

해외토목 원도급사업의 원가상승 원인에 관한 연구

정우용¹ · 한승헌*

¹연세대학교 토목환경공학과

Cause Analysis of Cost Overruns in International Infrastructure Project Conducted by Korean Contractors

Jung, Wooyong¹ · Han, Seungheon*

*Department of Civil & Environmental Engineering, Yonsei University

Abstract : In recent years, large Korean construction companies have suffered serious losses in their overseas business. Many practitioners and researchers have analyzed causes of cost overrun in these projects. However, these arguments have not been empirically verified based on actual project cases. This study investigated cost overrun rate, contingency, allowance, predicted risk before bidding, and actual and residual risk after award in the 67 international infrastructure projects conducted by 13 large construction companies. The causes of cost overruns are derived as follows. First, they identified the possibility of cost overrun to some extent before the bidding, but did not reflect the enough risk money to bid price. In particular, this behavior was more severe in badly cost-overrun projects. Second, the causes of cost overrun were more influenced by external environmental risk than internal capability risk. However, the internal risk in badly cost-overrun projects was relatively high compared to cost-underrun projects. Third, badly cost-overrun projects failed to mitigate risk. However, cost underrun projects were affected more by low exterior risk conditions than by well mitigated risk. This study provides more informed knowledge in controlling project costs in international infrastructure projects.

Keywords : Cost Overrun, Risk, Contingency, Allowance, International Infrastructure Project

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

2000년대 중반이후, 국내 건설 시장의 성장이 둔화되면서 국내 건설기업들은 지속적인 성장을 위하여 해외시장으로의 진출을 적극적으로 확대해왔으며 양적으로는 괄목할 만한 성장을 이루었다(Jang et al., 2014). 그러나 국내 건설기업의 해외건설사업은 수익측면에서 많은 손실이 발생하여 질적 성장은 미흡하였다고 할 수 있다. 특히, A사의 호주프로젝트, B사의 사우디프로젝트, C사의 아랍에미리트 프로젝트, D사의 터키프로젝트 등은 대형프로젝트 임에도 불구하고 대규모 손실을 일으키며 건설산업 전체의 이슈가 되었다(Kim,

2016a; Seo, 2016). 전문가 인터뷰 등을 통해 나타난 손실의 원인은 무리한 저가수주, 기업 수행역량, 원자재가 상승, 계약관리 역량 미흡 등인 것으로 알려져 왔다(Kim, 2016a; Kim, 2016b; Son, 2015). 하지만, 실제 프로젝트 사례를 기반으로 사업단계별로 어떠한 원인에 의해 손실이 발생했는지에 대한 실증적인 연구는 미흡하게 진행되어 왔다.

본 연구에서는 국내 대형업체들이 해외에서 수행한 토목 EPC프로젝트에 대하여 입찰 전 원가상승 요인과 수주 후 원가상승 요인을 분석한다. 특히, 악성프로젝트에 대한 입찰 전 리스크 인식수준과 리스크 요인, 고위험 프로젝트에 대한 견적 및 예비비 반영수준, 외부환경 리스크의 원인과 내부역량 리스크의 상대비교, 리스크 대응의 원가상승 절감효과 등의 분석을 수행하여 향후 국내기업의 해외시장 진출시 양질의 수주와 수익을 달성하는 데 실무적인 참조를 제공하는 것을 목표로 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 2000년부터 2015년까지 국내 대형업체들

* Corresponding author: Han, Seungheon, Department of Civil and Environmental Engineering, Yonsei University, Seoul 120-749, Korea
E-mail: shh6018@yonsei.ac.kr
Received March 31, 2017; revised May 11, 2017
accepted May 15, 2017

에 의해 해외에서 수행된 67개 토목 EPC 프로젝트를 대상으로 원가상승의 원인을 분석하였다. Fig. 1과 같은 순서로 본 연구는 7단계의 연구절차를 가지고 있다. 첫째, 원가상승과 관련된 국내외 기존 연구들을 분석하여 연구가설 수립을 위한 시사점을 도출하였다. 둘째, 기존연구와 전문가 자문을 통하여 원가상승 원인 분석을 위한 설문지를 작성하였다. 셋째, 해외건설협회의 협조를 얻어 13개 국내 대형건설사에게 설문 조사를 시행하고 유효설문지를 선별하였다. 넷째, 입찰 전 리스크 평가금액과 공사비 증가와의 관계를 회귀분석과 분산분석으로 분석하였다. 다섯째, 견적여유분의 크기와 공사비 증가와의 관계를 회귀분석과 분산분석으로 분석하였다. 여섯째, 외부환경 리스크의 크기와 내부역량 리스크의 크기를 독립표본 T검정과 다중회귀분석으로 분석하였다. 일곱째, 리스크 대응과 원가의 증가 및 감소 효과를 분산분석과 회귀분석으로 분석하였다.

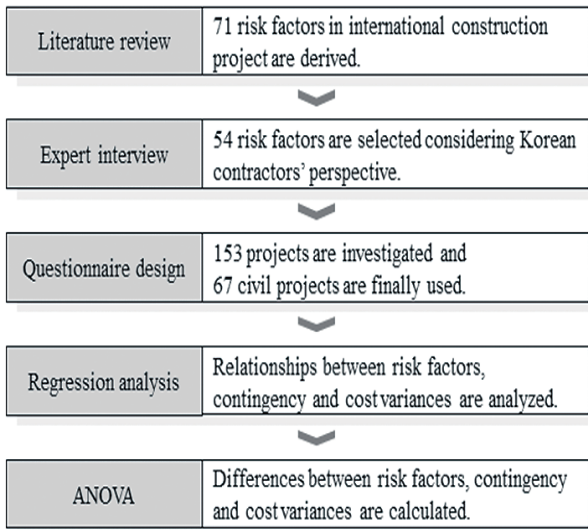


Fig. 1. Research process and output

2. 연구동향

2.1 원가상승 원인에 관한 연구

건설관리분야에서는 많은 연구자들이 원가상승 원인에 관하여 연구 해왔다. Fimpong et al. (2003)은 가나의 33개 지하수공사 프로젝트를 조사하여 26개 원가상승원인에 대하여 발주자, 시공자, 컨설턴트의 의견을 조사하였다. Lee (2008)는 국내 SOC 중 교통과 관련된 사업을 대상으로 원가상승 원인에 대한 분석을 수행하였다. 국내 도로사업의 95% 및 철도사업의 100%가 원가상승이 발생하였으며, 원가상승의 주요 원인으로 설계변경, 공기지연, 부정확한 공사비 예측으로 도출되었다. Creedy et al. (2010)은 호주에서 수행된 도로건설

사업을 기반으로 요인분석과 전문가 자문을 통해 28개의 원가상승 요인을 도출하였으며, 회귀분석을 통해 프로젝트 규모가 원가상승과 밀접한 관계가 있음을 규명하였다. Shehu et al. (2014)은 계약원가, 공종, 지리적 위치, 발주방식, 입찰 방식이 각각 원가상승에 어느 정도 영향을 미치는지 규명하기 위해 말레이시아에서 수행된 건설사업을 대상으로 통계적 분석을 수행하였다. Rosenfeld (2014)는 전 세계 200명의 건설전문가 설문을 통해, 입찰자료 미흡, 발주자의 잦은 설계변경, 저가입찰 등 15개의 원가상승 Root Cause를 도출하였다.

이와 같이, 원가상승 원인에 관한 연구는 다양한 국가에서 꾸준히 이루어져 왔고 상승요인을 규명하는데 많은 성과가 있어왔다. 하지만, 원가상승의 원인을 입찰 전과 수주 후로 나누어 사업관리 관점에서 어느 단계에 문제가 있었는지에 대한 연구는 미흡하였다.

