

옵션기반모형을 활용한 민간 사회기반시설 프로젝트 평가 사례: 인천공항철도 민간투자사업

이선주*, 유시용**

*중앙대학교 경영학과 박사과정

**중앙대학교 경영학과 조교수

e-mail:hakgok@hanmail.net, sy61@cau.ac.kr

An option pricing-based model for evaluating privatized infrastructure projects

Sun-Ju Lee *, Shiyong Yoo **,

*Dept of Business Administration , Chung-Ang University

Dept of Business Administration , Chung-Ang University**.

요 약

민간 주도형 사회간접자본 (social overhead capital :SOC) 사업은 BOT(build-operate-transfer)를 비롯하여 대상 프로젝트의 정부 정책 등의 여러 환경의 변경에 따라 다양하게 변형되어 적용되어 BTL(build-lease-transfer), BOO (build-own-operate)등의 여러 기법들을 사용된다. 민간 SOC 사업은 프로젝트의 규모와 장기에 걸친 공사의 불확실성 때문에 프로젝트의 경제성 분석을 하는 것은 복잡하다. 일반적으로 사용하고 있는 현금흐름 할인모형(discount cash flow model; DCF)은 미래의 불확실성 변수들을 적절히 반영하지 못한다는 한계점을 가지고 있지만 현실적으로 많이 쓰이고 있는 방식이다. 본 논문은 옵션기반모형에 근거한, BOT-옵션가치평가(BOT-OV)모형을 국내 민간 SOC 사업의 경제성 분석을 위해 적용한다. BOT-OV모형을 적용하는 것이 기존 순현재가치(net present value; NPV)방식을 통하여 프로젝트 가치 평가 할 때보다 더 정밀한 경제적 타당성 평가를 할 수 있다는 것을 확인하여 기존의 NPV 평가방식의 방법을 대체할 수 있는 가능성을 확인하는데 의의가 있다고 할 수 있다.

1. 서 론

본 논문은 옵션가치평가모형에 기반을 둔 BOT-옵션가치평가(option valuation)(BOT-OV)모형을 국내 민간 SOC 사업의 경제성 타당성 분석에 적용해 보고자 한다. BOT-옵션가치평가모형은 프로젝트의 성격을 있는 그대로 반영할 수 있으며, 정부입장과 사업자 입장에서 프로젝트 가치를 평가할 수 있다. 이에 BOT-OV모형을 적용하는 것과 기존의 NPV 평가모형의 차이점 및 가치의 변동성을 측정하여 옵션가치평가모형이 NPV와 같은 기존 모형을 대체할 수 있는 모형인가에 대한 가능성을 확인하는데 이 연구의 목표가 있다.

2. 국내 · 외 선행연구

기업이 내려야할 투자결정 또는 자본조달 결정 등 많은 분야에 선택가능한 권리(right)를 의미하는 옵션(option)이 들어가 있다. 이러한 옵션의 가치평가 방법은 천연자원개발, 정보기술투자 등에 폭넓게 쓰이고 있다.

McGrath(1997), Benaroch & Kauffman(1999)등은 순현재가치가 관리자의 유연한 의사결정가치를 고려하기 못하고 있다고 주장하고, 이런 문제를 개선하기 위한 대안으로 실물옵션가치평가(real option valuation)를 추천하고 있다. Luehman(1998)은 불확실성이 높은 정보기술투자 프로젝트를 평가하는데 있어서 시장상황에 따라 프로젝트의 연기, 축소, 확장, 포기 등의 의사결정을 할 수 있는 전략적 가치의 내재가치가 순현재가치법에 비해 더 큰 장점을 가지고 있다고 평가하고 있다. Panayi & Trigerogis(1998)는 장거리 통신 기반투자 프로젝트 평가에 2단계 복합옵션을 사용하여 옵션가치를 산정하였다. Triantis & Hodder(1990)와 Cortazar, Schwartz, & Salinas(1998)는 다중요인의 변동성을 고려한 옵션모형을 적용하였고, Longstaff & Schwartz(2001)는 몬테카를로 시뮬레이션을 적용하

여 미국형 옵션가치를 산출하였다. Ho(2002)는 민간 사회기반시설 프로젝트에 대한 재무타당성 검토에 옵션가격에 근거한 모델을 사용하여 건설비용과 프로젝트의 순현금흐름의 불확실성을 고려하고 자본시장과 프로젝트 성격을 반영한 평가절차를 수행할 수 있게 하였다. 또한 정부 부채 보증의 가치를 평가하고, 이를 계량화 할 수 있게 하였다.

