

로그 회귀분석을 이용한 해외 엔지니어링 사업의 낙찰 성공 요인 분석 - 세계은행의 인도네시아 사업을 중심으로 -

유영수¹ · 신병진¹ · 구본상* · 한승현²

¹서울과학기술대학교 건설시스템공학과 · ²연세대학교 사회환경시스템공학부

Using Logistic Regression for Determining the Factors Affecting Bidding Success in World Bank's International Consulting Projects in Indonesia

Yu, Youngsu¹, Shin, Byungjin¹, Koo, Bonsang*, Han, Seungheon²

¹Department of Civil Engineering, Seoul National University of Science and Technology

²Department of Civil and Environmental Engineering, Yonsei University

Abstract : World Bank projects enable Korean engineering firms to enter new markets and diversify their portfolio. These firms need to understand the critical factors for bidding success in such projects. The World Bank publishes as open records all their bidding history data in their open database. This provides an opportunity to identify empirically the factors that determine which firms are chosen. This research collected relevant bid data, focusing on Indonesia, to perform a logistic regression with the goal of statistically identifying significant factors that result in bidding success. Results showed that work experience, being included in a consortium, and having a local partner positively affected winning a bid. On the other hand, having a local competitor of the recipient country negatively impacts the chances of attaining a bid. Commensurately, Korean engineering firms need to increase their work experience in internationally recognized projects, and include a local partner as a joint venture partner to increase their chances, while refrain from conventional projects that can be performed by local engineering firms.

Keywords : International Bidding Strategies, World Bank, Indonesia, Logistic Regression

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

국내 건설경기의 침체에 따라 해외시장 진출에 대한 관심이 꾸준히 증가하고 있다. 국내 엔지니어링 기업은 시공사에 비해 규모가 작고, 상대적으로 실적이 부족하여 진출이 쉽지 않은 실정이다. 이 때문에 엔지니어링 기업은 다자간개발은행(Multi-lateral Development Bank; 이하 MDB) 사업을 해외 시장 진출의 교두보로 삼고자 하며, 대표적으로 세계은행(World Bank) 사업에 참여를 늘리고 있다.

세계은행 사업은 재정적으로 안정적이면서도 해당 국가에서 실적으로 인정해 주는 장점이 있으며, 이들 사업의 경험

을 토대로 현지기업과 유대관계를 형성할 수 있어 추후 민간 사업에서 이들과 현지화(localization) 관계를 구축할 수 있는 기회를 제공한다. 또한 주로 저개발국가에 사업이 집중되어 중동지역 외 사업의 참여를 통해 수주 다변화를 이룰 수 있다.

그러나 세계은행 사업을 성공적으로 수주하는 것이 녹록치 않다. 선진국의 우수 글로벌 기업과 경쟁해야 하며, 이를 보완하기 위해 입찰시 가격을 낮게 책정했다가 나중에 사업에서 적자를 볼 수도 있다. 따라서 국내 엔지니어링 기업은 어떤 사업에 참여할지 취사선택해야 하며, 해당 국가에서 입찰에 참여할 경우 낙찰의 성공 요인이 무엇인지 선제적으로 파악하는 게 필수적이다.

세계은행 사업의 국제 입·낙찰 선정 기준은 일반적으로 품질가격평가방식(Quality Cost Based Selection; QCBS)이며, 이는 기술과 가격을 점수화하여 선정하는 방식이다(KOCC, 2016). 그러나 실제로는 해당 국가에서의 경험 및 실적, 로컬 기업과의 제휴 여부, 해당 공종의 전문성, 경쟁 상대 및 규모, 등 다양한 요인이 존재하는 것으로 파악되며

* Corresponding author: Koo, Bonsang, Department of Civil Engineering, Seoul National University of Science and Technology, Seoul 01811, Korea
E-mail: bonsang@seoultech.ac.kr
Received December 9, 2017; revised-accepted January 8, 2018

(Aznar et al., 2017) 이러한 요인들의 경중이 국가별로 상이할 수 있다. 따라서 새로운 시장에 진출하고자 하는 국내 엔지니어링 기업들은 어떤 역량을 갖추어야 하는지 파악해야 하며 이에 상응하는 준비를 해야 한다.

세계은행은 각 국가에서 수행한 사업 데이터를 오픈데이터베이스(open database, 이하 '오픈 DB')형태로 공개하고 있으며 체계적으로 관리하고 있는데, 이 중에서도 각 사업에 참여한 기업단위의 입·낙찰 정보를 공개하고 있다. 입·낙찰 정보에는 사업형태 및 규모, 참여기업, 입·낙찰 가격, 최종 낙찰자 등이 존재하며 여기에는 국내 엔지니어링 기업의 참여 실적도 포함되어 있다. 그러므로 이들 데이터를 바탕으로 입찰 시 성공 요인들을 파악하는 것이 가능해진다.

그러나 이를 활용하여 데이터 기반의 객관적 분석을 한 연구는 드물다. 또한 기존 연구는 입·낙찰 요인을 분석하되 대부분 설문 또는 인터뷰 형태의 연구가 대부분이었다(Ahamd & Minkarah, 1988; Shash, 1993; Jackas, 2013; Ye et al., 2014; Chua & Li, 2000; Watt et al., 2010).

이에 본 연구에서는 세계은행 오픈 DB 자료를 활용하여 입찰 시 성공여부를 실증적으로 분석하고 파악하는데 역점을 두었다. 구체적으로 오픈 DB에서 입·낙찰 관련 자료를 수집하고, 이를 기반으로 로그 회귀분석을 수행하여 낙찰 성공에 유의한 요인들을 통계적으로 파악하고자 하였다.

본 연구에서 대상 국가는 인도네시아로 하였다. 인도네시아는 국내 엔지니어링 기업들이 실제로 진출을 적극적으로 희망하는 국가로 선정되었으며(Cho et al., 2014), 실제 국토교통부는 해외건설엔지니어링 정보시스템(OVICE)¹⁾을 통해 인도네시아의 법·제도 등 관련 정보를 제공하고 있다.