2.2 원가상승 예측에 관한 연구

원가상승 원인을 기반으로 원가상승의 크기를 예측하는 연구도 진행되어왔다. Touran (2009)은 건설사업 투자기관 관점에서 포트폴리오 구성시 원가상승 확률의 신뢰수준을 고려하여 사업비용을 산정하는 수학적 모델을 제시하였다. Knight and Fayer (2002)는 퍼지이론을 기반으로 건설사업의 설계단계에서 13개의 프로젝트 특성과 8개의 리스크 요인에 의한 원가상승 예측 모델을 제시하였다. Chun and Woo (2006)는 적절한 건설원가 변동 반영을 목적으로 비목별 주요 항목을 선정하고 비목별 가중치를 산정하여 도로 건설공사비지수를 산정하는 방법론을 제시하였다. Love et al. (2013)은 호주에서 수행된 275개 프로젝트에 대하여 원가상승에 대한 확률분포를 금액에 따라 유형별로 제시하였다. 이는 원가상승의 실태를 실제사례기반으로 조사한 유익한 연구이나 원가상승요인과 연결한 예측의 성격으로는 미흡함이 있었다. Dikmen et al. (2007)은 해외건설프로젝트에서 발생할 수 있는 리스크 요인과 원가상승 리스크를 퍼지이론을 기반으로 모델링하였다. 이는 리스크 원인과 원가상승의 관계를 체계적으로 규명한 좋은 연구였으나 원가상승 예상치 인덱스 형태로 제공되어 실제 상황을 반영하기에는 한계가 있다.

이와 같이, 프로젝트의 특성이나 리스크에 의한 원가상승을 예측하고 적절한 비용 산정을 위한 연구는 많이 시도되었으나 실제프로젝트의 원가상승 값을 기반으로 예비비나 예비비 외 견적에 반영한 여유금(Allowance)까지 고려한 실증적인 연구는 거의 없었다.

3. 연구방법론

3.1 프로젝트 표본

본 연구에서는 기존연구문헌 분석과 전문가 자문을 통하여

Table 1. Profile of sample projects and respondents

(1) Project profile

Product type	Num.	Project cost	Num.	Region	Num.
Road	31	More than 500M\$	5	Southeast Asia	31
Port	9	500M\$~100M\$	9	Southwest Asia	20
Railway	4	100M\$~50M\$	11	Middle East	5
Bridge	4	50M\$~10M\$	40	Northeast Asia	4
Dam	4	Less than 10M\$	2	Africa	4
Tunnel	2			Central Asia	2
etc	13			North America	1

(2) Respondent profile

Position	Num.	Total experience	Num.	Int. experience	Num.
PM	21	More than 30y	7	More than 20y	7
CM	27	30y~20y	15	20y~10y	20
Cost Manager	19	20y~10y	39	10y~5y	21
		Less than 10y	6	Less than 5y	19

해외토목사업의 원가상승 원인분석을 위한 설문지를 작성하였다. 설문조사는 해외건설협회의 협조를 얻어 해외토목사업을 수행한 13개 국내건설기업을 대상으로 수행되었으며 2001년부터 2015년 사이에 수행된 79개 프로젝트 정보가 수집되었다. 이 중 12개의 설문지는 공란이 많거나 일관성이 크게 부족하다고 판단되어 표본에서 제외하고 최종적으로 67개의 표본을 분석대상으로 선정하였다. Table 1은 분석된 표본과 응답자에 대한 개요를 나타낸다. 프로젝트 표본은 도로공사가 제일 많았으며, 67개 중 58개가 EPC Turnkey, 5개가 시공만의 총액계약, 4개는 시공만의 단가계약이었다. 평균 프로젝트 공사비는 112M\$로서 10M\$이하에서 5000M\$까지 다양한 분포를 나타내었다. 토목프로젝트 현장은 동남아시아, 서남아시아 순으로 많았다. 전체 설문 응답자의 70%가 5년 이상의 해외건설사업 경험을 가지고 있었으며, 70%가 PM 또는 CM의 역할을 담당하였다.

3.2 변수

3.2.1 원가변동 리스크 변수

본 연구에서는 문헌조사 및 전문가 인터뷰를 통해 해외건설사업의 원가상승요인을 도출하였으며 이는 Jung and Han (2017)의 연구와 동일하다. 기존의 연구로는 2.1절에서 언급한 Fimpong et al. (2003)의 26개 요소, Creedy et al. (2010)의 28개요소, Rosenfeld (2014)의 15개 요소와 해외프로젝트 리스크 요소를 연구한 문헌을 추가 조사하였다. Hastak and Shaked (2000)은 국가, 시장, 프로젝트 대분류 속에서 73개의 리스크 인자를 도출하였고, CII (2003)에서는 14개 분류

Table 2. Risk factors of cost overrun

Category	Risk Factors	
External risk	Political Risk	1 Political instability such as civil war, regime change
		2 Corruption, collusion, and underground deal practice
		3 Imperfect institution related to construction
	Economic Risk	4 Uncertainty of interest rate
		5 Uncertainty of inflation rate
		6 Uncertainty of local currency
	Infra & Social Risk	7 Difference in culture, customs, and routines
		8 Poor infra and logistics condition
		9 Staff supply difficulties in host country
		10 Material supply difficulties in host country
		11 Equipment supply difficulties in host country
	Employer Risk	12 Subcontractor supply difficulties in host country
		13 Insufficient project management capability of employer
		14 Unstable financing resources of employer
		15 Administrative approval and licensing delays
		16 Insufficient social consensus for project necessity
		17 Informal request by employer
Contract Risk	18 Insufficient time for bid preparation	
	19 Insufficient period for construction completion	
	20 Design accuracy provided by employer	
	21 Insufficient specification provided by employer	
	22 Unrewarded change in law	
	23 Unfavorable payment condition clause	
	24 Unfavorable payment currency agreement	
	25 Unfavorable security clause	
	26 Unfavorable tax and tariff treaty	
	27 Unfavorable retained earning transfer	
	28 Unfavorable liquidated damage agreement	
	29 Unreasonable requirements for local contents	
	30 Unfavorable claim and arbitration agreement	
Site Risk	31 Unfavorable geographical accessibility	
	32 Geological uncertainty	
	33 Weather and climate uncertainty	
	34 Poor living environment condition	
Management Risk	35 Insufficient cost management capability	
	36 Insufficient schedule management capability	
	37 Insufficient quality management capability	
	38 Insufficient organizational management capability	
	39 Insufficient resource management capability	
	40 Insufficient headquarters' support level	
	41 Insufficient localization	
	42 Insufficient language communication capability	
	43 Insufficient information acquisition capability	
	44 Insufficient contract management capability	
45 Insufficient claim management capability		
Technical Risk	46 Insufficient labor training capability	
	47 Insufficient design management capability	
	48 Insufficient estimation capability	
	49 Overall construction method difficulties	
	50 New construction technology difficulties	
	51 IT based project management difficulties	
Partner Risk	52 JV's insufficient construction capability	
	53 Nominated subcontractor's insufficient capability	
	54 Ordinary subcontractor's insufficient capability	

속에서 80개의 리스크 인자를 도출하였다. 또한, Dikmen et al. (2007)은 국가와 프로젝트로 그룹으로 분류하여 45개 리스크 요소를 도출하였고 Bu-Qammar et al. (2009)는 5개 분류 속에서 28개의 원가상승요소를 도출하였으며 Han et al. (2006)은 해외건설 프로젝트 수익성에 미치는 64개의 영향요소를 전문가 인터뷰와 문헌조사를 통해 제시하였다. 이러한 기존 연구문헌을 바탕으로, 본 연구에서는 71개의 원가상승 리스크 요인을 우선적으로 도출하였으며, 해외건설사업을 15년 이상 경험한 실무 전문가 5인에 대한 인터뷰를 바탕으로 리스크 요인 도출의 타당성 검증을 수행하였다. 이 과정에서 상대적으로 중요도가 낮다고 판단되거나 중복성이 있는 리스크 요인들은 제외되었다. 예를 들어, Table 2의 9~12번 리스크에 해당하는 현지국으로부터의 인력, 재료, 장비, 하도급 조달은 주요 리스크라고 할 수 있으나 제3국이나 국내기업으로부터의 이러한 요소들의 조달은 기 검증된 기업을 중심으로 계약하기 때문에 덜 중요한 리스크로 평가되어 8가지 요인이 제외되었다. 또한, 발주자 제공 설계의 정확도는 20번 리스크인 발주자 제공의 설계에 대한 계약조건과 중복성이 있고, 민원 발생가능성은 16번 리스크인 사업의 필요성에 대한 사회적 합의와 중복성이 있다는 의견을 보였다. 이와 같은 과정을 통하여, 국내대형건설기업의 EPC사업 원가관리에 중요한 영향을 미치는 54개 리스크 요소를 최종적으로 도출하였다. 다만 이렇게 도출된 리스크 요인은 사업의 세부공종, 조달방식, 사업지역에 따라 달라질 수 있으며, 한 개의 리스크가 세분화 될 수도 있고 여러 개의 리스크가 하나로 합쳐질 수 있기 때문에, 본 연구의 결과는 이러한 특성을 반영하는 수준에 따라 결과가 다소간 달라질 수도 있다.

