

# 턴키 프로젝트에서 리스크요인 분석 및 정량적 평가

## Analysis and Quantitative Estimation of Risk Factors of Design-Build

오 국 열\*  
Oh, Guk-Yeol

이 영 대\*\*  
Lee, Young-Dai

### Abstract

The Risks in undertaking a construction project comes from many sources and often involves many participants in the project. This study has identified various kinds of risks, assessed the risk factors quantitatively and suggested risk management method for response pertinent in Design Build(Turn Key)type of projects in Korean context. A questionnaire was designed comprising of 145 possible risks in all types of construction projects. The population from owner, consultant and contractor groups was asked to indicate the risks applicable in DB projects. 25 numbers of critical risks in DB projects were identified and further analyzed for revealing inherent relationship between them through factor analysis. Factor analysis revealed 8 risk factors in DB projects. Construction site related, contract related and design related risk factor consisted about 72% of total risk weight. It has been found out about 6%, while considering the mutual dependency, it is about 10% of total cost of DB project. Therefore, It is suggested that 6% to 10% of construction amount as contingency has to be made provision for risk responses in the DB projects.

**Keywords :** *design build, risk factors, risk response, factor analysis, contingency*

## 1. 서론

### 1.1 연구 배경

국내외 건설프로젝트가 대형화, 복잡화, 기술 집약화 되어가고 있음에 따라 프로젝트를 종합적으로 관리할 수 있는 턴키계약방식(DB:Design Build)이 증가되는 경향이다. 턴키제도는 기술 인력이 부족한 발주자를 대신하여 건설 사업을 효율적으로 수행할 수 있으며, 전통적인 도급방식에 비하여 공기단축이 가능하고 건설업체의 종합능력배양을 통해 건설산업의 기술력과 대외경쟁력 제고효과를 기대할 수 있는 장점을 가지고 있다(이

양규 2005). 이러한 턴키계약방식은 발주자가 풍부한 설계경험과 시공경험 등 기술능력을 가진 도급사와 계약을 체결하여 설계 및 시공을 하나의 참여자가 프로젝트를 담당하게 함으로써 품질향상을 기할 수 있는 공사수행방식이다. 이러한 턴키계약프로젝트는 대체로 규모가 크고 기술력이 요구되는 복잡한 시설이 많음으로 상대적으로 여러 가지 리스크를 내포하고 있어 클레임이나 분쟁발생의 가능성이 높다.

특히 턴키공사는 기타공사보다 공사비와 공사기간의 변경 및 조정이 어렵기 때문에 턴키계약프로젝트에서 리스크요인분석 및 정량적 평가에 대한 연구는 리스크관리를 위해 대단히 중요하다.

\* 일반회원, 고려개발 상무이사, 공학박사, oky4949@pknu.ac.kr

\*\* 종신회원, 부경대학교 토목공학과 교수(교신저자), ydlee@pknu.ac.kr

## 1.2 연구목적 및 범위

이번 연구의 목적은 턴키프로젝트에서 발생하는 리스크요인을 분석하고 정량적으로 평가하는 것으로 연구의 범위는 다음과 같다. ① 턴키프로젝트에서 리스크요인, ②리스크변수에 대한 프로젝트참여자들의 인식, ③리스크변수별 책임소재, ④ 리스크요인의 정량적 평가에 한정하고자한다.

## 1.3 연구방법

참고문헌과 경험을 바탕으로 턴키프로젝트에서의 리스크 특성에 대한 설문지를 작성하여 발주자 그룹, 컨설턴트(설계자/감리자)그룹 및 시공자 그룹에 근무하는 경험이 있는 건설공사 전문가들에게 일대일 또는 우편 및 이메일을 통하여 배부한 후 회수한 설문조사자료를 이용하여 턴키계약방식에서의 리스크요인 분석 및 리스크요인을 정량적으로 평가하는데 있다.

## 2. 문헌연구

### 2.1 턴키계약 프로젝트

턴키계약방식(DB)은 종종 Turn Key와 혼용되기도 하는데 전통적계약방법(Design Bid Build)과 대칭되는 건설프로젝트 수행방식으로 건설사업의 설계와 시공이 design-builder 또는 design-build contractor로 알려진 하나의 참여자와 계약이 이루어지는 공사수행방식이다.

건설산업에서 설계와 시공이 과학처럼 완벽할 수 없고 피할 수 없는 여러 리스크로 인하여 분쟁이 증가되고 있는 현실이다(Bragg 2001). 또한 건설프로젝트에서는 리스크변수간의 관계를 알기 어렵고 상호작용에 대한 이해도가 부족한 것도 리스크를 관리하는데 어려운 문제점이다(Li et al.1998). 건설프로젝트는 연속성의 부족, 다양한 참여자, 프로젝트환경의 변화, 참여자들의 한시적인 조직 및 공동의 목표를 공유하기 어려운 점 등, 특별히 다루어야 할 특징이 많다고 하였다(Kim과 Joh 2005). 한국의 건설 산업은 기술과 지식체계면에서 대체로 단순관리기술과 노동집약적 작업이 많았고 독특한 경향을 가지고 있다. 건설사업은 설계와 시공 사이에 적절한 조정능력의 부족, 감독의 부실, 잘 화합하지 못하는 전통적 수직조직체계, 품질개선 속도보다 빠른 원가 증가속도 등의 특징이 있다.(Toler 2010) 미국과 영국에서는 턴키계약에 의한 프로젝트가 1980년대 초에는 10%

이하에서 최근에는 30%이상으로 성장하였다.(Hanscomb et al 2004)

일본 건설산업에서는 돌출한 문제점을 조화롭게 해결하기 위해 얼굴을 마주보는 인간적인 관계를 중요시 한다. 미국의 DB기구(Design Build Institute of America)에 의하면 비주거시설의 설계시공 약40%를 DB로 공급하고 있으며 이는 2015년에는 50%가 이상으로 성장할 것으로 기대하였다.(Toler 2010) DB는 프로젝트 착수 시에 프로젝트리스크 변수를 적절히 규명하고 리스크를 가장 적절히 평가, 관리, 수용할 수 있는 프로젝트참여자 그룹에게 리스크를 할당할 수 있을 때 프로젝트는 성공적이다 라고 말하였다(Irani 2010).

그러나 많은 프로젝트는 경제적 관점과 기술적 요구조건에서 볼 때 계획대로 완전하게 성공적이지 못할 경우가 많다(CEIM 2010).

전성진(2003)등은 턴키프로젝트가 가지는 장점을 극대화하여 효율적으로 수행할 수 있도록 턴키프로젝트성공요인에 대한 분석을 한 바 있다. 이종수(2003)는 건축공사 턴키공사 발주방식의 개선방안연구에서 발주방식의 획일성과 설계자의 의도가 왜곡되는 문제점이 있을 수 있고 기본 룰을 지키지 않고 설계자의 양심 및 창작 의도를 벗어나 시공업체와 소위 드림팀을 구성하여 수주만하면 된다는 사고방식은 설계자의 위상을 더욱 수렁으로 밀어 넣는 결과를 나타낼 수 있다고 한 바 있다. 윤준선(2005)은 턴키공사에서 발주자가 우월적 지위를 이용하여 입찰 안내서상에 불평등 조항 및 문제점이 내포되어 있어 클레임이 발생할 소지가 있음에 착안하여 입찰안내서의 불평등조항 및 문제점을 추출하고 그 내용을 분석하여 문제점에 대한 개선안을 제시한 바 있다.

### 2.2 리스크관리

Cioffi 와 Khamooshi (2009)는 주어진 신뢰수준에서 리스크 영향과 전체 영향을 서로 연결하는 방법을 제안하였는데 이를 이용하여 적절한 예비비를 산정토록 확률이론을 사용하여 모형화 한 바 있다. Dikmen과 Birgonul(2006)은 국제건설프로젝트에서 위기 및 기회평가를 위한 MCDM (Multi-Criteria Decision Making)에 AHP를 사용하였다. Hsueh(2007)등은 AHP와 효용이론(utility theory)를 공동도급(joint-venture)를 위한 다중 범주리스크평가모형개발을 위해 사용하였다.

