

리스크관리에 의한 건설안전관리의 분석 및 발전방안

Improvement Plan and Analysis of Construction Safety Management for Risk Management

정 병 화*

Chung, byoung-hwa

김 성 득**

Kim, sung-deuk

Abstract

Quality control and safety represent increasingly important concerns for project managers. In the worst case, failures may cause personal injuries or fatalities. Accidents during the construction process can similarly result in personal injuries and large costs. We present the results of a study designed to identify the tools that are most widely used and those that are associated with successful project management in general, and with effective project risk management in particular. The study is based on a questionnaire administered to a sample of project managers from construction enterprises. The response data was analyzed in order to find which tools are more likely to be used in the those organizations that report better project management performance and in those that value the contribution of risk management processes.

키 워 드 : 프로젝트 관리, 리스크 관리

Keywords : Project Management, Risk Management

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

국내 건설공사에서의 재해는 매년 감소 추세를 보이고 있어 통계적으로 볼 때 건설현장의 안전관리가 향상되고 있는 것으로 평가된다. 그러나 건설재해 가운데 사망 등 중대 재해의 비율은 오히려 증가하여 경제적

손실액이 년 간 3조원에 달하고 있어 또 다른 문제점으로 지적되고 있다. 이에 적절한 리스크관리가 대두 되고 있다.(최민수,1999)

이에 본 연구에서는 효과적인 리스크관리 방법을 제시하고자 한다. 리스크관리를 분석하기 위해 통계처리를 이용하였으며 효과적인 리스크관리와 성공적인 사업관리를 수행하기 위하여 국내 상위 건설업체의 중견 관리자를 모집단으로 한 설문조사를 실시하였다. 설문조사에 의한 자료를 이용하여 사업관리에 의한 리스크인자 검정, 리스크관리에 의한 리스크인자를 검정, 중소·대형건설회사 분류에 의한 검정을 시행하여 리스크인자를 도출하였다. 이를 분석하고 미리 예측하여 원인을 분석하여 보완한다면 리스크인자를 경감하게 되어 공사비·공기·품질을 향상시켜 양질의 건설공사를 수행 할 수 있게 하는 방안을 제시하는데 그 목적이 있다.

1.2 연구의 범위 및 방법

연구의 범위로는 국내 건설업체 중 시공순위 400위까지를 모집단 (Sample)으로 하여 우편, e-mail, 면접조사를 통하여 자료를 취합하고 통계 패키지로 자료를 분석·연구하였다.

표 1. 모집단 분포

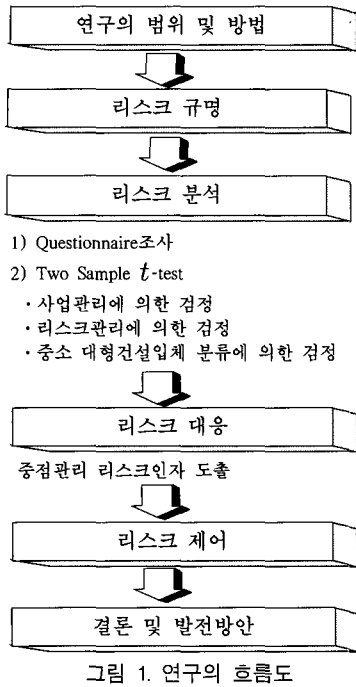
| 도급순위 구분 | 1~100 | 101~200 | 201~300 | 301~400 | 합계 |
|------------|-------|---------|---------|---------|-----|
| 응답회사 | 49 | 14 | 15 | 24 | 102 |
| 분포(%) | 48.0 | 13.7 | 14.7 | 23.6 | 100 |

연구 방법으로는 국내 건설업체의 리스크관리 실태를 분석하고 여기에 필요한 기초자료 및 리스크관리를 규명(Identification)하기 위해서는 설문지를 통한 전문가의 의견 청취가 필요한데 설문지의 초안은 기존연구와 전문가적 분석 그리고 국내 관련 법령을 참고하여 작성하였다. 설문내용은 리스크관리를 4 단계로 구분하였으며 그 세부 내용은 안전보건 조직, 안전교육, 산업재해통계, Check-List, 리스크관리의 효과 분석 등 29개 문항으로 하여 Part1 으로 하였다. Part2 에서는 사업관리(PM)로 공사 수행 시 성과에 대한 설문, Part3 은 리스크관리로 공사수행 시 영향도에 대한 설문으로 다시 구분하였다. 각 Part의 신뢰도를 검정하기 위하여 리커트형태(Likert-Type) 등간척도의 간결한 질문으로 구성하였다. 자료의 검정은 두 표본 t-검정으로 중점관리 리스크인자를 도출하였다.

본 연구의 흐름도는 <그림 1>과 같다

* 정회원, 울산과학대학 공간디자인학부 겸임교수, 공학박사

** 정회원, 울산대학교 토목환경공학부 교수, 공학박사



2. 리스크관리 이론적 개요 및 자료분석 방법

2.1 리스크관리의 이론적 개요

건설공사에서 리스크(Risk)는 프로젝트 목적에 영향을 미치는 어떠한 사건의 발생 가능성이라 하며 이 사건은 부정적 사건의 노출과 발생가능성이라고 한다. 리스크는 일반적으로 부정적인 영향을 초래할 사건의 발생가능성과 불확실한 위험을 내포하는 요인·요소·방향사건이 발생할 확률 및 그 심각성 등의 포괄적인 의미를 가진다고 정의하고 있다. (한국건설산업연구원,1997)

따라서 프로젝트의 리스크관리(Risk Management)란 프로젝트 수행 시 필연적으로 내재하는 불확실성(Uncertainty)을 체계적으로 다루는 과정이라 정의한다. 리스크관리를 분류하면 위기상황이 발생한 후 대응책을 세우는 반응적 관리(Reactive Management)방법과 위기 상황이 발생하기 전에 대응책을 미리 세워두는 대비적 관리(Proactive Management)방법이 있다. 건설공사의 리스크관리는 프로젝트를 계획(Planning), 설계(Design), 시공(Construction), 유지관리(Maintenance)의 각각의 단계에 내재하고 있는 리스크를 규명하고, 규명된 리스크의 심각도를 분석하여 이를 배제하거나 완화하고 나아가서는 타 기관에 전가 시키는 대책을 마련하는 일련의 정형적인 과정을 말한다. 본 연구는 대비적 관리 방법으로 건설공사에서의 합리적인 리스크관리 방법을 제시하기 위해 다음과 같이 리스크인자를 점정하였다. 사업관리에 의한 중점 리스크인자, 리스크관리에 의한 중점 리스크인자, 중소·대형건설업체의 중점 리스크인자를 점정하였다. 리스크관리는 일련의 과정으로 구성되는데 이 리스크관리를 구성하는 과정을 기존의 연구자들은 다음과 같이 제시하였다.