도출된 54개의 리스크 요인은 체계적인 분석을 위해 외부 환경에 의한 외적 리스크와 기업 내부의 역량과 관계있는 내적 리스크로 구분하여 각각 6개, 3개의 분류체계로 구성하였다(Table 2). Fig. 2와 같은 리스크 측정법은 저자의 기존 연구인 Jung and Han (2017)과 같은 방식으로, 입찰 전 예측 리스크(a), 수주 후 발생 리스크(b), 그리고 리스크 대응 후 잔여 리스크(c)로 구분하여 3단계 원가상승 리스크를 조사하였다. 리스크 측정은 프로젝트 원가 전체에 미치는 영향을 리커트(Likert) 7점 척도를 사용하여 조사하였다. 리커트 점수는 -2 (긍정적), -1 (다소 긍정적), 0 (영향 없음), 1 (다소 부정적), 2 (부정적), 3 (매우 부정적), 4 (최악)으로 정의하였으며, 원가증감의 기회요소와 위협요소를 모두 고려하기 위하여 양방향으로 측정하였다. Fig. 2와 같은 측정방법은 리스크의 시간에 따른 변동성을 한축으로 나열하여 평가하기 때문에, 수주 전후의 변화를 관측하기에 유리하다. 하지만, 사업수행 경험자가 다양한 리스크를 기억해야 하는 것과 리스크 금액의 측정단위가 세밀하지 못한 것은 설문 정확도에 한계가 된다.

Risk Num.	Phases	Questions	N/A	Measurement						
				Positive	Slightly positive	No impact	Slightly negative	Negative	Very negative	Extremely negative
5	Before Bid	How much was the checked inflation risk in your project?		2	1	0	-1	-2	-3	-4
		What was the mitigation plan against inflation risk in your project?		Estimation	Contingency	Insurance	Client	Subcontractor	JV	Others
	After award	How much was the actual escalation risk in your project?		2	1	0	-1	-2	-3	-4
		After risk mitigation, how much was the residual inflation risk in your project?		2	1	0	-1	-2	-3	-4

Fig. 2. Risk measurement of questionnaire

3.2.2 견적 여유분 및 예비비 변수

프로젝트 입찰에서는 불확실성과 원가상승 가능성에 대비하여 예비비(Contingency)를 설정하는 경우가 많다. 하지만, 실무적인 관점에서는 예비비뿐만 아니라 불확실성 대비의 성격으로 견적에 반영된 수량 및 단가의 할증계수, 그리고 여유분(Allowance)까지도 원가 상승 리스크를 대비한 금액으로 반영한다. 따라서 본 연구에서는 Fig. 3과 같이 예비비뿐만 아니라 견적에 포함된 여유분까지도 조사하여 이들의 합을 전체 예비비(Total contingency)로 분석하였다.

Table 3은 분석한 67개 해외토목프로젝트에 대해, 입찰 전 예측한 리스크, 수주 후 발생한 리스크, 리스크 대응 후 잔여 리스크, 입찰 전 예비비, 입찰 전 총 예비비, 최종 원가상승률을 조사한 결과이다.

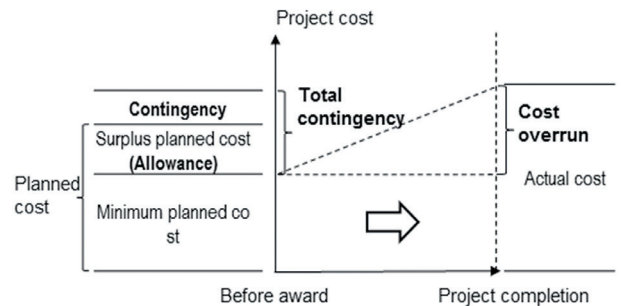


Fig. 3. Contingency and total contingency

3.3 해석방법

본 연구에서는 통계분석기법으로 회귀분석, 분산분석을 오픈 소스인 통계분석용 소프트웨어 R 프로그램(Version 3.3.2)을 사용하였다. 사용된 데이터는 정규성을 만족한다고 가정하였으나 분산분석의 일부 소그룹에서 데이터 수 부족으로 Shapiro-Wilk의 정규성 검증을 만족하지 못하는 경우는 ANOVA분석에서 비모수 독립표본 검증인 Kruskal-Wall Test를 추가하였다.

