

## 실물옵션을 활용한 고속 도로 유지관리 계약의 가치산정

박태일<sup>1</sup>, 신은영<sup>1</sup>, 이유섭<sup>1\*</sup>  
<sup>1</sup>한국건설기술연구원

### Valuation of highway O&M contract using real option

Taeil Park<sup>1</sup>, Eun-Young Shin<sup>1</sup> and Yoo-Sub Lee<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Korea Institute of Construction Technology, Goyang-Si, Korea

**요 약** 최근 우리나라 도로 관련 국가 예산 편성을 살펴보면 신규 도로 건설에 대한 투자 보다는 유지관리에 대한 투자가 늘어가고 있는 것을 알 수 있다. 이로 인해 도로시설물에 대한 유지관리의 중요성이 점차 강조되고 있고 보다 효율적인 유지관리를 위해 해외의 도로 관련 정책이나 시스템을 도입해 가고 있다. 해외의 경우 도로 유지관리의 많은 부분은 민간업체와의 장기 계약을 통해 수행되고 있고 우리나라의 경우도 1년 단위 단기 유지관리계약에서 장기 계약으로 바꾸려고 하는 실정이다. 장기 유지관리 계약 확대를 위해 가장 중요한 요구사항은 정확한 유지관리비용 예측에 기반 한 계약금액의 산정과 계약당사자들의 위험 분배를 위한 제도적 장치이다. 이에 본 연구에서는 고속도로 유지관리 장기 계약의 정찰을 위해 합리적인 계약 금액의 산정 방법을 제안하고 실물옵션을 활용하여 계약당사자들의 투자 위험을 적절히 분배할 수 있는 계약 체계를 제안하고자 한다. 제안된 계약체계를 20년 20km의 고속도로 유지관리 계약에 적용 시켜본 결과 각각 약 457억 원의 계약금액 그리고 600억 원과 423억 원의 실링과 플로어 조건을 산정할 수 있었다.

**Abstract** The recent budget planning for highway infrastructure implied that the investments for Operation & Maintenance(O&M) became greater than that for new construction. This circumstance made many stakeholders pay attention to the O&M of road infrastructure and adopt other countries' policies and system for effective management. In other countries, most O&M for road infrastructure have been done by private entities using long-term contract and Korea is about to shift from one year contract to long-term contract. The most important parts for the expansion of the long-term O&M contract for road infrastructure are valuation of the O&M contract based on accurate prediction of O&M costs and instrument for proper risk sharing between contracting parties. Thus, this study provides a methodology to estimate a reasonable O&M contract price and a framework to share contract risk between contracting parties using real option. The analysis results showed that the contract price and ceiling and floor conditions for the 20 year-contract of 20 km-highway project were 45.7, 60 and 42.3 billion won, respectively.

**Key Words** : Highway, O&M contract, Real option, Risk sharing, Valuation.

### 1. 서론

설 예산은 국가 정책에 따라 계속해서 변화하는 반면 유지관리 비용은 지속적으로 증가하고 있는 추세이다[1].

최근 우리나라 도로관련 예산 편성을 살펴보면 신규건

우리나라의 경우 이미 국토의 전반적인 도로망의 확충에

본 논문은 한국건설기술연구원 주요사업으로 진행 중인 “BIM/GIS 플랫폼 기반 건설 프로젝트 관리 기술 개발”에서 도출된 연구 성과의 일부임

\*Corresponding Author : Yoo-Sub Lee(Korea Institute of Construction Technology)

Tel: +82-31-910-0417 email: [kictysl@kict.re.kr](mailto:kictysl@kict.re.kr)

Received October 8, 2013

Revised October 14, 2013

Accepted November 7, 2013

따라 새로운 건설 보다는 기존의 도로망에 대한 지속적인 유지관리가 필요하기 때문이다[2]. 이러한 도로 정책 패러다임의 변화로 인해 유지관리의 중요성이 강조되고 있고 해외 도로관련 정책이나 시스템의 도입을 통한 유지관리 체계 개선에 대한 요구가 증대되고 있다.

