

건설공사의 안전관리정보시스템 개발

박종근 · 김연희* · 이영섭**

벽성대학 건설안전과 · 호서대학교 안전공학부 · 서울산업대학교 안전공학과

1. 서 론

건설업에서 효과적인 재해방지 활동을 위해서는 건설공사에서 발생할 수 있는 재해 예방을 위하여 공정별로 위험요인을 도출하고, 그에 따른 개선대책을 제시하는 것은 기본적인면서도 중요한 사안이다. 또한, 사전 안전성 평가를 통하여 문제점과 해결대책을 제시하고, 기초공사에서 마감공사에 이르기까지 안전한 공정 수행 및 작업 방법을 제시함으로써 건설 재해를 감소시킬 수 있는 모델 제시가 시급한 실정이다.

따라서, 본 논문에서는 건설공사중 빌딩건설공사를 중심으로 사고사례 및 실태 조사 분석 결과를 토대로 기초공사·가설공사·골조공사·설비공사·마감공사·기타공사의 단계별 사전 위험성 요인을 도출하여 정량적 위험성 평가를 수행할 수 있는 모델을 제시하고자 한다. 또한, 건설공사의 위험성 평가 및 안전교육을 효율적으로 수행할 수 있는 안전관리정보시스템을 개발하고자 한다.

2. 건설공사 위험성 평가 모델

2.1 건설공사 위험성 평가 절차

건설 공사 개시전에 사업주 및 안전 전문가가 시공중에 발생할 수 있는 위험성을 사전에 평가할 수 있는 기본 절차는 그림 1과 같다.

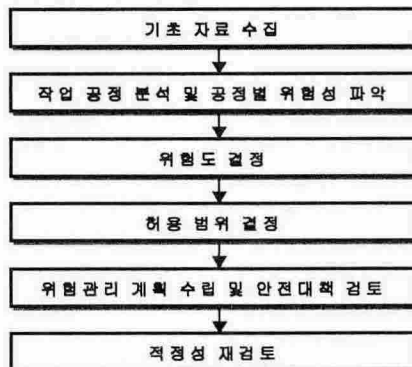


그림 1. 위험성 평가 절차

본 논문에서는 정량적인 위험성 평가를 위해서 사고 발생 요인에 대한 위험확률지수와 위험강도지수를 산출하여 위험도 및 위험등급을 부여하는 방법론을 적용하였고, 위

험확률등급·위험강도등급·위험지수 및 위험등급 기준은 표 1과 같다.

표 1. 위험도 등급

사고위험 확률등급	사고위험확률구분	사고위험 확률지수	사고위험 강도등급	사고위험강도구분	사고위험 강도지수
A	사고발생 가능성이 대단히 높음 재해의 30%미만 점유	4	A	재해발생강도가 대단히 높음	4
B	사고발생 가능성이 비교적 높음 재해의 10~20%미만 점유	3	B	재해발생강도가 비교적 높음	3
C	사고발생 가능성이 보통 수준 재해의 5~10%미만 점유	2	C	재해발생강도 보통수준	2
D	사고발생 가능성이 낮은 수준 재해의 5%미만 점유	1	D	재해발생빈도가 낮은 수준	1

위험확률 / 위험강도	위험강도				위험등급	위험지수	위험강도
	D	C	B	A			
D	1	2	3	4	I	10 이상	중대위험
C	2	4	6	8	II	8 ~ 9	보통위험
B	3	6	9	12	III	4 ~ 7	수용 가능한 위험
A	4	8	12	16	IV	1 ~ 3	무시

2.2 공정별 위험 분석

본 논문에서는 건설공사중 빌딩 건설공사를 “기초공사”, “가설공사”, “골조공사”, “설비공사”, “마감공사”, “기타공사”의 6개 공정으로 분류하였으며, 각 공정별 위험요인에 따른 위험확률과 위험강도를 산출하여 정량적 위험성 평가를 수행할 수 있는 방법을 제시하고자 한다. 또한, 정량적 위험성 평가를 통하여 산출된 위험지수로 각 공정별 중대 위험요인을 추출할 수 있고, 그에 따른 위험 감소 방안을 강구하여 건설공사의 위험성을 감소시킬 수 있을 것으로 사료된다.

빌딩 건설공사의 공사별 작업분류는 현장에 따라 다소 차이가 있으나, 본 논문에서 분류한 공정별 작업 분류는 표 2와 같고, “작업공정 및 작업내역”·“사고발생위험요인”·“예상되는 사고 유형”·“개선대책”·“위험확률”·“위험강도”·“위험지수”항목으로 구성되어 있는 위험성 평가표의 예는 표 3과 같다.