Table 3. Risk, contingency and cost overrun of project sample

Sample	Product	Region	Predicted Risk (a)	Actual Risk (b)	Residual Risk (c)	Allowance	Contingency	Total Contingency	Cost Overrun
#1	Road	Southwest Asia	0.547	1.212	1.132	5.0%	0.0%	5.0%	30%
#2	Road	Southwest Asia	0.265	0.500	0.471	3.0%	0.0%	3.0%	30%
#3	Road	Southwest Asia	0.151	0.377	0.340	2.0%	10.0%	12.0%	30%
#4	Road	Southwest Asia	0.860	1.314	1.255	2.0%	2.0%	4.0%	20%
#5	Road	Southwest Asia	0.863	1.314	1.255	2.0%	2.0%	4.0%	20%
#6	Road	Southwest Asia	1.340	1.868	1.887	0.0%	2.0%	2.0%	20%
#7	Road	Southwest Asia	0.038	1.264	1.340	0.0%	1.0%	1.0%	20%
#8	Road	Southeast Asia	0.547	0.922	0.769	3.0%	10.0%	13.0%	20%
#9	Road	North America	0.250	0.854	0.792	1.0%	1.0%	2.0%	20%
#10	Road	Africa	0.151	0.396	0.321	2.0%	10.0%	12.0%	20%
#11	Road	Africa	0.189	0.509	0.415	2.0%	10.0%	12.0%	20%
#12	etc.	Central Asia	0.848	1.587	0.826	2.0%	3.5%	5.5%	20%
#13	etc.	Southwest Asia	1.000	2.075	2.038	0.0%	1.0%	1.0%	16%
#14	Road	Africa	0.147	0.372	0.309	0.0%	10.0%	10.0%	15%
#15	Road	Southwest Asia	1.000	1.113	1.094	2.0%	2.0%	4.0%	15%
#16	Port	Southeast Asia	0.925	0.491	0.472	0.0%	0.0%	0.0%	15%
#17	Road	Southwest Asia	1.250	1.320	1.327	2.0%	5.0%	7.0%	15%
#18	etc.	Southeast Asia	0.074	0.407	0.389	1.0%	2.5%	3.5%	15%
#19	Road	Southwest Asia	0.922	1.137	1.098	2.0%	2.0%	4.0%	10%
#20	Road	Africa	0.151	0.358	0.302	2.0%	10.0%	12.0%	10%
#21	Road	Southeast Asia	-0.151	0.925	0.904	0.0%	1.0%	1.0%	8%
#22	Road	Northeast Asia	0.288	0.077	-0.078	2.0%	0.0%	2.0%	5%
#23	Port	Middle East	-0.923	0.077	0.000	3.0%	2.0%	5.0%	5%
#24	Water	Northeast Asia	-0.056	-0.037	0.000	1.0%	1.0%	2.0%	5%
#25	Road	Southeast Asia	-0.250	0.250	0.269	1.0%	1.0%	2.0%	5%
#26	Dam	Southeast Asia	0.019	0.000	-0.038	2.0%	5.0%	7.0%	5%
#27	Dam	Southeast Asia	0.019	0.000	-0.038	2.0%	5.0%	7.0%	5%
#28	Port	Southeast Asia	0.755	0.491	0.491	0.0%	0.0%	0.0%	5%
#29	etc.	Central Asia	0.352	0.264	0.167	5.0%	15.0%	20.0%	5%
#30	Road	Southwest Asia	0.077	-0.154	-0.154	1.0%	0.0%	1.0%	0%
#31	Bridge	Southeast Asia	0.094	-0.019	-0.019	1.0%	0.0%	1.0%	0%
#32	Road	Southwest Asia	0.077	-0.157	-0.118	1.0%	0.0%	1.0%	0%
#33	Road	Southeast Asia	0.057	-0.019	-0.019	1.0%	0.0%	1.0%	0%
#34	etc.	Middle East	-0.019	0.132	0.094	2.0%	3.0%	5.0%	0%
#35	Bridge	Southeast Asia	0.269	0.827	0.558	5.0%	0.5%	5.5%	0%
#36	Road	Southwest Asia	0.811	1.019	0.170	5.0%	0.0%	5.0%	0%
#37	Road	Southwest Asia	0.906	0.868	0.151	0.0%	3.0%	3.0%	0%
#38	Port	Southwest Asia	0.906	1.566	0.642	3.0%	2.0%	5.0%	0%
#39	Railway	Southeast Asia	0.170	0.264	-0.075	1.0%	1.0%	2.0%	0%
#40	Railway	Southeast Asia	0.340	0.434	0.019	1.0%	1.0%	2.0%	0%
#41	Railway	Southeast Asia	1.037	1.556	1.463	2.0%	0.0%	2.0%	0%
#42	Road	Southwest Asia	0.283	0.208	0.000	5.0%	2.0%	7.0%	0%
#43	Road	Southeast Asia	0.186	0.140	-0.093	3.0%	0.0%	3.0%	-1%
#44	Road	Southwest Asia	0.957	0.900	0.725	0.0%	2.0%	2.0%	-2%
#45	Water	Northeast Asia	-0.185	-0.167	-0.056	2.5%	0.0%	2.5%	-2%
#46	Port	Middle East	-0.208	-0.132	-0.094	1.0%	3.0%	4.0%	-5%
#47	Port	Middle East	-0.226	0.075	0.075	0.0%	1.0%	1.0%	-5%
#48	Dam	Southeast Asia	0.265	0.184	0.143	0.0%	0.7%	0.7%	-5%
#49	Water	Northeast Asia	-0.074	-0.074	-0.037	1.0%	4.0%	5.0%	-5%
#50	Port	Southeast Asia	-0.235	-0.472	-0.509	2.0%	1.0%	3.0%	-5%
#51	Road	Southeast Asia	0.019	0.019	0.019	2.0%	0.0%	2.0%	-5%
#52	Road	Southeast Asia	0.094	0.132	0.132	5.0%	0.0%	5.0%	-5%
#53	Road	Southeast Asia	0.075	0.038	0.038	5.0%	0.0%	5.0%	-5%
#54	Railway	Southwest Asia	-0.019	-0.074	-0.130	0.0%	2.0%	2.0%	-10%
#55	etc.	Middle East	0.115	0.038	0.038	2.0%	2.0%	4.0%	-10%
#56	Road	Southwest Asia	0.537	0.685	0.442	2.0%	3.0%	5.0%	-10%
#57	Airport	Southeast Asia	0.321	0.396	0.094	1.0%	1.0%	2.0%	-10%
#58	Road	Southeast Asia	0.077	-0.057	-0.038	1.0%	0.0%	1.0%	-10%
#59	Road	Southeast Asia	0.096	-0.057	-0.057	1.0%	0.0%	1.0%	-10%
#60	Road	Southeast Asia	0.077	-0.132	-0.132	1.0%	0.0%	1.0%	-10%
#61	Dam	Southeast Asia	0.057	0.000	0.019	5.0%	5.0%	10.0%	-10%
#62	Road	Southeast Asia	0.113	-0.057	-0.038	1.0%	0.0%	1.0%	-10%
#63	Water	Southeast Asia	0.058	-0.057	-0.057	1.0%	0.0%	1.0%	-10%
#64	Port	Southeast Asia	0.264	0.222	0.167	2.0%	3.0%	5.0%	-10%
#65	Bridge	Southeast Asia	0.075	0.038	0.038	5.0%	0.0%	5.0%	-15%
#66	Bridge	Southeast Asia	-0.736	-0.226	-0.340	3.0%	2.0%	5.0%	-15%
#67	Port	Southeast Asia	0.380	0.286	-0.122	0.0%	1.0%	1.0%	-40%

3.3.1 데이터의 신뢰성 분석(Reliability analysis)

데이터의 신뢰성분석은 개별 변수항목 혹은 관찰항목이 일관성을 가지는 것을 검토하는 것으로 본 연구에서는 크론바흐알파(Cronbah alpha) 계수값을 이용하였다. Nunnally (1978)에 의하면, 크론바흐알파 계수값이 탐색적 연구에서는 0.6이상, 기초연구에서는 0.8이상, 응용연구에서는 0.9이상이면 측정도구 신뢰성을 충분히 확보할 수 있다고 하였다. 본 연구에서는 입찰 전 예측 리스크(a), 수주 후 발현 리스크(b), 그리고 리스크 대응 후 잔여 리스크(c)에 대하여 각각을 구성하고 있는 관찰 데이터에 대한 신뢰성을 검증하였다. 특히, 4.3절에서는 외부환경 리스크와 내부역량 리스크로 구분하여 검토하였다.

3.3.2 회귀분석(Regression analysis)

회귀분석은 종속변수에 대하여 특정 독립변수가 통계적으로 유의미한 영향을 미치는지 여부를 판단하고, 영향이 있다면 얼마만큼의 영향을 미치는지를 규명하는데 유용하다. 본 연구에서는 Gelman and Hill (2007)에 근거하여 설명력 검토는 Adjusted R², 통계적 유의미는 F검정의 유의수준, 잔차의 정규성은 표준화된 잔차가 3을 넘지 않고, Cook의 거리가 1이 넘지 않음을 검토하였다. 또한, 히스토그램과 P-P Plot (Expected cumulative probability - Observed cumulative probability)도 검토하였으나 지면관계상 4.1에서만 그림을 제시하였다. 잔차의 독립성은 Dubin Watson의 값이 2가 초과하지 않음을 검토하였다(Gelman & Hill, 2007).

3.3.3 분산분석(ANOVA)

분산분석(Analysis of variance, ANOVA)은 세 개 이상의 모집단 평균에 유의한 차이가 존재하는지 여부를 검증하는 통계분석기법이다. 본 연구의 분산분석을 위한 전처리과정으로 원가상승 수준과 예비비 비율을 각각 4개의 그룹으로 구분하였다. 원가상승 수준이 100% 미만이면 A 그룹, 100% 이상 105% 미만이면 B 그룹, 105% 이상 110% 미만이면 C 그룹, 110% 이상이면 D 그룹으로 분류하였다. 분산분석에서 일반적으로 유의확률(P-Value)이 유의수준(α)보다 작거나 같으면 각 모집단의 평균 사이에 유의한 차이가 존재한다고 볼 수 있다. 본 연구에서는 R 프로그램에서 aov 함수를 사용하여 회귀분석을 수행하였으며 TukeyHSD 함수를 사용하여 사후검정을 실시하였다.

