

# 해외 엔지니어링 사업의 리스크관리 성과분석

정우용<sup>1</sup> · 이바울<sup>1</sup> · 한승헌\*

<sup>1</sup>연세대학교 토목환경공학과

## A Performance Analysis of Risk Management for International Engineering Project

Jung, Wooyong<sup>1</sup> · Lee, Baul<sup>1</sup> · Han, Seungheon\*

<sup>1</sup>Department of Civil and Environmental Engineering, Yonsei University

**Abstract :** In recent years, Korean engineering companies are actively entering into the international business. Although international engineering project is known to have lower risk rather than EPC construction project, Korean engineering companies' international sales profit is not as good. Therefore, this study analyzes the risks that are predicted before bid and actually occurred after award. In addition, this study shows the difference of risk depending on lump sum contract and cost reimburse contract. Finally, this study analyzes the difference of risk according to civil engineering and building engineering. This study provides industry to analyze risk more practically and helps academics to focus on risk to be studied more in the future.

**Keywords :** Engineering Project, Risk Management, Project Performance, Contract Type, Product Type

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

글로벌 엔지니어링 업체의 해외설계 총매출액은 Fig. 1과 같이 글로벌 EPC 건설업체의 총매출액과 더불어 성장하고 있으며, EPC 건설업체 총매출의 7% 수준을 유지하고 있다(ENR, 2008~2016a; ENR, 2008~2016b). 특히, 국내 엔지니어링 업체의 경우는 Table 1과 같이, 2015년 해외 총매출액이 2007년 대비 8.6배의 성장을 하였고 점유율이 4.5배 성장하여, 같은 기간 글로벌 설계업체의 평균해외매출 1.5배 성장에 비하여 매우 큰 성과를 이루었다(ENR, 2008~2016a; ENR, 2008~2016b). 하지만, TOP3 엔지니어링 업체가 EPC 대형건설업체임을 감안하여 TOP3 엔지니어링 업체를 제외하고 계산하게 되면, 해외 매출액 점유율은 0.26%로 여전히 미진한 상황이다. 따라서 엔지니어링 업체의 해외진출을 도모하기 위해, 지난 프로젝트들의 리스크 관리 성과를 분석하

고 주의해야할 리스크를 제시해주는 것이 필요하다. 또한, 최근 대형건설업체들이 해외시장에서 막대한 손실을 입은 것을 고려하면(Jung, 2015) 엔지니어링 사업에서의 리스크 분석은 수익성 확보 측면에서도 선제적 연구가 매우 시급한 사안이라고 할 수 있다.

학술적으로는 대기업 및 중소·중견 건설사공기기업의 해외건설전략 및 리스크 관리를 다룬 연구들은 많이 있었지만(Han et al., 2006; Kim et al., 2013; Jang et al., 2013; Jeon et al., 2016; Kim, 1998; Sohn, 2011; Yoo, 2006) 엔지니어링 업체에 특화된 리스크 관리나 사업의 성과관리에 관련된 연구는 많지 않았다. Jang(2005)은 해외 엔지니어링 진출확대를 위해서 진출가능 시장과 전략방향을 제시했으며, Park(2006)은 베트남 진출사례를 기반으로 건설 엔지니어링 진출전략을 제시하였다. 최근에 Kim(2016)은 엔지니어링 경쟁력 확보를 위하여 기업차원에 필요한 요소들을 분석하였다. 이러한 연구들은 엔지니어링 업체들의 해외진출 비즈니스와 수익성개선에 유익한 정보와 지식을 주었지만 엔지니어링 프로젝트의 리스크 요소와 관리방향을 설명하기에는 미흡한 부분이 남아있다.

\* Corresponding author: Han, Seungheon, Department of Civil and Environmental Engineering, Yonsei University, Seoul 120-749, Korea

E-mail: shh6018@yonsei.ac.kr

Received January 3, 2017; revised -

accepted February 27, 2017

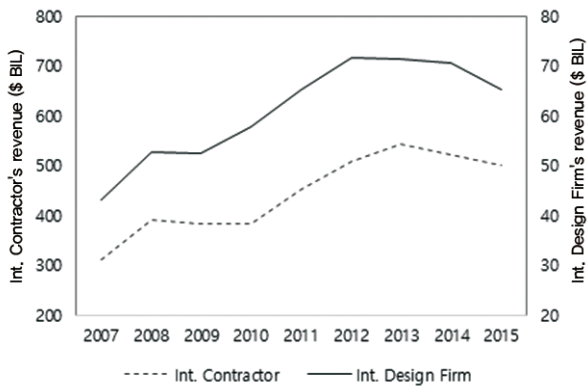


Fig. 1. Int. Revenue of contractor and design companies

Table 1. Int. revenue of Korean design companies in ENR 225

Year	Korean Design Companies			Korean Design Companies (Excluding top 3)		
	Int. Revenues (\$ MIL)	Market share (%)	Number	Int. Revenues (\$ MIL)	Market share (%)	Number
2015	1,587.8	1.9	12	218.4	0.26	9
2014	1,363.9	1.9	12	227.8	0.32	9
2013	1,020.2	1.4	12	192.7	0.26	9
2012	1,033.1	1.4	11	206.1	0.28	8
2011	789.7	1.2	7	71.8	0.11	4
2010	472.2	0.8	6	56.4	0.10	3
2009	272.2	0.5	6	61.1	0.11	3
2008	208.4	0.4	5	35.7	0.07	2
2007	184.7	0.4	7	50.2	0.11	4

따라서 본 연구에서는 다음과 같은 연구 목적을 가지고 있다. 첫째로, 건설 EPC 사업과는 다른 엔지니어링 관점에서 주의해야할 리스크 관리요소를 도출하고자 한다. 특히, 입찰 전 예측 리스크, 수주 후 실제 리스크, 그리고 예측 리스크와 실제 리스크의 차이를 분석하여 리스크 관리요소를 보다 현실적으로 제시하고자 한다. 둘째, 계약방식에 따른 리스크와 사업 공종에 따른 주요 리스크를 제시하여, 보다 세부적이고 실무적으로 해외 엔지니어링 사업의 리스크를 제시하고자 한다.

