

다중 실물옵션을 활용한 시나리오기반 부동산 개발사업 가치평가 연구

장미경¹ · 구요환¹ · 최혜미¹ · 권태환¹ · 김주형* · 김재준¹

¹한양대학교 건축공학과

A Study on the Multiple Real Option Model for Evaluating Values based on Real Estate Development Scenario

Jang, Mikyoung¹, Ku, Yohwan¹, Choi, Hyemi¹, Kwon, Tae-Hwan¹, Kim, Juhyung*, Kim, Jaejun

¹Department of Architectural Engineering

Abstract : Real estate development requires significant amount of capital investment. The project duration has been increased according to its enlarged size. For this reason, cost overrun and time delay are important risk factors that should be managed properly. As a method to hedge the risk, various real option methods have been presented. However, conventional project value assesment methods such as NPV(Net Present Value) have weakness to support decision making by reflecting dynamic situations in terms of variation of cost and time. Furthermore, the decision making process is serious of actions rather than discrete event. The purpose of this paper is to present a multiple real option valuation method to overcome the deterministic aspect of real option presented in previous research and practice. The method is developed as following: firstly, to select the model that can be applied in the real estate development project through a survey from previous literature on real options analysis; secondly, to apply data from office development case in order to verify the model by applying conventional real option and multiple real option valuation. According to analysis result, multiple real option provides enhanced values comparing to NPV and single real option.

Keywords : Multiple Real Option, Binomial Lattice Model, Investment Valuation, Real Estate Development

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

2000년대 중반 이후 혁신도시, 기업형 도시, 지역단위 재개발 같은 대형 부동산 개발사업이 진행되고 있다. 이와 같은 대규모 복합 개발 사업은 다양한 이해당사자가 관련되어 있고, 사업기간이 수년을 넘기는 장기화 경향을 보인다. 오랜 사업 기간과 대규모 투자에 따라 위험요소도 많아지고 발생 확률도 높아지고 있다.

용산국제업무지구, 다수의 뉴타운 사업에서와 같이 이해당사 간의 대립, 재정적 문제, 시장상황 변화에 의한 사업성 악화 등의 이유로 사업이 중단되거나, 지연되는 현상이 나타나고 있다(Choi 2015). 이와 같은 불확실성을 반영한 전략적인

투자가치 평가가 필요하며 이와 관련한 다양한 방법이 제시되고 있다.

투자가치를 평가하는 전통적인 방법으로는 현금흐름할인법(Discounted Cash Flow; 이하 DCF라 칭함)이 있다. 하지만 DCF는 미래상황이 고정되어 있다고 가정하기 때문에 다가올 변화를 반영하지 못하는 한계가 있어 개발사업과 같이 변동가능성이 크고 개발 기간이 긴 사업의 가치를 정확하게 평가하기 어려운 한계가 있다(Kim 2010). 따라서 미래의 사업 환경의 변화에 대응할 수 있는 평가방법이 필요하다. 이와 같은 사업 환경의 변화에 대응가능한 평가방법론 중 하나가 바로 실물옵션(real option) 이론의 응용이다(Yeon et al. 2014). 실물옵션 가치평가 기법은 다양한 실물옵션을 이용하여 시장 환경의 변화에 대응할 수 있는 가치평가 기법으로 전통적 가치평가 방법을 보완할 수 있다는 주장도 있다(Kim 2010). 최근 에너지산업(Yun 2001), R&D투자(Lee 2003), IT 투자(Park 2005), 이동통신 산업(Lim et al. 2006), 글로벌 프로젝트 가치평가(Jeong 2007), 항만개발사업(Hwang 2007) 자원개발 산업(Kim 2009), 공모형 PF사업(Kim 2010), 무기체계 연구개발 사업(Park 2014) 등 다양한 분야에서 활용되

* Corresponding author: Kim, Ju-Hyung, Department of Architectural Engineering, Hanyang University, 222 Whangsimni-ro, Seongdong-Gu, Seoul, 133-791, Korea
E-mail: kcr97jkh@hanyang.ac.kr

Received March 10, 2015; revised August 6, 2015
accepted August 27, 2015

고 있으며 개발사업 분야에서도 도입에 관한 연구가 활발해지고 있다.

Cho and Park(2004)과 Kim et al. (2005)은 포기, 확장, 축소, 연기옵션의 가치를 각각 산출하였다. 이런 과정을 통해 실물옵션 모형이 시장의 불확실성이 높은 부동산 개발 투자안을 적용하기에 타당한 기법임을 밝혔다. 하지만 단일 옵션 형태만을 고려하여 개별 실물옵션의 상호작용을 고려한 평가가 이루어지지 못한 한계가 있었다. 실제 개발사업에서는 포기했다가 재추진하는 경우도 있고, 연기했다가 포기하는 경우도 있으나 단일 옵션은 이와 같은 다양한 시나리오를 반영하지 못한다.

이에 본 연구에서는 연속적으로 발생하는 다양한 상황의 조합에 적용할 수 있는 다중 실물옵션 활용 가치평가 방법을 제안하고자 한다. 이 방법이 전략적인 의사결정 방법임을 다른 방법에 의해 도출된 프로젝트 가치와 비교해 검증하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 기존 오피스 개발 사업에 실물옵션을 적용하여 가치평가를 한 기존 연구(Park et al. 2010)의 데이터에 다중 실물옵션 가치평가 모델을 적용한다. 이를 위해 시나리오를 가정한 후 다중 실물옵션 모델을 만들어 적용한다.

본 연구의 흐름은 다음과 같다.