4. 연구결과

4.1 원가상승과 입찰 전 리스크 예측수준

입찰 전 예측리스크들에 대한 크론바흐알파 값은 0.897로서 기초연구 기준인 0.8을 초과하고 응용연구 기준인 0.9 이상에도 거의 근접하여 내적 신뢰성을 만족하였다(Nunnally,

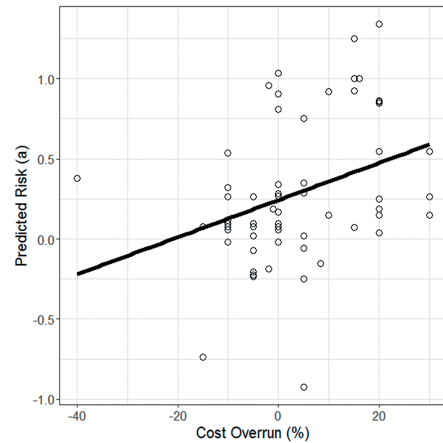


Fig. 4. Regression analysis of cost overrun and predicted risk

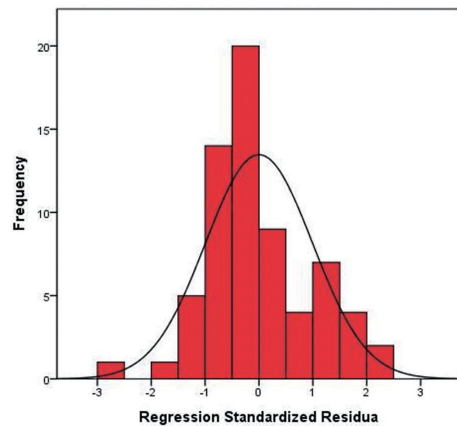


Fig. 5. Histogram and normality check

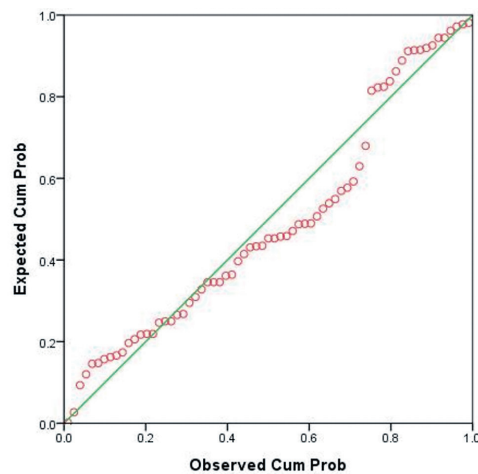


Fig. 6. P-P plot of regression standardized residual

Table 4. Descriptive statistics of predicted risk by group

Category	Num.	Avg.	Min.	Max.	S.D.
Group A	25	0.083	-0.736	0.957	0.307
Group B	13	0.385	-0.019	1.037	0.384
Group C	9	0.006	-0.923	0.755	0.463
Group D	20	0.576	0.038	1.340	0.429

1978). Fig. 4는 원가상승률이 높았던 사업일수록 입찰 전 예측한 리스크도 평균적으로 컸었다는 우상향 기울기를 보여주고 있다. 하지만, Adjusted R²은 0.1027이고 F검정의 유의수준은 0.005 이기 때문에, 통계적으로는 의미가 있을지라도 설명력이 매우 작게 나타났다. 이는 원가 상승의 원인을 예측 리스크의 크기만으로는 평가하기 어렵다는 것을 나타내기도 한다. 예를 들어, 예측 리스크의 크기가 작다고 하더라도 원가나 예비비에 반영된 리스크 금액이 부족하면 원가상승은 클 수가 있기 때문이다. 또한, 수행단계의 리스크 관리 역량에 의해서도 원가상승의 성과는 달라질 수 있다. 잔차의 정규성 검토로서 표준화된 잔차는 최소 -2.936, 최대 2.076으로 절댓값 3을 넘지 않았으며, Cook의 거리도 최대 0.287, 최소 0.000로서 1을 초과하지 않았다. 더불어 Fig. 5와 Fig. 6은 잔차의 정규성을 보여주고 있다. 마지막으로 Dubin Watson값은 1.283로 2이하를 만족하였다.

Table 4의 원가성과 그룹별 기술통계에서는 원가상승률이 10%를 초과한 Group D의 20개 프로젝트는 입찰 전부터 리스크가 모두 0보다 크게 평가되었다. 또한, 입찰 전 원가상승 리스크가 0.5이상으로 평가된 프로젝트는 16개의 프로젝트 중에서는 11개가 5%이상의 원가 상승이 있었다. 이는 많은 경우에 있어서 원가상승의 가능성을 수주 이전부터 어느 정도 인식하고 있었다는 것을 암시한다.

원가상승 수준에 따른, 입찰 전 리스크 사전인식 수준은 Fig. 7과 Table 5의 분산분석 결과를 살펴보면 보다 분명하게 나타난다. Table 5에서 분산분석은 그룹간 예측 리스크의 차이가 유의미하게 존재함을 알 수 있다. 또한, Fig. 7에서는 D 그룹이 A와 C 그룹과는 유의미한 차이가 나는 것을 보여준다. 이와 같이, 원가상승이 10% 이상 발생했던 프로젝트들은 입찰 전부터 다른 프로젝트들과는 차별적으로 리스크가 크게 예측되었던 것으로 조사되었다. 그룹간 차이를 비모수 독립검정인 Kruskal-Wall Test를 사용하여도 유의수준 0.001로 소그룹간의 차이를 보여주었다.

Table 5. ANOVA of predicted risk by group

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3.538	3	1.179	8.044	0.000
Within Groups	9.237	63	0.147		
Total	12.775	66			

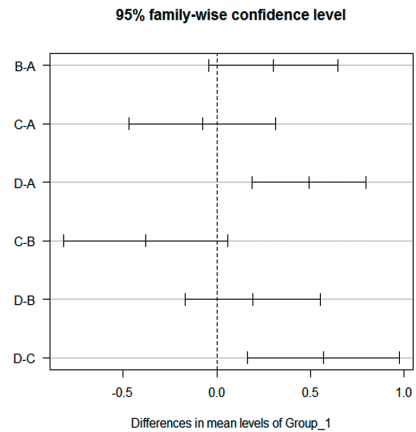


Fig. 7. Multiple comparisons of predicted risk by group

10% 이상 손해가 발생한 프로젝트들의 입찰 전 예측된 Top 10 원가상승 리스크는 Table 6과 같으며, 이는 4.4절에서 설명하는 수주 후 실제로 원가에 영향을 준 리스크와는 다소 다르게 나타났다. 손해가 많이 난 프로젝트들은 입찰 전에 대체적으로 계약, 물량, 단가, 역량 등의 프로젝트 수행측면의 원가증감요소보다는 국가전반의 인프라, 생활환경, 건설제도, 문화 등의 국가 리스크에 더 주의를 기울인 것으로 나타났다. 이는 대형손실은 국가수준의 리스크보다는 프로젝트수준의 리스크에서 더 많이 발생하고 있음을 내포하고 있다.

Table 6. Top 10 predicted risk of group D

Rank	Risk factor	Risk score
1	Poor infra and logistics condition	1.700
1	Poor living environment condition	1.700
3	Imperfect institution related to construction	1.500
4	Weather and climate uncertainty	1.474
5	Corruption, collusion, and underground deal practice	1.450
6	Insufficient period for construction completion	1.400
7	Difference in culture, customs, and routines	1.300
7	Informal request by employer	1.300
9	Administrative approval and licensing delays	1.250
10	Unfavorable geographical accessibility	1.200

4.2 원가상승과 총예비비

Fig. 8과 같이 원가상승률이 높은 사업일수록 총예비비(예비비+견적여유분)가 다소간 높게 반영되는 경향은 있었다. 하지만, 그 설명력은 매우 낮아 Adjusted R²은 0.0863이고 F검정 유의수준은 0.009 으로 통계적으로는 유의미 했다. 또한, 원가상승과 총예비비의 회귀계수 기울기가 0.09로 분석되어서, 원가상승에 비해 견적에 반영된 리스크 금액은 매우 적은 것으로 조사되었다. 이는 과거 국내기업이 해외사업진

출시 수주 전 리스크인식의 양과 실제 리스크 금액의 반영사이에 큰 차이가 있었음을 보여주고 있다. 잔차의 정규성 검토로서 표준화된 잔차는 최소 -1.458, 최대 2.268으로 절댓값 3을 넘지 않았으며, Cook의 거리도 최대 0.143, 최소 0.000로서 1을 초과하지 않았다. 잔차의 독립성에서도 Dubin Watson값은 1.754로 2이하를 만족하였다.

