

# 건설분야 통합 리스크관리에 관한 구성 모델

## A Development of Integrated Risk Management Model of Large Construction Projects

김창학\* · 박서영\*\* · 강인석\*\*\*

Kim, Chang-Hak · Park, Seo-Young · Kang, In-Seok

### 요 약

본 연구에서는 건설공사 리스크관리 현황을 파악하여 현재의 리스크관리 및 분석상의 문제점 및 기초적 개선방안을 파악하였다. 이러한 기초조사에 근거하여 연구에서는 리스크관리 시스템의 총괄적 구성을 리스크관리준비, 리스크확인, 리스크분석, 리스크대응의 4단계로 구분한 바 있으며, 이러한 각 프로세스별 리스크관리를 통합하여 구현할 수 있는 실무적 분석절차를 모형화 및 전산화하였다. 전산화를 위한 리스크관리의 단계별모듈은 기획, 시공, WBS 및 RBS의 연계 활용, 리스크분석모듈로 구분 구성하며, 리스크분석기법으로 기존의 Fuzzy 기법을 단순화 한 분석방법론을 구성하였다. 모든 시스템구성은 시공자 위주로 구성하며 전산화 작업은 인터넷 기반으로 구성하여 본사·현장 및 계약자간 실시간 리스크관리 및 분석체계의 구축이 가능하도록 웹기반 메뉴방식으로 구성하여 실무사용시의 편리성을 극대화 하였다.

키워드 : 리스크관리, 리스크관리시스템, 리스크분석, 리스크분류체계(RBS)

### 1. 서 론

#### 1.1 연구의 배경 및 목적

현대 건설공사는 그 속성상 과거와 같이 시공자나 발주자의 경험과 직관에 의존해서 불확실 요소와 리스크를 다룰 수가 없는 상황이 되어가고 있다. 이러한 현실로 인해 건설산업분야에서는 리스크관리(risk management)에 대한 필요성이 점차 커져가고 있고, 시공자들은 좀더 체계적으로 리스크를 관리하기 위한 방법과 절차에 대해서 관심을 가져가고 있다. 특히 리스크 사건이 발생한 후가 아닌 사전에 이를 확인하고 분석해서 적절히 처리해야만 공사이윤을 극대화할 수 있다는 것을 점차 깨닫기 시작하고 있다. 건설산업분야에서 리스크관리는 비교적 새로운 학문영역에 속하므로 국내·외의 연구 또한 미진한 실정이다. 그러나 리스크관리는 건설공사관리의 중요한 한 축으로 위험이 발생하기전 사전에 리스크 인자를 파악하고 차단하고자하는 매우 적극적인 공사관리방법이다. 건설공사에는 항상 많은 리스크 요인과 불확실 요인이 존재하게 되므로 시공자는 이를 관리하고 대응하기 위한 적절한 관리절차와 분석절차가 필요하다. 그러나 기존의 리스크 분석방법들이 사회과학에서 널리 활용되고 있는 분석방법을 채용함으로써 건설공사의 특성을 정확히 반영하지 못하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서

는 건설공사의 특성에 맞는 리스크관리모델을 개발하기 위해 현재 리스크관리 및 분석방법의 문제점을 찾기 위한 사례분석을 실시하고, 리스크를 분석하고 관리하기 위한 포로토타입의 리스크관리 시스템을 제안한다.

#### 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 먼저 건설산업의 다양한 리스크를 분석하기 위해 사용된 분석방법론에 대한 문제점을 살펴보고 건설공사의 리스크관리와 분석에 적절한 분석방법론을 제시한다. 또한 건설공사에 내재된 리스크인자를 체계적으로 식별하고 분석하여 전략적으로 대응할 수 있는 이론체계를 정립하기 위해 리스크관리절차, 리스크의 분류체계(RBS) 및 DB활용방안을 검토한 후 국내 건설공사의 적용에 적합한 통합 리스크관리 전산모형을 제시한다.

### 2. 기존분석기법의 문제점과 적용성 고찰

현재 가장 널리 이용하고 있는 리스크 분석방법은 다음과 같으며, 사례분석을 통해 각 분석기법에 대한 문제점 및 개선방안을 도출하였으며, 그 분석 대상은 다음과 같다.

- ① 영향도(influence diagram method)
- ② 수형도(decision tree analysis)
- ③ AHP(Analytic Hierarchy Process)
- ④ Monte Carlo Simulation
- ⑤ Fuzzy

\* 진주산업대학교 토목공학과 조교수, 정회원

\*\* 철도기술연구원, 정회원

\*\*\* 경상대학교 토목공학과 생산기술연구소 교수, 정회원

(1) 영향도 및 수형도분석기법의 문제점

이들 리스크분석방법은 거의 공통적으로 리스크의 정량화를 위해서는 리스크의 발생확률을 산정하여야 한다. 그러나 전통적으로 리스크 발생확률을 판단하거나 산정하기 위해서는 많은 데이터를 필요로 하게 되나 건설공사의 특성상 리스크 인자의 발생확률을 판단하기 위해 근거자료를 유지하는 것은 쉽지가 않은 일이다. 한 예로 수형도(Decision tree analysis)나 영향도(Influence diagram method)기법 등을 이용하기 위해서는 각 인자의 발생확률과 그 결과로 발생할 수 있는 예상 금액 등에 대한 정량화된 수치값을 사전에 파악하고 있어야 한다. 하나의 분석을 위해서는 리스크 발생 시나리오를 매우 정확하게 설정해야 하며, 시나리오를 설정하기 위해서는 매우 많은 규칙과 그 발생확률을 비교적 정확하게 파악할 수 있어야 한다. 그러나 건설기술자들이 이러한 지식을 갖고 시나리오를 작성한다는 것은 현실적으로 매우 힘든 일이며, 특히 변수가 매우 많은 건설공사에 이러한 기법을 적용하는 것은 거의 불가능한 일이고, 가능하다 하더라도 매우 많은 노력과 비용을 지불해야 하는 단점을 갖게 된다. 또한 시나리오가 틀렸을 경우 그 수정과 갱신이 쉽지 않다. 수형도와 영향도는 한번에 많은 리스크 인자를 동시에 평가할 수 없는 단점을 갖고 있다. 수형도나 영향도는 매우 많은 가지(Branch) 수를 갖게 되기 때문에 일정 숫자이상의 리스크 인자를 갖게 되면 검토를 수행할 수 없게 된다. 전산화는 단지 분석과정을 자동화 해줄 뿐이므로 시나리오는 리스크 분석자의 임무이다. 그러나 그 분석대상을 몇 개로 나눈다 해도 그 시나리오의 방대함과 확률의 종속관계를 파악한다는 것은 쉽지 않은 일이다. 따라서 리스크 분석을 위해서는 리스크 인자의 발생확률과 발생강도에 대한 예측을 해당 프로젝트에 약간의 경험을 갖고 있는 사람이면 누구나 쉽게 예측할 수 있는 절차화된 시스템을 갖추는 것이 필요하다.

