

공정관리와 리스크관리의 통합을 위한 기초연구

A Study on Integration of Schedule Management and Risk Management

장 명 훈* 윤 유 상** 서 상 옥***
Jang, Myung-Houn Youn, You-Sang Suh, Sang-Wook

요 약

건설공사에서 발생하는 리스크는 시공단계에 많이 발생하므로 공정관리와 통합하여 관리할 수 있다면 효율적일 것이다. 본 연구에서는 공정관리 프로그램을 이용하여 공정리스크를 통합관리하는 방법을 제안하고 있다. 제안된 방법은 사용자 프로그래밍(Visual Basic Application)이 가능한 Microsoft Project에서 구현되었으며, 공사관리자가 공정표를 작성하고 일정관리를 수행하는 과정에서 리스크를 예측하는데 도움을 줄 수 있을 것이다.

키워드: 공정 리스크 통합, 공정 리스크, 공정관리, 리스크 관리

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

건설공사는 현장조건이나 자재조달, 기후 등 여러 가지 불확실한 요소에 의해 많은 리스크(risk)가 발생한다. 이러한 리스크는 시공 단계에서 주로 발생하여 원가상승이나 공기지연, 안전사고 등을 유발한다. 따라서 공정관리 과정에서 리스크도 같이 관리될 필요가 있다.

국내에서 공정관리를 위해 사용되고 있는 프로그램으로는 Primavera Project Planner(P3), Microsoft Project(MSP), Nex-Pert 등이 있으며, 대부분의 대형건설 업체들은 P3를 주로 사용하고 있다. 리스크를 관리하기 위해서는 액티비티 단위에서 리스크 발생을 사전에 예측하여 대응방안을 수립하고 대처하는 것이 중요하다. P3나 MSP의 경우 공정관리에는 적합하지만 공사관리를 위한 리스크나 안전정보 또는 지식 등의 정성적인 정보를 다루는 기능은 제공하지 않고 있다. 따라서 액티비티를 관리하기에 수월한 공정관리 프로그램에서 리스크를 관리할 수 있는 방법이 필요하다. 따라서 본 연구는 공정관리 프로그램을 이용하여 공정과 리스크를 동시에 관리하는 통합적인 방법을 제시하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

* 일반회원, 제주대학교 건축학부 교수

** 일반회원, 서울대학교 린건설연구단 연구실장

*** 일반회원, 경원대학교 건축학부 교수

본 논문은 건설교통부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁시행 한 2005년도 건설기술기반구축사업(과제번호 : 05 기반구축 D05-01)의 지원으로 이루어졌음.

공정관리 프로그램에서 리스크 관리를 수행하기 위한 방법을 제안하기 위한 연구내용과 절차는 다음과 같다.

(1) 건설공사에서 발생하는 리스크를 확인하고 공정리스크의 개념과 분류체계를 파악한다.

(2) 기존 연구와 자료를 토대로 리스크 관리 방법과 공정관리와의 통합 방향을 설정한다.

(3) 공정관리 프로그램에서 리스크 관리를 수행할 수 있는 방법을 제안하고 프로토타입(prototype)을 구현한다.

이 연구에서 고려하고 있는 리스크는 공사 전단계(pre-construction phase)와 공사단계(construction phase)에서 발생하는 액티비티(activity)를 대상으로 한다.

2. 건설공사 프로세스와 리스크

2.1 건설공사 프로세스

건설현장 공사관리는 기획, 타당성분석, 설계, 시공, 유지관리의 여러 단계로 이루어지는 건설 프로젝트의 한 부분으로 현장에서 시공과정에서 발생하는 일들을 공사계획과 일치하도록 관리하는 것을 뜻한다. 그림 1은 다수의 프로세스와 액티비티에 의해 이루어지는 철근콘크리트 공사이며 이 과정에서 리스크가 발생할 수 있다. 현장관리자는 공사관리의 내용과 절차를 파악하여야 시공 단계에서 발생할 수 있는 공정리스크를 파악할 수 있으며 대응방안도 수립 가능하다.

