

설계시공일괄입찰에서 설계점수와 가격점수의 영향력 분석

이진학¹ · 우성권² · 이시욱^{3*}

¹도화엔지니어링 도로부 사원 · ²인하대학교 사회인프라공학과 교수 · ³숭실사이버대학교 건설시스템공학과 조교수

Analysis of the Influence of Design Score and Price Score for Design Build Bidding

Lee, Jinhak¹, Woo, Sungkwon², Lee, Siwook^{3*}

¹Associate, Master, Transportation Div, Dohwa Engineering

²Professor, Department of Civil Engineering, Inha University

³Assistant Professor, Department of Construction System Engineering, Korea Soongsil Cyber University

Abstract : Selecting appropriate bidding system in construction projects considering the characteristic of project can be a make-or-break element, so the understanding for bidding system of public construction projects is ever more important from the perspective of both the owner and the contractor. The design-build bidding is commonly referred to as turnkey in Korea, and is a bidding method that is often applied to large public construction projects because it allows new technologies to be applied to the design and facilitates risk management for the owner. In this bidding method, there are only two factors (design score and price score) that affect the selection of the winning bidder, so it is important to understand the influence of each factor, but there is little research on the subject. This study aims to provide a basis for establishing bidding strategies for understanding the influence between design score and price score by analyzing various design-build bidding data of public construction projects. The results of the study show that design score is the factor that has more influence on the ranking of bidders in all three weighted evaluation methods: design-emphasized, price-emphasized, and equalized evaluation. In addition, we found that the correlation between design and price scores was not significant due to the unique bid evaluation structure in Korea.

Keywords : Design-Build Bidding, Bidding System, Design Scores, Price Scores, Correlation analysis

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

건설산업에서 입찰계약제도는 공사에 필요한 능력을 갖춘 업체를 선정하기 위한 중요도구이며, 특히 공공건설공사(이하 공공공사)는 계약자의 권익 보호, 계약의 방법, 효율적인 정부예산 사용 및 부정당업자의 입찰 참가자격 제한을 등 입찰계약제도와 관련된 사항을 「국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률」(이하, 국가계약법)등에서 법률로 정하고 있다. 입찰계약제도는 크게 설계사와 시공사를 각각 선정하는 설계시공을 분리하는 입찰방식과 설계와 시공을 하나의 계약주체와의 단일계약을 통해 선정하는 설계시공일괄

형 입찰방식으로 구분해서 이해할 수 있다.

설계시공분리입찰의 경우, 오랜 기간 보편적으로 사용된 입찰방식으로 최근까지도 공공공사에서 가장 많은 비율을 차지하고 있다. 설계시공일괄입찰의 경우, 국내에서 흔히 턴키(Turn-key)라 불리며 설계에 신기술 적용, 발주자의 입찰에서 리스크 관리가 용이한 점 등의 장점을 가져 최근 건설산업의 대형화, 복잡화에 적합한 방식이다.

국내 입찰제도 상, 설계시공을 분리하는 입찰은 표현 그대로 '설계시공분리입찰'로 정의되나, 흔히 턴키(Turn-key)라고 불리는 설계시공일괄 입찰방식은 입찰제도의 발전 과정에서 '기술형 입찰'의 하나로 정리되었다. 기술형 입찰은 계약자의 역할에 따라 설계시공일괄입찰, 대안입찰, 기술제안 입찰로 나누어진다. 이 중 설계시공일괄의 발주비율이 가장 높다.

점수산정방식에 차이가 있으나, 일반적으로 설계시공일괄 입찰은 설계점수와 가격점수의 합산이 가장 높은 입찰자가 낙찰자로 선정되는 방식이다. 설계점수와 가격점수가 모두 높은 낙찰자가 선정되는 것이 발주자와 입찰자 모두에게 가

* **Corresponding author:** Lee, Siwook, Department of Construction System Engineering, Korea Soongsil Cyber University, 23, Samil-daero30-gil, Jongno-gu, Seoul, Korea
E-mail: swlee@mail.kcu.ac

Received June 28, 2023; **revised** -
accepted September 20, 2023

장 이상적인 결과지만, 실질적으로 이 두 개의 요인은 좋은 설계와 낮은 가격에서 알 수 있듯이 상충관계(Trade-off)에 있다. 따라서 입찰자는 낙찰자로 선정되기 위해 설계점수와 가격점수의 총합을 높이는 과정에서 두 요인 중 어느 쪽에 더 집중할지 의사결정이 중요한 문제이나 두 요인 간 상관관계 및 영향력 분석 연구는 아직 충분하지 못한 실정이다.

기술형 입찰방식의 특성을 고려하면 낙찰자 선정에 있어서 설계점수의 영향력이 더 클 것으로 예상해 볼 수 있겠으나, 실제 입찰데이터 분석을 통한 상관관계 분석 및 영향력 연구는 입찰제도 발전을 위해 반드시 필요하다. 이에 본 연구는 본 연구는 명확한 전처리 과정을 통해 실제 기술형 입찰 데이터의 분석범위를 정하고, 데이터 분석을 통해 낙찰자 선정에서 설계점수와 가격점수 간 상관관계 및 영향력을 확인하는 것을 목적으로 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 국가계약법의 규정을 따르는 중앙정부 및 지방자치단체 주관의 공공공사 입찰데이터를 분석하였으며, 2001년부터 2018년까지의 기술형 입찰데이터 중에서 가장 많은 비중을 차지하고 있는 '설계시공일괄입찰(턴키공사)'을 대상으로 진행하였다. 추가조건으로 설계시공일괄입찰의 낙찰자 선정방식으로 가장 많이 사용된 가중치 기준방식이 적용된 입찰데이터를 추출하여 분석하였다.

