

최적화 기법을 활용한 주거용 오피스텔 수지분석 모델 개발

Financial Analysis Model Development by Applying Optimization Method in Residential Officetel

장 준 호¹

하 선 근¹

손 기 영²

손 승 현^{3*}

Jang, Jun-Ho¹

Ha, Sun-Geun¹

Son, Ki-Young²

Son, Seung-Hyun^{3*}

Master's course, School of Architectural Engineering, University of Ulsan, Nam-Gu, Ulsan, 44610, Korea ¹

Professor, School of Architectural Engineering, University of Ulsan, Nam-Gu, Ulsan, 44610, Korea ²

Ph.D, Department of Architectural Engineering, Kyung Hee University, Yongin-Si, Gyeonggi-Do, 17104, Korea ³

Abstract

The domestic construction industry is changing according to its preference for demand and supply along with urbanization and economic development. Accordingly, initial risk assessments is more important than before. In particular, demand for lease-based investment products such as commercial and office buildings has surged as a substitute for financial products due to low interest rates of banks. Therefore, the objective is to suggest a basic study on financial analysis model development by applying optimization method in residential officetel. To achieve the objective, first, the previous studies are investigated. Second, the causal loop diagram is structured based on the collected data. Third, the system dynamics method is used to develop cost-income simulation and optimization model sequentially. Finally, the developed model was verified through analyzing a case project. In the future, the proposed model can be helpful whether or not conduct execution of an officetel development project to the decision makers.

Keywords : officetel, risk analysis, system dynamics, monte-carlo simulation, causal loop diagram

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

과거 국내 건설 경기는 도시화·경제발전과 더불어 수요 공급에 대한 선호도가 변화되고 이에 따른 부동산의 개발 사업 역시 변화되고 있다[1]. 그러나 민간 부문의 규제와 사회간접자본의 수주 난으로 인해 건설 경기는 어려움을 겪고 있다. 이를 해소하기 위한 대안으로 개발사업과 관련한 리스크 관리 및 분석의 필요성이 제기되었다[2].

사업 초기에 사업 리스크를 정확히 분석하고 이를 예측하는 것은 프로젝트의 성공을 좌우하는 중요한 요소이다. 그러나 기존 개발사업의 초기 리스크 평가는 하나의 대표 값 의존하는 결정론적 예측 방식으로 진행되고 있는 실정이다[3]. 이러한 기존의 방법은 중대규모 건설회사의 부도, 분양 받은 일반인에게 까지 경제적 피해를 입히는 등 전반에 문제를 초래할 수 있다. 따라서 건축개발 프로젝트의 리스크는 의사 결정 요인의 다양성과 변수의 상호작용성이 고려된 리스크 분석 방법이 필요하다[4].

확률론적 방법은 기존 방법이 지니고 있는 논리적 문제를 해결하고 수학적 한계를 극복할 수 있는 통계적 방법이다. 확률론적 방법은 시스템 다이내믹스, 몬테칼로 시뮬레이션 등이 있다. 그 중에서 시스템 다이내믹스는 변수 간의 인과 관계를 중심으로 통합적인 시스템 구조를 설정 할 수 있다. 또한, 특정 변수의 변화에 따른 결과 값의 동태적인 변화를

Received : August 7, 2018

Revision received : November 15, 2018

Accepted : December 12, 2018

* Corresponding author : Son, Seung-Hyun

[Tel: 82-31-201-3685, E-mail: seunghyun@khu.ac.kr]

©2019 The Korea Institute of Building Construction, All rights reserved.

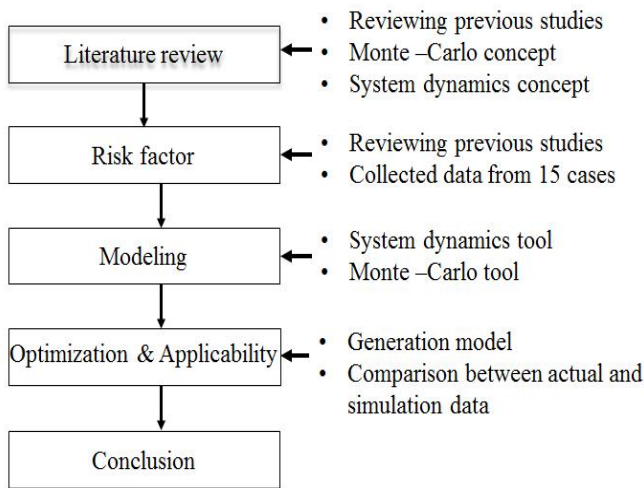


Figure 1. Methodology

파악할 수 있다[5].

이와 관련된 연구들을 살펴보면 아파트 프로젝트의 사업성 분석 시뮬레이션 모델[6], 공동주택 개발사업의 동적 리스크 관리 시스템[7], 공동주택 개발사업의 수익성 분석을 위한 시스템 다이내믹스 모델 구축에 관한 연구[8], 주거용 건축개발사업의 리스크 기반 타당성 분석[9], 확률론적 비정형 리스크 분석을 통한 부동산 개발의 사업타당성 모델 구축에 관한 연구[10] 등 많은 연구가 진행되었다. 그러나 공동주택을 제외한 다양한 프로젝트 유형에 따른 리스크 분석방법에 대한 세부적인 연구가 이루어지 않았다[11].