표 1. 리스크 발생강도판정기준

결과	판단	기술적 이행성	일정	비용
0.1	매우미약 (Very Little)	최소 또는 영향이 없다.	최소 또는 영향이 없다.	최소 또는 영향이 없다.
0.3	미약 (Little)	이익이 다소 감소되지만 받아들일만 하다.	필요한 자원의 추가투입이 필요하다: 일정기준은 맞출 수 있다.	< 5%
0.5	중간 (Moderate)	이익이 상당량 감소되지만 받아들일만 하다.	핵심 마일스톤에 약간 영향을 미친다: 일정기준을 맞출 수 없다.	5-7%
0.7	심각 (Severe)	이익은 없지만 받아들일만 하다.	핵심 마일스톤이나 CP선에 큰 영향을 미친다.	>7-10%
0.9	매우심각 (Very Severe)	받아들일 수 없다.	핵심팀이나 중요 프로그램 마일스톤 기준을 맞출 수 없다.	>10%

자료 : DoD, "Risk Management", DSMC Risk Mgmt Workshop, pp.43, 1998.

(2) 리스크의 정량화

일반적으로 리스크 분석을 위해 널리 활용되고 있는 일반화된 식은 다음 식1에 근거하고 있는 것이 보통이다.

$$R = P \times I \text{ ----- (식 1)}$$

R : 리스크 정도

P : 리스크 발생확률

I : 리스크 발생강도

발생확률값과 충격결과의 판단은 표22와 같이 미리 결정된 등급기준에 의해 발생확률값과 리스크 발생강도 값을 산정하여 식 1과 같이 이 값을 곱하여 계산하게 된다. 그러나 보통 이들 값은 0과 1사이에 있게 되지만 매우 낮음, 낮은, 보통, 높음, 매우 높음 등과 같이 판단의 효율성을 위하여 언어적 표현을 바탕으로 해서 기록한 다음 미리 설정된 값을 이용하는 것이 보통이며, 이 표현의 대응값은 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9와 같다. 발생강도값 또한 이와 같은 값을 적용하는 것이 보통이다. 이러한 경우 발생확률값과 발생강도값을 "매우 높음"으로 선정한다면 그 값은 모두 0.9를 적용하게 되어 이 값을 곱하게 되면 리스크 정도값 R은 0.81값이 나오게 되고, 그 중간값을 적용하는 것 또한 현실적으로 쉽지 않다. 이와 같이 어떠한 형태로든 언어적 표현을 이용해서 리스크 발생확률과 발생강도를 구해서 미리 정해진 값을 곱해서 리스크 정도를 얻는다는 것은 많은 모순점을 갖게 된다. 그러나 퍼지의 특성상 퍼지분석 방법을 이용하는 경우 이러한 모순을 쉽게 해결할 수 있는 잠정을 갖게 되므로 기존의 많은 연구에서도 리스크의 정량화를 위해 퍼지분석방법을 채택하고 있다.

(3) AHP

AHP 모형의 경우 다속성 의사결정을 위해 가장 강력한 도구로서 여겨지고 그 적용성을 널리 연구하고 있다. 전문가의 주관적 판단을 하나의 수치로 선정하거나 가중치를 부과하여 대안을 선정하는 경우에는 매우 강력한 도구로서 활용될 수 있다. 그러나 AHP는 비교대상인자가 8개 이상을 초과하게 되면, 판단의 일관성을 유지하기가 어렵게 되고, 분석자체가 불가능해질 수도 있다. 따라서 건설 프로젝트의 경우에는 매우 많은 인자를 동시에 고려해야 하는 경우 그 적용이 불가능해지기 때문에 그 적용에 제한을 받게되므로 이 기법 한가지만을 적용해서는 분석의 의미가 없게 된다.

(4) 시뮬레이션

보통 시뮬레이션을 이용한 리스크의 정량화는 보통 공사일정분석이나 비용과 관련된 특정부분에서만 이용할 수 있는 단점을 갖게된다. 이 분석방법은 개별 리스크인

자를 파악하고 이를 정량화하여 개량하고 관리하는 통합 시스템을 구성하는 분석방법에는 적절치 못하고, 특정 목적에 부분적으로 적용하는 데는 매우 강력하게 활용될 수 있다.

(5) 퍼지분석

이러한 리스크분석방법의 단점으로 인해 최근에 널리 연구되고 있는 것이 퍼지분석방법이었다. 그러나 기존의 분석방법은 평가인자에 대한 가중치를 줄 수가 없었고, 소속도함수의 변경이 어려워 실제 분석결과와의 feed-back이 어려운 것이 최대 단점이다. 그러나 본 연구에서는 이러한 단점을 제거한 새로운 퍼지리직을 제안하게 된다.

이상과 같이 건설공사의 리스크 분석의 경우 가장 중요한 요인은 확인된 리스크 인자의 정량화이다. 건설공사의 특성상 과거 자료를 수집하거나 보관하는 것이 쉽지 않다. 특히 리스크 분석의 경우 발생확률 등을 위한 자료의 구축이나 활용은 더욱 어려운 것이 사실이다. 따라서 리스크 분석의 가장 큰 문제점은 전문가들의 주관적 판단을 어떻게 정량화 하는나 하는 것이다.

그 대안으로 본 연구에서는 정치·경제적 성향의 사회적 리스크 인자의 정량화 기법으로 퍼지이론을 도입하여 그 모순점의 한계를 극복하고자 하였다.

