 용수발생	→ 막장내 용수상태변화 점검	STBP11	1

〈표 13-3〉 상반 굴착작업공종

종류	공사		공사 기간	잠재위험 요인들	조치내용들	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
지터하 날 칠식 (S)(T)(TH)	상반 굴착			1)막장면 붕괴 위험	→설계규정에 따라 굴진장 준수 →굴착면의 부석을 즉시 정리하고 쇼크리트 타설 및 지지코아 확보 →막장내 용수처리 철저 →천공장, 천공수, 간격 등 확인 →여굴부 공극채움 관리 철저 →계측기 적기설치 및 관리 철저 →패턴조정 및 지보재 조기 보강 →Steel rib 하단부 과굴착 금지 →막장감시자 항상대기	STTH01	46
				2)암괴붕락 및 버력, 부석에 의한 낙반사고	→발파작업 즉시 부석정리 및 실링작업 시행 →쇼크리트 타설작업 즉시 시행	STTH02	19
				3)작업대에서의 추락	→고소작업시 안전장구 착용 철저 →충분한 작업조도 확보 →작업대차에 사다리를 설치하고 작업시 분리형 난간대를 고정시켜 추락사고 예방	STTH03	15
				4)장비에 의한 협착 사고	→장비 경고등 설치 →안전유도원 배치 →보행자 전용 보행통로 설치 →작업중 장비에 접근금지	STTH04	8
				5)비산 먼지등으로 인한 직업병 발생	→송풍시설 설치 및 수시점검 →개인보호구 착용 철저 →작업전 산소농도측정 →쇼크리트 타설시 타설면과 노즐의 직각 유지 및 거리의 적정성 확인	STTH05	6
				6)다량의 용출수 발생으로 인한 파괴	→지반보강, 배수공법을 시행 →선진보령을 실시하여 용출수 배출후 굴착 →용수과대지역에는 약액주입 등의 차수 대책수립	STTH06	6

〈표 13-4〉 하반 굴착작업공종

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
지 터 하 널 철 식 (S)	하 반 굴 착 (T) (BD)			1)터널붕괴 위험	→여러 막장 동시굴착 금지, 굴진장 준수 →Rock Bolt등의 보강작업을 적기에 실시 →하부굴착패턴 준수 →막장내 용수 처리 →적정 bench 길이를 두고 하부굴착 →Face Mapping으로 지반특성 변화 파악 →강지보재 후면 슛크리트 충전 →계측관리 철저 →상반 wire mesh 겹이음 철저	STBD01	47
				2)굴착 장비에 협착	→장비 후진시 경고음 조치, 신호수 배치 →작업자 야광조끼 착용 →차량 및 보행자 통로 구분 →장비 경광등 설치 및 속도제한	STBD02	24
				3)상반에서 리바운드된 슛크리트 잔재에 의한 재해	→리바운드 된 슛크리트 잔재 제거	STBD03	13
				4)감전에 의한 재해	→조명전선은 사용전력의 3배이상 용량을 사용 →매 100m 마다 누전차단용 분전반을 설치 →전선은 바닥에 늘어뜨리지 말고 측벽에 앵커링으로 고정한다. →조명용 전선에는 타전기기구의 사용을 금지 →막장용 이동전기기구에는 절연조치한다.	STBD04	11
				5)비산 먼지 등에 인한 직업병 발생	→터널내 환기시설 설치 및 작동 철저 관리 →개인안전보호구 착용 철저 →작업전 산소농도측정	STBD05	5