2.2 리스크 관리 관련 연구

공정리스크와 관련된 연구들은 리스크 요인 분석, 분류체계, 분석 및 관리 기법을 제시하는 것 등이 있다. 분석이

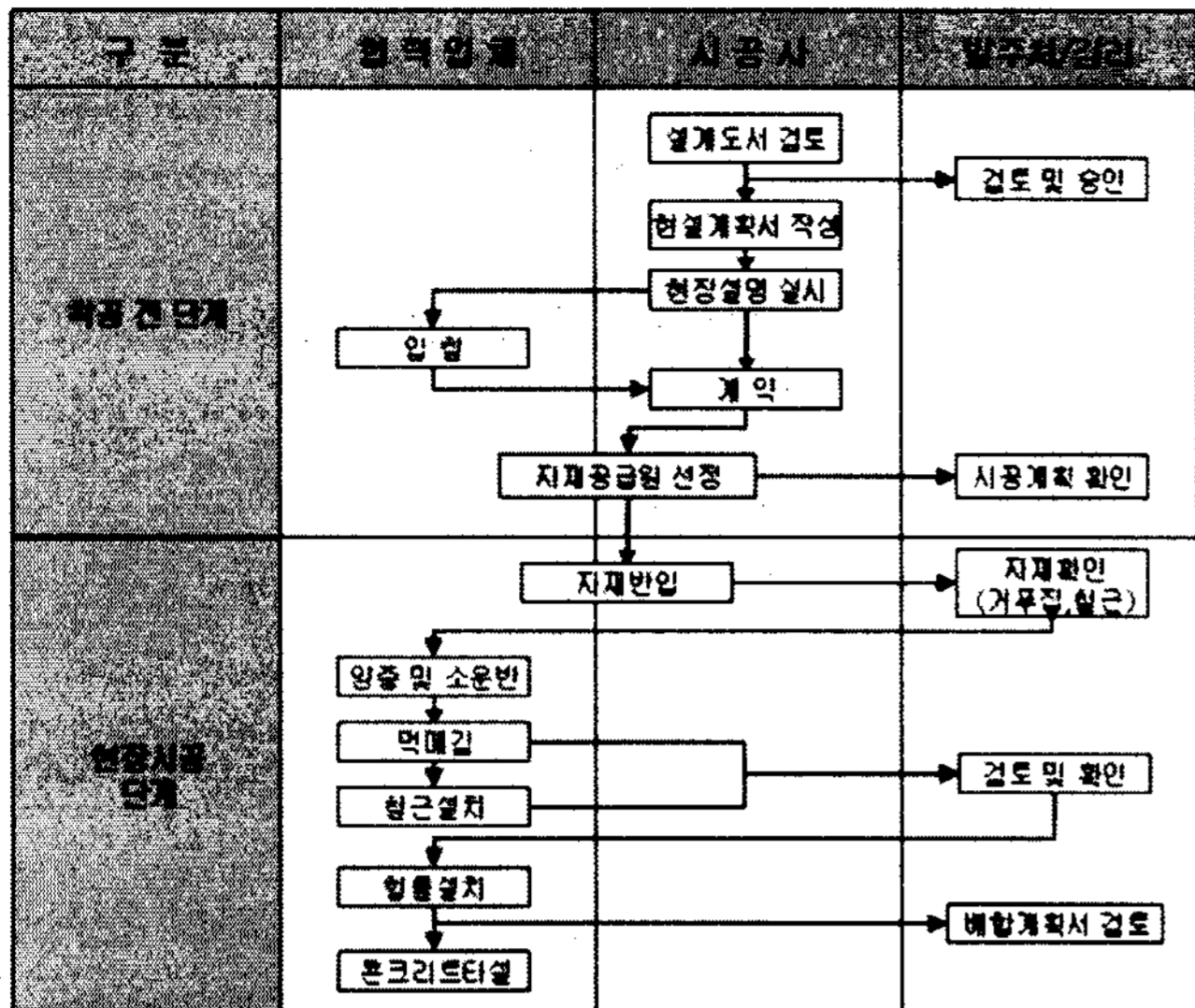


그림 1. 철근콘크리트 공사 프로세스 (윤유상 2005, p.36)

나 관리 기법에서는 정성적인 값을 정량적인 값으로 변경할 수 있는 AHP(Analytic Hierarchy Process)나 Fuzzy가 일부 사용되고 있다.

(1) 리스크 분류체계

리스크 확인 과정을 통해 분석된 리스크를 체계적으로 활용하기 위해서는 분류체계가 필요하다. 이러한 분류체계 정립을 위한 연구도 다수 수행되고 있다. 조익래(2000) 건설 프로젝트 리스크를 발주자, 수급자, 하수급 리스크로 분류하고 각각에 대해 노무, 자재, 장비, 프로젝트, 정치, 계약 등 큰 범주의 분류체계를 제시하고 있다. 강인석(2001)은 제안서 작성 단계에서 사용할 수 있도록 국가현황, 건설산업, 회사, 프로젝트, 기술로 구분하는 분류체계를 제시하였다. 주해금(2003)은 실질적인 건설사업에서 위험인지 도구로서 활용될 수 있도록 사업단계별, 계약주체별로 133개의 상세위험요인들로 리스크를 분류하고 있다. 이 연구들은 리스크 분류 수준이 포괄적이어서 건설공사 중에 발생하는 리스크를 관리하기 위해 사용하기에는 어려움이 있다.

(2) 리스크 분석 및 관리

조익래(2000)는 퍼지(Fuzzy) 이론을 이용하여 리스크를 분석하고 평가하는 시스템을 개발하여 리스크 인자의 값을 추출하였고, 노무, 자재, 계약 등의 리스크가 가진 상대적 중요도를 분석하여 공사비 산정에 적용하였다. 박서영(2003)의 연구에서도 퍼지 분석기법을 도입하여 리스크 관리 모형을 제시하고 있다.

강인석(2001)은 대형건설공사의 리스크를 분석할 수 있는 CRAS(Construction Risk Analysis System)을 제안하였다. 이 시스템은 리스크 인자에 등급을 부여하여 평가하고 발생확률을 산정하여 리스크 값을 할당하고 있다.

최근 구체적인 건설공사를 대상으로 하는 공정리스크 관리에 대한 연구가 많이 진행되고 있다. 토공사(서상욱, 2005)와 철근콘크리트공사(류한국, 2005), 철골공사(김선국,

2005)의 공사 프로세스를 중심으로 건설공사의 공정리스크 대응방안을 제시하고 있다.

Nasir(2003)는 PERT와 Monte Carlo 시뮬레이션을 이용하여 공사기간을 예측하는 모델을 제시하고 있는데 리스크를 환경, 노무, 자재 등 10개의 대분류로 구분하고 있다. 각 분류에는 4~5가지의 공정리스크 변수를 포함하여 몬테카를로 시뮬레이션을 이용하여 공사기간을 예측하는 시스템을 제안하고 있다.

리스크 관리에 관한 기존 연구들은 건설공사에 내재된 리스크 요인을 분석하고 관리하기 위한 도구를 제안하는데 관심을 두고 있다. 그러나 제안된 리스크 관리시스템들은 사용자 중심이라기보다는 리스크 자체를 확인하는 데에 더 무게를 두고 있다. 리스크와 대응방안을 어떻게 활용하는 것이 공사관리에 유익한가에 대한 연구방향도 필요하다고 보인다.

(3) 리스크와 공정 통합

건설공사의 리스크와 공정을 통합하기 위한 노력도 지속적으로 이루어지고 있다. Tah(2001)는 퍼지를 이용하여 지식기반의 리스크 관리 방법을 제안하였으며 Microsoft Access와 Project를 활용하였다. Access는 지식 데이터베이스를 구축하는데 사용되었으나 Project는 단순히 공정계획을 입력하여 사용자 인터페이스(interface)만 제공하는 도구로만 사용되었다.

Wang(2005)과 Yi(2006)는 안전관리의 방법으로 안전정보 또는 재해정보를 공정에 포함시키려고 노력하였다. Wang은 시뮬레이션을 통해 각 액티비티별로 안전사고의 발생을 예측하여 일정 및 네트워크 공정표를 조정하고자 하였다. Yi는 안전관리를 위한 방법으로 일정기반의 리스크를 예측하고 시공 중의 안전성을 확보하기 위하여 일정을 조정하는 방법을 제시하고 있다. 잘 축적된 안전재해정보를 통해 안전사고 발생을 예측할 수 있는 가능성을 높였다고 할 수 있다.

3. 공정과 리스크의 통합

3.1 공정리스크와 대응방안

(1) 공정리스크

PMI(2004)는 리스크를 '프로젝트의 목적에 영향을 주는 긍정적 혹은 부정적인 불확실한 사건이나 조건'이라고 정의하고 있다. 본 연구에서 정의하고 있는 공정리스크(schedule risk)는 시공단계에서 발생하는 리스크이다. 즉, 건설공사를 수행하고 있는 과정에서 자재운반 지연, 부적절한 공법 선정으로 인한 선후행 공정의 지연 등 공사의 진행을 방해하는 리스크라고 정의할 수 있다. 공정리스크는 액티비티와 대응방안 등과 관련이 있으며 표 1과 같은 구조를 갖는다.