3. CRMS의 전산화 모델 및 구현

3.1 CRMS의 전산화 개요

본 장에서는 리스크관리절차에 따라 전산화를 위한 모형을 IDEF0 기법으로 구성하여 입출력정보의 흐름을 검토하였다. IDEF0를 이용한 모형은 정보의 입출력과 프로세스를 세부적으로 정리할 수 있어 건설공사의 리스크관리 시스템 구축에 있어서의 오류를 상당량 절감할 수 있는 장점을 갖게 된다.

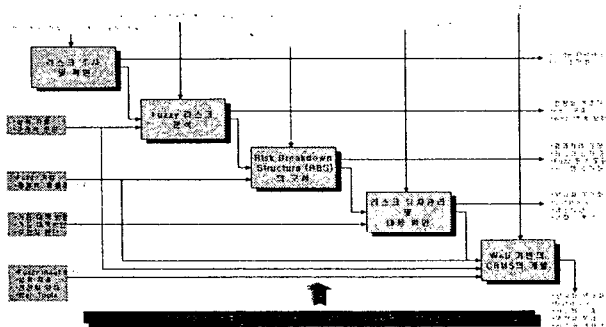


그림 1. CRMS의 핵심 기능 수행 절차

그림 1은 CRMS(Construction Risk Management System)의 핵심적인 기능절차를 나타내고 있다. 본 모형에서 가장 강조되고 있는 점은 리스크의 확인이다. 리스

크 관리의 기본은 프로젝트의 내·외부에 산재된 리스크 요소를 얼마나 쉽고 정확하게 찾아낼 수 있느냐 하는 것이다. 본 연구에서는 리스크의 확인을 위해 프로젝트 단계별 평가시스템을 구성하고 있는 체크리스트를 바탕으로 하고 있다. 특히 프로젝트 담당자들이 소홀히 할 수 있는 자사와 국내·외 환경을 정확히 평가할 수 있도록 미리 정해진 체크리스트에 의해 점검하면 프로젝트의 외부적 환경을 평가할 수 있도록 구성하였으며, 이를 Global리스크라 칭하였다. CRMS는 웹을 기반으로 하여 구축함으로써 현장과 본사간의 원활한 대화를 형성할 수 있도록 하고 있으며, Global 및 Local 리스크인자의 확인을 체크리스트를 기반으로 함으로써 프로젝트의 공사현황과 품질관리 및 원가관리 등을 동시에 수행할 수 있도록 구성하였다. 또한 이러한 모든 자료를 WBS와 연계되게 함으로써 공종별 공사현황 파악과 리스크인자를 파악할 수 있어 공사관리를 위한 기본 자료로서 활용할 수 있도록 구성하였다.

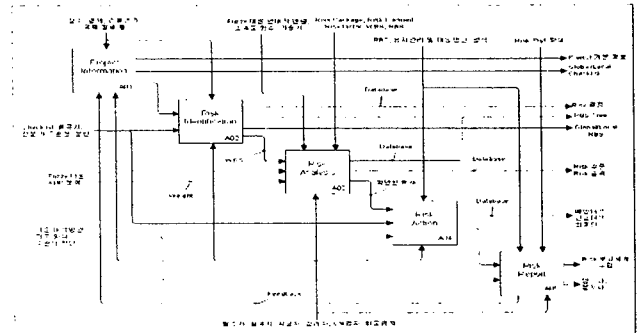


그림 2. CRMS의 단계별 모델

웹 기반 CRMS의 개발은 현장-본사간의 실시간적 작업 수행이 가능하도록 함을 목적으로 하고 있으며, 이를 위한 방법으로 Internet 환경과 Database를 기본으로 한 Server 운영을 사용하고 있다. 그림 2는 CRMS의 단계별 정보의 흐름을 IDEF0를 이용해 나타낸 것이다. CRMS의 단계별 기본 모델의 구성은 그림과 같이 5단계의 절차로 구성되어 있음을 알 수 있고, 그 구성은 다음과 같다.

- CRMS의 단계별 모델 구성
  - 프로젝트 정보(Project Information) 단계 모델
  - 리스크 확인(Risk Identification) 단계 모델
  - 리스크 분석(Fuzzy Risk Analysis) 단계 모델
  - 리스크 대응(Risk Action) 단계 모델
  - 리스크 보고(Risk Report) 단계 모델

프로젝트의 기획단계에서는 국내의 환경을 미리 설정된 평가시스템에 의해 평가를 수행하게 된다. 이 평가는 리스크 분석가 및 해당 프로젝트 담당자가 수행하는데, 이 과정은 프로젝트 담당자가 국내·외 건설환경을 체계적으로 파악할 수 있도록 도움을 주기 위한 과정으로 구성되어 있다. 이렇게 체크리스트를 통해 프로젝트를 평가

하고 나면 여기에서 파악된 Global 리스크를 입력하고 분석을 수행하게 된다. 시공단계의 Local 리스크의 경우 먼저 WBS를 구축한 다음 각 공정별 WBS와 연계된 Local 리스크 인자를 찾게 된다. 이렇게 확인된 리스크는 가중치의 설정과 퍼지 평가를 통해 핵심 리스크 인자를 선별하여 순위화하고 필요하다면 대책을 수립하게 된다. 이와 관련된 일련의 절차와 정보의 흐름을 그림 3에서 찾아볼 수 있다.