### 3. 자료 및 연구방법

#### 3.1 연구자료수집

현장설문조사를 위하여 <표. 1>에 나타난 Likert의 5점 척도 방법을 사용하였다.

표 1. Pattern of five-point Likert scale questionnaire

Risk variable Statements	Strongly disagree	Disagree	Moderate	Agree	Strongly agree
1. ....	1	2	3	4	5
.....	-	-	-	-	-
N. ....	1	2	3	4	5

본 연구는 3분야의 참여자 그룹(발주자, 컨설턴트, 시공사)을 대상으로 소속기관과 근무경험, 직위, 현장경험, 공사 유형에 따른 경험 등에 관한 정보도 포함하였으며 10명의 전문가를 대상으로 예비조사를 실시하여 부족한 부분은 수정하였다.

#### 3.2 분석방법

##### 3.2.1 적합성분석

자료의 내적신뢰도는 Cronbach의  $\alpha$ 값으로서 측정할 수 있으며 Keytone(2001)에 의하면 일반적으로 내적신뢰도가 0.7이상이면 적당하고 받아들일 수 있는 것으로 간주하였다. Cronbach의  $\alpha$ 를 구하는 식은 다음과 같다.

$$\alpha = \frac{n \cdot \bar{r}}{1+(n-1) \cdot \bar{r}} \quad \dots \dots \text{식 (1)}$$

여기서 n은 변수의 숫자이며  $\bar{r}$ 는 변수들 간의 평균 상관계수이다.

##### 3.2.2 자료의 처리

이 연구에서 변수평가를 위한 구분은 <표. 2>에 표시한 바와 같이 Likert 척도값의 평균이 3점 이상이면 주요한 변수로 간주하였다(Awakul 등 2002)

표 2. Category of acceptance of variables

S.N.	Category	Significance level
1	1~2.5	Not ~ negligible significant
2	2.5~3.0	Moderate (not accepted)
3	3.0~3.5	Moderately accepted
4	3.5~5	Significant (Critical)

\* Source: Adapted from Awakul et al(2002)

##### 3.2.3 분석 및 평가방법

설문응답자들의 자료를 이용하여 ANOVA분석, 요인분석, Spearman의 순위검정 등 통계적방법을 이용하여 리스크요인을 분석하였으며 AHP 및 결합확률분포를 이용하여 리스크요인을 정량적으로 평가하였다. 분석 및 평가는 <그림. 1>과 같은 절차로 수행하였다.

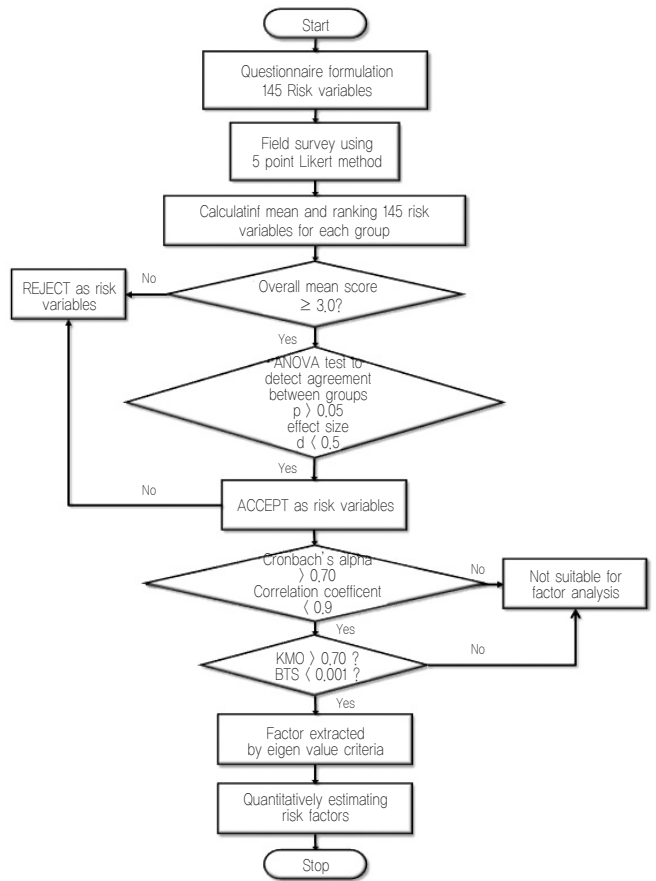


그림 1. Research process for risk factors

### 4. 결과 및 고찰

#### 4.1 설문조사 자료수집

총 350 매의 설문자료를 현업에 근무 중인 전문가들에게 배포 후 이중 총 288매의 응답지를 회수하였으나 설문 항목에 따라 응답자수는 다르게 나타났다. 응답자정보를 정리하면 <표. 3>과 같다.

표 3. Respondent's information(over all)

Ownership	Number of Respondents	Percent	Respondent's Category	Number of Respondents	Percent
Owner	32	12	Government	5	3
Consultant	71	26	Public Company	48	29
Contractor	170	61	Private	107	65
Others	4	1	Foreign Company	2	1
Total	277	100	Others	2	1
			Total	164	100

Experience Category	Number of Respondents	Percent	Project Experience Category	Number of Respondents	Percent
< 5 years	45	17	Building/Apartments	17	6
5-10 years	68	25	Road construction	140	51
10-15 years	62	23	Rail/Subway	56	20
15-20 years	52	19	Watersupply/Sanitation	18	7
>20 years	44	16	Harbor/Dam	11	4
Total	271	100	Others	32	12

Position Category	Number of Respondents	Percent	Project Delivery Categories	Number of Respondents	Percent
Senior level	96	35	Open public tender	140	53
Middle level	96	36	Turn key	95	36
Junior level	79	29	BOT/BOOT/BTL	12	5
Total	274	100	Others	16	6
			Total	263	100

Project Amount Category	Number of Respondents	Percent	Project Duration Category	Number of Respondents	Percent
< 1000 Million	21	10	< 1 year	14	6
1000-5000 Million	13	6	1-3 year	25	11
5000-10000 Million	26	12	3-5 year	74	33
10000-50000 Million	63	29	5-10 year	110	49
> 50000 Million	91	43	Total	223	100
Total	214	100			

## 4.2 기술통계

### 4.2.1 자료의 신뢰도 검정

수집한 자료에 대한 Cronbach  $\alpha$ 값은 <표. 4>에서와 같이 0.7 이상을 나타냄으로 수집된 자료는 이후의 통계분석에 사용할 수 있음을 나타내었다(Keytone 2001).

표 4. Reliability statistics

Cronbach's Alpha	N of Items	Total N of responses
0.982	145	280

각 항목의 중요도수준을 평가하기 위하여 95%신뢰수준에서 One Sample t검정을 수행하였다. 이 검정에서 145개 변수(오국열 2012)의 유의확률은 0,000으로 0.05이하를 나타냄으로써 모든 항목이 턴키프로젝트에서 리스크변수가 될 수 있음을 나타내었다.

### 4.2.2 그룹간 동의 수준

응답자들의 전체(over all)평균이 중요 리스크변수 선정기준인 평균값 3.0이상인 31개의 항목을 정리한 후, 일방향 ANOVA 분석 및 사후검정[등분산성 검정결과 유의확률  $p > 0.05$ 이면 Tukey 검정을, 유의확률  $p < 0.05$ 이면 Dunnett의 C검정시행)을, 그리고 실무적 유의성을 검정결과 effect size(d) < 0.5이면 리스크변수로 수락결과 145개의 리스크변수 중 발주자, 컨설턴트 및 시공사그룹에 종사하는 전문가 관점에서 모든 참여자 그룹이 동의하는 25개 리스크변수를 요약하면 <표. 5>와 같다. 자세한 리스크변수(145개)는 부록에 수록하였다.