### 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구의 연구 범위와 방법은 Fig. 2와 같은 순서를 따르며 각 단계의 주요사항은 다음과 같다.

첫째, 엔지니어링 리스크 요인은 Jung(2011)의 해외건설사업의 71개 리스크 요인과 Han(2006)의 73개의 수익성 영향인자, 그리고 Lee(2012)의 핵심 리스크 인자 37개를 참조한 뒤, 경력 20년 이상 10인의 엔지니어링 전문가 인터뷰를 통하여 해외 엔지니어링 사업에 맞게 조정하였다.

둘째, 설문지 작성과 조사는 Table 1에서 제시한 것과 같이, EPC 사업도 병행하고 있는 TOP3 엔지니어링 업체는 제외하고 엔지니어링 업무를 전문으로 하는 회사의 사업만을 분석대상으로 하였다. 사업성과에 영향을 미치는 리스크

에 대한 측정은 -2 (긍정적)에서부터 2 (부정적)의 리커트 (Likert) 5점 척도를 사용하였으며, 마이너스의 값의 경우는 비용이나 공기를 줄이는 기회요소에 해당하여 0의 경우는 영향 없음에 해당한다.

셋째, 해외 엔지니어링 사업의 리스크 우선순위를 파악하기 위하여, 입찰 전 예측 리스크, 수주 후 실제 리스크 그리고 두 리스크 간의 차이를 순위분석(Rank Analysis)을 통해 분석하였다.

넷째, 해외 엔지니어링 사업에서 대표적으로 사용되는 총액계약(Lump sum Contract) 방식과 실비정산계약(Man-hour based Cost Reimbursed Contract) 방식에 대해서 리스크의 발생이 어떻게 다르게 나타나는지 비교하였다.

다섯째, 해외 토목엔지니어링 사업과 해외 건축엔지니어링 사업을 분리하여 사업분야별 리스크 발생의 차이점을 비교하였다. 이는 해외사업에서 공종별 리스크를 제시하여 실무에서 보다 현실적으로 리스크 요소를 참조할 수 있도록 도모하였다.

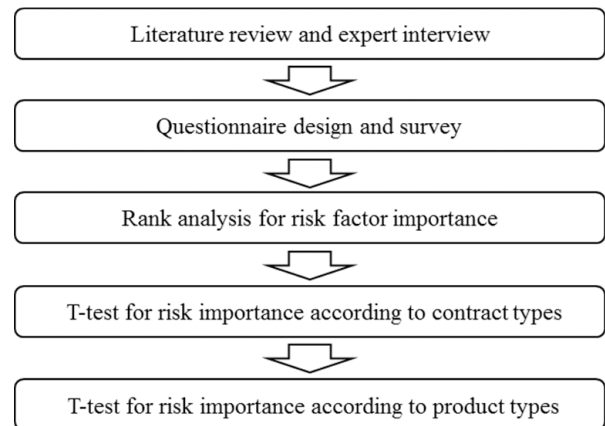


Fig. 2. Research process and methodologies

## 2. 해외 엔지니어링 리스크 성과분석

### 2.1 조사대상 사업의 일반사항

본 연구에서는 해외 엔지니어링 사업을 조사하기 위하여 2010년 이후 해외 사업실적이 있는 116개 업체를 선정하여 해당사의 대표 해외사업에 대하여 설문조사를 시행하였다. 최종 조사된 해외 엔지니어링 사업의 숫자는 55개였으며, 이 중 응답내용에 결측값이 많은 설문지는 배제하여, 최종적으로 47개의 엔지니어링 사업에 대해서 분석을 실시하였다.

대상사업의 세부사항으로는 Table 2와 같이 설문응답자의 약 90%가 10년 이상의 경력을 가지고 있었으며, 진출 국가의 관점에서는 74%가 아시아 국가의 사업이며 나머지는 중동이나 아프리카 국가의 사업이었다. 또한 공종별로는 62%는 토

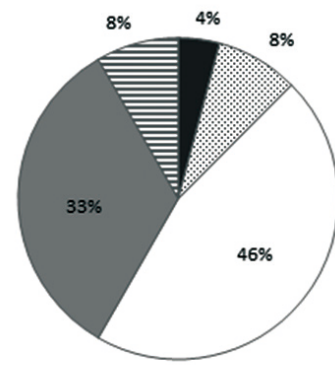
목엔지니어링 사업이었으며 28%는 건축엔지니어링 사업이었다. 재원의 현황으로는 발주처 예산은 발주처 재원인 경우가 47%였으며, ODA(Official Development Assistance) 또는 MDB(Multilateral Development Banks)인 경우가 30%, 나머지는 민간재원이었다. 특히, 토목엔지니어링 사업은 발주처 재원 또는 ODA사업이 많았으며, 건축엔지니어링 사업은 민간재원인 경우가 많았다. 낙찰자 선정방식은 QCBS(Quality Cost-based Selection)가 가장 많이 사용되었으며, 수의계약형태의 SSS(Single Source Selection)이 두 번째였고, 가격만을 평가한 LCS(Least Cost-based Selection)은 3건에 불과하였다.

Table 2. Sample projects

Respondents		Countries		Product	
Carrier	Num.	Region	Num.	Name	Num.
> 30y	4	Asia	35	Civil	29
> 20y	16	Middle East	9	Building	18
> 10y	22	Africa	3		
≤ 10y	5				
Budget resource		Bidder selection		Contract	
Name	Num.	Name	Num.	Name	Num.
Public	22	QCBS	17	Lump Sum	24
Private	11	QBS	8	Cost Re.	23
ODA	14	LCS	3		
		SSS	13		
		Etc	6		

해외 엔지니어링 사업의 대표적인 계약방식은 거의 반반으로 총액계약방식과 실비정산계약방식으로 조사되었다. 본 연구에서는 조사대상 전체에 대한 리스크 성과분석과 계약방식에 대한 리스크 분석, 공중에 대한 리스크 분석을 시행하였다. 그리고 공종별 분류와 재원별 분류는 차이가 거의 없었으며, 낙찰자 선정방식에 따른 차이는 표본수가 부족하여 본 연구에서는 배제하였다.

