

# 실물옵션에 의한 민간투자사업 사업타당성 평가 : 초과수익분배비율 및 최소수입보장비율 가치 정량화

## Estimating Profitability of Private Finance Investment Using Real Option : Quantifying Value of Overturn Share Ratio and Minimum Revenue Guarantee

정우용\*      구본상\*\*      한승현\*\*\*  
Jung, Woo-Yong      Koo, Bon-Sang      Han, Seung Heon

### 요 약

현재 민간투자사업의 경제적 타당성 평가는 현금흐름할인률(Discounted Cash Flow : DCF)에 의한 현재가치(Net Present Value : NPV)와 정부지원금 크기로 평가되고 있으나 실제 수익성에 중요한 영향을 미칠 수 있는 초과수익에 대한 정부와 민간의 초과수익분배 비율과 최소수입보장(Minimum Revenue Guarantee: MRG)의 영향은 제대로 고려되고 있지 못하다. 동일한 NPV라고 할지라도 변동성(Volatility)의 크기에 따라 투자타당성이 크게 달라질 수 있음에도 불구하고 이를 고려하고 있지 않은 이유는 낙찰 또는 수익성을 위해 예상수익을 고의적으로 과대 또는 과소평가하는 기회주의적 입찰(Opportunistic Bidding) 뿐만 아니라 이 변수들의 가치를 정량적으로 평가하는 방법이 제시되지 않았기 때문으로 사료된다. 따라서 본 연구에서는 초과수익분배 비율과 최소수입보장비율 변수들을 고려한 수정이항 실물 옵션모형을 제시한 뒤 각 요소에 의해 투자타당성이 어떻게 변화하는지를 고찰하였다. 민간투자 사업에서 협상 변수가 될 수 있는 이 요소를 옵션가치로 환산하는 것은 발주자 입장에서는 정부지원금의 축소를 유도할 수 있으며 사업자 입장에서는 수익성을 보다 실질적으로 예측하도록 하는 유효한 수단이 될 수 있을 것이다.

키워드: 민간투자사업, 실물옵션, 이항옵션가격모형, 변동성, 초과수익분배율, 최소수입보장비율

### 1. 서 론

1994년 민자유치촉진법으로 시작된 민간투자사업은 1997년 1월 기준으로 146개 사업에 총 42.2조원이 투자되었으며 사회기반시설 재정투자 대비 민간투자 비중이 15%를 넘게 되었다(조용만 외, 2007). 이와 같은 과정에서 민간투자사업은 부족한 국가재정을 보완해주었을 뿐만 아니라 공기준수, 공사비 및 시설운영비 측면에서 효율성을 보여주었지만 일부 사업에서 최소수입보장으로 인한 추가적인 정부 예산 소요발생 및 통행료 과다 등의 문제점이 발생되어 정부고시 민간투자사업에 대하여는 최소수익보장규모축소, 민간제안투자사업에 대하여는 최소수익보장을 폐지하게 되었다.

하지만 이러한 민자사업의 제도적 변천의 유효성을 뒷받침하기 위한 연구들, 예를 들면 민자사업에서 일반적인 최

소수입보장 계약협의가 경제적으로 어느 정도의 의미가 있는지에 대한 학문적 논의는 충분하지 못하였다. 또한 최소수익보장과 연계하여 초과수익을 어떻게 분배할 것인지에 대하여도 논란이 되어 왔다.

본 연구에서는 민간투자사업이 보다 안정적이고 합리적인 사업구조가 되기 위하여 민간투자사업의 수익성에 중요한 영향을 미침에도 불구하고 정량화된 가치 평가가 어려워 사업성평가에 반영하지 못했던 초과수익에 대한 정부와 민간의 수익분배 비율과 최소수입보장(Minimum Revenue Guarantee : MRG) 비율을 이항모형의 변형형태에 의한 실물옵션(Real Option)으로 분석하여 각 변수의 정량적인 가치를 제시하고자 한다.