### 4.2.3 순위상관 검정

31개 리스크변수에 대한 Spearman의 순위상관계수( $\rho$ )에 대한 다음 가설을 검정하였다.

$$H_0 : \rho = 0$$

$$H_1 : \rho \neq 0$$

표 5. Confirmation of risk items

SN	Description	F Value	Sig. at 0,05 level	Confirmation of risk
1	Inaccurate design_4	1,393	0,245	V (p)0,05)
2	Lump sum_11	2,671	0,048	V (all d(0,5)
3	Environmental_22	1,296	0,276	V (p)0,05)
4	Unaffordable_23	1,102	0,349	V (p)0,05)
5	Substantial_24	1,389	0,246	V (p)0,05)
6	Tedious_25	0,629	0,597	V (p)0,05)
7	Delay in_27	4,056	0,008	V (d)0,5)
8	Site access_38	1,982	0,117	V (p)0,05)
9	Unforeseeable_39	1,042	0,375	V (p)0,05)
10	Delay in decision_44	3,854	0,010*	X (d)0,5)
11	Design omissions_47	1,246	0,293	V (p)0,05)
12	Subcontractor_62	0,598	0,617	V (p)0,05)
13	Severe Accident_67	0,898	0,443	V (p)0,05)
14	Safety lapses_68	0,884	0,45	V (p)0,05)
15	Hazardous material_69	2,37	0,071	V (p)0,05)
16	Time overrun_71	6,496	0,000*	X (d)0,5)
17	Owner_96	2,88	0,036	V (p)0,05)
18	Difficulties in_98	2,382	0,07	V (p)0,05)
19	To put excessive_99	1,588	0,193	V (p)0,05)
20	Difficulties in_100	1,043	0,374	V (p)0,05)
21	Delay in various_104	2,144	0,095	V (p)0,05)
22	Occurrence of_105	1,491	0,217	V (p)0,05)
23	To be found_108	2,093	0,101	V (p)0,05)
24	Delay in surveying_109	3,29	0,021*	X (d)0,5)
25	To be awarded_115	0,299	0,826	V (p)0,05)
26	Difficulty in_116	0,569	0,636	V (p)0,05)
27	Technical_118	1,566	0,198	V (p)0,05)
28	The over head_121	4,423	0,005*	X (d)0,5)
29	Delay in surveying site_122	6,099	0,000*	X (d)0,5)
30	Inappropriate_127	4,758	0,003	V (all d(0,5)
31	Difficulty in_140	4,287	0,006	V (all d(0,5)

\* : V : Accept as risk variable, x: Reject as risk variable , p : significance probability , d : effect size Inaccurate design\_4 : number of risk variable( 4th of 145 risk variables)

Likert척도값이 어느 한 그룹이라도 3.0이상인 94리스크변수에 대하여 Spearman의 순위검정결과 <표. 6>에 나타난 바와 같이 유의수준 5%에서 Owner-Contractor 및 Consultant-Contractor그룹의 순위사이에는 유의성이 있음을 알 수 있고, 유의수준 10%에서는 발주자-컨설턴트, 발주자-시공사 및 컨설턴트-시공사간의 순위사이에도 유의성이 있는 것으로 나타났다. 따라서 참여자그룹에 따라 평균값의 크기에는 차이가 나지만 세 그룹의 순위는 거의 일치하는 것으로 보인다.

표 6. Spearman's rank correlation tests

			Owner	Consultant	Contractor
Spearman rho	Owner	Correlation Coefficient	1.000	-0.189(*)	0.449(***)
		Sig. (2-tailed)	.	0.068	0.000
		N	94	94	94
	Consultant	Correlation Coefficient	-0.189(*)	1	0.236(**)
		Sig. (2-tailed)	0.068	.	0.022
		N	94	94	94
	Contractor	Correlation Coefficient	0.449(***)	0.236(**)	1.000
		Sig. (2-tailed)	0.000	0.022	.
		N	94	94	94

\*\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).  
 \*\* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).  
 \* Correlation is significant at the 0.10 level (2-tailed).

#### 4.2.4 순위합 가중치

평균값을 이용 토크계약프로젝트 리스크요인의 중요성을 조사할 경우 그룹 표본의 크기가 영향을 미칠 개연성이 있으므로 순위합가중치를 사용하여 표본크기에 따른 영향을 감소시킬 수 있으며 변수에 대한 점수는 다음과 같이 식 (2)와 식 (3)으로 계산하였다. 점수가 높을수록 그 요인의 중요성은 더 크다.

$$Score = \sum_{i=1}^3 Rank \text{ sum weight on party}^{i\text{th}} \quad \text{식 (2)}$$

$$Rank \text{ sum weight on party}^{i\text{th}} = \frac{n - rank \text{ on party}^{i\text{th}} + 1}{\sum_{i=1}^m (rank \text{ on party}^{i\text{th}})} \quad \text{식 (3)}$$

여기서  $n$  : 순위 최대값

$m$  : 순위가 붙은 문제 개수

모집단(145개문항)을 고려한 응답자들에 대한 순위합가중치를 이용하여 계산한 점수(score)중 25개 리스크변수의 점수를 정리하면 <표. 7>과 같다. 예를 들면 Unaffordable\_23의 경우

$$Score = \frac{145-3+1}{2} + \frac{145-1+1}{2} + \frac{145-1+1}{2} = 0.041$$

가 된다. 상위 순위는 “수용할 수 없는 프로젝트 인접주민의 과도한 요구”, “빈번한 민원발생” 등과 같이 대체로 비기술적 문제로 나타났다.

표 7. Rank and score of risk variables for overall

S.N.	Description	Rank			Count	Score
		Own	Cons	Cont		
1	Unaffordable_23	3	1	1	3	0.041
2	Occurrence of_105	1	13	2	3	0.04
3	Difficulty in_140	8	12	7	3	0.039
4	Substantial_24	29	3	4	3	0.038
5	Difficulties in_98	13	10	29	3	0.036
6	To be found_108	9	40	13	3	0.035
7	Difficulties in_100	12	36	16	3	0.035
8	Safety lapses_68	20	28	19	3	0.035
9	Inappropriate_127	25	2	40	3	0.035
10	Unforeseeable_39	32	22	14	3	0.035
11	Severe Accident_67	40	24	17	3	0.033
12	Subcontractor_62	15	61	8	3	0.033
13	Hazardous material_69	19	37	33	3	0.033
14	Lump sum_11	56	16	21	3	0.032
15	To be awarded_115	38	25	30	3	0.032
16	To put excessive_99	63	17	18	3	0.032
17	Delay in various_104	24	55	22	3	0.032
18	To be awarded_115	31	43	27	3	0.032
19	Technical_118	69	14	26	3	0.031
20	Difficulty in_116	68	32	15	3	0.03
21	Environmental_22	70	41	12	3	0.029
22	Owner_96	101	15	10	3	0.029
23	Site access_38	10	94	28	3	0.029
24	Design omissions_47	23	91	23	3	0.028
25	Inaccurate design_4	46	89	6	3	0.028

\*: Rank in this table means the rank of 145 variables

#### 4.3 리스크발생가능성 및 영향도수준

리스크변수로 동의한 25개 리스크변수에 <표. 8>과 같은 기준으로 발생가능성과 영향도수준에 대한 설문조사자료를 정리하면 <표. 9> 및 <그림. 2>와 같다.

