

다중회귀분석을 통한 해외 건설 프로젝트 특성요인이 손익율에 미치는 영향 분석

김진연¹ · 김예상*

¹성균관대학교 초고층·장대교량학과

An Analysis of Profitability Study of Overseas Construction Projects using Multiple-Regression

Kim, Jineon¹, Kim, Yeasang*

¹Department of Highrise and Long-bridge Engineering, Sungkyunkwan University

Abstract : From 1960th Korean construction industry has been rapidly grown due to Meddle-East construction market growth. To earn foreign currency and to raise overall Korean industry government has encouraged construction frontiers. As construction industry could grow up for its labour based originity but the time passes by and overseas construction market requests engineering know-how and technology for productivity to earn more profit. Over last 20 years overseas construction market share has been dramatically raised but its profit share is gradually declining. This study analyzed data sets of over 180 overseas construction projects for last 30 years of domestic contractor by using multiple-regression analysis and derived an output how input variables of characters explaining the construction project effects its profit.

Keyword : Project Characteristics, Profitability, Multiple-regression, Construction Statistics

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

우리나라의 건설 산업의 매출 규모는 1960년대부터 비약적인 발전을 이루고 있다. 노동집약의 결정체인 건설산업을 통해 건설 산업 초창기는 우리나라의 경제를 부흥시키는데 일조하였고, 이 후 1970년대부터는 직접 해외에 진출하여 프로젝트를 수행하며 부가가치를 높이기 위한 노력을 하여 외화 이익 창출에 큰 이바지를 하였다.

Global Insight에 따르면 해외 건설시장의 규모는 2013년 기준으로 약 8,271억불에 이르고 있으며 연평균 4.4%의 성장률을 2022년까지 유지하여 약 260,000억불의 규모까지 성장할 것으로 예측되어지며 빌딩 건설 산업의 경우에는 연평균 4.8%대의 성장세를 통해 2027년에 이르러서는 약 170,000억불의 규모의 시장을 형성할 것으로 예측되어진다.

그러나 전체 건축 관련 건설 시장에서 우리나라 기업이 차지하고 있는 비율은 2%에 채 못 미치며 수익성 역시 점차 감소하는 추세에 이르고 있어 국내의 대형 건설사를 필

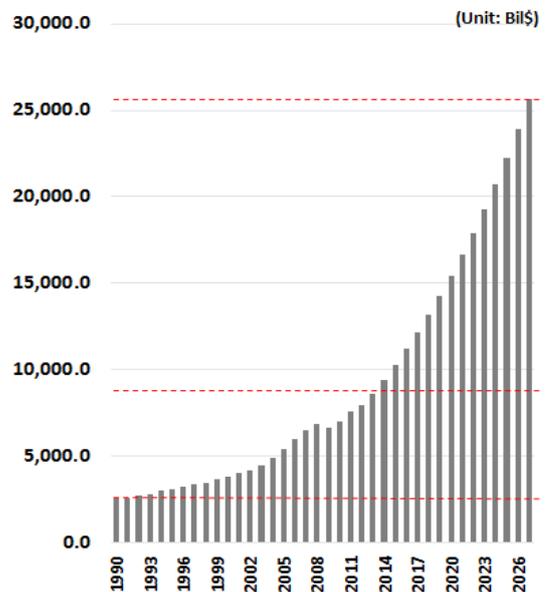


Fig. 1. Global construction marketshare forecast, Global Insight, 2013

두로 수익구조 변경이나 다양한 사업을 통해 수익성을 증대시키기 위한 활로를 개척하고 있으나 전체적인 성장세는 평균 성장률에 못 미치는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 해외 건설 프로젝트를 구성하는 요소를 A Guide to P.M.B.O.K.(Project Management Body of Knowledge)의 이론적 배경에 입각하여 프로젝트의 특성

* Corresponding author: Professor. Kim, Yeasang, Department of Architectural-Civil Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon 440-746, Korea
E-mail: yeakim@skku.edu
Received December 3, 2013; revised January 3, 2014
accepted January 24, 2014

요인을 정의하고, 프로젝트의 특성 요인이 국내 대형 건설사가 30여 년간 수행한 180여개의 프로젝트의 손익율에 어떤 영향을 미쳤는지 그 상관관계를 도출하여, 원론적으로 건설 프로젝트의 수익성을 개선하기 위해 필요한 요소가 어떠한지 참고할 수 있는 하나의 지표로서 활용이 가능한 다중회귀모델을 도출하고자 한다.

