

장기계속계약제도 하에서 고속도로공사 최적공사비 산출방안 정립에 관한 연구

구본상* · 유정호** · 박종호***

Koo, Bon-Sang*, Yu, Jung-Ho**, Park, Jong-Ho***

Formal Estimation Method for Optimal Budget Appropriation of Highway Construction Projects under Long-term Continuation Contracts

ABSTRACT

In Korea, public infrastructure projects employ “long term continuation (LTC) contracts,” which require budgets to be reevaluated and re-appropriated annually throughout the multi-year life of the project. However, such contracts also make it susceptible to frequently changing government policies, in which budgets required for existing projects are allocated to new projects and thus does not provide a consistent stream of capital to multi-year projects. Each year, the KEC needs to attain government funds for construction of its multiple highway construction sites. Because it is difficult to know the amount that may be actually appropriated to KEC in a given year, it is in turn difficult to anticipate and provide sufficient funds necessary for construction to run smoothly and continuously. The lack of a good logic for appropriation has resulted in projects having a skewed distribution of capital. To get better budget appropriations from the central government, the KEC first needs a systemized approach that rationalizes the annual construction capital optimally required for its individual sites. The goal of this research was to devise a way that allows the KEC to determine and calculate the optimal construction costs that would be required for its individual construction sites on an annual basis. Both the optimal progress rate and the essential work types were assessed through a workshop with 24 professionals (KEC employees and contractors) who had extensive experience in KEC projects and also were currently working in these projects.

Key words : Optimal construction cost, Highway construction, Long term continuation contracts

초록

한국의 공공인프라 프로젝트는 다년간 전 생애에 걸쳐 매년 재평가하고 예산을 재 할당하는 장기 지속 계약(LTC) 형식으로 진행된다. 그러나 이러한 계약은 기존 프로젝트에 필요한 예산이 새로운 프로젝트에 할당되기 때문에 다년간의 프로젝트에 일관된 예산의 흐름을 제공하지 않는다. 한국도로공사는 실제로 한국도로공사에 할당될 수 있는 금액을 예측하기 힘들기 때문에 여러 고속도로 건설 현장의 건설을 위한 정부 기금을 매년 요구해야 한다. 하지만 그것을 예측하여 원활하고 지속적으로 실행에 필요한 충분한 자금을 제공하는 것은 어렵다. 예산 분배에 대한 논리적인 접근의 부족은 자본의 왜곡된 분포를 갖는 결과를 가져왔다. 정부로부터 최적의 예산을 얻기 위해서 한국도로공사는 개별 공구에 필요한 연간 건설 자본을 합리화 하고 체계화한 접근방식을 필요로 한다. 또한, 충분한 자금이 특정 연도에 구비되는 경우, 소정의 공구에 필요한 최소한의

* 정희원 · 교신저자 · 서울과학기술대학교 건설시스템공학과 부교수

(Corresponding Author · Seoul National University of Science & Technology · bonsang@seoultech.ac.kr)

** 정희원 · 광운대학교 건축공학과 (Kwangwoon University · myazure@kw.ac.kr)

*** 서울과학기술대학교 건설시스템공학과 석사과정 (Seoul National University of Science & Technology · toisanday@gmail.com)

Received August 26, 2015/ revised September 18, 2015/ accepted September 25, 2015

건설 자원을 평가하는 방법을 개발할 필요가 있다. 본 연구의 목표는 한국도로공사가 매년 개별 건설 현장에 필요한 최소한과 최적의 건설비용을 계산할 수 있는 방법을 고안하는 것이다. 최적의 연차별 공종별 계획공정율과 핵심작업의 유형 모두 많은 도로공사의 프로젝트들을 경험하고 현재 그 프로젝트들을 진행 중인 24명의 전문가(한국도로공사 직원, 시공전문가)들의 워크숍을 통해 선정되었다.

검색어 : 최적공사비, 고속도로공사, 장기계속계약

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

우리나라는 ‘이행에 수년이 걸리며 설계서 등에 의하여 전체의 사업내용이 확정된 공사’인 장기공사는 장기계속계약을 체결하도록 사실상 의무화 되어있다(Lee, 1996). 우리나라의 경우 장기적인 공사기간이 필요한 도로공사와 같은 인프라 사업은 장기계속계약에 의해 사업이 수행되고 있으며 이를 통해 재정의 경직성을 완화하고 주기적인 평가결과에 따라 자원배분을 가변화하여 사업의 부실화를 예방할 수 있다는 장점이 있다(Kim et al., 2008).

