

# 리스크 분석에 기초한 대형건설공사의 예비비 산정에 관한 연구

## Risk-based Decision Model to Estimate the Contingency for Large Construction Projects

김 두 연\*○    한 구 수\*\*    한 승 현\*\*\*  
Kim, Du-Yon   Han, Goo-Soo   Han, Seung-Hun

### 요 약

최근 대내외적인 건설환경의 급격한 변화와 건설공사의 대형화·복잡화 추세는 내외부적으로 많은 리스크 요인을 증대시키고 있기 때문에, 이에 대한 합리적이고 효율적인 관리방안의 중요성이 크게 대두되고 있다. 본 연구에서는 이러한 리스크 관리방안의 하나로써, 사업추진과정에서의 공사비 증액이 매우 제한되어 있어 입찰단계에서 견적금액의 불확실성 요소(예비비)를 고려해야만 하는 턴키공사 등 대형 건설공사를 대상으로, 이에 내재된 리스크요인의 정량화를 통해 합리적이고 적절한 예비비를 산정할 수 있는 모델을 제시하고자 한다. 예비비 산정모델의 개발을 위하여 실제 수행된 프로젝트를 선정하여 각 공사의 예비비 집행현황, 공사비 현황 등의 자료를 토대로 공사비에 영향을 미치는 인자를 도출하였으며, 몬테칼로 시뮬레이션(Monte Carlo Simulation)과 영향도(Influence Diagram), 의사결정수행도(Decision Tree)를 혼합한 CRM(Cost Risk Model)을 적용하여 이러한 리스크 인자의 영향을 구조화하였다. 또한 구축된 모델을 기 완료된 대형공사에 적용하여 그 타당성을 검증하고자 하였다.

키워드: 리스크, 몬테칼로 시뮬레이션, 영향도, 의사결정수행도, CRM

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

최근 국내 건설산업은 경제전반의 위축에 따른 수주 경쟁력 심화와 더불어, 건설산업 전반의 생산체계를 효율화하기 위한 제도적 개편과 기업차원에서의 수익성을 증대해야 하는 과제를 동시에 요구받고 있다. 이러한 변화는 건설공사에 직접적인 영향을 주어 보다 합리적이고 효율적인 관리기법의 필요성이 대두되고 있으며, 특히 최근 건설공사의 대형화·복잡화 추세는 내외부적으로 많은 리스크 요인을 노출시키고 있기 때문에 이에 대한 대처 여부가 건설사업의 성공여부에 주요 열쇠가 되고 있다. 하지만 이러한 중요성의 인식에 비해 이를 위한 실무적 차원의 구체적인 방법론은 아직 부족한 실정이다.

예를 들면, 국내 건설공사 중 최저가 입찰 또는 적격심사 대상공사의 경우는 시공 시 발생하는 여러 문제점에 대해 설계변경 등을 통해 리스크를 완화시킬 수 있는 가능성이 높은 편이나, 설계시공 일괄입찰방식(Turn-Key방식, 이하 T/K 공사)등 대형건설공사는 예상치 못한 추가공사, 내·외적인 여건변화에 따른 공사비의 증액, 공기지연 등에

의한 손실에 대해 대부분 시공사가 책임을 지도록 규정되어 있기 때문에 시공사 입장에서는 상당한 위험부담을 안게 된다. 따라서 본 연구에서는 이러한 기업차원의 리스크 관리방안의 하나로써, 사업추진과정에서의 공사비 증액이 매우 제한되어 있어 입찰단계에서 견적금액의 불확실성 요소(예비비)를 고려해야만 하는 턴키공사 등 대형 건설공사를 대상으로, 공기와 공사비에 영향을 미치는 리스크 인자를 도출하고 이의 정량화를 통하여 합리적인 예비비를 산정하기 위한 모델을 제시하고자 한다.