마지막으로 본 조사는 설문에 응한 31개 엔지니어링 기업에 대해, 최근 5년간의 해외 매출이익율을 포함하였다. Fig. 3과 같이 조사대상 기업의 12%는 매출적자를 보이고 있으며, 매출이익이 0% ~ 5%인 46%의 회사도 판관비를 고려하며, 영업이익은 손실에 가까울 것이라는 것을 보여주고 있다. 이는 해외엔지니어링 사업이 국내기업에게 아직까지는 고부가가치 고수익을 제공하고 있지 못하고 있음을 보여주고 있다.



Legend: ■ Less than -5% ▨ -5~0% □ 0~5% ■ 5~10% ▨ More than 10%

Fig. 3. Sales profit of Int. engineering project

## 2.2 전체표본에 대한 리스크관리 성과분석

전체표본에 대한 엔지니어링 사업 리스크는 Table 3과 같이 외부 및 내부 리스크로 나누어 각각 6개, 4개의 분류체제로 구성하였다. 그리고 리스크 분석방법으로는 입찰 전 예측 리스크(A), 수주 후 실제 리스크(B), 그리고 수주 후 실제 리스크에서 입찰 전 예측 리스크 간의 차이(B-A)를 보여주었다. 평가된 리스크에 대해서는 평균값을 기준으로 주요 리스크를 분석하기 위하여 리스크 수준이 높은 순으로 순위를 매겼으며, 각각의 항목에서 Top 10에 해당하는 리스크는 가독성을 위해 명암을 넣었다. 사업의 손실에 영향을 미치는 측면에서는 수주 후 실제 리스크가 어느 정도 수준이었는지가 중요하지만, 리스크관리 성과 측면에서는 수주 후 실제 리스크가 입찰 전 예측에 비해 얼마나 감소했는지도 중요하다고 할 수 있다.

정치적 리스크의 경우는 입찰 전이나 수주 후나 크게 나타나지 않았다. 이는 엔지니어링 사업은 시공 사업에 비하여 수행기간이 짧은 경우가 많고 현지보다는 자국에서 수행되는 부분이 많기 때문으로 사료된다. 하지만, 건설법규나 외국인 사업제도에 해당하는 발주국 제도의 전반적 성숙도(Imperfect Institution)의 경우 입찰 전에는 크게 리스크로 간주하지 않았으나 수주 후에는 전체 4위로 나타났으며, 입찰 전후 리스크 차이 관점으로는 전체 1위로 나타났다. 따라서 저개발 국가일수록 국내와는 상이한 각종 제도에 대해 충분한 답습이 필요하다고 할 수 있다.

사회, 경제 및 인프라 리스크에서는 입찰 전에 예상했던 수준보다 환리스크가 크게 나타났으며 금리에 의한 리스크는 작게 나타났다. 문화적 차이에 의한 리스크는 입찰 전에도 크게 예측되었고 수주 후에도 크게 나타났다. 특히, 엔지니어링 사업은 발주국 발주처와 소통업무가 많아 이러한 부분이 크게 드러난 것으로 보인다.

Table 3. Overall project risk performance (Rank analysis)

Engineering project risk				Predicted Risk (A)		Actual Risk (B)		Estimation Error (B-A)	
Categories		Risk factor		Value	Rank	Value	Rank	Value	Rank
External Risk	Political	1	Civil war, terror, regime change	0.187	14	0.148	36	-0.038	50
		2	Corruption and collusion	0.11	34	0.067	47	-0.043	51
		3	Change in law	0.172	20	0.234	25	0.062	27
		4	Imperfect institution	0.108	35	0.437	4	0.329	1
	Economic	5	Currency uncertainty	0.168	21	0.436	5	0.268	2
		6	Interest rate uncertainty	0.043	46	0.067	47	0.024	33
	Social&Infra	7	Cultural difference	0.259	5	0.35	9	0.091	23
		8	Poor living environment	0.215	12	0.239	23	0.024	33
	Employer	9	Project management capability of employer	0.184	16	0.315	13	0.131	13
		10	Design accuracy provided by employer	0.141	25	0.407	6	0.266	3
		11	Un-enough specification provided by employer	0.495	1	0.507	2	0.013	42
		12	Unstable financing resources of employer	-0.003	52	0.12	40	0.123	15
		13	Administrative approval and licensing delays	0.417	2	0.508	1	0.092	22
		14	Informal request by employer	0.254	6	0.364	8	0.11	20
	Contractor	15	Contractor's collaboration	0.159	22	0.311	14	0.152	9
		16	Contractor's work practice and routine	0.129	28	0.163	33	0.034	30
		17	Language communication with contractors	0.187	14	0.168	30	-0.019	47
		18	Contractor's construction capability	0.144	24	0.168	30	0.024	33
	Contract	19	Insufficient period for bid preparation	0.235	9	0.317	12	0.082	24
		20	Insufficient project period	0.23	10	0.301	15	0.071	25
		21	Unreasonable local contents	0.019	49	0.067	47	0.048	28
		22	Unfavorable retained earning transfer	0.053	45	0.049	52	-0.005	46
		23	Unfavorable tax and tariff treaty	0.101	37	0.12	40	0.019	37
		24	Unfavorable security clause	0.067	43	0.067	47	0	44
		25	Unfair payment condition	0.038	47	-0.024	55	-0.062	55
		26	Unfavorable design responsibility	0.058	44	-0.018	54	-0.076	56
		27	Unfavorable payment currency	-0.034	55	-0.087	57	-0.053	54
		28	Unfavorable claim and arbitration	0.101	37	0.082	45	-0.019	47
Internal Risk	Organizational	29	Leadership of project manager	0.125	29	0.258	17	0.134	12
		30	Headquarter's support level	0.243	8	0.254	19	0.011	43
		31	Professional Engineer and Ph.D. level	0.174	19	0.344	10	0.17	7
		32	Collaboration and flexibility	0.101	37	0.23	26	0.129	14
		33	Communication capability within a organization	0.206	13	0.277	16	0.071	25
	Localization	34	Local network capability	0.106	36	0.331	11	0.224	4
		35	Information acquisition capability	0.077	40	0.096	44	0.019	37
		36	Host country's experience of project manager	0.125	29	0.245	20	0.119	17
	Management	37	Overall localized level	0.145	23	0.245	20	0.1	21
		38	Insufficient resources plan	0.12	32	0.134	38	0.014	41
		39	Cost management capability	0.077	40	0.058	51	-0.019	47
		40	Schedule management	0.178	17	0.135	37	-0.043	51
		41	Claim management capability	-0.019	54	-0.063	56	-0.044	53
		42	Contract management capability	0.14	26	0.258	17	0.118	18
		43	Document management capability	-0.009	53	0.134	38	0.143	11
		44	Project management based on IT technology	0.029	48	0.173	29	0.144	10
	Technical	45	Similar engineering project experience	0.346	3	0.378	7	0.032	31
		46	Design complexity and difficulty	0.13	27	0.149	35	0.019	37
		47	Estimation capability	0.178	17	0.197	28	0.019	37
48		Value engineering capability	0.077	40	0.105	43	0.028	32	
49		Construction oriented design capability	-0.038	56	0.082	45	0.12	16	
50		Inadequate understanding of standards	0.245	7	0.245	20	0	44	
51		Change order risk	0.225	11	0.45	3	0.224	4	
52		Rework due to errors and defects	0.275	4	0.163	33	-0.112	57	
53		Owner's requirement difficulty	0.12	32	0.168	30	0.048	28	
54		Safety design difficulty	0.019	49	0.043	53	0.024	33	
55		Environmental problem design difficulty	-0.048	57	0.115	42	0.163	8	
56		Physical uncertainty design	0.121	31	0.235	24	0.114	19	
57		Weather uncertainty design	0.005	51	0.216	27	0.211	6	
<b>Average</b>				<b>0.135</b>	<b>-</b>	<b>0.202</b>	<b>-</b>	<b>0.067</b>	<b>-</b>