외국의 경우 도로 유지관리의 민간 발주를 활용한 장기 유지관리 계약을 통해 행정기관의 업무를 경감시키고 도로관리기관의 인력 부족을 해결하고 있다[3]. 현재 우리나라 고속도로의 유지관리는 한국도로공사 산하 도로정비원에서 관리되고 있으나 해당기관의 인력부족으로 인해 효율적인관리가 어려워 민간업체와의 유지관리 계약(O&M contract)을 점차 도입하여 해결해가고 있다[3]. 하지만 외국의 장기 유지관리 계약과 달리 대부분의 계약이 1년 단위의 단기 계약이 주를 이루고 있어 계약업체가 시공 경험 및 노하우를 살려 효과적으로 유지관리가 어려운 실정이며 이에 따라 유지관리 효율을 높이기 위하여 다년도 계약 방법의 도입 및 확대에 대한 검토가 필요한 실정이다.

장기 유지관리 계약 확대를 위해 가장 중요한 요구사항 두 가지는 정확한 유지관리비용의 예측을 통한 계약금액의 산정과 계약 당사자들의 위험 분배를 위한 제도적 장치이다. 유지관리 비용은 같은 공종이라도 여러 가지 인자에 따라 달라지고 장기 계약의 경우 그 편차가 더욱 심하여 정확한 예측이 힘들다. 또한 계약당사자들의 위험은 계약조건에 따라 달라지기 때문에 적절한 위험 분배를 위한 제도적 장치는 장기 유지관리 계약 확대를 위한 초석이라 하겠다. 이에 본 연구에서는 적절한 유지관리비용 예측 모형을 개발하고 실물옵션을 활용하여 계약당사자들의 투자 위험을 분배할 수 있는 계약 체계를 제안하고자 한다.

## 2. 선행연구 및 문헌고찰

### 2.1 유지관리비용에 대한 고찰

#### 2.1.1 유지관리비 정의

「시설물의 안전관리에 관한 특별법」 제2조에 따르면 유지관리란 ‘유지관리’란 완공된 시설물의 기능을 보전하고 시설물이용자의 편의와 안전을 높이기 위하여 시설물을 일상적으로 점검·정비하고 손상된 부분을 원상복구하며 경과시간에 따라 요구되는 시설물의 개량·보수·보강에 필요한 활동을 하는 것’이라고 정의하고 있다. 유지관리비용은 기본적으로 일상적인 수선유지비와 주기적인 보강을 요구하는 대수선비용 도로 유지관리를 위한 인건

비 등의 관리운영비로 구성된다[4]. 하지만 국토해양부의 실제 예산 집행 시 비용항목에는 이외에도 구조물보수, 기타보수, 응급복구 등이 포함된다. 이러한 항목들은 실제 도로를 관리하기 위해 필수적인 항목이기 때문에 본 연구에서는 「도로보수현황」의 집행 유지관리비용의 비용항목을 기준으로 유지관리 비용을 분석·예측하였다.

#### 2.1.2 시설물의 유지관리 관련 선행연구

국내 사회간접자본의 유지관리 예산 확대와 더불어 공공시설물의 효율적인 자산관리에 대한 연구도 점차 증가하고 있다. 교량분야에서는 시설안전기술공단[5,6,7]이 교량의 안전관리에 생애주기비용을 도입하여 시설물 유지관리 체계의 선진화를 도모하였다. 한국건설기술연구원[8]은 교량의 열화모형을 기반으로 유지관리예산의 합리적인 배분을 위한 비용 산정 모델 및 예산 편성기법을 개발하였다. 도로분야에서는 한국개발연구원[9]이 한국도로공사의 중부고속도로의 준공 후 10년간의 유지관리비용을 활용하여 고속도로유지관리비의 30년 추세를 예측하였다. 한국도로공사[10]은 고속도로의 유지관리비를 도로 관리 사업비, 재 포장비, 구조물 점검 비, 요금징수로 구분하고 1999~2006년의 도로관리 집행실적 평균치와 내부 방침자료를 활용하여 유지관리비 및 유지관리주기를 산정하였다. 한국개발연구원[11]은 실제 예산집행 및 실적 데이터를 근간으로 일반국도, 고속국도 및 특수구조물(교량과 터널)에 대한 유지관리비용의 특성을 분석하여 연차별 규모를 예측하였다. 이러한 연구들은 공공 시설물 유지관리 비용 산정의 근간을 제공하고 생애주기비용을 고려한 선진 자산관리체계를 도입하였다는데 의의가 있지만 예비타당성단계에서 유지관리 비용을 예측하는데 있어 실제 투입된 유지관리비용과는 다소 차이가 있음을 알 수 있다. 이에 본 연구는 국토해양부의 도로보수현황[12]를 바탕으로 전술한 연구를 종합적으로 분석하여 유지관리비용을 산정하고자 한다.