따라서 본 연구에서는 국내 엔지니어링 기업들이 인도네시아에서 세계은행 사업의 낙찰에 성공을 위해 갖춰야 할 역량을 실증적으로 분석하여 제시하는데 그 목적이 있다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 세계은행이 지원하는 국가 중 인도네시아를 중점적인 대상으로 삼았다. 인도네시아 건설시장은 정부가 역점을 두고 추진 중인 인프라 부문에 대한 발주가 적극적으로 추진되고 있다. 또한 외국인의 사업 참여에 대한 규제가 완화되고 있음에 따라 국내 기업이 진출할 수 있는 다양한 기회가 있는 국가이다.

세계은행이 제공하는 인도네시아 대상 사업 중 본 연구에서는 국내 건설 엔지니어링 기업이 관심을 갖는 설계 컨설팅 서비스(상세설계, 사업관리, 감리) 부문의 데이터를 수집하고 데이터베이스를 구축하였다. 수집한 데이터는 2011년부터 2016년까지 인도네시아에서 발주된 사업정보이며, 이에

는 사업참여 기업명, 입찰금액, 공종, 사업형태 등의 데이터가 수록되어 있다. 추가적으로 금액관련 분석을 위해 명시되어 있는 입·낙찰 금액을 현재가치로 환산하고 통화 변환을 실시하였다.

구축한 DB를 바탕으로 세계은행의 인도네시아 사업의 낙찰 성공 요인을 파악하기 위해 다음과 같은 일련의 작업을 수행하였다.

- 1) 세계은행의 인도네시아 투자 현황 및 인도네시아 건설시장 현황 조사
- 2) 입·낙찰 성공 요인 관련 문헌 조사 및 로그 회귀분석 이론 숙지
- 3) 로그 회귀분석 모델 구축

세부적으로 로그 회귀분석 과정은 1)세계은행 오픈 DB에서 관련 데이터 수집, 2)기술통계 분석, 3)변수 선정, 4)교차분석(Cross-tabulation analysis), 5)단항 및 다항 로그 회귀분석과 같은 일련의 작업을 통해 최종 모델을 구축하였다.

분석 결과를 바탕으로 낙찰 성공 요인을 도출하고, 국내 건설 엔지니어링 기업의 인도네시아 건설시장 진출 방향을 제안하였다.

2. 이론 고찰

2.1 인도네시아 건설시장 및 세계은행 투자현황

2.1.1 인도네시아 건설 시장 현황

인도네시아 1인당 국민소득은 2016년 기준 \$3,774로 한국의 1/7수준이다. 2015년 경제성장률은 석탄, 천연가스 등 상품가격 하락에 따른 수출 감소, 루피아화 가치하락에 따른 소비심리 악화 등으로 최근 6년 사이 최저치인 4.8%를 기록하였다. 하지만 2016년에는 경제성장률이 민간소비 회복 및 인프라 등 공공투자 증가에 힘입어 5%대로 회복된 것으로 추정된다.

인도네시아 시장은 규제 및 사업 환경 등 제도적 측면이 취약하고, 부정부패 만연으로 인한 국고손실 등의 비효율 발생, 열악한 인프라와 같은 경제성장 제약요인이 많다. 하지만 풍부한 인구 등에 힘입은 견조한 내수기반과 다양한 천연자원, 저임 노동력을 기반으로 한 성장 잠재력을 보유하고 있다(KOCC, 2017).

인도네시아 건설시장은 2014년 조코위 정부 출범 후 정치적 문제와 정부부처 개편으로 지연된 인프라 개발 사업 예산을 2016년 집중적으로 투입·집행하여 향후 인프라 개발시장이 활성화 될 것으로 전망된다. 또한 인도네시아 건설업의 성장 및 자카르타 사무실 공급 부족에 따라, 자카르타 및 인근지역의 건설수요는 꾸준히 증가할 것으로 예측되고 있다. 더불어 2014년 10월 신정부 출범 시 발표한 중기개발계획

1) <http://www.ovice.or.kr>

(RPJMN, 2015~2019)이 본격적으로 추진될 예정으로 전력 및 교통 인프라 관련 개발이 활성화 될 전망으로 국내기업이 진출하기에 매력적인 시장이다(OVICE, 2016).

2.1.2 세계은행 인도네시아 투자 현황

인도네시아는 자국 주도의 다자간개발은행과 정부 주도의 차관지원을 통해 아세안 지역 물류 및 각종 인프라 시설에 대한 투자를 확대하고 있다(Kim et al., 2016). 2017년 기준으로 세계은행은 인도네시아에서 IDA²⁾/IBRD³⁾ 사업 총 389건을 통해 총 541억 달러를 증여 및 양허성 차관의 형태로 제공하였다. 세계은행 자료에 따르면 인도네시아 인구 2억 2천만 명 중 2천 8백만 명이 빈곤선(poverty line) 아래에 있으며, 국가 소득수준이 빈곤선보다 약간 높기 때문에 사실상 인구의 40%가 빈곤에 취약한 것으로 나타났다.

인도네시아 대상 세계은행 투자는 도로와 상하수도 시설 공중에 집중되어 있다. 도로 분야는 1969년부터 2017년까지 102건의 프로젝트가 진행되어 왔으며, 총 사업금액은 185억 달러로 총 사업비 541억 대비 약 34%를 차지하였다. 상하수도 분야 프로젝트는 총 80건이었으며, 사업금액 108억 달러로 총 사업비 중 약 20%를 차지하였다.

이와 같이 인도네시아 대상 세계은행 사업은 활발히 진행되고 있으며, 인도네시아 정부의 1)중기개발계획을 통한 사회 인프라 개발 활성화, 2)투자부문 개방과 물류 비용 감소를 위한 정책개혁을 통한 외국인 투자 유치를 통해 건설 시장이 더 활발해질 전망이다.

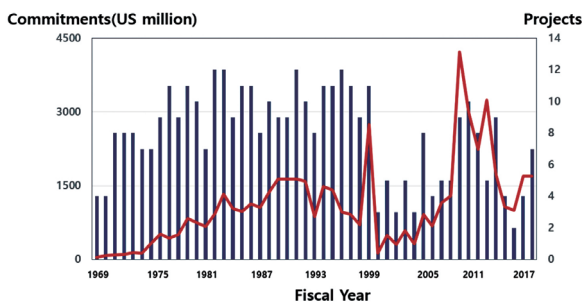


Fig. 1. World bank Indonesia project overview

2.2 입 · 낙찰 성공요인 도출 관련 연구

입찰에 참여하고 낙찰을 통한 사업 수주는 건설기업의 핵심 매출 수단으로서 기업의 영속성을 위한 최상의 전략 목표이다. 이에 따라 낙찰을 위한 전략과 성공요인에 관한 다수의

연구가 존재하며, 최근의 주요 연구를 <Table 1>에 정리하였다.