〈표 13-5〉 방수/바닥콘크리트 작업공종

종류	공사		공사 기간	잠재위험 요인들	조치내용들	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
지 터 하 널 철 식 (S) (T)		방 수 / 바 닥 콘 크 리 트 (WC)		1)작업대차에서의 추락	→안전난간 및 사다리 설치 →수직기둥 밑면에 접지판을 설치하여 침하방지 →발판은 확실히 고정하고, 자재낙하방지를 위해 틈새가 없도록 한다. →안전모 및 안전대 착용, 안전교육 철저	STWC01	32
				2)감전 재해	→투광기의 방향은 작업자의 눈부심 방지를 위하여 작업자를 직접 향하지 않도록 한다. →배선은 절연물질 위에 설치하고, 작업원이나 장비 등과는 일정간격 유지 →Form 용접제작 및 연마작업시 누전차단기 등 전기안전시설 확인 →전선은 손상여부 확인 철저, 벽걸이에 고정	STWC02	26
				4)화재 위험	→소화기비치 →그라인더 작업시 불꽃이 방수슈트에 닿지 않도록 작업원에 대한 교육 실시 →조명등에 의한 방수재 손상방지	STWC03	23
				5)방수슈트 작업중 취급부주의에 의한 재해	→수시 교육 및 점검	STWC04	7
				6)바닥콘크리트 타설시 위험	→안전화 사용확인 →노출철근의 cap 설치, 작업장 정리정돈 철저	STWC05	3
				7)방수대차 전도위험	→대차 제작시 연결후 클램프를 고정하여 변형없도록 하고 바퀴에 스톱퍼 설치	STWC06	3
				8)못 등이 떨어져 작업원 및 보행자에 상해	→작업대차에 낙하물 수거비닐을 설치	STWC07	3
				9)숫크리트 먼정리시 비산 재해	→환기시설을 설치, 작업시 방진마스크 착용	STWC08	1
				10)콘크리트펌프 장비의 압송관 파손	→콘크리트 타설시 상, 하부 긴밀한 연락	STWC09	1
				11)작업원 및 장비통행시 안전사고	→적절한 조명시설 설치	STWC10	1

〈표 13-6〉 보강그라우팅 작업공종

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
지하 철타 (S)(T)	터널 보강 그라우팅 작업 (RC)	식		1)작업대에서 추락	→안전난간대, 고정장치 설치 →안전벨트를 반드시 착용	STRG01	25
				2)틀비계를 이용한 작업대차의 전도	→규격화된 틀비계 설치 →전도방지를 위해 Stopper 설치 →이동로 청소 철저	STRG02	11
				3)저압 그라우팅시 주변 지하시설물 막힘	→지반조사에 의한 지반보강공법 채택 및 시공	STRG03	11
				4)천공 및 주입작업에서 로드연결 및 해체작업시 안전사고	→천공시 지하수맥관통 감시 철저 →주입재 관리철저	STRG04	9
				5)그라우팅 호수 접합부 탈락으로 작업자 상해위험	→그라우팅 호스 및 접합부 연결 철저히 점검	STRG05	9
				6)주입압력에 의한 라이닝 콘크리트 균열	→라이닝 콘크리트의 양생기간 준수 →주입 최대압력을 1kg/cm ² 이하로 조정	STRG06	9
				7)주입재에 의한 배수시설물 손상	→그라우팅 작업중 충전재의 흐름을 주의 깊게 관찰하면서 주입압력 조절	STRG07	5
				8)지하매설물 파괴	→지하매설물 상황을 확인하여 매설물 관계기관과 사전협의	STRG08	5
				9)터널 천정부 그라우팅작업시 물타이 작업자의 눈에 들어감	→보안경을 착용한후 작업하도록 한다.	STRG09	5
				10)자재하역시 부주의에 의한 협착	→충분한 이격거리 유지	STRG10	5
				11)지반이완에 의한 지표침하 위험	→배면 공동발생부 그라우팅 철저	STRG11	3
				12)천장 그라우팅시 물기 젖은 장갑으로 전기기계 조작에 의한 감전	→누전차단기 설치 →전기기계기구에 연결되는 배선은 접지선을 포함시킨다.	STRG12	3

〈표 13-7〉 라이닝콘크리트 작업공정

종류	공사		공사 기간	잠재위험 요인들	조치내용들	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
지터하철 (S)(T)(LC)	터널 식 작업	라이닝 콘크리트 작업		1)작업대에서 추락	→작업발판 안전조치 철저 →라이닝폼의 안전성 확인 →대차바퀴에 Stopper 설치여부 확인 →안전화 및 안전로프 거치 및 착용 →수직가동 밑면에 접지판을 설치하여 침하방지	STLC01	32
				2)콘크리트 타설시 라이닝폼의 파괴	→라이닝 콘크리트는 좌, 우측 균형 있게 타설 →타설속도는 2m/hr 이내로 느리게 함 →1회 타설량, 타설속도를 고려하여 구조 검토	STLC02	19
				3)감전 재해	→전선의 피복상태 확인, 누전차단기 설치 →전용 임시배전반 설치 및 수시 점검 →진동기 피복상태 점검	STLC03	16
				4)콘크리트 압송배관의 파열	→배관 폭관부는 철저히 보강하여 유동방지 →철근위에 압송관 배치 엄금 →배관내 용접 보강조치 철저 →노후된 배관 교체, 수직배관 및 절곡부의 결속상태 점검 →단위 파이프별로 분리하여 철저히 청소 실시	STLC04	11
				5)낙하물에 의한 상해	→낙하물 방지망 설치 →발판에 과적치 금지 및 정리정돈 철저	STLC05	8
				6)Steel Form 이동시 유압장치에 의한 상해	→작업전 철저한 점검	STLC06	8
				7)설치된 Steel Form의 전도 사고	→좌우 균형있게 콘크리트 타설 실시	STLC07	4
				8)Sliding From에 대한 브래쉬 및 그라인더 작업시 분진발생 및 압착재해	→작업시 방진마스크 및 보호안경 착용 →Sliding Form 확대시는 작업원의 위치 유무를 필히 확인후 시행	STLC08	2