제1장에서는 연구의 배경과 목적을 밝히고 연구의 범위와 방법을 제시한다. 제2장에서는 이론적 고찰을 통해 부동산 개발 사업에 대하여 정의하고 실물옵션, 실물옵션의 가치평가 방법에 관한 이론을 정리한다. 또한 선행연구를 분석하여 기존연구의 한계를 살피고 본 연구에 대하여 정리한다. 제3장에서는 부동산 개발사업의 가상 시나리오를 가정하고 부동산 개발사업의 다중 실물옵션 모델을 만든다. 그 후 기존 실물옵션을 적용한 데이터에 다중 실물옵션 모델을 적용하여 가치를 산정하여 값을 비교한다. 제4장에서는 주요 연구내용을 요약한 후 기존 DCF와 실물옵션, 다중 실물옵션을 적용하였을 때의 값을 비교하여 결론을 내리고 본 연구의 한계점 및 앞으로의 발전방향을 제시한다.

2. 개발사업 및 실물옵션의 기존 연구 고찰

2.1 부동산 개발사업

부동산 개발의 정의는 학자마다 차이가 있지만 여러 가지 정의를 정리하여 볼 때 부동산 개발(real estate development)이란 개발주체가 대상 부동산을 둘러싼 공간적, 물리적 환경을 개선하여 경제성 및 편익과 쾌적성의 효과를 증진시키는 활동과정이다(Rho et al. 2005). 부동산 개발사업의 개념은 부동산의 가치를 기존의 평가치보다 상승시키

고 건축 활동을 통하여 가치증대와 부가가치를 높이는 것을 의미한다.

부동산 개발사업은 토지시장 위험에서부터 시행위험, 시공위험 등 다양한 위험요인이 있으며 이와 같은 리스크의 약화 및 기회 요인의 극대화가 필수적이다. 따라서 미래에 발생할 수 있는 다양한 상황들을 반영하여 사업개발 가치를 평가해야 하며 현금의 유출입이 복잡하게 일어나는 사업의 특성상 현금흐름을 고려한 타당하고 정확한 예측이 필요하다(Lee 2013).

2.2 실물옵션

2.2.1 실물옵션의 개요

실물옵션은 금융옵션의 가치평가모형을 이용하여 실물자산의 가치를 평가하는 방법을 말한다(Cho and Park 2004). 실물옵션이라는 단어를 처음 소개한 MIT 슬론(Sloan) 경영대학원의 Stewart Myers는 일반적인 DCF가 사업에 내재된 옵션가치를 과소평가하는 경향이 있다고 지적하면서 재무관리 이론은 이러한 실물옵션을 다루기 위해 확장되어야 한다고 주장하였다.

실물옵션 분석법은 의사결정권자가 미래의 불확실한 상황이 변함에 따라 대응할 수 있는 의사결정의 유연성과 전략적 가치를 투자가치평가에 반영한 것이라 할 수 있다. 어떤 사업이 미래의 어느 시점에 상황이 좋아질 수도 있고 나빠질 수도 있는데, 의사결정권자는 상황이 좋아진다면 갖고 있는 옵션을 행사하고, 나빠진다면 행사하지 않을 유연성을 가질 수 있다. 또한 옵션을 행사하는 것이 기업에 또 다른 성장기회를 가져올 수 있거나 옵션 간의 상호작용으로 인해 가치를 변화시키는 등 전략적 가치가 발생할 수도 있다. Fig. 1은 불확실성하에서 가치를 평가하는 전통적 관점과 실물옵션 관점을 보여주고 있다. 전통적 관점은 불확실성이 커질수록 할인율이 높아지고 가치가 적어진다고 주장하는 반면, 실물옵션 관점은 불확실성이 클수록 기회가 많아지고 유연한 의사결정에 의하여 가치를 높일 수 있음을 주장한다.

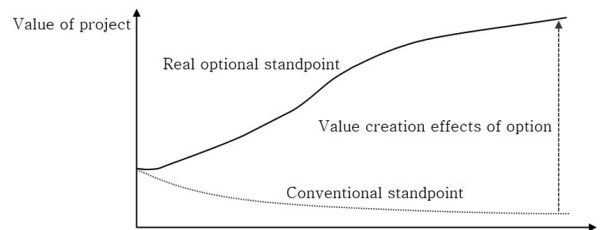


Fig. 1. Uncertainty and Valuation(Park 2009)

기존의 NPV(Net Present Value)분석에서는 이러한 유연성의 가치와 전략적 가치를 고려하지 않고 있어 사업의 가치를 낮게 평가하게 된다. Trigeogis(2005)는 ROV와 NPV와의

관계를 다음과 같이 표현하고 있다.

$$ENPV = NPV + ROV$$

ENPV(Expanded or Strategic Net Present Value)

: 옵션을 고려한 확장된 순현재가치

NPV(Net Present value)

: 옵션을 고려하지 않은 전통적 순현재가치

ROV(Real Option Value)

: 실물옵션가치, 유연성의 가치(flexibility value)와 전략적 가치(strategic value)의 합계

실제 산업에 응용되는 일반적인 실물옵션들은 전략적인 경영과 투자과정에서 Table 1과 같이 여러 옵션의 형태를 갖는다.