Shasch (1993)는 입찰 과정을 입찰 참여에 대한 의사결정(Decision making)과 입찰 가격을 결정하는 두 가지로 크게 분류하였다. 입찰 참여 여부는 경험과 판단에 의해 주관적으로 이루어지고 있는 경우가 많다. 입찰에 참여할 경우 기업에서는 비용과 인력이 소모되며, 낙찰되지 않을 경우 해당되는 자원들을 보전할 수 없다. Fellow and Longford (1980)는 이에 대한 비용이 평균 입찰 금액 대비 0.25% 또는 전체 계약 금액에 1% 가량 될 것으로 추정하였다.

Lowe and Parvar (2004)은 입찰 참여 여부를 결정하는 요인을 정량화하고자 하였다. 로지스틱 회귀분석 방법을 사용하여 유의한 변수를 찾아내고 변수별 영향을 정량적으로 평가하였다. 총 21개의 요인들을 분석하여 7가지, 즉 '기회', '리소스', '사업자간의 관계', '사업 프로세스' 및 '사업 특성', '리스크' 및 '경쟁우위'로 분류하였다.

실제 낙찰성공요인 도출에 역점을 둔 연구 역시 다수 존재한다. Ahmad and Minkarah (1988)은 낙찰의 성공요인을 도출하기 위해 미국의 상위 건설 기업 업체에서 근무 중인 400명을 설문 조사하였다. 그 결과로서 '작업 유형', '위치', '작업 규모', '작업 필요성', '발주자', '하청 업체', '작업 난이도' 등 주관적 평가 기준에 영향을 받는 것으로 파악하였다.

Shash (1993)는 영국의 300개 회사를 대상으로 설문을 진행하였으며, 입찰 참여 여부와 수익 산정에 영향을 주는 요소를 55가지로 정리하였다. 이 중에서 '작업의 필요성', '경쟁 업체 입찰 횟수', '프로젝트 수행 경험'이 입찰 결정에 영향을 미치는 것으로 조사되었으며, '난이도' 및 '위험요소'와 '작업 부하'는 수익 산정에 영향을 미치는 것으로 분석하였다.

이외에 권역 또는 지역별로 구분한 연구도 다수 존재한다.

Jarkas (2013)는 쿠웨이트에서 발주된 사업을 대상으로 조사하여 그 결과로 '발주자의 기준', '프로젝트' 규모 및 '기간', 그리고 '해당 국가에서의 수행실적'을 성공요인으로 주장하였다. Ye et al. (2014)은 133개 회사를 대상으로 한 설문을 통해 중국에서의 입찰은 '프로젝트 특성', '발주자의 특성', '시장 상황' 등의 영향을 받는 것으로 파악하였다.

발주 방식에 따라 성공요인을 도출한 연구도 있다. Tiong and Alum (1997)은 BOT 사업에 대한 낙찰 성공요인을 분석하였고 핵심 요인으로 '기술적 이점'과 '금융 조달 방식'에 두었다. Chua and Li (2000)의 경우 '전문성', '금융 조달', '발주자와의 관계', '협력 업체' 및 '하청 업체', '자원의 가용 여부', '기업의 전문 분야', '유사 수행 경험'이 입찰에 주요한 요소임인 것으로 파악하였다.

마지막으로 Watt et al. (2010)의 경우 발주자 관점에서 주요 요인을 분석하였으며 그 결과 '유사 사업 실적', '기술적 전문성' 및 '입찰 가격' 등 세 가지를 성공요인으로 도출하였다.

이처럼 지역별, 발주 방식별 및 사업주체 별로 낙찰 성공요

2) 국제개발협회(International Development Association, IDA)
3) 국제부흥개발은행(International Bank for Reconstruction and Development, IBRD)

인에 대한 연구가 다수 존재한다. 그러나 본 연구에서 진행한 세계은행 사업을 대상으로 한 연구는 없었다. 또한 대부분 설문문을 통한 요인 도출을 하였으나 본 연구에서는 로그 회귀분석을 통해 정량적 분석을 실시했다는 점에서 기존 연구와 차별화된다.

Table 1. Selected research in bidding success factors

| Author | Main factors for bid success | Methodology |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Shash (1993) | Competitors, project experience & needs | Postal survey of 300 UK companies |
| Lowe and Parvar (2004) | Competitive environment, grant, project type | Logistic regression analysis using 115 projects(Analysis using bid participation data) |
| Ahmad and minkarah (1988) | Project type, location, scale, contractor, subcontractor, risk, level of difficulty | Survey of 400 professionals from USA companies |
| Jarkas (2013) | Contractor, project scale, project duration, project experience | Survey of 149 companies in Kuwait |
| Ye et al. (2014) | Project characteristics, contractor's characteristics, market situation | Hotelling's T-square test based on the results of 133 Chinese survey |
| Tiong and Alum (1997) | Technical benefit, differentiation of financing method | BOT project execution cases analysis |
| Chua and Li (2000) | Expertise, financing, relationship with contractor, partners & subcontractors, availability of resources, expertise of the company, project experience | Survey of 153 Singapore professionals using AHP method |
| Watt et al. (2010) | Project experience, technology, cost | Survey of 288 professionals including the contractors and Australia companies |

2.3 로그 회귀분석(Logistic regression analysis)

로그 회귀분석은 두 집단, 혹은 그 이상의 집단으로 나누어진 종속변수와 독립변수간의 관계를 구체적인 함수로 나타내어 개별 관측 데이터가 어떤 집단으로 분류될 수 있는가를 분석하고, 이를 예측하는 모형을 개발하는데 사용되는 통계 알고리즘이다. 이 분석은 종속변수가 범주형 변수인 경우에 사용한다는 점에서 일반 회귀분석과 차이가 있다. 종속변수가 두 가지의 값을 가질 경우 이항 로그 회귀분석을, 세 가지 값 이상인 경우에는 다항 로그 회귀분석을 사용한다. 본 연구에서는 낙찰여부를 종속변수로 함에 따라 이항 로그 회귀분석 방법을 사용하였다.