상관관계 분석은 Python을 사용하였으며, 선행연구의 데이터 전처리 미흡 등의 연구한계를 고려하여 입찰데이터의 전처리과정을 거쳐 산점도를 작성해 모집단의 특성과 분포를 확인해 비모수적 상관분석을 진행하였다. 위 분석과정을 통해 설계점수와 가격점수 간 상관관계, 두 변수와 입찰자 순위 간 상관관계 분석결과를 통해 설계시공일괄입찰의 낙찰자 선정에 영향을 주는 요인을 분석하였다.

2. 이론적 배경 및 선행연구 분석

2.1 기술형 입찰의 정의 및 유형

기술형 입찰은 설계와 시공의 단일주체 계약필요성이라는 도입 배경에서도 알 수 있듯이 민간의 창의력과 기술력을 적극 반영하기 위한 입찰제도이다. 따라서 기술부분의 평가 가중치를 높게 설정하여 낙찰자 선정에 중요한 영향을 주도록 할 수 있다. 기술형 입찰에 해당하는 입찰계약제도는 계약자의 역할에 따라 설계시공일괄입찰, 대안입찰, 기술제안입찰(기본설계 기술제안, 실시설계 기술제안)의 네 가지 방식으로 운용되고 있으며, 기술부분과 가격부분을 점수로 평가해 두 점수의 합이 가장 높은 입찰자를 낙찰자로 선정한다.

기술형 입찰에서 기술변별력 강화와 기술경쟁의 촉진을 위해 시행하고 있는 총점차등제는 최종 설계점수 산정 후 총점의 5~10% 범위로 입찰자의 설계점수 간격을 강제로 넓히는 제도이다. 한 예시로 10%의 총점차등이 적용되어 있다면 설계점수가 1등인 업체가 100점, 2등인 업체가 99점인 경우 최종 설계점수는 1등인 업체가 100점, 2등인 업체가 90점이 된다.

기술형 입찰의 경우 시공 효율이 우수하고 신기술 도입이 용이하고, 발주자의 입장에서 프로젝트에 하자 발생시 책임 소재가 분명한 장점이 있으나 각종 로비, 담합, 들러리 입찰과 같은 도덕적 해이에 관한 문제점, 설계시공분리 방식 대비 높은 투찰률로 인한 예산낭비 논쟁, 낙찰에 실패할 경우의 부담으로 인해 중소기업의 참여가 어려운 점과 같은 문제가 지적된다.

2.1.1 설계시공일괄입찰

설계시공일괄입찰은 국가계약법 시행령에서 정부가 제시하는 일괄입찰의 기본계획 및 지침에 따라 입찰 시에 그 공사의 기본설계 및 시공에 필요한 도면, 서류를 작성하여 입찰서와 함께 제출하는 입찰이라고 정의되어있다. 즉, 설계시공일괄입찰은 설계와 시공 모두 하나의 계약주체가 책임지고 수행하는 방식으로, 계약자의 부담이 큰 방식이다.

설계시공일괄입찰은 원래 디자인빌드(Design-Build)의 개념이지만, 국내에서는 턴키(Turn-key)로 통용되어 불리고 있다. 엄밀히 따지자면 디자인빌드는 설계와 시공을 위한 초기정보 및 기본설계에 발주자의 관여와 정보제공, 책임분야가 많다. 그에 반해 턴키는 목적물에 대한 기준과 규격에 비중을 두고 계획단계부터 완공과 시운전과정까지 시공자가 책임진다는 큰 차이가 있지만, 국내에서는 관행적으로 설계시공일괄입찰과 턴키를 동일시하여 사용하고 있다.

2.1.2 기술형 입찰의 발주 추세

2019년 국토교통부는 턴키 및 기술형 입찰에 관한 통계 자료를 발표하였다(Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2019). 관련 데이터인 <Fig. 1>, <Table 1>에서는 중앙정부, 공사 및 공단, 지자체 등 발주주체별 기술형 입찰이 적용된 공사의 건수와 사업비 추세를 확인할 수 있다.

데이터를 분석해보면 5년간의 기술형 입찰은 입찰 건수와 사업비로 볼 때 평균적으로 설계시공일괄입찰로 진행된 공사가 가장 많았고, 그 뒤로 실시설계 기술제안입찰, 기본설계 기술제안입찰, 대안입찰의 순으로 비중이 컸다. 설계시공일괄입찰의 입찰 건수와 사업비를 연도별로 비교해보면 2015년에 사업비와 입찰 건수가 증가해 최고점을 기록했고, 2016년 입찰 건수는 감소하였지만 사업비는 2015년과 비슷한 수준으로 나타났다. 2017년은 입찰 건수와 사업비가 소폭감소하였으나, 2018년 입찰 건수와 사업비가 대폭 감소하

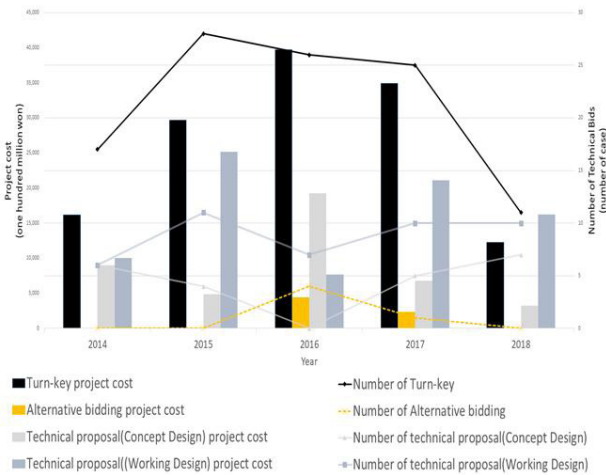


Fig. 1. Number of Technical Bids and Project Costs

여 사업비와 입찰 건수는 2015년 대비 25%로 최저점을 기록했다.