특히 시공사와 관련된 리스크보다는 발주처와 관련된 리스크 수준이 크게 나타났다. 특히, 입찰 전 예측한 리스크로서 발주자 제공에 의한 불충분한 설계조건과 행정업무 지연은

각각 1위와 2위를 각각 차지하였으며, 수주 후 실제 리스크로도 2위와 1위를 각각 나타내고 있어 발주자 관리가 매우 중요한 것으로 나타나고 있다. 또한, 발주자 제공 설계의 오류나

Table 4. Engineering project risk according to contract type (t-test)

Engineering project risk			Predicted risk			Actual risk		
Categories	Risk factor	Lump sum	Cost re.	Sign.	Lump sum	Cost re.	Sign.	
External Risk	Political	1 Civil war, terror, regime change	0.231	0.143	0.649	0.154	0.143	0.953
		2 Corruption and collusion	0.077	0.143	0.779	0.038	0.095	0.803
		3 Change in law	0.154	0.190	0.880	0.231	0.238	0.977
		4 Imperfect institution	-0.308	0.524	0.007**	0.731	0.143	0.017*
	Economic	5 Currency uncertainty	0.192	0.143	0.804	0.538	0.333	0.335
		6 Interest rate uncertainty	0.038	0.048	0.947	0.038	0.095	0.718
	Social&Infra	7 Cultural difference	0.423	0.095	0.179	0.462	0.238	0.358
		8 Poor living environment	0.192	0.238	0.815	0.192	0.286	0.690
	Employer	9 Project management capability of employer	0.654	-0.286	0.003**	0.154	0.476	0.254
		10 Design accuracy provided by employer	0.615	-0.333	0.001**	0.385	0.429	0.863
		11 Un-enough specification provided by employer	0.846	0.143	0.007**	0.538	0.476	0.795
	Contractor	12 Unstable financing resources of employer	0.423	-0.429	0.002**	0.192	0.048	0.474
		13 Administrative approval and licensing delays	0.500	0.333	0.451	0.731	0.286	0.067
		14 Informal request by employer	0.269	0.238	0.887	0.346	0.381	0.890
		15 Contractor's collaboration	0.462	-0.143	0.024*	0.385	0.238	0.544
		16 Contractor's work practice and routine	0.115	0.143	0.892	0.231	0.095	0.496
		17 Language communication with contractors	0.231	0.143	0.702	0.192	0.143	0.828
	Contract	18 Contractor's construction capability	0.192	0.095	0.665	0.192	0.143	0.828
		19 Insufficient period for bid preparation	0.423	0.048	0.095	0.538	0.095	0.029*
		20 Insufficient project period	0.269	0.190	0.737	0.269	0.333	0.782
		21 Unreasonable local contents	0.038	0.000	0.832	0.038	0.095	0.753
		22 Unfavorable retained earning transfer	0.154	-0.048	0.032*	0.192	-0.095	0.042*
		23 Unfavorable tax and tariff treaty	0.154	0.048	0.625	0.192	0.048	0.452
		24 Unfavorable security clause	0.038	0.095	0.440	0.038	0.095	0.440
		25 Unfair payment condition	0.077	0.000	0.639	0.000	-0.048	0.764
		26 Unfavorable design responsibility	0.115	0.000	0.228	0.154	-0.190	0.010*
		27 Unfavorable payment currency	-0.115	0.048	0.235	-0.269	0.095	0.025*
	28 Unfavorable claim and arbitration	0.154	0.048	0.340	0.115	0.048	0.516	
Internal Risk	Organizational	29 Leadership of project manager	0.154	0.095	0.791	0.231	0.286	0.802
		30 Headquarter's support level	-0.038	0.524	0.020*	0.269	0.238	0.871
		31 Professional Engineer and Ph.D. level	0.538	-0.190	0.001**	0.308	0.381	0.713
		32 Collaboration and flexibility	0.154	0.048	0.524	0.269	0.190	0.676
	Localization	33 Communication capability	0.269	0.143	0.402	0.269	0.286	0.932
		34 Local network capability	0.308	-0.095	0.085	0.423	0.238	0.473
		35 Information acquisition capability	0.154	0.000	0.451	0.192	0.000	0.306
	Management	36 Host country's experience of project manager	0.346	-0.095	0.044*	0.346	0.143	0.332
		37 Overall localized level	0.385	-0.095	0.018*	0.346	0.143	0.352
		38 Insufficient resource plan	0.192	0.048	0.452	0.077	0.190	0.507
		39 Cost management capability	0.154	0.000	0.137	0.115	0.000	0.112
		40 Schedule management	0.308	0.048	0.024*	0.269	0.000	0.009**
		41 Claim management capability	-0.038	0.000	0.740	-0.269	0.143	0.014*
		42 Contract management capability	0.423	-0.143	0.005**	0.231	0.286	0.761
		43 Document management capability	0.077	-0.095	0.325*	0.077	0.190	0.440
		44 Project management based on IT technology	0.154	-0.095	0.039*	0.346	0.000	0.002**
		Technical	45 Similar engineering project experience	0.692	0.000	0.007**	0.423	0.333
	46 Design complexity and difficulty		0.308	-0.048	0.016*	0.346	-0.048	0.016*
	47 Estimation capability		0.308	0.048	0.047*	0.346	0.048	0.012*
48 Value engineering capability	0.154		0.000	0.303	0.115	0.095	0.887	
49 Construction oriented design capability	0.115		-0.190	0.086	0.308	-0.143	0.014*	
50 Inadequate understanding of standards	0.346		0.143	0.352	0.346	0.143	0.371	
51 Change order risk	0.308		0.143	0.496	0.423	0.476	0.848	
52 Rework due to errors and defects	0.692		-0.143	0.001**	0.231	0.095	0.474	
53 Owner's requirement difficulty	0.192		0.048	0.364	0.192	0.143	0.730	
54 Safety design difficulty	0.038		0.000	0.612	0.038	0.048	0.880	
55 Environmental problem design difficulty	0.000		-0.095	0.371	0.231	0.000	0.018*	
56 Physical uncertainty design	0.385		-0.143	0.001**	0.423	0.048	0.023*	
57 Weather uncertainty design	0.154		-0.143	0.020*	0.385	0.048	0.014*	
<b>Average</b>		<b>0.243</b>	<b>0.028</b>	<b>-</b>	<b>0.251</b>	<b>0.154</b>	<b>-</b>	