Table 1. Types of Real Option(Trigeogis 2005, Yeon et al. 2014)

Type	Meaning	Applicable Industries
Deferral Option	An option that can lease or purchase valuable land and resources and can also defer an investment till a favorable time emerges	Real estate development, Agricultural industry
Phased Option	An option that can abandon the project halfway if new information is disadvantageous to the project. Each phase is regarded as an option for value of the next phase and It can be valued by complex option	R&D clustered industry, Medicine development
Operation Scale Alteration Option	An option that can expand production scale or accelerate resource use. Reversely, operation scale can be reduced if market conditions are disadvantageous than expected	Natural resources industry, Industrial real estate
Abandoning Option	An option that if market conditions are severely depressed, management can permanently abandon current operation and secure sales value of assets other than capital goods in secondhand market	Airport, Railways Launching new items in markets with uncertain financial service
Replacement Option	An option that can alter production combination of facilities according to supply and demand	Alters a product, Alters an input
Growth Option	An option that initial investment is necessary or is connected to project chains that initial investments are mutually affiliated. It offers future growth opportunity	High technology, R&D, Multinational operation
Multiple Interaction Option	An option that a value of option can alter if option exists complexly than when option exists independently	Actual projects related to all of industries

2.2.2 실물옵션 활용 시 고려사항

1) 투입변수 설정

일반적인 금융옵션 가치를 평가하는 데에는 기초자산(underlying asset), 변동성(volatility), 행사가격(strike price), 무위험이자율(risk-free interest rate), 만기일(expiration date) 등의 변수들이 필요하다. 실물옵션은 금융

옵션의 내용을 그대로 실물자산에 적용한 것으로써 옵션가격 결정에 영향을 미치는 요소들을 금융자산에 대한 콜옵션에 견주어 다음 Table 2와 같이 대응시킬 수 있다.

Table 2. Comparison of financial option variable and real option variable

Financial option	Variables	Real option
Underlying asset	S	Present value of expected cash flow
Volatility	σ	Property value volatility
Strike price	X	Investment
Risk-free interest rate	r	Money value of time
Expiration date	T	Time to investment opportunity

2) 모형의 선택문제

실물옵션의 가치평가 방법은 블랙-숄츠(Black-Scholes) 모형, 이항격자(Binomial Lattice)모형, 몬테카를로 시뮬레이션(Monte Carlo simulation) 등이 있으며 크게 연속적 모델과 불연속적 모델로 구분된다. 대표적인 연속적 모델로는 블랙-숄츠 모델이 있고, 불연속적 모형으로는 이항격자모형이 있다(Jung 2010). 금융옵션은 주식의 가격 변동성이나 수익률에 대한 축적된 많은 시계열 자료들이 존재하여 옵션의 가치평가가 용이하다. 그러나 실물옵션의 경우 기초 자산은 주로 새로운 프로젝트에 대한 투자기기 때문에 일반적으로 시장에서 거래되지 않으며 그로 인해 가치평가에 필요한 축적된 자료가 금융시장에 비해 상대적으로 빈약하거나 거의 없는 실정이다(Cho and Park 2004). 그러므로 연속시간을 가정하는 블랙-숄츠모델보다 이항격자모형이 실물옵션을 분석하는데 효과적이다. 또한 몬테카를로 시뮬레이션을 이용한 평가 방법은 고차원의 확률모형을 근사하는데 적합하지만 확률분포 모형에 근거하여 옵션가치를 평가하기 때문에 변동 구간별 의사 결정 모형을 보여주기 어렵다. 따라서 본 연구에서는 이항격자 모형을 토대로 부동산 개발사업의 가치를 평가하였다.

2.2.3 이항격자 모형

Cox et al.(1979)이 제시한 옵션가격결정을 할 수 있는 이항격자 모형은 기초자산(주식)이 짧은 기간 동안 상승 혹은 하락하여 옵션의 만기일까지 기초자산이 변할 수 있는 여러 가능성을 바탕으로 옵션의 가치를 평가하는 방법이다. 일반적으로 미국형 옵션의 특징을 가질 뿐 아니라 옵션 만기 시 옵션의 가치가 기초자산의 만기 때까지의 가격경로에 좌우되거나 기초자산이 복수인 옵션을 갖기 때문에 정확한 해를 구하기 위해서는 나무(tree) 모형과 같은 수치해석기법을 이용하게 된다. 그리고 이항격자모형은 기초주식의 변동이 이항분포를 따른다고 가정한다.

이 모형을 실물옵션에 적용하여 한 기간 동안의 기초자산 V의 상승계수를 u, 하락계수를 d라고 하면 1기간 후에 p의

확률로 자산은 uV 가 되고 $1-p$ 의 확률로 dV 가 된다고 가정한다. 실물옵션에서 기초자산의 최초가치를 V , 무위험이자율 r , 변동성을 σ 라 하면 기초자산의 가치는 이항격자 모형에 의하여 Fig. 2와 같이 표현할 수 있다. 또는 엑셀시트에 나타낼 때 이항격자는 Fig. 3과 같이 나타내기도 한다.

이때 옵션가치평가는 뒤에서부터 역행하여 계산하게 되는데, 만기시의 각 노드들에 대한 가치를 구한 후 만기 이전의 각 노드들에 대한 가치를 구하는 두 단계로 나눌 수 있다.

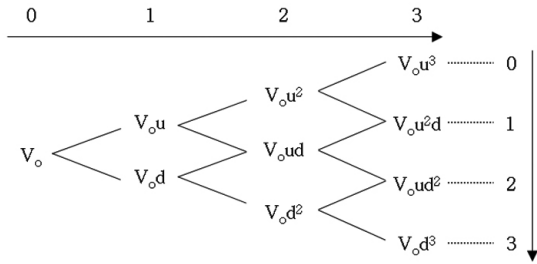


Fig. 2. Binomial Lattice model(Park et al. 2014)

		i				
		0	1	2	3	...
j	0	V_0	V_0u	V_0u^2	V_0u^3	...
	1		V_0d	V_0ud	V_0u^2d	...
	2			V_0d^2	V_0ud^2	...
	3				V_0d^3	...