### 2. 이론적 고찰

#### 2.1 기존 연구문헌 분석

지금까지 민간투자사업의 사업성에 관한 연구는 현재가치(Net Present Value : NPV)로 대표되는 현금흐름 할인법(Discounted Cash Flow : DCF)에 중점을 둔 경제성 평가(김성식 및 이상범 2004, 박동규 및 김선국 2006, Ahmed 및 Alan 2006)이거나 정성적 리스크에 기반을 둔 사업성

\* 일반회원, 연세대학교 토목공학과 박사과정, 토목구조기술사 trustjung@gmail.com

\*\* 일반회원, 건설산업연구원 선임연구원, 공학박사 bkoo@cerik.re.kr

\*\*\* 종신회원, 연세대학교 토목공학과 부교수, 공학박사 shh6018@yonsei.ac.kr

평가(양진국 외 2007, Ahmed 및 Miroslaw, 2007)가 주류였다.

하지만 경영학에서 비롯된 실물옵션을 적용한 제품시장의 진출 규모 및 연기와 포기 등에 대한 연구가 근래 들어 민간투자사업 및 SCO사업의 투자전략으로도 확대되고 있다. 국내의 연구를 보면, 이인석 및 허은녕(2004)이 해외자원개발에 대해 초기투자 이후 운영권의 옵션이 있는 경우와 없는 경우에 대해 블랙홀츠 모델을 바탕으로 옵션가치를 평가하였으며 윤원철 외(2003)는 발전소 건설 타당성을 포기, 확장, 축소 옵션으로 분류하여 이항모형으로 평가하였다. 하지만 이러한 연구는 단순히 연기, 포기, 축소, 확대 옵션을 사업성평가에 적용한 기초연구에 해당하며 이익배분 및 최소수익보장과 같은 민자사업 특성을 반영한 실물옵션 연구와는 거리가 있다.

반면 국외에서는 실물옵션을 경제성 관점에서 사업전략에 적용하는 연구가 비교적 활발하게 진행되고 있다. Ford 외 (2002)는 계획, 설계, 조달, 시공, 유지관리의 5단계 도로 사업에 있어서 조달 전에 사업가치 평가단계 옵션을 추가하여 사업추진 여부를 결정하게 되면 사업가치가 더 올라간다는 기초적인 연구를 하였으며 Zhao 및 Tseng (2003)은 점진적인 사용증가가 예상되는 주차장 시설물에 대하여 증축 효과를 옵션가격으로 환산하여 옵션가격만큼 기초공사를 확대하는 전략을 제시하였다. Qingbin 외 (2004)는 건설공사에서 계약자의 품질보증으로 인한 사업비 증가를 개선하기 위해서 완공이후로 품질보증옵션을 행사하면 사업비도 줄어들고 리스크도 줄어든다는 것을 보여주었으며 Tong 외 (2004)는 고속도로 발주에 있어서 교통량, 토지값, 시설나후 등에 의한 변동성을 연속함수와 Markov chain을 통해 구현하고 실물옵션을 통해 운영권, 확장공사권한, 유지보수권한의 가치를 평가하였다. 특히, 민자사업에 관련하여 Huang 및 Chou (2006)는 BOT사업에 있어서 정부의 사업포기권한과 최소수익보장의 가치를 블랙홀츠모델을 통해서 평가하여 대만고속철도사업에 적용하였다. 본 연구는 Huang 및 Chou (2006)의 연구를 이항모형 이론으로 응용하여 보다 쉽게 설명하고 초과운영수익분배비율까지 고려한 보다 확장된 연구결과를 제시하고자 한다.

## 2.2 실물옵션의 개요

옵션이란 주식을 사거나 팔 수 있는 권한을 거래하는 파생상품으로 주식이가격변동의 리스크를 줄이거나 레버리지(leverage)를 확대하는 목적으로 탄생되었다. 하지만 이 옵션의 가치를 양적으로 평가하는 방법은 옵션시장이 발생한 이후인 1973년에 응용수학박사 Black과 경제학박사 Schoels가 브라운운동, 테일러전개, 이토, 렘마 공식 등을 이용하여 비로소 형식을 갖추게 되었으며(Black 및 Schoels 1973), 이 모델을 바탕으로 옵션시장의 발전이 시작되었다. 1979년에는 Cox와 Rubinstein에 의한 이항옵션 가격모형이 옵션가치평가를 보다 대중적으로 만들게 되었으며(Cox 외 1979) 이 후 여러 가지 변형된 옵션 모형이 나오게 된다.