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

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

계약서에 명시되지 않은 추가 업무와 같은 비공식적 업무도 높은 수준의 리스크 요인으로 평가되었다.

계약적 리스크는 시공사업에 비해 크게 평가되지는 않았다 (Jung, 2011). 다만, 입찰 준비기간과 본 사업기간에 대한 계약조건이 비교적 높게 평가되었는데, 이는 계약적 리스크가 아니라 스케줄 리스크로 간주 될 수도 있다.

내부 역량에 해당하는 조직 리스크, 현지화 리스크, 사업 관리 리스크, 기술 리스크 중에는 조직 리스크와 기술 리스크가 크게 나타났다. 시공사업의 경우는 조직, 현지화, 사업관리 리스크가 크게 나타나는 것과는 다소 대조적인 현상이다 (Jung, 2011). 조직 리스크의 경우에 PM의 리더십 리스크가 시공사업에 비하여는 높게 나타나지 않았으며, 국제설계용역에서 자주 요구되는 국제기술사나 박사학위자에 대한 조직역량은 수주 전 기대치에 비해 수주 후 다소 못 미치는 것으로 조사되었다. 기술 리스크는 발주처 리스크 다음으로 크게 조사되었는데, 유사공종에 대한 경험과 설계변경 리스크가 크게 나타났으며, 설계기준 미흡, 설계오류에 의한 재작업, 환경관련 설계 등은 수주 전 예측에 비하여, 수주 후에는 크게 나타나지 않았다. 날씨 관련 리스크는 수주 전후 모두 엔지니어링 관점에서 크지는 않았지만 그 차이는 크게 나타났다. 이는, 홍수, 강수, 바람, 양수 등 관련 설계가 수주 전에 제대로 반영되지 않기 때문이라고 판단된다.

해외사업을 준비하는 엔지니어링 기업은 예측 리스크보다는 실제 리스크 값에 더 무게 중심을 두고 관리하는 것을 권장하며, 특히 두 리스크 값이 큰 항목에 대하여서는 선입견이나 착오가 없는지 각별한 주의가 필요하다고 할 수 있다.

### 3. 계약조건에 따른 리스크 분석

국제설계용역에 대한 계약방식은 크게 총액이 고정된 총액 계약방식과 일하는 양에 따라 지급을 받는 실비정산계약방식이 있다. 발주처나 시공사가 설계관리를 할 수 있는 역량이 크거나 설계범위와 조건이 확정되지 않은 경우에는 주로 실비정산으로 계약을 많이 하고 그렇지 못한 경우이거나 리스크 책임을 전가하고 싶은 경우는 총액계약을 많이 한다. 일반적으로는 총액계약이 실비정산계약보다 리스크가 큰 것으로 알려져 있지만, 구체적으로 어떤 항목이 어느 정도 수준으로 리스크가 큰 것인지는 점점이 필요하며 연구문헌도 미흡하다.

Table 4는 입찰 전 리스크 예측과 수주 후 실제 리스크에 대하여 각각 총액계약과 실비정산계약 방식의 리스크 평균 값을 보여주고 있다. 또한 계약방식을 기준으로 리스크의 차이를 분석하기 위하여 t검정(t-test)을 수행하여 유의확률(p-value)을 보여주었으며, 계약방식에 따라서 유의수준을 벗어나는 리스크에 대해서는 가독성을 위해 음영을 넣었다.