따라서 최근 타 부동산 투자에 비해 소액으로 투자할 수 있어 인기가 높아지고 있는 오피스텔을 대상으로 최적화 기법을 활용한 수지분석 모델 개발을 목적으로 한다. 본 연구의 결과는 학문적으로 오피스텔 사업성 분석의 리스크 관리 및 최적화를 위한 기반을 제공하며, 실무적으로 각 단계 별 최적 의사결정대안(minimizing of risk)의 작성을 가능하게 할 것이다.

1.2 연구의 방법 및 범위

본 연구는 부동산 개발사업 중 주거형 오피스텔을 대상으로 범위를 한정한다. 또한 발주자의 관점에서 초기 사업검토 단계로 한정하고, 확률론적 방법인 시스템 다이내믹스 기법과 몬테카를로 시뮬레이션 기법을 이용하여 리스크 관리 모델 구축 연구를 수행한다. 본 연구의 절차는 Figure 1과 같다.

첫째, 선행연구 고찰을 통하여 오피스텔 개발사업의 성과

에 영향을 미치는 요인들을 확인하고, 방법론인 시스템 다이내믹스와 몬테카를로 시뮬레이션에 대해 조사한다.

둘째, 선행 연구에서 제시하는 주요 리스크 요인을 조사하고, 이후 오피스텔 개발사업의 사업성과인 수익에 직접적으로 영향을 미치는 요인을 확정한다. 또한, 요인들 간의 인과관계를 분석하여 인과지도를 작성한다.

셋째, 작성된 인과지도를 기반으로 비용-수입, 최적화 모델을 순차적으로 구축한다. 이후, 몬테카를로 시뮬레이션을 활용하여, 각 변수별 관리범위(control limit)를 설정한다.

이를 통해 도출된 시뮬레이션 결과는 오피스텔 개발사업 추진 시 발주자의 의사결정을 지원한다.

2. 이론적 고찰

2.1 국내 외 연구 현황

수지분석 모델을 개발하기에 앞서 영향요인 선정과 방법론에 관한 선행연구 고찰이 필요하다. 프로젝트의 특징에 따라 체계적으로 리스크 요인을 분류하는 것이 중요하기 때문이다[12]. 이러한 오피스텔 및 건축 개발사업과 관련된 리스크 분류체계 및 확률론적 방법을 사용한 연구들은 다음과 같다.

Shin[2]은 AHP 기법을 통해 공동주택사업 리스크 요인을 분양가, 분양률, 공사비, 토지매입가, 금융비용, 사업기간으로 분류하였으며, 시스템다이내믹스를 활용하여 리스크 관리모델을 제시하였다.

Son[11]은 상업건축물 개발사업의 주요 변수를 분양가, 분양률, 토지비, 건축비, 인허가비, 분양경비, 금융비용, 기타비용으로 제시하였으며, 상업건축물 사업타당성 분석 모델을 구축하였다.

Park[7]은 도시개발사업에서 발생할 불확실성 요인들을 실적자료를 통해 도출하였다. 이를 용지비, 조성비, 건축공사비, 토지/건축 분양수입, 사업비회수로 제시하였으며, 시스템 다이내믹스를 활용하여 도시개발사업의 재무적 타당성 분석모형을 구축하였다.

Chun[13]은 오피스텔 범위를 서울로 한정하고, 부동산 투자의 리스크 요인을 오피스 가격, 임대료, 이자율, 공실률, 요구 수익률, 관리비로 도출하고, 몬테카를로 시뮬레이션을 이용하여 리스크 분석연구를 실시하였다.

Lee[1]은 오피스텔 개발 사업에 대한 리스크 요인 중요도 분석을 실시하였으며, 제약조건과 AHP기법을 통해 4개의

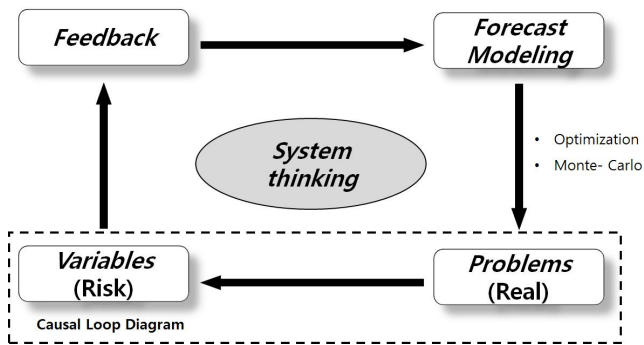


Figure 2. System dynamics

분류와 18개의 요인을 제시하였다.

Jeon[14]은 실적 오피스텔 거래 자료를 통해 서울 도심권, 강남권, 마포/여의도권의 오피스텔 매매가격결정 요인을 회귀모형을 통해, 매매가격에 영향을 미치는 변수를 수익률, 금융비용, 경제활동 인구수로 도출하였다.

해외에서는 Peleskei et al.[15]은 건설프로젝트의 비용 추정 방법을 실적 자료를 통해 각 데이터에 적합한 분포를 몬테카를로 시뮬레이션을 이용하였으며, Sameh[16]은 파키스탄의 건설프로젝트의 사업 데이터를 통해 공사비용, 일정 예측을 몬테카를로 시뮬레이션의 데이터와 실제 데이터의 비교를 통해 활용 가능성을 제시하였다.