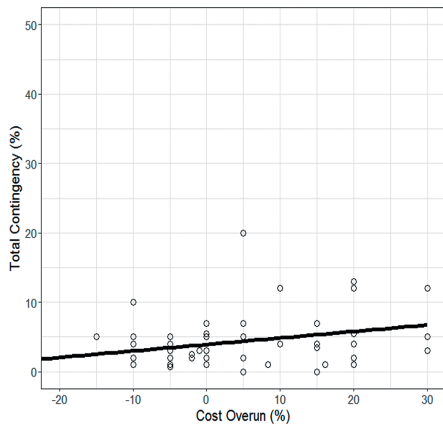


Fig. 8. Regression analysis of cost overrun and total contingency

Table 7. Descriptive statistics of total contingency by group

Category	Num.	Avg.	Min.	Max.	S.D.
Group A	25	3.088	0.700	10.000	2.202
Group B	13	3.115	1.000	7.000	2.103
Group C	9	5.110	0.000	20.000	6.133
Group D	20	5.950	0.000	13.000	4.475

D 그룹의 경우는 평균 원가상승이 19.3%로 조사되었으나 이에 따른 평균 총 예비비는 5.95% 밖에 반영되지 못하였다. 더군다나, 본 연구에서 가정하 총예비비가 아닌, 순수 예비비로만으로 해석을 한 경우, 원가상승과 예비비의 관계는 더욱 작은 것으로 분석되었다. 실제로 67개 프로젝트 중 1/3에 해당하는 22개 프로젝트는 예비비가 예산에 설정되어 있지 않았다.

또한 Table 8의 분산분석 결과를 보면, 유의수준이 0.045로 기준을 만족시키기는 하나, Fig. 9의 그룹간 차이는 Fig. 7의 그룹간의 차이만큼 유의미하게 나타나지는 않았다. 이는 원가상승 리스크가 큰 프로젝트에 대해 그만큼의 리스크 금액은 반영되지 않았다는 것을 보다 명확하게 보여준다. 그룹간 차이를 비모수 독립검정인 Kruskal-Wall Test를 사용하여도 유의수준 0.081로서 소그룹간의 차이를 약하게 보여주었다.

이와 같이, 4.1절과 4.2절의 결과를 정리하면, 원가상승이 높았던 프로젝트들은 입찰 전부터 어느 정도 리스크를 인지

하고 있었으나 그 만큼의 예비비나 견적 여유분이 반영되지 않았던 것으로 나타나며, 이는 원가손실이 컸던 프로젝트일수록 더 크게 나타났다고 할 수 있다.

Table 8. ANOVA of total contingency by group

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	114.903	3	38.301	2.836	0.045
Within Groups	850.762	63	13.504		
Total	965.665	66			

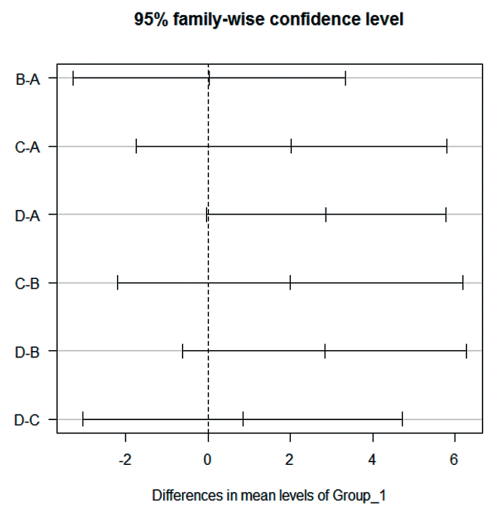


Fig. 9. Multiple comparisons of total contingency by group

4.3 외부리스크와 내부리스크의 원가영향분석

수주 후 잔여리스크에 대한 외부리스크들과 내부리스크들의 크론바흐알파 값은 각각 0.964와 0.892로서 기초연구 기준인 0.8을 초과하고 응용연구 기준인 0.9이상에도 거의 근접하여 내적 신뢰성을 만족하였다(Nunnally, 1978). 본 연구에서는 Table 3에서 제시한 것처럼 54개 원가상승 리스크 요인을 34개의 외부환경 리스크와 20개의 내부역량 리스크로 구분하였다. Fig. 10에서는 외부환경 리스크의 평균값과 내부역량 리스크 값의 평균값이 원가상승에 미치는 영향을 회귀분석으로 나타내었다. 원가상승률이 클수록 외부환경 리스크 값이 내부역량 리스크 값보다 크게 분석되었다. 외부환경 리스크의 경우는 Adjusted R²이 0.3413이고 F검정의 유의수준이 0.000으로 평가되었다. 내부역량 리스크의 경우는 Adjusted R²이 0.1791이고 F검정의 유의수준이 0.000으로 평가되었다. 이는 원가상승이 내부역량 리스크보다는 외부역량 리스크에서 더 많은 영향을 받는다는 것을 보여주고 있다. 잔차의 정규성 검토로서 표준화된 잔차는 최소 -1.577, 최대 2.814로 절댓값 3을 넘지 않았으며, Cook의 거리도 최대 0.319, 최소 0.000

으로서 1을 초과하지 않았다. 잔차의 독립성에서도 Dubin Watson값은 1.426으로 2이하를 만족하였다.

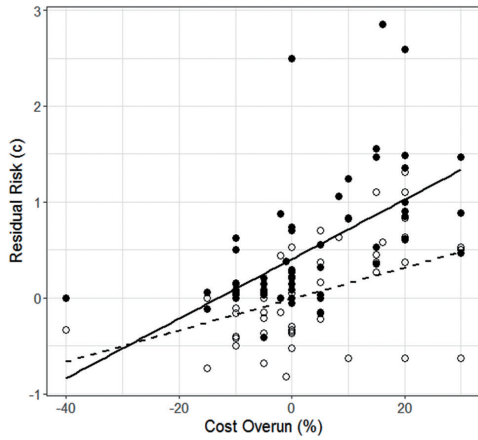


Fig. 10. Regression analysis of external risk, internal risk and cost overrun

Table 9. ANOVA of external and internal risk by group

Category	External Risk			Internal Risk		
	Mean	S.D.	Sig.	Mean	S.D.	Sig.
Group A	0.123	0.252	0.000	-0.186	0.292	0.001
Group B	0.376	0.688		-0.087	0.285	
Group C	0.206	0.385		0.148	0.346	
Group D	1.189	0.641		0.358	0.643	
Total	0.501	0.677	-	0.040	0.484	-

Table 9에서 보여주듯이, 원가관리가 잘 되었다고 할 수 있는 A와 B 그룹의 경우에는 내부역량 리스크가 원가를 절감하는 긍정의 효과로 작용한 것으로 알 수 있다. 하지만, 원가가 상승한 C와 D 그룹은 내부역량 리스크가 원가상승에 영향을 주었다. 특히, D 그룹의 내부역량 리스크는 C 그룹의 외부환경 리스크보다 크게 작용하였다. 그럼에도 불구하고, 대형손실 프로젝트군에 해당하는 D 그룹의 가장 큰 리스크는 상당한 차이로 외부환경 리스크(1.186)가 중요하게 평가되었다.

Table 10과 11은 D 그룹의 외부환경 리스크와 내부역량 리스크의 상위 10개 요소를 제시하고 있다. 충분하지 못한 공사기간은 가장 큰 외부환경 리스크(2.450)로 이는 내부역량 리스크 9위를 차지하는 스케줄 관리역량(0.421)에 비해서 매우 크게 평가되었다. 이는 국내대형업체들이 스케줄 관리역량에도 미흡함이 있지만, 처음부터 공기달성이 어려운 프로젝트에 무리하게 입찰했다는 것을 입증하고 있다. 이 밖에 발주자 제공 설계와 서류의 미흡, 현지국가의 부정부패, 날씨와 기후, 리소스 조달 등이 높게 평가 되었으며, 이는 기존의 Shehu et al. (2014)과 Rosenfeld (2014)의 연구결과와 유사하게 나타났다. 내부역량 리스크로는 해당기업 스스로보다

는 하도급업체나 JV업체의 미흡한 역량을 우선순위로 뽑았으며, 클레임역량, 로컬인력에 대한 교육, 최신기술적용 등도 상위 리스크로 평가되었다. 전통적으로 중요시 여기는 견적, 계약, 스케줄, 리소스 관리 역량을 상대적으로 높게 평가하지는 않았다. 특히, 견적역량 리스크 문제가 최상위를 차지하지 않았다는 것은 예비비나 견적여유분의 부족이 견적 정확도 역량만의 문제는 아니었음을 내포한다.