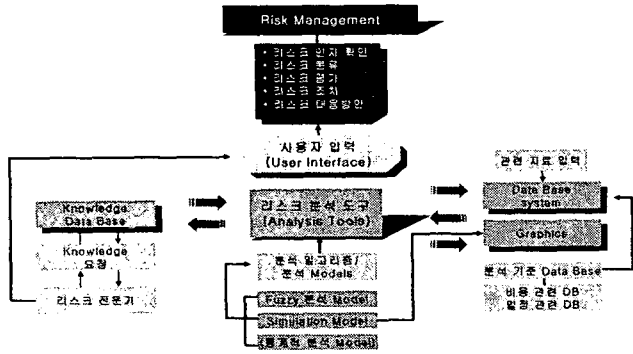


그림 3. CRMS의 전산 시스템 구조

### 3.2 CRMS의 모델 구성

#### 3.2.1 프로젝트 정보(Project Information) 입력

프로젝트를 효과적으로 관리하기 위해서는 프로젝트의 운영에 필요한 활동의 입력, 모델, 출력, feedback이 원활히 이루어지도록 체계적인 시스템이 구축되어야 한다. 그러나 리스크 관리 과정은 불확실적 요인, 발생확률, 발생강도, 대처 방안의 계획 등을 가지고 관리해야 하는 어려움이 있다. 발생한 리스크의 처리보다는 발생 가능한 리스크를 사전에 확인하고 대처하기 위한 관리과정이 리스크 관리 모델 및 프로젝트 정보 모델이다. 일반적인 프로젝트에서는 많은 리스크 요인들이 항상 존재할 뿐만 아니라 이들의 상호 연관성으로, 프로젝트의 규모와 속성에 따라 여러 형태의 리스크가 확인될 수 있다. 따라서 본 모델은 리스크를 체계적으로 확인하고, 평가하고, 대응하는 공사관리 첫 단계에서 중요한 단계의 모델인 것이다.

Project Definition Sheet			
Project Name			
Project ID			
Date	Start Date	Finish Date	
Cost	W		
공사 참여자	발주자	설계자	시공자
Prepared by			
Project Description			

그림 4. Project Information sheet

그림 4는 리스크 관리의 첫 단계 모델인 리스크 관리 및 프로젝트 정보 모델의 입력 폼을 나타내고 있다. 입력되는 자료는 프로젝트 명(project name), 프로젝트 ID, 프

표 2. 리스크 관리 준비 모델 및 Project Information 모델의 입력 항목

입력 항목	설명	비고
1. Project Number (No.)	사용하고자 하는 Project의 번호 선택	option
2. Project Name	사용하고자 하는 Project의 명칭	User 입력
3. Project Start Date	Project의 시작일(년/월/일)	User 입력
4. Project Finish Date	Project의 종료일(년/월/일)	User 입력
5. Prepared by	Project의 담당 부서(담당 기관) 및 담당자	User 입력
6. Project Description	Project의 전반적 개요	User 입력
7. Create Date	현재 날짜(년/월/일)	User 입력
8. Construction Phase	사용하는 Project의 공사단계 선택	option

로젝트 시작/종료일, 프로젝트 총공사비, 공사참여자, 프로젝트 개요, 세부 프로젝트 관련 사항, 담당 부서(자) 등을 입력하게 된다. 이러한 입력 자료를 통해 본 연구의 CRMS는 절차적 수행이 시작된다.

표 2는 CRMS의 리스크 관리 준비 모델 및 Project Information 모델에 적용되는 입력 항목들로 구성되어 있다. CRMS의 구동은 그림 4와 같이 먼저 Project의 Number를 결정하는 과정에서 시작된다. 결정된 Project Number는 Project 검색(Search)을 통해 이전 Project와의 중복성을 방지한다.

#### 3.2.2 리스크 확인 모델의 입력

리스크 확인은 특정 건설공사와 관련된 리스크 인자의 근원을 파악하고, 일정한 기준에 따라 체계적으로 분류하여 리스크 분석단계에서 중점적으로 고려해야 할 리스크 인자를 선정하는 매우 중요한 과정이다. 본 연구에서는 건설공사에 포함된 리스크인자의 확인을 가장 효율적으로 수행하기 위한 방법의 개발에 중점을 두었다. 리스크를 확인하지 못할 경우 다음 프로세스는 무의미하기 때문이다. 아무리 좋은 분석 시스템을 갖추고 있어도 리스크인자의 확인에 실패하면 프로젝트에 큰 영향을 미치게 될 것이다. 따라서 본 연구에서는 리스크의 확인은 그림 5에서 보는 것처럼 기본적으로는 각 평가시스템을 구성하고 있는 체크리스트와 분석가 및 전문가의 주관적 판단을 기본으로 하고 있다. 건설공사의 특성상 과거의 통계자료를 활용하는 것은 쉽지 않은 일이기 때문에 전문가의 주관적 판단에 의지하는 것이 가장 합리적이라 판단된다. 전문가의 주관적 판단을 돕기 위한 자료의 수집으로 가장 적절한 활동은 과거 공사자료를 활용하는 것과

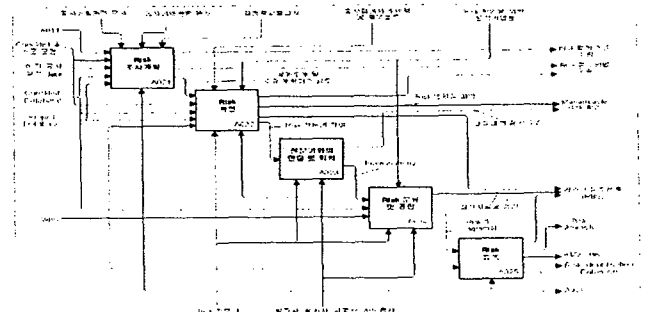


그림 5. 리스크 확인 모델의 구성

공중분류체계인 WBS를 활용하는 것이다. 자료 수집과 WBS 구성의 목적은 리스크 발생원인을 설정하여 기준을 설정하고, 이 설정된 기준으로부터 세부적인 분류와 평가가 수행될 수 있도록 평가시스템을 구축하는데 있다. 즉 리스크의 확인은 리스크 인자 분석을 위한 자료를 만들어내는 가장 중요한 과정이라 할 수 있다. 특히 리스크 인자 확인이 가장 집중적으로 이루어져야 할 공사 초기 단계에서는 시간과 비용의 부족현상이 빈번하게 발생됨은 물론 리스크 관련 경험과 정보도 충분치 못한 경우가 대부분이다. 이러한 점을 고려하여 제한된 시간과 자원의 범위 내에서 최대한 효율적이면서도 일관성 있는 리스크 확인을 이루기 위해서는 절차화된 확인과정이 반드시 필요하다. 본 연구에서는 전산시스템을 구축하기 위해 정보의 흐름을 분석한 결과는 그림 5와 같다. 그림 6은 Local 리스크의 확인을 위해 WBS와 연계하여 리스크를 확인하는 과정을 나타낸 것이다. Local 리스크의 경우 WBS를 이용해서 리스크인자를 확인하는 것이 가장 적절한 것으로 판단하였다. 표 3은 리스크의 확인을 위해 입력되어야 하는 항목을 정리하여 나타낸 것이다.