### 1.2 연구 범위 및 방법

본 연구는 국내 대형 건설공사 중 T/K 등 대형 토목공사에서 발생하는 리스크 요인을 대상으로 연구범위를 한정하여, 기존의 국내외 리스크 분석 연구에서 적용된 여러 기법들의 비교를 통해 국내 대형 건설공사의 예비비 산정에 적합한 리스크 분석 기법을 도출한다. 이를 위해 국내 건설업체의 예비비 산정 방식의 분석을 통하여 현행 예비비 산정방식의 문제점을 도출하고, 전문가들을 대상으로 공사비 영향인자에 대한 설문문을 통하여 리스크를 정량화한다. 이 같은 자료를 바탕으로 건설공사의 내·외부 리스크의 영향을 종합적으로 고려한 예비비 산정 모델을 구축한다. 또한 모델의 검증을 위해 국내 대형 건설공사 사례에 적용하여 그 효과를 검증하도록 한다.

\* 학생회원, 연세대학교 토목공학과 대학원 석사과정

\*\* 일반회원, 대림산업주식회사 부장/토목기술부 2팀장, 공학석사

\*\*\* 중신회원, 연세대학교 사회환경시스템공학부 조교수, 공학박사

### 1.3 연구 동향

건설프로젝트의 리스크 분석을 위한 기존 연구는 개별 리스크 요인이 미치는 영향을 분석하는 방향으로 이루어져 왔으며, 각 분석기법 간의 통합을 위한 시도도 일부 이루어져 왔다. Mak 및 Picken(2000)은 건설 프로젝트의 예비비 산정에 ERA(Estimating Risk Analysis)기법을 사용하였다. ERA기법은 리스크 요인을 식별하여, 기존 견적자료에 개별 리스크 요인에 의한 예비비를 추가시키는 방식을 취하고 있다. 이러한 방식은 공사비용을 추정하는 전통적인 방법을 유지하여 사용이 편리하며 리스크의 영향정도를 구체화시켰다는 장점이 있으나, 각 리스크간의 영향관계를 계량적으로 반영하지 못하였다는 점에서 한계가 있다.

Touran(2003)은 건설공사의 비용증가를 발주자 입장에서 설계변경(Change Orders)에 의한 것으로 가정하여 수학적 접근을 시도하였다. 설계변경의 발생분포를 포아송 분포(Poisson Distribution)로 모델링하여 발생빈도에 따른 함수로써 예비비를 산정하는 방법을 제시하였다. 하지만 설계변경에 의한 공사비 증액은 발주자 입장에서의 예비비 산정에는 적합하지만, 시공사 입장에서는 공사 집행에 있어 설계변경에 반영될 수 없는 비용 증가요소가 더 많기 때문에 T/K등 대형건설공사의 적용에는 적합하지 않은 면이 있다.

김창학 등(1999)은 몬테카를로 시뮬레이션(Monte Carlo Simulation)등을 이용하여 건설 프로젝트의 리스크를 정량화하여 예비비를 산정하는 구체적인 방법론을 제시하였다. 이들은 기존 리스크 분석기법을 통합하여 일련의 효율적인 절차를 제시하였다. 하지만 리스크의 분석을 위한 입력 자료의 설정에 있어 계약내역서와 주관적인 판단을 바탕으로 하였으며, 특정 교량공사 한 건만을 사례분석 대상으로 하고 있기 때문에 대형 건설 프로젝트의 예비비 산정을 위한 일반모델로서 적용하기에는 한계가 있다.

따라서 본 연구에서는 다수의 실제 수행된 대형 건설공사 자료로부터 리스크 요인을 도출·분석하고 이를 정량화하는 객관적인 방법을 통해 기존 연구와의 차별성을 갖도록 한다. 또한 도출된 리스크 인자를 내부 리스크와 외부 리스크로 구분하여 각각의 영향을 모두 고려한 복합적인 리스크 분석을 통해 예비비 산정 모델을 구축하고자 한다.

## 2 대형공사 예비비 산정현황 분석

### 2.1 기존 예비비 산정절차

대형공사, 특히 턴키나 대안입찰로 진행되는 공사의 경우 입찰 공고 후 3~6개월의 입찰 준비기간 후 입찰에 참여하게 된다. 1,000억 이상의 대규모 공사에 대해 3~6개월의 짧은 기간동안 공사비를 산정하게 되면 많은 문제점이 야기된다. 현장조사 부족으로 인한 공법의 부적정성, 설계물량 산정오류나 견적금액 오류 등이 발생할 위험이 크다. 또한 대형공사의 경우 정부기관에서 발주하는 공사가 대부분이므로, 산정된 공사기간이 실제 소요공기와 다를 경우도 있고 민원과 같은 문제로 공기가 길어질 수 있다.