### 2.2 실물옵션에 관한 고찰

#### 2.2.1 실물옵션(Real option)

실물옵션은 주변상황에 따라 투자의 방법을 선택 및 변경할 수 있는 권리를 의미한다. 실물옵션은 금융옵션에서 파생한 개념으로 미래일정 시점(Expiration date)에 일정가격(행사가격: Exercise price)으로 상품을 살 수 있는 권리는 콜옵션(Call option) 그리고 팔 수 있는 권리는 풋 옵션(Put option)으로 정의한다. 또한 실물옵션은 실행 시점에 따라 계약 시 정해놓은 만기일에만 권리 행사가 가능한 유러피언 옵션(Europeon option)과 계약시점이후부

터 만기일 이전까지 언제든지 권리 행사가 가능한 아메리칸 옵션(American option)으로 구분된다. 실물옵션은 미래의 불확실성에 따른 문제점을 해결하기 위한 방법으로 본 연구에서는 미래의 유지관리비용 예측의 불확실성을 보완하기 위한 방법으로 적용되었다. 또한 실물옵션의 가치산정에는 블랙-숄츠 모형(Black and Scholes), 이항모형(Binomial model), 몬테카를로 시뮬레이션(Monte carlo simulation)의 세 가지 모델이 있는데 본 연구에서는 이항모형을 적용하여 옵션의 가치를 산정하고자 한다.

### 2.2.2 실물옵션의 사회기반시설적용 선행연구

실물옵션은 지난 20년간 다양한 분야와 대상에 널리 적용 되었으나 최근 사회기반시설의 경제성 분석에도 적용되는 추세이다. 김성민과 권용장[13]은 실물옵션과 순현재가치 방법(Net present value method)을 비교하여 G7 고속전철사업의 기술 가치를 평가하였다. 이선주와 유지용[14]은 Ho와 Liu[15]에 의해 제시된 BOT옵션 가치 모형을 인천공항철도 민간투자사업의 경제성 타당성 분석에 적용하여 기존의 순 현재가치 모형과의 차이를 설명하였다. Shan 외 [16]는 칼라옵션(Collar option)을 활용하여 도로의 민관 협력투자에 있어서 계약당사자들의 통행료 수입과 관련한 적절한 위험 분배를 추진하였다. 본 연구에서는 칼라옵션을 활용하여 민간발주의 장기유지관리 계약의 가치를 산정하고 계약당사자들을 모두 만족할 수 있는 계약체계를 제안하고자 한다.

## 3. 실물옵션을 활용한 유지관리 계약 가치산정

### 3.1 유지관리비용의 산정

본 연구에서는 국토해양부의 도로보수현황자료(2008~2012년)을 활용하여 고속도로 유지관리비용을 예측하였다. 또한 예측의 타당성과 일관성을 위하여 우리나라 32개 고속도로 중 4차선 환산연장 200km 이상인 경부선, 남해선, 서해안선, 호남선, 중부선, 중부내륙선, 영동선, 중앙선을 포함하여 예산실집행비용을 분석하였다. 이는 비교적 짧은 고속도로의 경우 유지관리 비용의 편차가 심하고 도로보수현황에서 제공하는 유지관리비용이 전체 연장만을 기준으로 하고 있어 km당 유지관리비의 분석 및 비교가 불가하여 상기 8개의 고속도로를 4 차선기준으로 환산하여 연구를 진행하였다.