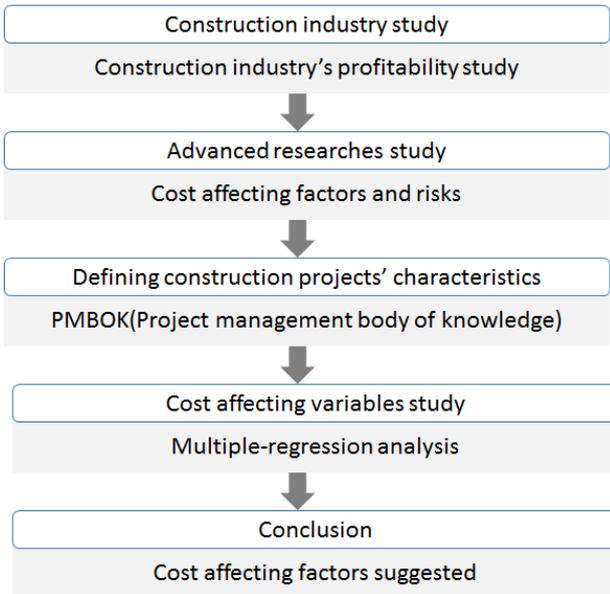


Fig. 2. Study Process

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 해외에서 1977년부터 국내 모 건설사가 수행한 건축 관련 프로젝트를 대상으로 하였으며, 변수의 설정과 그 범위는 계약적으로 확인이 가능하거나 공사의 물리적 특성이 규명 가능한 요인으로 연구 범위를 설정하고, 통계적 분석 기법인 회귀분석을 활용하였다. 또한, 국내 및 해외의 관련 논문을 고찰하여 연구의 차별성을 두기 위해 노력하였으나, 수익성을 예측하는데 활용 가능한 지표를 제안하는 기본은 유지하였다. 그리고 본 연구는 기업의 실제 데이터를 활용하여 수익성에 영향을 주는 요인을 찾아내는데 그 의미가 있으며, 추가 변수를 설정하는 경우 더욱 고차원적인 연구가 가능한 확장성이 있는 연구를 지향하고자 한다.

2. 이론적 고찰

2.1 건설 프로젝트의 특성 요인

2.1.1 P.M.B.O.K.(Project Management Body of Knowledge)을 기반으로 한 특성 요인 도출

A Guide to P.M.B.O.K(Project Management Body of Knowledge)에서는 프로젝트 관리를 위한 기법을 47개의

논리적인 관리 절차 또는 기법으로 구분하고 있으며 해당 내용은 5개 그룹의 단계로 구분 및 운용이 되고 있다.

Table 1. 5 Stages of project management

Project stages	Description
Initiating	• Beginning of project
Planning	• Preliminary stage at project
Executing	• Project executing stage
Monitoring and Controlling	• Managing and controlling techniques and skills for the project execution
Closing	• Enrolling end of project

위와 같이 정의되어진 단계에 따라 프로젝트의 관리가 이루어지는데 이는 '요구사항의 정의', '이해 관계자의 요구사항에 대해 필요한 계획과 실행', '프로젝트를 이해관계자와 효율적이며 능동적으로 운영하기 위한 사항', '프로젝트의 장애물을 극복하기 위해 필요한 내용' 등이 내용의 주를 이루고 있으며 그 내용은 아래와 같이 구분된다.

Table 2. 6 Definitions of characteristics of project management

Characteristics	Description
Scope	• Scope of project for stakeholders
Quality	• Management skills to fulfill the target quality
Schedule	• Overall schedules and milestones for the project
Budget	• Financial resources available to initiate and execute the project
Resources	• Material, man-power and etcetera which are available for the project
Risks	• Hazardous and difficult to solve items to be considered before project and alternatives usually made and measured

위의 이론적 배경을 설명하는 프로젝트를 구성하는 특성 요인을 변수로 설정하고 이러한 구성 요인이 건설 프로젝트의 손익율에 미치는 영향을 알아보기 위해 손익율에 영향을 미치는 인자를 독립 변수로 설정하고자 한다. 단, 프로젝트 자체를 수행하기 이전에 기본적으로 필요한 '시장조사', '전략적 기회 요인', '사회적 수요', '환경영향적 고려', '수요자의 요구사항', '기술적 이점', '법적 이점' 등의 외부적 영향 요인은 최대한 배제하고 프로젝트를 시작하는 시점부터 정의되어지며 6개 특성에 기반을 둔 프로젝트의 특성으로 한정하고자 한다.

따라서 본 연구에서는 위의 6개 영역을 기반으로 한 프로젝트를 구성하는 특성을 영향 요인으로 설정하고 프로젝트의 성과를 나타내는 손익율에 미치는 영향을 알아보하고자 한다.

2.1.2 프로젝트의 특성 요인

P.M.B.O.K의 이론적 내용을 기반으로 프로젝트를 대표하

는 특성을 6가지로 구분하고 프로젝트를 수행하기 위한 방법론적인 개념으로 접근하지 않고, 프로젝트를 실행 및 수행하는데 필요한 공사비용, 공사기간, 공사규모, 난이도, 참여자의 경험 등으로 프로젝트의 특성을 정의할 수 있다. 하지만 대부분의 문헌에서 이러한 부분을 설문 등의 방법을 통해 정성적으로 평가하여 건설 프로젝트의 특성에 대한 영향도를 표현하였지만 본 연구에서는 실제 데이터를 활용하여 프로젝트의 특성이 통계적으로 가지는 의미를 파악하고자 한다.

프로젝트의 특성은 외부적 그리고 내부적으로 영향을 주는 요인으로 구분이 가능하다. 프로젝트 초기 단계부터 프로젝트 실행 단계에 속하는 계약적 요인 및 물리적 요인을 외부적/내부적 요인으로 구분하였으며, 프로젝트 실행 단계에 영향을 주인력의 역량, '활용되어지는 시스템', '지역적 여건' 등의 외부적 리스크 요인은 최대한 배제하였다.

또한 P.MBOK의 이론적 배경을 토대로 프로젝트를 특성 짓는 요인들을 1차적으로 규정하고 2차적으로 계약적인 요소와 물리적인 구성 요인으로 구분하여 프로젝트를 구성하는 특성 요인으로 정의 하였다.

Table 3. Factors explaining project's characteristics within 6 definitions of characteristics of project management

Characteristics	Related variables
Scope	Contractual scope, Executing scope
Quality	Physical conditions of product
Schedule	Contract period and project related overall schedule
Budget	Project cost
Resources	Construction cost, Manning schedule
Risks	Claim cost, defective cost, unforeseen cost, escalation

2.2 다중회귀분석

다중 회귀분석이란 2개 이상의 독립변수와 하나의 종속변수와의 관계를 분석하는 통계적인 기법이다. 종속변수에 독립변수가 미치는 영향정도를 통계적으로 나타내고, 이를 선형관계로 나타내는 회귀함수식을 도출하여 결과값이 예측 가능한 모델을 제시하는데 주로 활용된다.