부록 14. Steel Box식 교량공사시 P.S.M 제안 양식

〈표 14-1〉 가 Bent 기초 콘크리트 작업공정

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가 중 치
	방식	공종					
교량 (B)	S T E E L B O X (S)	가 Bent 기 초 콘 크 리 트 작 업 (BF)		1)부등침하로 인한 전도	→충분한 지반 다지기 →기초 지반반력시험 및 구조검토 →가설용 말뚝항타시 지지력 확인	BSBF01	24
				2)침목기초 설치시 구조물 충격에 의한 수평하중으 로 전도	→침목을 콘크리트 기초타설로 대체 안전 성확보 →콘크리트와 가 Bent의 볼트연결로 전도 방지	BSBF02	22
				3)지지력 부족에 의한 처짐 발생	→기초바닥치환, 우천시 배수시설 확보 →사전 지지력 검토 및 지반 다짐후 콘크 리트 타설	BSBF03	19
				4)편심하중작용에 따른 위험	→충분한 지지력 확보 및 콘크리트 상면 의 평판성 확보	BSBF04	14
				5)기초이동시 중량에 의한 사고	→가 Bent 기초에 hook 길이 철근을 연결	BSBF05	8
				6)세굴에 의한 기초 파괴	→홍수시 세굴에 대한 변위 적정성 검토 →Anchor 검토	BSBF06	5
				7)콘크리트 펌프카 등 장비 전도	→작업장비 설치계획 수립, →작업유도원 배치	BSBF07	5
				8)거푸집 이완해체	→거푸집 이음부 재확인	BSBF08	3

〈표 14-2〉 가 Bent 설치작업공정

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
교량 (B)	STEEL BOX (S)	가 Bent 설치 작업 (BI)		1)부등침하로 인한 전도	→기초바닥 천공후 Bent 설치 →설치 Lug 제작 →작업장비 설치방법 검토 →Bent base plate 바닥고정 →앵커 볼트를 설치 고정 →가 Bent 기초자리 면 고르기	BSBI01	40
				2)하중전달 및 집중부재의 좌굴 발생	→하중집중부에 브레이싱 설치 →가 Bent 제작시 구조검토	BSBI02	17
				3)가설철재류 낙하	→장비장구류 점검, 교통안내원 배치 →가벼운 철재류 적재 유의 →와이어로프와 폭의 해지장치 점검	BSBI03	11
				4)부재의 규격 및 간격배 치 미달로 인한 붕괴	→용접 및 볼팅 검사 →수평, 수직도 측량에 의한 검사 →스크류재 규격, 수량, 구조안정성 검토	BSBI04	11
				5)추락 위험	→안전장구류 착용, 안전계단 설치	BSBI05	9
				6)기초부와 Bent의 이동에 의한 사고	→Stiffener 보강	BSBI06	6
				7)휨 파괴 발생	→앵커 설치, 철근 보강	BSBI07	3
				8)감전재해	→전격방지기, 배전반, 누전차단기 등 점검	BSBI08	3