표 8. Likelihood and impact criteria

scale	range	likelihood	impact
1~2	Rare	Most rare occurrence	Unlikely to impact
2~3	Low	Rare to less frequent	Likely to little impact
3~4	Medium	Less frequent to frequent	Likely to impact
4~5	High	Most frequent	Most likely to big impact

표 9. Risk item according to impact and likelihood

SN	Item No.	Impact (X)	Likelihood (Y)
1	Inaccurate design _4	2,69	3,22
2	Lump sum_11	2,92	2,98
3	Environmental _22	2,62	2,91
4	Unaffordable _23	3,18	3,32
5	Substantial _24	3,14	3,25
6	Tedious _25	2,86	3,05
7	Site access_38	2,89	3,07
8	Unforeseeable_39	2,86	3,14
9	Design omissions_47	2,78	3,23
10	Subcontractor _62	2,88	3,06
11	Severe Accident _67	2,55	3,32
12	Safety lapses_68	2,69	3,25
13	Hazardous material_69	2,67	3,04
14	Owner' _96	3,01	3,1
15	Difficulties in_98	3,05	3,11
16	To put excessive_99	3,03	3,11
17	Difficulties in _100	2,97	3,12
18	Delay in various_104	2,7	3,01
19	Occurrence of_105	3,14	3,22
20	To be found_108	2,9	3,07
21	To be awarded_115	2,85	3,08
22	Difficulty in_116	2,72	3
23	Technical _118	2,73	2,81
24	Inappropriate_127	2,86	3,13
25	Difficulty in_140	2,86	3,22

표 10. Most responsible party to handle the risks

SN	Item No.	Most Responsible Party
1	Inaccurate design _4	Consultant(Designer)
2	Lump sum_11	Owner
3	Environmental _22	Owner & Contractor
4	Unaffordable _23	Contractor
5	Substantial _24	Contractor
6	Tedious _25	Owner & Consultant
7	Site access_38	Owner
8	Unforeseeable_39	Consultant(Designer)
9	Design omissions_47	Consultant(Designer)
10	Subcontractor _62	Contractor
11	Severe Accident _67	Contractor
12	Safety lapses_68	Contractor
13	Hazardous material_69	Consultant(Designer)/Contractor
14	Owner' _96	Owner
15	Difficulties in_98	Owner/Consultant(Designer)/Contractor
16	To put excessive_99	Owner
17	Difficulties in _100	Contractor
18	Delay in various_104	Owner
19	Occurrence of_105	Contractor
20	To be found_108	Consultant(Designer)/Contractor
21	To be awarded_115	Owner/Contractor
22	Difficulty in_116	Owner
23	Technical _118	Contractor
24	Inappropriate_127	Owner
25	Difficulty in_140	Contractor

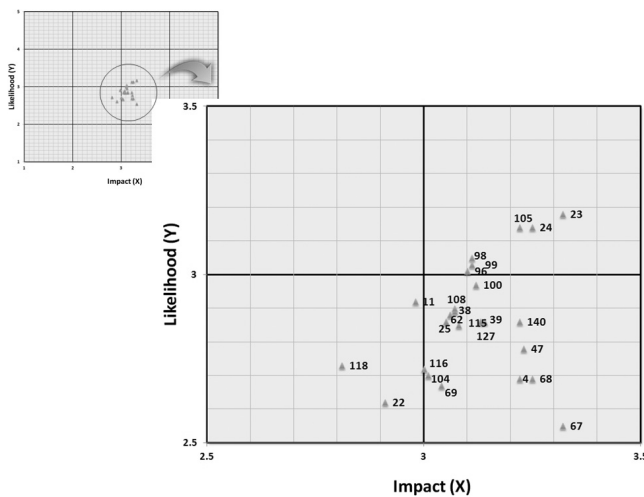


그림 2. Matrix graph of risk level for overall

#### 4.4 리스크 책임그룹

리스크관리의 원칙은 리스크를 효과적으로 관리할 수 있는 참여자에게 할당하는 것이다. 이렇게 함으로써 참여자그룹으로 하여금 비용과 시간과 에너지를 절감하게 할 수 있다. 리스크 근원(origin)을 책임져야하는 참여자 그룹에 대한 설문조사결과를 분석하여 요약하면 <표, 10>과 같다.

#### 4.5 리스크요인 분석

턴키계약프로젝트에서 참여자그룹이 리스크변수로 동의하는 25개 리스크변수의 숫자를 줄이기 위하여 요인분석을 수행하였다(Lee 2007, Long 2010). Cronbach $\alpha$ 값은 <표, 11>과 같이 0.918>0.7로서 신뢰성이 있고, KMO(Kaiser-Meyer-Olkin) 및 Bartlett의 단위 행렬 검정(sphericity)결과는 <표, 12>와 같이 나타나 요인분석에 적절한 것으로 나타났다. 요인분석결과 8개의 요인으로 그룹화하였으며 요인분석결과를 친화도(affinity)를 이용, 요인 변수를 재정리하여 <표, 13> 및 <그림, 3>과 같이 나타내었다.

표 11. Reliability statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
0,918	25

표 12. KMO and Bartlett's test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		0,88
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	2084,6204
	df	276
	Sig.	0

표 13. Risk factors come from factor analysis and affinity

Risk factor	Description (risk variables)
Factor 1 Contractor related	F1,1 Difficulty in_116 F1,2 Technical _118 F1,3 To be awarded_115 F1,4 Subcontractor _62
Factor 2 Construction Safety related	F2,1 Hazardous material_69 F2,2 Severe Accident _67 F2,3 Safety lapses_68
Factor 3 Construction site related	F3,1 To be found_108 F3,2 Occurrence of_105 F3,3 Difficulty in_140 F3,4 Site access_38
Factor 4 Contract related	F4,1 Lump sum_11 F4,2 Difficulties in _100 F4,3 Difficulties in_98
Factor 5 Social demand related	F5,1 Substantial _24 F5,2 Unaffordable _23
Factor 6 Approval related	F6,1 Environmental_22 F6,2 Delay in various_104 F6,3 Tedious _25
Factor 7 Owner superiority related	F7,1 Owner' _96 F7,2 To put excessive_99
Factor 8 Design related	F8,1 Inaccurate design _4 F8,2 Design omissions_47 F8,3 Inappropriate_127

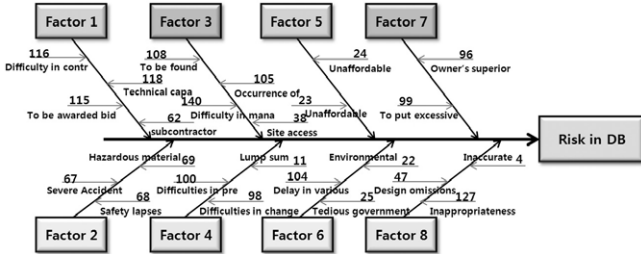


그림 3. Fishbone diagram for risk factors

## 4.6 리스크 정량적 평가

### 4.6.1 정량적 평가도구

리스크평가에는 크게 정성적 평가와 정량적평가로 나누어지며, 정성적 평가는 기술적인 결과를 제공하고 리스크 문제에 상대적 우선순위를 정할 수 있게 해준다. 한편 정량적 평가는 수치적 결과를 산출할 수 있도록 해주며 상세분석을 담보해주고 특별한 문제점을 설명하는데 사용된다(Keytone 2001).

리스크가 얼마나 포함되어 있는가를 아는 것은 고비용의 리스크저감대책이 정당화될지 안 될지를 결정하는데 도움이 된다(Jannadi와 Alamshari, 2003 cited in Walke et. al, 2010). 정량적으로 분석하는 방법에는(i) 민감도분석(Raftery 1994),

(ii) 확률분석법(Nasir등 2003], (iii) 다속성추적기법(Dikmen과 Birgönül, 2005)등이 있다.

리스크변수에 기인하여 발생하는 손실의 크기를 돈(금융)단위로 정량화하고자 하였으며 <그림. 4>와 같은 절차를 이용하여 그 크기를 추정하였다.