하지만 시공회사 입장에서 이러한 여러 요인을 정확히 분석하고 감안하기에는 준비기간이 부족하기 때문에 대부분의 건설업체들은 그 대안으로써 공사 총액에 대한 비율로 예비비를 산정하고 있다. 비율을 산정하는 방법은 각 업체별로 차이가 있으나 대부분 경험적인 수치를 기준으로 하여 이를 산정한다. 표1은 실제 시공회사의 예비비 산출 기준이다.

표 1. 국내 건설업체 예비비 산정유형

업체	A 사	B 사	C 사
산정 기준	• 직공비에 대한 비율로 산정	• 간접비를 포함한 순공사비에 대한 비율로 산정	• 직공비에 대한 비율로 산정
산정 비율	• 터널 : 5~8% • 지하철 : 7~10% • 교량,도로 : 5~10% • 항만,댐 : 5~8% • 기타 : 5~10%	• 공사종류와 무관하게 순공사비의 3%	• 공사종류와 무관하게 직공비의 5%

표1에서와 같이 대부분의 시공회사들이 주로 경험적인 수치를 사용하여 공사총액에 대한 비율로 예비비를 산정하고 있다. 이러한 방식은 공사총액에 일정 여유를 둬으로써 사업 진행과정에서 발생하는 추가적인 비용에 대한 대비를 하는 것인데, 각 공사의 특성을 반영할 수 없을 뿐만 아니라 같은 공종 공사의 경우라 할지라도 실제 공사를 진행하는 과정에서 발생하는 여러 요인들이 고려되지 못하기 때문에 과다 또는 과소하게 책정되는 사례가 발생하고 있다.

### 2.2 예비비 산정 사례분석

예비비 산정 사례분석을 위해 표2와 같이 국내 4개 건설업체, 총 10건의 공사(기 완료된 공사 2건, 현재 진행중인 공사 8건) 실적 자료를 이용하였다. 각 공사의 공사비 증액 원인과 예비지 지출 항목을 분석함으로써 공사비 증액의 주요 인자를 도출하고자 하였다.

표 2. 예비비 산정모델을 위한 자료수집 대상공사

구분	공사종류	공사형식
기완료 공사	OO 지하철공사	지하철
	OO 교량확장공사	교량공사
진행중 공사	□□ 지하철공사	지하철
	OO 해상교량공사	해상교량
	OO 고속도로공사	고속도로
	OO 항만공사	항만공사
	OO 철도건설공사	철도공사
	□□ 철도건설공사	철도공사
	△△ 철도건설공사	철도공사
	OO 국도건설공사	도로공사

기 완료된 공사에 있어서는 공사비의 실제 증액사유를 분석함으로써 리스크 인자를 규명하였다. 또한 현재 진행 중인 공사에 대해서도 예비비 항목이 모두 확정된 공사와 계약 시 계상되었던 예비비 항목과 현재 공정에 따라 소요된 추가비용 요인을 지속적으로 조사하여 영향요인을 분석하였다. 먼저 프로젝트 3건에 대한 개별 분석을 실시하여 예비비 산정의 일반적인 경향을 살펴보았다. 기 완료 프로젝트 2건과, 현재 진행 중이지만 공정률이 높아 비용 변동이 적을 것으로 예상되는 프로젝트 1건(표3)에 대해 공



적정한 규모의 예비비를 산정하는 것은 매우 어렵다.

이러한 이유로 대부분의 시공회사들이 개략적으로 공사의 종류 또는 공사의 원가율에 따라 경험에 의해 예비비를 산정하고 있는 실정이다. 즉 현행 예비비 산정 절차는 회사별로 차이가 있으나 대부분 과거 공사 실적을 통해 위험도를 가능하는 경험적 방법에 의한 것으로, 입찰준비, 설계, 입찰과정에서 발생할 수 있는 영향인자와 공사를 수행하면서 발생할 수 있는 돌발적인 위험요소에 대한 고려가 부족한 실정이다. 이러한 문제점을 해소하기 위해서는 과거의 실적자료를 근거로 하여 공사를 수행할 때 발생되었던 예비비의 구성요소를 철저하게 분석하여 이를 기초로 예비비에 영향을 미치는 인자를 규명하고 규명된 인자를 통해 정형화된 모형을 개발하는 것이 필요하다.