이항 로그 회귀모형은 다음 식(1)과 같다.

$$\ln \frac{p}{1-p} = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + \dots + B_NX_N \quad (1)$$

좌측 괄호 안의 부분을 로짓(logit)이라 부르고, p는 분석 대상 데이터를 위의 식에 삽입하였을 때 예측하고자 하는 집단에 속할 확률, 1-p는 그 집단에 속하지 않을 확률이다. 따라서 이 값이 높아질수록 그 집단에 속할 확률이 높다는 것을 의미하며, 이 값을 n개의 예측변수를 이용하여 예측하겠다는 것이 로그 회귀분석이다. 이 분석은 입력변수의 연속형, 범주형 여부에 상관없이 분석이 가능하다는 장점이 있다.

회귀계수가 양의 값일 때 그 변수 값이 높아질수록 특정 집단에 속할 확률이 높아지고, 음의 값이 클수록 특정 집단에 속할 확률이 낮아진다. 이 계수들을 해석함으로써 어떤 변수가 특정 집단에 속할 확률을 높이거나 낮추는지 결정할 수 있다.

로그 회귀분석은 입력변수가 출력변수에 미치는 영향을 수치화할 수 있다는 장점이 있다. 분석결과는 개별 변수의 유의성(significance)과 회귀계수(coefficient of regression)로 나타난다. 유의성은 각 변수가 얼마나 유의한지를 판단할 수 있는 기준이다. 이 유의성이 0.05보다 작으면 특정 집단에 속하기 위한 유의한 변수라고 판단하며, 0에 수렴할수록 그 유의성이 더 크다고 판단한다.

3. 연구 범위 및 절차

인도네시아 사업의 낙찰 성공요인을 도출하기 위해 로그 회귀분석을 실시하였으며 여기서는 <Fig. 2>와 같이 구체적인 분석 방법 및 절차를 소개하였다.

본 연구는 세계은행 오픈DB 데이터를 기반으로 한 로그 회귀분석을 주요 방법으로 삼고 있지만, 이를 위해 추가로 데이터 기술 통계분석(Descriptive statistic analysis) 및 교차분석(Cross-tabulation analysis)을 실시하였고, 로그 회귀분석도 단항 및 다항 분석을 개별적으로 실시하여 분석의 정밀도를 높이고자 하였다.

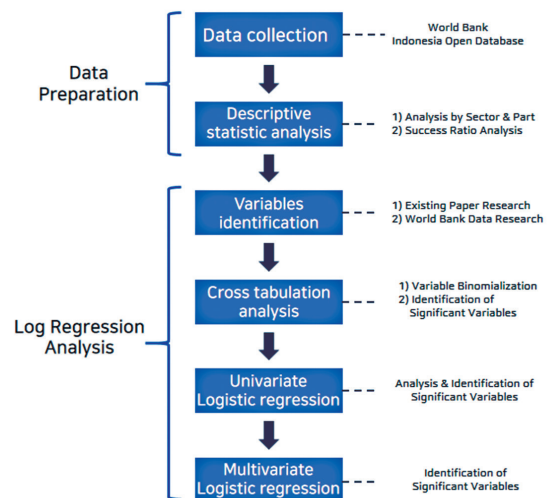


Fig. 2. Logistic regression analysis sequence and explanation

4. 데이터 수집 및 기술통계 분석

4.1 데이터 소스 및 구축 방법

세계은행은 오픈 DB⁴⁾에 개별 수원국을 대상으로 진행한 사업 및 운영(Project & Operations) 자료를 공개하고 있다.

특히 사업 조달(Projects Procurement)자료에는 특정 국가에서 수행한 개별 프로젝트에 대한 계약방식, 입찰, 평가, 낙찰 금액, 기술·가격 점수 등의 입·낙찰 관련 정보를 확인할 수 있다.

세계은행 오픈 DB에는 다양한 OpenAPI가 제공되지만 본 연구에서 활용한 세계은행의 사업 및 운영(Projects & Operations) 자료는 제공되지 않는다. 따라서 R 프로그램 기반 웹스크레이핑(Web Scraping) 전용 패키지인 'httr'를 통해 수집하였다. 'httr' 패키지는 웹프로토콜에 따라 서버와 통신을 자동화할 수 있다. 또한, 웹사이트를 마크업 언어(HTML, XML 등) 형태로 수집하여 데이터를 분석에 사용할 구조화된 형태로 변환이 가능하다.

세계은행의 사업 및 운영(Projects & Operations) 자료에는 입·낙찰 데이터가 'Notice Type' 별로 정리돼 있어 웹스크레이핑을 활용해 데이터를 자동적으로 수집하였다.

4.2 인도네시아 데이터 수집 및 기술통계 분석

앞서 언급한대로 세계은행 오픈 DB에서 인도네시아 사업 중 컨설팅 사업 부문의 입·낙찰 정보를 수집하였다. 본 연구에서는 해외 엔지니어링 기업(International Engineering Company)들이 인도네시아 사업에 참여했을 때의 낙찰 성공 여부를 파악하는 게 목적이며, 여기에는 인도네시아 자국 기업도 포함되어 있다. 그러므로 인도네시아 자국 기업들의 참여 실적은 제외시켰다. 또한 설계 컨설팅 사업은 공종별 및 사업 유형별로 나눌 수 있는데 본 연구에서는 이들을 분석 대상에 모두 포함시켰다.

4.2.1 데이터 수집 결과

수집된 인도네시아 대상 세계은행 입찰 데이터는 13건의 사업 대상 총 60건이며, 이 중 수원국인 인도네시아의 입찰참여가 19건, 그 외 해외 엔지니어링 기업(International company)이 41건이었다. 인도네시아는 19건의 입찰참여 중 6건으로 31.58%의 낙찰 성공률을, 국제기업은 41건의 입찰참여 중 7건 낙찰로 17.07%의 낙찰 성공률을 나타냈다. 여기서 낙찰 성공률은 국가별로 총 입찰 참여 건수 대비 낙찰건수로 규정하여 산정하였다.

해외 엔지니어링 기업은 41건의 입찰에 대해 36개의 회사가 참여하였고, 그 중 5개의 기업만이 2건 이상 참여하였다.