Arnold M.Ruskin and W. Eugene Estes(1995)는 리스크규명

(Risk Assessment), 리스크완화(Risk Reduction), 리스크계획(Risk Plans), 리스크제어(Risk Control)로 분류하였다. 또 Harold Kerzner(1995)는 리스크규명(Risk Assessment), 리스크분석(Risk Analysis), 리스크대응(Risk Handling), 리스크관리기록작성(Lessons Learned)으로 분류하였고, 미국 프로젝트 관리협회(P.M.I.,1996)에서는 리스크관리 과정을 리스크규명(Risk Identification), 리스크분석(Risk Quantification), 리스크대응계획 수립(Risk Response Development), 리스크대응 제어(Risk Response Control)로 분류하였다.

프로젝트관리 지침서에서는 각 단계별로 입력자료, 사용도구 및 기법, 출력결과 등을 정의하여 각 단계별로 명료하게 규명하고 있다.

따라서 본 연구에서는 P.M.I.의 분류기법을 이용하여 <표 2>에서 리스크인자를 규명하고, <표 4> <표 6> <표 7>에서는 리스크인자를 분석하였으며, 그 분석한 결과를 가지고 <표 8>에서는 중점적으로 관리할 리스크인자를 도출하였다.

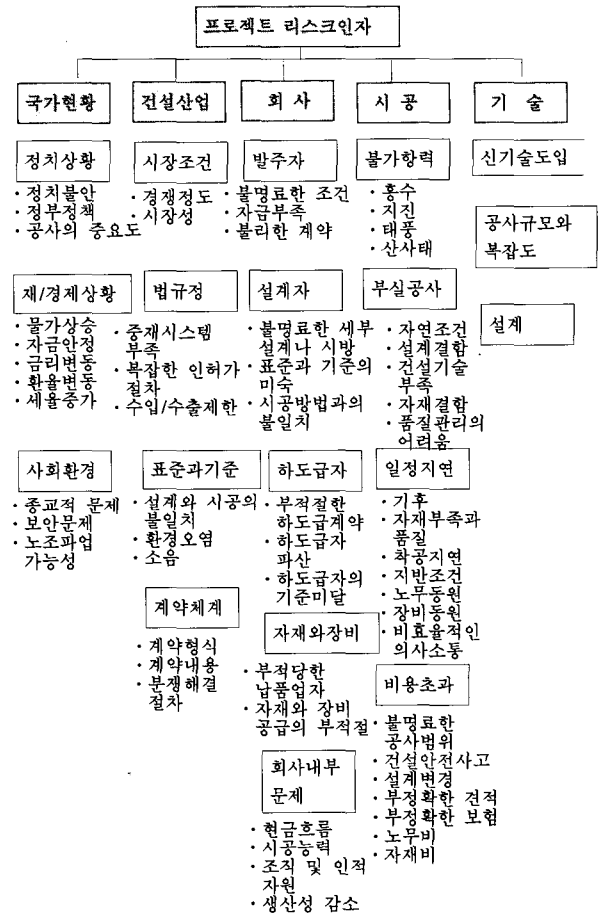


그림 2 리스크인자의 분류

<표 2>에서 리스크 문항을 구분하기위해 T. Raz, E. Michael(2001)는 Identification, Tracking, Planning, Analysis, Control, Backgroup등 6개 단계로 리스크 문항을 구분하였으나, 본 연구에서는 리스크 문항을 규명(Identification), 분석(Quantification), 대응(Response), 제어(Control)로 구분하였다.

2.2 자료분석 방법

두 표본 t -검정(Two Sample t -test)은 두 개의 독립된 모집단의 평균이 서로 같은지 그 동일성을 검정하는 것으로 검정통계량의 분포를 쫓아 두 표본 t -검정이라 한다.

t -검정의 가설은 두 집단의 평균이 서로 다른지 알아보고자 할 때 귀무가설은

H_0 : Low집단과 High집단의 리스크관리에 문제가 없다

또는 $H_0: \mu_{Low} = \mu_{High}$

또는 $H_0: \mu_{Low} - \mu_{High} = 0$ 이고 대립가설은

H_1 : Low집단과 High집단의 리스크관리에 문제가 있다.

또는 $H_1: \mu_{Low} \neq \mu_{High}$

또는 $H_1: \mu_{Low} - \mu_{High} \neq 0$ 이다.

두 모평균의 차이($\mu_1 - \mu_2$)를 δ 라고 한다면, δ 의 가장 좋은 추정량은 표본평균의 차이로서 $\delta = D = \bar{X}_1 - \bar{X}_2$ 이고 이의 분산은 $\sigma_D^2 = \frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}$ 이다. D 의 귀무가설값 $\delta_0 = 0$ 이므로 검

$$\text{정통계량은 } Z = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - 0}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

이고, 이는 표준정규분포를 따른다. 표준정규분포에서 기각값을 구해서 귀무가설의 수용여부를 결정하고 p -value를 구하여 검정한다.

이 식에서는 모분산 σ_i^2 을 아는 경우를 생각했지만, 실제로는 모분산을 모르는 경우가 더 많다. 모분산을 모르는 경우에는 표본의 분산을 이용하게 된다. 만일 두 집단의 분산이 서로 같다면 두 개의 표본분산을 합한 합동분산(pooled variance)을 계산하여 사용하는데 합동분산은 다음과 같다.

$$S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

로 구하고, 이 때 검정통계량은

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - 0}{\sqrt{\frac{S_p^2}{n_1} + \frac{S_p^2}{n_2}}}$$

가 되며, 이 통계량은 자유도가 $n_1 + n_2 - 2$ 인 t 분포를 따른다.

자료분석은 통계분석 프로그램인 윈도즈 SAS 6.21로 처리하였다. 국내 건설회사의 리스크 관리 실태의 상관분석 및 평균값(Mean), 표준편차(Standard Deviation), 등급(Ranking)등을 구한 다음, 일정수준의 평균값과 시공순위로 각각 분류한 다음 두 표본 t -검정을 실행하였다. 먼저 독립된 두 집단의 리스크 관리에 문제가 없다는 귀무가설(Null Hypothesis)과, 독립된 두 집단의 리스크 관리에 문제가 있다는 대립가설(Alternative Hypothesis)을 설정한 다음, 두 표본 t -검정을 실행하였다. 이때 유의확률(p -value)이 유의수준(Significance Level)을 기준으로 하여 클 경우는 귀무가설을 채택하여 독립된 두 집단의 리스크 관리가 잘 되고 있는 문항이고, 유의수준보다 작은 문항들은

귀무가설을 기각하고 대립가설을 채택하여 통계적으로 유의하다.(정영해,1998) 이는 독립된 두 집단의 리스크관리가 잘 되고 있지 않다고 할 수 있다.