(2) 공정리스크 대응방안

대응방안은 각 공정리스크에 여러 개가 존재할 수 있으

표 1. 공정리스크 구조

필드	형식	내용
공정리스크 ID	ID	· 고유 ID
공정리스크 정의	문자	· 리스크 정의 및 설명
액티비티 코드	문자	· 공종, 단계, 프로세스

므로 표 2와 같이 공정리스크 ID를 참조하여 대응방안 코드를 부여한다. 공정리스크 ID는 대응방안에 해당하는 리스크이며, 여러 개의 대응방안 ID가 하나의 공정리스크 ID와 연결된다. 대응자는 대응방안을 수행하는 책임자 또는 담당자를 의미하며 시공사의 현장관리자나 본사 지원팀, 협력업체 등이 해당된다.

대응 시기는 리스크가 발생한 후 이를 해결하기 위해 취해야 할 업무를 의미한다. 예를 들어 설계도서 검토 과정에서 부적절한 공법설계의 공정리스크가 발생한다면 계약 전에 대응방안으로 설계변경 사유에 포함시켜야 한다. 이 경우 '계약 전'이 대응 시기에 해당한다.

표 2. 대응방안 구조

필드	형식	내용
공정리스크 ID	ID	· 대응방안과 연결된 리스크 ID
대응방안 ID	ID	· 고유 ID
대응방안 내용	문자	
대응자	문자	· 대응방안 실행 담당자
대응시기	날짜	· 대응방안 실행 시기(시점)
소요 정보	문자	· 문서, 도면, 자료 등

3.2 공정과 리스크 통합 방안

(1) 액티비티, 공정리스크, 대응방안의 관계

공정리스크가 발생하면 그에 대한 대응방안이 여러 가지 있을 수 있다. 공사관리자는 여러 대응방안 중에서 하나를 선택하여 사용하거나 대응방안이 없다면 새로운 대응방안을 만들 수도 있다. 액티비티도 수행하는 과정에서 여러 가지의 공정리스크가 발생할 수 있다.

그림 2는 액티비티와 공정리스크, 대응방안의 관계를 보여주고 있다. 한 개의 액티비티에는 1~M 개의 공정리스크를 가질 수 있으며, 공정리스크는 1~N 개의 대응방안을 가질 수 있다.

(2) 통합 절차 및 방법

공정관리 및 리스크관리 통합 절차 및 방법은 그림 3과 같으며 상세한 내용은 다음과 같다.

① 공정표 작성 및 액티비티 코드 부여

공정관리를 위해 작성된 공정표의 액티비티에 공정리스크와 연결할 코드를 부여한다. 각 액티비티 연결코드는 요약(summary) 작업이나 단위작업(task 또는 work package)과는 상관없이 부여할 수 있으므로 현장에서 요구하는 공정관리 수준에 맞는 리스크관리가 가능하다.

② 공정리스크-대응방안 데이터베이스 구축

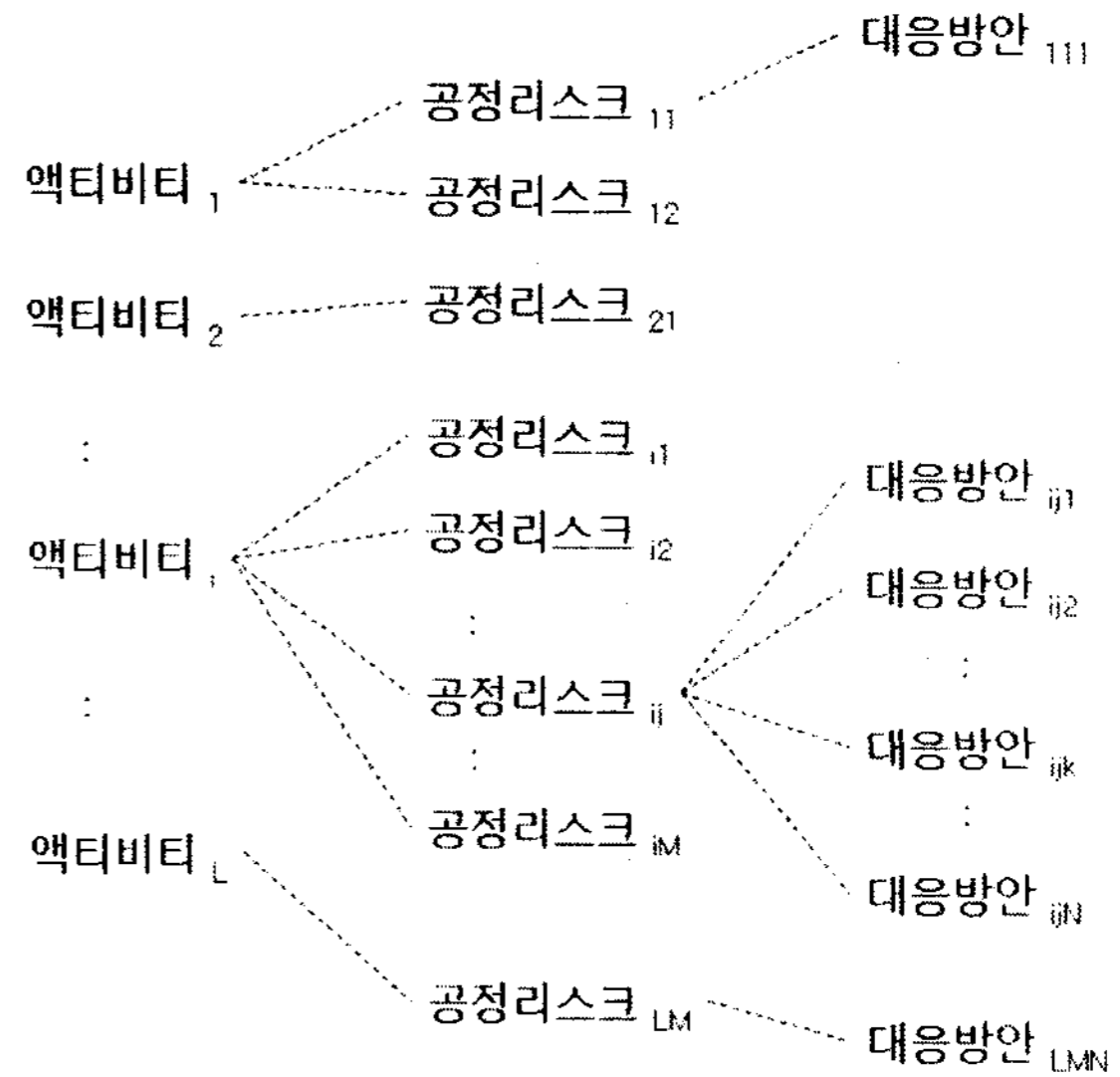


그림 2. 액티비티, 리스크, 대응방안의 관계

공정리스크 테이블과 대응방안 테이블을 바탕으로 공정리스크-대응방안 데이터베이스를 구축하고 액티비티와 연결하기 위한 공정리스크 코드를 부여한다.