일반적으로 자주 활용되는 회귀 분석은 두 변수 사이의 관계식을 파악하여 한 변수 값으로부터 다른 변수의 값에 대한 예측을 하고 이 두 변수 사이의 함수 관계에 대한 추정 및 검정을 하는 통계적 기법이며 다중회귀분석을 활용하는 이유는 하나의 현상을 설명함에 있어 다양한 변수가 고려되어야 하는데 일반적인 회귀분석으로는 그 현상을 설명하기에 무리가 있기 때문에 이를 활용하고, 특히 건설 프로젝트의 다양한 변수의 그 영향도를 확인하기에 적합하다고 판단되어진다.

2.2.1 독립변수의 설정

프로젝트의 특성 요인으로 정의한 손익율에 영향을 미치는 요인을 독립변수로 설정하고 해당 독립변수가 통계적으로 활용하기 위해 변수를 정리하였다. 또한 정리된 프로젝트의 특성 요인을 변수화하여 통계적으로 활용하기 위해 축소(축정 방법 및 구분)를 구분하고 다중회귀분석을 하기 위한 독립변수로 정의하고자 한다.

이론적 고찰을 통해 정리한 프로젝트의 특성요인은 크게 건설 프로젝트의 시간 흐름에 따라 형성되는 요인과 프로젝트를 수행하는데 필요한 관리기법과 관련된 요인으로 나뉘는데 이는 다시 프로젝트 자체의 특성을 규명할 수 있는 프로젝트의 계약요소와 성과품을 설명하는 물리적 요소로 구분이 가능하다. 이러한 내용을 토대로 13가지 종류의 프로젝트 특성요인을 정의하고 아래 표와 같이 독립변수화하여 종속변수인 프로젝트의 손익율에 미치는 영향을 확인하고자 한다.

Table 4. Whole variables set of construction projects' characteristics

Variables	Description(Variable name, unit)
1. Contract type	<ul style="list-style-type: none"> Lump-sum(Contract1) Unit-price(Contract2) Cost plus fee(Contract3)
2. Project order type	<ul style="list-style-type: none"> Design and build(Order1) Design, build and operation(Order2) Construction(Order3) CM contract(Order4)
3. JV Proportions	<ul style="list-style-type: none"> JV Proportions(JV, %)
4. Project scope	<ul style="list-style-type: none"> Milestone(Scope1) Sectional(Scope2) Overall construction(Scope3) Fit-out(Scope4)
5. Contract period	<ul style="list-style-type: none"> Months(log)
6. Contract price	<ul style="list-style-type: none"> Overall construction cost including variations(1,000\$, log)
7. Variations and claims	<ul style="list-style-type: none"> Variation orders(1,000\$, log) Liquidated damages cost(1,000\$, log)
8. Place	<ul style="list-style-type: none"> North America(Region1) South America(Region2) Europe(Region3) South East Asia(Region4) West South Asia(Region5) Central Asia(Region6)
9. Bidding	<ul style="list-style-type: none"> Private(Bid1) Nominated(Bid2) Develop(Bid3) Public(Bid4)
10. Product type	<ul style="list-style-type: none"> Office(Product1) Commercial(Product2) Institutional(Product3) Industrial(Product4)
11. Superstructure stories	<ul style="list-style-type: none"> Superstructure stories(log)
12. Substructure stories	<ul style="list-style-type: none"> Substructure stories(log)
13. Structural type	<ul style="list-style-type: none"> RC(Structure1) SRC(Structure2) Steel and RC(Structure3) Steel(Structure4)

2.2.2 다중공선성 검토

일반 회귀분석과는 달리 다중회귀분석의 경우 독립변수의 개수가 2개 이상 존재하며 독립변수가 종속변수에 미치는 영향을 회귀방정식으로 표현을 하기 위해서는 독립변수간 서로 영향을 끼치는 경우 다중공선성이 존재한다고 정의한다. 때문에 다중공선성 분석을 선행하여 독립변수간의 상관성 여부를 검증하는 단계가 필요하다. 각각의 독립변수는 100% 서로 관계가 없다고 표현은 할 수 없으나, 일정 범주 내에서 다중공선성에서 벗어나 있다고 검증되면 각각의 독립변수는 변수로서의 역할을 수행할 수 있다고 판단이 가능하며 해당 독립변수는 종속변수에 독립적으로 영향을 끼친다는 판단이 가능하다.

Table 5. Rejected variables using VIF analysis

Variables	VIF Value
Unit-price contract(Contract type)	12.521
Design-build, and Operation (Project order type)	11.870
CM Contract(Project order type)	17.200
Milestone and sectional scope of work	16.560
North America	10.172
South America	11.271
Europe	15.254
South East Asia	7.653
South West Asia	10.890
Middle East Asia	11.961
Central Asia	17.262