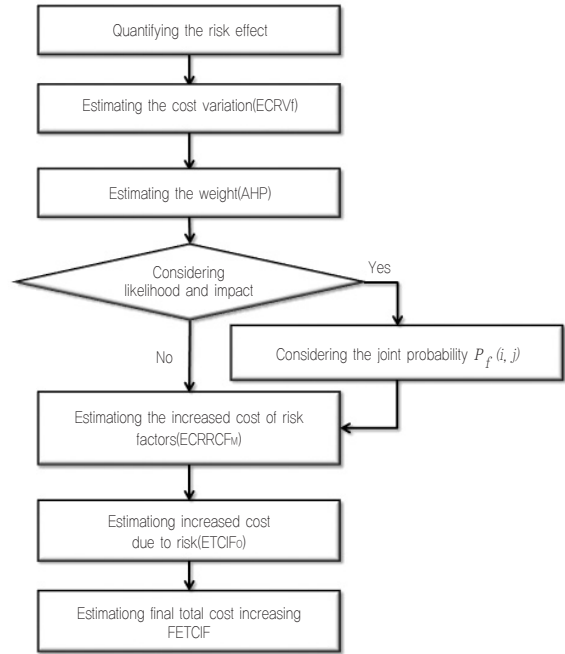


그림 4. Flow chart for quantifying the risk effect in DB project

프로젝트의 공사원가가 임의의 리스크에 기인한 공사비변화 백분율( $C_k$ )과 각 공사비변화백분율의 계급구간에 해당하는 공사비변화발생확률( $P_k$ )이 주어지면 주어진 리스크변수에 기인한 전체공사비에 대한 공사비증가백분율( $ECRV_f$ )의 추정치는 <표. 14>를 이용하여 식 (4)와 같이 나타낼 수 있다.

표 14. Range of cost consequences and associated probabilities

Range of Cost Change ( $C_k$ %)	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$
		<2%	2~5%	5~10%	10~20%
Probability( $P_k$ )	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_5$

$$ECRV_f = \sum_{k=1}^n C_k P_k \quad \dots \text{식 (4)}$$

여기서  $f$  : 리스크변수 번호,  $C_k$  : 공사비증가추정백분율(%),  $k$ :계급구간,  $P_k$  :  $C_k$ 가 발생할 확률,  $n$  : 계급구간 수이다.

공사비증가추정백분율은 각 계급값의 중간치를 이용토록 한다. 계급구분은 상호배제적으로 범위에 대한 확률의 합( $\sum_{k=1}^n P_k$ )은

100%가 되어야 한다. 계층적으로 <표. 13>에 나타난 24개 리스크 변수에 대한 프로젝트참여 전문가 30명에게 설문조사와 면접 및 브레인스토밍 등을 이용하여 추정  $ECRV_f$ 를 정리하면 <표. 15>와 같다.

표 15.  $ECRV_f$  due to risk variables

due to risk variables	F1.1	F1.2	F1.3	F1.4
ECRV <sub>f</sub>	8.4	7.21	6.05	6.87
Risk variable	F2.1	F2.2	F2.3	
ECRV <sub>f</sub>	6.54	3.72	3.45	
Risk variable	F3.1	F3.2	F3.3	F3.4
ECRV <sub>f</sub>	4.01	3.76	4.82	5.58
Risk variable	F4.1	F4.2	F4.3	
ECRV <sub>f</sub>	5.81	6.49	6.84	
Risk variable	F5.1	F5.2		
ECRV <sub>f</sub>	5.95	3.24		
Risk variable	F6.1	F6.2	F6.3	
ECRV <sub>f</sub>	2.33	3.71	3.72	
Risk variable	F7.1	F7.2		
ECRV <sub>f</sub>	6.73	4.68		
Risk variable	F8.1	F8.2	F8.3	
ECRV <sub>f</sub>	6.34	5.69	7.18	

4.6.2 가중치에 의한 정량적 평가

1) 리스크요인 및 리스크변수의 가중치계산

<표. 13>에 나타난 리스크요인 및 리스크변수에 대한 가중치를 계산한 결과는 <표. 16>과 같다. 쌍대비교 계산결과(Expert choice이용) Level 1의 consistency는 0.09이고, 그리고 Level2에서의 최대 consistency는 0.06으로 모두 0.1이하를 만족시켜 주는 것으로 나타났다. Level 1에서 8가지 리스크요인 중 F4가

표 16 Weight of risk factors and variables

Risk factor	WL1	Risk variable	WL2	Risk factor	WL1	Risk variable	WL2
F1	0.092	F1.1	0.459	F5	0.082	F5.1	0.25
		F1.2	0.116			F5.2	0.75
		F1.3	0.102				
		F1.4	0.324				
F2	0.041	F2.1	0.731	F6	0.036	F6.1	0.333
		F2.2	0.188			F6.2	0.333
		F2.3	0.081			F6.3	0.333
F3	0.103	F3.1	0.223	F7	0.03	F7.1	0.25
		F3.2	0.127			F7.2	0.75
		F3.3	0.162				
		F3.4	0.487				
F4	0.331	F4.1	0.143	F8	0.285	F8.1	0.333
		F4.2	0.143			F8.2	0.333
		F4.3	0.714			F8.3	0.333

33.1%, F8이 28.5% 그리고 F3가 10.3%로 3가지 리스크요인 전체의 약 72%를 차지하고 있음을 보여주고 있다.

2) 원가변화 평가치(ECRF)

리스크요인(M)에 기인한 공사원가 변화치( $ECRF_M$ )는 다음과 같이 추정하였다. 여기서  $WL1$ 은 리스크요인(weight of level<sub>1</sub>)에 대한 가중치이고  $WL2$ 는 리스크변수(weight of Level<sub>2</sub>)에 대한 가중치이다.

$$ECRF_M = WL1_M \sum_{f=1}^L ECRV_f \times WL2_f$$

여기서 M: M번째 리스크요인, L: 리스크요인 M에 포함된 리스크변수 수, f=1은 리스크요인 M에 속해 있는 첫 번째 리스크변수를 나타낸다.

리스크요인 상호간의 영향을 고려하기전의 리스크요인에 기인한 총공사비변화(증가)백분율( $ETCIF_o$ )은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$ETCIF_o = \sum_{M=1}^N ECRV_M, \quad N: \text{리스크요인수}$$

3) 상호의존성 고려

하나의 리스크 발생은 다른 리스크 비용에 어느 정도 영향을 미치게 하는 등 많은 리스크는 다른 리스크와 상호의존적인 관계를 가지고 있다.

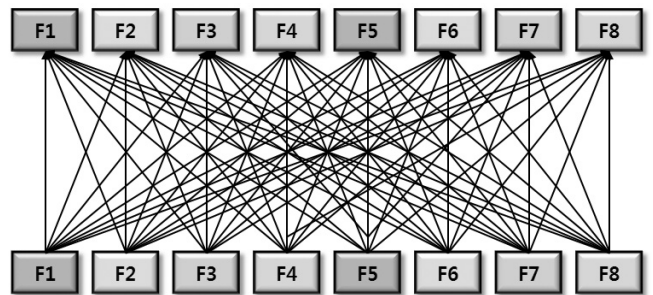


그림 5. Schematic view of mutual dependency among risk factors

표 17. Effect of dependency among the risk factors

Effect on(say) Risk factor F1	% Increase in cost consequence
Due to occurrence of (say)Risk factor F2	10
Due to occurrence of (say)Risk factor F3	10
.....	
Due to occurrence of (say)Risk factor F8	10
.....	
Effect on(say) Risk factor F8	% Increase in cost consequence
Due to occurrence of (say)Risk factor F1	10
Due to occurrence of (say)Risk factor F2	10
.....	
Due to occurrence of (say)Risk factor F7	10



상호의존성에 기인한 비용결과를 얻기 위해 <그림. 5> 및 <표. 17>과 같이 나타내었다.