리스크관리의 궁극적인 목적은 프로젝트 수행 과정 중에 내재되어 있는 불확실성을 줄이고, 프로젝트에 부정적인 영향을 초래하는 심각도를 줄이기 위하여 일정, 예산, 원가 또는 품질을 저해하지 않는 범위 내에서 리스크대응책을 수립하는 것이다. 리스크관리의 대응책은 다음과 같다.

① 프로젝트 리스크의 배제(Risk Avoidance)

프로젝트 리스크의 배제는 규명된 프로젝트 리스크의 발생 가능성을 근본적으로 봉쇄하거나 회피하는 것을 의미한다. 예산증액을 통하여 비용 초과 가능성을 원천 봉쇄하거나, 공기연장을 통하여 공사기간 초과 우려를 배제하고, 프로젝트 리스크가 발생할 것으로 예상되는 특정분야를 계약범위에서 제외하여 발생 가능성을 근본적으로 배제하는 것

② 프로젝트 리스크의 경감(Risk Reduction)

프로젝트 리스크 경감은 프로젝트 리스크가 발생할 확률을 줄이거나, 리스크 발생으로 인한 영향도를 줄이는 것이다.

- 모델링, 모의시험(Simulation), Prototype활용
- 상세계획의 도출
- 병렬 대안의 수립
- 인증된 기법 · 인력의 채택

③ 프로젝트 리스크의 수용(Risk Retention)

프로젝트 리스크의 영향도가 경미하거나 또는 타인에게로 전가가 비경제적, 비효율적일 경우에는 프로젝트 수행조직이 해당 프로젝트 리스크를 받아들이는 것이다.

④ 프로젝트 리스크의 전가(Risk Transfer)

프로젝트 리스크의 전가란 규명된 프로젝트 리스크의 일부 또는 전부를 소정의 보수를 지불하고 그 반대 급부로서, 또는 계약조건을 조정하여 해당 프로젝트 리스크를 타인에게 떠넘기는 것을 의미한다.

- 보험 또는 보증기관에 전가하는 방법
- 계약 또는 계약조건 변경을 통한 전가 방법 등이 있다. 프로젝트 리스크제어는 리스크대응책을 갱신하고 실제 상황을 지속적으로 조사하는 일련의 과정을 리스크제어라고 한다. 리스크 제어책은 다음과 같다.

① 프로젝트 리스크대응책 수립 시 확보된 예비자원 및 유보자원 사용 상황 분석

프로젝트가 시작되어 수행이 본격화되면 이미 수립된 프로젝트 리스크대응책에서 가정된 여러 상황과 상당한 차이가 있게 마련이다. 이로 인하여 프로젝트 수행 전 프로젝트 리스크 대응책을 수립할 때 할당된 예비예산, 예비공기, 예비장비, 예비인력 등 자원의 사용 상황과 투입 분야를 정기적으로 조사 분석하는 과정

② 프로젝트 리스크의 재 파악

프로젝트 수행에 따라 당초 프로젝트 리스크 규명, 분석, 대응책 수립 등 시점에 비하여 많은 양의 정보가 추가되고 이로 인하여 미래 발생할 리스크의 확률분포가 현저히 변화하게 된다. 프로젝트 리스크의 발생 가능성을 예측하고 해당 리스크의 영향도를 계량하여 누락된 리스크를 추가하고 변경이 예측되는 잔여 리스크를 재 파악하는 과정

③ 프로젝트 리스크의 경감 대책 재수립

위에서 조사, 분석한 결과를 토대로 당초 예산에 비하여 과다하게 투입된 특정 분야를 규명하고 잔여 프로젝트 리스크에 대한 소요 예비자원을 재 산출하여 잔여 프로젝트 리스크에 대한 프로젝트 리스크 대응책을 재 수립하는 과정

④ 프로젝트 변경 상황에 대한 영향도 평가

- 프로젝트 관련 주체간의 분쟁 발생 시 증빙자료
- 추후 유사 프로젝트 리스크관리를 위한 참고자료
- 프로젝트 관련 주체간의 상호 대화(Communication) 도구

⑤ 자료기록 및 분류 문서화(Documentation)

프로젝트 리스크의 규명, 분석, 대응책 수립으로 구성되는 프로젝트 리스크관리 전 단계에 걸쳐 과거 수행한 유사 프로젝트 경험 자료에 대한 의존도가 높다. 리스크라는 것이 본질적으로 과거 자료를 근거로 하여 미래에 발생할 사건의 확률 및 그 예상 영향도를 계량하는 것이기 때문에 프로젝트 리스크관리의 신뢰도는 과거 자료 데이터베이스의 신뢰도와 비례한다. 효율적인 자료화 방법으로 데이터베이스를 구축하여 해당 분야별로 분류, 저장하며 추후 확장, 추가, 수정, 검색이 쉽도록 데이터베이스구조(Database Structure)를 탄력적으로 설계하고, 데이터베이스 구조는 프로젝트 수행기관의 표준작업분류체계(Work Breakdown Structure) 등의 체계를 바탕으로 표준화하여 작성하는 것이 바람직하다.(김문한,1999)

따라서 본 연구에서는 프로젝트 리스크 경감(Project Risk Reduction)방법 중 하나인 상세 계획을 수립하여 리스크 인자를 미리 예측하고 원인을 분석하였다. 이를 바탕으로 리스크인자를 보완하여 관리하면 건설안전리스크를 경감시켜 보다 안전한 건설공사를 시공할 수 있다.

3. 리스크관리 실태 분석 및 리스크인자 검증

3.1 국내 건설업체의 리스크관리 실태 분석

국내 건설업체의 리스크관리 실태를 분석하기 위하여 문항을 규명, 분석, 대응, 제어 등 4개 부분으로 분류하여 총29개 문항으로 구성하였다. 102개 회사의 설문응답을 기초로 하여 평균(Mean), 표준편차(Standard Deviation)를 구하고 각 문항의 평균값으로 리스크관리 실태를 분석한 결과 규명, 분석, 제어, 대응 순으로 리스크관리가 되고 있다는 것을 알 수 있다.