### 3. 예비비 산정 모델

#### 3.1 예비비 산정 모델 구축

대형공사에 영향을 미치는 리스크 인자는 실무자들에 대한 설문과 통해 각 인자 및 그 영향정도를 파악하였으며, 여러 리스크 분석 기법들의 장단점 분석을 통해, 건설공사의 많은 리스크 요소의 구조화가 가능한 영향도 기법과 정량적 기대값의 계산을 위한 의사결정 수형도의 두 가지 기법을 고려하였다. 본 연구에서는 의사결정수형도와 영향도의 장점을 규합하고 단점을 서로 보완할 수 있는 통합모델(Hybrid Method)을 이용하기위해, 예비비 산정과 관련하여 비용 측면에서의 통합적인 리스크 분석기법으로 비용리스크 모델(Cost Risk Model)을 사용하였다(Diekmann, 1996).

CRM은 몬테칼로 시뮬레이션을 통해 내부 리스크에 의한 비용변동과, 영향도와 의사결정수형도를 통해 외부 리스크에 의한 비용변동을 고려하여 건설공사의 다양한 리스크들을 종합적으로 반영하게 된다. CRM은 두 가지 소프트웨어 패키지를 사용하는데, 크리스탈볼(Crystal Ball)과 DPL(Decision Programming Language)이 사용된다. 크리스탈볼은 몬테칼로 시뮬레이션을 사용하여 비용의 확률적

분포를 통해 불확실한 내부 인자들을 통합시키기 위해 사용되며, DPL은 영향도법과 의사결정 수형도를 사용하여 외부 리스크에 기초한 불확실한 요인을 계량화하는데 사용된다. CRM에서는 이 같은 두 프로그램의 연결을 통해 종합적으로 비용변동 리스크를 고려하게 된다. 몬테칼로 시뮬레이션의 결과값으로부터 나온 각각의 비용단위에 대한 누적분포를 영향도 상의 해당 비용부분으로 입력하며, 이 누적값들은 최소, 최대, 그리고 최적값으로 고정되어 외부 리스크인자와 조건확률의 조합으로 연계된다.

본 연구에서는 공사금액을 직접비와 간접비로 구분한 후 계획 원가 수준에서 각 항목에 비용분포를 주어 몬테칼로 시뮬레이션을 통해 내부 리스크의 영향을 고려한 직접비와 간접비를 예측하도록 한다. 이렇게 산출한 건적금액 결과를 외부리스크와 연결시키기 위해 영향도법을 이용한다. 리스크의 식별단계에서 외부리스크 그룹이 정해지면 공사의 전체적인 비용에 대한 잠재적인 영향과 더불어 이들 리스크 사이의 상관관계를 영향도를 통해 도식화한다. 그림4는 설문과 내역자료 등을 통해 식별된 대형 건설공사의 주요 리스크 인자들의 영향도 관계를 나타낸 것이다. 몬테칼로 시뮬레이션을 통해 분석된 직접비와 간접비 분포결과를 그림4의 가치노드(indirect cost 및 direct cost)에 입력함으로써 외부 리스크와 내부 리스크를 종합적으로 고려하여 증액되는 비용을 산출할 수 있다.

### 4. 예비비 산정 모델의 효과분석

#### 4.1 사례적용을 통한 검증

모델 적용을 위해 기 완료된 A사의 T/K 공사 원가자료를 입수하여 계획단계에서의 예산을 입력하여 최종적으로 예비비를 예측하여 실제 완공금액과 비교하고자 하였다. 비용 변동 범위는 해당공사의 전문가 의견을 통해 반영하여 표5와 같은 초기 입력 자료를 구성하였다.