③ 액티비티와 공정리스크 연결

액티비티와 공정리스크의 연결은 부여된 각 코드를 이용하여 이루어지며 공정관리 프로그램의 내부 매크로(macro)에서 자동으로 이루어진다.

④ 공정관리 및 리스크관리 수행

공정표 파일을 열면 자동으로 리스크관리 매크로가 실행되며 액티비티를 검색하여 공정리스크를 공사관리자에게 통지한다. 공사관리자는 대응방안을 수행하여 공정리스크 발생을 예방하고 후속 조치를 실시한다.

⑤ 후속 조치

공정리스크에 따른 대응방안을 선택하여 수행하면 후속 공정이나 원가 등에 영향을 줄 수 있다. 이러한 결과를 반영할 수 있도록 공정표를 조정하거나 공사계획을 수정해야 할 필요가 있다.

3.3 프로토타입 구현

본 연구에서도 VBA(Visual Basic for Application)를 이용하여 MSP의 각 액티비티에 관련된 공정리스크를 연결하는 방법을 제안하였으며 그림 4와 같이 구성된 프로토타입(prototype)을 구현하였다. 공정표는 MSP에 포함된 전체 액티비티이며 공정리스크와 대응방안은 Excel 파일로 작성되었다. 공정리스크 관리 모듈(module)은 MSP 내부의 VBA를 이용하여 사용자 폼(form)을 작성되었고 액티비티와 공정리스크를 연결한다.