최종공사비 증가추정액(FETCIF)은 다음과 같이 나타낼 수 있다. 여기서  $C_{i,j}$ 는 j번째 리스크요인이 i번째 리스크요인에 미치는 영향수준도(%)이다. 그 크기는 j번째 리스크크기의  $C_{i,j}$ 만큼 i번째 리스크요인에 영향을 미치게 된다.

$$FETCIF = ECRF_1(1+C_{2,1}+\dots+C_{7,1}+C_{8,1})+ ECRF_2(1+C_{1,2}+C_{3,2}+\dots+C_{7,2}+C_{8,2})+\dots+ ECRF_3(1+C_{1,3}+C_{2,3}+\dots+C_{7,3})+$$

상호간에 미치는 영향계수값은 경험이 많은 전문가들과 면접 및 브레인스토밍을 통해 약 0.1로 나타났다. 따라서

$$FETCIF = ETCIF_o + 0.7(ECRF_1 + ECRF_2 + \dots = ECRF_8) = 1.7 ETCIF_o \text{가 된다.}$$

위의 식을 이용하여 리스크요인에 의한 공사비변화를 계산하면 <표. 18>과 같이 8가지 리스크요인에 의한 최종공사비증가추정액(ETCIF)는 전체공사비의 약6.05% 이고, 리스크요인 간 상호영향을 고려하면 약 10.3 (1.7×6.05) %가 됨을 보여주고 있다.

표 18. Final estimation of increasing cost due to risk factors

	WL1 (1)	Item No.	ECRF <sub>i</sub> (2)	WL2 (3)	(1)×(3) (4)	(2)×(4) (5)
Factor 1	0,092	F1,1 Difficulty in_116	8,4	0,459	0,042	0,355
		F1,2 Technical _118	7,206	0,116	0,011	0,077
		F1,3 To be awarded_115	6,047	0,102	0,009	0,057
		F1,4 Subcontractor _62	6,871	0,324	0,03	0,205
Factor 2	0,041	F2,1 Hazardous material_69	6,544	0,731	0,03	0,196
		F2,2 Severe Accident _67	3,718	0,188	0,008	0,029
		F2,3 Safety lapses_68	3,445	0,081	0,003	0,011
Factor 3	0,103	F3,1 To be found_108	4,011	0,223	0,023	0,092
		F3,2 Occurrence of_105	3,762	0,127	0,013	0,049
		F3,3 Difficulty in_140	4,821	0,162	0,017	0,08
		F3,4 Site access_38	5,58	0,487	0,05	0,28
Factor 4	0,331	F4,1 Lump sum_11	5,806	0,143	0,047	0,275
		F4,2 Difficulties in _100	6,485	0,143	0,047	0,307
		F4,3 Difficulties in_98	6,838	0,714	0,236	1,616
Factor 5	0,082	F5,1 Substantial _24	5,948	0,25	0,021	0,122
		F5,2 Unaffordable _23	3,244	0,75	0,062	0,2
Factor 6	0,036	F6,1 Environmental_22	2,333	0,333	0,012	0,028
		F6,2 Delay in various_104	3,713	0,333	0,012	0,045
		F6,3 Tedious _25	3,72	0,333	0,012	0,045
Factor 7	0,03	F7,1 Owner' _96	6,73	0,25	0,008	0,05
		F7,2 To put excessive_99	4,68	0,75	0,023	0,105
Factor 8	0,285	F8,1 Inaccurate design _4	6,341	0,333	0,095	0,602
		F8,2 Design omissions_47	5,685	0,333	0,095	0,54
		F8,3 Inappropriate_127	7,18	0,333	0,095	0,681
sum					1	6,046

4) 결합확률에 의한 정량적 평가

설문지의 리스크발생가능성-영향도분석표(Likelihood-Important Risk Analysis Sheet)상에서의 응답값을 분석하여 <표. 19>와 같이 L-I Matrix (Likelihood-Importance Matrix)로 만들어 결합확률분포 관점에서의 각 리스크변수에 대한 확률을 할당하였다. L-I matrix는 각 리스크와 관련된 발생가능성과 중요도의 복합효과를 표현하는데 사용되어진다 (Walke et.al 2010).

표 19. L-I Matrix(likelihood-importance matrix)

F \ I	Rare	Low	Medium	High
Rare	Very Low	Very Low	Low	Significant
Low	Very Low	Low	Significant	Significant
Medium	Low	Significant	High	High
High	Significant	Significant	High	Very High

예를 들어 리스크변수 116에 대한 발생가능성과 영향도에 대한 설문응답자수와 이에 대한 확률  $P_{i,j}$ 를 계산하면 다음 <표. 20> 및 <표. 21>과 같다. 예를 들면 <표 21>의  $i_1$ 값 39.5는 <표 20>의 Impact열의 Overall에서 인접한 설문응답자의 평균치  $\frac{(27+52)}{2}$ 이고  $f_1$ 의 59.5는 likelihood 열의 Overall에서 인접한 설문응답자의 평균치  $\frac{(35+84)}{2}$ 이다. 그리고  $(i_1, f_1)$ 에서의 확률값은  $\frac{39.5}{245} \times \frac{59.5}{245} = 0.039$ 이다.

표 20. Numbers of respondents for L-I of item no.116

	Likelihood		Impact	
	Overall	Overall	Overall	Overall
Scale 1	35	27		
Scale 2	84	52		
Scale 3	88	103		
Scale 4	48	68		
Scale 5	15	19		
No answer	3	3		
Total	273	272		

표 21. Overall joint probability for item no.116

F \ I		I				$f_i(x)(245)$	
		$i_1$	$i_2$	$i_3$	$i_4$		
F	$f_1$	39,5	77,5	85,5	43,5	245	
	$f_2$	59,5	0,039	0,077	0,084	0,043	0,243
	$f_3$	86,0	0,056	0,111	0,122	0,062	0,351
	$f_4$	68,0	0,045	0,087	0,096	0,049	0,278
	$f_5$	31,5	0,021	0,041	0,045	0,023	0,127
$f_i(y)(245)$		1,0	0,161	0,315	0,348	0,177	1,000

\* : ( ) Average number of respondents

주어진 리스크변수가 주어진 발생가능성-영향도 수준에서 발생할 결합확률을  $p_{F(i,j)}$ 라고 하면, 리스크요인(M)에 기인한 공사

원가 변화치( $ECRF_M$ )은 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$ECRF_M = WL_M \sum_{f=1}^L ECRV_f p_f(i, j)$$

M: M번째 리스크요인

L: 리스크요인 M에 포함된 리스크변수 수

따라서 리스크 요인간 상호영향을 고려하지 않은 리스크요인에 의한 총공사비증가백분율( $ETCIF_o$ )은 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$ETCIF_o = \sum_{M=1}^N ECRV_M$$

$$\begin{aligned} FETCIF &= ETCIF_o + 0.7(ECRF_1 + 0.7ECRF_2 + \dots + 0.7ECRF_s) \\ &= ETCIF_o + 0.7(ECRF_1 + ECRF_2 + \dots + ECRF_s) \\ &= 1.7ETCIF_o \end{aligned}$$

위의 식을 이용하여 리스크요인에 의한 공사비변화를 계산하면 <표. 22>에서와 같이 약 6%를 나타내고 상호영향을 고려한는 약 10% 정도인 것으로 나타났다.