Table 2. Bid success rate by country

| Country Classification | # of projects | # of bidding | Success rate |
|------------------------|---------------|--------------|---------------|
| Indonesia | 6 | 19 | 31.58% |
| International | 7 | 41 | 17.07% |
| Total | 13 | 60 | 21.67% |

4.2.2 공종별 현황 및 경쟁률 분석

〈Table 3〉에는 수집된 자료를 토대로 공종별 금액 비율과 경쟁률을 표시하였다. 인도네시아 대상 세계은행 사업금액은 총 6천만 달러이며, 농업, 전기, 교통, 사회기반시설, 통신, 상하수도 6가지 공종으로 구성되어 있다. 이 중 교통과 상하수도 부문에 인도네시아 기업의 참여비율이 가장 낮은 것으로 나타났다.

공종별로는 전기 공종의 사업금액이 가장 높았으며, 도로 공종이 가장 높은 경쟁률을, 사회기반시설 공종이 가장 낮은 경쟁률을 나타냈다.

Table 3. Project cost composition by sector

| Sector | Total project cost(US dollar) | Cost ratio by sector | # of projects | # of bidding | Competitive Rate |
|--------------|-------------------------------|----------------------|---------------|--------------|------------------|
| Agriculture | 5,711,320.28 | 3.19% | 1 | 5 | 5.00:1 |
| Electric | 32,062,345.74 | 51.93% | 3 | 12 | 4.00:1 |
| Road | 11,861,549.61 | 19.21% | 3 | 17 | 5.67:1 |
| Socialbase | 11,114,552.22 | 18.00% | 3 | 11 | 3.67:1 |
| Telecom | 775,728.38 | 1.26% | 1 | 5 | 5.00:1 |
| Water | 3,950,808.05 | 6.40% | 2 | 10 | 5.00:1 |
| Total | 61,735,640.05 | 100.00% | 13 | 60 | 4.62:1 |

4.2.3 서비스 유형별 현황 및 경쟁률 분석

〈Table 4〉에는 전체 사업을 서비스 유형별로 분류하여 해당 유형의 사업금액과 경쟁률을 제시하였다. 인도네시아 대상 세계은행 사업은 상세설계, 사업관리, 감리의 세 가지 유형으로 구성되어있으며, 감리 유형이 전체 금액의 83.33%로 가장 높은 금액비율을 나타냈다. 경쟁률의 경우 상세설계 유형이 가장 낮고, 사업관리 유형이 가장 높은 것으로 나타났다.

Table 4. Project cost composition by part

| Part | Total project cost (US dollar) | Cost ratio by part | # of projects | # of bidding | Competitive Rate |
|--------------|--------------------------------|--------------------|---------------|--------------|------------------|
| Detail | 4,887,934.21 | 7.92 | 1 | 3 | 3.00:1 |
| CM | 5,402,928.17 | 8.75 | 3 | 15 | 5.00:1 |
| Supervision | 51,444,777.67 | 83.33 | 9 | 42 | 4.67:1 |
| Total | 61,735,640.05 | 100.00 | 13 | 60 | 4.62:1 |

4) <http://data.worldbank.org>

4.2.4 낙찰 성공률 분석

인도네시아 대상 세계은행 사업에 참여한 국가별 낙찰 성공률을 분석하여 (Fig. 3)와 (Table 5)에 제시하였다. 낙찰 성공률은 국가별로 총 입찰 참여 건수 대비 낙찰건수로 하였으며 인도네시아 전체 사업의 평균 낙찰 성공률은 21.67%였다. 일본이 3회의 입찰시도 중 1회 낙찰되어 낙찰 성공률 33.33%로 가장 높게 나타났으며, 수원국인 인도네시아가 19회의 입찰시도 중 6회 낙찰되어 2번째로 높은 낙찰 성공률을 나타내었다. 국내기업은 3회의 입찰시도가 있었으나, 낙찰된 사업은 없는 것으로 나타났다.

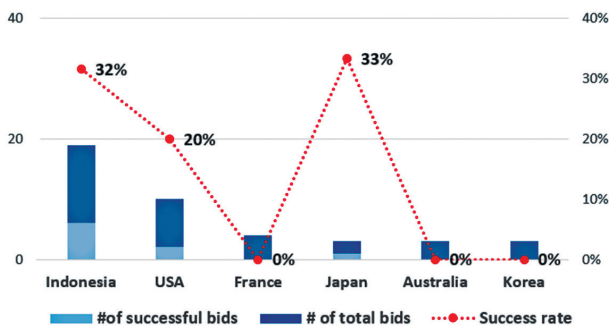


Fig. 3. Bid success rate by country

Table 5. Bid success rate by country

| Country | Project counting | Bid counting | Success rate |
|--------------|------------------|--------------|---------------|
| Indonesia | 6 | 19 | 31.57% |
| USA | 2 | 10 | 20.00% |
| France | 0 | 4 | 0.00% |
| Japan | 1 | 3 | 33.33% |
| Australia | 0 | 3 | 0.00% |
| Korea | 0 | 3 | 0.00% |
| Etc | 4 | 18 | 22.22% |
| Total | 13 | 60 | 21.67% |

5. 로그 회귀분석

5.1 주요 요인 선정 및 변수화

낙찰 성공요인을 도출하고 이를 로그 회귀분석으로 모델링하기 위해서는 선제적으로 주요 요인을 규정해야 한다. 이를 위해서 기존 연구(2.2절 참조)에서 조사된 낙찰 성공요인들을 살펴보고, 세계은행 오픈 DB에 존재하는 자료를 파악하여 구현 가능한 요인들을 도출하였다. 수집한 요인들은 모두 이항형이며, 해당 요인이 작용할 경우 1로, 반대의 경우는 0으로 하였다(Table 6).