도로보수현황에서 연구에 포함된 유지관리비용의 특성 및 목적은 Table 1과 같다. Table 1에서 알 수 있듯이

주기를 가지는 재포장(Resurfacing)과 같은 대수선 외에 표면처리(Surface treatment), 소파보수(Patching), 덧씌우기(Coating)은 매년 투입되는 비용 수선비용으로 처리하였다. 구조물보수(Facility repair)는 교량 및 터널을 제외하고 고속도로 자체에 투입되는 비용만을 고려하였다. 기타보수는 방호책(Fence), 도로안전시설(Security), 도로표지(Road sign), 차선도색(Lane paint) 등 도로 유지관리에서 필수적으로 적용되는 부분만을 적용하였다. 운영비용(Operation costs)은 경상적 사업비를 포함하였다.

[Table 1] Operation & Maintenance costs specifications

Category	Descriptions	Period
Resurfacing	Pave again	10 year
Rehabilitation	Surface treatment, patching, coating,	Annual
Facility repair	Culvert, drainage, retaining wall	Annual
Other repair	Fence, Security, road sign, lane paint, etc.	Annual
Emergency repair	Emergency repair	Annual
Operation costs	Labor, maintenance costs, etc	Annual

[Table 2] Estimation of the O&M costs for 8 highways

Name	Resurfacing (mil.won/km at every 10years)	Other costs (mil.won/km/year)
Gyeongbu	1257.4	43.6
Namhae	1327.8	49.9
Seohaean	1309.3	39.6
Honam	1180.7	42.3
Jungbu	1005.5	54.3
Jungbu Inland	654.7	48.8
Yeongdong	1118.9	77.9
Jungang	2262.24	44.5

전술한 8개의 고속도로의 최근 5년간 도로보수현황을 활용하여 산출된 4차선 환산연장 기준 km당 유지관리비는 Table 2와 같다. Table 2에서 알 수 있듯이 10년의 수선주기를 가지는 재포장을 제외한 모든 비용(수선비용, 구조물보수, 기타보수, 응급복구, 운영비용)이 연간 비용으로 산출되었다. 이를 활용하면 미래의 유지관리비를 합리적으로 산출할 수 있다.

### 3.2 칼라옵션(Collar option)을 활용한 유지관리 계약체계

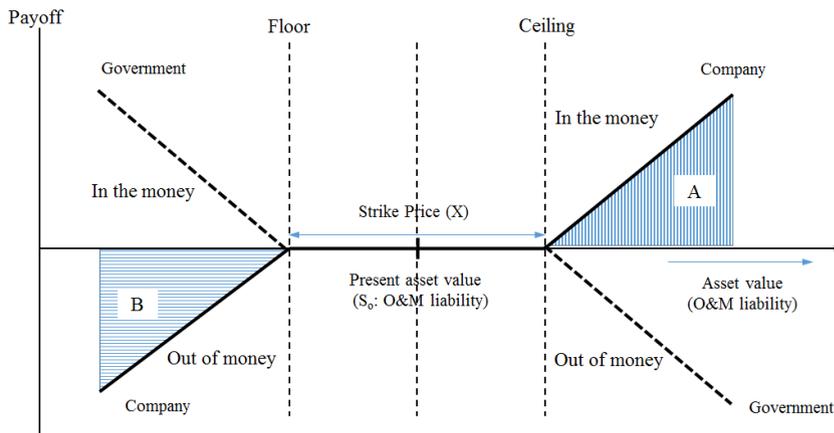
칼라옵션은 콜옵션과 풋옵션을 조합하여 계약당사자들의 상호 이익을 보완해주는 옵션이다. 유지관리 비용은 정확한 예측이 힘들기 때문에 계약당시의 조건에 따라 계약당사자들은 향후 유지관리비의 편차에 따른 잠재적 위험에 노출되어 있다. 예를 들어 정부의 경우 예상된 유지관리 비용보다 적은 비용이 들 경우 예산 낭비의 비난을 면하기 어렵고 예상된 유지관리 비용보다 많이 들 경우 민간업체는 손실을 감수할 수밖에 없다. 이러한 부분이 장기유지관리 계약체계를 도입하는데 걸림돌이 되고 있는 것이 현실이다. 이에 본 연구에서는 유지관리비용의 실링(Ceiling)과 플로어(Floor)를 유지관리계약 체계에 도입하려고 한다.