Fig. 3. Binomial Lattice model excel sheet(Park et al. 2014)

2.3 다중 실물옵션

여러 개의 옵션이 적용되는 다중 실물옵션의 복합옵션은 두개의 옵션이 동시에 충족되어야 옵션의 가치가 있는 동시적 복합옵션(simultaneous composite option)과 앞 단계에서의 옵션이 행사되어야 다음 단계의 옵션이 행사될 수 있는 순차적 복합옵션(sequential composite option)이 있으며 후자가 좀 더 복잡하다. 그리고 연기옵션은 만기에만 행사할 수 있는 유럽형 연기옵션(European style option to defer)과 만기 이전에 언제든지 행사할 수 있는 미국형 연기옵션(American style option to defer)이 있으며 후자가 좀 더 복잡하다. 본 연구에서 적용할 복합옵션은 1차 투자가 이루어지고 2차 투자가 이루어지는 부동산 개발 사업 특성에 맞춰 미국형 연기옵션이 포함된 순차적 복합옵션의 가치를 다뤄 모델을 만들고자 한다.

2.4 문제점 및 기존 연구의 한계

실물옵션 가치평가방법을 다룬 국내연구는 주로 IT, 에너지 등의 분야의 신기술 개발 및 시설 확충을 위한 투자 프로

젝트를 대상으로 이루어 졌으며 철도기술 개발, 부동산 투자 등 다양한 분야로 확산되고 있다.

Park(2005)은 최소제공 몬테카를로 시뮬레이션 기법을 적용하여 IT투자 프로젝트의 가치를 평가할 수 있는 모델을 개발하였고, Lim(2007)은 실물옵션 분석법을 이용하여 차세대 이동통신 사업의 가치 평가뿐만 아니라 최적의 투자 의사결정 시기를 평가하였다. Hwang(2007)은 항만 SOC사업을 실물 옵션 중 축소옵션을 사용하여 가치를 평가하고 기존의 DCF를 이용한 경제성 분석과의 비교를 통해 사회간접자본의 투자 타당성 평가 방법을 제시하였다. Kim and Kwon(2007)은 블랙-숄츠 모형, 이항트리 모형, 몬테카를로 모형을 활용하여 G7고속전철사업의 기술 가치를 평가하였다. Cho and Park(2004)은 부동산 개발 사업을 대상으로 실물옵션을 이용한 가치평가연구를 수행하였는데 부동산 개발 사례를 이항옵션모형으로 분석하여 포기옵션의 가치, 연기옵션의 가치, 확장옵션의 가치, 축소옵션의 가치를 산출하였다. Kim and Kim(2008)은 부동산 개발사례에 블랙-숄츠 모형과 이항옵션모형을 각각 적용하여 가치평가를 하였다(Park et al. 2005).

실물옵션을 이용한 기존의 연구는 단순히 단일옵션을 사업성평가에 이용한 연구였고 위와 같은 기존 실물옵션 연구는 단일옵션 하나만을 가지고 분석하여 부동산 개발사업과 같이 연기, 포기, 확장, 축소 등 다양한 상황이 복합적으로 나타나는 사업의 가치평가에는 한계가 있을 것이라 판단하였다.

따라서 본 연구에서는 부동산 개발사업의 복합적인 상황을 고려할 수 있도록 연기, 포기 옵션을 복합적으로 활용한 다중 실물옵션을 이용하여 가치평가를 실시하였다.

3. 모델수립 및 검증

3.1 가상 시나리오

부동산 개발 사업이 1차 투자(토지매입 및 기초비용)가 이루어진 뒤 2차 투자(건축 및 부대비용)가 진행된다고 가정하고 1차, 2차 투자시 재정적 문제, 시장성 악화 등으로 인해 지연되는 경우를 고려하여 연기옵션을 부여하고 1차 투자를 포기할 수 있는 옵션을 준다고 가정하여 구성한 시나리오는 다음과 같다.

투자가 1단계와 2단계로 진행될 때, 2단계는 1단계가 투자되어야만 의미가 있다고 하였다. 1차 투자비용이 X_1 이고 투자로 인한 현금흐름의 현재가치가 S_1 이며 2차 투자비용이 X_2 이고 투자로 인한 현금흐름의 현재가치를 S_2 라고 하였다(전체 투자에 의한 현금흐름의 현재가치는 S). 그리고 단기옵션인 1차 투자옵션의 만기를 n_1 이라 하고, 장기옵션인 2차 투자옵션의 만기를 n_2 라 하며, 2차 투자옵션은 1차 투자옵션 만기 이후인 n_1+1 기간부터 행사할 수 있다. 즉 2개의 미국형 연기옵

선과 포기옵션이 복합적으로 구성된 순차적 복합옵션이라고 할 수 있다.

시나리오를 도식화하면 Fig. 4와 같다.

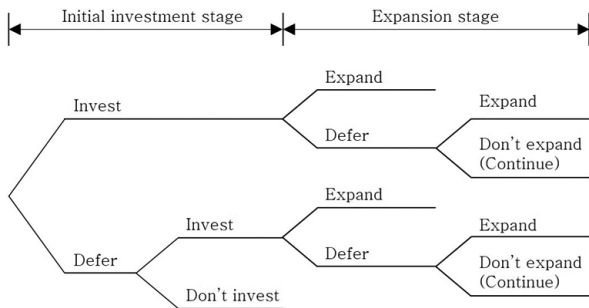


Fig. 4. Investment Scenario of real estate development

- 1) 1차 투자는 1단계 기간에 2차 투자는 2단계 기간에 할 수 있다.
- 2) 2차 투자는 1차 투자가 선행되어야 한다.(순차적 복합 옵션)
- 3) 각각의 기간에는 도중에 옵션권리 행사가 가능하다.(미국식 옵션)
- 4) 1차 투자기간에는 연기, 2차 투자기간에는 연기, 포기가 가능하다.