실물옵션이란 금융상품에 적용된 옵션(금융옵션)을 일반

실물에 적용한 것으로 제품, 부동산, 자원, 시설물 등에 대하여 투자시점과 규모에 연기, 포기, 확대, 축소, 전환 등의 권한을 부여한 것을 말한다. 이러한 권한의 평가는 전통적인 DCF에서는 평가 될 수 없는 것이며 변동성이 클수록 더 많은 가치를 가지게 된다. 예를 들어, A라는 사업의 투자가치를 평가할 때 현금흐름법에서는 사업이 성공할 경우와 실패할 경우를 모두 고려하여 평균적으로 현재가치를 산정하지만 실물옵션의 경우는 실패할 경우에 대하여 사업을 포기하거나 연기하는 권한을 부여하여 실패할 경우에 대한 수익은 일정수준 밑으로 내려가지 않게 한다. 이러한 권한의 가치를 평가한 것이 실물옵션가치이며 이것은 DCF의 NPV와 함께 고려되어야 보다 합리적이다.

## 2.3 최소수입보장과 초과수익배분을

일반적으로 실물옵션의 가치는 수입에 의한 현금흐름 현재가치(S), 투자비용(K), 수익요소에 대한 변동성( $\sigma$ ), 무위험이자율( $y_f$ ), 옵션유효기간(T)으로 산출된다. 그리고 연기, 포기, 확대, 축소, 전환 등의 옵션에 따라 이러한 변수에 다른 값을 대입하여 실물옵션 가치를 산출한다.

하지만 민간투자사업의 경우는 시장에 물건을 파는 것이 아니라 해당국가와의 계약에 따라 사업이 진행되기 때문 몇 가지 조건을 반영해야 한다. 국가마다 제도가 다르지만 일반적으로 해당정부는 민간투자사업의 사업성에 따라 초기정부지원금, 초과수익분담비율, 최소수입보장비율과 같은 조건을 결정하게 된다. 우리나라의 경우는 건설 분담금이나 토지보상비와 같은 초기정부지원금, 초과수익분담비율(정부:민간=50:50), 최소수입보장비율(정부고시 사업의 경우 초기 5년 75%, 다음5년 65%; 제안형 사업의 경우는 없음)을 원칙으로 하고 있다. 하지만 해외민간투자 사업의 경우는 이 변수는 국가마다 입찰자마다 가변적으로 변할 수 있으며 이는 투자사업 가치에 크게 영향을 미칠 수 있다.

표 1. 민자사업 입찰자의 입찰가격(현재가치) 조건 예시

| 구 분  | 입찰자 A | 입찰자 B |
|--|-------|-------|
| 총공사비(K)  | 1000억 | 1000억 |
| 운영수익(S)  | 1000억 | 1000억 |
| 초기정부지원금  | 70억   | 50억   |
| 입찰자 평균기대 수익  | 100억  | 50억   |
| 총양허기간(T)   | 30년   | 30년   |
| 무위험 이자율( $y_f$ )                                       | 0.06  | 0.06  |
| 변동성( $\sigma$ )  | 0.3   | 0.3   |
| 최소수입보장율( $\beta$ )                                     | 0.5   | 0.7   |
| 초과수익배분율( $\alpha$ )<br>(정부:민간=1- $\alpha$ : $\alpha$ ) | 0.5   | 0.7   |

예를 들어, 표 1에 제시된 사업을 DCF에 의해 평가를 한다면 가격기준으로 초기정부지원금을 A보다 적게 제시한 입찰자 B가 낙찰될 것이며 입찰자 B는 5%의 낮은 수익률을 가질 것이다. 하지만 실물옵션가치 평가에서는 변동성 크기, 최소운영수익보장률, 초과운영수익배분율에 따라 투자가치와 낙찰자가 달라 질 수 있다. 만약 변동성과 최소 운영수익보장률이 충분히 높다면 입찰자 B는 높은 실물

선가치를 보유하게 되고 변동성이라는 리스크가 줄어들게 되어 A보다 더 큰 투자가치를 가질 수 있다. 반면, 발주자 입장에서는 입찰자 B가 더 많은 옵션가치를 가지고 있다는 것은 발주자의 리스크가 더 크다는 것이기 때문에 실질적으로 입찰자 A를 선택하는 것이 오히려 더 합리적일 수 있다. 따라서 이 요소들을 반영할 수 있는 정량적인 방법이 필요하다.