〈표 14-3〉 런칭 트러스 이동/크레인 거치작업공정

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
교량(B)	STEREL BOX (S)	런칭 트러스 이동 / 크레인 거치 작업 (TC)		1)지반의 침하로 인한 크레인 전도	→크레인 작업위치에 충분한 다짐 및 지지 Mat 설치 →거치속도를 낮추고 보조 Rope를 사용하여 속도를 조정한다. →양중계획서 작성 및 확인 →크레인의 본체는 수평으로 고정 →크레인 Leg 고정여부 확인 →인양각도 및 붐길이에 따른 크레인 용량 확인 →갈판 및 침목으로 받침 →전도방지를 위하여 받침하부를 넓게 제작 →사전에 Outrigger 위치를 결정하고, PBT 시험 및 육안검사를 실시	BSTC01	39
				2)런칭트러스의 전도, 처짐, 탈선	→런칭트러스의 중량 및 형식에 대한 구조검토가 선행되어야 한다. →레인 고정, 물러 용량 확보 →불량 용접부위 사전 점검 →곡선부에서 트러스의 탈선위험 사전 검토 →물러 탈선방지를 위한 보 설치 →이탈방지 슈 설치	BSTC02	21
				3)인양작업중 하중 초과로 인한 낙하	→정기적인 와이어 검사, 혹 상태 점검 →케이블 규격 및 훼손여부 확인 →케이블과 부재가 접하는 부위는 필히 훼손방지장치 사용하도록 조치	BSTC03	16
				4)추락위험	→가설계단, 안전난간 및 안전망 설치	BSTC04	8
				5)장비협착	→안전보호구 착용 →지정된 신호수에 의해 기계 작동	BSTC05	8
				6)미끄럼 패드 삽입시 협착사고	→패드삽입시 손, 옷 등이 빨려들지 않도록 철저히 교육	BSTC06	5
				7)인양용 Pad 파괴	→구조 검토후 적정크기 부착	BSTC07	3

〈표 14-4〉 Steel Box 인양/설치작업공정

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
교 량 (B)	S T E E L B O X (S)	B O X 인 양 / 설 치 작 업 (PI)		1)Lifting lug의 절단, Lifting wire 파단	→인양 거디 중량에 대한 와이어 규격 검토 및 클립 설치, 노후된 정도 점검 →lug와 와이어 안전성 검토 →인양 lug 용접부 MT 검사	BSPi01	26
				2)Steel Box 추락	→장비 거치 장소 지반개량 →Box 결속상태 확인 →Box segment 톤수 산정검토 →악천후시 작업중지	BSPi02	23
				3)크레인 전도	→장비선정시 하중 및 주변상황 고려 →Outrigger 기초지반 검토 →수상부 크레인 200톤을 투입, 바지와 크레인 일체형을 사용	BSPi03	13
				4)추락위험	→가설계단, 안전난간 및 안전망 설치 →박스간 볼트연결시 안전작업발판 설치	BSPi04	11
				5)장비협착	→안전보호구 착용, 작업반경내 출입금지 →숙련된 신호수 배치 및 관리 →충분한 작업반경 확보, 작업장 정리정돈	BSPi05	6
				6)박스 인양시 회전하여 주변 간섭물 과 충돌	→Box 회전 및 이동방지용 로프연결 조정 →충분한 작업반경 확보 →숙련된 신호수 배치 및 관리	BSPi06	6
				7)장비 및 자재 야적장의 부동침하	→사전에 부동침하 검토, 작업공간 확보	BSPi07	5
				8)운송 및 인양시 바지의 전도	→바지의 안정성 구조적 검토 →적합한 장비조합 점검	BSPi08	5
				9)고압선에 의한 감전	→고압선에 안전보호 cover 설치	BSPi09	3
				10)기존도로 횡단시 낙하 물에 의한 교통사고	→사전 교통 통제후 작업	BSPi10	2

〈표 14-5〉 Paint up 작업공정

공사			공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
종 류	방 식	공 종					
교 량 (B)	S T E E L B O X (S)	P A I N T U P 작 업 (PU)		1)박스 내부작업중 질식 사고	→개인보호구 점검, →출입구에 환풍기를 설치 →2인 1조로 교대로 작업	BSPU01	32
				2)화재발생	→작업장주변 소화기 비치, 화기반입 금지 →인화물질 별도 관리 →철저한 화기 엄금, 화재예방교육 실시	BSPU02	25
				3)환경오염	→분진방지 차광막 설치 →충분한 보양시설의 확보 →도로 횡단부 박스하단 천막 설치	BSPU03	20
				4)작업중 추락, 낙하위험	→지상조립시 도장을 마감하여 고소작 업 부위 최소화 →규격품 달비계 사용 →안전벨트 착용, 낙하물방지망 설치	BSPU04	18
				5)페인트 비레에 의한 작 업자 실명	→비산방지망으로 완전밀폐후 도장 →작업시 보안경 착용 철저	BSPU05	5