김성민·권용장(2007)은 블랙숄츠모형, 이항트리모형, 몬테카를로스 모형을 활용하여 G7고속전철사업의 기술가치를 평가하였다. 정태적 NPV와 실물옵션을 활용한 동적 NPV를 비교분석하였고, 기존의 DFC보다는 옵션가치가 추가되어 옵션가치가 더 큰 것을 확인하였다. 성웅현(2002)은 기술가치 평가 시 위험-조정할일율의 적용은 여러 위험의 원천 중 시장위험만을 설명하는 가중평균자본비용(weighted average cost of capital; WACC)을 사용하거나 벤처 캐피탈의 요구수익률 범위를 적용하는 것은 적절하지 않으며, 개별기술의 가치평가 시 할인율에 영향을 미칠 수 있는 위험의 원천을 분류하여 개별적 위험을 평가할 수 있는 방법과 연관된 추가 할인율 크기를 결정할 수 있는 논리적 근거를 제시하였다. 성웅현(2004)은 개별 투자프로젝트의 변동성을 추정하기 위해서 유용하게 활용될 수 있는 몬테칼로 시뮬레이션 논리적 절차를 제안하였다.

3. 가치평가 모델

3.1 자료 및 기간

자료는 1999. 8. 31 일 인천국제공항철도 주식회사에서 작성한 인천국제공항철도 민간투자사업 사업계획서(본문)에 나타난 총민간투자비 산정 및 출자자의 자금투입계획 및 운임 결정을 위한 현금흐름분석, 추정 재무재표의 추정 현금흐름표 등을 이용하였다.

3.2 인천국제공항철도 민간투자사업

BOT 투자를 분석하기 위한 BOT-OPTION 모델의 적용가능성을 우리나라 사례를 들어 적용하여 본다. 이를 통해 BOT-OV 모델 적용의 특징과 기존 평가 모델들과의 차이를 알아보는 것을 목적으로 한다.

3.3 프로젝트 개요

인천국제공항철도 민간투자사업은 서울 도심과 인천공항 간을 대량으로 신속하게 수송하기 위해 정시

성, 안정성, 편리성을 갖춘 인천공항 접근교통수단의 적기 확보를 목표로 하고 있다. 민간 기업인 공항철도 주식회사에 의해 운영되며, 2단계 준공 후 30년간 운영한 후 국가에 운영권을 반납하게 된다.

- 총민간투자비가 5조 2,195억원으로 추정되었으며, 총 민간투자비의 25%에 해당하는 자기자본(I)6,722억원을 출자자의 지분율에 따라 납입할 예정이며, 나머지 75%에 해당하는 타인자본 2조 166억원을 국내외 금융대주단을 통해 신디케이션에 의한 프로젝트 파이낸스 방식으로 조달할 예정이다. 이자율(rd)은 연 9% (compounded continuously)로 가정한다.
- 총민간투자비에서 건설이자 및 예비비를 제외한 총 민간사업비를 건설비용 K_0 로 간주한다. 프로젝트 건설비용 K_0 는 36,061 억원이다.
- 추정된 비용변동성 σ_K 는 연간 0.8이다
- 프로젝트 가치 v 는 운영기간 동안 할인된 순 현금흐름 46,232 억원이다.
- 프로젝트 가치는 프로젝트 비용과 상관관계가 없다고 가정한다. ($\rho_{VK}=0$)
- 시장 변동성은 동종 산업군 (건설산업)의 데이터를 이용하여 프로젝트 현금흐름의 변동성 추정치로 사용하였다. 변동성 추정은 kosp-건설업의 1999-2007년까지의 연도별 산업평균 매출액 표준편차를 사용하였고 추정치는 0.064 이다.
- 공사비와 자본시장의 상관관계는 각 공사비의 변동성과 자본시장의 변동성의 상관계수를 구하여 $\rho_{KM} = -0.3$ 로 계산 되었다
- 프로젝트 현금유입과 시장의 상관관계는 완공된 유사프로젝트의 현금흐름을 대응치를 사용하여 구하면 되지만 프로젝트 사업이 완료된 것을 찾기 어려움으로 $\rho_{VM} = 0.15$ 로 가정하였다.
- rc : 공사비 인플레이션율은 5% 이다.
- 추정된 최적 건설기간은 10년이다.
- WACC는 연 12.4%
- 만일 정부가 부채 보증을 제공한다면, loan은 무위험 이자율 6.8% 로 대출 가능하다고 가정한다. 이를 통해 정부가 보증할 때와 그렇지 않을 때의 가치의 차이를 통해 보증의 가치를 구할 수 있다.