최근 국토교통부는 국가교통SOC 투자계획을 체계적이고 실용성 있게 추진하기 위한 제도개선을 추진하고 있다. 현재의 추세는 대내외적 환경 변화와 정책 방향을 고려하고 적정투자 규모와 투자 배분 비율을 정기적으로 재검토하여 교통계획이 실제 예산편성 및 집행 과정과 연계될 수 있도록 하는 것이 중요하다고 강조하고 있다(MOLIT, 2014). 그러나 장기계속계약으로 수행되는 고속도로공사의 경우, 차기년도 정부예산 편성 시 현장에서 제시하는 예산안을 고려한 최적 비용이 반영되지 않고 있다. 또한 차기년도 정부예산은 현장(공구) 마다의 특성(연장구성, 공정율 등)이 고려되지 않고 일률적으로 적정 공사비 산출 절차(MOSF, 2013)에 따르고 있다.

그러나 한국도로공사(Korea Express Corporation : KEC)는 공구별 특성(연장구성, 공정율, 공사지역 등)을 고려한 예산 투입기준이 부재하며 이를 검토할 기본자료 관리체계 또한 미비한 실정이다. 이로 인해 공사는 차기년도 건설예산 산출 및 배정에 있어 합리적인 근거에 의거하지 못하고 있으며, 준공기준에 맞춘 공사비 투입이 관행적으로 이루어지고 있다.

이러한 관행은 결국 준공년도 및 준공 전년도에 예산 쓸림 현상을 발생시킨다. 이와 같이 체계적인 계획 없이 배정된 예산 규모에만 맞춘 사업관리는 CM기업으로서의 도로공사의 위상을 약화시키고 있다.

이에 본 연구에서는 도로공사의 계약방식인 장기계속계약으로 인한 예산책정 시 공구별 특성을 반영하지 못하는 비효율적인 공사비 산출방식의 문제를 개선하고자 한다. 아울러 산출된 결과물을 활용하여 차년도 고속도로공사 사업의 예산확보 상황에 따라 최적공사비를 책정하는 등의 효율적인 예산 분배를 하는데 목적이 있다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 단계별 진행을 통하여 도로공사의 계약방식인 장기계속계약의 한계점과 예산책정 방안의 문제점을 확인하고, 공구별 특성을 반영하지 못한 비효율적 공사비 산출을 개선하는 것을 목표로 하였다.

- 1) 첫째, 문헌조사를 통한 장기계속계약 방식의 문제점을 파악하는 것이다.
- 2) 둘째, 한국도로공사와 인터뷰 및 회의를 통한 예산배정문제점을 파악하는 것이다.
- 3) 셋째, 도로공사 사업의 특성에 맞는 연차별 공정진행을 공종별로 전문가의 의견을 반영하여 산정기준을 제시하는 것이다.

공종별 특성을 반영하여 공사비를 책정하는 것이 보다 합리적이라는 것을 제시하기 위해 현장에서 근무하는 전문가 24명과 워크숍을 실시하여 의견을 수렴한다. 워크숍 통해 얻은 데이터에 근거하여 공종별 특성을 반영한 최적공사비를 산출하였다.

기존의 부적절한 배정으로 인해 초과 지출되는 예산과 불필요한 공기 연장으로 인한 비효율적 현장 운영 등의 문제점을 개선하기 위해 공종들의 특성이 반영된 공구별 공사비 산정방안 기준을 제안하였다.

2. 도로사업에서의 예산 산정 방법 및 문제점

2.1 장기계속계약의 개요

장기계속계약은 단년도 예산이 지나는 한계를 극복하기 위하여, 이행에 장기간이 소요되는 공사나 물품의 제조로서 전체 사업내용과 연차별 사업계획이 확정된 경우에는 총공사 또는 총제조의 금액을 부가하고 당해년도 예산의 범위 내에서 분할공사 또는 제조의 발주를 허용하는 제도를 말한다(Park, 1998). 장기계속계약은 일본과 우리나라 정부가 채택하고 있는 독특한 계약제도로서(Ok, 1995), 1975년 예산회계법에 도입되었다가 이후 ‘국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률’로 이관되었다(Park, 1998).

장기계속계약의 법률적인 근거는 국가계약법 제21조(장기계속계약)에 의하여, “임차, 운송, 보관, 전기, 가스, 수도의 공급 기타 그 성질상 수년간 계속하여 존속할 필요가 있거나 이행에 수년을

요하는 계약에 있어서는 대통령령이 정하는 바에 의하여 장기계속 계약을 체결할 수 있다”고 명시하고 있다(Kim et al., 2008).

