

# 도로 건설공사의 안전관리정보시스템 개발

박 종 근

벽성대학 건설계열

(2012. 2. 2. 접수 / 2012. 4. 12. 채택)

## Safety Management Information System in Roads Construction Work

Jong-Keun Park

Department of Civil Engineering, Byuksung College

(Received February 2, 2012 / Accepted April 12, 2011)

**Abstract :** There are insufficient models that find problems and solutions for accident prevention through risk assessment and suggest safe work process and work instruction from foundation works to finish work for accident decrease. This paper presents a quantitative risk assessment model by analysis of risk factors in each process such as earth works, drainage works, pavement works, appurtenant works and etc based on accident examples and investigation on actual condition in roads construction work. In addition, the safety management system was developed to perform risk assessment of construction and use it for effective safety training for labor.

**Key Words :** construction work, risk assesment, safety management information system.

### 1. 서론

건설업에서 효과적인 재해방지 활동을 위해서는 건설공사에서 발생할 수 있는 재해예방을 위하여 공정별로 위험요인을 도출하고, 그에 따른 개선대책을 제시하는 것은 중요하다. 또한, 사전 안전성 평가를 통하여 문제점과 해결대책을 제시하고, 기초공사에서 마감공사에 이르기까지 안전한 공정 수행 및 작업방법을 제시함으로써 건설 재해를 감소시킬 수 있는 모델 제시가 시급한 실정이다<sup>1)</sup>.

따라서, 본 논문에서는 도로 건설공사의 사고 사례 및 실태 조사 분석 결과를 토대로 토공사·배수구조물공사·포장공사·부대공사의 단계별 사전 위험성 요인을 도출하여 정량적 위험성 평가를 수행할 수 있는 모델을 제시하고자 한다. 또한, 도로 건설공사의 위험성 평가 및 근로자 안전교육을 효율적으로 수행할 수 있는 안전관리정보시스템을 개발하고자 한다.

### 2. 도로 건설공사 위험성 평가 모델

#### 2.1. 도로 건설공사 위험성 평가 절차

도로 건설공사 개시 전에 사업주 및 안전 전문가가 시공 중에 발생할 수 있는 위험성을 사전 평

가할 수 있는 기본 절차는 Fig. 1과 같다.

##### 2.1.1. 기초 자료 수집

도로 건설공사의 위험성 평가에 필요한 기초 자료를 수집하고 정리한다.

##### 2.1.2. 작업공정 분류 및 위험성 파악

공사현장 내 설비·작업자·절차 등을 포함하는 작업 항목을 준비하고 관련 정보를 수집하여 각 작업 행위에 관련된 모든 주요 위험요소를 파악한다.

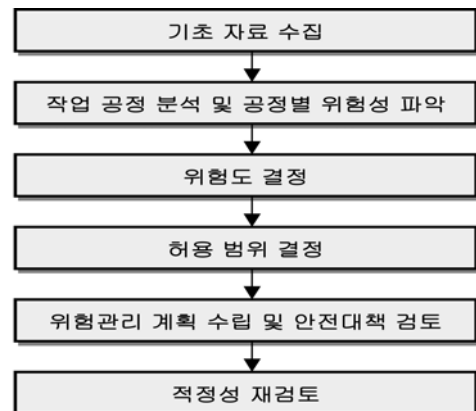


Fig. 1. Risk assessment procedure.

Table 1. Grade of risk

사고위험 확률등급	사고위험확률구분	사고위험 확률지수	사고위험 강도등급	사고위험강도구분	사고위험 강도지수
A	사고발생 가능성이 대단히 높음 재해의 30 % 이상 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				위험등급	위험지수	위험강도
	D	C	B	A			
D	1	2	3	4	I	10이상	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

Table 2. Work classification by construction work

공사종류	작업내용(사고발생 위험 요인 수)
1. 토공사	① 준비 작업(4), ② 별개제근 및 표토제거 작업(7), ③ 지장물 철거 및 이설 작업(10), ④ 절토 작업(8), ⑤ 발파 작업(8), ⑥ 성토 작업(6), ⑦ 연약지반처리 작업(4)
2. 배수구 조물공사	① 토공작업(10), ② 거푸집 및 동바리 작업(22), ③ 철근 작업 (10), ④ 콘크리트 타설 작업(9), ⑤ 배수관부설 작업(8)
3. 포장공사	① 아스콘 포장 작업(8), ② 콘크리트 포장 작업(8)
4. 부대공사	① 타일설치 작업(8), ② 낙석방지망 작업(8), ③ 교량점검 및 통로작업(6), ④ 방음 작업(3), ⑤ 교대블록 보호 작업(2), ⑥ 보강토 옹벽 작업(5)

2.1.3. 위험도 결정

본 논문에서는 정량적인 위험성 평가를 위해서 사고 발생 요인에 대한 위험확률지수와 위험강도지수를 산출하여 위험도 및 위험등급을 부여하는 방법론을 적용하였다. 또한 위험확률등급 및 위험등급 기준은 선행연구자가 산업재해 통계로 도출한 연구결과를 적용하였으며, 상세 내용은 Table 1과 같다<sup>2)</sup>.