3.2 다중 실물옵션 모델수립

순차적 복합옵션 가치평가(옵션에 대한 옵션)는 장기옵션에 기초하여 단기옵션을 평가하게 되므로 먼저 장기옵션을 평가하고 다음에 단기옵션을 평가하게 된다(Copeland and Antikarov 2001). 장기옵션은 1차 투자로 인한 현금흐름 가치의 이항격자와 1차 투자 이후에 2차 투자를 했을 경우 현금흐름 가치의 이항격자의 각 노드를 비교하여 평가한다. 장기 옵션에 기초한 각 노드에서의 가치 E(E; ENPV)는 다음과 같이 평가된다.

2차 투자 옵션 만기기간 :

$$E_{n_2,j} = \max [s_1 u^{n_2-j} d^j - X_1 ((1+r)^{n_2-j} - 1), Su^{n_2-j} d^j - X_2 - X_1 ((1+r)^{n_2-j} - 1), S_2] \quad (1)$$

$(j = 0, 1, 2, \dots, n_2)$

2차 투자 옵션 만기 전 :

$$E_{n_2,j} = \max [(pE_{i+1,j} + (1-p)E_{i+1,j+1})e^{-r\Delta t}, Su^{i-j} d^j - X_2 - X_1 ((1+r)^{n_2-i} - 1), S_e] \quad (2)$$

$(i = n_1 + 1, \dots, n_2 - 1 \quad j = 0, 1, 2, \dots, n_2 - 1)$

1차 투자 옵션 기간 :

$$E_{n_2,j} = \max [(pE_{i+1,j} + (1-p)E_{i+1,j+1})e^{-r\Delta t}] \quad (3)$$

$(i = 0, 1, 2, \dots, n_1 \quad j = 0, 1, 2, \dots, i)$

즉 2차 옵션 만기(n_2)에서의 가치는 2차 투자옵션을 행사할 경우와 그렇지 않고 1차 투자의 결과를 지속할 경우, 그리

고 1차 투자를 포기할 가치 중 큰 값을 택하고(수식 1), 1차 투자옵션 만기 이후부터 2차 투자옵션 만기 이전에서의 가치는 2차 투자옵션을 행사하지 않고 보류할 경우(open)의 가치와 행사할 경우의 가치, 그리고 1차 투자를 포기할 가치 중 큰 값을 택한다(수식 2). 마지막으로 현재부터 1차 옵션 만기까지의 가치는 그대로 위험중립확률법에 의해 구하면 된다(수식 3).

장기옵션을 포함한 단기옵션 가치는 장기옵션가치평가 격자를 기반으로 만기(n_1)부터 역행하여 계산된다. 각 노드에서의 단기옵션 가치 E는 다음과 같이 결정된다.

$$1차 투자 옵션 만기기간 \quad E_{n_1,j} = \max [E_{n_1,j} - X_1, 0] \quad (j = 0, 1, 2, \dots, n_1) \quad (4)$$

$$1차 투자 옵션 만기 전 \quad E_{n_1,j} = \max [pE_{n_1+1,j} + (1-p)E_{n_1+1,j+1})e^{-r\Delta t}, E_{i,j} - X_1] \quad (5)$$

$(i = 0, 1, 2, \dots, n_1 - 1 \quad j = 0, 1, 2, \dots, i)$

즉 1차 옵션 만기(n_1)에서의 가치는 1차 투자옵션을 행사할 경우와 그렇지 않고 1차 투자도 하지 않을 때(don't invest)의 가치 중 큰 값을 택하고(수식 4), 만기이전의 가치는 1차 투자옵션을 행사하지 않고 보류할 경우(open)의 가치와 행사할 경우의 가치 중에 큰 값을 택한다(수식 5).

수식을 정리한 다중 실물옵션 모델은 다음과 같다.

(수식 1) 2차 투자를 했을 경우, 1차 투자만 했을 경우, 투자 포기 중 가장 큰 값

(수식 2) 2차 투자를 했을 경우, 2차 투자하지 않고 보류할 경우, 투자포기 중 가장 큰 값

(수식 3) 위험중립확률법에 따라 구해진 값

(수식 4) 1차 투자를 할 경우와 1차 투자를 안 했을 경우 중 큰 값

(수식 5) 1차 투자를 할 경우와 1차 투자를 보류할 경우 중 큰 값

예를 들어 $S=100, S_1=50, S_2=50, X_1=50, X_2=50, r=0.05, u=1.1618, d=0.8607, p=0.6330, \Delta t=1, \sigma=0.15$ 라 하고, 1차 투자 옵션의 만기는 최초 2년간이고, 2차 투자 옵션 만기는 4년으로 3차년부터 4차년 사이에 행사할 수 있다고 설정하여 수식을 적용하면 다음과 같다.

Table 3. Binomial lattice of project value on the total investment

t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
100	116.18	134.98	156.82	182.19	211.67
	86.07	99.99	116.18	134.97	156.81
		74.08	86.07	99.99	116.18
			63.76	74.08	86.07
				54.88	63.76
					47.23

Table 4. Binomial lattice of project value on the initial investment

t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
50	58.1	67.5	78.4	91.1	105.9
	43.0	50	58.1	67.5	78.4
		37.0	43.0	50	58.1
			31.9	37.0	43.0
				27.4	31.9
					23.6

두 단계의 걸친 전체 투자로 인한 현금흐름의 가치격자는 Table 3과 같고, 1차 투자로 인한 현금흐름의 가치격자는 Table 4와 같다.