Table 6. Remaining input variables after multicollinearity checking

Variables	Description(Variable no.,unit)
1. Contract type	<ul style="list-style-type: none"> Lump-sum(Contract1) Cost plus fee(Contract2)
2. Bidding type	<ul style="list-style-type: none"> Private(Bid1) Nominated(Bid2) Develop(Bid3) Public(Bid4)
3. Product type	<ul style="list-style-type: none"> Office(Product1) Commercial(Product2) Institutional(Product3) Industrial(Product4)
4. JV Proportions	<ul style="list-style-type: none"> JV Proportions(JV, %)
5. Project scope	<ul style="list-style-type: none"> Overall construction(Scope1) Fit-out(Scope2)
6. Contract period	<ul style="list-style-type: none"> Months(log)
7. Contract price	<ul style="list-style-type: none"> Overall construction cost including variations(1,000\$, log)
8. Variations and claims	<ul style="list-style-type: none"> Liquidated damages cost(1,000\$, log)
9. Superstructure stories	<ul style="list-style-type: none"> Superstructure stories(log)
10. Substructure stories	<ul style="list-style-type: none"> Substructure stories(log)
11. Structural type	<ul style="list-style-type: none"> RC(Structure1) SFC(Structure2) Steel and RC(Structure3) Steel(Structure4)

검정을 위한 판별을 위해 분산확대인자(Variance Inflation Factor)와 Durbin-Watson을 활용하게 되는데 이는 보통 최소제곱으로 계산된 잔차를 이용하는 선형모형에서 오차항의 계열상관(Serial correlation)을 검증하는 것을 의미한다.

1차적으로 정리한 변수를 활용하기 이전에 다중공선성을 확인한 결과 VIF 수치가 10이상이거나 유의확률이 0.1 미만 여부를 검증하였으며 다중공선성에 있다고 표시된 변수를 정리하여 최종 변수셋트를 선정하게 되었다. 전체 12개 프로젝트 특성요인(독립변수)에서 '지역 특성의 경우에는 7개 지역(북미, 남미, 유럽, 동남아, 서남아, 중동아, 중앙아)중 동남아를 제외한 모든 지역의 다중공선성 수치가 10이상을 나타내었으며 해당 변수는 전체적인 변수셋트에서 제외하였다.

2.2.3 다중회귀모형

독립변수를 설정하고 다중공선성을 검토하여 통계적으로 유의한지 검증한 후 이를 회귀방정식으로 표현할 수 있는데 각각의 변수에 영향 계수를 도출하여 이를 변수에 곱하여 각각의 변수*영향계수($a_n * x_n$)를 더해 종속변수(y)를 표현하고 이를 다중회귀모델로 규정할 수 있다.

다중회귀모형의 전제조건은 네가지가 있는데 이는 아래와 같다.

- 1) 단순선형회귀모형에서 무작위 오차 또는 랜덤오차를 규정하는 전제조건과 동일하다.
 - 2) 독립변수간 다중공선성이 존재하지 않는다.
 - 3) 독립변수간 상호작용효과가 존재하지 않는다. 상호작용효과란 특정 독립변수가 종속변수에 미치는 영향이 다른 독립변수와 복합되어 일어나지 않고 가법성(법칙에 준함)이 충족된다는 것을 의미하며, 독립변수 x_1 과 x_2 의 값이 1단위씩 증가하면 종속변수(y)의 기댓값은 (b_1+b_2) 만큼 증가한다는 것이다.
 - 4) 표본의 수가 회귀식에 포함되는 변수의 수보다 크다.
- 이러한 전제조건을 바탕으로 회귀식을 아래와 같이 도출해 낼 수 있다.

$$Y = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + \epsilon$$

이러한 회귀식을 바탕으로 추정 회귀선을 도출할 수 있는데 이는 단순선형회귀모형과 마찬가지로 모회귀계수를 구하기 위해 모집단 전체를 조사하는 것이 불가능하기 때문에 표본자료를 이용하여 추정하며 추정회귀선은 표본회귀선을 의미하며 그 식은 아래와 같이 구성된다.

$$\hat{Y} = a + b_1 x_1 + b_2 x_2$$

Table 7. Function description

Variables	Description
\hat{Y}	• Estimated value of Y
a	• Section values of Y
b_1	• Slope of linear regression of value change of x_1 with fixing value of x_2
b_2	• Slope of linear regression of value change of x_2 with fixing value of x_1

\hat{Y} , X_1 , X_2 세 변수의 관계는 평면이 아닌 3차원의 공간에서 이루어지고 선이 아닌 면으로 나타난다. 회귀모형에 포함되는 변수가 종속변수를 포함하여 네 개 이상 되면 3차원의 공간에서는 이를 기하학적으로 표현하기가 매우 곤란해진다.

단순성형회귀모형에서 구하는 것과 마찬가지로 $\sum \epsilon_i^2$ 을 a와 b_1 , b_2 로 각각 편미분하여 그 값이 0이 되게 하는 값을 찾아 정리한 후 계산하면 a, b_1 , b_2 값은 다음과 같다.

$$a = \bar{Y} - b_1 \bar{X}_1 - b_2 \bar{X}_2$$

$$b_1 = \frac{\sum x_1 Y (\sum x_2^2) - \sum x_2 Y (\sum x_1 x_2)}{\sum x_1^2 (\sum x_2^2) - (\sum x_1 x_2)^2}$$

$$b_2 = \frac{\sum x_2 Y (\sum x_1^2) - \sum x_1 Y (\sum x_1 x_2)}{\sum x_1^2 (\sum x_2^2) - (\sum x_1 x_2)^2}$$

3. 해외 건설 프로젝트를 구성하는 요소가 손익율에 미치는 영향

3.1 프로젝트를 구성하는 요소

독립변수를 설정하고 다중공선성을 검토하여 통계적으로 유의한지 검증한 후 독립변수가 종속변수에 미치는 영향도를 확인하는 본 연구에서 가장 중요한 부분은 독립변수이다. 따라서 다중공선성 검토를 통해 선별된 독립변수를 프로젝트의 특성요인으로 정의하고 이를 시간의 흐름에 따라 재분류하여 단계별로 유의하여야 할 리스크에 대해 사전 검토할 수 있는 기준을 마련하고자 한다.