3. 건설안전관리시스템

건설안전관리시스템은 현장의 위험성 평가를 수행할 수 있는 기능 이외에 재해사례·표준안전작업지침·안전용어·산업안전보건법의 데이터를 관리할 수 있어 안전 교육에도 활용할 수 있다. 본 논문의 건설안전관리시스템 개발 툴은 Microsoft Visual Studio .NET과 Microsoft Access 2000의 DBMS(Data Base Management System)으로 개발되었다.

표 2. 공사 종류별 작업 분류

공사종류	작업내용(사고발생 위험 요인 수)
1. 기초공사	① Pile 하차 작업(1), ② Pile 횡타 작업(8), ③ Pile 두부 정리 작업(1), ④ 굴착 작업(7), ⑤ 토사 운반 작업(1), ⑥ 콘크리트 타설 작업(1), ⑦ 양수작업(2)
2. 가설공사	① 외부 비계 설치 작업(3), ② 외부 비계 해체 작업(2), ③ 외부 낙하물 방지용 방망 설치 작업(2), ④ 외부 낙하물 방지용 방망 해체 작업(2), ⑤ Tower crane 설치작업 및 해체작업(6), ⑥ 건설용 리프트 설치 및 해체작업(3), ⑦ 기타작업(5)
3. 골조공사	① 형틀 작업(19), ② 철근 작업(4), ③ Con'c 타설 작업(6), ④ E/V Pit 내부 작업(2), ⑤ 기타 작업(14)
4. 설비공사	① E/V 설치작업(7), ② 배관 작업(4), ③ 기타 작업(4)
5. 마감공사	① 미장 작업(12), ② 방수 작업(10), ③ 타일 작업(4), ④ 도장 작업(7), ⑤ 조적 작업(5), ⑥ 건축 작업(6), ⑦ 내장 작업(1), ⑧ 도배 작업(2), ⑨ 인조석 깔기 작업(1), ⑩ 기타 작업(4)
6. 기타 공사	① 기타 작업(2)

표 3. 위험성 평가표 예시

작업 공정	사고발생위험요인	사고 유형	개선대책	위험확률				위험강도				위험 지수	
				A	B	C	D	A	B	C	D		
가. 파일 하차작업	1. 트럭 및 트레일러에서 파일이 굴러 내림	맞음	- 안전작업계획수립 - 안전계획에 따른 작업실시 - 췌기등을 사용 - 작업지휘자의 지시에 따라 작업실시										
나. 파일 횡타작업	1. 파일의 전도	갈림	- 작업반경내 근로자 출입금지 - 기계에 의한 작업실시										
	2. 횡타기 정비 중 행머 낙하	협착	- 안전지주, 안전블럭, 안전고리 사용										
	3. 횡타기 전도	협착	- 고정철저 - 작업반경내 관계자의 출입 금지										
	4. 횡타기에 사람 충돌	충돌	- 작업반경내 관계자의 출입 금지 - 작업 지휘자 배치										
	5. 인접 건물 등이 전도	협착	- 구조물과 일정거리 이격 굴착 - 구조물 제거나 충분한 지지후에 굴착										
	6. 파일 횡타 중 행머 셋 낙하	갈림	- 정비 지휘자를 지정, 작업 방법 절차, 신호방법 등을 정하여 근로자에게 주지 시킴 - 횡타기 사용전 안전점검 실시										
	7. 횡타기 유압 탱크 폭 발로 두경 비산	충돌	- 안전벨트 설치 - 작업시작 전 안전점검 철저										
	8. 횡타기 상부 점검 위해 사다리 오르던 중 실족	추락	- 안전대착용 - 수직사다리 규격 조정 및 등받이 설치										
다. 파일 두부 정리 작업	1. 파일 전도	갈림	- 작업 반경내 담당자의 출입 금지 - 횡타 계획시 파일의 잔여 부분이 남지 않도록 근원적인 안전 대책 수립										

3.1 건설안전관리시스템 레이아웃

건설안전관리시스템은 그림 2와 같이 메인화면, 위험성평가(위험성평가 관리·위험성평가 일반), 재해사례, 표준안전작업지침(건축/주택·토목·플랜트), 안전용어, 안전관련

법규(법·시행령·시행규칙·규칙), 사용자관리, 게시판관리, 기타메뉴의 9개 메뉴로 구성되어 있다. 로그인 아이디를 통하여 관리자 및 일반사용자를 구분하고, 위험성평가관리와 사용자관리 메뉴는 관리자만이 접속할 수 있다.