이러한 칼라옵션의 구조를 좀 더 면밀히 살펴보면 그림 1과 같다. 정부의 입장에서는 플로어(행사가격) 밑으로 실물의 가치(유지관리에 대한책임)가 떨어지게 되면 옵션을 통해 민간업체로부터 그 차이 분을 받게 되고 반대의 경우에는 정부가 민간업체에 보완해주는 그런 구조이다. 다시 말하면 실링과 플로어의 행사가격 조정을 통하여 민간업체가 실링 옵션을 통해서 보는 이득(A)만큼

플로어를 통해서 손해(B)를 보게 되는 것이다. 이러한 구조를 통해서 계약당사자들이 미래의 유지관리비용에 대한 위험을 공정하게 분배 할 수 있게 되는 것이다.

## 4. 제안된 모델의 가상 사례 적용

본 장에서는 제안된 모델을 가상의 프로젝트에 적용시켜서 독자의 이해를 돕고자 한다. 예를 들어 2005년부터 20년간의 새로운 장기 유지관리 프로젝트(20 km)를 민간 발주 할 때 계약은 2013년에 이루어지고 2014년에 유지관리비용이 지급된다고 가정하면 계약당사자들의 입장에서는 현재 가장 합리적인 유지관리비용의 예측은 Table 2의 평균값을 이용하는 것이다(Moderate case). 하지만 Table 2에서 알 수 있듯이 미래의 유지관리비용에는 편차가 존재하고 가장 나쁜 경우(Worst case)는 중앙선의 유지관리 비용을 따르게 되고 가장 좋은 경우(Best case)에는 중부내륙선의 유지관리 비용을 따를 수 있게 되는 것이다. 이와 관련된 각각 사례(Moderate case, worst case and best case)의 20년간 유지관리 예측모형은 다음과 같다(Table 3).



[Fig. 1] The payoff of the ceiling and floor options

[Table 3] Projection of O&M costs for 20 years(mil.won/km)

Year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Moderate case	50.1	50.1	50.1	50.1	50.1	50.1	50.1	50.1	50.1	1314.6
Worst case	44.5	44.5	44.5	44.5	44.5	44.5	44.5	44.5	44.5	2306.7
Best case	48.8	48.8	48.8	48.8	48.8	48.8	48.8	48.8	48.8	703.5
Year	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Moderate case	50.1	50.1	50.1	50.1	50.1	50.1	50.1	50.1	50.1	1314.6
Worst case	44.5	44.5	44.5	44.5	44.5	44.5	44.5	44.5	44.5	2306.7
Best case	48.8	48.8	48.8	48.8	48.8	48.8	48.8	48.8	48.8	703.5

이러한 정보를 바탕으로 실물옵션의 가치 산정을 위한 이항모형을 만들어 보면 Fig. 2를 얻을 수 있다. Fig. 2는 20년의 고속도로(20km)의 유지관리계약으로 인한 민간 업체의 유지관리책임(O&M liability)의 변화이다.

		So*u <sup>2</sup>
	So*u	B=68678.6
So	56042.2	
A=45730.8	So*d	45632.9
	37236.8	So*d <sup>2</sup>
		C=30320.4
T= 2013(contract date)	2014(payment)	2015(operation)
Where, A = Accumulated O&M cost in moderate case B = Accumulated O&M cost in worst case, and C = Accumulated O&M cost in best case		