〈표 14-6〉 낙하물 방지망/브라켈 가설작업공정

공사			공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
종 류	방 식	공 종					
교 량 (B)	S T E E L B O X (S)	낙하 물방 지망 / 브라 켈 가설 작업 (PB)		1)작업자 추락위험	→안전장구류 착용, 안전교육 실시 →설치시 고소작업차 이용 →신호수, 안전담당자 배치 철저 →박스 거더 상부의 안전통로 확보	BSPB01	52
				2)공기구 등 낙하물에 의 한 재해	→예상 낙하물보다 강도가 큰 방지망 사용 →규격, 강도, 치수, 설치위치의 적합성 점검 →담배불에 의한 화재, 훼손방지	BSPB02	21
				3)인양시 자재낙하로 인 한 재해	→브라켈 인양전 반드시 수평방향으로 적재 하고 설치전까지 안전거리 확보 →강합성교에 브라켈 설치용 볼트, 너트사용	BSPB03	15
				4)크레인 전도	→Outtrigger 기초지반 점검 →크레인 후크해지장치 작동 확인	BSPB04	6
				5)강관비계를 설치시 이 음부 결함에 의한 사고	→강성 판형교에 브라켈을 설치할 수 있도 록 영구 Lug를 부착	BSPB05	4
				6)Box 사이가 멀 경우 처 짐 발생	→가운데 부분의 교차보에 와이어를 설치	BSPB06	2

〈표 14-7〉 상판거푸집 설치작업공정

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
교량 (B)	S T E E L B O X (S)	상판거푸집 설치작업 (UF)		1) 추락 및 낙하위험	→ 안전난간대 설치, 안전장구류 착용, 안전교육 실시 → 야간작업시 조명시설 확보, 안전통로 확보 → 보조자를 두는 2인 1조로 작업 진행	BSUF01	31
				2) 장구류 및 자재 낙하	→ 낙하물 방지망 설치 → 출입금지구역 선정으로 하부인원 및 차량통제 → 자재는 작업자 통행에 지장이 없도록 보관 → Steel box stringer 및 교차보에 안전망 완전시공 → 장비운용사 신호수 배치 → 탈락이 우려되는 곳은 이중용접 실시	BSUF02	26
				3) 동바리의 회전 및 전도	→ 동바리 수평 및 가세 설치 → Deck Plate 설치	BSUF03	17
				4) 거푸집 붕괴, 처짐, 누수	→ 현장제작용보다 공장제작용 사용 → 처짐을 고려하여 솟음을 들 것 → 거푸집 상호간에 간격이 없도록 한다.	BSUF04	12
				5) Box와 거푸집 결속상태 미흡	→ 지지용 동바리 설치 → 거푸집과 Box의 임시용접 금지	BSUF05	7
				6) 작업시 자재에 의한 상해	→ 못 또는 날카로운 이물질 돌출여부 점검	BSUF06	5
				7) 과하중에 의한 크레인 전도	→ 적정하중을 고려하여 크레인 선정	BSUF07	2

〈표 14-8〉 철근가공 및 조립작업공정

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
교 량 (B)	S T E E L B O X (S)	철 근 가 공 / 조 립 작 업 (SA)		1) 추락 및 낙하위험	→ 안전난간대 및 안전망 설치 → 슬라브 양쪽 1m 정도 더 넓혀 작업공간을 안전하게 확보 → 작업자통로 확보, → 이동통로에 안전발판 설치 → 안전장구류 착용, 안전교육 실시	BSSA01	37
				2) 장구류 및 자재 낙하	→ 낙하물 방지망 설치 → 출입금지구역 선정으로 하부인원 및 차량통제 → 숙려된 신호수 상주 배치 → 장비에 의한 자재이동시 반드시 수평 움직임으로 이동, 신호체계 통일	BSSA02	29
				3) 철근가공시 손협착	→ 자동정지 철근가공기 사용 → 무리한 행동 금지 교육 → 가공작업시 장갑을 벗고 작업	BSSA03	16
				4) 용접시 감전재해	→ 전격방지기, 누전차단기 설치 → 전선통과위치 작업을 피하고, 불가피하면 크레인 높이 등 검토 조치	BSSA04	10
				5) 무리한 자재운반으로 작업자 상해	→ 작업자에게 적합한 무게의 부재 운반 → 가급적 2인 1조로 운반 → 크레인을 최대 이용	BSSA05	8