입찰 전 리스크 예측에서는 매우 많은 항목에서 총액계약

방식이 리스크가 더 크다고 간주 되었지만, 수주 후 실제 리스크에서는 그만큼 차이를 보여주고 있지 않다. 정치적 리스크에서는 제도의 불완전함이 Table 3과 같이 가장 중요한 이슈로 나타났으며 경제, 사회, 인프라 부분에서는 두 계약제도 상에 큰 차이가 나타나지는 않았다.

Contractor에 관련된 리스크 항목에 대하여서는 입찰 전에는 총액계약방식이 실비정산계약방식보다 리스크가 클 것이라고 유의수준으로 예측했지만, 실제 리스크는 큰 차이가 없었다. 이는 아무리 Man-hour based에 실비정산이라고 할 지라도 발주자 역량이 부족하거나 발주자 제공서류가 미흡하면, 실비정산계약에서도 어려움을 겪는다는 것을 보여주고 있다. 이는 실비정산계약이더라도 무조건 리스크가 작은 것은 아니라는 중요한 시사점을 보여준다.

하지만 계약방식에 있어서는 실비정산계약방식이 총액계약방식보다 리스크가 적게 나타나는 경우가 많았다. 입찰준비기간이나 설계오류에 대해서, 총액계약방식이 불리한 점이 많은 것이 유의수준내로 나타났다.

조직관리역량과 현지화역량에서도 입찰 전에는 두 계약방식이 차이가 있을 것이라고 예측했지만, 실제 발생한 리스크는 별 차이가 없는 것으로 나타났다. 어떠한 계약방식으로 진행하더라도 조직역량과 현지화는 똑같이 중요하다고 할 수 있다.

사업관리 리스크와 기술 리스크에서는 몇 가지 중요한 이슈들이 나타나고 있다. 실비정산계약에서는 Man-hour 산정기준으로 클레임 리스크가 예상되었고 실제로 클레임 리스크가 발생하였다. 반면에 스케줄 리스크와 IT기반에 사업관리는 총액계약방식에 큰 리스크로 나타났으나 실비정산에서는 그렇지 않은 것으로 나타났다. 실비정산 방식의 경우는 스케줄이 지연되더라도 인건비가 보상이 되고, BIM(Building Information Modeling)이나 PMIS (Project Management Information System)와 같은 IT기반의 사업관리 방식에서 추가작업(Rework)이 생겨도 인건비 보상이 이루어지기 때문이라고 판단된다.

기술 리스크에서는 총액계약방식이 입찰 전이나 수주 후나 모두 크게 나타났다. 이는 기술적인 어려움으로 일의 범위, 일의 양 등이 늘어나더라도 총액계약방식은 엔지니어링 업체가 모든 책임을 지어야 하나, 실비정산계약방식은 상당부분을 발주자나 시공사에게 청구할 수 있기 때문이다.

전체적으로는 총액계약방식이 실비정산계약방식보다 리스크가 크게 나타났으나, 정치, 경제, 사회, 인프라, 발주자, 시공자, 조직, 현지화 리스크는 유의수준을 만족시키는 정도의 차이는 아니었다.

### 4. 공종에 따른 리스크 분석

Table 5는 입찰 전 리스크와 수주 후 실제 리스크에 대하여

Table 5. Engineering project risk according to product type (t-test)