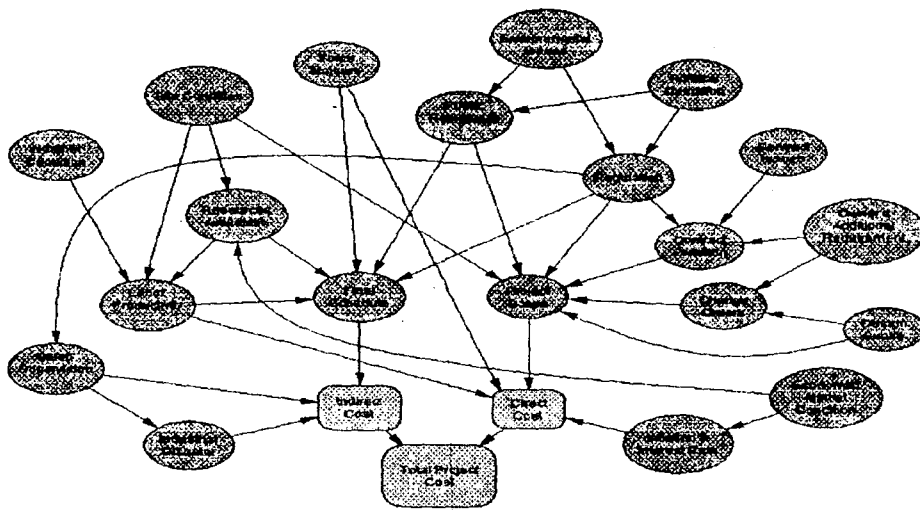


그림 4. 영향도를 통한 리스크 인자간 영향관계

표 5. 계획 원가 구조 및 비용변동 범위

총괄표	계획예산(백만원)	분포형태	표준편차
1. 토목공사	30,000	Normal	3,000
2. 건축공사	10,000	Normal	1,000
3. 전기공사	3,000	Normal	300
4. 통신공사	500	Normal	100
5. 설비공사	3,500	Normal	500
6. 궤도공사	1,500	Normal	200
직접비 계	48,500	-	-
7. 산재보험료	500	Normal	100
8. 안전관리비	1,000	Normal	200
9. 이진비	-	Triangular	-
10. 각종비용	-	Triangular	-
11. 현장경상비	1,500	Lognormal	200
12. 직원급료	3,000	Normal	300
13. 공사보험료	800	Normal	100
간접비 계	6,800	-	-
총 공사비	55,300	-	-

내부 리스크에 의한 공사비 변동을 고려하기 위해 각 항목의 분포형태는 기존 유사 공사의 데이터와 해당공사 전문가 의견을 통해 일반적 경향을 파악하여 범위를 산정하였다. 이러한 자료의 수집이 완료되면 크리스탈 볼(몬테칼로 시뮬레이션분석)을 통해 각 항목에 대한 분포형태와 범위를 입력해 준다. 내부 리스크의 영향을 직접비와 간접비로 나누었기 때문에 본 모델에서 예측 요소를 직접비, 간접비, 총공사비의 세 가지로 설정하였다. 데이터 입력이 완료되면 시뮬레이션 횟수와 신뢰수준을 설정한 뒤 시뮬레이션을 실행한다. 시뮬레이션 횟수는 5,000회 정도로 정해 주는데, 5,000회 이상부터 일정값에 수렴하는 결과를 보이므로 5,000회 정도 수준에서 시행횟수를 정해준다. 그림5는 이와 같은 시뮬레이션을 통해 얻어진 결과를 보여주고 있다.