[Fig. 2] A value of O&M liability

실물옵션을 산정하기 위해서는 현재 자산의 가치 (Current asset value: So), 상승인자(Up factor: u), 하강인자(Down factor: d), 위험중립확률(Risk neutral probability: q) 그리고 프로젝트의 위험에 근거한 금리가 필요하다. 이중 현재 자산의 가치는 일반적인 상태(Moderate case)의 20년간 유지관리비용의 합을 의미하여 이를 기준으로 하여 유지관리 계약금액을 산정할 수 있다. 이중 상승인자와 하강인자는 일반적인 경우, 좋은 경우, 나쁜 경우의 관계에 기반 하여 다음과 같은 공식을 통해 구할 수 있다.

$$u = \sqrt{B/A} = 1.225$$

$$d = \sqrt{C/A} = 0.814$$

프로젝트의 위험에 근거한 금리의 경우 프로젝트의 성격이나 프로젝트에 참여 하는 민간업체의 재무 상태를 기준으로 결정되는데 본 프로젝트는 정부발주의 유지관리 계약이므로 무위험금리(Risk free interest: r<sub>0</sub>)인 국고채권 20년 기준의 3.64%를 적용하였다. 그리고 위험 중립 확률(Risk neutral probability: q)은 실물옵션의 이론에 따라 다음과 같이 계산하였다.

$$q = \frac{(1 + r_f) - d}{u - d} = 0.54$$

만약 비용 실링 옵션의 행사가격이 600억 원 이하가 정하면 공정한 계약을 위해서 적절한 플로어 옵션의 행사가격은 다음 Fig. 3과 같이 산정할 수 있다.

		Max(B-ceiling,0)
2357.8	4523.5	8678.6
	0	0
		0
2357.8	0	0
	5314.4	
		11978.7

$$= \max(\text{floor}-C,0)=11978.7$$

$$\therefore \text{floor} = 42299.2$$

[Fig. 3] Estimation of the exercise price for floor based on ceiling value

먼저 행사가격 600억 원에 대한 실링 옵션의 가치 (23.6억 원)를 Fig. 3의 위의 박스처럼 백워드 계산법(Backward calculation)으로 구하고 그 가치로부터 플로어 옵션의 행사가격(423억 원)을 포워드 계산(Forward calculation)으로 산정하는 것이다. 이와 같은 계약체계를 통하여 양쪽이 공정한 유지관리 계약을 수립하게 되는 것이다.

## 5. 결론

최근 유지관리 예산의 증가에 따라 유지관리 체계 개선에 대한 요구가 증대되고 있다. 이와 관련하여 본 연구가 기존 유지관리 체계에 기여하는 바는 크게 세 가지로 요약된다. 첫째, 본 연구는 고속도로 유지관리 장기 계약의 정책을 위해 합리적인 유지관리 비용 예측 방법을 제안하고 이를 기반으로 장기유지관리계약 금액의 산정방법을 제시하였다. 한국개발연구원[11]에 따르면 기존 유지관리비용의 규모는 일관성 있는 비용집행이라고 보기 어렵기 때문에 유지관리 규모에 근거하여 유지관리비를 예측하는 것은 합리적이지 못하다고 하였다. 이에 본 연구에서는 단순히 과거의 데이터를 활용한 회귀분석기반 추세분석이 아니라 도로보수현황의 유지관리비용 항목을 면밀히 분석하여 매년 투입되는 일상 유지관리비와 주기적으로 적용되는 대수선 비용을 구분하여 미래의 유지관리비용을 합리적으로 산정하였다.

둘째, 칼라옵션을 적용하여 계약당사자들이 노출되어 있는 유지관리비용 예측의 잠재적 위험을 헤지 할 수 있는 투자위험 분배 계약 체계를 제안하였다. 제안된 컬러 옵션을 활용한 투자 위험 분배 체계는 최근 이슈가 되고

있는 다양한 민관 협력사업 계약체계의 문제점을 보완할 수 있는 제도적 장치로서 활용 될 수 있을 것이라 사료된다. 왜냐하면 기존 민관협력사업의 계약에 포함되어 있는 옵션 조항이 대부분 민간업체의 참여를 유도하기 위한 조항으로 민간업체가 손해 보기 힘든 일방적인 계약구조 (Ceiling 이나 Gurantee 옵션만 적용)로 적용되었기 때문이다. 제안된 계약체계는 이러한 계약체계에서 벗어나 양쪽이 공정하게 위험(Risk)을 분배 할 수 있는 구조로써 민간의 참여를 유도하고 정부의 예산낭비를 줄일 수 있는 그런 계약 구조라 하겠다.