Table 10. Top 10 external risk of group D

Rank	Risk factor	Risk score
1	Insufficient period for construction completion	2.450
2	Design accuracy provided by employer	1.882
3	Corruption, collusion, and underground deal practice	1.850
3	Weather and climate uncertainty	1.850
5	Insufficient specification provided by employer	1.700
5	Material supply difficulties in host country	1.700
5	Poor living environment condition	1.700
8	Uncertainty of inflation rate	1.684
9	Administrative approval and licensing delays	1.650
9	Subcontractor supply difficulties in host country	1.650
9	Poor infra and logistics condition	1.650

Table 11. Top 10 internal risk of group D

Rank	Risk factor	Risk score
1	Ordinary subcontractor's insufficient capability	1.850
2	JV's insufficient construction capability	1.500
3	Insufficient claim management capability	0.842
4	Insufficient labor training capability	0.737
5	New construction technology difficulties	0.632
6	Nominated subcontractor's insufficient capability	0.533
7	Insufficient estimation capability	0.526
8	Insufficient contract management capability	0.474
9	Insufficient schedule management capability	0.421
10	Insufficient resource management capability	0.263
10	Insufficient localization	0.263

4.4 원가상승과 수주 후 리스크 관리 성과

수주 후 잔여리스크에 전체에 대한 리스크 값들의 크론바 호알파 값은 각각 0.940으로 응용연구 기준인 0.9를 초과하여 내적 신뢰성을 만족하였다(Nunnally, 1978). Fig. 11은 리스크 대응과 원가증감 효과를 회귀분석으로 평가한 것이다. 추세선의 기울기가 우하향하여 원가증가율이 커질수록 리스크 대응성능이 감소한 것으로 보일 수 있으나 회귀분석은 F-검정은 0.548로 유의수준을 만족시키지 못했다. 이는 조사된 표본의 해외사업 원가관리 성과는 리스크 대응성능에 영향을

적게 받았다는 것을 나타낸다. 해외사업수행역량이 원가상승에 분명한 영향을 미쳤겠지만 원가가 증가한 보다 중요한 이유는 리스크가 큰 사업에 저가입찰한 것 임을 내포하고 있다.

Table 12와 13의 그룹별 기술통계와 분산분석은 Fig. 11의 회귀분석보다 리스크 대응과 원가관리성과의 관계를 보다 잘 설명해준다. A, C, D 그룹은 리스크 대응성과보다는 입찰 전부터의 리스크가 크게 작용했던 것으로 추정된다. 하지만 원가상승률 0~5%에 해당하는 B 그룹은 리스크 대응이 다른 그룹에 비하여 유의하게 우수했던 것으로 분석되었다. 그룹간 차이를 비모수 독립검정인 Kruskal-Wall Test를 사용한 경우는 유의수준 0.097로서 소그룹간의 차이가 약하게 나타났다.

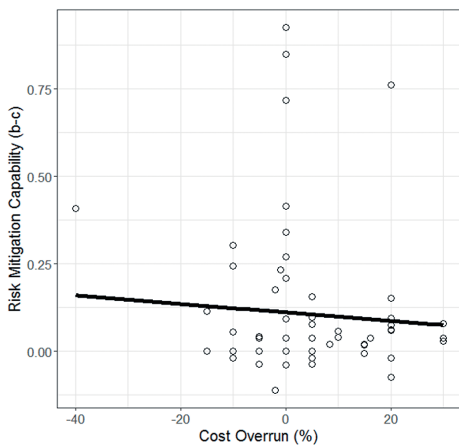


Fig. 11. Regression analysis of cost overrun and risk mitigation

Table 12. Descriptive statistics of risk mitigation by group

Category	Num.	Avg.	Min.	Max.	S.D.
Group A	25	0.057	-0.111	0.408	0.122
Group B	13	0.293	-0.039	0.925	0.340
Group C	9	0.041	-0.037	0.155	0.061
Group D	20	0.079	-0.075	0.761	0.167

Table 13. ANOVA of risk mitigation by group

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0.570	3	0.190	5.188	0.003
Within Groups	2.305	63	0.037		
Total	2.875	66			

Table 13은 원가관리성과 그룹별 리스크 관리 대응성과도 유의미하게 다르다는 것을 보여준다. 특히, Fig. 12는 원가증가가 컸던 D와 C 그룹은 원가가 양호하게 관리된 B 그룹에 비해 성과차이가 유의수준 내에서 크게 나타나는 것을 보여준다. 반면에, 원가가 감소한 A 그룹의 경우 리스크 대응성과 값이 B 그룹보다 작게 나타났다. 이는 원가의 감소는 리스크

95% family-wise confidence level

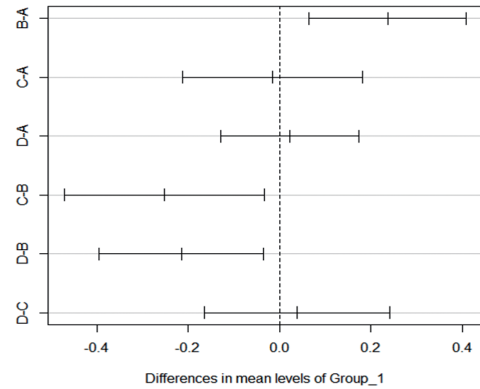


Fig. 12. Multiple comparisons of risk mitigation by group

대응의 역할보다 다른 요소에 의해 더 영향을 받았다는 것을 내포한다.

5. 결론

본 연구는 2000년부터 2015년까지 13개 국내대형건설업체들에 의해 해외에서 수행된 67개 토목사업에 대해 공사원가가 증가한 원인을 분석하였다. 도출된 결론을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 원가상승이 크게 발생한 프로젝트는 입찰 전부터 어느 정도 리스크가 예측되었던 것으로 확인되었다. 특히, 원가상승이 10% 이상인 그룹은 원가상승이 5% 미만인 그룹에 비하여 예측 리스크가 확연하게 크게 조사되었다.

둘째, 원가가 상승한 프로젝트들은 이에 대비하기 위한 예비비나 견적의 여유분이 있었지만 그 규모 면에서 매우 미흡했다. 특히, 원가상승이 10% 이상 발생한 그룹의 입찰 전 예비비나 견적의 여유분이 다른 그룹에 비해 충분히 크지 않았던 것으로 분석되었다.

셋째, 원가상승의 요인은 내적역량 리스크보다는 외부환경 리스크에서 크게 나타났다. 10%이상 원가가 증가한 그룹에서는 외부환경 리스크의 영향이 매우 컸으며, 5% 이상 10% 미만 원가가 증가한 그룹에서는 외부환경리스크 못지 않게 내부역량 리스크도 크게 나타났다. 특히, 내부역량 리스크에서는 하도급과 JV의 리스크를 크게 평가했다.

넷째, 리스크 대응성과와 최종원가상승은 유의미한 회귀관계로는 분석되지 않았다. 다만, 원가상승률 0~5% 사이의 그룹은 다른 그룹에 비하여 리스크 대응관리가 유의미한 수준으로 우수하게 분석되었다.

이러한 결과를 바탕으로, 본 연구는 해외건설 실무자에게 다음과 같은 활용 가능한 시사점이 있다. 첫째, 해외공사에서 수익을 창출하기 위해서는 낙찰 후 리스크 대응도 중요하지

만, 입찰 전에 리스크를 어떻게 평가하였고 원가에 어떻게 반영하였는지가 더 중요하다. 따라서, 사후 리스크 대응보다는 사전 리스크 인식과 평가에 노력을 더 기울여야 한다. 둘째, 사전에 리스크 평가가 이루어졌다고 하더라도 원가에 반영된 리스크 금액을 현실화하는 것이 필요하다. 수주를 위해 예비비 크기가 다소 형식적으로 반영되는 경우가 많으나, 견적에 반영된 여유분과 예비비 크기를 정량적으로 산출하고 리스크 크기에 따라 합리적으로 반영하는 체계가 필요하다. 셋째, 해외사업이 크게 손해를 본 경우는 외적환경 리스크가 크게 작용하였지만, 수익권에 들어오는 경우는 내적 역량 리스크도 중요하게 작용하였다. 즉, 역량이 미흡하면, 외적 환경 리스크가 적어도 수익을 창출하기 어렵다.