확률론적 방법을 적용한 연구는 Shin[2], Park[7], Son[11], Chun[13], Peleskei[15], Sameh[16]과 같이 여러 분야에 적용되어 리스크 평가·분석 시 적합한 방법으로 판단된다. 그러나 Lee[1], Jeon[14], Cho[17]와 같이 오피스텔에 관한 연구는 대부분 리스크 변수나, 의사결정 변수에 관한 연구가 주로 진행되었으며, 오피스텔 리스크 관리 모델 관련 연구는 현재 미흡한 실정이다.

2.2 시스템 다이내믹스

Figure 2는 시스템다이내믹스의 개념도를 나타내고 있다. 시스템 다이내믹스는 현실문제(Probelms)의 구조적 반영이 된 변수(Variables)에 의한 인과지도(Causal Loop Diagram)를 기본으로 한다[18].

이를 토대로 특정 변수가 시간의 흐름에 따라 어떻게 동태적으로 변화하는지 관심을 둔다(Forecast). 즉, 수입과 지출을 유발시키는 요인들 간의 인과관계 구조를 고려하지 않는 기존의 방법과는 다르게 시스템 다이내믹스 기법은 시간의 흐름에 따라 변수들의 동태적인 변화를 확인 할 수 있다.

따라서 본 연구는 오피스텔 개발 사업에 영향을 미치는

중요 리스크에 대한 인과지도를 작성하고, 이를 토대로 리스크 관리 모델을 개발한다.

2.3 몬테카를로 시뮬레이션

몬테카를로 시뮬레이션 기법은 시뮬레이션 기법의 하나로써 입력 값의 변수를 확률모형과 난수를 이용하여 해답을 얻는 시뮬레이션 방법 해석 방법이다[19].

입력 값의 분포가 일정할수록 정밀한 시뮬레이션이 가능하다. 주어진 문제에 적합한 확률분포 적용을 위해, 해당 확률분포를 따르는 난수를 생성하는 알고리즘이 중요하다. 또한 몬테카를로 시뮬레이션 기법은 위험의 영향을 고려한 적정 시간과 비용의 범위를 분석하여 예측하는 연구에 활용된다.

이에 본 연구에서는 몬테카를로 시뮬레이션을 통해 오피스텔 사업 수치 분석에서 발생하는 주요 리스크에 따른 수익률 변동 범위 및 최적화 모델을 개발하고자 한다.

3. 최적화 기법을 활용한 수치분석 모델

3.1 요인 선정

건축 개발사업에 영향을 미치는 요인들에 대한 연구는 활발히 진행되었다. 그러나 대부분의 연구들은 사업성패에 영향을 미치는 요인들로 정치 환경의 변화, 정부정책의 변화 등과 같은 거시적(macro level) 요인, 시장 수요의 변화, 지역적 특성 등의 시장 및 기업(market level) 요인 그리고 사업방식의 적합성, 자금조달능력 등과 같은 프로젝트(project level) 요인으로 구분하여, 요인들이 사업성패에 미치는 영향수준만을 나열하였다[12].

즉, 이러한 정성적인 요인들과 사업성과인 수익(profit)과의 관계를 정량적으로 명확하게 계산하는 데에는 실패하였다. 따라서 이를 실무에 유용하게 사용하기에는 매우 어려운 실정이다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 본 연구는 오피스텔 개발 사업의 수치분석을 위해 수익(project profit)에 보다 직접적인 영향을 미치는 요인들로 한정하여 모델에 적용하고자 한다. 표 1과 같이 주요 영향요인은 7가지로 확인된다[1, 2, 7, 11, 13, 14, 15, 16, 17].

리스크 관리 차원에서 Lee[1], Shin[2], Park[7], Son[11]은 앞서 언급된 정성적인 요인들은 주변시세, 인근 토지가격, 인근분양률 등으로 반영되어 결과적으로 분양단

Table 1. Previous studies about influence factors

Author	Risk influence factor						
	Period	Presale rate	Sales prices	Building costs	Land costs	Finance costs	Incidental costs
Lee[1]	●	●	●	●	●	●	●
Shin[2]	●	●	●	●	●	●	●
Park[7]	●	●	●	●	●	●	●
Son[11]	●	●	●	●	●	●	●
Chun[13]		●	●			●	●
Jeon[14]		●	●			●	●
Peleskei et al.[15]				●			
Sameh[16]				●	●	●	●
Cho[17]	●	●	●				●

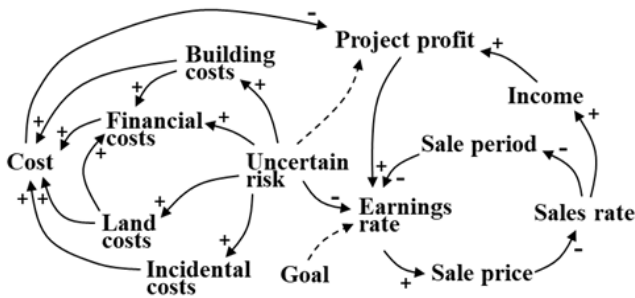


Figure 3. Causal loop diagram

가, 토지비용, 공사비, 분양률, 금융비용으로 나타난다고 하였다. 이들의 연구는 사업이익(project profit)에 직접적으로 영향을 미치는 핵심요인들로 한정하여 사업전반의 수익성 및 리스크 분석에 사용하는 변수들을 비교적 정확하게 나열하고 있다.

따라서 본 연구는 이들의 연구를 참고하여 수익에 직접적 영향을 미치는 분양가, 분양률, 분양기간, 건축비, 토지비, 금융비용, 기타비용의 7가지 요인을 주요영향요인으로 선정한다. 이러한 주요영향요인을 바탕으로 인과지도를 작성하며, 수입-비용, 최적화 모델을 순차적으로 구축한다.