셋째, 제안된 유지관리비용 산정기법과 계약체계는 일반국도에도 적용이 가능하여 향후 신규도로프로젝트의 발주에 있어 예비 타당성 분석의 기간이 되는 최적 도로 노선 선정의 기틀이 될 수 있을 것이다. 결론적으로 본 연구는 정부의 도로 유지관리 시스템의 체계를 합리적으로 개선하고 도로 유지관리의 민간발주를 확대하는데 도움을 줄 수 있을 것 이라 기대된다.

## References

[1] S. Ji, J. Seo, "Development of Network Level Management System of Road Facilities Based on the Asset Management Concept", Journal of Structural Maintenance Inspection, 15(4), p.146-153 2011.

[2] N. Hong, "A Study on Efficiency Plan of Highway Maintenance by Integrating Individual System", Ph.D dissertation, Hanyang Univ., 2012.

[3] D. Yoon "The case study and implications on O&M contract of foreign countries" Road polict Brief, 31, May, 2010.

[4] Korea Development Institute, "Preliminary feasibility study for the O&M costs estimation of road infrastructure" 2009.

[5] Korea Infrastructure Safety Corporation, "Improvement for the Framework of the Infrastructure Safety Management using LCC", 2001.

[6] Korea Infrastructure Safety Corporation, "Development of the LCC model and DB for Bridge Infrastructure" 2002.

[7] Korea Infrastructure Safety Corporation, "Development of User Cost Estimation Program for LCC of the Bridge Infrastructure" 2004.

[8] Korea Institute of Construction Technology, "O&M cost estimation system for the improvement of SOC durability" 2006.

[9] Korea Development Institute, "Standards of Preliminary Feasibility Study for Road and Rail Infrastructure", 2004.

[10] Korea Expressway Corporation, "Feasibility Study and Risk Evaluation Framework for Road Infrastructure", 2007.

[11] Korea Development Institute, "Road Infrastructure O&M costs estimation for Preliminary Feasibility Study" 2009.

[12] Ministry of Land, Infrastructure and Transport, "Status of the O&M for Road Infrastructure" 2008~2012.

[13] S. Kim, Y. Kwon, "Dynamic Valuation of the G7-HSR350X Using Real Option Model", The Korean Society for Railway, 10(2), p.137-145, 2007.

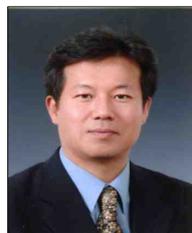
[14] S. Lee, S. Yoo, "An option pricing-based model for evaluating privatized infrastructure projects", The Korea Academia-Industrial Cooperation Society, 11(4), p.1442-1448, 2010.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2010.11.4.1442>

[15] S. Ho, L. Liu, "An Option Pricing-based Model for Evaluating the Financial Viability of Privatized Infrastructure Projects", Journal of Construction Management and Economics, 20(2), p.143-156, 2002.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/01446190110110533>

[16] L. Shan, M. Garvin, R. Kumar "Collar options to manage revenue risks in real toll public-private partnership transportation projects", Journal of Construction Management and Economics, 28(10), p.1057-1069, 2010.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/01446193.2010.506645>

## 이 유 섭(Yoo-Sub Lee)

[정회원]



- 2004년 3월 ~ 2005년 11월 : 건설코스트 센터장
- 2011년 11월 ~ 현재 : 선임연구위원

<관심분야>  
공사발주제도, 정책

**박 태 일**(Taecil Park)

[정회원]



- 2013년 7월 ~ 현재 : 건설기술  
연구원 수석 연구원

<관심분야>

공사발주제도, 자산관리, 공사계약 및 제도

---

**신 은 영**(Eun-Young Shin)

[정회원]



- 1996년 9월 ~ 현재 : 건설기술  
연구원 수석 연구원

<관심분야>

공사발주제도, 정책, 건설관리