〈Table 1〉은 공공건설 수주액과 기술형 입찰의 비율을 나타낸 표이다. 공공건설 수주액은 2015년에 상승 후 2016년에 소폭 하락한 뒤 2017년에 최고점을 기록했고, 2018년에 2014년 수준으로 수주액이 감소하였다. 공공건설 수주액 대비 기술형 입찰 수주액의 비율은 2015년에 10%가량 상승하여 최고점을 기록한 뒤 점점 감소하여 2018년 최저점을 기록했다. 공공건설에서 기술형 입찰의 수주액 비중은 2014년부터 2016년까지는 점진적 증가추세에 있다가 2017년에 소폭하락 후 2018년에 그 비중이 줄어든 것으로 보인다. 다만 공개된 데이터가 일부 기간에 한정되어 있어 추세 일반화에 무리가 있으므로, 정부의 2018년 이후의 수주액 데이터가 공개되면 더 추세를 보다 정확히 이해할 수 있을 것으로 판단된다.

Table 1. Technical bids orders compared to construction orders for public works projects

(Unit : one hundred million won)

Year	Public construction cost (a)	Technical bids cost (b)	(a)/(b), %
2014	389,793	49,665	12.7%
2015	407,669	92,797	22.8%
2016	406,935	71,065	17.5%
2017	461,392	65,094	14.1%
2018	397,142	31,734	8.0%

2.1.3 설계시공일괄입찰의 실시설계적격자 결정방법

중앙건설기술심의위원회는 기술적 타당성을 검토하고 설계의 적격여부 및 설계점수를 통지하게 되는데, 입찰자 중에서 설계점수가 높은 순으로 최대 6인을 선정한 후 동법시행

령 제85조의2제1항에 따라 중앙건설기술심의위원회에서 공사의 목적 및 특성 등을 고려하여 가장 적합하다고 심의한 방법으로 실시설계적격자 결정방법을 적용하여 실시설계적격자를 결정하게 된다.

실시설계적격자 결정방법으로는 설계적합 최저가방식, 입찰가격 조정방식, 설계점수 조정방식, 가중치 기준방식, 확정가격 최상설계방식이 있으며, 가중치 기준방식이 가장 많이 사용된다.

가중치 기준방식은 2010년 9월 8일 공사규모 및 난이도를 고려해 가격강조형, 균등평가형, 기술강조형으로 나누는 적용기준이 신설되었다. 이는 공사규모 및 난이도에 비해 과도한 설계가중치를 적용하는 문제점을 방지하기 위함이며, 발주목적이나 공사의 특성상 랜드마크 시설과 같은 상징성, 예술성이 필요한 공사 등 예외의 적용이 필요한 경우 중앙건설기술심의위원회 또는 설계자문위원회의 심의를 거쳐 상위등급의 설계가중치를 적용할 수 있도록 하였다.

2.2 선행연구고찰

국내의 설계시공일괄입찰방식과 관련한 대부분의 연구는 제도운영상의 문제점과 개선방안 등과 관련되어 있다(Lee et al., 2005; Choi et al., 2012; Seo et al., 2012; Park et al., 2013).

본 연구의 범위인 실제 입찰 데이터를 활용한 낙찰자 결정요인의 분석과 관련된 연구인 Kim (2017)의 연구를 보면, 설계점수와 가격점수의 상관관계를 고려한 의사결정 모델을 제시하였고, 설계점수와 가격점수 간 상관관계를 프로짓-로짓모형을 통해 분석하였다. 연구결과 설계점수와 가격점수의 상관계수는 -0.7485로 강한 음의 상관관계가 있었다. 또한 낙찰 결정 요인분석에서 설계점수의 영향력이 가격점수에 비해 더 높지만, 분석에 사용한 데이터의 가격점수 평균이 설계점수 평균보다 15점 가량 높은 것을 감안하여 가격점수와 설계점수 간 영향력의 차이가 크지 않다고 분석하였으며, 1, 2위 간 설계점수의 편차는 크게 나타나지만, 가격점수의 편차는 크지 않음을 통해 암묵적 담합이 있었을 것으로 추정하였다.

담합이 낙찰에 미치는 영향을 분석한 Kim (2020)은 Kim (2017)의 연구에서 담합을 고려하지 못한 한계점을 예시로 들어 낙찰에 영향을 주는 변수를 로짓모형을 통해 실증분석 모형을 제시하였다. 분석에 사용한 변수는 설계점수, 가격점수 외에도 경쟁의 정도, 담합여부를 변수에 포함하여 분석을 진행하였다. 분석결과 설계점수와 가격점수의 상관관계는 기존의 연구결과와 동일하게 나타났다. 담합여부에 대한 분석은 설계점수가 낮음에도 입찰가격을 높이는 형태를 보여 낙찰자 선정에 영향을 주는 것으로 보이나, 담합 여부에 대

한 표본이 작아 통계적 유의성을 확보하지 못한 점을 연구 한계로 하였다.