그림 2. 건설안전관리시스템 메인 화면

3.2 위험성평가

위험성평가 메뉴는 현장별 위험성 평가를 수행할 수 있는 메뉴로서, 관리자 메뉴인 위험성평가 관리와 사용자 메뉴인 위험성 평가 일반으로 구성되어 있다.

(1) 위험성 평가 관리

위험성 평가 관리는 건설 현장에서 위험성 평가를 수행할 수 있도록 그림 3과 같이 공사종류를 대분류(건축·토목·플랜트 공사)·중분류(건축공사중 빌딩공사·아파트공사)·소분류(빌딩공사의 기초공사·가설공사·구조체공사·설비공사·마감공사·기타공사)로 분류하고, 공사 종류별 세부작업과 그 작업에 해당하는 사고발생위험요인·사고유형·개선대책·위험확률·위험강도·위험지수를 설정할 수 있다.



그림 3. 위험성평가관리 메뉴

건설현장에서 일반 사용자가 위험성평가를 수행하기 위해서는 관리자가 위험성평가

관리 메뉴를 이용하여 대분류·중분류·소분류·세부작업리스트·안전용어&법규리스트를 미리 설정하여야 한다. 또한, 안전용어&법규리스트에 세부작업에 관한 사례·표준안전작업지침·안전용어·안전관련법규 내용을 첨부하면, 위험성평가 일반 메뉴에서 첨부한 파일을 일반 사용자가 검토함으로써 사용자의 이해에 도움을 줄 수 있고, 안전교육 자료로도 용이하게 활용할 수 있는 기능을 제공하고 있다.

(2) 위험성평가 일반

위험성평가 일반 메뉴는 그림 4와 같이 위험성평가 관리 메뉴에서 관리자가 대분류/중분류/소분류/세부작업 항목을 설정한 데이터를 사용자 현장에 적합한 데이터만을 설정하고 위험성 평가를 수행할 수 있는 기능을 제공하고 있다.

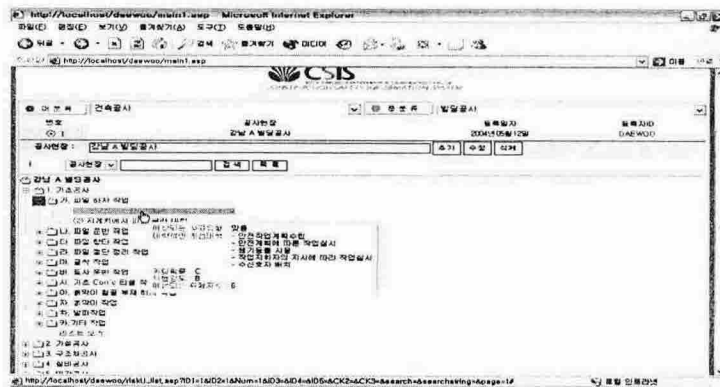


그림 4. 위험성평가일반 메뉴

위험성 평가를 수행하는 방법은 그림 5와 같이 사용자의 현장을 입력하고, 현장에 관한 대분류/중분류/소분류/세부작업 항목을 선택한다. 세부 작업별 위험확률 및 위험강도를 선택하면 세부 작업별 위험지수를 산출할 수 있다.

사용자 현장의 모든 세부 작업별 위험확률 및 위험강도를 선정한 후, 어떠한 작업이 더 위험한지를 검색할 수 있는 기능을 이용함으로써 사용자 현장에서 위험이 높은 작업과 낮은 작업을 분류할 수 있다. 또한, 위험이 높은 작업을 수행하기 전에는 해당 작업자에게 관련 사항을 주지시킴으로써 사고 발생을 미연에 방지할 수 있는 기능을 제공하고 있다.