Engineering project risk			Predicted risk			Actual risk		
Categories	Risk factor		Civil	Building	Sign.	Civil	Building	Sign.
External Risk	Political	1 Civil war, terror, regime change	0.226	0.125	0.618	0.097	0.250	0.432
		2 Corruption and collusion	0.258	-0.188	0.065	0.194	-0.188	0.106
		3 Change in law	0.387	-0.250	0.010*	0.387	-0.063	0.092
		4 Imperfect institution	0.032	0.125	0.782	0.484	0.438	0.863
	Economic	5 Currency uncertainty	0.194	0.125	0.744	0.548	0.250	0.179
		6 Interest rate uncertainty	0.065	0.000	0.657	0.097	0.000	0.557
	Social&Infra	7 Cultural difference	0.484	-0.125	0.015*	0.548	0.000	0.028*
		8 Poor living environment	0.290	0.063	0.265	0.355	0.000	0.144
	Employer	9 Project management capability of employer	0.194	0.313	0.731	0.355	0.188	0.574
		10 Design accuracy provided by employer	0.065	0.438	0.246	0.419	0.375	0.868
		11 Un-enough specification provided by employer	0.581	0.438	0.613	0.548	0.438	0.659
		12 Unstable financing resources of employer	0.032	0.063	0.919	0.226	-0.063	0.171
	Contractor	13 Administrative approval and licensing delays	0.452	0.375	0.742	0.516	0.563	0.858
		14 Informal request by employer	0.226	0.313	0.707	0.323	0.438	0.664
		15 Contractor's collaboration	0.258	0.063	0.498	0.387	0.188	0.430
		16 Contractor's work practice and routine	0.258	-0.125	0.066	0.226	0.063	0.434
		17 Language communication with contractors	0.258	0.063	0.415	0.226	0.063	0.492
		18 Contractor's construction capability	0.226	0.000	0.334	0.226	0.063	0.492
	Contract	19 Insufficient period for bid preparation	0.258	0.250	0.973	0.355	0.313	0.847
		20 Insufficient project period	0.226	0.250	0.922	0.355	0.188	0.491
		21 Unreasonable local contents	0.161	-0.250	0.026*	0.226	-0.250	0.009**
		22 Unfavorable retained earning transfer	0.129	-0.063	0.053	0.161	-0.125	0.054
		23 Unfavorable tax and tariff treaty	0.161	0.000	0.479	0.258	-0.125	0.053
		24 Unfavorable security clause	0.097	0.000	0.207	0.097	0.000	0.207
		25 Unfair payment condition	0.097	-0.063	0.352	0.097	-0.250	0.032*
		26 Unfavorable design responsibility	0.097	0.000	0.336	0.000	0.000	1.000
		27 Unfavorable payment currency	0.032	-0.188	0.125	0.032	-0.375	0.017*
	Internal Risk	Organizational	28 Unfavorable claim and arbitration	0.129	0.063	0.570	0.097	0.063
29 Leadership of project manager			0.194	0.000	0.402	0.290	0.188	0.655
30 Headquarter's support level			0.290	0.063	0.380	0.387	0.000	0.049*
Localization		31 Professional Engineer and Ph.D. level	0.258	0.125	0.584	0.452	0.125	0.113
		32 Collaboration and flexibility	0.226	-0.125	0.041*	0.355	0.000	0.068
		33 Communication capability	0.290	0.063	0.147	0.387	0.063	0.105
		34 Local network capability	0.226	-0.063	0.244	0.419	0.188	0.391
		35 Information acquisition capability	0.161	-0.063	0.294	0.194	-0.063	0.192
		36 Host country's experience of project manager	0.226	0.000	0.334	0.323	0.125	0.369
		37 Overall localized level	0.290	-0.063	0.103	0.355	0.063	0.200
Management		38 Insufficient resource plan	0.161	0.063	0.625	0.258	-0.125	0.029*
		39 Cost management capability	0.097	0.063	0.755	0.065	0.063	0.979
		40 Schedule management	0.194	0.188	0.961	0.161	0.125	0.747
		41 Claim management capability	0.000	-0.063	0.608	0.000	-0.250	0.166
		42 Contract management capability	0.226	0.063	0.456	0.355	0.063	0.119
		43 Document management capability	0.065	-0.125	0.302	0.194	0.000	0.207
		44 Project management based on IT technology	0.000	0.125	0.333	0.194	0.188	0.961
		Technical	45 Similar engineering project experience	0.355	0.438	0.769	0.484	0.188
46 Design complexity and difficulty			0.129	0.188	0.714	0.161	0.188	0.882
47 Estimation capability	0.226		0.125	0.472	0.226	0.188	0.767	
48 Value engineering capability	0.065		0.125	0.701	0.129	0.063	0.655	
49 Construction oriented design capability	0.032		-0.125	0.406	0.226	-0.125	0.072	
50 Inadequate understanding of standards	0.258		0.250	0.972	0.290	0.188	0.667	
51 Change order risk	0.129		0.438	0.222	0.355	0.625	0.350	
52 Rework due to errors and defects	0.387		0.188	0.471	0.290	-0.063	0.071	
53 Owner's requirement difficulty	0.097		0.188	0.588	0.161	0.188	0.862	
54 Safety design difficulty	0.032		0.000	0.685	0.065	0.000	0.310	
55 Environmental problem design difficulty	0.000		-0.125	0.262	0.161	0.063	0.347	
56 Physical uncertainty design	0.161		0.125	0.833	0.226	0.313	0.626	
57 Weather uncertainty design	0.032		0.000	0.815	0.161	0.375	0.147	
<b>Average</b>			<b>0.187</b>	<b>0.068</b>	<b>-</b>	<b>0.266</b>	<b>0.094</b>	<b>-</b>

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

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

각각 해외 토목엔지니어링과 해외 건축엔지니어링에 대한 리스크 평균값을 보여주고 있다. 또한 계약방식에 따른 분석과 동일하게 공중에 따른 리스크 차이를 분석하기 위하여 t검정(t-test)을 수행하여 유의확률(p-value)을 보여주었으며, 유의수준을 벗어나는 리스크에 대해서는 가독성을 위해서 음영을 넣었다.

전체적으로 공중에 따른 세부 리스크의 차이는 유의미한 수준관점에서는 큰 차이가 있지 않았지만 평균값에서는 다소 차이가 났다. 해외 토목엔지니어링이 해외 건축엔지니어링에 비하여 리스크 수준이 전반적으로 높게 평가된 것은 주목할 만한 결과이다. 이는 몇 가지 이유로만으로는 설명이 미흡한 부분이지만 다음과 같이 원인을 추정할 수 있다. 첫째, 토목엔지니어링은 고객이 해당국가의 발주처인 경우가 많지만, 건축엔지니어링은 자국 업체의 자회사인 경우가 있다. 둘째, 건축엔지니어링은 토목엔지니어링에 비하여 수의계약을 하는 경우가 많다. 셋째, 건축엔지니어링을 수행하는 국가는 토목엔지니어링을 수행하는 국가보다 정치와 제도가 더 잘 정비된 개발도상국인 경우가 많다. 마지막으로 건축엔지니어링은 제한된 지역 내에서 공사를 수행하기 때문에 기술적으로 지반이나 인프라의 불확실성이 적으나, 토목엔지니어링은 길거나 넓은 지역에 대한 공사이기 때문에 여러 가지 자연조건에 대해 불확실성이 높은 경우가 많다.

개별 리스크 요소별로는 토목 엔지니어링의 경우가 문화적 차이의 영향, 발주국 인력을 의무로 사용해야하는 로컬 콘텐츠, 기성지급 조건, 기성통화 조건, 본사의 지원수준, 리스스 공급계획서 리스스는 건축 엔지니어링 보다 유의수준 범위에서 크게 나타났다. 본 결과에 의하면, 토목 엔지니어링은 건축 엔지니어링보다 해외사업관점에서 보다 많은 항목에 대해 구체적인 리스크 관리를 철저히 해야 하겠다.

## 5. 결론

본 연구는 해외 엔지니어링 사업에 특화되어 리스크 중요도와 리스크 관리 성과를 분석하였으며, 다음과 같은 결론을 도출했다.

첫째로, 전체적인 해외 엔지니어링 사업의 리스크 수준은 발주자 제공 설계기준, 행정처리, 설계오류, 계약 외 요구사항 등 발주자로 인한 리스크에서 가장 크게 나타났으며, 입찰 전 예측한 리스크보다 수주 후 더 커진 리스크로는 발주국 제도수준, 문화적 차이, 발주자 제공 설계오류, 설계오류 등으로 나타났다.