Kim (2017)과 Kim (2020)의 연구는 실제 데이터를 이용한 낙찰자 결정요인 분석이라는 기여가 있으나, 두 연구 모두 입찰자료 전처리 과정에서 가중치 산정방식 차이에 대한 고려가 명확히 확인되지 않아 이 점을 고려한 데이터 분석이 필요하다. 따라서 본 연구는 기존의 연구에서 미흡했던 부분을 보완하여 데이터 전처리 과정을 통해 가중치 구간별로 입찰데이터를 나눠 분석하였다.

3. 입찰데이터 분석

3.1 데이터 개요 및 분석방법

본 연구는 2001년부터 2018년까지 설계시공일괄입찰이 적용된 공사의 입찰데이터를 분석에 활용하였다.

분석에 사용한 데이터는 총 814건이며, 2009년 9월 이전의 입찰 304건, 2009년 9월 이후의 설계시공입찰건 중 가중치 기준방식을 평가방식으로 적용한 510건으로 구성된다. 데이터를 2009년 9월을 기준으로 나누는 이유는 입찰평가시 설계점수 45%, 수행능력 20%, 가격점수 35%의 비율로 평가하던 방식에서, 당시 국토해양부가 국가경쟁력강화위원회에서 정한 건설산업 선진화 방안에 따라 2009년 9월 이후 입찰건은 수행능력 평가가 통과방식으로 변경되고 설계점수와 가격점수만을 통해 낙찰자를 선정하는 방식으로 개정되었기 때문이다(Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2009).

또한 2009년 9월 이후의 설계시공일괄입찰 중 평가방식이 가중치 기준방식인 것들만을 분석대상으로 정한 것은 전체 설계시공일괄입찰 데이터 중 가중치 기준방식을 적용한 경우가 가장 많았기 때문이다. 설계점수와 가격점수 간 가중치는 입찰자가 결정하는 것이 아닌 이미 결정된 기준이므로, 가중치 기준방식의 전체 데이터를 하나의 그룹으로 보지 않고 설계점수에 비중을 높게 두는 '기술강조형', 가격점수에 비중을 높게 두는 '가격강조형', 두 요인의 비중을 같게 두는 '균등평가형'으로 나누어 분석하였다.

분석에 사용한 프로그램은 Python이며, 설계점수와 가격점수 간 상관관계를 확인하기 위해 Spearman 상관계수를 사용하였다. 분석에 사용한 변수는 가중치가 적용되기 전 설계점수의 원점수를 사용하였으며, 가격점수의 경우 추정금액에서 어느 정도 비율로 투찰하는지 비교하기 위해 예산과 입찰가격의 비율인 투찰률을 사용한다.

3.2 상관관계 분석방법

상관분석에 주로 사용되는 Pearson 상관계수는 모수 검정

분석방법으로, 표본의 모집단이 정규분포를 이루고 있을 것, 집단 내 분산이 같을 것, 변인은 등간척도나 비례척도로 측정되어 할 것 등의 조건이 충족되어야 한다. 그러나 설계시공일괄입찰의 설계점수와 투찰률 데이터는 정규분포를 이루지 않고 집단 내 분산이 일정하지 않아 경향성을 가진 선형데이터가 나오기 힘든 구조이다. 이러한 입찰데이터의 특성으로 인해 Pearson 상관계수를 사용해 상관분석을 실시할 시 신뢰성 있는 분석결과를 얻기 어렵다(Lee, 2023).

따라서 본 연구에서는 설계점수와 투찰률의 영향력 비교에 Spearman 상관계수를 사용한다. Spearman 상관계수의 경우 모수의 가정을 필요로 하지 않는 비모수 검정 분석방법이며, 두 변수가 선형이 아니더라도 일정한 경향성이 보인다면 상관관계를 분석할 수 있는 특징이 있다. 여기서 경향성은 설계점수와 입찰자 등수의 관계나 투찰률과 입찰자 등수의 관계, 설계점수와 투찰률의 관계가 일관된 방향으로 증감을 보이는지를 의미한다. 이는 Spearman 상관계수가 두 변수 간 순위를 통해 상관관계를 분석하기 때문이며, 각각 다른 조건을 통해 진행되는 입찰분석에서 변수 간 비교에 적합하다고 판단된다(Lee, 2023).

3.3 2009년 이전 설계시공일괄입찰 분석

3.1절에서 설명한 바와 같이 2009년 9월 이전의 설계시공일괄입찰은 설계점수와 가격점수, 그리고 수행능력 평가의 3개의 요인이 있었다. 보유한 입찰데이터를 분석한 결과, 수행능력 평가에 따라 낙찰자가 변경된 사례는 304건 중 1건에 불과하였다. 이는 수행능력 평가항목의 배점이 낮아 낙찰자 결정에 큰 영향력을 주지 못한 것이 주 이유로 판단된다.

