

2024년 춘계학술발표대회 : 일반부문

# 공동주택 추가공사비 분쟁의 전략적 의사결정을 위한 게임모델 프레임워크 제안

## Proposal of Decision Support Methodology Framework when Suspending Apartment Complex Construction Using Game Model

○정 성 식\* 차 희 성\*\*  
Jeong, Seong-Sik Cha, Hee-Sung

### Abstract

In apartment development projects, continuous decision-making is inevitable due to economic uncertainty. Recently, due to economic instability, war, etc., material prices, labor costs, and interest rates have risen, and construction costs have been halted during apartment development projects due to a decrease in pre-sale demand. Inappropriate decision-making when construction is suspended can lead to delays and lawsuits, leading to personal losses for participants as well as social losses, so strategic decision-making is essential. Therefore, this study evaluates the interaction between the contractor and the owner through game theory and presents a methodology to support quick and rational decision-making by considering uncertainty.

키워드 : 공동주택, 추가공사비, 의사결정, 게임이론, 시뮬레이션 모델

Keywords : Apartment, Additional cost, Decision making, Game theory, Simulation model

### 1. 서론

#### 1.1 연구의 배경 및 목적

공동주택 프로젝트의 공사중단 현상이 최근 증가하고 있다. 한국건설산업기술연구원은 공사중단의 원인에 대해 1) 원자재 가격 상승 2) 금리상승에 따른 수익성 악화 3) 분양수요 감소 크게 3가지로 조사하였다. 이러한 원인으로 인한 공사중단 발생 시 책임소재가 불명확하고, 부적절한 대응으로 소송 및 분쟁으로 이어져 개별기업은 물론 사회적 비용까지 증가하게 된다(김상욱, 2019). 건설산업은 다양한 이해관계자들이 참여하는 복잡성과 제한된 기간동안 일정한 품질의 구조물을 완공해야하기 때문에 매순간 적절한 의사결정은 매우 중요하다.

하지만 현장과 다른 이해관계자의 상황과 불확실성을 반영하지 못한 의사결정은 참여자들의 갈등을 이끌고 결국 양측이 최악의 국면을 맞이하는 치킨게임의 양상이 된다. 각 참여자들은 제한된 합리성을 가지고 있고, 상황에 따른 최적의 의사결정을 필요로 한다(한병우, 2022).

\* 아주대 대학원 석사과정

\*\* 아주대 건축공학과 교수

(Corresponding author : Department of Architectural Engineering, Ajou University, hscha@ajou.ac.kr)

이 연구는 2020년도 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음. 과제번호:RS-2020-KA158109

따라서, 본 연구에서는 게임이론을 통한 발주자와 시공사의 가상경쟁을 통해, 공사비 상승으로 인한 공사중단 시 적정 분담금 수준과 이에따른 시공사의 기대 수익과 손실 정도를 예측하여 이를 토대로 전략적 의사결정을 돕는 게임모델 시스템 프레임워크를 제안하고자 한다.

#### 1.2 연구의 방법

우선 대한상사중재원의 건설공사 추가공사비관련 사례와 판례분석, 계약분쟁 실무자들과의 인터뷰를 통해 분쟁 시 발생할 수 있는 손실과 범위를 분석하였다. 이렇듯 실제 현장에서 발생하는 분쟁사례와 재판양상을 반영하여 모델구축에 필요한 변수 및 파라미터를 도출한다. 이후 모델의 개발, 검증, 보완 단계로 개발되는 것으로 하였다.

#### 1.3 게임이론

게임이론은 1)플레이어, 2)행동, 3)보상,4)정보 4가지 주요 요소로 설명할 수 있는 두명 이상의 개인이 관련된 모든 상황을 말하며, 각 플레이어가 가장 합리적이고 이익을 최대화하는 전략을 따른다는 가정하에 플레이어의 행동을 예측하는데 사용된다.

### 2. 선행 연구 조사

분쟁의 종류, 상황 및 양상을 파악하기 위해 추가공사비 분쟁에 관한 선행사례를 분석하고, 상황에 따른 합리적인 의사

결정을 위해 게임이론을 활용한 아래와 같은 선행연구 조사를 진행하였다.

표1. 협상 주제에 따른 게임모델연구 분석

주제	플레이어	계약의 종류	게임의 종류	저자
BOT 프로젝트 자본구조 및 양허기간 협상	정부-투자자-대출기관	PPP	비협조적	Bayat et al. (2019)
대출조건 협상	정부-투자자	PPP	비협조적	Hanaoka and Palapus (2012); Shen et al. (2007)
금융정책에 대한 투자자 행동 예측	투자자-대출기관	PPP	협조적	Zhu et al. (2016)
계약변경 관련 협상	정부-투자자	PPP	비협조적	Ho (2006b)
조달 및 가격 협상	정부-시공사	PPP	비협조적	Javed et al. (2014); Xiong et al. (2018)
	정부-투자자	PPP	비협조적	Liu et al. (2017)
사업비 배분 협상	시공사-자재 공급자	DBB	비협조적	Leu et al. (2015a, b)
	발주자-시공사	DBB	비협조적	Tanimoto (2001)
	정부-투자자-지역사회	PPP	비협조적	Bai and Li (2017)

### 2.1 게임이론을 활용한 의사결정 Framework

Bayat et al. (2019)는 비협조적 협상 게임이론을 활용해 화폐의 시간가치와 재무평가에서 위험의 영향을 고려한 정부와 민간 모두에게 유리한 합리적인 양허기간 및 자본구조 결정 방법론을 제시했다. Leu (2015)는 시공사와 자재 공급자 간 자재 조달 과정의 가격 협상에 대해 하이브리드 베이지안 퍼지 게임 모델 (HBFGM)을 제안하였다. 해당 알고리즘은 변화하는 환경에서 관찰된 값을 퍼지함수로 평가를 진행해 데이터를 정량화하고, 베이지안 기반 알고리즘을 사용해 나머지 상황에 대한 확률을 업데이트하여 이 확률을 기반으로 한 게임모델로 최적의 전략을 결정해 최적의 제안가격을 제안하였다.