또한 장기계속계약은 시공자가 공사 전체에 대한 입찰을 실시하고(국가계약법 시행령 제 14조 제8항), 입찰이 완료 되었을 때, 총 공사대금과 공사기간, 공사대상 및 그 범위 등이 정해진다. 그러나 전체공사에 대하여 연차별로 공사대금이 지정되는 것이 아니라 각각의 회계연도의 예산범위 내에서 일부 공사에 대한 계약만을 체결하는 연차별 계약 형태를 따르고 있다.

이러한 방식을 따르는 이유는 계약체결방식이 사업 예산제도의 영향을 받기 때문이다. 장기계속계약은 예산일년주의의 원칙에 따라 사업에 소요되는 예산에 대하여 매년 새롭게 국회의 의결을 받아야 하므로 매해 새로운 계약을 체결하는 계약방식을 취한다(Jung and Kim, 2013).

따라서 ‘장기계속공사’는 국회의 의결을 거쳐 사업 이행에 필요한 전체 예산을 확보한 후 사업을 추진할 수 있는 제도이며 각 회계연도 예산에서 해당 계약을 이행해야 한다. 그러나, 분산투자에 따른 사회적/경제적 손실의 문제, 정치적 목적 및 부처의 이해에 따른 예산운용 문제, 신규투자사업의 무리한 반영 문제 등 다양한 문제점들이 지적되어 왔고(Jung and Kim, 2013) 연도별 계약금액, 계약상대자의 이행능력 등에 대한 관리가 미흡한 현실이다(MOSF, 2010).

2.2 고속도로 사업에서 장기계속계약의 문제점

고속도로 건설사업의 경우 주로 장기공사로 진행되어 장기계속 계약으로 대부분의 공사가 수행된다. 장기계속계약제도는 1차년도 이후의 예산 확보가 이루어지지 않기 때문에 예산편성 시 해마다 재정상황에 맞추어 지출 가능한 액수만큼만 예산을 편성하고 계약을 체결해야한다.

문제는 사회적 분위기에 따른 정치적 목적이나 정부부처 간 이해관계에 따라 예산이 운영될 수 있다는 점이다.

즉, 예산배정 시 경제성에 의거한 합리적인 선택이 반영 되지 않을 가능성이 있기 때문에 계속사업의 안정성을 저해하여 사업수행주체의 위험대가지출을 초래할 수 있다(Yoon et al., 2001). 이러한 경우는 해당공구에 배정되어야 하는 적절한 수준의 예산보다 많거나 적은 예산이 배당될 때 발생할 수 있다.

예산이 부족한 해에는 해당연차의 계약기간 종료 이후 다음 차수공사의 착수이전까지 공백 기간이 발생하게 된다. 이 공백 기간에 대한 간접비 청구가 불가하기 때문에 일부 발주 기관에서는 이 기간 동안 현장관리요원을 철수 시키거나 최소한의 인력과 장비를 배치토록 현장관리를 하고 있는 실정이다(Jung, 2013).

반면, 예산이 너무 많은 해에도 물량을 감당하지 못하게 된다. 특히 준공년도에 공사비가 풀리게 되어 인력 부족 및 돌관 공사로

인하여 공사비의 증가를 초래하게 된다. 이처럼 공사비절감 활동 같은 CM관련 업무가 현행 예산제도인 장기계속계약 제도 하에서는 어렵다(Park et al., 2008).

2.3 한국도로공사의 예산 배정방법

한국도로공사에서 수행되는 도로공사는 사업별로 노선으로 구분된다. 또한 이 노선은 총 연장거리에 따라 다수의 공구단위로 다시 세부적으로 구분 및 관리된다.

1개 공구의 연장은 일반적으로 3~7km이며, 각 공구21마다 6개의 대공종[토공사(Earthwork), 배수공(Draining),교량 및 구조물공(Bridges &), 포장공(Roads), 부대공(), 터널공(Tunnels)]이 상이한 비중으로 존재한다. 각 공구의 공사규모 및 연장에 따라 공사기간을 4~8년으로 구분한다.

장기계속계약으로 수행되는 고속도로공사의 경우, 차기년도 정부예산 편성 시 현장에서 제시하는 예산안을 고려한 최적 비용이 반영되지 않고 있고 차기년도 정부예산은 현장(공구) 마다의 특성(연장구성, 공정율 등)이 고려되지 않고 일률적으로 적정 공사비 산출 절차(MOLIT, 2014)에 따르고 있다.