4. 프로젝트 가치평가

4.1 전통적 현금할인법에 의한 NPV

전통적 현금할인법에 의한 NPV는 아래와 같다. 현재가치는 운영기간의 할인된 순현재가치이며, 건설비는 민간투자비 52,195억원이 아닌 민간 사업비 36,060억원을 이용하였다. 예비비 및 불확실한 현금흐름이 있는 부분을 제외하고 공사기간의 공사비로 설정되어 있는 부분을 사용하기 위함이다.

운영기간동안 발생하는 현금흐름의 순현재가치는 15,872억원에 해당한다.

[표 1] 전통적 NPV (단위: 억원)

현재가치(pv)	건설비	순현재가치
46,232	36,060	15,872

4.2 블랙솔즈 모형에 의한 가치

블랙솔즈 모형의 초기 투입변수인 가격(프로젝트 가치 v)는 프로젝트 가치의 순현재가치를 사용하였으며, 행사가는 공사비는 건설비용 합계를 사용하였다. 또한 변동성은 프로젝트 가치 v의 변동성이다.

$$C = S_0 N(d_1) - Ke^{-rT} N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln(S_0/K) + (r + \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = \frac{\ln(S_0/K) + (r - \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

C: 옵션가치 K : 공사비

r: 무위험이자율, T : 만기까지의 기간,

$N(d_1)$: d 아래 면적에 대한 누적 정규확률분포 값

블랙솔즈 모형으로 계산된 값은 44,531억원으로 추정할 수 있다. 이 옵션 가치는 프로젝트를 연기, 중단, 진행하는 의사결정에 관한 결정을 하는 실물옵션가치로 공사기간의 변동성이라던지, 이자율 위험 등 프로젝트 진행에서 올 수 있는 다양한 위험을 반영하기에는 한계를 가지고 있다.

[표 2] 블랙솔즈 모형에 의한 가치 평가

변수	Price (가격)	Strike (행사가)	Risk free Rate (이자율)	Time (만기)	Volatility (변동성)	value
	46,232	30360	0.068	40	0.31	44,531

4.3 이항 모형에 의한 가치

이항 모형의 가치를 도출하기 위해서 필요한 변수는 우선 콜이면 1 아니면 0, 즉 콜옵션 타입을 선택하였고, 자산 가격은 블랙솔즈 때와 마찬가지로 현금흐름 V의 순현재흐름을 사용하였다, 행사가, 무위험 이자율, 배당수익률 만기, 변동성 시행 횟수를 알아야만 하고 이 변수의 수치는 다음과 같고, 가치는 44,537 억원이다. 계산된 이항 모형의 가치는 블랙솔즈모형에서 구해진 가치와 동일하게 의사결정 권한을 포함한 실물옵션 가치에 해당하며, 운영기간 동안의 현금흐름을 통한 프로젝트 가치를 산출하는 방식과는 거리가 있으며 다양한 위험들을 반영하기에는 한계가 있다.

[표 3] 이항모형에 의한 가치 평가

type	Price (가격)	Strike (행사가)	Riskfree Rate (이자율)	배당 수익률	Time (만기)	Volatility (변동성)	nSteps	value
1	46,232	30,360	0.068	0	40	0.31	300	44,537

4.4 BOT 옵션 근거한 모델 가치 평가

BOT -OV 모델 가치를 도출하기 위해 필요한 변수들을 보면, 일단 V는 프로젝트 가치로 운영 순 현금흐름으로 계산되었고, K는 공사비 36060억원, I는 투자액으로 대출로 조달하는 20166억원을 제외한 투자액을 나타낸다. 그리고 W는 운영기간 30년, σ_V 는 프로젝트 가치의 변동성, σ_K 는 공사비의 변동성, ρ_{KM} 는 공사비와 동종산업군과의 상관관계, r은 무위험이자율, rd는 대출이자율, T는 운영기간 공사기간, N은 가치가 뺀어가는 단계를 의미하고 있다. BOT- OV 모델 가치 계산 절차를 거치고 난 후의 프로젝트 가치는 14,774 인 것으로 나타난다. 이는 블랙솔즈와 이항 모형이 실물옵션의 의사결정과정의 가치를 계산해 낸 것이 아니라 기존 NPV에서처럼 운영기간동안의 순현재흐름을 운영위험과 건설위험을 포함하여 계산해 낸 방식을 취하고 있다.