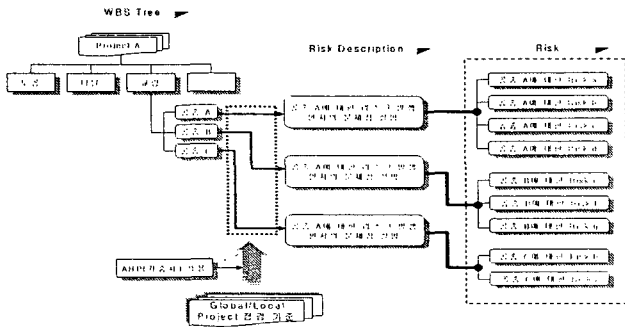


그림 6. CRMS의 Local 리스크 확인 과정

표 5. 리스크 확인 모델의 입력 항목

입력 항목	설명	비고
1. WBS Code	WBS Tree의 해당 분류단계에 속한 WBS code	Auto
2. Risk Type	Risk의 최상위 분류 (Global/Local)	option
3. Risk Package	Risk의 대분류	option
4. Risk Element	Risk의 중분류	option
5. Risk Code	저장된 Risk의 고유 code	User 입력(숫자)
6. Risk Name	입력될 리스크의 명칭	User 입력
7. Risk Date	입력될 리스크의 발생 일자	User 입력
8. Risk Description	리스크의 발생 원인 및 전반적인 설명	User 입력
9. Assigned to/by	담당 부서 및 담당자	User 입력
10. Unmanageable	관리 불가능 리스크	option
11. Manageable	관리 가능 리스크	option
12. Top 10	중점 관리 대상 리스크	option

(1) WBS와 RBS의 연계

리스크 확인 단계에서 WBS와 RBS를 통합적으로 관리하고 분석하기 위해서 코드(code) 체계를 개발하여 WBS와 RBS를 통합하였다. WBS의 code 체계를 살펴보면 시

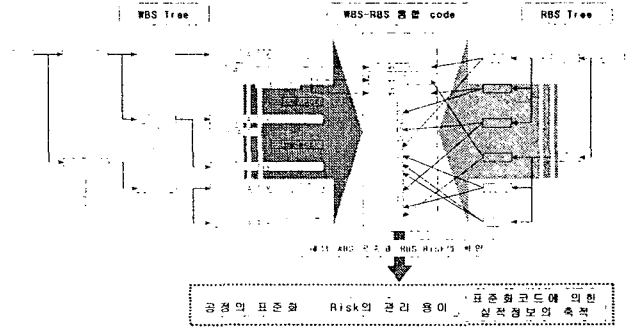


그림 7. CRMS의 WBS-RBS의 연계

설물 분류 code에는 기능별 시설물 분류와 형식별 분류로 구분하여 해당 code 체계를 부여한다. WBS의 code는 모두 4단계의 구분으로 적용하며, 프로젝트 Number-시설물 분류 code-공간 분류 code-부위 분류 code의 형식을 취한다. 프로젝트 Number는 CRMS를 최초로 수행할 때 사용되는 프로젝트 고유의 번호이다. 이 고유 번호는 리스크 분석단계의 시작에서 종료까지 일관되게 적용됨으로서 중복성을 띄지 않게 된다. 그림 7은 WBS와 RBS의 연계를 위한 CRMS의 code 개념도를 나타낸 것이다.

따라서 CRMS의 WBS code 체계와 RBS의 code 체계의 연계는 WBS의 분류기준을 기초로 하여 RBS의 분류기준과 연계된다. 개별 프로젝트의 고유 번호를 통해 WBS의 분류가 이루어지며, WBS의 시설물 분류·공간 분류·부위 분류 code가 결정된다. 또한 RBS의 분류기준도 WBS의 부위 분류에 연결되어 Package·Element·Risk Factor 분류의 code가 연계된다. 이러한 code 체계의 연계는 프로젝트 공중의 표준화, 전산화의 용이, 리스크의 개별성과 중복성 방지, 표준화된 실적 자료의 보관 및 활용 등에 상당한 효과를 얻을 수 있다.

연계된 코드의 결정은 CRMS의 WBS code DB와 RBS code DB에 의해 수행되며, 특히 WBS code는 리스크 확인 단계 중 프로젝트 점검단계에서의 점검항목의 가변성과 프로젝트의 특성에 따라 변경되어 표현될 수 있다. 개별 프로젝트의 RBS code는 리스크의 입력에서 리스크 명칭의 중복이 가능하지만 프로젝트의 고정 고유번호에 의해 중복성을 해결할 수 있다. 다음 그림 8은 WBS와 RBS를 연계하기 위한 code 체계를 나타낸 것이다.

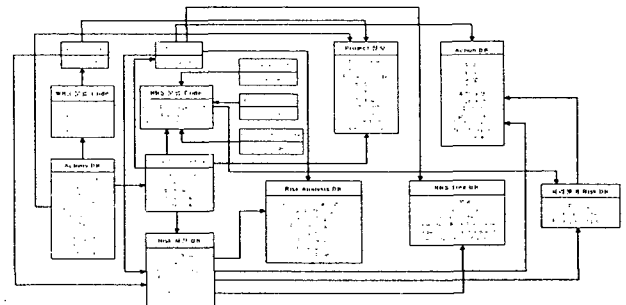


그림 8. CRMS의 Code 체계

그림 8에 나타난 WBS의 code 체계와 RBS의 code 체계는 해당 database에 자동 저장되며, 리스크 관리단계 중 리스크 확인 단계를 수행한 후의 리스크 분석단계, 리

스크 대응단계, 리스크 보고단계의 화면에서 확인 가능하다.