4. 통합 방안의 적용

4.1 사례 공정표 및 공정리스크

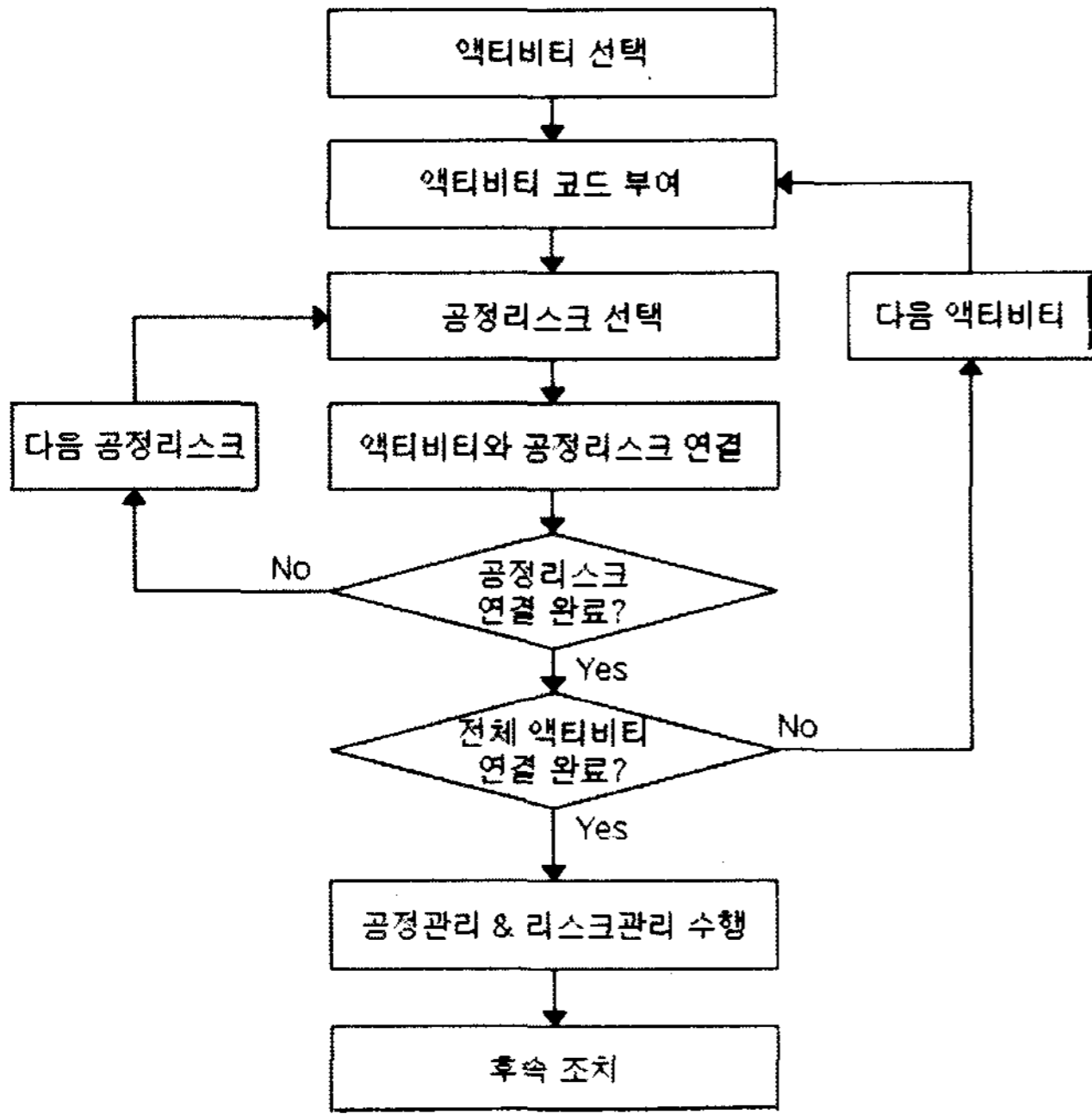


그림 3. 공정관리 및 리스크관리 통합 절차

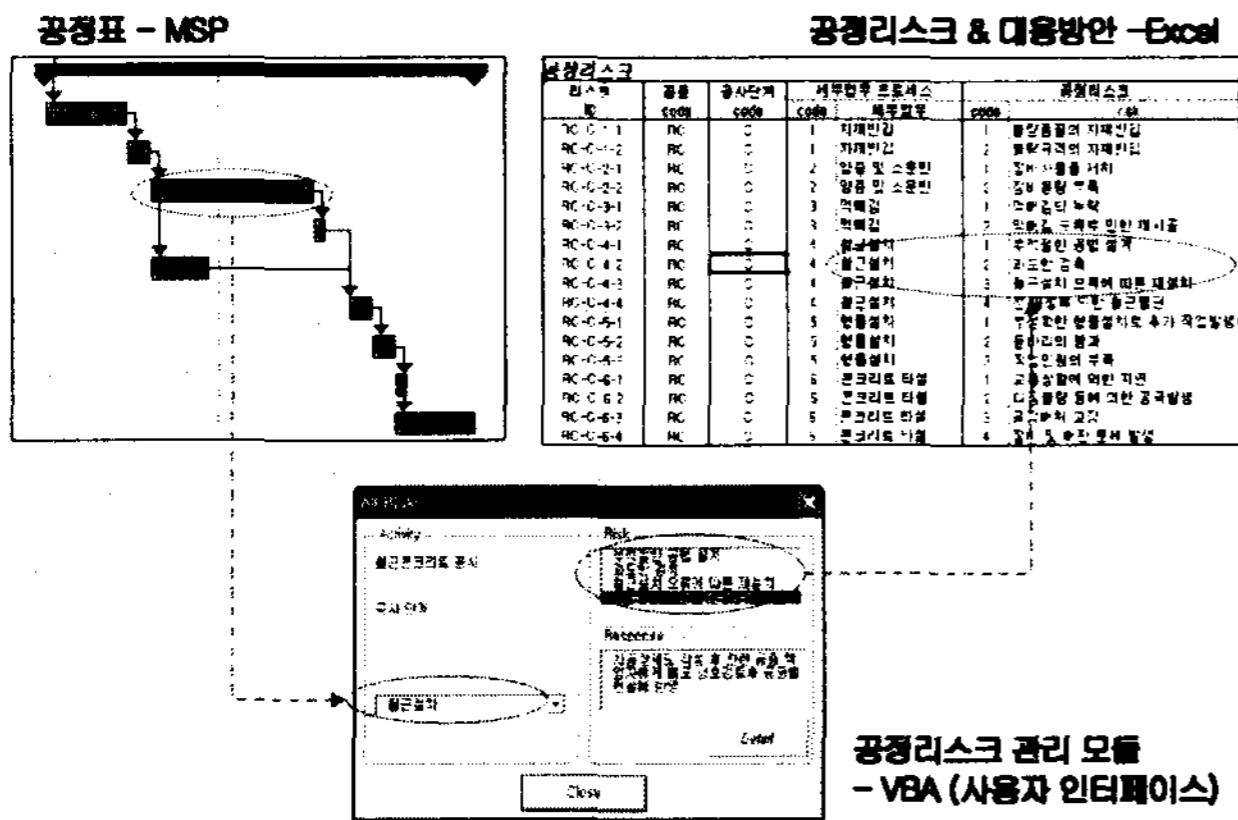


그림 4. 프로토타입의 구성

철근콘크리트 공사의 시공 전 단계와 시공 단계를 대상으로 프로토타입을 적용하였다. 전체 공정표는 그림 5와 같으며 시공 전 단계에는 8개, 시공 단계에는 9개의 액티비티를 가지고 있다. 시공 전 단계의 액티비티는 실제 공정표에는 표현되지 않지만 공정리스크를 검증하기 위해 추가하였다.

각 액티비티에는 관련된 공정리스크가 연결되어 있는데 하나의 액티비티에 여러 개의 공정리스크가 발생할 수 있으므로 공정표에서는 액티비티 코드만 부여하여 공정리스크 테이블에서 접근하도록 하였다. 공정리스크 코드와 내용은 그림 6과 같다.