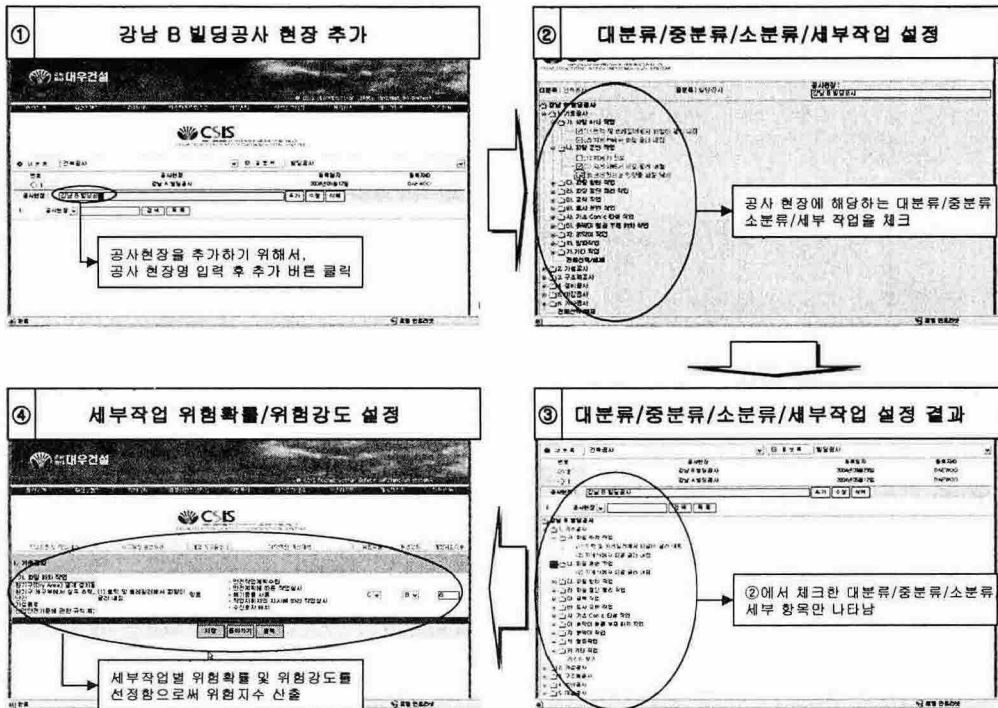


그림 5. 세부 작업별 위험지수 산출

본 논문에서는 위험지수가 10이상인 작업을 중대위험이 있는 작업이라고 정의한다. 건설안전관리시스템에서는 위험지수를 통하여 중대위험/보통위험/수용가능한위험/무시의 4등급에 속하는 세부작업을 검색할 수 있고, 그림 6은 중대위험에 속하는 위험지수 10~16에 해당하는 작업을 검색한 결과이다.

http://localhost/daewoo/main1.asp - Microsoft Internet Explorer

http://localhost/daewoo/main1.asp

CSIS
CONSTRUCTION SAFETY INFORMATION SYSTEM

현장명: 강남 B 빌딩공사 | 시공업체: 위험관리 | 작업명: | 대역: | 위험지수: | 위험강도: | 작업위험지수:

1. 기초공사

가. 굴착 작업

(1) 토사붕괴	붕괴/도괴	- 작업시작전 작업장소 및 주변 현황 점검 - 지반실험 적정 시 기준 준수 (보통 붕괴 경우 10.5 - 11 구별) - 굴착시작은 가능한 범위 내에서 일괄 적지	B	A	12
(4) 굴착면의 붕괴	붕괴/도괴	- 굴착면의 구배 기준에 의한 굴착 - 굴착 깊이가 1.5M이상의 경우 안전한 구조의 확립 - 굴착 선단부 상하 하중 감소	B	A	12
(5) 매설된 파이프 및 인공 건축물의 분열이나 도괴	폭발	- 지하 매설물 사전 조사 - 작업면의 인공 굴착 위치 상하 및 공사 계획 수립 - 매설물에 발주되는 경우 관계 기관과 협의 - 필요시 해당 계기 중지, 계획	B	A	12

나. 보사 보완 작업

(1) 인프 토목이 후견 용 작업차량 운행	일착	- 작업 반경 내 굴착 금지 조치 - 안전수 방치 - 호일 설치기 설치 - 운전장 속도, 좌회 상해 점검	B	A	12
-------------------------	----	---	---	---	----

2. 개량공사

가. 외부 배계 설치 작업

(1) 배계 설치 중 폭파	폭파	- 인계대 확충 - 인계대 상하의 지체하여 작업 실시 - 호일 방출물 인양 방지 - 작업 일일 중지	A	A	16
----------------	----	--	---	---	----

CSIS

그림 6. 중대위험 검색 결과

3.3 재해사례

재해사례는 그림 7과 같이 공중별 사망재해를 중심으로 재해개요·재해상황도·재해 발생상황·재해원인 및 대책을 검토할 수 있는 기능을 제공하고 있다.