2.1.4. 허용 가능한 위험성

계획 또는 시행되고 있는 예방대책이 관리될 수 있는 위험성과 법적 요건을 충족시킬 수 있는지의 여부에 따라 허용 가능한 위험성을 결정하여야 한다.

2.1.5. 위험관리 계획 수립 및 안전대책 검토

위험성 평가에 따른 이행 계획을 준비하기 위한 것으로 신규 및 현재의 안전관리가 적절하고, 효과적으로 시행될 수 있도록 하여야 한다. 또한, 모든 공정을 평가하여 위험성에 따른 안전대책을 검토하고, 시공 계획단계에서 최대한 고려하여야 한다.

2.1.6. 조치계획의 적절성 재검토

위험성을 재평가하고 그 위험의 허용정도를 점검하여야 한다.

2.2. 공정별 위험 분석

본 논문에서는 각 공정별 위험요인에 따른 위험 확률과 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 도로 건설공사의 위험성을 감소시킬 수 있을 것으로 사료된다.

이를 통해 산출된 위험지수로 각 공정별 중대 위험요인을 추출하고, 그에 따른 위험 감소 방안을 강구하여 도로 건설공사의 위험성을 감소시킬 수 있을 것으로 사료된다. 공정별 작업 분류는 Table 2와 같고, 위험성 평가표 및 설문 평가표의 예는 Table 3과 같다.

본 논문에서는 설문 오류 최소화 및 회수율을 극대화하기 위하여 D사 안전관리자 및 관리감독

Table 3. Example of risk assessment table

작업공정	사고발생위험요인	사고유형	개선대책	위험확률				위험강도				위험지수	
				A	B	C	D	A	B	C	D		
가. 준비작업	1. 차량계 건설기계 이동중 지반상태 불량으로 전도	전도	-주행통로 정지작업 -장비관련 보험서류 -운전원 자격유무 확인 -전도등이 방지조치 -차량유도자 배치 -제한속도 지정										
	2. 백호로 준비 배수로 굴착중 후진하는 백호에 협착	협착	-유도자 배치 -장비안전장치 작동여부 확인 -운전원 장비관련 안전교육										
나. 별개 제근 및 표토 제거 작업	1. 벌목공사 현장에서 벌목작업 중 굴삭기 등으로 넘어뜨린 나무에 하부 작업자 맞음	협착	-유도자 배치 -근로자 대피 확인 철저 -보호구 지급 및 착용 철저 -위험작업 구역내 작업금지										
	2. 경사지에서 벌목한 수목을 조개 작업중 목재가 굴러 근로자 협착	협착	-경사지 상하동시 작업금지 -작업전 벌목작업 안전교육 -작업지휘자 지정										

자 집체 교육 시 인터뷰를 통하여 조사하였으며, 면접자는 40명을 대상으로 설문을 실시하였다.

### 3. 안전관리정보시스템

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

#### 3.1. 안전관리정보시스템 레이아웃

안전관리정보시스템의 레이아웃은 Fig. 2와 같고, Fig. 3과 같이 메인화면, 위험성평가(위험성평가 관리·위험성평가 일반), 재해사례, 표준안전작업지침,

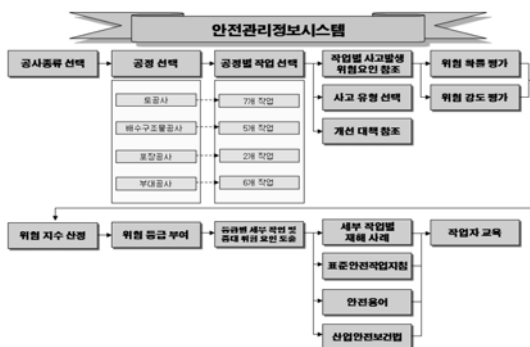


Fig. 2. The layout of construction safety management information system.