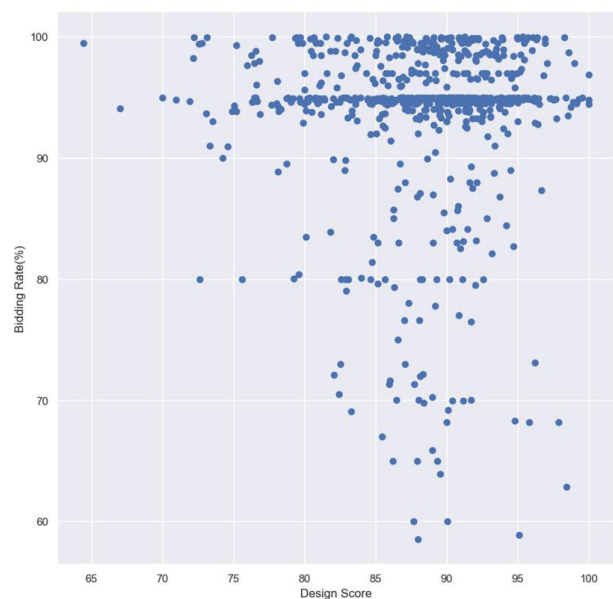


Fig. 2. Scatterplot of Design Score-Bidding Rate

따라서 2009년 이전의 설계시공일괄입찰의 낙찰자 선정요소에 대한 분석대상에서 수행능력 평가는 제외하고 설계점수와 투찰률을 대상으로 분석하였다.

〈Fig. 2〉는 2009년 이전 설계시공일괄입찰에 참여한 전체 입찰자의 설계점수와 투찰률의 산점도이다. 산점도 상 설계점수와 투찰률은 투찰률 95%에서 100% 구간에서 설계점수가 가로로 길게 분포되어 군집을 이루고 있다. 그 이외의 데이터는 넓게 분산되어있고 각 지점 간의 거리가 일정하지 않다. 따라서 산점도 상에서 보이는 설계점수와 투찰률 간 상관관계는 약한 양의 상관관계일 것으로 예상할 수 있다.

통계분석 결과, 설계점수와 입찰순위 간 Spearman 상관계수는 -0.5489로 음의 상관관계를 보여 뚜렷한 상관관계를 보인다. 이는 높은 설계점수는 낮은 입찰순위를 가질 확률이 높다고 해석할 수 있으며, 즉 설계점수가 낙찰순위에 강한 영향력을 갖고 있음을 의미한다. 반면 투찰률과 입찰순위와의 상관관계는 매우 낮은 수준(-0.0474)으로 나타났다 〈Table 2〉.

Table 2. Spearman Correlation Analysis to 2009

Category	Spearman correlation	P-value
Design Score and Bid Ranking	-0.5489	1.7560e-60
Bidding Rate and Bid Ranking	-0.0474	0.1932
Design Score and Bidding Rate	0.1843	3.5202e-07

설계점수와 투찰률 간 Spearman 상관계수는 0.1843으로 양의 상관관계를 보이며, 상관강도는 약한 상관관계를 가진다고 분석할 수 있다. 즉 설계점수와 투찰률은 서로 비례하여 증가하지만, 그 관계가 강하지 않음을 알 수 있다. 위 상관분석 결과를 통해 낙찰자를 결정하는데 더 큰 영향력이 있는 변수는 설계점수이며, 설계점수와 투찰률은 약한 양의 상관관계를 가지는 것을 알 수 있다.

3.4 기술강조형 설계시공일괄입찰

〈Fig. 3〉은 기술강조형 설계시공일괄입찰에 참여한 전체 입찰자의 설계점수와 투찰률의 산점도이다. 이 데이터 역시 산점도 상 설계점수와 투찰률의 분포는 투찰률 95%에서 100% 구간에서 설계점수가 가로로 길게 분포되어 군집을 이루고 있다. 그 이외의 데이터는 우상측에 집중된 경향을 보인다. 따라서 산점도 상에서 보이는 설계점수와 투찰률 간 상관관계는 양의 상관관계로 예상할 수 있다.

〈Table 3〉을 보면 기술강조형 입찰의 설계점수 및 투찰률의 상관분석 결과, 설계점수와 입찰순위 간 Spearman 상관계수는 -0.6168로 음의 상관관계를 보이며, 상관강도는 뚜

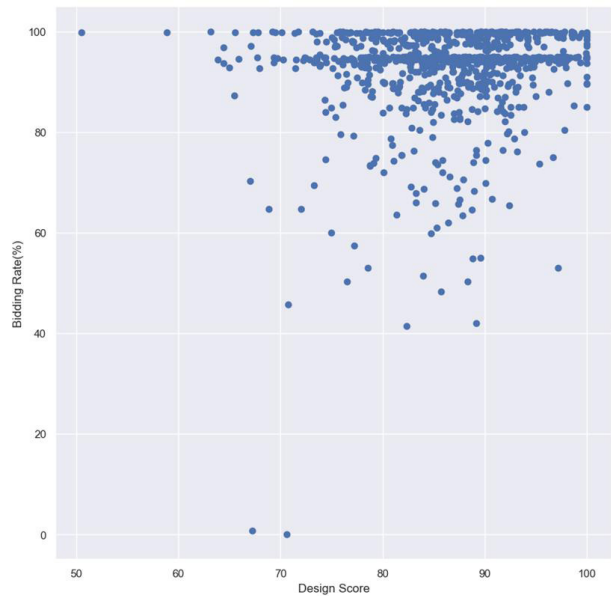


Fig. 3. Scatterplot of Design Score-Bidding Rate (Technical emphasis type)

렷한 상관관계를 가진다고 분석되었다. 이는 높은 설계점수는 낮은 입찰순위를 가질 확률이 높다고 해석할 수 있으며, 즉 높은 설계점수가 낙찰순위에 강한 영향력을 갖고 있다고 분석할 수 있다.