이를 통해 각 요인들의 변동 폭에 따라 사업이익의 변화를 확인 할 수 있다. 또한, 이를 활용하여 목표수익을 달성할 수 있는 각 요인들의 관리 범위(control range)를 설정하고자 한다.

3.2 주요 리스크 관련 인과지도

앞서 Table 1에 선정된 요인들을 중심으로 사업성과인 사업이익(profit)에 미치는 인과관계를 Figure 3과 같이 나타내었다.

Figure 3의 인과관계를 보다 자세히 설명하면, 오피스텔

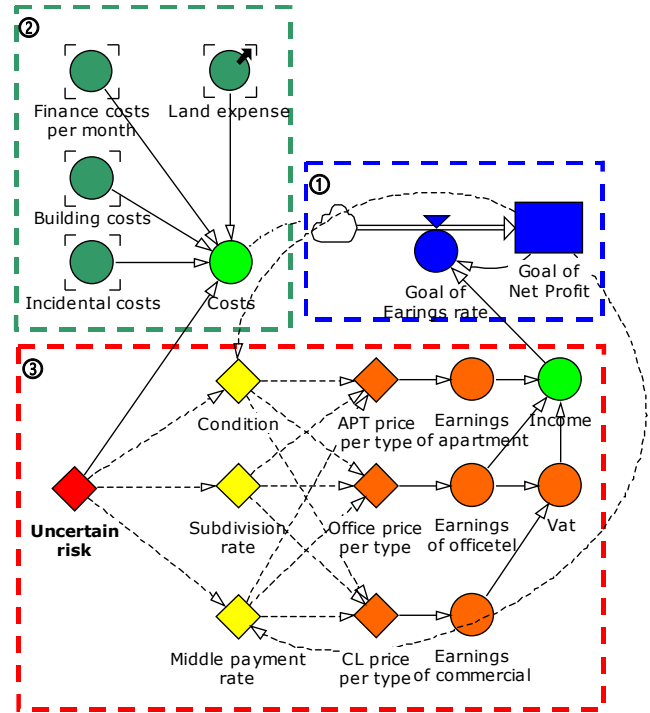


Figure 4. Income & cost model

개발사업의 사업성패는 결과적으로 사업이익으로 결정된다. 사업이익은 수입(Income)과 지출(Cost)의 수준에 따라 결정된다[20]. 이때, 수입은 분양단가와 분양률에 의해 그 수준이 결정되며, 지출은 공사비, 토지비, 금융비용의 수준에 의해 결정된다.

수입의 경우, 분양률, 분양수입으로 이어지는 과정에서 후속 변수들과 음(-)의 상관관계에 있다. 이러한 구조는 분양률이 저조하여 수익이 감소하게 되면 목표수익률의 조정을 통해 분양단가를 조절해야 한다. 분양가의 감소는 잠재수요자들의 구매의욕을 증가시키게 되며, 이는 분양률 증가로 이어질 가능성이 있다. 이는 총 분양수입의 증가를 의미한다.

지출의 경우, 주요 영향요인인 공사비, 토지비, 금융비용과 양(+)의 상관관계에 있다. 또한, 공사비와 토지비는 금융비용으로 지출이 되기 때문에 두 변수와 금융비용은 양(+)의 관계를 나타낸다. 특히, 토지비, 대출 금리 상승 등과 같은 불확실한 리스크가 증가하면 토지비, 금융비용이 늘어나게 되며 이로 인한 총 사업비용이 증가하게 된다. 증가한 사업비용은 사업이익과 직결되어 피드백 루프를 형성한다.

이와 같이 분양수입 또는 사업비용의 변동을 결정하는 것은 이들과 관련된 각종 영향요인(변수)들의 폭(range)이다.

따라서 최적화 기법을 활용하여 영향 변수들의 변동 범위 내에서 분양수입과 사업지출을 시뮬레이션하여 이에 따른 사업이익을 확인하고자 하였다.

3.3 비용- 수입 모델 (Income & Cost model)

Figure 3을 토대로 개발한 비용-수입 모델은 다음과 같다. 본 모델은 불확실한 리스크에 의해 그림 Figure 4와 같이 작성된 분양수입, 사업비용을 상호 연동하여 피드백 시뮬레이션이 가능하다.

또한, 각 변수의 한계범위를 설정하고, 난수를 발생시켜 관리범위(control limit) 안에서 의사결정을 내릴 수 있으며, 시뮬레이션을 통한 대안들 중 목표한 수익을 달성 할 수 있는 최적대안(Optimization)을 선정할 수 있다.