### 3.2.3 리스크 분석 모델

리스크 분석을 위한 모델 구성은 그림 9와 같다. 리스크 확인 단계에서 자료 수집 및 평가를 통해 입력과정이 이루어지게 되면 다음 과정으로 리스크에 대한 예비평가가 이루어진다. 예비평가는 리스크 확인과정 동안 이루어진 각종 리스크 입력 자료, 비용 및 일정정보, WBS, 전문가의 주관적 판단 등에 의해서 이루어진다. 이 과정은 리스크분석에 필요한 비용과 시간을 절약하기 위한 과정으로 본격적인 리스크분석에 앞서 분석가와 전문가의 판단에 의해 확인된 리스크인자에 대해 관리가능과 불가능으로 우선 선별하게 된다. 관리 불가능 리스크인 경우는 불가항력적 리스크, 부주의에 의해 발생하는 우연적 리스크, 시공과정에서 예측불가능한 인자 등으로 구성될 수 있으며, 이러한 리스크들은 리스크 분석단계로 넘어가서 퍼지 분석에 의해 정량적 분석이 이루어지게 된다. 관리가능 리스크인 경우에는 이전 실적자료나 현장 전문가들의 경험적이고 주관적인 판단에 관련된 리스크로서 리스크 분석과정을 거치지 않고 리스크 대응단계로 이동하여 확인된 리스크를 처리하기 위한 대응방안을 강구하게 된다. 관리 불가능 리스크는 전문가의 언어적변량을 통해 정량화가 이루어져 위험등급 및 순위가 결정된다. 이 결과값을 기본으로 하여 리스크인자에 대한 대응방안을 수립하고 관리해가게 된다. 이러한 리스크 분석과정은 한번의 수행과정으로 통해 이루어지는 것이 아니라 지속적인 순환과정(feedback)을 거쳐 분석되고 관리된다.

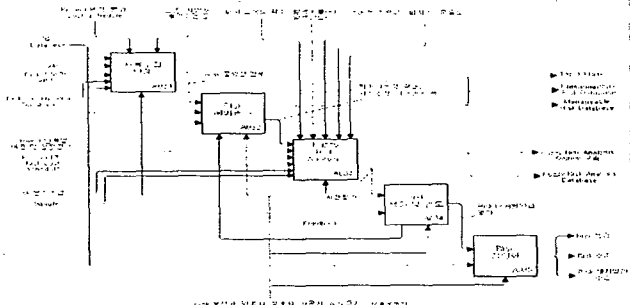


그림 9. 리스크 분석 모델

#### (1) 퍼지분석절차

CRMS의 퍼지분석 절차는 그림 10과 같다. CRMS의 퍼지분석을 위해 사용자가 입력하는 항목은 표 4와 같다. 퍼지분석을 수행하기 위해서는 먼저 그림 11과 같이 삼각함수를 이용한 소속도 함수값을 사전에 설정하여 입력한다. 소속도 함수값과 같이 사전 입력항목으로는 위험치에 대한 언어변수집합의 퍼지수이다. 일반 유저가 이 값을 입력하지는 않는다. 이 값은 전문가의 경험적 판단과 판단 후의 실적자료와의 비교분석을 통해 수정한다. 이것은 리스크에 대해 주관적 판단의 결과가 개인마다 다를 수 있고, 프로젝트 환경이 모두 다르다는 것을 고려하여 소속도 함수값의

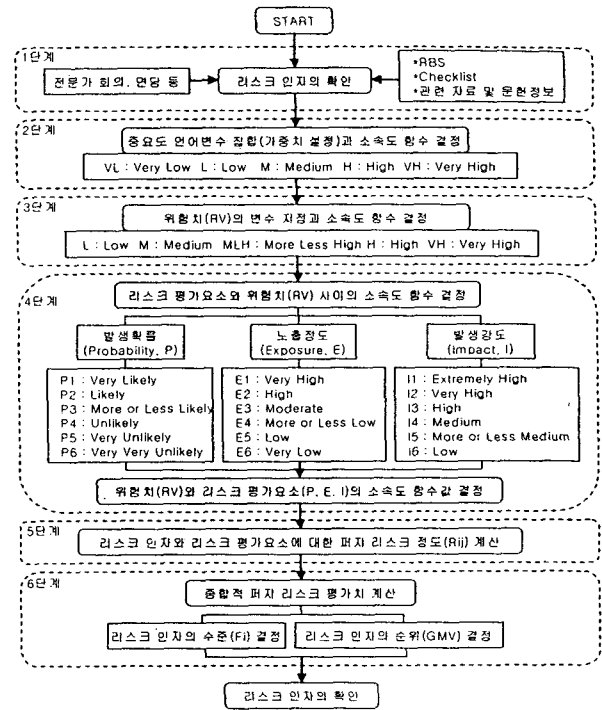


그림 10. 퍼지 다기준 의사결정 분석기법의 수행절차 및 단계

표 4. 퍼지 리스크 분석 모델의 입력 항목

입력 항목	설명	비고
언어변수값의 소속도 함수값	퍼지 리스크 분석을 위한 기초 자료	User 입력
위험치에 대한 언어변수와 해당 퍼지수값	퍼지 리스크 분석을 위한 기초 자료	User 입력
리스크 평가요소에 대한 중요도	퍼지 리스크 분석을 위한 기초 자료	User 선택
Probability (발생확률)	리스크 평가요소	User 선택
Impact (발생강도)	리스크 평가요소	User 선택
Cost	리스크 예상 비용	User 입력
Duration	리스크 예상 자연 공기	User 입력

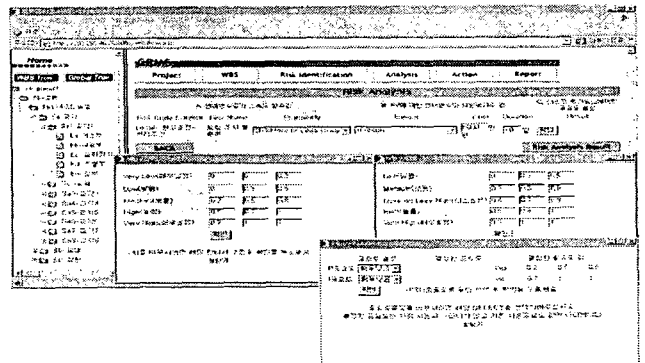


그림 11. 리스크 분석을 위한 입력 항목과 입력값 변경이 가능하도록 한 것이다. 그러나 일반 유저는 단지 발생확률과 리스크강도에 대한 값만을 입력하면 해당 리스크인자의 위험수준과 순위가 분석되게 된다.