Table 3. Spearman Correlation Analysis of design emphasis type

Category	Spearman correlation	P-value
Design Score and Bid Ranking	-0.6168	1.8576e-98
Bidding Rate and Bid Ranking	-0.0998	0.0023
Design Score and Bidding Rate	0.2727	2.6948e-17

투찰률과 입찰순위 간 Spearman 상관계수는 -0.0998로 상관관계가 없거나 선형관계가 아니며, 분석결과를 통해 투찰률은 낙찰자 결정에 미치는 영향이 미미하다고 볼 수 있다.

설계점수와 투찰률 간 Spearman 상관계수는 0.2727로 양의 상관관계를 보이며, 상관강도는 약한 상관관계를 가진다고 분석할 수 있다. 즉 설계점수와 투찰률은 서로 비례하여 증가하지만, 그 관계가 강하지 않음을 알 수 있다. 위 상관분석 결과를 통해 기술강조형 입찰평가에 있어서 낙찰자를 결정에는 설계점수가 중요 영향요소이며 설계점수와 투찰률은 약한 양의 상관관계를 가지는 것을 알 수 있다.

3.5 균등평가형 설계시공일괄입찰 분석

〈Fig. 4〉는 균등평가형 입찰에 참여한 전체 입찰자의 설계

점수와 투찰률의 산점도이다. 산점도 상 설계점수와 투찰률의 분포는 투찰률 95%에서 100% 구간에 설계점수가 가로로 길게 분포되어 있고, 그 이외의 데이터는 우상측에 집중된 경향을 보이는 군집을 이루고 있다.

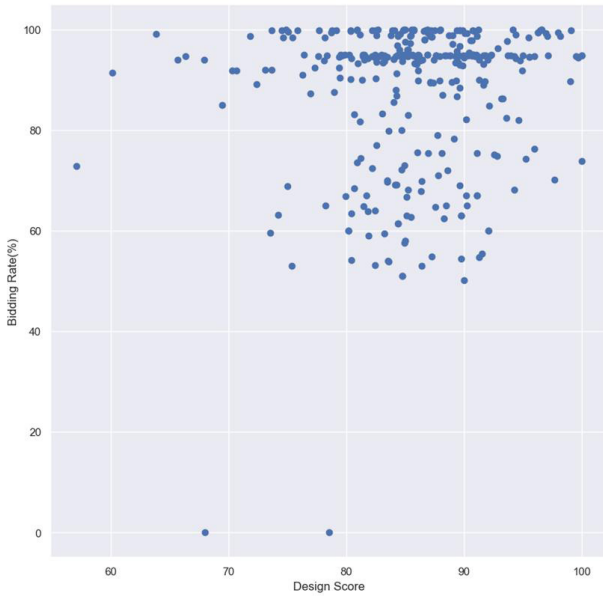


Fig. 4. Scatterplot of Design Score-Bidding Rate (Equal evaluation type)

〈Table 4〉와 같이, 균등평가형 입찰의 설계점수 및 투찰률의 상관분석 결과, 설계점수와 입찰순위 간 Spearman 상관관계수는 -0.4866 으로 음의 상관관계를 보이며, 상관강도는 뚜렷한 상관관계를 가진다고 분석되었다. 이는 높은 설계점수는 낮은 입찰순위를 가질 확률이 높다고 해석할 수 있으며, 즉 설계점수가 낙찰순위에 강한 영향력을 갖고 있음을 의미한다.

Table 4. Spearman Correlation Analysis of Equal evaluation type

Category	Spearman correlation	P-value
Design Score and Bid Ranking	-0.4866	$5.0398e-21$
Bidding Rate and Bid Ranking	-0.0435	0.4314
Design Score and Bidding Rate	0.2410	$1.0143e-05$

투찰률과 입찰순위 간 Spearman 상관관계수는 -0.0435 로 상관관계가 없거나 선형관계가 아니며, P-value가 0.4314 로 0.05 보다 높아 분석된 상관관계와 다른 방향의 결과가 나올 가능성이 있다. 분석결과를 통해 투찰률의 차이가 입찰자 순위결정에 미치는 영향은 크지 않다고 분석할 수 있다.

설계점수와 투찰률 간 Spearman 상관관계수는 0.2410 으로

양의 상관관계를 보이며, 상관강도는 약한 상관관계를 가진다고 분석할 수 있다. 즉 설계점수와 투찰률은 서로 비례하여 증가하지만, 그 관계가 강하지 않음을 알 수 있다. 위 상관분석 결과를 통해 낙찰자를 결정하는데 더 큰 영향력이 있는 변수는 설계점수이며, 설계점수와 투찰률의 상관관계가 약한 양의 상관관계를 가지는 것을 알 수 있다.

3.6 가격강조형 설계시공일괄입찰 분석

〈Fig. 5〉는 가격강조형 입찰에 참여한 전체 입찰자의 설계점수와 투찰률의 산점도이다. 산점도 상 설계점수와 투찰률 여타의 평가방식에 비해 우하측 중심에 분포된 경향을 보여 음의 상관관계수가 예상되나, 데이터가 넓게 분산되어 있고 이상점이 많아 P-value 값이 높고 분석의 신뢰도가 낮을 것으로 예상된다.