비용-수입의 모델의 ①수익 (Earnings) 및 ②수입 (Income), ③비용(Cost)의 식은 다음 (1), (2), (3) 와 같다.

$$\text{earnings} = \sum_{i=1}^n \text{total}(\text{Cost}_i - \text{Income}_i) \pm U_{r_i} \text{ ----- (1)}$$

$$= \sum_{i=1}^n ((L_p + F_c + B_c + I_c) - (E_a + E_o + E_c)) \pm U_{r_i}$$

$$\text{Income}_i = \sum_{i=1}^n (E_a + E_o + E_c) \times Cl \times Mp \pm U_{c_i} \text{ ----- (2)}$$

$$\text{Cost}_i = \sum_{i=1}^n (L_p + F_c + B_c + I_c) \pm U_{r_i} \text{ ----- (3)}$$

$$F_c = \sum_{i=1}^n (B_c \times Pr + L_c \times Oc) \times lr \text{ ----- (4)}$$

where

L _p Land purchase	B _c Building costs
U _r Uncertain risk	F _c Financie costs
I _c Indential costs	C _d Condition
E _a Earnings of apartment	M _p Middle payment rate
E _o Earnings of officetel	P _r Process rate
E _c Earnings of commercial	l _r loan rate
O _c Ower's capital	

식(1)의 수익은 총 사업비용과 수입의 차이 즉, 분양수입과, 공사비, 토지비, 금융비용, 기타비용의 차이에 의해 산정된다. 총 분양수입은 식(2)에서와 같이 각 항목별 (오피스텔, 아파트, 상가) 단가와 분양률로 산정된다. 이후 프로젝트의 목표 수익률과 따라 비용과 수입이 조절된다.

오피스텔/아파트의 타입 별에 맞는 TYPE에 대한 세대수, 평형, 분양가가 계산되어 총 분양수입으로 도출된다. 이후, 총 분양 수입은 각 분양률 적용을 거쳐 매달의 분양률로 이어진다. 중도금 계획과, 조건에 따라 현금흐름표가 나타나게 된다. 비용은 식(3)과 같이 토지비, 금융비용, 공사비, 일반

부대비용의 합으로 산정된다. 금융비용은 일반적으로 계산을 통해 나오는 변수와는 달리 건축비 할증률과, 자기자본비율에 따라 산정되므로 식(4)와 같다.

3.4 최적화 모델

최적화 기법을 활용하여 주어진 조건하에서의 (목적함수, 제약함수) 최적 전략을 도출할 수 있다. 이를 위해 각 리스크 요인별 확률적 난수를 제약함수로 정의하고, 이를 벗어나지 않게 리스크 요인을 관리해야 한다.

최적화의 문제정의를 위해서는 설계변수, 다목적함수, 제한조건이 필요하다[21]. 본 연구에서의 목적함수, 제한조건은 식(5)-(9)와 같다.

[Objective function]

Minimize

$$\text{Specific } G(t) = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n [1 - (\frac{S_i(t) - f_i(t)}{S_i(t)})] \text{ ----- (5)}$$

여기서,

G(t) = Target value
 f_i(t) = Cost that reflect uncertain risks
 S_i(t) = Income that reflect uncertain risks
 t=Time

[Constraint]

$$\text{Cost} \leq \text{Income} \text{ based on profit ----- (6)}$$

$$f_i(t) = f(t; \mu_f, \sigma_f) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_f} \exp(-\frac{(\ln t - \mu_f)^2}{2\sigma_f^2}) \text{ ----- (7)}$$

$$S_i(t) = S(t; \mu_f, \sigma_f) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_f} \exp(-\frac{(\ln t - \mu_f)^2}{2\sigma_f^2}) \text{ ----- (8)}$$

$$\text{Var } f_i(t), S_i(t) = -0.1 \leq \sigma_i^2 = \mu_i^2 [\exp(\sigma_u^2) - 1] \leq 0.1 \text{ -- (9)}$$

식(5)는 목표수익률을 나타낸 것이며 f_i(t)-(사업지출비용)과 S_i(t)-(분양수입)으로 구성된다. 이때, 식(5)는 하나의 예측치만 가지는 결정론적 모형이 아니라 각 독립변수가 확률분포를 사용한 수치적인 모형으로써 다수의 해를 가질 수 있다. 즉, 몬테카를로 시뮬레이션을 통해 생성되는 각 변수별 난수들을 통하여 여러 가지 대안이 제시될 수 있다는 것을 의미한다. 이에, 가장 최적대안을 결정하기 위하여 다음 식 (6),(7),(8),(9)과 같이 제한조건은 다음과 같다.

첫째, 식(6)과 총 사업비용은 수입을 넘어서는 안된다.

둘째, 각 불확실한 리스크 요인은 식 (7),(8)과 같이 산정되며, 일반적인 건설프로젝트의 변수는 일반적으로 감소하는 경우는 드물기 때문에 양방향 대칭인 정규 분포 대신 로그 정규 분포로 건설비용의 분포형태를 추정하였다[22].

본 연구에서는 그림 6(a)와 같이 비용-수입 모델 중 수입은 산정은 아파트/오피스텔/상가의 분양가, 분양률, 중도금 비율로 구성되며 아파트/오피스텔은 종류에 따른 분양가, 세대수의 곱으로 나타난다. 상가는 각 층 별면적과 면적의 단위(m²/won)의 곱으로 산정된다. 이후 아파트/오피스텔/상가의 수입은 총 분양수입으로 이어진다.

비용 모델은 건축비/토지비/금융비용/기타비용으로 구성된다. 건축비용 구성변수는 기타용역비, 직접공사비, 감리비, 설계비, 간접 공사비 등으로 구성된다. 건축비용 항목 중 직접공사비는 독립변수인 지상, 지하층 연면적, 직접공사비 단가, 보합률 입력에 따라 직접공사비가 도출된다. 또한, 공사기간 독립변수로 구성되어 기간은 공사기간 내에 건축비에 대한 현금흐름이 발생하며, 금액은 보합률에 따라 직접공사비가 도출된다.