둘째로, 계약방식에 의한 리스크는 전체적으로는 총액계약 방식이 실비정산계약방식보다 크게 평가되었지만, 발주자 리스크, 계약 리스크, 조직 리스크 그리고 현지화 리스크는 수주 후 유의수준만큼 차이가 난 것은 아니었다.

셋째로, 해외 토목엔지니어링과 해외 건축엔지니어링은 유의수준만큼 차이가 나는 리스크 항목은 많지 않았으나, 평균값 기준으로는 많은 항목에 있어서 토목엔지니어링이 건축엔지니어링보다 전체적으로 크게 평가되었다.

본 연구는 사업 조사 샘플 수에 제약이 있어 더 세밀하게 분석 집단을 분류하거나 보다 복잡한 해석방법을 수행하지는 못하였다. 하지만, 해외 엔지니어링 리스크를 여러 가지 각도로 분석하여 실무관점에서는 사업단계, 계약과 공중에 따라 어떠한 리스크 항목들을 더 주의해야 하는지에 대한 기초자료를 제공하고 있으며, 학문관점에서는 향후 어떠한 분야를 집중적으로 더 연구해야 할지의 방향성과 기초적 지식을 제공했다고 할 수 있다. 특히, 향후에는 예측 리스크 대비 실제 리스크가 작아지게 할 수 있는 구체적인 리스크 대응 방법이나 역량의 연구가 계속 되어야 할 것이다.

## 감사의 글

본 연구는 국토교통부 건설기술연구사업의 연구비지원(16SCIP-C079445-03)에 의해 수행되었습니다.

## References

- ENR. (2008~2016a). "The Top 250 International contractors" Engineering News Record, <<http://enr.construction.com/Default.asp>> (Jan. 14, 2017).
- ENR. (2008~2016b). "The Top 225 International Design Firms" Engineering News Record, <<http://enr.construction.com/Default.asp>> (Jan. 14, 2017)
- Han, S. H., and Kim, D. Y. (2006). "Risk-based Profit Prediction Model for International Construction Projects." *Journal of The Korean Society of Civil Engineers D*, 26(4D), pp. 635-647.
- Jang, W. S., 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.
- Jang, H. S., and Sohn, T. H. (2013). "A Study on Strategies of the Global Construction Companies for Improving Competitiveness of Korean Construction Companies." *Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction*, 29(5), pp. 97-104.
- Jang, H. S. (2005). A Case Study of The Top Global Design & Engineering Firms' Business Strategy Innovations for Global design Market, CERIK.



- Jeon, J. K., Lee, S. W., and Kim, J. J. (2016). "Impact Analysis of Economic Fluctuation of Saudi Arabia on Korean Overseas Construction Business." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 17(2), pp. 39-48.
- Jung, S. H. (2015). "New way to leap the crisis of overseas construction" *K-BUILD Journal*, ICAK, 15(12), pp. 2-5.
- Jung, W. Y. (2011). "Three-staged risk evaluation model for bidding on international construction projects." Doctoral Thesis, Yonsei University.
- Jun, J. K., Lee, J. S., and Shin, S. W. (2009). "A Proposal of Measuring Items and Management Realm for Capability Assessment of Design Organization." *Journal of the Architectural Institute of Korea Planning & Design*, 25(3), pp. 77-85.
- Kim, D. Y., Kim, H. R., and Jang, H. S. (2016). "Hierarchical Structure Analysis of engineering Competitiveness in Overseas Construction." *Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction*, 32(8), pp. 35-43.
- Kim, S. B., and Kim, Y. B. (2013). "Quantification of a Global Construction Core Competencies for Korean Construction/Engineering Firms." *Journal of The Korean Society of Civil Engineers*, 33(6), pp. 2541-2549.
- Kim, Y. S. (1998). "An Analysis on the Construction Management Business Plans and Activities of the Large Construction Companies in Korea." *Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction*, 14(4), pp. 379-388.
- Lee, J. S., Ahn, B. J., and Kim, J. J. (2012). "Evaluating and Suggesting Key Risk Factors according to Risk Hierarchy of Occurrence Field in the Overseas Development Projects." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 13(2), pp. 70-80.
- Park, H. P., and Shin, E. Y. (2006). "Strategies for Domestic Construction Engineering Companies to go into the Vietnam." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 7(2), pp. 98-108.
- Sohn, T. H. (2011). "A Study on Associations among Number of Bidders, Contract Award Rate and Profitability on International Construction." *Journal of The Korean Society of Civil Engineers D*, 31(2D), pp. 247-253.
- Yoo, W. S., and Lee, H. K. (2006). "Project Scheduling Using Fuzzy PERT and Risk Assessment." *Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction*, 22(4), pp. 145-152.

---

**요약 :** 최근 들어 국내기업의 해외 엔지니어링 사업에 진출이 활발해지고 있다. 해외 엔지니어링 사업은 고부가가치 사업으로 EPC 건설사업에 비해 리스크가 적은 것으로 알려져 있지만, 국내기업의 해외 엔지니어링 매출수익은 그만큼 좋지는 않은 것으로 나타났다. 따라서, 본 연구에서는 해외엔지니어링 사업에서 많이 발생하는 리스크를 수주 전과 수주 후로 나누어서 분석하였다. 또한, 대상사업을 총액계약방식과 실비정산계약방식으로 나누어 계약방식에 따라 여러 가지 리스크의 차이점을 보여주었다. 마지막으로, 토목공종과 건축공종으로 나누어 리스크 차이를 분석하였다. 해외 엔지니어링 사업에서 발생하는 리스크를 다양한 각도로 분석한 본 연구는 산업체에게는 리스크 분석을 좀 더 실무적으로 참조할 수 있게 해주고, 학계에는 향후 좀 더 집중해서 연구해야 할 엔지니어링 리스크 분야의 방향성을 제시해주는데 도움을 준다.

**키워드 :** 엔지니어링 사업, 리스크 관리, 사업성과, 계약방식, 공종

---