3.2 다중회귀분석을 위한 변수 설정

3.2.1 변수의 설정

독립변수를 설정하기에 앞서 P.M.B.O.K에서 설명하는 프로젝트의 6개 관리 범위에 속하는 요인을 Project Life-cycle에 기반하여 분류하였다. 또한 문헌 조사 및 전문가 설문을 통해 아래 Table 8과 같이 구성하여 Project Life-cycle에 기반한 '손익율에 미치는 영향도 분석'을 추가적으로 비교해 보기 위한 수단으로 활용이 가능하도록 구분하였다.

Table 8. Categorized variables by phases

Phase	Description	Variables	Description
Pre-construction	• Phase from initiating project to commencing the project	• Place • Owner • Project order • Contract type • Scope • Product • Structural type	• Place and Owner - External cost affecting factors excluded - Project order type • Type of contract • Project scope • Product type • Structural type
Construction	• Project executing and performing stage	• Total amount • Total period	• Total cost and period - Stated within the contract document but often changes during executing stage
Post-construction	• Close-out, maintenance and operating the project	• Claim cost • Defective cost • Close-out cost	• Claim and close-out related cost - Varies case by cases and inappropriate for the model

시공 전 단계에서 프로젝트 실행을 위해 필요한 프로젝트 특성 요인은 해당 프로젝트의 위치, 발주자의 성향, 사업에 대한 수행 방법과 목표의 설정 등이 있으며 위와 같이 분류가 가능하다.

또한 시공 단계에서 채택된 변수는 시공단계에서 지속적으로 변할 수 있는 여지가 있는 요인으로 정량적인 변수로 선택하였다.

시공 후 단계에서 종속변수인 손익율에 영향을 미칠 수 있는 요인은 배제하였으며, 손익율을 변수로 설정하고 시공 전 단계와 시공단계의 변수가 시공 후 단계의 종속변수에 미치는 영향을 확인하고자 한다.

3.2.1 변수의 측도 및 단위 결정

회귀분석을 수행하기 위한 사전 작업으로 전체 11개 변수 중 6개의 변수는 척도변수로 설정하였으며, 회귀계수를 추정하기 위해 독립변수들이 종속변수에 대해 선형관계를 갖도록 로그화를 하고 비선형적 관계를 선형적 관계로 변환시켰다. 또한 나머지 명목변수에 해당하는 5개 항목은 아래 Table 10과 같이 더미 변수로 변환하였다. 이러한 과정에서 11개의 요인에 해당하는 20개의 독립변수를 설정하여 프로젝트의 특성 요인을 이론적으로 설명하였으며, 실증적으로 프로젝트의 손익율에 미치는 영향도를 도출하기 위한 독립변수의 측도 및 단위(Table 9)를 결정하여 이를 활용하였다.

Table 9. Units of scale variables

Variables	Unit
JV Proportions	%
Contract period	log
Contract price	1,000\$, log
Variations and claims	1,000\$, log
Superstructure stories	log
Substructure stories	log

Table 10. Determining dummy variables

Variables	Description	V1	V2	V3
Product	Office	0	0	0
	Commercial	1	0	0
	Institutional	0	1	0
	Industrial	0	0	1
Bidding	Private	0	0	0
	Public	1	0	0
	Nominated	0	1	0
	Development	0	0	1
Contract	Lump-sum	0	-	-
	Cost plus Fee	1	-	-
Scope	Design-build	0	0	-
	Construction	1	0	-
	Fit-out	0	1	-
Structure	RC	0	0	0
	SRC	1	0	0
	S+RC	0	1	0
	S	0	0	1

또한 해당 변수를 활용하여 다중공선성 검토 실시를 위해 공선성 통계량의 공차값이 0.1이상이며 분산팽창지수(VIF: Variance Inflation Factor)값이 10.0미만임을 확인하였고 Durbin-Watson 검정을 추가적으로 수행하여 다중회귀분석을 통해 유의한 변수를 선별하였다.

4. 손익율에 미치는 프로젝트 특성 요인

4.1 다중회귀모델

다중회귀분석을 수행하는 과정에서 독립변수의 수가 많아 종속변수에 대한 설명에 기여하지 못하는 변수가 발생하는 경우 이를 제거하기 위한 방법으로 '전진선택법', '후진선택법', '단계선택법' 등의 세 가지 모델 구축 방법이 존재한다. 이에 따라 본 연구에서는 가장 널리 통용되는 단계선택법(Stepwise Selection)을 사용하였다. 단계선택법이란 각 단계별로 진입기준을 충족시키면서 R제곱을 가장 크게 증가시키는 변수가 선택되어 전체 변수가 요구조건을 충족시켜 더 이상 새로이 진입되거나 제거되는 변수가 존재하지 않을 때까지 동일한 과정을 반복하여 통계적으로 유의한 회귀모델을 만드는 방법을 의미한다.

단계선택법의 진입기준으로는 유의확률 0.05(p=0.05), 제거기준으로는 유의확률 0.10(p=0.10)을 사용하였으며 선별된 20개의 변수(11개의 프로젝트의 특성 요인)를 아래 Table 10과 같이 명목변수와 척도변수로 설정하고 전체 177개의 해외 건축 프로젝트의 데이터를 활용하였다.