4.2 공정리스크 및 대응방안 검색

액티비티를 수행하기 전에 발생할 수 있는 공정리스크를 공사관리자에게 알려주어야 하므로 프로토타입에서는 그림

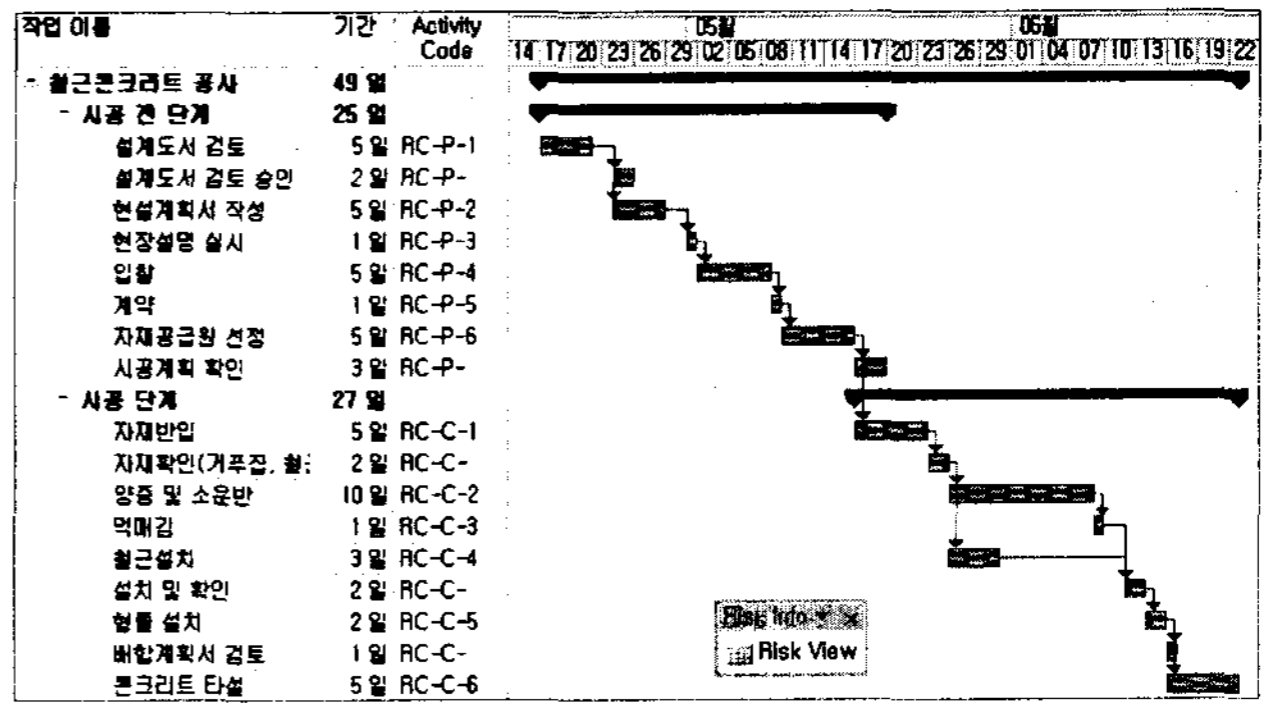


그림 5. 사례 대상 공정표 - 철근콘크리트 공사

공정리스크 ID	공종 code	공사단계 code	서부일부 프로세스 code	서부일부 code	공정리스크 nsk				
4	RC-P-1-1	RC	P	1	설계도서 검토	1	설계도서 검토	1	설계도서 검토의 불일치
5	RC-P-1-2	RC	P	1	설계도서 검토	2	설계도서 검토	2	부적절한 공법설계
6	RC-P-2-1	RC	P	2	현장계획서 작성	1	현장계획서 작성	1	공사별위의 누락
7	RC-P-2-2	RC	P	2	현장계획서 작성	2	현장계획서 작성	2	정확한 공정 미반영
8	RC-P-3-1	RC	P	3	현장설명 실시	1	현장설명 실시	1	총괄 부의적 업체 참여
9	RC-P-3-2	RC	P	3	현장설명 실시	2	현장설명 실시	2	안전 부의적 업체 참여
10	RC-P-3-3	RC	P	3	현장설명 실시	3	현장설명 실시	3	공정 부의적 업체 참여
11	RC-P-4-1	RC	P	4	입찰	1	입찰	1	실방예산 초과로 재입찰
12	RC-P-4-2	RC	P	4	입찰	2	입찰	2	현장내용 이해 불충분
13	RC-P-4-3	RC	P	4	입찰	3	입찰	3	저가수주에 의한 문제
14	RC-P-5-1	RC	P	5	계약	1	계약	1	업체부도에 의한 계약 불가
15	RC-P-5-2	RC	P	5	계약	2	계약	2	계약 후 업체의 부도
16	RC-P-6-1	RC	P	6	자재공급원 선정	1	자재공급원 선정	1	자재시장에 의한 수급문제
17	RC-P-6-2	RC	P	6	자재공급원 선정	2	자재공급원 선정	2	래미콘공장과 현장과의 거리
18	RC-P-6-3	RC	P	6	자재공급원 선정	3	자재공급원 선정	3	현장인근 지역의 교통상황
19	RC-C-1-1	RC	C	1	자재반입	1	자재반입	1	불충분한 자재반입
20	RC-C-1-2	RC	C	1	자재반입	2	자재반입	2	불충분한 자재반입
21	RC-C-2-1	RC	C	2	양중 및 소운반	1	양중 및 소운반	1	장비사용률 저하
22	RC-C-2-2	RC	C	2	양중 및 소운반	2	양중 및 소운반	2	장비용량 부족
23	RC-C-3-1	RC	C	3	막대감	1	막대감	1	막대감의 누락
24	RC-C-3-2	RC	C	3	막대감	2	막대감	2	막대감 오류에 의한 재시공
25	RC-C-4-1	RC	C	4	철근설치	1	철근설치	1	부적절한 공법 설계
26	RC-C-4-2	RC	C	4	철근설치	2	철근설치	2	과도한 검측
27	RC-C-4-3	RC	C	4	철근설치	3	철근설치	3	철근설치 오류에 따른 재설치
28	RC-C-4-4	RC	C	4	철근설치	4	철근설치	4	선 공정에 의한 철근절단
29	RC-C-5-1	RC	C	5	형틀설치	1	형틀설치	1	부적절한 형틀설치로 추가 작업발생
30	RC-C-5-2	RC	C	5	형틀설치	2	형틀설치	2	동바리의 붕괴
31	RC-C-5-3	RC	C	5	형틀설치	3	형틀설치	3	직업인원의 부족
32	RC-C-6-1	RC	C	6	콘크리트 타설	1	콘크리트 타설	1	교통상황에 의한 지연
33	RC-C-6-2	RC	C	6	콘크리트 타설	2	콘크리트 타설	2	다짐용량 등에 의한 공극발생
34	RC-C-6-3	RC	C	6	콘크리트 타설	3	콘크리트 타설	3	공정배치 고장
35	RC-C-6-4	RC	C	6	콘크리트 타설	4	콘크리트 타설	4	장비 및 배관 문제 발생

그림 6. 시공 전 및 시공 단계 공정리스크

7과 같이 사용자가 공정표를 여는 순간 자동으로 매크로 (macro)를 실행하여 발생가능한 공정리스크를 사용자에게 경고한다. 즉, 1개월 전 또는 1주일 전, 1일 전 등 지정된 일자에 전체 액티비티를 검색하여 각 액티비티와 관련된 공정리스크를 제공한다.

공정표에 있는 액티비티를 선택한 후 'Risk View' 도구 모음의 'Risk Information'(그림 8 참조)을 클릭하면 그림 8과 같은 공정리스크 정보와 대응방안 정보를 직접 검색할 수도 있다. 그림 9는 대응방안의 상세 정보이다.

4.3 적용결과 평가

공정관리 과정에서 공정리스크를 확인하고 대응방안을 수행하기 위해 제안된 방법과 이를 검증하기 위해 구현된 프로토타입을 적용한 결과 공정표를 이용한 리스크 관리가 가능한 것으로 검토되었다. 단, 제안된 방법을 사용하기 위해서는 사용자 정의 함수 또는 모듈을 실행할 수 있는 공정관리 소프트웨어가 필요하며, 본 연구에서는 MSP를 기반으로 모듈을 개발하였다.