본 연구는 상기와 같은 학문적, 실무적으로 기여가 있음에도 불구하고 다음과 같은 한계점이 있다. 첫째, 토목사업의 세부공종, 계약금액, 발주지역, 발주방법 등에 따라 Top 10 Risk, 리스크 예측수준, 내부리스크와 외부리스크의 크기는 어느 정도 달라 질 수 있다. 그렇다고 표본 수를 필요한 만큼 확보하는 것도 어려운 것이 현실이기 때문에 후속연구는 정량분석보다는 사례중심의 정성분석 위주로 이루어져 한다. 둘째, 단일 응답자가 과거프로젝트에 대해 입찰 전부터 수행 완료 때까지 다양한 리스크 요인을 정확히 평가하는 데에는 한계가 있다. 후속 연구에서는 동일한 프로젝트에 대해 여러 사람의 의견을 동시에 수렴하여 평가하는 접근법이 필요하다. 후속 연구는 상기의 한계점을 보완하여, 원가상승 원인분석의 심화뿐만 아니라 원가상승의 원인을 사전적으로 차단하고 대응하는 방법에 대한 연구를 진행할 예정이다.

감사의 글

본 연구는 2015년도 정부(과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. NRF-2015RIA2A1A09007327).

References

- Bu-Qammar, A.S., Dikmen, I., and Birgonul, M., T. (2009). "Risk assessment of international construction projects using the analytic network process" *Canadian J. Civil Eng.*, 36(7), pp. 1170-1181.
- CII (Construction Industry Institute) (2003). *International Project Risk Assessment (IPRA) Tool, Implementation Resource*, 181-2, Austin, TX.
- Creedy, G. D., Skitmore, M., and Wong, J. K. (2010). "Evaluation of risk factors leading to cost overrun in delivery of highway construction projects" *Journal of construction engineering and management*, 136(5), pp. 528-537.
- Dikmen, I., Birgonul, M. T., and Han, S. (2007). "Using fuzzy risk assessment to rate cost overrun risk in international construction projects" *International Journal of Project Management*, 25(5), pp. 494-505.
- Frimpong, Y., Oluwoye, J., and Crawford, L. (2003). "Causes of delay and cost overruns in construction of groundwater projects in a developing countries; Ghana as a case study" *International Journal of project management*, 21(5), pp. 321-326.
- Gelman, A., and Hill, J. (2007). "Data Analysis Using Regression and Multilevel/Hierarchical Models" Cambridge University Press, Cambridge, MA.
- Han, S. H., Kim, D. Y., and Kim, H. (2007). "Predicting profit performance for selecting candidate international construction projects" *Journal of Construction Engineering and Management*, 133(6), pp. 425-436.
- Han, S. H., Sun, S. M., Park, S. H., and Jung, D. Y. (2006). "The hierarchical structures of cause-and-effect relationships on the profit factors in overseas construction project" *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 7(5), pp. 64-76.
- Hastak, M., and Shaked, A. (2000). "ICRAM-1: Model for international construction risk" *Journal of Management in Engineering*, 16(1), pp. 59-69.
- Jang, W., Yang, H. B., and Han, S. H. (2014). "Development of evaluation system for overseas business capability of construction firms" *Journal of The Korean Society of Civil Engineers*, 34(3), pp. 977-987.
- Jung, W. and Han, S. (2017). "Which risk management is more crucial to control project cost?" *Journal of Management in Engineering*, In press, DOI: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000547.
- Kim, B. Y. (2016a). "Financial performance of large construction companies depends on cost management capability" *The Bell*, <http://www.thebell.co.kr/front/free/contents/news/article_view.asp?key=201603110100021150001279> (Mar. 11, 2016).
- Kim, H. J. (2016b). "Checking external variables related

- to overseas construction” *K-build Journal*, 16(6), pp. 5-13.
- Knight, K., and Robinson Fayek, A. (2002). “Use of fuzzy logic for predicting design cost overruns on building projects” *Journal of Construction Engineering and Management*, 128(6), pp. 503-512.
- Lee, J. K. (2008). “Cost overrun and cause in Korean social overhead capital projects: Roads, rails, airports, and ports” *Journal of Urban Planning and Development*, 134(2), pp. 59-62.
- Love, P. E., Wang, X., Sing, C. P., and Tiong, R. L. (2012). “Determining the probability of project cost overruns” *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(3), pp. 321-330.
- Nunnally, J. C. (1978). *Psychometric Theory*, NY: McGraw-Hill.
- Part, P. S. and Kim Y. S. (2015). “A study on the cost analysis model based on risk factors of the overseas gas plant construction industry” *Journal of The Architectural Institute of Korea*, 31(3), pp. 53-62.
- Rosenfeld, Y. (2014). “Root-Cause Analysis of Construction-Cost Overruns” *Journal of Construction Engineering and Management*, 140(1), 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000789.
- Seo, D. W. (2016). “3 out of 10 construction companies, ‘deficit management’” *Moneytoday*, <<http://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2017032316235258760&ty pe=1>> (May. 2, 2016).
- Shehu, Z., Endut, I. R., Akintoye, A., and Holt, G. D. (2014). “Cost overrun in the Malaysian construction industry projects: A deeper insight” *International Journal of Project Management*, 32(8), pp. 1471-1480.
- Son, T. H. (2015). “Localization as survival and growth strategy in international construction market” *K-build Journal*, 15(12), pp. 25-38.
- Touran, A. (2009). “Probabilistic approach for budgeting in portfolio of projects” *Journal of construction engineering and management*, 136(3), pp. 361-366.
- Utama, W. P., Chan, A. P., Zahoor, H., and Gao, R. (2016). “Review of research trend in international construction projects: a bibliometric analysis” *Construction Economics and Building*, 16(2), pp. 71-82.

요약 : 최근 국내 대형건설기업은 해외사업에서 큰 손실이 발생하였으며 이러한 손실의 중요한 원인은 저가수주 및 수행역량 때문 이었다는 의견이 많았다. 하지만, 원가상승의 원인을 실제사례를 기반으로 실증적으로 검증한 연구는 없었다. 본 연구에서는 13개 대형건설회사에 수행한 67개 해외토목 원도급 사업에 대해, 원가상승률, 예비비, 견적의 여유분, 입찰 전 리스크, 수주 후 발생한 리스크, 수주 후 원가에 영향을 미친 리스크 등을 조사하였다. 이를 바탕으로 본 연구에서 다음과 같은 결론을 얻었다. 첫째, 원가 가 상승한 프로젝트는 입찰 전에도 어느 정도 리스크를 인식하고 있었으나 예비비나 견적에 반영된 리스크 금액이 충분하지 못했 다. 특히, 원가가 크게 증가한 프로젝트 일수록 이러한 현상이 심하게 나타났다. 둘째, 원가상승의 원인은 내부역량 리스크보다는 외부환경 리스크에 의한 영향이 컸다. 하지만, 원가상승이 컸던 프로젝트에서는 내부역량 리스크도 상대적으로 크게 평가되었다. 셋째, 원가가 증가한 프로젝트들은 리스크 대응 성과가 좋지 않았지만, 원가가 감소한 프로젝트들은 리스크 대응도 중요하지만 입찰 전부터 리스크가 적었던 것으로 분석되었다. 본 연구는 해외건설사업이 보다 나은 원가관리를 위해서, 입찰 전의 리스크 평가 와 견적, 수주 후의 리스크 대응에 대해 기초적인 정보를 제공한다.

키워드 : 원가상승, 리스크, 예비비, 견적 여유분, 해외토목사업