프로젝트의 특성을 이론적으로 설명하기 위해 P.M.B.O.K의 관리 기법에 의해 정의한 계약적 요인과 물리적 요인을 1차 구분하고, 현업에서 널리 활용하는 Project Life-cycle에 의한 단계 구분을 2차로 하여 총 4가지의 다중회귀분석을 통해 손익율에 영향을 미치는 독립변수의 영향도를 분석하였다.

Table 11. Nominal and scale input variables affecting construction cost(output variable)

Variables	Description(Variable no.,unit)	Type of variables
1. Contract type	• Lump-sum(Contract1) • Cost plus fee(Contract2)	Nominal (Dummy)
2. Bidding type	• Private(Bid1) • Nominated(Bid2) • Develop(Bid3) • Public(Bid4)	Nominal (Dummy)
3. Project scope	• Overall construction(Scope1) • Fit-out(Scope2)	Nominal (Dummy)
4. Product	• Office(Product1) • Commercial(Product2) • Institutional(Product3) • Industrial(Product4)	Nominal (Dummy)
5. Structural type	• RC(Structure1) • SRC(Structure2) • Steel and RC(Structure3) • Steel(Structure4)	Nominal (Dummy)
6. JV Proportions	• JV Proportions(JV, %)	Scale
7. Contract period	• Months(log)	Scale
8. Contract price	• Overall construction cost including variations(1,000\$, log)	Scale
9. Variations and claims	• Liquidated damages cost(1,000\$, log)	Scale
10. Superstructure stories	• Superstructure stories(log)	Scale
11. Substructure stories	• Substructure stories(log)	Scale

4.1.1 계약적 요인과 물리적 요인에 의한 구분을 통한 다중회귀분석

계약적 요인과 물리적 요인으로 구분한 독립변수들의 다중회귀분석 결과 표준편차와 평균기술통계량은 아래와 같다.

Table 12. Descriptive Statistics

Division	Variables	Mean T Value	Standardized deviation
Physical descriptive variables	Product1	0.16	0.363
	Product2	0.09	0.292
	Product3	0.02	0.151
	Structure1	0.12	0.322
	Structure2	0.12	0.331
	Structure3	0.11	0.312
	Superstructure stories	0.0572190	0.12511091
	Substructure stories	0.0338924782	0.1010602630
Contractual descriptive variables	Bid1	0.057108643347	0.0643079260661
	Bid2	0.28	0.450
	Bid3	0.05	0.227
	Contract	0.19	0.397
	Scope1	0.33	0.470
	Scope2	0.18	0.384
	JV Proportions	0.01	0.088
	Contract period	0.9717	0.12435
	Contract price	1.88200064033	1.465640226157
	Variations and claims	0.016702256972	0.0921733883226

프로젝트 특성의 물리적 요인 변수들 간의 상관계수는 아래와 같으며, 변수들의 단위를 표준화하여 계수로 표현한 표준화계수(Standardized coefficients, Beta)에 의하면 근린생활시설(Product1)이 손익율에 가장 높은 양의 영향관계를 나타내고 있으며, 지상층(Superstructure)의 값이 높아질수

록 손익율에 음의 영향을 끼치는 것을 확인할 수 있었다. 또한 계약적 특성 요인의 변수에 의한 다중회귀분석 결과 계약금액(Contract price)규모가 클수록 손익율에 가장 높은 수준으로 음의 영향을 끼쳤으며, 총액계약(Contract)의 경우 손익율에 양의 영향을 나타내는 것을 파악할 수 있었다.

Table 13. Coefficients(Physical descriptive model)

Variables	Unstandardized coefficients		Standardized coefficients	t
	B	Std. Error	Beta	
(Constant)	0.059	0.009		6.391
Product1	0.023	0.017	0.132	1.404
Product2	-0.004	0.020	-0.018	-0.199
Product3	-0.052	0.038	-0.122	-1.351
Structure1	-0.008	0.019	-0.038	-0.403
Structure2	0.009	0.018	0.045	0.482
Structure3	0.007	0.019	0.036	0.389
Superstructure	-0.063	0.046	-0.123	-1.369
Substructure	-0.035	0.058	-0.054	-0.594

Table 14. Coefficients(Contractual descriptive model)

Variables	Unstandardized coefficients		Standardized coefficients	t
	B	Std. Error	Beta	
(Constant)	0.132	0.062		2.108
Bid1	-0.008	0.015	-0.058	-0.538
Bid2	0.015	0.027	0.054	0.561
Bid3	0.012	0.017	0.073	0.686
Contract	0.025	0.013	0.181	1.871
Scope1	-0.008	0.016	-0.045	-0.487
Scope2	0.061	0.065	0.084	0.943
JV Proportions	0.004	0.046	0.008	0.092
Period	0.001	0.004	0.028	0.289
Claims cost	0.063	0.063	0.091	1.007
Contract price	-0.022	0.010	-0.197	-2.180

물리적 특성 요인으로 구성된 다중회귀모형의 설명력은 25.7%이며 계약적 요인으로 구성된 다중회귀모형의 설명력은 17.7%로 다소 부족한 설명력을 나타내었다. 하지만 변수들 간의 상관도를 나타내는 Pearson 상관계수와 회귀식을 규정할 수 있는 표준화 계수를 바탕으로 의미 있는 변수들의 영향도를 도출하였다.

Table 15. Model Summary

Model	R	R ²	Adjusted R ²	Standard error of estimate	Durbin-Watson
Physical	0.507	0.257	0.252	0.1278965483	1.862
Contractual	0.421	0.177	0.162	0.0637108926082	1.598

4.1.2 프로젝트 단계에 의한 구분을 통한 다중회귀분석

프로젝트의 단계를 시공전과 그 이후로 구분하여 독립변

수셋트를 설정하였으며 다중회귀분석(단계선택법)에 의한 결과는 아래와 같다.