〈표 14-9〉 콘크리트 타설작업공정

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
교량(B)	STEEL BOX(S)	콘크리트 타설 작업(CW)		1)거푸집 붕괴	→한 곳에 집중하지 말고 골고루 타설 →강재 거푸집 사용으로 형상변형 방지 →규정된 타설속도로 시공 →타설중 지보공, 거푸집의 이상유무 점검 →점점자 배치	BSCW01	27
				2)추락 및 낙하위험	→안전난간대 설치 →거푸집을 사람허리 이상까지 높이거나 철근을 수평/수직으로 낙하방지망을 형성 →안전한 작업발판 설치	BSCW02	16
				3)진동기 사용시 감전재해	→진동기 사용시 철근에 닿지 않도록 주의 →누전차단기, 전선피복상태 점검 →작업원 장갑 착용 지시	BSCW03	13
				4)장비 전복	→장비설치 위치선정 및 지내력 확보 →펌프카, 포터블 배관파이프 고정상태 확인 →Outrigger 지반 검토 →전담 운전수의 조작 금지 →finisher 받침목 침하 방지대책 강구	BSCW04	11
				5)장구류 및 자재 낙하	→낙하물 방지망 설치, 틈새 코팅	BSCW05	10
				6)Steel Box 처짐으로 인한 붕괴	→콘크리트 타설순서를 적용	BSCW06	8
				7)콘크리트 펌프카의 배출구 압력으로 인한 작업자 상해	→펌프카 배출구 접근금지 →타설전후에 장비의 계속적인 점검	BSCW07	6
				8)펌프카의 불이동시 작업자 상해	→운전자 안전교육 실시 →펌프카의 불을 작동시키기 전에 바지를 확실히 고정시켜 타설도중 바지의 이동 방지	BSCW08	5
				9)작업자 콘크리트 피부접촉	→장화, 장갑 및 보안경 착용	BSCW09	3
				10)브라켓의 처짐으로 콘크리트 타설후 균열발생	→구조검토후 브라켓의 일정간격 및 강도 확보	BSCW10	1

〈표 14-10〉 브라켓/상판거푸집/낙하물 방지망 해체작업공정

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
교량(B)	STEEL BOX(S)	브라켓 / 상판거푸집 / 낙하물방지망 해체작업(DM)		1)추락 및 낙하위험	→안전난간대 설치, 버킷 크레인 작업 →안전망 설치 및 안전요원 배치 →이동식 플랫폼을 제작하여 안전하게 해체 →악천후시 해체작업 금지 →Box Girder 중간부분은 Deck Plate를 사용하여 영구구조물로 시공 →켄틸레보 브라켓부분은 작업대차를 제작하여 상부슬래브에 거치후 일정구간씩 해체	BSDM01	37
				2)장구류 및 자재 낙하	→낙하물 방지망 설치 →해체시 관계자의 출입금지 →해체된 재료는 달줄 또는 달비계를 사용 →해체가 용이하지 않을 때 무리한 충격을 가하지 말 것 →교량상부에서 작업대차를 사용 해체 →안전감시인 배치로 통행인 유도 →낙하의 우려가 있는 자재를 미리 회수	BSDM02	29
				3)해체시 구조물 붕괴	→구조물과 브라켓에 과도한 힘을 가하지 말 것 →양생기간에 따른 압축강도 확인후 해체	BSDM03	14
				4)장비에 의한 협착 사고	→작업공간 확보, 부분적 차량 통제	BSDM04	10
				5)해체시 작업원의 상해	→못 또는 날카로운 이물질 돌출 제거	BSDM05	6
				6)이동식 크레인의 전도	→Counter balance의 중량을 충분히 유지	BSDM06	4

부록 15. P.C Box식 교량공사시 P.S.M 제안 양식

〈표 15-1〉 Full Staging 가설작업공정

종 류	공사 방 식		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
교 량 (B)	P C B O X (P)	Full Stag -ing 가설 작업 (ST)		1)기초지반 침하	→하부기초 다짐 및 콘크리트 타설 →지반개량 및 보강 →현장재하시험으로 예상침하량 산정 →동바리 부등침하 방지	BPST01	34
				2)staging 전도, 비틀림, 휨	→처음 바닥 받침대 사용 →staging 설치시 가세 및 고정연결철물 사용 →가설시 수직 및 수평관리 철저, 자재엄선 →받침뿔기를 설치하더라도 진동에 의해 비틀림이 가능하므로 반드시 브레이싱을 설치하고 견고하게 강결 되었는지 확인 →장주인 경우에는 비틀림을 확인하고 재사용자재의 경우 취약부분을 점검후 사용	BPST02	25
				3)가설구조물 붕괴	→현장과 동일한 조건으로 구조검토 →횡하중 사전 검토 →경간 및 작업방안을 고려하여 적정한 형식의 가설구조물 결정	BPST03	19
				4)작업중 추락	→안전장구류 착용, 안전교육	BPST04	13
				5)가설 철재류 낙하	→장비 및 장구류 점검, 재용량 확인	BPST05	9