### 3.2.4 리스크 대응 모델

리스크 분석이 이루어지면 리스크의 대처방안을 강

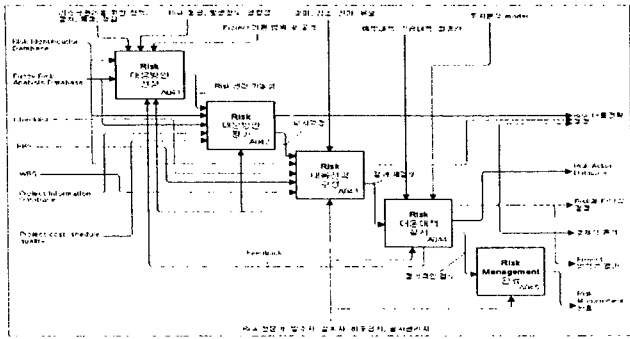


그림 12. 리스크 대응 모델

구해야 한다. 리스크의 대처방안을 강구하기에 앞서 리스크 발생에 대한 원인규명이 필요할 것이다. 따라서 본 연구의 CRMS에서는 이러한 절차를 위해 주요 발생원인을 사용자가 기록하도록 하였다.

그림 12의 리스크 대응 모델의 절차는 리스크 분석 모델에서 관리 불가능 리스크와 관리 가능 리스크에 대한 대응 및 대책 수립의 과정을 나타낸다. Risk 대응방안 선정은 리스크 분석 모델의 리스크 평가 및 검토 과정에 의해서 수립된 결과를 기초로 하여 이루어진다. 리스크 대응 모델에서는 이전까지 분석된 모든 자료를 통합 해석하여 그 대응대책을 수립한다. 대응대책은 기본적으로 리스크의 회피, 감소, 전가, 유보로 구성되고, 각 대책별로 예방대책, 긴급대책, 최종 실천안의 3단계 대응방안으로 구성된다. 리스크 대응의 판단 기준은 리스크 분석 모델에서 계산된 퍼지 분석값(퍼지 리스크 예상비용, 퍼지 리스크 예상공기)을 기초로 하여 대책별, 적용 기준별 리스크 대책비용과 리스크 대책공기가 결정되며, 사용자의 주관적 판단과 이전 실적자료 등의 참조를 통해 입력되도록 구성하였다.

**리스크 Action sheet**

리스크 대응 방안 입력 data				
Code	WBS 공통용			
비용	●	일정	○	소요 비용(W)
				소요 공기
작성료		발생 리스크 code		
작성일		발생 리스크 명		
긴급 대책 방안				
예방 대책 방안				
지속 대책 방안 검토 여부	Yes	●	No	○
기타 조치 사항				

그림 13. 리스크 Action sheet

리스크 대응 모델의 구성은 그림 13의 대응 비용, 대응 일정(공기)과 긴급대책, 예방대책, 기타 조치 사항 등의 항목으로 구성되도록 구성하였다. 리스크 대응 모델의 입력항목은 표 5와 같다. 이 항목들은 리스크 확인과 리스크 분석을 수행한 후에 DB에 저장된 항목을 사용한다. 리스크 대응 모델은 퍼지분석이 이루어져 리스크의 위험 수준에 대한 평가가 이루어진 다음 그 결과를 바탕으로 리스크의 조치방안을 수립하는 단계이다. 그 대책은 예방 대책, 긴급대책, 최종안으로 구분하여 수립하도록 구성하였다. 기타 세부적인 입력항목으로는 리스크 대응 비용/공기, 대응대책을 수립하거나 실행해야 될 담당 부서나 담당자 등이 있다.

표 5. 리스크 대응 모델의 입력 항목

입력 항목	설명	비고
WBS Code, Risk Code, Risk Name	리스크 분석 모델까지 작성된 저장 data	Auto
Fuzzy Risk Cost/Duration	퍼지 분석 결과에 따른 리스크 비용/공기	Auto
예방대책	해당 리스크의 예방대책	User 입력
긴급대책	해당 리스크의 긴급대책	User 입력
최종안	해당 리스크의 최종 결정된 실시대책	User 입력
Action Cost/Duration	리스크 대응 비용/공기	User 입력
Action Assigned to/by	리스크 대응 담당 부서 및 담당자	User 입력

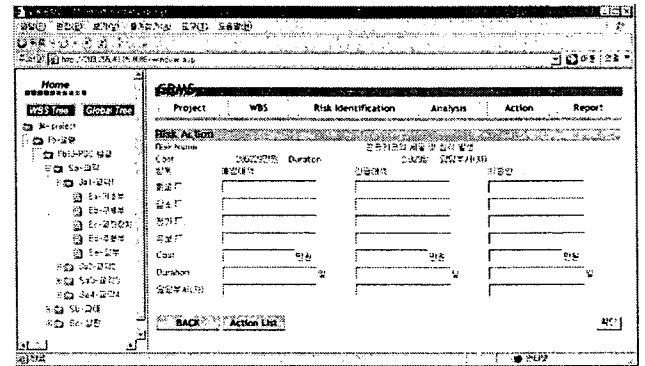


그림 13. CRMS의 리스크 대응 모델

**3.2.5 리스크 보고 모델**

CRMS의 최종 시행 단계인 리스크 보고 모델은 이전 단계별 모델의 종합적인 결과물을 확인하여 관리할 수 있는 보고서작성을 위한 모델이다. 리스크의 확인, 분석 결과, 리스크 대응 등에 대한 일련의 모든 데이터를 일정한 보고양식을 통해 통합 정리하도록 구성되었다. 리스크 보고 모델의 절차는 그림 14와 같이 구성되며 CRMS에서는 리스크 관리 단계별 리스크의 정량화 결과값을 그림 14와 같이 해당 항목별로 구분하여 확인하는 것이 가능하다. 리스크의 확인 및 분석결과에 대한 집계 과정은 이 절차를 위해 입력된 각종 자료와 분석결과와의 종합, 대응대책 및 수립과정을 하나의 프로세스로 구성하여 나타내도록 하였으며, 이것은 해당 프로젝트의 관리와 향