프로젝트 특성을 프로젝트 단계에 의해 구분하여 다중회귀분석을 수행한 결과 표준화계수의 값은 계약 방식(Contract)가 가장 높은 양의 영향도를 지니며 지상층(Superstructure)의 값이 가장 높은 음의 영향계수를 나타내 물리적 특성 요인에 의한 회귀모델과 유사한 결과를 확인할 수 있었다. 시공 중-후 단계에서 역시 계약적 특성 요인 회귀모델과 유사하게 계약금액(Contract price) 변수가 가장 높은 음의 영향을 나타냈다.

Table 16. Descriptive Statistics

Phase	Variables	Mean T Value	Standardized deviation
Pre-construction	Product1	0.16	0.363
	Product2	0.09	0.292
	Product3	0.02	0.151
	Structure1	0.12	0.322
	Structure2	0.12	0.331
	Structure3	0.11	0.312
	Superstructure stories	0.0572190	0.12511091
	Substructure stories	0.03389247826	0.101060263025
	Bid1	0.28	0.450
	Bid2	0.05	0.227
	Bid3	0.19	0.397
	Contract	0.33	0.470
	Scope1	0.18	0.384
	Scope2	0.01	0.088
JV Proportions	0.9717	0.12435	
Construction & Post-construction	Contract period	1.88200064033	1.465640226157
	Contract price	4.187137475	0.5874593138
	Variations and claims	0.016702256972	0.0921733883226

Table 17. Coefficients(Describing pre-construction phase)

Variables	Unstandardized coefficients		Standardized coefficients	t
	B	Std. Error	Beta	
(Constant)	0.026	0.050		0.524
Product1	0.028	0.017	0.159	1.657
Product2	-0.003	0.021	-0.015	-0.154
Product3	-0.046	0.039	-0.109	-1.196
Structure1	-0.013	0.021	-0.063	-0.607
Structure2	0.016	0.020	0.082	0.812
Structure3	0.007	0.020	0.032	0.333
Superstructure	-0.073	0.047	-0.142	-1.550
Substructure	-0.035	0.058	-0.056	-0.604
Bid1	-0.006	0.015	-0.039	-0.369
Bid2	-0.001	0.028	-0.004	-0.043
Bid3	0.025	0.017	0.157	1.458
Contract	0.027	0.014	0.196	1.974
Scope1	-0.012	0.017	-0.072	-0.727
Scope2	0.055	0.065	0.075	0.834
JV Proportions	0.023	0.048	0.044	0.471

Table 18. Coefficients(Describing post-construction phase)

Variables	Unstandardized coefficients		Standardized coefficients	t
	B	Std. Error	Beta	
(Constant)	0.137	0.041		3.318
Period	0.001	0.004	0.026	0.299
Contract price	-0.020	0.010	-0.181	-2.069
Claims cost	0.061	0.061	0.088	1.003

시공 전 단계와 시공 중·후 단계에 해당하는 변수로 분석된 다중회귀모델은 각각 34.9%와 20.3%의 설명력을 나타내었으며 분산분석에 의한 전체 모델의 유의확률은 각각 41.3%와 15.3%로 전체적인 변수를 통해서 종속변수인 손익율을 설명하는 회귀식의 활용도는 다소 낮을 것으로 판단된다. 그러나 해당 모델들을 구성하는 변수간의 다중공선성을 설명하는 Durbin-Watson 값이 기준값인 2에 근접해 있어 변수간의 관계는 통계적으로 유의한 결과로 판단된다.

Table 19. Model Summary

Model	R	R ²	Adjusted R ²	Standard error of estimate	Durbin-Watson
Pre-construction	0.591	0.349	0.341	0.0641293472831	1.693
Construction and post-construction	0.451	0.203	0.197	0.0637193510236	1.722

4.2 프로젝트 특성 요인이 손익율에 미치는 영향

본 연구에서는 프로젝트의 특성을 설명하는 11가지 요인을 ‘계약적 특성’, ‘물리적 특성’, ‘시공 전 단계’ 그리고 ‘시공 중·후 단계’로 구분하여 다중회귀분석을 수행하였으며 해당 요인이 해외 건축 프로젝트에 미치는 영향도를 통계적으로 검증하는 과정을 거쳤으며 주요 시사점은 아래와 같다.

- 1) 계약적 특성/물리적 특성으로 구분했을 때의 요인별 영향도와 시공전/시공중·후 단계의 요인별 영향 크기는 소폭 틀리나, 손익율에 미치는 양의 영향 영역과 음의 영향 영역으로 구분하였을 때는 그 결과가 유사하다.
- 2) 특정 요인의 경우 구분 방법과 무관하게 항상 상위 영향도를 나타냈으며 이를 중점 요인으로 선정하고 프로젝트를 초기 검토 또는 리스크 검토 시 우선 순위화하여 관리하는 방법 등이 모색되어야 할 것으로 판단된다.
- 3) 그러나 나머지 요인의 경우 구분 방법에 따라 그 영향 정도가 차이가 있으며, 이는 현업에서 프로젝트 검토 시 관점 또는 단계에 따라 프로젝트 특성 요인에 대해 접근하는 방법을 달리 가져야 한다는 점으로 해석이 가능하다고 판단된다.

따라서 프로젝트 특성 요인이 손익율에 미치는 그 영향 정도를 파악하기 위해 목적에 부합되는 구분 방법을 선정해야 할 것이다.