Table 5. Binomial lattice of the deferral/composite option valuation (the secondary option)

t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
45.63	57.12	71.79	90.01	111.97	137.87
	32.23	39.83	50.45	64.76	83.01
		23.64	27.10	32.84	42.38
			21	21	21
				21	21
					21

Table 6. Binomial lattice of the deferral/composite option valuation (the primary option)

t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
4.286	7.12	-	-	-	-
	0	-	-	-	-
		-	-	-	-
			-	-	-
				-	-
					-

Table 7. Binomial lattice of the deferral/composite option valuation (integration of the primary and secondary option)

t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
4.286	7.12	71.79	90.01	111.97	137.87
	0	39.83	50.45	64.76	83.01
		23.64	27.10	32.84	42.38
			21	21	21
				21	21
					21

(수식 1), (수식 2), (수식 3)에 의하여 2차 투자 옵션 가치평가 이항격자는 Table 5와 같이 구할 수 있고, 이를 기반으로 (수식 4), (수식 5)를 이용한 1차 투자 옵션 가치평가 이항격자는 Table 6과 같게 된다. 이를 결합하면 Table 7과 같고 옵션가치를 포함한 E는 4.286이다. 이와 같이 최종적으로 도출된 E값과 NPV값을 비교하여 모델 검증 및 부동산 개발 사업의 가치평가를 실시한다.

3.3 적용 사례 구성

본 연구에서 사용된 기초자료는 Park et al.(2010)에서 부동산 개발사업의 가치평가에 이용한 프로젝트A의 자료에 기초하고 있으며 다중 실물옵션 분석을 위해 Table 8과 같이 구성하였다.

Table 8. The Revenue analysis of A project using DCF(Park et al. 2010)

Classification		t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5	t=6
Total income	Rent			121.15	126.00	131.04	136.28	141.73
	Management expenses			44.76	46.55	48.41	50.37	52.36
	Sale price							2233.33
	Total			165.91	172.55	179.45	186.65	2427.42
Total expenditure	Property purchase price	756.70						
	Construction & incidental expenses	331.04	329.56					
	Loan interest		127.56	127.56	127.56	127.56	127.56	127.56
	Management expenses			26.33	27.38	28.47	29.61	30.79
	Total	1087.74	457.12	153.89	154.94	156.03	157.17	158.35
Net operating profit	-1087.74	-457.12	12.02	17.62	23.42	29.48	2269.07	
Rate of discount	-1087.74	-431.24	10.70	14.79	18.55	22.02	1599.60	
NPV				146.68				

1차 투자에 대한 투자비용은 토지매입비용으로, 나머지 투자비용은 2차 투자비용으로 가정하였다. 1차 투자를 포기하였을 때 잔존가치는 투자비용의 30%로 가정하였으며, 1차 투자에 대한 옵션기간(n_1)은 2년으로 하였고 2차 투자에 대한 옵션기간(n_2)은 4년으로 가정하였다. 이에 대한 값은 Table 9와 같다.

Table 9. The Variable of Binomial lattice model

Variable		value
Present value	S	2286.94(100 million won)
Present value on the initial investment	S1	756.70(100 million won)
Present value on the secondary investment	S2	1530.24(100 million won)
Investment expense	X	2140.26(100 million won)
Investment expense on the initial investment	X1	756.70(100 million won)
Investment expense on the secondary investment	X2	1383.56(100 million won)
Volatility	σ	10.25%
Risk free rate	R	5%
Time	Δt	1years
Up coefficient	u	1.1079
Down coefficient	d	0.9026
similar Probability	p	0.7241
Earnings	E	-
Investment period on the initial investment	n1	2years
Investment period on the secondary investment	n2	4years

3.4 다중 실물옵션 모델 적용 및 검증

본 연구의 3장 1절과 2절에서 제시한 절차에 따라 다중 실물옵션 모델의 가치 분석을 수행하면 다음과 같다.

두 단계의 걸친 전체 투자로 인한 현금흐름 가치격자는 Table 10과 같고, 1차 투자로 인한 현금흐름 가치격자는 Table 11과 같다.

Table 10. Binomial lattice of project value on the total investment (100 million won)

t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
2286.94	2533.70	2807.09	3109.98	3445.54	3817.32
	2064.19	2286.94	2533.70	2807.09	3109.98
		1863.14	2064.19	2286.94	2533.70
			1681.67	1863.14	2064.19
				1517.88	1681.67
					1370.03

Table 11. Binomial lattice of project value on the initial investment (100 million won)

t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
756.70	838.35	928.81	1029.02	1140.05	1263.07
	683.00	756.70	838.35	928.81	1029.02
		616.48	683.00	756.70	838.35
			556.43	616.48	683.00
				502.23	556.43
					453.32

본 연구에서 제시한 다중 실물옵션 수식에 적용하면 2차 투자 옵션 가치평가 이항격자 결과는 Table 12, 1차 투자 옵션 가치평가 이항격자 결과는 Table 13과 같고 이를 결합하면 Table 14와 같이 도출된다.

Table 12. Binomial lattice of the deferral/composite option valuation (the secondary option)

t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
961.85	1189.91	1393.69	1624.42	1884.22	2176.46
	731.82	877.29	1048.42	1245.92	1469.12
		486.71	591.99	725.90	892.84
			301.32	351.08	423.33
				227.01	227.01
					227.01

Table 13. Binomial lattice of the deferral/composite option valuation (the primary option)

t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
298.32	433.21	-	-	-	-
	0	-	-	-	-
		-	-	-	-
			-	-	-
				-	-
					-

Table 14. Integrated binomial lattice of option valuation

t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
298.32	433.21	1393.69	1624.42	1884.22	2176.46
	0	877.29	1048.42	1245.92	1469.12
		486.71	591.99	725.90	892.84
			301.32	351.08	423.33
				227.01	227.01
					227.01

결과적으로 프로젝트의 최종 E는 298.32억 원이며 NPV값 146.68억 원과 비교하여 151.64억 원의 ROV를 갖게 됨을 알 수 있다. NPV 분석 결과가 0보다 크므로 프로젝트는 현재 투자해도 가치가 있다고 판단할 수 있다. 하지만 미래의 불확실성과 의사결정의 유연성을 고려하여 다중 실물옵션 가치평가를 실시하면 298.32억 원으로 가치가 더 커짐을 알 수 있다.