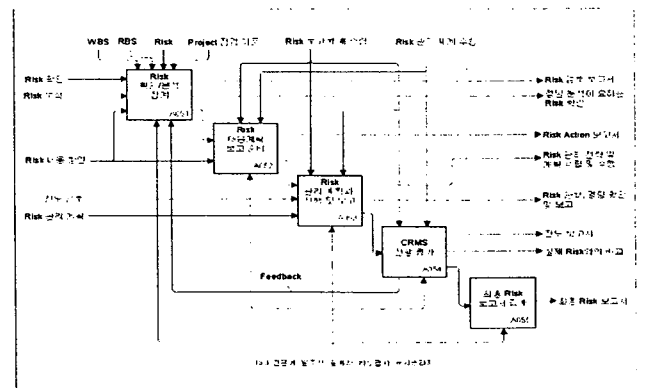


그림 14. 리스크 보고 모델

표 6. 리스크 보고 모델의 리스크 결과 보고 사항

리스크 결과 보고 항목		설명	비고
Project	Project Information	저장된 Project별 기본 정보	
WBS	WBS Tree	저장된 Project별 WBS Tree	해당 Project No. 선택
RBS	Global RBS Tree	현재 Project의 Global RBS Tree	
	Local RBS Tree	현재 Project의 Local RBS Tree	
Project 점검 기준	Global 점검 기준	현재 Project의 Global 점검 기준	
	Local 점검 기준	현재 Project의 Local 점검 기준	
Risk	Risk List	현재 Project에 저장된 총 Risk	
	Top 10 Risk List	현재 Project에 저장된 중점 점검 대상 Risk	
	Unmanageable Risk List	현재 Project에 저장된 관리 불가능 Risk	
	Manageable Risk List	현재 Project에 저장된 관리 가능 Risk	
	Fuzzy Risk Result List	현재 Project에 저장된 Unmanageable Risk의 Fuzzy 결과	
	Risk Action List	현재 Project에 저장된 Risk들의 대응 대책 확인	Edit 가능
Graph	Risk Graph	현재 Project에 저장된 Fuzzy 분석된 Risk들의 평가 수준 Graph	
	Risk Action Cost Graph	현재 Project에 저장된 Risk들의 대응 비용 Graph	
	Risk Action Duration Graph	현재 Project에 저장된 Risk들의 대응 공기 Graph	
	Cost/Duration Graph	현재 Project에 저장된 Risk들의 Fuzzy 분석된 비용/공기와 입력된 3가지 대응책의 비용/공기 Graph	

후 프로젝트에 유용하게 이용될 수 있도록 구성하였다. 최종 리스크 보고서 집계 과정에서는 제출된 리스크 검토 보고서, 리스크 대응 보고서, 리스크 진도 보고서를 총괄 집계하여 최종 리스크 보고서가 작성된다. 총괄 집계된 최종 리스크 보고서는 해당 프로젝트의 실적자료로 활용되며, 실제 현장에서 발생한 리스크와의 비교 자료로도 사용된다. 따라서 이러한 보고서 양식과 리스크 보고 모델에서 저장된 자료는 리스크 관리의 총합적 결과물로서 실적 자료로의 전환을 통해 계획 중인 프로젝트의 비

교 자료로도 유용하게 이용될 수 있으며, 이를 바탕으로 유사 프로젝트의 비용 및 일정 측면의 증감율을 예상할 수 있어 경제적인 차원에서 그 활용가치가 매우 높다. 리스크보고를 위해 출력되는 항목에 대한 종합은 표 6과 같다. 이 보고체계는 리스크의 통합적 결과를 확인하는 것이 가능하도록 구성되었다. 보고 항목으로는 프로젝트 정보관련, WBS 및 RBS 관련, 프로젝트 점검기준, 총괄 리스크 관련 자료 등이 있다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 건설공사에 내재된 리스크의 확인, 분석, 대응, 관리에 대한 일련의 절차를 통합관리하기 위한 시스템인 CRMS를 구축하였으며, 리스크의 확인을 용이하게 하기 위해 RBS 구축방법과 이의 활용방안으로 WBS와의 연계를 제시하였다. 또한 기존 리스크분석방법의 문제점을 사례분석을 통해 고찰하고 이의 개선방안으로 퍼지분석방법을 제시 하였다. CRMS는 Web을 기반으로 함으로서 본사와 현장간의 정보교환이 용이하고 프로젝트와 관련된 누구나가 쉽게 정보를 공유하게 함으로서 리스크관리의 차원을 넘어 사업관리 시스템의 일부로서 활용될 수 있을 것이다.

#### 참고문헌

1. 김창학, 강인석, 박서영, "대형건설공사 위험인자의 중요도 판정을 위한 퍼지평가모형 적용성 연구", **대한토목학회 논문집**, 대한토목학회, 제22권 제5D호, pp. 81 ~ 91, 2002.9
2. 강인석, 김창학, 손창백, 박홍태, "대형건설공사의 리스크분석에 관한 사례적용연구", **한국건설관리학회 논문집**, 대한토목학회, 제2권 제2호 pp. 98 ~ 108, 2001.6
3. 김창학, 이배호, 강인석, "대형건설공사의 리스크분석을 통한 예비비산정 모형 구축에 관한 연구", **대한토목학회 논문집**, 제19권, 제1-5호, 대한토목학회, pp.559 ~ 569, 2000.9
4. 김창학, 박서영, 강인석, "웹기반 리스크관리 시스템 구축연구", **대한토목학회 학술발표 논문집**, 2002.11

#### Abstract

The results of the study include a computerized system and a systematic process model for risk management and analysis. This study analyzes the present status of risk management in the construction industry, and then suggests reasonable methods for improved risk management plans. This study defines risk management procedures as preparation, identification, analysis, response and management to manage potential risks in the construction project. The modules for computerizing this system consist of planning, construction, application of WBS (Work Breakdown Structure) and RBS (Risk Breakdown Structure), and risk analysis. The methodology for analyzing construction risk uses fuzzy theory, and the scope of developed system is focused to the contractors. The risk management system suggested in this study operates on the Internet, for providing contractors with a useful risk management tool by online system, with web-based menus that is helpful for practical application.

**Keyword :** Risk Management, Risk Management System, Risk Analysis, RBS