토지비용은 토지단가/면적/토지비에 따른 각종세금으로 포함된다. 토지비와 면적의 곱으로 토지대금이 도출된다. 이후 재산세, 취득·등록세는 토지대금에 세금의 효율의 곱으로 산정된다. 이후 토지대금과 관련세금의 합으로 토지비가 도출된다.

금융비용은 P/F비용변수, 직접공사비, 토지매입비, 대출금액비율로 구성된다. 대출금액 비율변수에는 입력이 가능한 독립변수인 자기자본비율로 구성되어있다.

P/F 비용은 후속변수로 대출금액의 구성변수가 되며, 대출금액 변수는 대출원금상환변수로 이어진다. 대출 원금 상환 변수는 매월 분양수입을 통해 대출금액이 상환되는 방식이다. P/F이라는 P/F 비용을 상환하는 기간에는 대출금액에 대해 대출금리가 적용되고, 상환 이후에는 분양수입에 대해 예금금리를 적용 받는 방식으로 현금흐름이 구성된다.

기타비용은 구성은 보존등기비, 국민주택채권매입, 농어촌특별세, 지방교육세, 재산세, 기타예비비, 도시계획세등으로 구성된다.

비용-수입 모델을 기반으로 최적화 대안 도출 과정은 그림 6-(b)와 같다. 비용-수입 시뮬레이션 모델에서 제약조건(입력값) 및 결정변수(추정값)를 설정한다. 우선, 각 변수에 대한 상한, 하한 값을 가진 확률분포를 설정한다.

이는 사용자의 설정 범위 내에 최적화를 수행을 가능함을 의미한다. 따라서 본 연구의 최적화 모델은 오피스텔 프로젝트의 사업성 분석 시 각 항목 별 리스크 관리 한계범위를 설정할 수 있고, 관리 범위 내에서 적정 해를 도출할 수 있다.

이를 통해 리스크 발생에 대한 손실을 최소화하기 위한

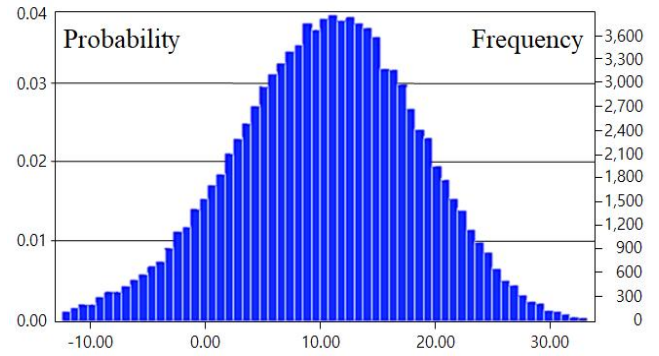


Figure 7. Earning rate result (%)

Table 2. Control range setting

Trial value	Earnings rate (%)	Unit sale price (thousand won/m ²)		
		Apartment	Officetel	Commercial
1	-29.72	3,792	2,778	5,289
2	-28.71	3,812	2,765	5,753
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
49,999	9.12	3,940	2,728	5,882
50,000	9.13	3,944	2,730	5,901
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
100,000	36.69	4,678	2,900	6,417

방안을 초기계획에서부터 대비할 수 있고, 동시에 이해관계자로 하여금 사업이행 할 수 있는 수익을 확보할 수 있는 의사결정 도구를 제공한다.

3.7 관리범위설정

앞서 구축된 모델을 통해 목표수익률을 달성하기 위한 주요 요인별(분양가, 분양기간, 토지비, 공사비, 금융비용, 기타비용) 관리범위를 설정하고자 한다.

일반적으로 건설사업비용은 감소하는 경우보다 증액되는 경우가 많아 하한선이 없는 분포 형태로도 추정이 가능하다 [19]. 따라서 한 쪽으로 편중된 분포형태인 로그정규분포형태를 추정하는 것이 바람직하여 적용 하였다

이를 위해 몬테카를로 시뮬레이션을 활용하여 로그정규분포를 따르는 난수를 발생 시킨다. 본 연구에서는 편차 0.1로 가정하여 100,000번의 난수를 발생시켜 시뮬레이션을 실시 한다.

예를 들어 설명하면, Figure 7과 Table 2는 국내 사례의 초기사업 검토단계에서 수립된 아파트, 오피스텔, 상가의 분양단가인 3,940(천원/m²), 2,728(천원/m²), 5,882(천원/m²)을 초기값(initial value)으로 편차 0.1로 가정하여 100,000번의 난수를 발생시킨 결과이다.

Table 3. Optimization results of the case study

Category	Unit	Actual case (A)	Optimization (B)	Error (%)	
apartment		3,940	3,985	1.14	
officetel	thousand won/m ²	2,728	2,803	2.74	
commercial		5,882	5,758	-2.10	
land costs		152,493	151,165	-0.87	
financial costs		38,536	38,604	-1.62	
building costs	million won	312,652	307,581	4.57	
incidental costs		45,860	47,957	0.18	
Interim payment rate	%	DP	20	18.52	7.40
		1ST	10	10.28	-2.80
		2ND	10	9.68	3.20
		3RD	10	9.85	1.50
		4TH	10	10.22	-2.20
		BAL	40	36.28	9.30
avg(%)				1.57	

그 결과 Figure 7과 같이 수익률은 평균 9.12%, 최대 39.69%, 최소 -29.72%가 도출되었다. 이때, Table 2와 같이 개발주체가 목표한 수익률을 10%~12%로 설정하였다면, 각 분양단가는 3,126(천원/m²)-4,138(천원/m²), 2,528(천원/m²)-2,803(천원/m²), 5,289(천원/m²)-6,773(천원/m²)의 범위 내에서 결정하여야 한다.