표 22. Final estimation of increasing cost due to risk factors (with joint probability)

	WL1 (1)	Item No.	ECRV <sub>f</sub> (2)	P <sub>f</sub> (3)	(2)×(3) (4)	(1)×(4) (5)
Factor1	0,092	F1,1 Difficulty in_116	8,400	0,351	2,948	0,271
		F1,2 Technical _118	7,206	0,372	2,681	0,247
		F1,3 To be awarded_115	6,047	0,323	1,953	0,180
		F1,4 Subcontractor _62	6,871	0,340	2,336	0,215
Factor2	0,041	F2,1 Hazardous material_69	6,544	0,354	2,317	0,095
		F2,2 Severe Accident _67	3,718	0,342	1,272	0,052
		F2,3 Safety lapses_68	3,445	0,363	1,251	0,051
Factor3	0,103	F3,1 To be found_108	4,011	0,364	1,460	0,150
		F3,2 Occurrence of_105	3,762	0,314	1,181	0,122
		F3,3 Difficulty in_140	4,821	0,349	1,683	0,173
		F3,4 Site access_38	5,580	0,339	1,892	0,195
Factor4	0,331	F4,1 Lump sum_11	5,806	0,319	1,852	0,613
		F4,2 Difficulties in _100	6,485	0,337	2,185	0,723
		F4,3 Difficulties in_98	6,838	0,325	2,222	0,736
Factor5	0,082	F5,1 Substantial _24	5,948	0,321	1,909	0,157
		F5,2 Unaffordable _23	3,244	0,311	1,009	0,083
Factor6	0,036	F6,1 Environmental_22	2,333	0,365	0,852	0,031
		F6,2 Delay in various_104	3,713	0,355	1,318	0,047
		F6,3 Tedious _25	3,720	0,329	1,224	0,044
Factor7	0,030	F7,1 Owner' _96	6,730	0,342	2,302	0,069
		F7,2 To put excessive_99	4,680	0,359	1,680	0,050
Factor8	0,285	F8,1 Inaccurate design _4	6,341	0,379	2,403	0,685
		F8,2 Design omissions_47	5,685	0,328	1,865	0,531
		F8,3 Inappropriate_127	7,180	0,336	2,412	0,688
sum						6,208

## 6. 결론

턴키계약프로젝트(DB)에서 발생하는 리스크요인과 특성을 규명하고 리스크영향을 정량적으로 평가하고자 참고문헌과 건설 전문가들로부터 수집한 설문조사 자료를 분석 및 고찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) DB프로젝트에 관해 수집한 총145개 항목의 리스크변수중 모든 참여자 그룹이 동의하는 리스크변수는 25개로 나타났으며 이를 8가지 리스크요인으로 나타내었다.

2) DB프로젝트에서 리스크변수에 대한 동의의 정도, 발생빈도 및 영향도는 참여자그룹에 따라 차이를 나타내었으나 순위검정결과 리스크변수에 대한 동의수준의 순서에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

3) 동의의 정도가 높은 리스크변수는 “수용할 수 없는 프로젝트 인접주민의 과도한 요구”, “빈번한 민원발생”등과 같이 대체로 비기술적 문제로 나타났다.

4) 리스크변수와 리스크요인에 대한 가중치 및 결합확률을 이용하여 리스크발생시 추정손실의 크기를 전체공사비에 대한 백분율로 추정한 결과 턴키계약프로젝트의 특성상 약 6%의 공사비증가가 예상되고 리스크 요인간의 상호영향을 고려하면 약 10%를 나타내었다.

5) 8개의 중요한 리스크요인 중 계약관련리스크요인, 설계관련리스크요인 및 건설현장관련리스크요인등 3개 리스크요인이 전체의 약 72%의 가중치를 차지하는 것으로 나타났다.

## 감사의 글

본 논문은 2011학년도 부경대학교의 지원을 받아 수행된 연구(PK-2011-0067)로 연구비 지원에 감사드립니다.

## 참고문헌

오국열 (2012), “턴키 계약 프로젝트의 리스크요인 분석 및 대응 방안”, 박사학위 논문

윤준선 (2005), “건축턴키공사입찰안내서의문제점과개선방안에 관한연구”, 중재연구, vol.15 No3, pp. 303~324.

이양규 (2005), “토목공사 수주현황 분석을 통한 턴키 대안 입찰 제도의 문제점 및 개선방안 연구”, 철도학회논문집 제8권 제5호, pp. 460~469.

이중수 (2003), “건축공사 턴키 발주방식의 개선 방안”, 대한건축학회, Vol. 47 No.2, pp. 5~38.

- Awakul, P., and Ogunlana, S.O., (2002), "The effect of attitudinal differences on interface conflicts in large scale construction projects: a case study," *Construction Management and Economics*, (T & F Spon), Vol. 20 (4), pp. 365~377.
- Bragg, T., (2001). "Three ways to deal with conflict in organizations," *Peacemakers training, USA*, <[http://www.terrybragg.com/article\\_OrganizationalConflict.htm](http://www.terrybragg.com/article_OrganizationalConflict.htm)>.
- CEIM (Construction, Engineering and Infrastructure Management) (2010), "Risks in the construction of hydropower tunnels in Vietnam", <<http://professionalprojectmanagement.blogspot.com/2009/11/risks-in-construction-of-hydropower.html>>.
- Cioffi, D.F. and Khamooshi, H. (2009) "A practical method of determining project risk contingency budgets" *Journal of the Operational Research Society*, vol. 60, pp. 565~571.
- Dikmen, I and Birgonul, T (2005), "An analytical process based model for risk opportunity assessment of international construction projects", *Canadian Journal of Civil Engineering* (in press).
- Dikmen, I., Birgonul, M.T. and Han, S. (2007b) "Using fuzzy risk assessment to rate cost overrun risk in international construction projects", *International Journal of Project Management* vol. 25, 494~505.
- Hanscomb. Means (2004), "International Construction Intelligence", Vol. 16, No. 6, January/February.
- Hsueh, S.L., Perng, Y.H., Yan, M.R. and Lee, J.R. (2007) "On-line multi-criterion risk assessment model for construction joint ventures in China" *Automation in Construction* 16, pp. 607~619.
- Irani, D.S. (2010), "Minimizing risks in Design/Build Projects: An owner's Engineer's view", *PB world*, <[http://www.pbworld.com/news\\_events/publications/network/Issue\\_46/46\\_23\\_IraniD\\_MinimizingRisksDesign.asp](http://www.pbworld.com/news_events/publications/network/Issue_46/46_23_IraniD_MinimizingRisksDesign.asp)>.
- Jannadi, O.A. and Almishari, S. (2003) "Risk Assessment in Construction" *Journal of Construction Engineering and Management* 129(5), pp. 492~500.
- Keytone, J. (2001), "Communication research: asking questions, finding answers", (2nd Ed.), McGraw-Hill.
- Kim, T.W. and Joh, H.W. (2005), "Key barriers and their strategic responses to activate knowledge sharing in construction organization," 1st International Conference on Construction Engineering and Management, 16-19 October, 2005, Seoul, Korea, CD-ROM, pp. 403~408.
- Li, H., and Love, P.E.D., (1998), "Developing a theory of construction problem solving", *Construction Management and Economics* (Taylor and Francis), Vol.16, pp.721~727.
- Long Le-Hoai, Young Dai Lee, Guk Yeol Oh Cho(2010), *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 11 No.5, pp.84~94, "Model for Predicting Success of Partnering in Vietnam:A Discriminant Analysis Approach".
- Toler, T.N. (2010), "Design-build vs. Traditional construction: risk and benefit analysis", *Toler & Hanrahan LLC, USA*, <[www.tolerlaw.com/files/DesignBuildIssues.Final.pdf](http://www.tolerlaw.com/files/DesignBuildIssues.Final.pdf)>.
- Walke, R., Topkar, V., Kabiraj, S(2010), "Risk Quantification Using EMV Analysis-A Strategic Case of Ready Mix Concrete Plants", *IJCSInternational Journal of Computer ScienceIssues*, Vol.7, Issue5, <<http://www.ijcsi.org/papers/7-5-399-408.pdf>>.
- Young Dai Lee, Nirmal Kumar Acharya, Jung Ki Kim(2007), "Korean Journal of Construction Engineering and Management", Vol. 8 No.2, pp246~262, "Investigation of Key Factors to measure on-site Performance of a Construction firm".