### 3. 수정이항옵션 가격모형

#### 3.1 수정이항옵션 가격모형 유도

옵션가치를 연속함수를 통해 산출해낸 블랙숄즈 모델을 간단하게 산출하면서도 정확도가 유사한 이항옵션 가격모형은 실물옵션에 대해 몇 가지 가정사항을 두고 있다. 첫째, 투자사업 기간 동안 수익률의 변동성은 변하지 않는다. 두 번째, 자산가치의 변화는 식(1)과 같은 지수브라운 운동을 따른다. 세 번째, 자산가치는 시장상황에 따라 식(2)와 같이 상승과 하락 두 가지 방향으로만 움직인다.

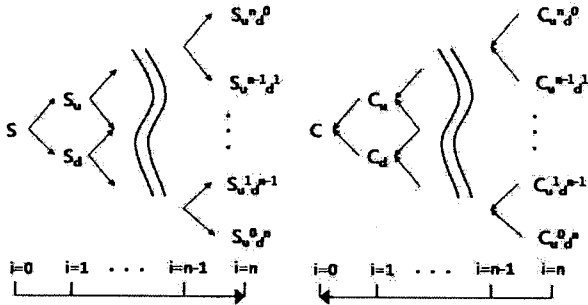


그림 1 자산가치 변화모형      그림 2 콜옵션가치 변화모형

수정이항옵션 가격모형의 전반적인 개요는 우선 그림 1과 같이 사업전체 자산가치(S)의 변화과정을 산출한 뒤 초과수익분배에 의한 민간사업자만의 자산가치(S')를 산정하고 그림 2와 같은 단계로 최소수익보장률을 고려한 콜옵션가치(C)를 산출한다.

$$\frac{\delta S}{S} = e^{\mu(\delta t) + \sigma \epsilon \sqrt{\delta t}} = e^{\mu(\delta t)} \times e^{\sigma \epsilon \sqrt{\delta t}} \quad (1)$$

$$u = e^{\sigma \sqrt{\delta t}}, \quad d = e^{-\sigma \sqrt{\delta t}} \quad (2)$$

여기서,  $\delta S/S$ 는 자산가치의 변화율로서 운영수익률을 나타내며,  $\mu$ 는 수익성장률,  $\delta t$ 는 단위기간,  $\epsilon$ 는 오차계수를 나타낸다. 오차계수( $\epsilon$ )는 모의실험을 하지 않았으므로 1이라고 가정하며 수익성장률( $\mu$ ) 자체는 변동성에 영향을 주지 않으므로 변동성( $\sigma$ )과 운영수익의 단위기간( $\delta t$ )동안으로 상승률( $u$ )과 하락률( $d$ )을 식(2)를 통해 산정한다.

$$[pS_0u + (1-p)S_0d] = \frac{S}{e^{r\delta t}} \quad (3)$$

$$p = \frac{e^{r\delta t} - d}{u - d} \quad (4)$$

이항옵션모델에서는 옵션가치를 산정하기 위해서 식

(3),(4)와 같이 위험 중립확률을 산정한다. 위험중립확률이란 자산가치의 포지션이 옵션가치의 포지션과 동일한 위치에 있는 것을 말하며  $e^{-r\delta t}$ 는 단위기간동안의 연속 복리 이자에 해당한다.

$$\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^i S'_{i-j,\delta t} = \text{if}(S_{i-j,\delta t} > S_0, S'_{i-j,\delta t} = (1-\alpha)S_0 + \alpha S'_{i-j,\delta t}, S'_{i-j,\delta t} = S_{i-j,\delta t}) \quad (5)$$

$$\sum_{j=0}^n C_{u^{n-j},\delta t} = \max\left(\sum_{j=0}^n S'_{u^{n-j},\delta t} - K, \beta \times S_0 - K\right) \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=0}^i C_{d^{i-j},\delta t} = \max[p \times C_{d^{i-j},\delta t} + (1-p)C_{d^{i-j},\delta t} e^{-r\delta t}, S_{i-j,\delta t} - K] \quad (7)$$