4. 결론

대규모 투자가 필요한 부동산 개발 사업은 사업기간이 길고 시장의 변화에 따라 사업의 성패가 좌우되기 때문에 사업의 전략적인 가치 반영이 어렵고, 미래의 불확실성 예측이 힘든 전통적인 DCF를 이용하여 사업 타당성을 평가하기는 어렵다. 이에 본 연구에서는 전통적인 DCF의 한계를 보완하고 미래의 불확실성에 대응하기 위해 실물옵션 가치평가 기법을 적용하여 부동산 개발사업의 가치를 평가하고자 하였다.

본 연구에서는 부동산 개발 사업에서 가치 산정과 변동성 추정이 편리하고, 내·외부 환경변화에 따라 투자의 연기를 고려하는데 효과적인 이항격자모형을 수정하여 1,2차 투자시기 선택과 포기옵션이 적용된 다중 실물옵션 모델을 제안하였고 이를 오피스 개발사례에 적용하여 검증 실시하였다.

결과적으로 전통적인 DCF를 이용한 NPV는 146.68억 원이 산정되었고 본 연구에서 제시한 다중 실물옵션 모델을 적용하였을 때 ENPV는 298.32억 원으로 도출되었다.

본 연구에서 다중 실물옵션의 가치가 DCF의 가치보다 높게 나타난 이유는 상황의 변화에 따라 대처할 수 있는 옵션의 가치가 반영되었기 때문이다. 또한 단일 실물옵션을 적용하였을 때보다 많은 옵션의 가치가 반영됨으로써 다중 실물옵션의 가치가 한 개의 실물옵션을 적용하였을 때보다 더 크게 나왔다. 이러한 상황변화에 따른 유연성이 실물옵션 가치평가에서 사업의 가치를 증가시킴을 알 수 있었다. 따라서 프로젝트 의사결정권자는 부동산 개발 사업의 다양한 상황에 대한 프로젝트의 가치를 생각해 보고 본 연구에서 설정한 시나리오와 유사한 프로젝트에 다중 실물옵션 모델을 적용함으로써 의사결정의 유연성을 보다 높일 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구의 한계는 Park et al.(2010)과 마찬가지로 변동성과 관련해 가격 변동성을 나타내는 오피스 임대지수와 같은

대용변수 하나만을 가지고 추정하였기 때문에 다른 요인을 고려하지 못한 것이다. 향후 보다 현실적인 분석이 되기 위해서는 시장의 상황과 여러 요소들을 고려할 수 있도록 변동성을 추정하는 것이 필요하다. 또한 투자시점의 선택과 포기에 대한 옵션을 순차적 복합옵션과 미국형 옵션을 가지고 적용하였을 뿐이기 때문에 추후 연구에서는 개발 사업에 포기 및 연기 이외의 옵션이 존재하는 경우에 대한 평가도 필요할 것이다. 본 연구에서는 오피스 개발사례에 다중 실물옵션을 적용하였지만 향후 주택 개발 사업이나 복합 문화시설 같은 다양한 프로젝트에도 적용해 검증할 필요가 있다.

References

- Park, D. Y., Jeong, S. H., Shon, Y. J., Kim, J. H., and Kim, J. J. (2010). "A Study on Valuation and Investment Timing in Real Estate Development Project by Using a Binomial Option Model-Focusing on Office Building Development Projects-." *Journal of the Architectural Institute of Korea Planning & Design*, 26(11), pp. 106-116.
- Cho, J. H., and Park, H. I. (2004). "Valuation of Real Estate Development Project by Using Binomial Option Pricing Model." *Korea Real Estate Analysis Association*, 10(1), pp. 37-50.
- Choi, J. G. (2015). "Large development project, Added the utmost circumspection.", <www.goodmorningcc.com> (Feb. 28, 2015)
- Copland, T., Antikarov, V. (2001). *Real option: Practitioner's Guide*, 1st ed, New York.
- Cox, J., Ross, S., and Rubinsten, M. (1979). "Option Pricing: A Simplified Approach.", *Journal of Financial Economics*, 7(3), pp. 229-264.
- Hwang, D. G. (2006). "The Valuation of Port Investments using DCF and Real Options Analysis." PhD thesis, Korea Maritime Univ.
- Jeong, E. J. (2007). "An Empirical Study on the Evaluation of Overseas Investment Projects of Korean Global Companies Using A Real Option Valuation Model." PhD thesis, Hanyang Univ.
- Jung, H. Y. (2010). "Impact of the Relative Size Factor on and Apartment Housing Price." MS thesis, Hanyang Univ.
- Jung, I. K. (2010). "A Study on the Valuation of the Project using Real Options Model: A Case Study of the IPTV STB Project." MS thesis, Pohang Univ.
- Jung, W. Y., Koo, B. S., and Han, S. H. (2008). "Estimating Profitability of Private Finance Investment Using Real Option: Quantifying Value of Overturn Share Ratio and Minimum Revenue Guarantee." *Proceedings of KICEM Annual Conference*, 11, *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, pp. 611-614.
- Kim, A. Y., Jung, J. H., Lee, R. N., and Lee, H. K. (2012). "A Study on Valuation of Development based on Apartment by Using Real Option." *The Regional Association of Architectural Institute of Korea*, 12(1), pp. 497-500.
- Kim, K. H. (2010). "A Study on Valuation of Mixed-Use Development based on Project Financing competition by Using Real Options." MS thesis, Kyungwon Univ.
- Kim, M. S. (2009). "A Study on the evaluation of overseas investment project of mineral resources using a Real Option Pricing Model." MS thesis, Soongsil Univ.
- Kim, S. S., and Lee, S. B. (2004). "An Economical Feasibility Analysis Founded on Estimating Optimal Scale of Public Projects-Focused on the Construction of Youth Complex-." *Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction*, 20(12), pp. 117-124.
- Kwon, T. I., Lee, S. H., and Kim, J. J. (2011). "A Study on Application of Real Options to Attract Financial Equity Investment in Real Estate Development." *Journal of the Architectural Institute of Korea Planning & Design*, 27(1), pp. 165-172.
- Lee, S. H. (2012). "Facilitating Sustainable Building Construction using Certified Emission Reduction." PhD thesis, Hanyang Univ.
- Lee, T. S. (2013). "A Study of Influence Factors on Feasibility of Typical Development Projects and Risk Management Method", MS thesis, Hanyang Univ.
- Lim, K. S. (2007). "Multiple Real Option Model for Project Valuation and Investment Timing Decisions." PhD thesis, Seoul National Univ.
- Lim, K. S., Lee, D. J., and O, H. S. "An Analysis on the Optimal Investment timing of IMT-2000 Project using Real Options Approach." *Korean Institute of Industrial Engineers*, 17, pp. 686-694.
- Moon, S. J., and Kim, D. H. (2011). "A Study on the Real Option Approach to Apartment Reconstruction