〈표 2〉에서는 안전보건관리 조직표 작성, 산업안전 보건

관리비사용 계획 수립, 안전교육 실시, 안전보건관리 규정

작성, 안전장치 보호구 검사 지급 착용, 정기적인 안전점검, 안전 교육 일지작성, 품질관리, 협력업체의 안전관리, 현장별 Check-List 점검, 연간 안전교육 계획, 월별 안전교육 계획, 화재예방점검 실시 등의 문항들이 상위 순위로 나타났다. 국내 건설업체의 리스크관리 실태를 분석하면 정형적인 리스크관리는 잘 수행되고 있으나 누락된 리스크 재파악, 효과분석, Prototype, Simulation, Benchmarking등 리스크 대응 및 제어는 미흡한 것으로 판단된다.

표 2. 국내 건설업체 리스크관리 실태

| 분류 | 문항 | 평균 | 표준편차 | 등급 |
|-------------------------|-----------------------|------|------|----|
| Identification | T1 안전보건관리 조직표 작성 | 4.68 | 0.64 | 1 |
| | T2 안전보건관리 규정 작성 | 4.51 | 0.83 | 4 |
| | T3 안전보건 회의에서 아이디어채택 | 3.52 | 1.10 | 18 |
| Quantification | T4 안전교육 실시 | 4.53 | 0.70 | 3 |
| | T5 안전교육 실시결과 작성 | 4.44 | 0.83 | 7 |
| | T6 월별 안전교육 계획 수립 | 4.02 | 1.05 | 12 |
| | T7 연간 안전교육 계획 수립 | 4.07 | 1.07 | 11 |
| | T8 공정표에 안전교육 실시 | 3.77 | 1.18 | 15 |
| | T9 안전일지 작성 | 4.47 | 0.91 | 6 |
| | T10 산업재해 월별기록 작성 | 3.85 | 1.35 | 14 |
| | T11 산업재해 월간통계 작성 | 3.52 | 1.46 | 19 |
| | T12 도수용 월별 그래픽 작성 | 2.57 | 1.38 | 29 |
| | T13 강도용 월별 그래픽 작성 | 2.59 | 1.42 | 28 |
| | T14 월별 작업반 안전평가 실시 | 3.14 | 1.29 | 23 |
| Response | T15 Check-List로 매일 점검 | 4.20 | 1.02 | 10 |
| | T16 누락된 리스크 재 파악 | 3.54 | 1.17 | 17 |
| | T17 비용절감 분석 | 3.21 | 1.21 | 22 |
| | T18 효과분석 | 3.23 | 1.12 | 21 |
| | T19 Prototype 선정 | 2.96 | 1.19 | 24 |
| Control | T20 Simulation 실시 | 2.62 | 1.17 | 27 |
| | T21 Benchmarking 도입 | 2.87 | 1.23 | 25 |
| | T22 화재예방점검 실시 | 3.91 | 1.13 | 13 |
| | T23 협력업체 안전관리 실시 | 4.32 | 0.87 | 9 |
| | T24 품질관리 실시 | 4.37 | 0.89 | 8 |
| | T25 훈련 프로그램에 의한 교육 | 3.47 | 1.29 | 20 |
| | T26 발주자 만족도 조사 | 2.74 | 1.23 | 26 |
| | T27 안전에 의한 작업개요서 작성 | 3.61 | 1.18 | 16 |
| | T28 안전보건관리비 사용계획 수립 | 4.55 | 0.77 | 2 |
| | T29 안전장치,보호구검사,지급 점검 | 4.47 | 0.78 | 5 |
| Average across all List | | 3.72 | 0.68 | |

3.2 사업관리에 의한 리스크인자 검증

국내 건설업체의 사업관리(PM) 이해도와 사업관리로 공사 수행여부를 알아보기 위해 7개 문항으로 구성하였으며 신뢰도를 검증하기 위해 102개 회사의 설문을 이용하여 평균, 표준편차 등을 구하여 〈표 3〉에 나타내었다.

표 3. 사업관리로 공사 수행 시 성과(P.M.P.)

| 문항 | 평균 | 표준편차 |
|--------------------------------------|------|------|
| 1. 사업관리(PM) 이해 | 3.50 | 1.11 |
| 2. 사업관리(PM)로 공사 수행 | 3.23 | 1.24 |
| 3. 공사계획(설계)수정의 빈도와 정도가 증가 | 2.78 | 0.90 |
| 4. 비상회의의 빈도가 증가 | 3.01 | 0.96 |
| 5. 투자에 대한 신뢰도 증가 | 3.35 | 1.00 |
| 6. 발주자의 만족도 증가 | 3.57 | 1.02 |
| 7. 공사 관계자의 만족도 증가 | 3.53 | 0.93 |
| Project Management Performance Index | 3.28 | 0.30 |

여기서 <그림 3>은 각 설문지의 리스크관리 분석의 평균치(Lists)와 사업관리로 공사 수행 시 성과의 평균치(PMP)를 이용하여 작성한 산점도(Scatter Plot)이다. 각 점들은 한 점 혹은 여러 점으로 표시되며 리스크관리 분석 평균치(Lists)와 사업관리로 공사 수행 시 성과 평균치(PMP)의 관계는 높은 양의 상관관계(Positive Linear Correlation)를 가지며 X축이 증가하면 Y축도 증가한다는 것을 알 수 있다.

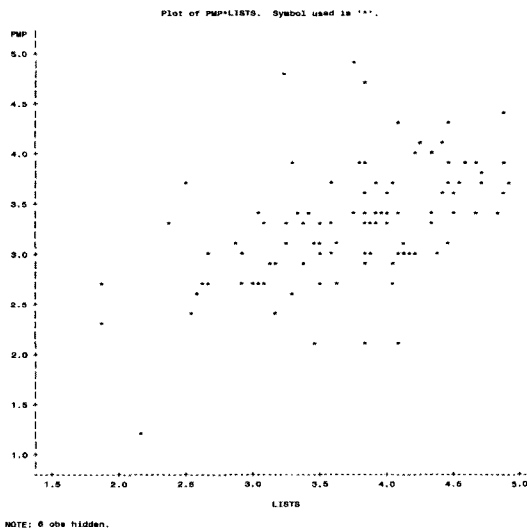


그림 3. 리스크관리 분석과 사업관리로 공사 수행 시 성과의 산점도

피어슨 상관계수(Pearson Correlation)는 상관계수 행렬의 상관계수가 1.0으로 완전한 양의 관계(Perfect Positive Linear Correlation)이며 상관계수가 0.5875, 유의 확률(p-value)0.0001로 유의 수준 ($\sigma=0.05$)보다 굉장히 작기 때문에 리스크관리 분석(Lists)과 사업관리로 공사 수행 시 성과(PMP) 모집단의 상관계수가 0과 유의하게 다르다고 해석 할 수 있다.