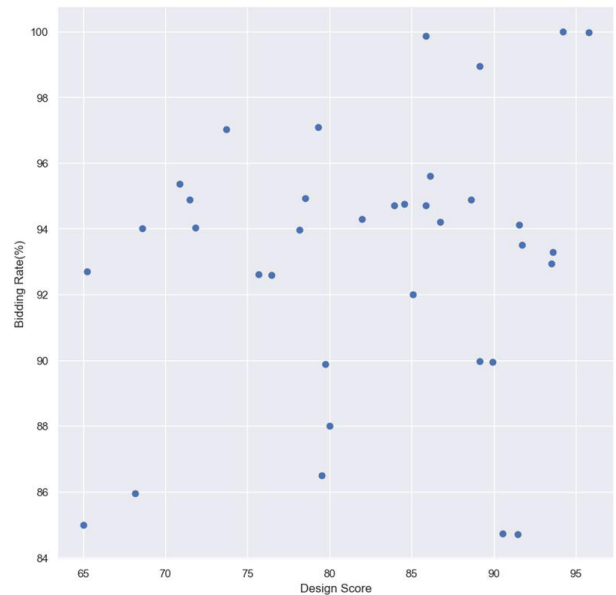


Fig. 5. Scatterplot of Design Score-Bidding Rate (Price emphasis type)

가격강조형 입찰의 설계점수 및 투찰률의 상관분석 결과 〈Table 5〉, 설계점수와 입찰순위 간 Spearman 상관관계수는 -0.3496 으로 음의 상관관계를 보이며, 상관강도는 뚜렷한 상관관계를 가진다고 분석되었다. 이는 높은 설계점수는 낮은 입찰순위를 가질 확률이 높다고 해석할 수 있으며, 설계점수가 낙찰순위에 강한 영향력을 갖고 있음을 의미한다.

투찰률과 입찰순위 간 Spearman 상관관계수는 0.2618 로 양의 상관관계를 보이며, 상관강도는 약한 상관관계를 가진다고 분석되었다. 이는 투찰률이 높을수록 입찰순위가 높아지게 되고, 투찰률이 낮을수록 입찰순위가 낮아짐을 의미하며, 낮은 투찰률로 즉 낮은 가격으로 입찰에 참여하였을 때 낙

찰에 유리해짐을 의미한다. 그러나 P-value가 0.1229로 0.05보다 높아 분석된 상관관계와 다른 방향의 결과가 나올 가능성이 있다.

설계점수와 투찰률 간 Spearman 상관관계수는 -0.2549로 음의 상관관계를 보이며, 상관강도는 약한 상관관계를 가진다고 분석할 수 있다. 설계점수와 투찰률이 관계가 강하지 않지만 서로 반대의 영향을 준다는 것을 의미하는데, 즉 설계점수가 높으면 투찰률을 낮게 가져가려 하고 설계점수가 낮으면 투찰률을 높이려 한다는 것을 보여준다. 그러나 가격강조형이 16건으로 표본이 부족한 점 등으로 인해 P-value가 0.1335로 0.05보다 높아 분석된 상관관계와 다른 방향의 결과가 나올 가능성이 있다. 따라서 분석결과의 일반화에는 무리가 있으며 데이터 추가 수집을 통한 추가연구가 필요하다.

Table 5. Spearman Correlation Analysis of Price-Emphasized Bids

Category	Spearman correlation	P-value
Design Score and Bid Ranking	-0.3496	0.0366
Bidding Rate and Bid Ranking	0.2618	0.1229
Design Score and Bidding Rate	-0.2549	0.1335

3.7 입찰데이터 분석 결과 고찰

2001년부터 2018년까지 약 18년 동안의 설계시공일괄입찰 데이터를 분석한 결과, 낙찰자선정을 위한 평가요인인 설계점수와 투찰률 간 상관관계는 기술강조형과 균등평가형의 경우 약한 양의 상관관계를 보였고, 가격강조형의 경우 약한 음의 상관관계를 보였다. 또한 가중치 적용방식과 무관하게 낙찰자 선정에 있어서 설계점수가 주요한 영향인자임을 확인할 수 있었다.

2018년 이후의 입찰데이터가 분석에 포함되지 않았으나 18년에 달하는 장기간에 걸친 입찰 데이터가 분석에 포함된 만큼, 설계시공일괄입찰에서 두 영향요인이 미치는 영향력을 이해하는데에는 충분한 의미가 있다.

설계점수와 투찰률 간 상호간의 상관관계가 낮은 이유로는, 첫째 대부분 입찰이 90%에 가까운 높은 투찰률을 보인다는 것을 들 수 있다. 즉 설계시공일괄입찰의 특성상 계약금액의 조정이 용이하지 않아 낮은 가격으로 입찰하기에 부담스럽고 추정가격 자체가 과소 책정되어 투찰률이 높은 영역에 군집되는 경향을 띠는 점 등을 생각해볼 수 있다.

둘째, 총점차등제로 인한 설계점수의 조정이 이유가 될 수 있다. 비슷한 수준의 설계와 투찰률로 입찰한 상황을 가정하였을 때, 총점차등이 적용된 설계점수는 입찰사 순위별로 낮아지게 되고, 투찰률은 변동이 없어 분석결과에 영향을 주게 된다. 따라서 실제로 설계점수와 가격점수의 상관관계가 있

다고 하더라도 총점차등이 적용된 경우 두 변수 간 상관관계가 나타나지 않을 수 있는 것으로 예상된다.

4. 결론

기술형 입찰은 도입배경에서 드러나듯 많은 장점이 있는 입찰제도 중 하나이며, 이 중 설계시공일괄입찰의 발주비율이 가장 높다. 설계시공일괄방식은 설계점수와 가격점수라는 양대 평가항목을 기준으로 낙찰자 결정이 이루어지다보니 입찰전략수립 등의 측면에서 이 평가항목에 대한 높은 이해도가 필요하다. 이에 여러 연구가 수행되었으나 대부분의 연구는 제도운영 상의 문제점과 개선방안 등과 관련되어 있었으며, 실제 입찰데이터를 분석한 연구는 매우 제한적이었다.