구현된 프로토타입을 적용하는 과정에서 공정리스크 및 대응방안이 Excel 파일 형태로 저장되어 있어 그 정보를

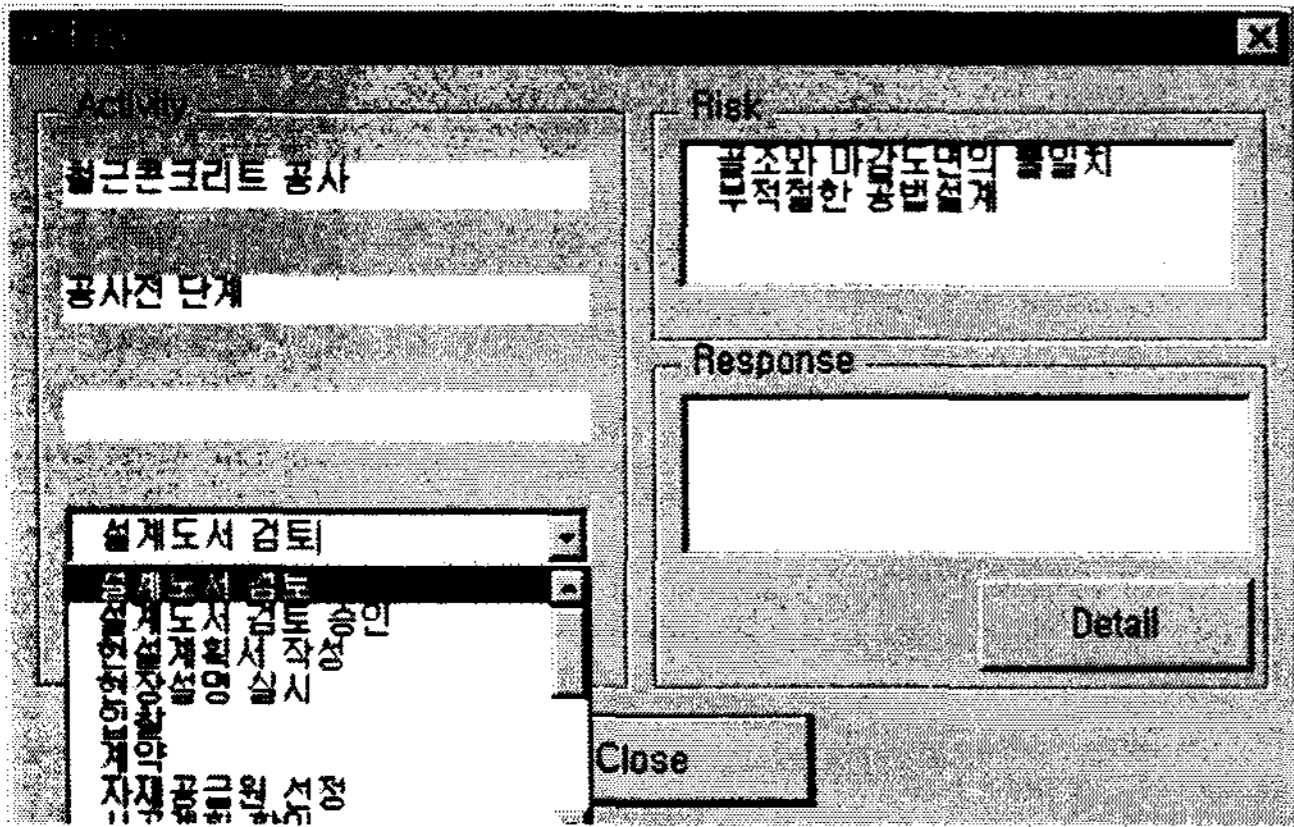


그림 7. 자동 검색된 공정리스크 목록

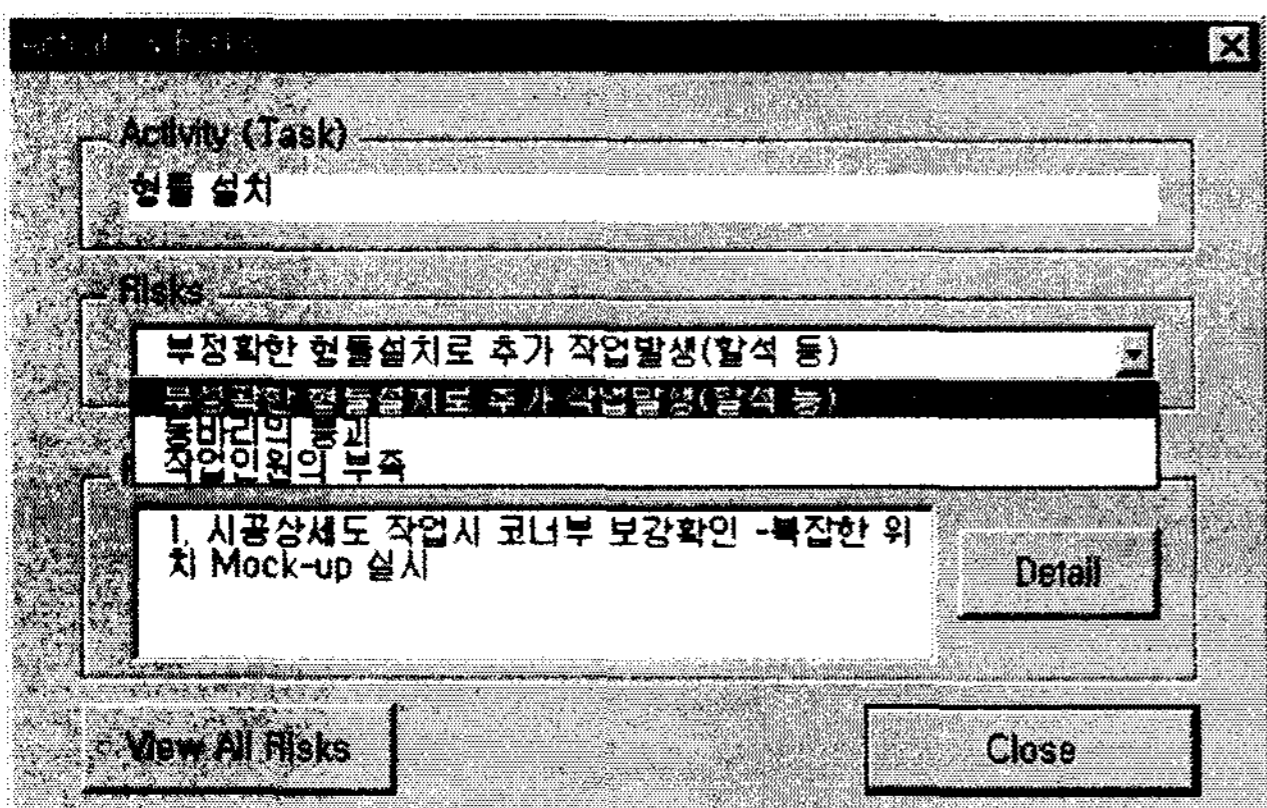


그림 8. 공정리스크 및 대응방안 정보

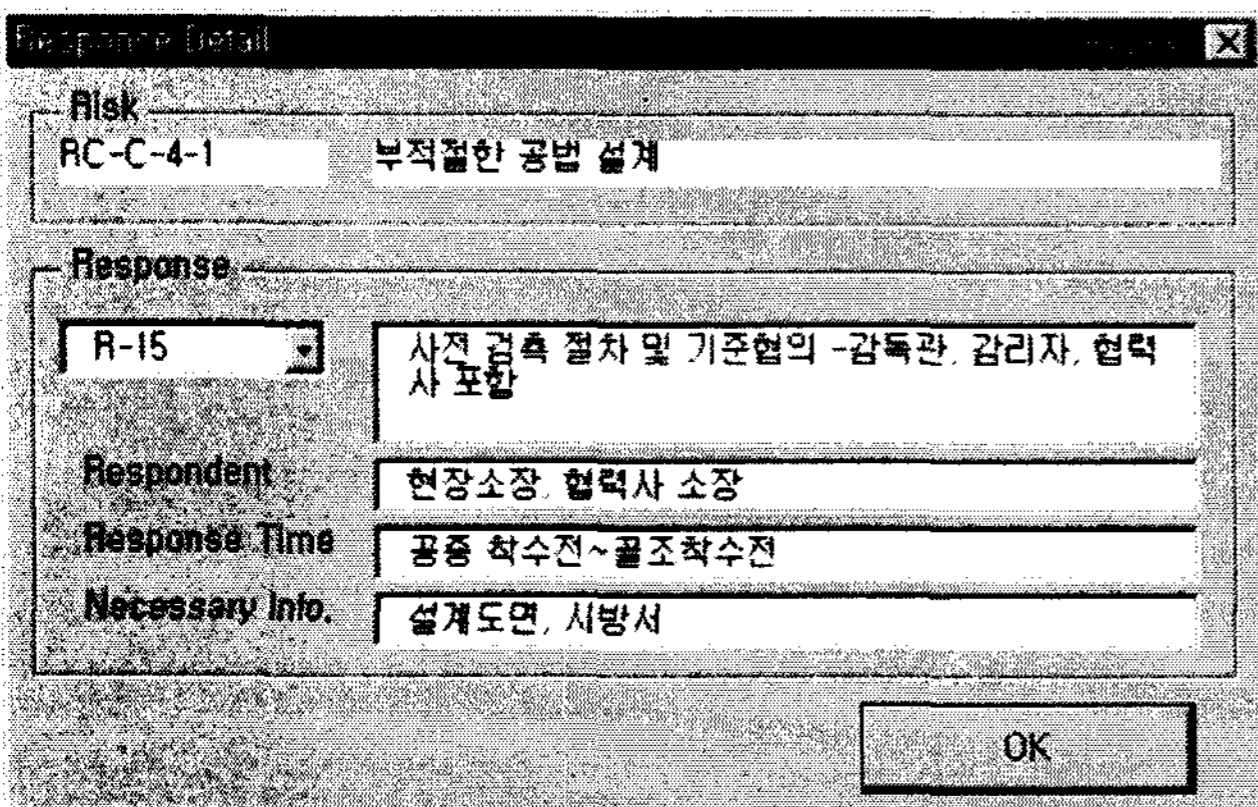


그림 9. 대응방안 상세 정보

MSP에서 가져오는데 다소 어려움이 있었다. 향후에는 전용 데이터베이스 파일로 변경하여 공정리스크 정보에 대한 접근성을 확대해야 할 것이다.

공정리스크의 발생이 리스크 관리에 중요한 부분이므로 리스크 발생통계에 의한 확률로서 제공할 수 있도록 추가적인 연구도 필요한 것으로 보인다.

5. 결론

본 연구는 Microsoft Project를 이용하여 공정관리와 리스크관리를 통합하는 방안을 제안하였으며 그 결과는 다음과 같다.

(1) 하나의 액티비티를 수행하는 과정에서 다수의 공정리스크가 발생할 수 있으며 각 공정리스크에 대한 대응방안도 다수이다. 따라서 액티비티와 공정리스크, 대응방안은 1:N:M(N, M은 정수)의 관계를 가지며 이를 공정관리 프로그램에 적용하기 위한 모델과 공정리스크-대응방안 데이터베이스를 구축하였다.

(2) 액티비티와 공정리스크의 관계를 이용하여 공정관리 프로그램 내에서 액티비티와 공정리스크를 통합하여 관리할 수 있는 방법을 제안하였고, VBA를 이용하여 공정리스크 및 대응방안을 검색할 수 있는 사용자 인터페이스를 구현하였다.

(3) 철근콘크리트 공사를 대상으로 사례연구를 수행하여 제안된 방법과 구현된 프로토타입을 검증하였다. 그 결과 공정리스크 정보의 입출력 등이 보완이 필요하지만 공정관리와 리스크관리의 통합이 가능하다는 것을 보여주었다.

참고문헌

1. 강인석, 김창학, 손창백, 박홍태, "대형건설공사의 리스크분석에 관한 사례적용 연구", 한국건설관리학회 논문집, 2(2), 2001.6, pp.98-108
2. 김선국, 박지훈, 서상욱, "지식관리시스템을 이용한 건축물의 공정리스크 대응방안 - 토공사를 중심으로", 대한건축학회 논문집(구조계), 21(1), 2005.1, pp.155-162
3. 류한국, 김선국, 이현수, "착공전 단계에서의 철근 콘크리트 공사 공정리스크 관리 방안", 한국건설관리학회 논문집, 6(5), 2005.10, pp.119-127
4. 박서영, 강인석, "건설공사 리스크관리를 위한 모형 개발 연구", 한국건설관리학회 학술발표대회 논문집, 2003.11, pp.418-421
5. 윤유상, 건설공사의 공정리스크 관리시스템 개발, 경원대학교 박사논문, 2005.6
6. 조익래, 박찬식, "Fuzzy 이론을 활용한 건설프로젝트 리스크 분석 및 평가 시스템", 한국건설관리학회 논문집, 1(1), 2000.3, pp.53-62