논문제출일: 2012.01.18  
 논문심사일: 2012.01.20  
 심사완료일: 2012.07.13

## 부 록

Confusing requirements of owner_1	investment, forest land, water right, explosives, right of way etc)_26
Excessive change orders_2	Delay in land compensation for construction due to precedence-ordering_27
Incomplete supply of data by Owner_3	Safely holding government license till construction phase_28
Inaccurate design_4	Refusal of construction license from owner after completion of detail feasibility study_29
Lack of experienced key design professionals_5	Unfavorable Buyers demand/conditions, Buyers/Users forced to change the condition of Agreement_30
Project scope definition not clear_6	Lack of coordination among in-house procurement, design, contract, license, finance divisions etc. of DB party_31
Scope in Request for Proposal (RFP) not clear RFP_7	Incompetent in-house design team of DB party_32
Owner's need not interpreted well_8	Detail study repetition due to heavy comments from Approval Authority /Financing institutions_33
Scope changed due to Market demand_9	Project found unfeasible due to underground condition after investing a lot_34
Scope changed (more investigations, tests) by owner to ensure he quality of projects for investors, bankers, JV partners etc. _10	Delay in completion of detail study report and project construction_35
Lump sum contract(difficult to change cost)_11	Liability risk_36
Excessive Owner's control_12	Overplus (excess) in Indemnity_37
Change in condition of domestic and foreign partners_13	Site access delays_38
JV partners not injected the required equity amount _14	Unforeseeable ground condition_39
Loss of control of Owner_15	Improper project management_40
Attitude of DB party to follow minimum code requirement_16	Financial failure of owner_41
Difficult to get financiers_17	Financial failure of contractor_42
Unfavorable condition (high interest rate, payback period etc.) of financiers_18	Scope changed during construction_43
Substantial increase in foreign exchange rate_19	Delay in decision by owner_44
Increase in Bank's interest_20	Complex technology_45
Lack of experienced DB party(team)_21	Design error_46
Environmental approvals_22	Design omissions_47
Unaffordable demand of project affected Local People_23	Structure collapse (tunnel, dams)_48
Substantial increase in social mitigation cost_24	
Tedious government approval procedure_25	
Government approvals/clearance required (foreign direct	

## 요 약

턴키계약방식(Design Build)은 설계시공 일괄계약방식으로 책임 한계가 보다 광범위하게 적용되어 프로젝트 수행 초기 설계 단계부터 설계비 부담 증가 등 일반 분리발주공사 보다 리스크 발생율이 높은 실정이다. 따라서 이번 연구에서는 턱키 계약프로젝트에서 리스크요인의 분석 및 정량적 평가 방안을 연구하였다. 이번 연구는 프로젝트참여자로부터 수집한 설문 조사자료를 이용하여 통계분석을 수행한 결과 총145개의 리스크변수중 전체 참여자 그룹이 동의하는 DB프로젝트에서의 리스크변수는 25개로 나타났다. 요인분석을 통하여 이를 8가지 리스크요인으로 함축할 수 있었으며 이중 3가지 요인인 건설현장관련, 계약관련 및 설계관련 리스크요인이 72%의 가중치를 나타내었다. 리스크변수 및 리스크요인에 따른 가중치와 결합 확률을 이용하여 리스크요인에 기인한 추정손실의 크기를 전체공사비에 대한 백분율로 추정한 결과 약 6%로 나타났고, 리스크 요인상호영향을 고려하면 약 10%를 나타나 리스크대응을 위하여 전체공사비의 약 6%~10%의 예비비를 계상할 필요가 있는 것으로 나타났다.

**키워드 :** 턱키계약, 리스크요인, 결합확률, 요인분석, 예비비

- Error in design input (topography/geotechnical investigations, hydrology etc.)\_49
- Contractor's temptation to 'design down to' cost\_50
- New technology appears\_51
- Fitness for purpose\_52
- Costly change orders\_53
- Low Quality of work\_54
- Work done to fulfill the minimum requirement\_55
- Productivity of equipment\_56
- Availability of main equipment (TBM etc.)\_57
- Lack of experienced Site Engineers\_58
- Availability and accessibility of key construction materials\_59
- Non-payment to subcontractor\_60
- Necessity of environment improvement\_61
- Subcontractor inability and inefficiency\_62
- Tendency of builder to pad profits or save time at the expense of owner\_63
- Contractor's ability to meet its financial commitment\_64
- Harsh attitude of project participants\_65
- Lack of space in construction site\_66
- Severe Accident (disasters)\_67
- Safety lapses\_68
- Hazardous material outbreak from underground structures\_69
- Budget overrun\_70
- Time overrun\_71
- Lack of coordination among subcontractors, Inefficient subcontractors\_72
- Delay in Required Commercial Operation Date (RCOD) thus late in revenue generation and subjected to penalty\_73
- Permit to transport and availability of Explosives\_74
- Permit of foreign professionals and workers\_75
- Change in work scope due to change in government codes\_76
- Labor disputes/Union strikes\_77
- Public disorder/Strikes/Arsenal\_78
- Public safety regulation\_79
- Labor, equipment, material shortage\_80
- Third party delays\_81
- Adverse weather/acts of god (flood, drought, cloud burst, hurricane, typhoon)\_82
- Negative change in hydrology (hydropower projects)\_83
- Market Inflation/Economic instability\_84
- Change in attitude of users\_85
- More competitor in the industry\_86
- Decrease in product/output demand\_87
- Project management system in the project team (organization)\_88
- Contractor' capacity of managing the subcontractor\_89
- Estimating method for choosing the prior negotiation partner\_90
- Estimating method for PQ(prequalified)\_91
- Difference in capability and level for construction among the Joint partners\_92
- Designer and contractor take bid as partner in independent states\_93
- Much restriction in the bid system\_94
- Contractors and designers change their partners with respect to projects\_95
- Owner" superiority in authorities\_96
- Faithless in preparation of RFP(contents of RFP)\_97
- Difficulties in change order in Turn-key contracts\_98
- To put excessive responsibility on contractors\_99
- Difficulties in predicting risk in pre-construction phase\_100
- Disparity(discord) between occurrence time point and recognition time point of risk\_101
- Delay in annual contracts\_102
- Indefiniteness of bid guide(difference from interpretation, etc)\_103
- Delay in various kind of approvals from government\_104
- Occurrence of popular complaints\_105
- Fluctuation of interest and foreign exchange rate\_106
- Problems in various kinds of laws and regulations\_107
- To be found unforeseen obstacles\_108
- Delay in surveying cultural assets\_109
- Insufficiency of owner's expert knowledge\_110
- Prime contractor's funding shortage to subcontractor\_111
- Insufficient(unreliable) preliminary survey\_112
- Excessive quality requirement\_113
- Excessive expense for offering bid\_114
- To be awarded bid by the factors other than technology\_115
- Difficulty in contract system( Difficulties in change order.etc.)\_116
- The scale of contractor\_117
- Technical capability of contractor\_118
- The confidence level of participants\_119
- The management state of contractor\_120
- The over-head costs of duration time- extension\_121
- Delay in surveying site conditions\_122
- Charge for events, etc. (additional cost of construction)\_123
- Delay in annual or modified contract\_124
- Cost-change because of alteration of law or ordinances\_125
- Ambiguous bounds of responsibility among the participants\_126
- Inappropriateness of design duration (shortness of design duration, etc.)\_127
- Difficulty in coordination among participants (disagreement of opinion, etc.)\_128
- Priority in the prior survey\_129
- Inadequate in estimating cost of construction\_130
- Inadequate in estimating duration of construction\_131
- Capability of solution for popular enmity\_132
- Difference of opinion among the member of participants\_133
- Inclusion of unbalanced articles in the contract\_134
- Lack of team-stability (due to frequent change of participant)\_135
- Superiority and incooperative posture among the participant\_136
- Weakness in choosing process for participant\_137
- Change of construction work scope\_138
- Change of conditions(terms) desired\_139
- Difficulty in managing the underground obstacles\_140
- Interference with other contracts\_141
- Change in law or regulation\_142
- Items of demand by committee for construction-consideration\_143
- Loss caused by acts of God\_144
- Mistake in appropriation of budget\_145