Fig. 3. The main screen of construction safety management information system

안전용어, 안전관련법규, 사용자관리, 게시판관리, 기타메뉴의 9개 메뉴로 구성되어 있다. 로그인 아이디를 통하여 관리자 및 일반사용자를 구분하고, 위험성평가관리와 사용자관리 메뉴는 관리자만이 접속할 수 있다.

#### 3.2. 위험성평가

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

##### 3.2.1. 위험성 평가 관리

위험성 평가 관리는 건설 현장에서 위험성 평가를 수행할 수 있도록 Fig. 4와 같이 공사종류를 대분류·중분류·소분류(도로공사의 토공사·배수구조물공사·포장공사·부대공사)로 분류하고, 공사 종류별 세부작업과 그 작업에 해당하는 사고발생위



Fig. 4. A management menu for risk assessment.

험요인·사고유형·개선대책·위험확률·위험강도·위험지수를 설정할 수 있다. 건설현장에서 일반 사용자가 위험성평가를 수행하기 위해서는 관리자가 위험성평가관리 메뉴를 이용하여 대분류·중분류·소분류·세부작업리스트·안전용어&법규리스트를 미리 설정하여야 한다. 또한, 안전용어&법규리스트에 세부작업에 관한 재해사례·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.

3.2.2. 위험성평가 일반

위험성평가 일반 메뉴는 Fig. 5와 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.

위험성 평가를 수행하는 방법은 Fig. 6과 같이 사

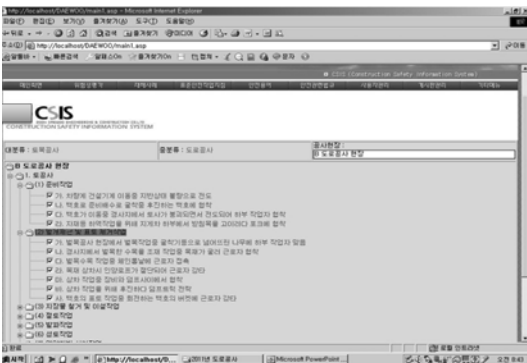


Fig. 5. A general menu for risk assessment



Fig. 6. Risk index calculation by specific work

용자의 현장을 입력하고, 현장에 관련하는 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.

3.2.3. 위험성평가 검색 결과

안전관리정보시스템에서는 위험지수를 통하여 중대위험/보통위험/수용가능한위험/무시의 4등급에 속하는 세부작업을 검색할 수 있고, Fig. 7은 위험지수가 10이상인 중대위험에 속하는 위험지수 10~16에 해당하는 작업을 검색한 결과이다.

또한 안전관리정보시스템을 국내 D사의 40개 현장의 설문 조사 결과를 입력한 결과는 Table 4와 같은 작업이 중대 위험으로 도출되었다.