Table 20. Profitability Factors Summary

Division	Variables	Standardized coefficients(Beta)
Physical	Commercial	0.132
	Institutional	-0.122
	Superstructure	-0.123
Period	Contract type	0.181
	Contract price	-0.197
Pre-construction	Commercial	0.159
	Institutional	-0.109
	Superstructure	-0.142
	Private bidding	0.157
Construction and post-construction	Contract type	0.196
	Contract price	-0.181

* Minimally cost affecting factors are excluded(Under 0.07 beta value)

5. 결론

본 연구에서는 다중회귀분석을 통해 해외 건설 프로젝트의 특성 요인이 손익율에 미치는 영향도를 확인하기 위해 이론적인 분류와 실제 수행 흐름에 의한 분류로 구분하여 분석을 진행하였다.

본 연구를 통해 도출된 결론은 다음과 같다.

- 1) 프로젝트를 구성하는 요인을 통해 손익율을 정확히 예측하기에는 쉽지 않으나 영향 요인을 ‘물리적 특성’, ‘계약적 특성’, ‘시간의 흐름에 의한 단계’로 구분하여 고려시 각 분류 방식에 따라 손익율에 미치는 영향 정도는 틀리다.
- 2) 하지만 대부분의 분류 방식에 의해 분석된 프로젝트 특성 요인이 손익율에 미치는 영향도에서는 ‘계약 방식’, ‘계약 금액 규모’, ‘입찰 방식’, ‘건물의 유형’ 그리고 ‘건물의 규모’가 프로젝트의 다른 요인에 비해 상대적으로 큰 영향을 미친다는 것이다.
- 3) 따라서 전체적인 프로젝트를 기획하는 과정 또는 입찰하는 단계에서는 프로젝트의 리스크 검토 시 프로젝트의 특성 요인의 단순 분류 기준이나, 해당 요인이 손익율에 절대적으로 특정 영향을 끼친다는 단편적인 접근으로는 손익율 관련 리스크를 예측하는데 어려움이 있을 것이다.

이에 따라 기업 또는 업계에서는 이미 각각 보유하고 있는 노하우와 수행 실적 데이터 등을 활용하여 프로젝트를 사전 검토하기 위한 가이드라인 및 시스템을 구축하고 손익율을 개선하기 위한 노력을 하고 있으나, 정량적으로 측정이 가능한 데이터를 포함하고, 정성적인 요인을 정량 지표화 하는 등의 기법을 통해 전체적인 밑그림을 그려 향

후 프로젝트 수행 시 손익을 개선하기 위해 노력해야 할 것이다.

향후 연구에서는 본 연구를 토대로 기존에 연구된 프로젝트 특성의 정성적 요인이 손익율에 미치는 영향을 정량적으로 표현하고 프로젝트 전체의 영역에 걸쳐 통계적으로 검증이 가능한 모델을 도출하기를 기대한다.

References

- Cho Y., Cha H. (2012). "A Study of Project Characteristics and Project Performance Level of difficulty ", *Korean journal of Construction Engineering and Management, KICEM*, 11(6), pp. 81-84.
- Choi R. (2011). "A Multiple Regression Analysis on Developing the Profitability Model of Local Cultural Festivals ", *Journal of the Korea society of computer and information*, 16(10).
- Kwak S., Han S. (2009). "Cost Prediction Models in the Early Stage of the Roadway Planning and Designbased on Limited Available Information ", *Korean journal of Construction Engineering and Management, KICEM*, 10(4), pp. 90-98.
- Lee B., Kim J. (2012). "(An) analysis on the factors affecting the REITs returns using the regression analysis : focused on office building investment", Dept. of Sustainable Architectural Engineering, The Graduate School, Hanyang University.
- Lowe D. J., Emsley M. W., Harding A., (2006). "Predicting Construction Cost Using Multiple Regression Techniques", *Journal of Construction Engineering and Management, ASCE*.
- Mahamid I. (2011). "Early cost estimating for road construction projects using multiple regression techniques", *Australasia Journal of Construction Economics and Building*, 11(4) p. 87-101.
- Sun S., Han S. (2003). "(A) study on the hierarchical structures of cause-and-effect on the profit factors in overseas construction projects", Dept. of Civil Engineering, Graduate School, Yonsei University.
- Ko W., (2011). "Analyzing Social Science Datum using sequential data input of SPSS", Professor, Dept. of Computer Statistics, Honam University.

요약: 1960년대부터 우리나라 건설사는 중등 건설 붐을 통해 노동집약적인 건설산업을 부흥시키기 위해 진출을 하였고, 이를 자양분으로 삼아 경제 부흥에 큰 일조를 하였다. 하지만 최근 20년간 해외 건설산업은 매출규모는 이전에 비해 비약적인 증대를 보였으나 이익 측면에서는 개선이 이루어지지 않으며 오히려 그 추세는 하향세를 그리는 것을 알 수 있다. 따라서 본 연구에서는 대형 시공사의 최근 30년간 180여개의 프로젝트를 구성하는 요소가 손익율에 어떠한 영향을 미치는지 통계적인 시각에서 그 독립변수가 종속변수에 미치는 영향에 대해 알아보려 한다. 통계적인 기법은 다중회귀분석을 선택하였고, 다수의 독립변수가 하나의 종속변수에 미치는 영향정도를 도출하여 향후 해외 건설 프로젝트 입찰 또는 수행 시 참고가 가능한 판별 기준을 설정하고자 한다.

키워드 : 프로젝트 특성 요인, 손익율, 다중회귀분석, 건설 통계