선행연구조사를 통해 건설프로젝트 의사결정을 위한 게임모델 도입을 위한 연구가 다수 진행되고 있음을 확인하였다. 하지만 지금까지의 연구들은 프로젝트 진행 전 최적의 의사결정을 사전에 파악하기 위한 게임이론 모델을 제시하였으며, 공사 진행 도중 발생한 불확실한 상황에서의 신속하고 합리적인 의사결정을 위한 연구는 진행되지 않았다. 따라서 본 연구는 국내 건설 현장에서 추가공사비로 인한 분쟁이 발생하였을 때 발주자와 시공사를 플레이어로 두어 공사 진행 상황에 따른 최적의 의사결정을 시뮬레이션을 통해 지원하는 모델을 개발하는 방법론을 제안하고자 한다.

### 3. 게임모델 Framework

앞서 언급한 공사중단 시 해결방안의 부재, 부적절한 대응으로 인한 소송 및 분쟁으로 인한 비용 및 시간의 낭비를 해결하고자 한다. 제안된 시스템은 베이지안 게임이론과 matlab 시뮬레이션을 통해 각 상황에 대해 발생할 수 있는 손실과 규모를 예측하여 합리적인 분담금 수준을 도출하는 데 목적이 있다.

개발하고자 하는 시스템의 framework는 그림 1과 같다. 해당 시스템을 개발하기 위해 Bayesian Network 기반 게임모델 알고리즘을 Matlab 소프트웨어와 연동하여 시나리오 및 협상 시뮬레이션을 시각화 한다. 이를 위해 우선 선행연구 및

판례분석을 통해 시공사와 발주자 사이의 이익과 손실에 대한 Data 및 산식을 정립한다. 이후 해당 데이터를 바탕으로 상호 간의 손해범위 즉 Acceptable Level을 설정하고 해당 범위 내에서 다른 플레이어의 합리적인 상황을 고려한 전략을 변경해 가며 최적의 시나리오를 도출해낸다. 이후 Output에서 각 플레이어가 허용가능한 최적의 분담금 수준과 해당 시나리오에 대한 손실과 이익, 그리고 어떤 변수들이 결정에 가장 큰 영향을 미쳤는지를 분석한다.

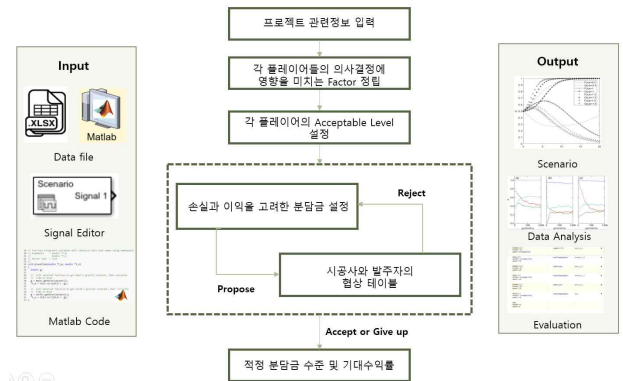


그림1. Research Framework

### 4. 결론 및 기대효과

본 연구의 결과로 제안된 시스템은 최종적으로 추가공사비로 인한 공사중단 발생 시 시공사와 발주자측의 가상 경쟁 시나리오를 통해 전략적인 의사결정을 할 수 있도록 지원하는 것을 목적으로 한다. 이를 통해 분쟁기간 동안 발생하는 공기지연, 소송, 대출등의 개인적손실 뿐만 아니라 사회적 손실을 최소화 할 수 있으며 결정에 따른 이익과 손실, 참가자들간의 이해와 원인을 제시하여 갈등해소에 기여할 수 있을 것이라 생각된다. 또한 과거데이터에 의존하는 기존 의사결정 체계와 달리 불확실성을 내포한 게임이론을 통해 더 다양한 상황들에 대한 해결책을 제시할 수 있을 것이라 기대된다.

### 참고문헌

1. 김상욱, (2019) 추가공사비 분쟁의 원인분석 및 해결방안에 관한 연구 석사학위논문, 연세대학교원 건축공학과
2. 한병우, (2022)계약금액 조정과 추가공사비에 관한 연구 : 민간건설공사 중심으로 박사학위논문, 광운대학교 건설법무학과
3. Bayat, Khanzadi & Nasirzadeh. (2019). Determining optimal captial structure and concession period length in BOT scheme using trilateral bargaining game model, Journal of infrastructure systems, 25(1), 04018036
4. Leu, Hong son, Hong Nhung. (2015). Optimize negotiation price in construction procurement using Bayesian Fuzzy Game Model, Journal of Civil Engineering, 19, 1566-1572