Fig. 7. Search results of critical risk

Table 4. Critical risk elements by specific work

공사종류	세부작업	중대 위험 요인
토공사	준비작업	백호로 준비배수로 굴착 중 후진하는 백호에 협착, 백호가 이동중 경사지에서 토사가 붕괴되면서 전도되어 하부작업자 협착
	별개제근 및 표토 제거작업	백회의 표토 작업 중 회전하는 백회의 버킷에 근로자 강타
	지장물 철거 및 이설작업	굴착법면이 붕괴되어 작업 중 이던 작업자 매물, 폐자재 반출 및 정리 작업 중 백호의 회전 반경내 주변 작업자 강타, 카고 트럭으로 폐자재 인양 시 슬링로프 파단으로 하부 작업자 맞음
	절토작업	굴착지면에서 토사정리 작업 중 상부토사가 붕괴되면서 작업 중 이던 작업자 매물, 절토사면에 부석정리가 불량하여 부석이 굴러 하부 작업자 강타, 상부작업자의 범면 부석을 정리하던 중 돌이 굴러 하부작업자 강타, 절토부 절취시 백회의 뿌레가 작업 중 지나가던 작업자가 파면에 맞음
	발파작업	발파 후 암반의 비산에 의해 작업자 강타
	성토작업	성토를 포설하는 작업 중 그레이더가 후진하면서 작업자와 충돌, 다짐장비가 후진으로 이동 중 작업자를 인식하지 못하고 접촉, 토사 하차 중 이던 덤프 신호수 미 배치로 토공 끝 단부 작업 중 추락, 그레이더 운석 외 근로자 탑승 이동중 탑승자 후락으로 바퀴에 협착
	연약지반처리작업	와이어로프의 파단에 의해 중량물 낙하
배수구조물 공사	토공작업	토사정리 작업 중 상부토사가 붕괴, 다짐장비가 후진으로 이동중 작업자 협착, 굴착 작업중 회전하는 백호의 버킷에 근로자 맞음, 매설된 가스관 등 파손
	거푸집 및 동바리작업	크레인으로 자재인양 작업 중 와이어 로우프 파단, 이동식 비계위에서 실족, 작업자가 상부에서 거푸집해체 작업 중 자재를 던져 하부 근로자 맞음, 크레인 이용 거푸집 해체 시 혹에서 자재 낙하
	콘크리트 타설작업	바이브레이터 사용 작업 중 감전, 가설발판에서 작업중 미끄러지면서 추락, 암거 슬래브 콘크리트 타설 작업 중 타설용 호스의 진동으로 추락,
	배수관 매설작업	백호의 회전반경내에서 작업자가 작업 중 회전하는 버킷에 맞음, 크레인 이용 배수관 설치 작업 중 와이어로프에서 홉관 낙하, 배수관 인양 하던 중 회전하는 배수관으로 맞음, 배수관 매설시 장비기사와 작업자 신호불량으로 협착, 홉관 매설작업을 위해 굴착지면에서 작업 중 굴착 면이 붕괴
포장공사	아스콘 포장작업	덤프의 현장내 과속으로 작업자 및 지게차와 충돌, 다짐장비의 후진으로 이동 중 작업자 협착, 성토부 다짐하던 롤러가 범면 쪽으로 전락, 아스콘을 피니셔에 하치하는 과정에서 덤프와 피니셔 사이에 협착
	콘크리트 포장작업	골재포설 작업 중이던 그레이더와 다짐작업을 하던 롤러 충돌,
부대공사	낙석방지망작업	방호망 설치 작업 중 근로자 실족
	교량점검 통로작업	이동식 크레인의 인양작업 중 전도, 이동식 크레인으로 자재 인양 중 와이어로프 파단, 점검통로용 자재를 카고 크레인으로 하차 작업 중 자재 낙하, 상부 작업자의 부주의로 자재가 낙하,
	교대보호블록작업	블록 설치 작업 중 자재 낙하

### 3.3. 안전정보 검색

#### 3.3.1. 재해사례

재해사례는 공중별 과거 사망재해를 중심으로 재해개요·재해상황도·재해발생상황·재해원인 및 대책을 검토할 수 있는 기능을 제공하고 있다.

#### 3.3.2. 표준안전작업지침

표준안전작업지침 메뉴는 도로 건설공사의 공중별 공정흐름도·구성부위별 검토사항·주요 정기/점검항목·주요 재해 발생 항목 등을 검토할 수 있는 기능을 제공하고 있다.

#### 3.3.3. 안전용어 및 산업안전보건법

안전관리정보시스템에는 안전용어와 산업안전보건법의 법·시행령·시행규칙·규칙의 데이터베이스를 제공함으로써 사용자가 이해하기 어려운 용

어의 해설을 제공하고, 사용자가 검토하고자 하는 산업안전보건법관련 내용을 용이하게 검색함으로써 업무의 효율성 및 안전성 향상의 기초 자료로 활용할 수 있다.

## 4. 결론

본 논문에서는 도로 건설공사 수행 시 발생하는 사고 형태를 위험확률과 위험강도로 분류하여 위험지수를 산출할 수 있는 위험성평가 수법을 제시하였고, 이를 토대로 현장에서 보다 효율적으로 위험성평가를 수행하여 중대위험작업 도출 및 개선대책을 제시하고 안전교육 자료로도 활용할 수 있는 안전관리정보시스템을 개발하였다.

따라서, 본 논문에서 제시한 위험성 평가 모델 및 안전관리정보시스템은 건설공사의 위험성평가에 대한 가이드라인이 없는 현시점에서 보다 안전한 도로

건설공사 수행에 필요한 가이드라인을 개발하는데 기초 자료로 활용될 수 있으리라 사료된다.

### 참고문헌

- 1) 박종근외, “도로공사의 안전관리정보시스템 개발”, 한국안전학회 추계학술발표회, 2011, 5
- 2) 손정수, “아파트 건설공사의 위험분석에 관한 연구”, 서울산업대학교, 1996
- 3) R. Navon, M. ASCE, O. Kolton, Model for Automated Monitoring of Fall Hazard in Building Construction, 2006
- 4) Osama Ahmed Jannadi and Salman Almishari, Risk Assessment in Construction, 2003.