이와 같이 본 연구의 모델은 설정한 요인의 변화에 따라 수익률의 예측이 가능하다. 또한 개발주체가 목표한 사업이익을 달성하기 위한 각 요인별 관리범위를 시뮬레이션을 통해 결정할 수 있다. 도출된 관리범위 내에서 사업을 진행하였을 경우 목표한 수익을 달성 할 수 있다.

3.8 사례 검증

최적화 모델의 효용성 검증을 위해 실제 사례프로젝트의 사업조건을 이용하여 최적화 모델을 운용하였다.

실제 사례프로젝트의 경우, 아파트 분양가 3,940(천원/m²), 오피스텔 분양가 2,728(천원/m²), 상가 분양가 5,882(천원/m²), 토지비 152,493(백만원), 건축비 312,652(백만원), 금융비용 38,536(백만원), 기타비용 45,860(백만원), 분양기간 12개월, PF금리 4.7%, 중도금 무이자 금리 3.9%, 예금금리 2.40%, 자기자본 비율 10%로 사업을 진행하였다.

중도금 비율(20%, 10%, 10%, 10%, 10%, 40%), 사업수익률 9.43%을 목표로 한 현장이다. 이와 동일한 조건으로 최적화 모델을 적용하여 적정 분양단가를 산정하였다.

그림 6-(a),(b)와 같이 그 결과는 초기계획단계에서 수립된 각 타입 별 분양가 3,940(천원/m²) 보다 45(천원/m²) 증가된 3,985(천원/m²)으로 산정되었다. 오피스텔의 경우는 2,728(천원/m²) 보다 75(천원/m²) 증가한 2,803(천원/m²)으로 산정되었다. 상가의 경우는 5,882(천원/m²) 보다 124(천원/m²) 감소한 5,758(천원/m²)으로 산정되었다. 그 이유는 각 타입별, 층별 세대수와 면적이 다르고, 시점에 따라 투입되는 공사비, 금융비용에 따라 최적해의 증감으로 나타났다.

이와 같이 최적화 모델을 활용하여 리스크 발생 주요 시점에서 단계별 반복 분석을 통해 사업성 분석 및 리스크 대응방안을 수립 할 수 있다.

4. 결 론

본 연구는 주거용 오피스텔 개발사업의 수치분석 시뮬레이션 모델을 개발하였다. 이를 통해 비용과 수입에 영향을 미치는 변수들의 변동 범위 내에서 분양수입과 사업원가를 조절하여 사업이익이 부정적 수준 이하(또는 적자)로 떨어지지 않게 관리 할 수 있다. 사례분석을 통해 제안된 모델의 효용성이 증명되었으며, 구체적인 내용을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 프로젝트의 비용(금융비용, 건축비용, 토지비용, 기타비용)과 수입(분양가, 분양기간, 분양률)에 영향을 미치는 요인 간의 영향관계를 인과지도와 수학적 모델을 통해 충분히 설명하는 것을 확인하였다.

둘째, 제안된 시뮬레이션 모델은 요인들의 변화를 통해 수익률의 변동 범위를 쉽고 빠르게 계산할 수 있다. 사례 프로젝트의 경우, 사업기획단계에 수립된 초기 값을 기준으로 시뮬레이션하여 최종적으로 수익률은 평균 9.12%, 최대 39.69%, 최소 -29.72%가 도출되는 것을 확인하였다.

셋째, 시뮬레이션 결과를 활용하여 목표 수익률을 달성하기 위한 요인별 관리범위를 도출할 수 있다. 사례 프로젝트의 경우, 목표수익률을 10%~12%로 설정하였다면, 이를 달성하기 위해 아파트, 오피스텔, 상가의 분양단가는 3,126(천원/m²)-4,138(천원/m²), 2,528(천원/m²)-2,803(천원/m²),

5,289(천원/m²)-6,773(천원/m²)의 범위 내에서 관리해야 한다.

넷째, 최적화기법을 활용하여 목표 수익률을 만족하는 적정 값을 쉽고 빠르게 도출할 수 있음을 확인하였다. 사례 프로젝트의 경우, 목표 수익률인 9.43%를 만족하는 아파트, 오피스텔, 상가의 적정 분양단가는 3,985(천원/m²), 2,803(천원/m²), 5,758(천원/m²)로 도출되었다.

이와 같이 개발된 모델은 사업수행 전반에 걸쳐 변화하는 영향요인들의 경제적 영향을 쉽고 빠르게 시뮬레이션 할 수 있으며, 그 결과를 통해 경제성 분석 및 경제적 손실을 줄이기 위한 대응방안을 마련하는데 활용할 수 있다.