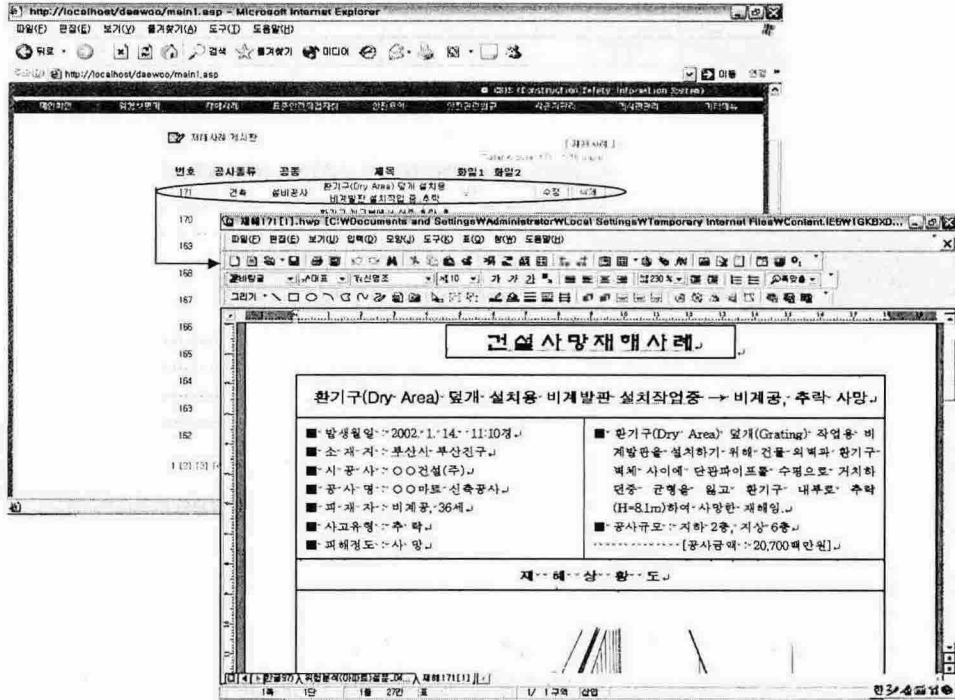


그림 7. 재해사례

3.4 표준안전작업지침

표준안전작업지침 메뉴는 그림 8과 같이 공중별 공정흐름도·구성부위별 검토사항·주요 정기/점검항목·주요 재해 발생항목등을 검토할 수 있는 기능을 제공하고 있다.



그림 8. 표준안전작업지침

3.5 안전용어 및 산업안전보건법

건설안전관리시스템에는 그림 9와 같이 안전용어 11,786개와 산업안전보건법의 법·시행령·시행규칙·규칙의 데이터베이스를 제공함으로써 사용자가 이해하기 어려운 용어의 해설을 제공하고, 사용자가 검토하고자 하는 산업안전보건법관련 내용을 용이하게 검색함으로써 업무의 효율성 및 안전성 향상의 기초 자료로 활용할 수 있다.



그림 9. 안전용어 및 산업안전보건법

4. 결 론

본 논문에서는 건설공사중 빌딩 건설 공사 수행시 발생하는 사고 형태를 위험확률과 위험강도로 분류하여 위험지수를 산출할 수 있는 위험성 평가 수법을 제시하였고, 이를 토대로 건설현장에서 보다 효율적으로 위험성평가를 수행하여 중대위험작업 도출 및 개선 대책을 제시하고 안전교육 자료로도 활용할 수 있는 건설안전관리시스템을 개발하였다.

따라서, 본 논문에서 제시한 위험성 평가 모델 및 건설안전관리시스템은 아직까지 건설공사의 위험성평가에 대한 가이드라인이 없는 현시점에서 보다 안전한 건설공사 수행에 필요한 가이드라인을 개발하는데 기초 자료로 활용될 수 있으리라 사료된다. 또한, 빌딩공사 이외의 건축공사·토목공사·플랜트 공사 등 공사 특성에 맞는 가이드라인 및 시스템 개발에 대한 심도 있는 연구도 진행되어야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

- 1) 건설안전기술협회, 고층 건축물 공사 안전대책 세미나, pp124-128
- 2) 노동부, 고층APT건설공사 안전대책, 건설안전기술협의회, pp27-30
- 3) 대한주택공사, 공동주택 건설현장의 안전시설 및 관리비 적정화 연구, 1994, 12
- 4) Kuhlmann, A, Introduction to Safety Science, Springer-Verlag New York Berlin Heidelberg Tokyo, 1986