Correlation Analysis

2 'VAR' Variables: PMP LISTS

| Simple Statistics | | | | | |
|--|-----|----------|----------|------------|-------------------|
| Variable | N | Mean | Std Dev | Sum | Minimum Maximum |
| PMP | 102 | 3.249902 | 0.602479 | 331.490000 | 1.200000 4.860000 |
| LISTS | 102 | 3.718922 | 0.701756 | 379.330000 | 1.860000 4.930000 |
| Person Coefficients / Prob > R under Ho: Rho=0 / N=102 | | | | | |
| PMP LISTS | | | | | |
| PMP | | 1.00000 | | 0.58725 | |
| | | 0.00 | | 0.0001 | |
| LISTS | | 0.58725 | | 1.00000 | |
| | | 0.0001 | | 0.00 | |

그림 4. 상관계수의 분석

사업관리에 의한 리스크인자 검정방법은 총 설문지 102개 중에서 분석에 부적합한 것을 제외한 97개 설문지를 이용하여 사업관리로 공사 수행 시 성과 설문지의 평균치(Value=3.28)을 기준으로 하여 제1집단(Low)과 제2집단(High)으로 구분한 다음 리스크관리 실태 분석 각 문항의 평균값으로 두 표본 t-검정을 실행하였다.

<표 4>는 두 표본 t-test 결과로 유의확률이 유의수준($\sigma=0.05$)이상인 문항은 두 집단의 평균이 서로 다르다고 할만한 충분한 근거가 없기 때문에 귀무가설을 채택한다. 또한 유의확률이 유의수준($\sigma=0.05$)이하인 문항은 귀무가설을

분석기각하고 대립가설을 채택하여 (*)로 표시하였으며

사업관리에 의한 리스크인자 검정의 총 29개 문항 중 21개 문항이 유의한 항목으로 분석되었다. 21개 문항은 규명 1개 문항, 분석 6개 문항, 대응 6개 문항 전부, 제어 8개 문항 전부가 리스크관리에 문제가 있는 것으로 판단된다.

표 4. 사업관리에 의한 리스크인자 검정

| 분류 | 문항 | PMP low(n=48) | PMP high(n=49) | T-test Significance |
|----------------|-----|---------------|----------------|---------------------|
| Identification | T1 | 4.66 | 4.81 | 0.2074 |
| | T2 | 4.41 | 4.77 | 0.0094* |
| | T3 | 3.37 | 3.75 | 0.0828 |
| Quantification | T4 | 4.39 | 4.77 | 0.0033* |
| | T5 | 4.27 | 4.73 | 0.0022* |
| | T6 | 3.85 | 4.34 | 0.0139* |
| | T7 | 3.81 | 4.40 | 0.0055* |
| | T8 | 3.50 | 4.16 | 0.0043* |
| | T9 | 4.52 | 4.55 | 0.8564 |
| | T10 | 3.77 | 4.00 | 0.4150 |
| | T11 | 3.37 | 3.77 | 0.1749 |
| | T12 | 2.37 | 2.91 | 0.0502 |
| | T13 | 2.39 | 2.93 | 0.0566 |
| | T14 | 2.81 | 3.55 | 0.0039* |
| | T15 | 4.16 | 4.34 | 0.3687 |
| Response | T16 | 3.31 | 3.91 | 0.0072* |
| | T17 | 2.97 | 3.57 | 0.0119* |
| | T18 | 2.89 | 3.67 | 0.0003* |
| | T19 | 2.62 | 3.42 | 0.0005* |
| | T20 | 2.33 | 3.04 | 0.0020* |
| | T21 | 2.43 | 3.40 | 0.0001* |
| Control | T22 | 3.79 | 4.24 | 0.0296* |
| | T23 | 4.12 | 4.69 | 0.0002* |
| | T24 | 4.08 | 4.75 | 0.0001* |
| | T25 | 3.20 | 3.91 | 0.0043* |
| | T26 | 2.29 | 3.30 | 0.0000* |
| | T27 | 3.31 | 4.08 | 0.0005* |
| | T28 | 4.39 | 4.83 | 0.0010* |
| | T29 | 4.27 | 4.77 | 0.0004* |

3.3 리스크관리에 의한 리스크인자 검정

프로젝트(Project)를 성공적으로 수행키 위하여 리스크관리의 영향도를 파악하기 위하여 공정관리(Schedule),예산(Budget),객관성(Objective), 발주자 만족도(Customer Satisfaction)를 포함한 6개 문항으로 구성되었으며 <표 5>에 각 문항의 평균, 표준편차를 나타내었다.

표 5. 리스크관리로 공사 수행 시 영향도(R.M.C.)

| 문항 | 평균 | 표준편차 |
|------------------------------------|------|------|
| 1. 프로젝트의 성공률에 영향 | 3.88 | 0.92 |
| 2. 공정관리에 영향 | 4.01 | 0.78 |
| 3. 프로젝트 예산에 영향 | 3.92 | 0.81 |
| 4. 계획된 목적에 영향 | 3.89 | 0.77 |
| 5. 발주자 만족도에 영향 | 3.78 | 0.86 |
| 6. 다른 프로젝트의 성공률에 영향 | 3.74 | 0.85 |
| Risk Management Contribution Index | 3.87 | 0.10 |

<그림 5> 는 각 설문지의 리스크관리 실태 분석(Lists)평균치와 리스크 관리에 의한 공사 수행 시 영향도(RMC)평균치를 이용하여 작성한 산점도로 각 점들은 한점 혹은 여러 점들로 표시가 되며 Lists와 RMC의 관계는 높은 양의 관계를 가지는 것으로 나타났다.

피어슨 상관계수인 상관계수 행렬은 상관계수가 1.0으로 완전한 양의 관계이며 상관계수가 0.30629, 유의확률 0.0017로 유의수준($\sigma=0.05$)보다 작기 때문에 두 집단의 상관계수가 0과 유의한 것을 알 수 있다.