- Projects Valuation.” *The Korean Journal of Financial Engineering*, 10(3), pp. 91–113
- Park, B. J. (2005). “Valuing IT Investment Using Real Option: Application of Two-Factor Model for Dynamic Changes of Individual Risks.” *The Korean Journal Of Finance*, 18(1), pp. 1–30.
- Park, C. H. (2014). “A Study on the Application of Real Option for the Valuation of Weapon System R&D Program based on Binomial Option Pricing Model.” Ph.D. thesis, Kwangwoon Univ.
- Park, H. S., and Kim, S. K. (2011). “Risk Analysis and Classification of Public-Private Partnership in Project Financing Process.” *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 12(5), pp. 117–126.
- Roh, J. H., Hwang, U. S., and Kim, Y. S. (2005). “A Study on the Risk Reduction of Real Estate Development Projects and Improvement Schemes of Main Participant’s Role—A Case Study Focused on Housing Development Projects—.” *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 6(3), pp. 135–143.
- Shu, J. Y. (2010). “A Study on the Analyzing Bottlenecks of PPP(Public-Private Partnership) in Mixed-use Development Projects.” Residential Environment Institute of Korea, 8(1), pp. 31–47.
- Trigeogis, L. (2005). “Making Use of Real Options Simple: An Overview and Applications in Flexible/Modular Decision Making.” *The Engineering Economist*, 50(1), pp. 25–33.
- Yeon, J. H., Lee, H. S., Park, M. S., Kim, S. Y., and Ahn, J. S. (2014). “Feasibility Study on Remodeling Project By Using Real Option Model: Focusing on Apartment House Remodeling.” *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 15(1), pp. 39–50.
- Yun, W. C. (2001). “Economic Evaluation of Energy-related Projects Using Real Option Approach.” *Korea Energy Economics Institute*, 6, pp. 1–162.
- Yun, W. C., Sonn, Y. H., and Kim, S. D. (2003). “An Economic Feasibility Study on Power Plant Construction and Operation Using Real Options.” *Environmental and Resource Economics Review*, 12(2), pp. 217–244.

요약 : 많은 부동산 개발 사업에서 초기 사업부지 확보를 통한 토지매입 후 인허가 지연 및 사업비 부족에 따른 지연이 빈번하게 일어나고 있다. 이렇게 사업기간이 길고 외부요인의 변동성에 따라 사업의 성패가 좌우되는 부동산 개발 사업은 미래의 불확실성을 반영한 전략적인 투자가치 평가가 필요하다. 그러나 일반적으로 사용하는 현금흐름할인법(DCF)은 미래의 불확실성을 반영하지 못하는 한계를 지니고 있다. 이 연구의 목적은 미래의 불확실성을 고려할 수 있는 실물옵션, 더 나아가 다양한 상황을 고려한 다중 실물옵션을 활용한 가치평가 방법을 제시하여 부동산 개발 사업의 의사결정을 하는 의사결정권자가 전략적이고 유연한 결정을 내릴 수 있도록 도움을 주고자 함이다. 부동산 개발 사업 프로젝트 중 오피스 개발 사업을 선택하여 다중 실물옵션 모델을 적용하고 기존의 현금흐름할인법과 단일 실물옵션 모델의 결과값과 비교하였다. 연구 결과 다중 실물옵션의 가치가 현금흐름할인법과 단일 실물옵션의 가치보다 높게 나타났고, 이러한 상황변화에 따른 유연성이 실물옵션 가치평가에서 사업의 가치를 증가시킬 수 있었다. 의사결정권자는 본 연구와 같이 프로젝트의 가치를 다양한 상황에서 고려함으로써 의사결정의 유연성을 보다 높일 수 있을 것이다.

키워드 : 다중 실물옵션, 이항격자 모형, 투자 가치평가, 부동산 개발 사업