〈표 15-2〉 외측거푸집 설치작업공정

공사			공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
종 류	방 식	공 종					
교 량 (B)	P C B O X 식 (P)	외 측 거 푸 집		1)작업자 추락	→가설계단, 안전난간대 설치, 안전대 착용	BPOF01	28
				2)장구류 및 자재류 낙하	→안전망 설치, 주변 출입금지 조치	BPOF02	20
				3)거푸집 동바리 조립도중 전도	→바닥 잡석다짐으로 부분침하 및 기울어짐 방지	BPOF03	16
				4)거푸집 설치중 풍하중에 의한 거푸집 탈락	→거푸집 설계시 풍하중을 고려 보강재 설치	BPOF04	12
		조 립 작 업 (OF)		5)거푸집 변형	→목재거푸집은 반복사용시 건조수축변형을 억제하기 위해 사용횟수 제한 →강재거푸집은 보관중이나 가설중 변형방지를 위한 관리감독 철저	BPOF05	12
				6)거푸집 설치시 과하중에 의한 크레인 전도	→시공전 작업하중을 고려한 적정용량 선정	BPOF06	8
				7)작업시 동근톱에 의한 손절단	→누전차단기 및 방호장치 확인	BPOF07	4

〈표 15-3〉 철근 조립작업공정

공사			공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
종 류	방 식	공 종					
교 량 (B)	P C B O X 식 (P)	철 근		1)이동시 철근 낙하	→철근 인양장비 확인 →자재 이동시 적재용량 준수 →장비에 의한 자재 이동시 수평목록 실시 →숙련된 신호수 상주 배치	BPSA01	47
		조 립 작 업 (SA)		2)작업자의 눈 찢림 등 상해	→안전보호구 착용 철저	BPSA02	29
				3)난간대에 적재한 철근의 낙하	→작업대 난간 400 kg 이하 사재 적치	BPSA03	18
				4)콘크리트 타설작업시 위치 이동	→스페이서를 사용하여 견고하게 조립	BPSA04	6

〈표 15-4〉 쉬스관 배치작업공정

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
교량 (B)	P C B O X 식 (P)	쉬스관 배치 작업 (SL)		1)쉬스관 운반시 작업원 추락	→안전난간 설치, 안전교육 철저	BPSL01	37
				2)타설시 쉬스관의 이동	→주철근이나 배력근에 강결하며, 콘크리트 타설시 이동으로 곡선화 예방	BPSL02	32
				3)쉬스관에 깔림	→장비를 이용하여 안전하게 배치	BPSL03	21
				4)철근에 찢림	→개인보호구 착용 철저	BPSL04	10

〈표 15-5〉 내측거푸집 조립작업공정

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
교량 (B)	P C B O X 식 (P)	내측거푸집 조립 작업 (IF)		1)추락 위험	→안전난간 설치, 안전장구류 착용 철저 →발판고정 확인, 추락방지망 설치	BPIF01	27
				2)조명부족으로 인한 사고	→작업에 필요한 조명설치	BPIF02	23
				3)낙하물에 의한 상해	→안전 장구류 확인 →주변 출입금지 조치 및 신호자 배치	BPIF03	19
				4)외부와 내부거푸집 결속용 폼타이 이완	→가설구조물 설계시 콘크리트 타설용력을 계산하여 적정규격의 폼타이 설치	BPIF04	11
				5)상판거푸집 낙하 및 Staging 붕괴	→Staging 설치 철저 →1단 바닥에 고정판 설치 철저	BPIF05	8
				6)동바리 붕괴 위험	→내부거푸집 동바리 설치전 가설구조물 설계를 실시하여 시공하중하에서 안전도 점검	BPIF06	8
				7)거푸집 가공시 동근톱에 의한 손절단	→방호장치 확인	BPIF07	4