1) Subsidiary: 인도네시아 현지에 사무실이 있는가

2) Experience: 인도네시아에서 세계은행 사업 수행 경험이 있는가

3) Team leader: 인도네시아에서 동일한 Team leader와 사업을 수행한 경험이 있는가

4) Consortium: 컨소시엄 형태로 사업에 참여하였는가

5) Local partner: 현지 협력업체와 함께 입찰에 참여하였는가

6) Local competitor: 입찰 참여시 경쟁업체로 인도네시아 기업이 참여하였는가

7) Project type: 사회인프라(도로, 수자원) 구축 관련 프로젝트 인가

8) Advanced country: 입찰 참여 기업의 국적이 세계은행 기준 고소득 국가인가

Table 6. Variable description of Cross tabulation analysis

| Variable (factor) | Variable description |
|-------------------|-------------------------------------------------------|
| Subsidiary | Local office existence |
| Experience | Experience of World bank project in recipient country |
| Team leader | Experience of project with same team leader |
| Consortium | Bid participation form(Consortium, Joint venture) |
| Local partner | Bid cooperation with local company |
| Local competitor | Bid competition with local company |
| Project type | Project related to civil engineering |
| Advanced country | Division of Company' s nationality |

5.2 교차 분석(Cross-tabulation analysis)

로지스틱 회귀 분석 시에는 개별 요인들의 값이 고르게 분포되어있는 것이 중요하며, 이를 확인하기 위하여 교차 분석(cross-tabulation analysis)을 사용할 수 있다.

교차 분석을 사용할 경우 수집된 데이터를 범주형(categorical) 변수로 변환하여 종속 변수와의 관계를 명확하게 파악할 수 있다.

교차 분석은 개별 독립 변수들이 의존 변수에 유의미한 영향을 미치는지 간단하게 파악할 수 있는 방법으로 로그 회귀 분석에 앞서 데이터의 이해를 높여줄 수 있다. 교차 분석의 시행을 위해서는 연속변수들을 이항 변수로 변환시켜야 한다. 본 연구에서 선정한 개별 변수에 대한 변환은 (Table 6)에 명시한 요인을 기준으로 하였다.

이에 대한 교차 분석 결과를 (Table 7)에 나타냈다. (Table 7)에서 대각행렬(diagonal)과 반대각행렬(anti-diagonal)의 합을 비교하여 해당 변수가 낙찰에 주는 영향이 긍정적인지 부정적인지를 파악할 수 있다. 긍정적인 변수의 경우 대각행렬의 합이 크게 나타나며, 반대각행렬의 합과 큰 차이를 보일수록 유의한 변수라고 판단할 수 있다.

Table 7. Cross tabulation (0: bid failure, 1: bid success)

| Variable (factor) | Predicted | Observed | | Total (Correct/Incorrect) |
|-------------------|-----------|----------|---|---------------------------|
| | | 0 | 1 | |
| Subsidiary | 0 | 16 | 4 | 22/19 * |
| | 1 | 18 | 3 | |
| Experience | 0 | 32 | 4 | 35/6 |
| | 1 | 2 | 3 | |
| Team leader | 0 | 32 | 7 | 32/9 |
| | 1 | 2 | 0 | |
| Consortium | 0 | 16 | 1 | 22/19 |
| | 1 | 18 | 6 | |
| Local partner | 0 | 17 | 1 | 23/18 |
| | 1 | 17 | 6 | |
| Local competitor | 0 | 23 | 6 | 24/17 |
| | 1 | 11 | 1 | |
| Project type | 0 | 8 | 2 | 28/13 * |
| | 1 | 26 | 5 | |
| Advanced Country | 0 | 2 | 1 | 33/8 |
| | 1 | 32 | 6 | |

* Variables with negative correlation. Their number of 'total correct' and 'total incorrect' predictions are reversed versus variables with positive correlation.

〈Table 7〉에서 뚜렷한 관계가 있는 것으로 판단되는 변수는 '사업 수행 유무(experience)'와 '사업 유형(project type)'이다. 즉, '사업 수행 경험(experience)'이 있는 경우 낙찰 성공률을 높여줄 것이다. '동일한 Team leader와 사업을 수행한 경험이 있는 경우(team leader)'와 '선진국이 아닌 경우(advanced country)'는 사례 수가 적어 유의하다고 보기 어렵다.

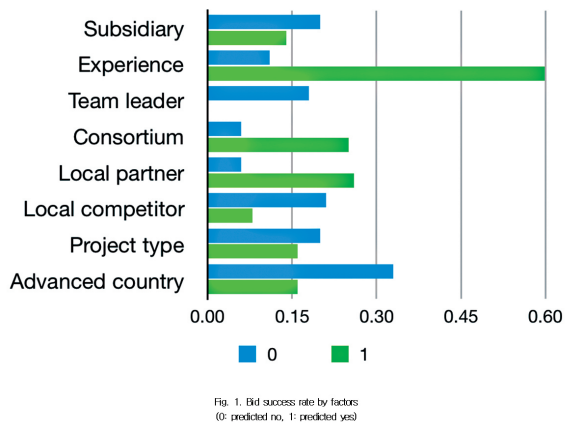


Fig. 4. Bid success rate by factors (0: predicted no, 1: predicted yes)

〈Fig. 4〉은 각 요인의 작용 유무를 기준으로 낙찰 성공률을 비교한 것이다. '사업 수행 경험'이 없는 경우 11% (4/36)에서 있을 경우 60% (3/5)로 상승하였다. '컨소시엄을 구성하

지 않은 경우(consortium)'와 '현지 업체와 협력하지 않는 경우(local partner)' 낙찰 성공률이 각각 약 6% (1/17, 1/18)로 가장 낮게 나타났다. 이는 충분조건이 아닌 필수 조건임을 알 수 있다. 마찬가지로 '현지 업체와 경쟁(local competitor)'할 경우 낙찰 성공률 8% (1/12)로 낮아졌다. 이에 비해 '현지 사무실 유무(subsidiary)'와 '사업 유형(project type)'은 낙찰 성공률에 영향이 거의 없음을 알 수 있다.

5.3 로그 회귀분석 모델 및 결과

2.3절의 식(1)을 본 분석에 맞추기 위해 다음과 같이 모델을 구축하였다.

- (1) 로그 회귀 모델에서 의존 변수는 낙찰성공여부이다. 따라서, 낙찰 실패는 이항 중 0, 낙찰 성공은 1을 부여 받는다. 종속변수는 〈Table 7〉에 나온 요인들을 개별 변수로 사용하였다.
- (2) 로그 회귀 모델의 개별 단위가 프로젝트 단위가 아닌 입찰단위가 된다. 즉, 하나의 프로젝트에 여러 해외 기업이 입찰을 하며 이중에서 하나의 기업만 낙찰에 성공한다.
- (3) 로그 회귀분석은 단항 회귀분석(Univariate logistic regression)과 다항 회귀분석(Multivariate logistic regression), 두 가지를 방법을 수행하였다.