[표 10] BOT -OV 모델에 의한 가치 평가

V	K	I	W	σ_V	σ_K	σ_m	ρ_{KM}
46,232	36,060	32,030	30	0.31	0.8	0.064	-0.31
r	rd	T	N	value			
0.068	0.09	10	300	14774			

만일 프로젝트에 대해 정부가 부채 보증을 선다고 가정해 본다. 이렇게 되면 프로젝트 사업자는 대주단들로부터 프로젝트 자금을 대출할 경우 시장 이자율이 아닌 무위험 이자율로 자금을 빌릴 수 있다고 가정한 후 프로젝트의 가치를 산정해 보면 17,135 억원이라는 프로젝트 가치가 산정이 된다. 즉 시장 이자율로 대출하게 되는 프로젝트의 가치 14,774억 원의 가치와의 차이 (17,135억-14774 억 = 2361억 원)의 정부 보증의 가치를 계산해 낼 수 있다. BOT 모델의 하나의 이점은 이 모델이 보증상황 혹은 조항들의 차이를 수용할 수 있다는 것이다. 예를 들어 정부가 파산에 대해 더 강경한 정책을 가지고 있다면 15,000억 - 14774억 = 226 억원이 얻어진다. 부채보증의 옵션에 대한 과정은 전통적인 NPV와 같은 기술에서 계산할 수 없다.

[표 11] 이자율을 무위험 이자율로 가정했을 때 BOT-OV 모델에 의한 가치 평가 가치 평가

변수	V	K	I	W	σ_V	σ_K
	46,232	36,060	32,030	30	0.31	0.8
σ_m	ρ_{KM}	r	rd	T	N	value
0.064	-0.31	0.068	0.068	10	300	17135

5. 결 론

민자 주도형 사회간접자본 프로젝트에서 프로젝트 가치를 평가하는 것은 매우 복잡하다. 전통적 자본 예산 방법으로는 파산위험하의 비대칭적 지급구조에 대해 정확하게 계산할 수 없고, 민간 자본으로 조달된 프로젝트의 재무적 타당성 연구에 프로젝트 성격과 위험의 영향을 정확하게 계산 할 수 없다. 본 연구에는 좀 더 현실적이고 BOT 프로젝트 가치 평가를 위해 옵션 가격 이론 모델들(블랙숄츠 모형, 이항나무 모형, BOT- OV 모델)을 통해 인천국제 공항철도 프로젝트 가치를 평가하였다. 전통적 NPV와 비교하여 블랙숄츠 모형, 이항 모형의 경우 가치 증대가 나타난 것으로 분석되었다. 그러나 이 증가는 운영기간에 나타나는 현금흐름을 통한 프로젝트 가치를 평가한 것이 아니라 프로젝트 실물옵션 가치에서의 의사결정의 권한에 대한 옵션의 가치가 증가한 것을 나타낸다. 또한 다양한 위험들을 반영하기에는 한계가 있다.

반면 BOT option -based모델은 실제 프로젝트는 단순히 사업기간동안 예측되는 순현금흐름만을 고려

한 NPV와는 달리, 이 모델은 건설비용과 프로젝트의 순 현금흐름의 불확실성을 고려하여 자본시장과 프로젝트 성격을 반영한 평가절차를 거친다. 또한 정부 부채 보증의 가치와 프로젝트 가치의 변동위험, 공사비 투입에 대한 변동 위험 그리고 자본시장과의 상관관계 등을 고려하여 계산할 수 있으므로 예측 불가능한 위험을 감안하여 프로젝트의 현금흐름을 통한 실제 가치를 계산할 수 있다. 따라서 전통적인 방법을 통한 가치 평가 보다는 위험요소들을 고려해서 반영할 수 있는 옵션이론에 근거한 BOT - OV모델을 통한 사회간접자본 건설 프로젝트의 가치평가가 더 적합한 것을 확인한 것에 의미가 있다고 하겠다.

다만 한계점으로는 현금 흐름 및 다양한 투입변수의 추정을 들 수 있다. 장기 프로젝트인 성격으로 인하여 ρ_{VM}, ρ_{KM} 등과 같이 성격이 비슷한 프로젝트가 많지 않아 상관관계를 분석하기가 어려운 점을 들 수 있다. 건설 시장이나 인프라 구축 사업 등에 이러한 투입변수 들의 값이 크게 영향을 받으므로 이에 대한 지속적인 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] 김성민, 권용장, "실물옵션을 활용한 G7 한국형고속전철의 다이나믹 가치평가," 한국철도학회논문집,2007
- [2] 성우현, "몬테칼로 시뮬레이션을 이용한 기술투자 실물옵션평가에 대한 연구," 기술 혁신 학회지, 2004
- [3] Black F. and Cox.J.C, "The pricing option and corporate liabilities," Journal of Political Economy,81
- [4] Dias Jr A. and Loannou, P.G, "Debt capacity and optimal capital structure for privately financed infrastructure projects," Journal of Construction Engineering and Management ASCE, 121