요 약

국내 건설 산업은 도시화·경제발전과 더불어 수요 공급에 대한 선호도가 변화되고 있다. 특히, 은행의 저금리로 인한 금융상품 대체재로 상가, 오피스텔과 같은 임대수익형 투자 상품에 대한 수요가 급증했다. 이에 따라 다양한 영향요인에 의해 사업의 성패가 결정되며, 이들의 상호작용성이 고려된 리스크 분석이 매우 중요하다. 현재 공동주택을 제외한 다양한 프로젝트에 관한 리스크 분석 연구는 매우 부족한 실정이다. 따라서 본 연구의 목적은 최적화 기법을 활용한 주거형 오피스텔 프로젝트 수지분석 모델 개발이다. 이를 위해 첫째, 선행연구 고찰을 통해 기존의 리스크 관리 및 분석방법의 문제점을 구체적으로 확인하고, 본 연구에서 제안하는 모델 개발의 방향을 제시한다. 둘째, 주요 리스크 요인들의 상호영향관계를 분석한 이후, 이를 기반으로 인과 지도를 작성한다. 셋째, 시스템다이내믹스를 활용하여 비용-수입 시뮬레이션, 그리고 최적화 모델을 순차적으로 개발한다. 마지막으로 사례프로젝트 대상으로 개발된 모델을 검증한다. 향후, 제안한 모델은 오피스텔개발사업 추진 시 수지 분석 및 경제적 손실을 줄이기 위한 대응방안을 마련하는데 활용된다. 본 연구는 기존 연구결과에서 제기된 바 없는 주거용 오피스텔사업의 내부의 사업비 확률론적 추정모델을 구축하였다는 점과 실제사례와의 검증을 통해 신뢰할 수준의 오차율이 검증되었다는 점에서 향후 신규 사업추진시 주요한 검증자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

키워드 : 오피스텔, 리스크 분석, 시스템다이내믹스, 몬테카를로 시뮬레이션, 인과지도

Acknowledgement

This research was supported by a grant (NRF-2016R1A2B4009909) from the National Research Foundation of Korea by Ministry of Science, ICT and Future Planning.

References

1. Lee GS, An study on analysis of risk factor for developing officetel [master's thesis]. [Seoul(Korea)]: Hanyang University; 2017. 88 p.
2. Sin DH, A risk analysis model for apartment building project [master's thesis]. [Seoul(Korea)]: Kyung Hee University; 2012. 155 p.
3. Vickerman R, Evaluation methodologies for transport projects in the united kingdom, Transport Policy. 2000 Jan;7(1):7-16.
4. Yu YJ, A risk quantification study for accident causes on building construction site by applying probabilistic forecast concept, Journal of the Architectural Institute of Korea, 2017 Jun;17(3):287-91.
5. Park KY, Development of financial feasibility analysis model using stochastic system dynamics method in hotel development project [Ph.D. thesis]. [Seoul(Korea)]: Hanyang University; 2012. 177 p.
6. Son SH, A simulation model for feasibility analysis of apartment building projects using system dynamics [master's thesis]. [Seoul(Korea)], Kyung Hee University; 2018. 68 p.
7. Park JY, A system development for risk management of apartment building projects using system dynamics [master's thesis]. [Seoul(Korea)], Kyung Hee University; 2018. 126 p.
8. Kim KW, Development of a system dynamics model for cost analysis of housing development projects, Journal of the Architectural Institute of Korea, 2011 Mar;17(3):287-91.
9. Hong JH, Risk-based feasibility study of residential building projects [Ph.D. thesis]. [Seoul(Korea)]: Chonnam National University; 2010. 190 p.
10. Park JB, Feasibility analysis model study of realstate development : focused on construction project development of apartment and stores [master's thesis]. [Seoul(Korea)]: Yonsei University; 2008. 64 p.
11. Son KY, A model for feasibility analysis of commercial buildings [master's thesis]. [Seoul(Korea)]: Kyung Hee University; 2007. 71 p.
12. Yu YJ, Risk analysis using construction insurance claim payouts,

- Journal of the Architectural Institute of Korea, 2016 Aug;16(4):349-57.
13. Chun HJ. An empirical study on the decision factors of the sale price of officetel. Journal of Residential Environment Institute of Korea, 2015 Sep;13(3):1-10
 14. Jeon JM. A study on the price determinants of officetel : focusing in youngdeungpo-gu [master's thesis]. [Seoul(Korea)]: Yeonsei University; 2015. 70 p.
 15. Peleskei CA, Dorca V, Munteanu RA, Munteanu R. Risk consideration and cost estimation in construction projects using monte carlo simulation. Management, 2015 Jun;10(2):163-76.
 16. Sameh M, El-Sayegh, Mahmoud H, Mansour. Risk assessment and allocation in highway construction projects in the UAE. Journal of Management in Engineering, 2015 Nov;31(6):04015004-1-10.
 17. Cho YC. A study on the determinants of decision making for officetel development project [Ph.D. thesis]. [Seoul (Korea)]: Jeon-Ju University; 2015. 164 p.
 18. Sternman, JD. Business dynamics: systems thinking for a complex world. California Management Review, 2001 Jun;(43)(4):8-25.
 19. Lee YT, Kim SB, Won JM. Risk analysis of highway invest by private sectors. Journal of Korean Society of Transportation, 1999 Dec;17(5):33-42.
 20. Lee HS, Kim HS, Park MS, Lee KP, Lee SB. Construction risk assessment methodology using site risk influence factors. Journal of Korea Institute of Construction Engineering and Management, 2009 Nov;10(6):117-26.
 21. Jin ZX. Stochastic hybrid cost prediction model of construction project in early stage [master's thesis]. [Seoul(Korea)]: University of Seoul; 2014. 105 p.
 22. Grant-Muller S,M, Mackie, P, Nellthorp, J, Pearman A. Economic appraisal of european transport projects: The state of the art revisited. Transport Reviews, 2010 Nov;21(2):237-61.
 23. Haezendonck E. Transport project evaluation: extending the social cost: Benefit approach, Maritime Economics & Logistics, 2008 Sep;10(3):322-4.