단항 회귀분석을 통해 낙찰에 대한 개별 종속변수들의 영향을 파악할 수 있다. 다항 회귀분석은 여러 변수를 종합하여 단항 회귀분석에서 사용하였던 종속변수 간의 상호 영향을 분석할 수 있다(Kim & Kim, 2014). 다항 회귀분석을 통한 최종 모델 구축은 특정 변수들만을 대상으로 실시하는데, 이는 다항 회귀분석에서 전체 변수를 대상으로 분석을 실시할 경우 회귀 계수, 유의확률과 같은 통계적인 값이 변할 가능성이 있기 때문이다. 따라서 다항 회귀분석을 통한 최종 모델 구축 시 단항 회귀분석 결과에서 유의성을 보인 변수를 대상으로 최종 모델을 구축할 필요가 있다.

5.3.1 단항 로그 회귀 분석

단항 회귀분석 결과를 〈Table 8〉에 나타냈으며, B는 회귀상수(coefficient of regression), df는 자유도(degree of freedom), Sig 유의성(significance)을 나타낸다. 〈Table 8〉에서 유의확률은 귀무가설인 '각 요인이 낙찰 성공에 영향을 준다.'에 확률을 나타낸다. 일반적으로 0.05보다 작을 경우 귀무가설을 기각하여 모델이 적합하다고 판정한다. 즉, 유의확률이 낮을수록 적합한 요인으로 판정한다. 그 결과 유의확률이 가장 낮은 변수는 '사업경험 유무(experience)'였으며, '현지 업체 협력 여부(local partner)'와 '컨소시엄 구성 여부(consortium)'가 그 다음으로 나타났다.

Table 8. Factors (variables) in univariate logistic regression

| Variable (factor) | B | df | Sig. | Sig. ranking |
|-------------------|----------|----|--------|--------------|
| Subsidiary | 0.4055 | 1 | 0.6283 | 6 |
| Experience | 2.4849 | 1 | 0.0186 | 1 |
| Team leader | -16.0462 | 1 | 0.9954 | 8 |
| Consortium | 1.5550 | 1 | 0.1702 | 3 |
| Local partner | 1.7920 | 1 | 0.1139 | 2 |
| Local competitor | -1.0542 | 1 | 0.3554 | 4 |
| Project type | -0.2624 | 1 | 0.7777 | 7 |
| Advanced country | -0.9808 | 1 | 0.4520 | 5 |

5.3.2 다항 로그 회귀 분석

〈Table 9〉에는 다항 회귀분석 결과를 나타냈다. 최종 모델은 앞서 단항 회귀분석에서 유의성을 보인 ‘사업경험 유무 (experience)’, ‘현지업체 협력(local partner)’ 및 ‘경쟁 여부 (local competitor)’, ‘컨소시엄 구성 여부(consortium)’를 기반으로 구축하여 분석을 실시하였고, 그 결과로 식 (2)를 도출하였다.

Table 9. Factors (variables) in multivariate logistic regression

| Variable (factor) | B | df | Sig. | Exp(B) |
|-------------------|-------|----|------|--------|
| Experience | 1.89 | 1 | 0.03 | 6.63 |
| Consortium | 0.23 | 1 | 0.02 | 1.26 |
| Local partner | 1.01 | 1 | 0.11 | 2.74 |
| Local competitor | -0.80 | 1 | 0.23 | 0.45 |
| Constant | -2.70 | 1 | 0.00 | 0.07 |

$$\text{Log} \frac{p}{1-p} = 1.89 \times \text{Experience} + 0.23 \times \text{Consortium} + 1.01 \times \text{Local partner} - 0.61 \times \text{Local competitor} - 2.704 \quad (2)$$

식 (2)에서 p는 낙찰 성공 확률을 나타내는데, 식 (2)에서 p는 각 요인별 계수를 합산한 후 지수 함수(exponential function) 변환을 통하여 계산하게 된다. 즉, 각 요인이 작용할 경우 회귀 상수 값이 더해져 식의 좌변 로짓 값이 커지게 된다.

예를 들면, 사업 수행 경험이 존재할 경우 로짓 값이 1.89 커지며, 이를 지수함수로 변환하면 6.63이 된다. 변환한 값은 입찰에 성공할 확률과 실패할 확률의 비율이며, 다른 요인

들이 동일할 경우 6.63배 높은 확률로 성공한다는 것을 의미한다. 즉, 86.9% (6.63/7.63)의 확률로 입찰에 성공할 것으로 예측된다. ‘사업 수행 경험(experience)’과 ‘컨소시엄 구성 유무(consortium)’, ‘현지 업체와의 협력(local partner)’은 모두 낙찰 성공률을 높여줄 것으로 예측하였다.

‘현지 업체와의 경쟁(local competitor)’은 낙찰 성공률을 낮추는 요인으로 0.45배 낮아질 것으로 나타났다. 이를 확률로 변환하면 31.0% (0.45/1.45)이다.

5.3.3 정확성(Accuracy) 평가

다항 회귀분석 결과를 토대로 예측모델을 구축하여 정확도 (Accuracy)를 산정하였으며 그 결과를 〈Table 10〉에 나타냈다. 41개의 입찰 건수에 비해 낙찰된 경우는 7건이기 때문에 항상 낙찰에 실패하는 것으로 예측할 경우를 가정하는 기준선 모델(Base line model)의 확률은 82.9% (34/41)이다. 로지스틱 회귀모형으로 예측한 정확도는 87.8% (36/41)로 향상되어 적합한 모델임을 알 수 있다.

Table 10. Model 's predictive power

| Predicted | observed | | Total (correct/incorrect) |
|-----------|----------|---------|---------------------------|
| | fail | success | |
| false | 33 | 1 | 36/41 (87.8%/12.2%) |
| true | 4 | 3 | |

6. 결론

본 연구에서는 세계은행의 인도네시아 컨설팅 사업에서 낙찰되기 위한 주요 요인을 파악하고자 하였다.