$$C_0 = p \times C_u + (1-p)C_d e^{-r\delta t} \quad (8)$$

식(5)는 총자산가치(S)에서 초과수익분배비율( $\alpha$ ) 기준에 의해 민간사업자의 자산가치를 재산정한 것이다. 이 재산정 자산가치(S')에 대해 최소수익보장률( $\beta$ )를 적용하여 옵션가치를 산정한 것이 식(6),(7),(8)이다. 여기서 최소수익보장비율의 옵션관점의 의미는 포기옵션의 행사기준이 바뀐 형태이다. 즉, 민간사업은 일단 시작되면 기업의 상품사업처럼 중도에 포기하는 것이 가능하지 않으므로(만약 포기한다면 파산인 경우거나 위약금을 물어야 하는 경우임) 최소수익보장비율 미만의 수입이 나온 경우 포기옵션처럼 일정수준의 최소수익보장을 행사한다는 의미인 것이다. 다만, 본 모델에서는 수입이 다시 회복되는 것은 반영하지 못하였다.

#### 3.2 수정이항옵션 가격모형 적용

입찰자 A와 입찰자 B의 정부지원금 가격차이는 20억이었으나 초과수익분배비율과 최소수익보장비율에 따라 평균한 실물옵션가치는 그림 3과 그림 4처럼 바뀔 수 있다.

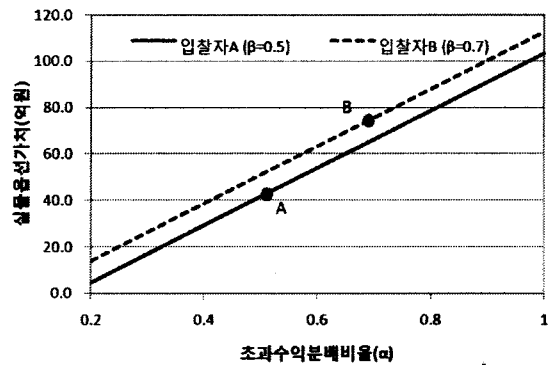


그림 3 최소수익분배비율에 따른 실물옵션가치

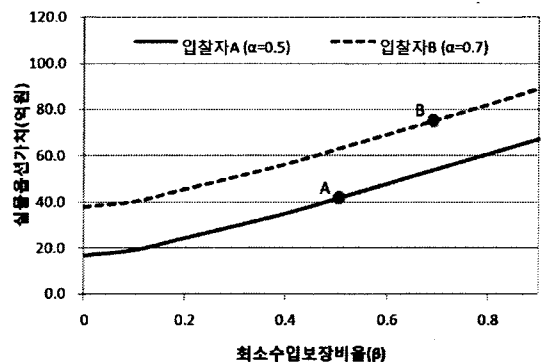


그림 4 최소수익보장비율에 따른 실물옵션가치

표1에서 제시된 입찰조건이라면 비록 입찰자 B는 A보다 DCF상 기대 수익이 20억 낮아도 실물옵션의 가치는 75.6 억으로 A의 41.6억보다 높아 오히려 사업성이 더 양호하다. 그러나 입찰자 B의 실물옵션가치가 발주자 입장에서는 최소수입을 더 보장해야 하고 초과수익배분도 민간에게 유리하게 작용하는 일종의 리스크이기 때문에 DCF에 의한 평가에서는 탈락했던 A에게 낙찰하는 것을 고려할 수 있다. 아울러 DCF에서는 고려할 수 없었던 협상전략을 행사하여 입찰자 B에게 그림 3과 그림 4를 활용하여 입찰자 A의 실물옵션 가치에 근접하도록 최소수익분배비율이나 최소수입보장비율을 조정하게 할 수 있는(예를 들면, 최소수입보장비율을 70%로 유지할 경우 최소수익배분비율을 현재의 70%에서 45% 수준까지 내려도 실물옵션가치는 입찰자 A와 비슷한 수준임) 기준을 제공해 줄 수 있다.

## 5. 결론

국내의 민자사업자 선정에서 주로 이용되고 있는 DCF에 의한 NPV 평가는 평면적으로 매우 명확하고 편리한 방법이나 변동성이 크거나 다른 제약조건이 있는 경우 리스크를 평가하지 못하는 단점을 가지고 있다. 본 연구에서는 수정이항옵션 가격모형을 통해서 초과수익배분비율과 최소수익보장비율의 옵션으로서의 가치를 정량화하였으며 이러한 결과는 민자사업 운영수입 변동성의 크기가 클수록 효과가 더 크고 변동성이 거의 없다면 실물옵션가치평가가 덜 중요하다고 하겠다. 향후 민자사업에 맞는 변동성의 평가방법이 보완된다면 본 연구에서 제시한 실물옵션가치평가는 발주자와 사업자 모두에게 국내외의 민자사업의 입찰가격평가에 도움이 되리라고 사료된다.