7. 주해금, 김선규, "건설사업 위험분류체계의 재정립을 통한 위험인지 체크리스트 개발", 한국건설관리학회 논문집, 4(2), 2003.6, pp.109-117
8. Nasir, D., McCabe, B. and Hartono, L., "Evaluating Risk in Construction-Schedule Model (ERIC-S): Construction Schedule Risk Model", J. of Constr. Engrg. & Mngmt., 129(5), 2003.9, pp.518-527
9. PMI(Project Management Institute), A guide to the project management body of knowledge(PMBOK), 3rd ed., 2004
10. Tah, J. H. M. and Carr, V., "Knowledge-Based Approach to Construction Project Risk Management", Journal of Computing in Civil Engineering, 15(3), 2001.6, pp. 170-177
11. Wang, Wei-Chih, Liu, Jang-Jeng and Chou, Shih-Chieh, "Simulation-based safety evaluation model integrated with network schedule", Automation

- in Construction, 15(3), 2006.5, pp.341-354
12. Yi, Kyoo-Jin and Langford, David, "Scheduling-Based Risk Estimation and Safety Planning for Construction Projects", J. of Constr. Engrg. & Mngmt., 132(6), 2006.6, pp.626-635

Abstract

It is more effective and more efficient to manage schedule and risk at a same time because many risks occur in construction phase in building construction projects. The objective of this paper is to propose a tool that manages risks in a project management software. The tool is implemented by VBA in Microsoft Project, and enables field managers of a construction project to make schedules and to help to predict risks.

Keywords: Integration of schedule and risk, Schedule risk, Schedule management, Risk management