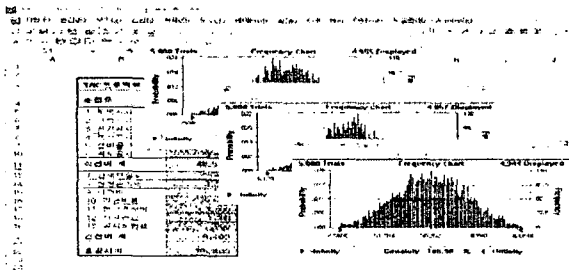


그림 5. 몬테칼로 시뮬레이션 결과

내부 리스크의 변동에 대해 몬테칼로 시뮬레이션을 통해 결과를 얻게 되면, DPL(영향도 분석)에서 해당 공사의 외부 리스크 인자의 발생확률을 설정해 준다. 내부 리스크 인자에 대한 변동을 DPL 상에 반영시키기 위해 몬테칼로 시뮬레이션을 통해 나타난 비용 변동 값을 가치노드(Value Node)에 입력한다. 본 모델에서는 직접비와 간접비의 두 가지 항목으로 구성하여 총공사비를 합산하므로 시뮬레이션을 통해 나타난 직접비와 간접비의 변동을 입력한다. 이렇게 모든 데이터의 입력이 완료되면 모델에서 영향관계에 대한 분석을 실시하여 그 결과를 도출한다.

일반건적에 의한 계획원가는 55,300 백만원 이었으나, 내부 리스크를 고려한 비용 변동으로 몬테칼로 시뮬레이션을 통해 얻은 예측 공사비는 55,811 백만원(Max 68,252 백만

원, min 43,120 백만원)으로 나타났다. 하지만 이러한 시뮬레이션 결과에 외부 리스크 인자를 고려함으로써 얻은 최종 예상 공사비는 56,463 백만원으로 증가되었다. 이러한 결과는 일반적으로 평가되는 견적값에 내부 리스크와 외부 리스크를 고려하여 1,163 백만원 정도의 예비비를 책정하여야 한다는 것을 보여주고 있다(표6).

표 6. 계획원가와 예측공사비와의 비교

구분	금액(백만원)	비고
계획원가(일반건적)	55,300	
몬테칼로 시뮬레이션 (내부리스크)	55,811	511중액 (공사총액의 0.9%)
최종예측공사비 (내·외부 리스크)	56,463	652중액 (공사총액의 1.2%)
권장 예비비	1,163	공사총액의 2.1%

모델을 통해 얻은 권장 예비비에 대하여 실제 시공회사의 전문가들에게 의견을 수렴해 본 결과 실제 완공시 증액된 금액과 공사총액의 5%인 유의수준이내에서 오차를 보임으로써 도출된 결과의 적정성을 입증하고 있다.

#### 4.2 예비비 산정 모델의 효과

본 연구에서 개발한 예비비 산정 모델은 기존의 일괄적인 비율적용의 예비비 산정방식에서 벗어나 개별 공사의 리스크 인자를 고려하여 보다 합리적인 절차를 통해 예비비를 계상할 수 있는 방법을 제시하고 있다. 따라서 본 모델을 통해, 그 동안 예비비의 과다 계상 혹은 과소 계상으로 인해 부적절하게 적용되었던 예비비를 실제여건을 반영하여 합리적으로 추정할 수 있어 원가산정에 있어서의 부담을 줄일 수 있다. 또한 기존 일괄 비율적용 방식에 비해 리스크 영향에 의한 공사비 변동의 오차를 줄여 적정 수준의 예비비를 산정함으로써 입찰 시의 가격경쟁력을 확보할 수 있으며, 전사 차원의 수익성 증대 효과를 거둘 수 있다.

#### 5. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 기존 예비비 산정방식을 고찰하고, 공사비 증액 사유를 분석함으로써, 국내에서 발주되는 대형공사에서 발생할 수 있는 리스크인자를 정량화하고자 실제 시공사에서 집행된 공사자료를 토대로 예비비에 영향을 미치는 인자를 규명하였다. 이를 통해 각 리스크 인자간의 영향관계를 고려하여 내·외부 리스크의 영향을 차별화하고 이를 종합적으로 고려한 예비비 산정모델을 제시하였으며, 기 완료된 사례 적용을 통하여 활용 가능성을 검증하였다.

향후 모델을 보다 합리적으로 검증하기 위해서는 더 많은 대형 건설공사 자료에의 적용을 통해서 예측수준 등의 검증과정이 필요할 것으로 보이며, 기존 예비비 산정방식과 모델을 통한 예비비 산정의 비교과정을 통해서 그 유용성의 검증절차 등에 대한 연구가 추가되어야 할 것이다.