로그 회귀분석 결과 세 개의 변수, 즉 세계은행 ‘유사 사업 경험 내지 실적(experience)’, ‘컨소시엄 또는 Joint Venture 여부(consortium)’ 및 ‘현지기업과의 공동 참여(local partner) 여부’가 낙찰 성공에 유의한 요인으로 분석되었다. 특히 이 중에서 ‘유사사업 경험이 있을 경우(experience)’와 ‘컨소시엄으로 입찰에 참여할 경우(consortium)’ 낙찰 확률이 각각 6.63 및 1.26배로 상승하는 것으로 나타나, 낙찰 가능성에 매우 중요한 요인으로 해석되었다. 또한 공동 참여여부도 유의한 것으로 나타나 현지기업과 컨소시엄으로 참여하는 것이 중요한 것을 알 수 있다.

이를 봤을 때 국내 엔지니어링 기업은 우선적으로 해당 공종에서 국제적으로 인정받는 실적을 쌓는 것이 급선무라고 볼 수 있다. 이는 세계은행 사업뿐만 아니라 기타 MDB, 즉 ADB 또는 AfDB와 같은 사업에 적극 참여하고 이와 더불어 국내 KOICA 또는 수출입은행의 EDCF 사업에서도 실적을 쌓는 것이 필요할 것으로 본다.

또한 단독으로 사업에 진출하기보다는 현지 기업과 유대관계를 형성하여 이들과 공동으로 참여하는 것이 중요하다. 이를 위해서는 정부에서 해외 기업들과 지속적인 연계를 해주는 노력이 필요할 것으로 판단된다.

이에 반해 '현지기업이 입찰에 참여할 경우(Local Competitor)' 낙찰 가능성이 떨어지는 것으로 밝혀졌는데, 이도 시사하는 바가 크다. 세계은행은 현지 기업들의 양성을 위해 기술상의 문제가 안 된다면 최종낙찰 후보, 즉 'Shortlist'를 수원국내의 컨설팅사로만 구성하는 것을 허용한다(KOCC, 2017). 그러므로 비교적 단순하고 규모가 작은 사업일 경우, 국내 엔지니어링 기업이 낙찰에 성공하기 힘들어 이런 사업에는 입찰 참여를 피하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 건설기술연구사업의 연구비지원(17SCIP-CO79445-04)에 의해 수행되었습니다.

References

- Ahmad, I., and Minkarah, I. (1988). "Questionnaire Survey on Bidding in Construction." *Journal of Management in Engineering*, 4(3), pp. 229-243.
- Aznar, B., Pellicer, E., Davis, S., and Ballesteros-Pérez, P. (2017). "Factors affecting contractor's bidding success for international infrastructure projects in Australia." *Journal of Civil Engineering and Management*, 23(7), pp. 880-889.
- Cho J. K., (2015). Overseas construction engineering information strategic planning (ISP) report, pp. 1-347.
- Chua, D. K. H., and Li, D. (2000). "Key Factors in Bid Reasoning Model." *Journal of Construction Engineering and Management*, 126(5), pp. 349-357.
- Jarkas, A. M. (2013). "Primary factors influencing bid mark-up size decisions of general contractors in Kuwait." *Journal of Financial Management of Property and Construction*, 18(1), pp. 53-75.
- Kim, J., and Kim, Y. (2014). "An Analysis of Profitability Study of Overseas Construction Projects using Multiple-Regression." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 15(2), pp. 95-103.
- Kim, H.-R., Ock, J.-H., and Jang, H.-S. (2016). "Penetration Strategy for Domestic Construction Companies Into Indonesian Construction Market." *Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction*, 32(4), pp. 11-22.
- KOCC. (2016). "MDB Procurement Guide Line." Korea Consulting Center for Overseas Infra & Plant Projects, pp. 1-24.
- Leśniak, A., and Plebankiewicz, E. (2015). "Modeling the Decision-Making Process Concerning Participation in Construction Bidding." *Journal of Management in Engineering*, 31(2), 04014032.
- Lowe, D. J., and Parvar, J. (2004). "A logistic regression approach to modelling the contractor's decision to bid." *Construction Management and Economics*, 22(6), pp. 643-653.
- Shash, A. A. (1993). "Factors considered in tendering decisions by top UK contractors." *Construction Management and Economics*, 11(2), pp. 111-118.
- Tiong, R. L. K., and Alum, J. (1997). "Distinctive winning elements in BOT tender." *Engineering Construction and Architectural Management*, 4(2), pp. 83-94.
- Watt, D. J., Kayis, B., and Willey, K. (2010). "The relative importance of tender evaluation and contractor selection criteria." *International Journal of Project Management*, 28(1), pp. 51-60.
- World Bank. (2016). Indonesia's Rising DiviDe, pp. 1-151.
- Ye, K., Shen, L., Xia, B., and Li, B. (2014). "Key attributes underpinning different markup decision between public and private projects: A China study." *International Journal of Project Management*, 32(3), pp. 461-472.

요약 : 세계은행에서 발주하는 사업은 국내 엔지니어링 기업에게 신규 시장 진출의 기회가 될 수 있으며 이에 따른 지역 및 사업 다각화를 가능케 해준다. 그러나 세계은행 사업에 참여하기 위해서는 입찰에 성공하기 위한 중요 요인이 무엇인지 선제적으로 파악해야 한다. 세계은행은 오픈 DB를 통해 전 세계에서 입찰한 사업 정보를 공개하고 있으며, 이는 낙찰 성공요인을 실증적으로 분석할 수 있는 기회를 제공하고 있다. 본 연구에서는 본 데이터 중 인도네시아 관련 정보를 웹스크래핑 기술을 활용하여 수집하고 이를 기반으로 로그 회귀분석을 실시하여 낙찰 성공요인을 통계적으로 추정하였다. 그 결과 해당 공종실적, 컨소시엄 구축 여부 및 현지기업과 제휴 여부가 낙찰 성공 여부에 긍정적으로 영향을 주는 것을 파악되었다. 반면, 현지기업이 동 입찰에 참여할 경우 부정적 영향을 주는 것을 볼 수 있었다. 이에 따라 국내 엔지니어링 기업들은 국제적으로 인정받는 공종 실적을 쌓고, 컨소시엄 구성 시 현지 기업을 포함시키는 동시에, 현지기업이 단독으로 수행할 수 있는 비교적 단순 공종 사업에는 참여를 피하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

키워드 : 국제 입찰 전략, 세계은행, 인도네시아, 로그 회귀분석