이에 본 연구는 2001년부터 2018년까지의 설계시공일괄 데이터를 수집하여 설계점수와 가격점수의 환산값인 투찰률이라는 두 평가항목을 요인으로 한 통계분석을 수행하였다.

분석결과 기술강조형, 가격강조형, 균등평가형 이 세가지 가중치 평가방식 모두 입찰자평가 순위에 더 많은 영향을 주는 요소는 설계점수인 것으로 나타났다. 설계점수와 투찰률 간 상관관계는 약한 양의 상관관계를 보였으며, 가격점수가 입찰자 순위에 유의미한 영향을 준 경우는 가격강조형 입찰이 유일했다. 그러나 가격강조형 입찰이 16건으로 표본이 부족하고, P-value가 0.1229로 0.05보다 높아 예외의 결과가 발생할 수 있어 분석결과의 일반화에는 무리가 있으며 추후 추가연구가 필요할 것으로 판단된다.

결국 본 연구를 통해 가중치 기준방식이 적용된 설계시공일괄입찰에서 입찰자 평가순위에 영향을 주는 가장 큰 요소는 설계점수이며, 계약금액의 조정이 용이하지 않은 입찰방식 자체의 특징 및 총점차등제 등 입찰평가구조로 인해 설계점수와 가격점수 간 상관관계는 크게 나타나지 않음을 확인할 수 있었다.

본 연구는 입찰에 참여한 업체 간 담합이 이루어지지 않고 외부적인 요소의 개입이 없었음을 전제로 한다. 향후 추가적으로 2018년도 이후의 입찰데이터 수집을 통해 분석결과 신뢰성을 높이고 가격담합, 들러리 입찰과 같이 입찰에 영향을 줄 수 있는 요인을 고려하여 설계시공일괄입찰에 대한 이해도를 높일 수 있을 것으로 기대된다.

References

- Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology (KICT) (2012). "A Study on the Effect Analysis and Technical Proposal Bidding Activation by Construction Ordering Method." *KICT Research Report*, Korea.
- Kim, J.W. (2017). "Determinants of Successful Bidders in Multi dimensional Auction: Focusing on Bidding for Public Investment Projects." *Korean Law And Economics Association*, 14(2), pp. 245-266.
- Kim, M.S. (2020). "A Study on Collusion Effects for Bid Award in Public Construction Works." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 21(1), pp. 12-20.
- Lee, J.H. (2023). "An Analysis of the Influence of Design Score and Price Score according to the Weighted Standard of Design Build." Master's Degree, Inha University.
- Lee, Y.K., Kang, L.S., Park, J.H., and Jeon, S.C. (2005). "Improvement of Turn-key Contract System through the Analysis of Present Ordering Condition in Civil Engineering Projects." *Journal of the Korean Society for Railway*, JKSR, 8(5), pp. 460-469.
- Ministry of Economy and Finance (2016). "Activation of 'technical bidding such as turnkey' by public corporation" Ministry of Economy and Finance, <<http://www.molit.go.kr>>.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2009). "A Study on the Design Review and the Improvement of the Design Service Provider Selection System." Ministry of Land, Infrastructure and Transport, <<https://www.molit.go.kr>>.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2019). "Turn-key related statistics." Ministry of Land, Infrastructure and Transport, <<https://www.molit.go.kr>>.
- Park, H.T., and Lee, Y.K. (2013). "Orders Status Analysis on the Successful Bidder Decision Method of Turnkey Alternative Tendering Construction." *KSCE Journal of Civil and Environmental Engineering Research*, 33(2), pp. 771-780.
- Seo, J.P., Lee, S.H., Song, Y.W., and Choi, Y.K. (2012). "A Study of Analysis for Impact Assessment of the Cost Risk-Factor on the Design-Build Projects based on Business Process." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 13(3), pp. 14-24.

요약 : 프로젝트의 특성을 고려한 건설공사의 입찰방식 선정은 매우 중요한 요소이며, 발주자와 시공자 모두의 입장에서 공공건설공사에서 입찰방식의 이해는 그 중요성이 매우 크다. 설계시공일괄방식은 국내에서 흔히 턴키라 불리며 설계에 신기술을 적용할 수 있고 발주자의 리스크 관리가 용이하여 대형 공공건설공사에 많이 적용되는 입찰방식이다. 이 입찰방식에는 낙찰자 선정에 영향을 미치는 단 2개의 영향인자(설계점수, 가격점수)가 있어 각 영향인자 간 영향력에 대한 이해력이 중요함에도 불구하고 관련된 연구는 미흡한 실정이었다. 본 연구는 국내 공공공사의 다양한 입찰데이터를 분석하여 영향인자의 영향력을 분석하고 입찰전략 수립에 참고할 수 있는 근거를 제공하고자 한다. 연구 결과, 기술감조형, 가격감조형, 균등평가형 이 세가지 가중치 평가방식 모두 입찰자평가 순위에 더 많은 영향을 주는 요소는 설계점수인 것으로 나타났다. 또한 계약금액의 조정이 용이하지 않은 입찰방식 자체의 특징 및 총점 차등제 등 입찰평가구조로 인해 설계점수와 가격점수 간 상관관계는 크게 나타나지 않음을 확인할 수 있었다.

키워드 : 설계시공일괄입찰방식, 입찰제도, 설계점수, 가격점수, 상관분석