## 참고문헌

1. 김창학, 이배호, 강인석, "건설공사의 리스크 분석을 통한 예비비산정모형 구축에 관한 연구", 대한토목학회논문집 Vol. 19 No. 5, 1999
2. 강인석, 강정호, 이우식, 곽중민, 김창학, "공사일정상의 외부적 리스크를 고려한 예비비 및 예비공기 산정", 대한토목학회논문집 Vol. 20 No. 5, 2000
3. Chatelain, J.B., "Mark-up and capital structure of the firm facing uncertainty", *Economic letters* Vol. 74 Issue 1, 2001
4. Clemen, R.T., "Making Hard Decisions", Duxbury 2nd. Edition, 1996
5. Dekel, E., Lipman, B.L., and Rustichni, A., "Recent developments in modeling unforeseen contingencies", *European economic review* Vol. 42 Issue 3-5, 1998
6. Diekmann, J.E., Sewwster E.E., and Taher K., "Risk Management in capital projects", University of Colorado at Boulder, 1988
7. Diekmann, J.E., Sirulnik, D.J., and Dolan, S.A., "Cost Risk Analysis for SWMU 14 at the Puelbo Depot Activity(PDA)-Puelbo, Colorado", University of Colorado Construction Research Series, Boulder, CO, March 1996
8. Dozzi, S.P., AbouRizk, S.M., and Schroeder, S.L., "Utility-theory model for bid markup decisions", *Journal of construction eng. and mgmt.* Vol. 122 Issue 2, 1996
9. Flanagan, R., Norman, G., "Risk management and construction", Blackwell Scientific Publications, 1993
10. Ford, D.N., "Achieving multiple project objectives through contingency management", *Journal of construction eng. and mgmt.* Vol. 128 Issue 1, 2002
11. Haldma, T., Laats, K., "Contingencies influencing the management accounting practices of Estonian manufacturing companies", *Mgmt. accounting research* Vol. 13 Issue 4, 2002
12. Han, S.H., "Risk-based Go/No-go decision making model for international construction projects : the Cross-Impact Analysis approach, University of Colorado at Boulder, 1999
13. Haykin, S., "Neural Networks : a Comprehensive foundation", Prentice-Hall, Inc., 1999
14. Herbane, B., Elliott, D., and Swartz, E., "Contingency and continua : achieving excellence through business continuity planning", *Business Horizons* Vol. 40 Issue 6, 1997
15. Li, H., Shen, L.Y., and Love, P.E.D., "ANN-Based Mark-Up Estimation System with Self-Explanatory Capacities", *Journal of construction eng. and mgmt.* Vol. 125, Issue 3, 1999
16. Mak, S., Picken, D., "Using risk analysis to determine construction project contingencies", *Journal of construction eng. and mgmt.* Vol. 126 Issue 2, 2000
17. Smith, N.J., "Managing Risk in Construction Projects", Blackwell Science Ltd., 1999
18. Reid, G.C., Smith, J.A., "The impact of contingencies on management accounting system development", *Mgmt. accounting research* Vol. 11 Issue 4, 2000
19. Roney, C.W., "Planning for strategic contingencies", *Business Horizons* Vol. 46 Issue 2, 2003
20. Smith, G.R., Bohn, C.M., "Small to medium contractor contingency and assumption of risk", *Journal of construction eng. and mgmt.* Vol. 125 Issue 2, 1999
21. Touran, A., "Probabilistic Model for Cost Contingency", *Journal of construction eng. and mgmt.* May-June, 2003

---

## Abstract

Nowadays the rapid change in construction environment getting more globalized and complicated has caused lots of unexpected risks from inside and out of the country, so more sophisticated construction management strategies are being strongly needed. This paper suggests a risk management model with which we can estimate the appropriate contingency by quantifying the amount of probable risks immanent in large construction projects, which have a high degree of uncertainty in the anticipation of the total construction cost. To develop the model, the risk factors that make cost variations are elicited based on the real data of the contingencies assigned to the past projects. Furthermore, the influential relationship of risk factors is structured by applying the CRM(Cost Risk Model) which is the synthetic model of Monte Carlo Simulation, Influence Diagram and Decision Tree. The ultimate outcome of this research can be validated by the case study with a large construction project performed.

**Keywords : Risk, Monte Carlo Simulation, Influence Diagram, Decision Tree Method, CRM**

---