〈표 15-6〉 콘크리트 타설작업공정

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
교량 (B)	P C B O X 식 (P)	콘 크 리 트 타 설 작 업 (CW)		1)거푸집 이완 및 탈락	→거푸집 1/4지점 지지대 설치 및 연결부 재확인 →균형있게 타설, 불필요한 자재와 장비제거 →콘크리트 타설속도의 완급을 조절하여 타설축압 저하 →콘크리트 타설중에는 응급보수팀을 현장 배치하여 거푸집 이완시 즉시 보강조치 →목재거푸집은 진동에 의한 이완발생이 우려되므로 적정용량의 진동기 배치	BPCW01	31
				2)콘크리트 타설장비 배관 이탈	→작업전 배관상태 확인	BPCW02	20
				3)타설시 안면부위에 콘크리트 튕	→개인보호구 착용 철저	BPCW03	15
				4)추락위험	→외부쪽 상부보다 1단 높게 바계설치 및 안전발판 설치	BPCW04	11
				5)감전위험	→진동기 전선피복 및 인입선 누전차단기 설치 유무 확인 및 점검	BPCW05	8
				6)콘크리트 펌프카 전도	→콘크리트 펌프카의 고정확인	BPCW06	6
				7)쉬스관의 파손, 이탈	→견고하게 결속	BPCW07	3
				8)내측거푸집의 변형	→Strut, Bracing 시공	BPCW08	3
				9)Staging 붕괴	→Staging 연결부, 가새 및 수평연결재 점검	BPCW09	3

〈표 15-7〉 인장강선 삽입/긴장작업공정

종 류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
	방 식	공 종					
교 량 (B)	P C B O X 식 (P)	인장 강선 삽입 / 긴장 작업 (TB)		1) 긴장도중 강선 파단	→ 방호망 설치 → 주기적인 시험을 통해 고품질 확보 → 쉬스관내 PC 강재가 엉키지 않도록 배치 → PC 강연선은 습기에 의한 녹방지를 위하여 건조한 곳에 보관	BPTB01	36
				2) 잭 유압호스 파손에 의한 장비이탈	→ 작업원은 잭킹장비 정면에 위치하지 않도록 하고 유압호스 상태 확인	BPTB02	28
				3) 감전위험	→ 기계 인입선에 누전차단기 설치	BPTB03	16
				4) 긴장시 콘크리트 단부의 지압파괴	→ PC강연선 긴장은 최소 시방조건에 만족하는 콘크리트의 압축응력이 획득된 상태에서 실시 → 시공전 정밀구조계산을 실시하여 보강한 후 시공	BPTB04	8
				5) 긴장작업대 미설치로 인한 안전사고	→ 사전에 긴장작업대 설치	BPTB05	8
				6) 강선 삽입기에 의한 작업자 타격	→ 쉬스 구멍 앞에 안전보호장치	BPTB06	4

〈표 15-8〉 Full Staging 해체작업공정

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
교량(B)	P C B O X 식 (P)	Full Stag- ing 해체 작업 (SD)		1) 추락에 의한 부상	→ 안전장구류 착용 → 무리한 해체 및 악천후시 작업 금지 → 설치한 기능공이 해체	BPSPD01	44
				2) 낙하물에 의한 부상	→ 상하 동시작업 금지 → 작업구역 표시 및 출입금지 감시인 배치 → 비계작업발판에 400 kg 이상 적재금지	BPSPD02	22
				3) 콘크리트 슬래브 붕괴	→ 콘크리트 압축강도를 확인후 포스트텐션이 슬래브에 도입된 후 제시방 규정에 맞추어 실시	BPSPD03	17
				4) 전도위험	→ 무리한 힘을 가하지 말고 해체순서에 입각한 해체 → 비계 수평, 수직, 이음상태 확인	BPSPD04	13
				5) 콘크리트와 빔 충돌	→ 크레인의 충분한 용량확인후 작업	BPSPD05	4

〈표 15-9〉 거푸집 해체작업공정

종류	공사		공사 기간	잠재 위험 요인	조치 내용	컴퓨터 코드	가중 치
	방식	공종					
교량(B)	P C B O X 식 (P)	거 푸 집 해 체 작 업 (FD)		1) 구조물 붕괴	→ 콘크리트 강도 기준치 이상 및 재령일 확인, 거푸집 존치 기간 확보 → 해체순서를 준수	BPFD01	35
				2) 추락 위험	→ 안전장구류 착용, 추락방지망 설치 → 발판고정 확인	BPFD02	29
				3) 거푸집 동시 해체로 인한 작업원 협착	→ 일정구간을 해체순서에 입각한 해체	BPFD03	24
				4) 낙하물에 의한 부상	→ 작업구역 표시 및 출입금지 감시인 배치	BPFD04	12

건설업체 자율안전관리 능력제고에 관한연구
건설분야 연구보고서 (연구원 : 2000-21-141)

발 행 일 : 1999. 12. 31

발 행 인 : 원 장 정 호 근

연구책임자 : 책임연구원 최원일

발 행 처 : 한국산업안전공단
산업안전보건연구원
안전공학연구실

주 소 : 인천광역시 부평구 구산동 34-4

전 화 : (032)5100-852

인 쇄 처 : 영진인쇄사 (02)734-3713