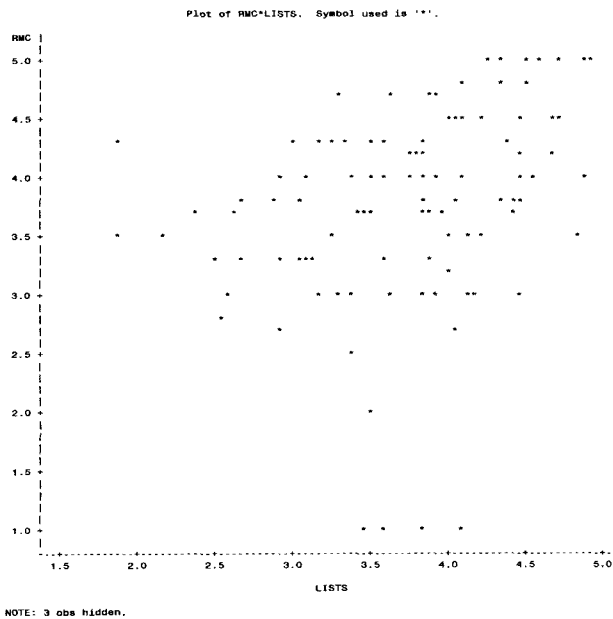


그림 5. 리스크관리 분석과 리스크관리로 공사 수행 시 산점도

Correlation Analysis

2 'VAR' Variables: RMC LISTS

| Variable | N | Mean | Std Dev | Sum | Minimum | Maximum |
|----------|-----|----------|----------|------------|----------|----------|
| RMC | 102 | 3.766176 | 0.855873 | 384.150000 | 1.000000 | 5.000000 |
| LISTS | 102 | 3.718922 | 0.701756 | 379.330000 | 1.860000 | 4.930000 |

Pearson Correlation Coefficients / Prob > |r| under Ho: Rho=0 / N = 102

| | RMC | LISTS |
|-------|---------|---------|
| RMC | 1.00000 | 0.30629 |
| LISTS | 0.30629 | 1.00000 |
| | 0.0 | 0.0017 |
| | 0.0017 | 0.0 |

그림 6. 상관계수의 분석

리스크인자의 분석 방법은 총 설문지 102개 중에서 97개 설문지를 이용하여 리스크관리에 의한 공사 수행 시 영향도의 평균치(Value=3.87)를 기준으로 하여 제1집단(Low), 제2집단(High)으로 구분한 다음 리스크관리 실태 분석 각 문항의 평균값으로 두 표본 t-검정을 실행하였다

<표 6>에서는 각 문항들을 t-검정한 결과로 유의확률이 유의수준($\sigma=0.05$)이상인 문항은 두 집단의 평균이 서로 다르다고 할 만한 충분한 근거가 없으므로 귀무가설을 채택한다.

또한, 유의확률이 유의수준($\sigma=0.05$)이하인 문항은 귀무가설을 기각하고 대립가설을 채택하여 (*)로 표시하였으며 리스크 관리에 의한 리스크인자 검정에서는 20개 문항이 유의한 것으로 나타났다.

20개 문항은 규명 2개 문항, 분석 7개 문항, 대응 6개 문항, 제어 5개 문항으로 유의수준에 근접하지 못하여 비교적 리스크관리에 문제가 있는 것으로 판단된다.

표 6. 리스크관리에 의한 리스크 인자 검정

| 분류 | 문항 | RMC low(n=48) | RMC high(n=49) | T-test Significance |
|----------------|-----|---------------|----------------|---------------------|
| Identification | T1 | 4.65 | 4.83 | 0.1271 |
| | T2 | 4.44 | 4.75 | 0.0299* |
| | T3 | 3.26 | 3.87 | 0.0048* |
| Quantification | T4 | 4.44 | 4.72 | 0.0307* |
| | T5 | 4.38 | 4.62 | 0.1207 |
| | T6 | 3.87 | 4.33 | 0.0232* |
| | T7 | 3.83 | 4.39 | 0.0092* |
| | T8 | 3.57 | 4.10 | 0.0230* |
| | T9 | 4.40 | 4.66 | 0.1199 |
| | T10 | 3.73 | 4.04 | 0.2742 |
| | T11 | 3.30 | 3.85 | 0.0623 |
| | T12 | 2.28 | 3.02 | 0.0075* |
| | T13 | 2.30 | 3.04 | 0.0092* |
| | T14 | 2.93 | 3.43 | 0.0541 |
| | T15 | 4.02 | 4.50 | 0.0152* |
| Response | T16 | 3.36 | 3.87 | 0.0251* |
| | T17 | 3.00 | 3.56 | 0.0171* |
| | T18 | 3.04 | 3.54 | 0.0228* |
| | T19 | 2.71 | 3.35 | 0.0063* |
| | T20 | 2.36 | 3.02 | 0.0045* |
| | T21 | 2.61 | 3.25 | 0.0100* |
| Control | T22 | 3.71 | 4.33 | 0.0026* |
| | T23 | 4.24 | 4.58 | 0.0276* |
| | T24 | 4.26 | 4.58 | 0.0737 |
| | T25 | 3.24 | 3.89 | 0.0091* |
| | T26 | 2.48 | 3.12 | 0.0092* |
| | T27 | 3.51 | 3.89 | 0.0900 |
| | T28 | 4.48 | 4.75 | 0.0548 |
| | T29 | 4.34 | 4.70 | 0.0113* |

3.4 중소·대형 건설회사 분류에 의한 리스크인자 검정

국내 건설업체의 리스크인자를 분석하기 위한 <그림 7>은 건설업체 시공순위를 등간격으로 분류한 다음, 일정수준의 점수(0.5~5.0)를 부과하여 리스크관리 실태 분석(Lists)의 평균치와 시공순위의 점수(Company)를 사용하여 작성한 산점도로 Lists와 Company의 관계는 높은 양의 관계를 나타내고 있다.

피어슨 상관계수인 상관 행렬은 상관계수가 1.0으로 완전한 양의 관계이며 상관계수가 0.46750, 유의확률 0.0001로 유의수준($\sigma=0.05$)보다 작기 때문에 두 집단의 상관계수가 0과 유의한 것을 알 수 있다.

리스크인자의 분석방법은 총 설문지 102개 중에서 97개 설문지를 이용하여 시공순위(Value=100위)를 기준으로 하여 제1집단(Low), 제2집단(High)으로 구분한 다음 리스크 관리 실태 분석 각 문항의 평균값으로 두 표본 t-검정을 실행하였다.