## 참고문헌

1. Ahmed, F. M. S., Miroslaw, J. S., "BOT Viability Model for Large-Scale Infrastructure Projects." *Journal of construction engineering and management* Vol. 133, No.1, 2007, pp. 50-63.
2. Ahmed, M. A. A. and Alan, D. R., "Generalized Economic Modeling for Infrastructure and Capital

- Investment Projects." *Journal of Infrastructure Systems*, Vol 12, No. 1, 2006, pp. 18-32.
3. Black, F. and Scholes, M. "The Pricing of Options and Corporate Liabilities." *The journal of political economy*, Vol. 81, No. 3, 1973, pp. 637-654.
4. Cox, J. C., Ross, A. S. and Rubinstein, M. "Option Pricing : A Simplified Approach" *Journal of Financial Economics*, Vol. 7, No. 3, 1979, pp. 229-263.
5. Ford N., Lander M. and Voyer J. "A real options approach to valuing strategic flexibility in uncertain construction projects", *Construction Management and Economics*, Vol. 20, No. 4, 2002, pp. 343-351.
6. Huang, Y. L. and Chou., S. P. "Valuation of the minimum revenue guarantee and the option to abandon in BOT infrastructure projects.", *Construction Management and Economics*, Vol. 24, No. 4, 2006, pp. 379-389.
7. Qingbin, C., Emre, B. M., Makarand, and IssamQingbin, M., "Use of Warranties on Highway Projects: A Real Option Perspective." *Journal of Management in Engineering*, Vol. 20, No. 3, 2004, pp. 118-125.
8. Tong, Z., Satheesh, K. S. and Li, T. C., "Highway Development Decision-Making under Uncertainty: A Real Options Approach.", *Journal of Infrastructure Systems*, Vol. 10, No. 1, 2004, pp. 23-32.
9. Zhao, T. and Tseng, C. L. "Valuing Flexibility in Infrastructure Expansion.", *Journal of Infrastructure Systems* Vol. 9, No. 3, 2003, pp. 89-97.
10. 김성식, 이상범, "공공투자 프로젝트에서 적정규모산정 방법에 따른 경제적 타당성 분석", *한국건설관리학회 논문집*, *한국건설관리학회*, 제20권 제12호, 2004, pp. 117-124
11. 박동규, 김선국, "BTL 사업에 있어서의 VFM 분석에 관한 연구 : 사례 연구를 중심으로", *한국건설관리학회 논문집*, *한국건설관리학회*, 제7권 제3호, 2006, pp. 94-101.
12. 양진국, 김수용, 이민현, "임대형 민자사업(BTL)적격성 조사의 정성적 VFM 평가항목 설정 및 중요도 분석", *한국건설관리학회논문집*, *한국건설관리학회*, 제8권 제5호, 2007, pp. 92-100.
13. 윤원철, 손양훈, 김수덕, "실물옵션을 활용한 발전소 건설 타당성 분석", *자원환경경제연구*, 제12권 제2호, 2003, pp. 217-244.
14. 이인석, 허은영 "해외자원개발사업 평가를 위한 옵션가격 결정모형 연구", *자원환경경제연구*, 제13권 제4호, 2004, pp. 735-761.
15. 조용만, 박성훈, 김완섭, 오정운, "민간투자사업 10년간의 성과", *보도자료*, 기획예산처, 2007.8.9

## Abstract

Traditionally, the feasibility of the private investment is determined by NPV(Net Presented Value) based on DCF(Discounted Cash Flow) and the volume of government's subsidiary without quantifying the effect of overturn share ratio and MRG(Minimum Revenue Guarantee), these variables which can seriously effect on the economic feasibility. One of the most important reasons why these variables are not underestimated is that the quantifying methods are insufficiently or so complicatedly studied to apply practically the real project. Therefore, this study suggests the modified binominal option model to estimate the overturn share ratio and MRG and estimates how much these variables impact the private investment. Also, these results are helpful to estimate how much the government's subsidiary can be reduced.

**Keyword** : Private Investment, Real Option, Overturn Share ratio, Minimum Revenue Gurantee