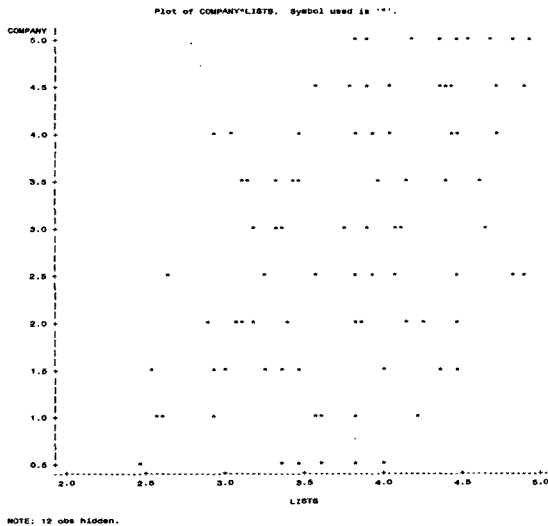


그림 7. 리스크관리 분석과 중소·대형 건설회사 분류의 산점도

Correlation Analysis

2 'VAR' Variables: COMPANY LISTS

| Variable | N | Simple Statistics | | | |
|----------|----|-------------------|----------|------------|-------------------|
| | | Mean | Std Dev | Sum | Minimum Maximum |
| COMPANY | 97 | 2.819588 | 1.409021 | 273.500000 | 0.500000 5.000000 |
| LISTS | 97 | 3.811443 | 0.614995 | 369.710000 | 2.480000 4.930000 |

| Person Correlation Coefficients / Prob > R under Ho: Rho=0 / N =97 | |
|--|-----------------|
| | COMPANY LISTS |
| COMPANY | 1.00000 0.46750 |
| | 0.0 0.0001 |
| LISTS | 0.46750 1.00000 |
| | 0.0001 0.0 |

그림 8. 상관계수의 분석

<표 7>에서는 각 문항들을 t-검정한 결과로 유의확률이 유의수준($\sigma=0.05$)이상인 문항은 두 집단의 평균이 서로 다르다고 할 만한 충분한 근거가 없으므로 귀무가설을 채택한다.

또한, 유의확률이 유의수준($\sigma=0.05$)이하인 문항은 귀무가설을 기각하고 대립가설을 채택하여 (*)로 표시하였으며 중소·대형 건설회사 분류에 의한 리스크인자 검정에서는 15개 문항이 유의한 것으로 나타났다.

15개 문항은 규명 3개 문항, 분석 4개 문항, 대응 6개 문항 전부, 제어 2개 문항이 유의수준에 근접하지 못하여 비교적 리스크관리에 문제가 있는 것으로 판단된다.

3.5 중점관리 리스크인자 도출

사업관리에 의한 리스크인자 검정에서 도출된 리스크인자(Part1+Part2), 리스크관리에 의한 리스크인자 검정에서 도출된 리스크인자(Part1+Part3), 중소·대형 건설업체 분류에 의한 분석에서 도출된 리스크인자(Part1+Part4)를 좀더 심도 있게 분석하였다.

표 7. 중소·대형 건설회사 분류에 의한 리스크인자 검정

| 분류 | 문항 | 중소건설업체 low(n=48) | 대형건설업체 high(n=49) | T-test Significance |
|----------------|-----|------------------|-------------------|---------------------|
| Identification | T1 | 4.56 | 4.83 | 0.0331* |
| | T2 | 4.29 | 4.75 | 0.0052* |
| | T3 | 3.29 | 3.95 | 0.0007* |
| Quantification | T4 | 4.43 | 4.73 | 0.0260* |
| | T5 | 4.33 | 4.71 | 0.0125* |
| | T6 | 3.93 | 4.26 | 0.1049 |
| | T7 | 3.91 | 4.36 | 0.0306* |
| | T8 | 3.66 | 4.02 | 0.1146 |
| | T9 | 4.33 | 4.81 | 0.0011* |
| | T10 | 3.97 | 3.91 | 0.8173 |
| | T11 | 3.58 | 3.71 | 0.6421 |
| | T12 | 2.54 | 2.75 | 0.4458 |
| | T13 | 2.62 | 2.71 | 0.7561 |
| | T14 | 3.10 | 3.38 | 0.2564 |
| | T15 | 4.04 | 4.42 | 0.0531 |
| Response | T16 | 3.37 | 3.93 | 0.0081* |
| | T17 | 3.00 | 3.63 | 0.0053* |
| | T18 | 3.12 | 3.55 | 0.0390* |
| | T19 | 2.64 | 3.46 | 0.0002* |
| | T20 | 2.35 | 3.04 | 0.0025* |
| Control | T21 | 2.66 | 3.26 | 0.0121* |
| | T22 | 3.91 | 4.16 | 0.2162 |
| | T23 | 4.14 | 4.63 | 0.0024* |
| | T24 | 4.33 | 4.44 | 0.5280 |
| | T25 | 3.12 | 4.00 | 0.0003* |
| | T26 | 2.77 | 2.87 | 0.6612 |
| | T27 | 3.50 | 3.91 | 0.0627 |
| | T28 | 4.47 | 4.73 | 0.0601 |
| | T29 | 4.41 | 4.65 | 0.0932 |

세 가지 검정에서 모두 리스크관리가 잘 되지 않는 것으로 나타난 중점관리 리스크인자(Part1)를 <표 8>에 제시하였다. 이는 안전관리를 실시한 후 누락된 리스크의 재파악(T16), 안전관리에 의한 비용 절감 분석(T17), 안전관리를 위한 효과 분석(T18), Prototype(T19), Simulation(T20), Benchmarking(T21) 등으로 리스크관리의 대응 및 제어방법으로 관리하여야 한다.

또한 사업관리에 의한 리스크인자분석에서는 안전교육 실시 결과(T5), 공정표에 의한 안전관리(T8) 등 21개 문항으로 분석되었다. 리스크관리에 의한 리스크인자 분석에서 월별안전교육(T6), 공정표에 의한 안전교육(T8), 도수율(T12), 강도율(T13), Check-List(T15), 화재예방점검(T22), 발주자 만족도(T26), 안전장치 착용(T29)등 20개 문항으로 분석되었다. 중소 건설업체와 대형 건설업체의 분석에서는 안전관리 조직표(T1), 안전교육 결과작성(T5), 정기적인 안전점검(T9)등 15개 문항도 리스크인자의 예측·원인분석이 필요한 것으로 분석되었다.

특히, 집중관리 리스크인자들 중에는 대응(Response) 6개 문항 중 6개 문항 모두와, 규명 3개 문항 중 1개, 분석12개 문항 중 2개 문항, 제어 8개 문항 중 2개 문항으로 분석되었다. 이는 국내 건설업체의 정형적인 리스크관리는 잘 수행되고 있으나 자율적 관리와 리스크의 대응 계획, 대응 제어, 분석에는 아직 미흡한 실정이다. 또한 안전 보건 관리비의 투명한 실행, 건설회사 사주(Owner)의 의식전환, 선진 기법 도입, 작업자 개개인의 의식 전환도 병행하여 실시된다면 좀더 리스크관리가 잘 수행될 것이다

표 8. 중점관리 리스크인자 도출

| 검정 기법 | 문항 | 분류 |
|--|---------|----------------|
| 사업관리-리스크관리 중소-대형건설회사의 분류에 의한 검정 중점관리 문항 (Part1) | T2 | Identification |
| | T4 | Quantification |
| | T7 | Quantification |
| | T16 | Response |
| | T17 | Response |
| | T18 | Response |
| | T19 | Response |
| | T20 | Response |
| | T21 | Response |
| | T23 | Control |
| | T25 | Control |
| 사업관리에 의한 리스크인자 검정 중점관리 문항(Part2) (Part1+Part2) | T5 | Quantification |
| | T6 | Quantification |
| | T8 | Quantification |
| | T14 | Quantification |
| | T22 | Control |
| | T24 | Control |
| | T26 | Control |
| | T27 | Control |
| | T28 | Control |
| | T29 | Control |
| 리스크관리에 의한 리스크인자 검정 중점관리 문항(Part3) (Part1+Part3) | T3 | Identification |
| | T6 | Quantification |
| | T8 | Quantification |
| | T12 | Quantification |
| | T13 | Quantification |
| | T15 | Quantification |
| | T22 | Control |
| | T26 | Control |
| T29 | Control | |
| 중소-대형 건설회사 분류에 의한 리스크 인자 검정 중점관리 문항(Part4) (Part1+Part4) | T1 | Identification |
| | T3 | Identification |
| | T5 | Quantification |
| | T9 | Quantification |

Benchmarking, 보건관리비 사용계획 등의 리스크관리가 잘 되지 않는 경향을 보였다.

- 3) 리스크관리에 의한 리스크인자 검정에서는 누락된 리스크 재파악, 효과 분석, Prototype, Simulation, Benchmarking, 화재예방 점검, 협력업체 안전관리, 훈련 프로그램, 발주자 만족도 등의 리스크관리가 잘 되지 않는 경향을 보였다.
- 4) 중소 건설업체와 대형 건설업체의 리스크인자 검정에서는 안전보건 관리 규정, 안전교육, 누락된 리스크 재파악, 효과 분석, Prototype, Simulation, Benchmarking, 협력업체 안전관리 등의 리스크관리가 잘 되지 않는 경향을 보였다.
- 5) 세가지 검정에서 도출된 중점관리 리스크인자는 누락된 리스크 재 파악, 비용절감 분석, 효과분석, Prototype 선정, Simulation 실시, Benchmarking 도입 등으로 나타났다.
- 6) 도출된 중점관리 리스크인자의 대응 및 제어방법으로 재해 Prototype의 선정, 재해 Simulation으로 대응계획 수립, 손실 비용분석 프로그램에 의한 효과분석, 사례기반추론에 의한 분석, 인공지능경망에 의한 분석, 유전자 알고리즘 (Genetic Algorithms)에 의한 분석을 실시하면 리스크를 경감 할 수가 있다. 이는 건설공사의 공기단축, 공사비절감, 품질향상 등의 효과를 극대화 시킬 수 있다고 판단된다.

참고 문헌

1. 김문환외, "건설경영공학" 기문당, 1999
2. 정영해외 3인, "통계가의 및 자료분석", 광주 사회 연구소. 1998.
3. 최민수, "건설공사 안전관리 체계의 개선방안", 한국건설산업 연구원, 1999
4. 한국건설산업연구원, "건설관리 및 경영", 보성각, 1997
5. A. G. Bruzzone, R. Mosca, R. Revetria, S. Rapallo, "Risk analysis in harbor environments using simulation", Safety Science 35, pp. 75-86, 2000.
6. Aleshin, A. and Dworatsch, S." Risk Management of Joint Venture Construction Project of Foreign Cooperation in Russia., PMI 28th Annual Seminars & Symposium., pp. 221-226. 1997.
7. Arnold M. Ruskin and W. Eugene Este, "Project Management-What every engineer should know about", Second Edition, Revised and Expanded Marcel Dekker, Inc. 1995.
8. Harold Kerzner, "Project Management- Approach to Planning, Scheduling, and Controlling" 5th Edition, Van Nostrand Reinhold, 1995.
9. P.M.I. "A Guide to Project Management Body Of Knowledge", Project Management Institute, 130 South State Road, Upper Darby, 1996.
10. T. Raz, E. Michael. "Use and benefits of tools for project risk management", International Journal of Project Management Volume19 Issue 1, pp.9-17, 2001.
11. 小池 武, "リスクマネジメント手法によるパイプラインの維持管理戦略について", 土木學會論文集, vol. 2005(2005), No.794 I-72, pp. 189-202.

4. 결론 및 발전방안

본 연구에서는 국내 건설업체의 리스크관리 실태의 현황을 분석하고 사업관리에 의한 리스크인자 분석, 리스크관리에 의한 리스크 인자분석, 중소 건설업체와 대형 건설업체의 리스크 인자의 상관관계를 분석하여 도출된 중점관리 리스크인자에 관한 연구 결과는 다음과 같다.

- 1) 국내 건설업체의 리스크관리 실태 분석에서 각 문항의 평균값에 의한 등급에서는 안전보건관리 조직표 작성, 산업안전 보건관리비 사용계획서 수립, 안전 교육 실시, 안전보건관리 규정 작성, 안전장치·보호구 검사·지급·착용을 점검, 안전일지 작성, 안전교육실시 결과작성, 품질관리, 협력업체의 안전관리, 체크 리스트(Check-List)에 의한 점검, 년간 안전교육 계획 수립, 월별안전교육 계획 수립, 화재예방점검 실시, 산업재해 월별 기록, 도수율, 강도율 등의 순으로 리스크관리가 되는 경향을 보였다. 이는 정형적인 리스크관리는 잘 수행되고 있으나, 누락된 리스크 재파악, 효과분석, 시제품(Prototype), 모의시험(Simulation), 벤치마킹(Benchmarking) 등 리스크 대응 및 제어는 미흡한 것으로 판단된다.
- 2) 리스크인자의 검정방법인 사업관리에 의한 리스크인자 검정에서는 비용절감 분석, 효과분석, Prototype, Simulation,