도로공사는 대부분의 공사를 장기계속계약공사로 진행하며 공사비 배정을 위해 기획재정부(Ministry of Strategy and Finance : MOSF)의 사업비 투입기준(MOSF, 2012)이나 국토교통부(Ministry

Table 1. Road Services Manual (MOLIT, 2011)

Remaining year	The remaining construction execution standard(%)					
	1 year	2 year	3 year	4 year	5 year	6 year
1 years	100	-	-	-	-	-
2 years	55	45	-	-	-	-
3 years	27	40	33	-	-	-
4 years	19	23	31	27	-	-
5 years	14	16	19	28	23	-
6 years	10	12	14	17	26	21

Table 2. Standard Expenses Rate (MOSF, 2012)

Remaining year	The execution standard of remaining construction (%)							
	1 year	2 year	3 year	4 year	5 year	6 year	7 year	8 year
1 years	100	-	-	-	-	-	-	-
2 years	55	45	-	-	-	-	-	-
3 years	27	40	33	-	-	-	-	-
4 years	19	23	31	27	-	-	-	-
5 years	14	16	19	28	23	-	-	-
6 years	10	13	15	18	24	20	-	-
7 years	8	10	12	13	16	22	19	-
8 years	5	7	9	11	14	16	20	18

of Land, Infrastructure and Transport : MOLIT)의 도로업무편람 (MOLIT 2013)을 근거로 하여 각 노선의 공구별 예산을 배정한다.

Tables 1 and 2와 같이 정형화된 예산배정은 공공간 비율이 특수하게 구성되어 있는 공구나 여러 가지 현장사정에 의해 정상적으로 진행되지 못한 공구의 경우 효율적인 공사 진행을 할 수 없다. 따라서 이와 같은 특수성을 반영할 수 있는 예산배정에 관한 최적의 기준이 요구되고 있는 실정이다.

3. 최적공사비 개요

3.1 공사비 산정의 특성

건설공사에 투입되는 비용은 시설물의 제원, 현장여건, 자원 가용성, 기술력, 시장의 경쟁성 등에 따라 변동하는 특성을 지니고 있다. 그에 따라 사업 전 과정에 걸쳐 적정비용의 실체를 파악하는데 다양한 제약요인이 내제되어있다.

이러한 제약요인은 건설비용의 불확실성을 가중시키게 된다. 또한 건설비용에 대한 불확실성은 건설사업에 투자하는 발주자 입장에서 투자 위험도를 증대시키는 등 중요한 이슈로 부각되고 있다(Lee, 2011).

효율적인 투자를 위하여 대규모 재원이 투입되는 건설공사의 공사비를 합리적인 방법으로 적정하게 예측하는 것은 필수적으로 전제되어야 할 사항이다. 그러나 건설공사는 물품의 제조, 구매와 달리 단위사업의 규모가 크고 작업내용과 비용구조가 복잡하여 정확한 공사비의 예측이 매우 까다롭다. 따라서 프로젝트를 적절하게 운영할 수 있는 공사비용에 대한 계획, 관리기법이 중요하게 부각되고 있고 이를 통한 프로젝트 운영 비용 산출이 이루어져야 한다(Lee, 2011).

3.2 최적공사비의 정의

일반적으로 최적 또는 '적정' 공사비(Fair Cost)의 개념은 사업 주체에 따라 다르게 정의된다. 발주자 입장에서는 입찰을 통한 가격경쟁의 결과로 발생한 입찰가격을 최적공사비로 간주하며, 시공자는 자신의 적정 이윤을 보장받을 수 있는 가격을 최적공사비라고 주장하고 있다(Ryu et al., 2002). 이처럼 일반적인 최적공사비 개념은 입찰 단계에서 결정되는 공사비를 기준으로 하며, 계속계약 사업을 전제로 한다.

그러나, 본 연구에서는 장기계속계약 하에서 매년 책정되는 차년도 공사비에 대한 최적공사비를 구축하고자 한다. 이는 최초 공사계획에 따른 목표 공기 달성을 위해 적정 공정 속도를 유지해줄 수 있는 공사비로 정의할 수 있다. 즉, 공기 달성을 위해 당해년에 수행되어야 할 공사물량이 모두 진행될 수 있는 공사금액을 최적 내지 적정 공사비로 정의한다.

건설공사에 투입되는 비용은 시설물의 제원, 현장여건, 자원 가용성, 기술력, 시장의 경쟁성 등에 따라 변동하는 특성을 지니고 있어 사업 전 과정에 걸쳐 적정비용의 실체를 파악하는데 다양한 제약요인이 내제되어있다. 이러한 제약요인은 건설비용의 불확실성을 가중시키게 되며, 건설사업에 투자하는 발주자 입장에서 건설비용에 대한 불확실성은 투자 위험도를 증대시키는 등 중요한 이슈로 부각되고 있다(Lee, 2011).

대규모 재원이 투입되는 건설공사의 공사비를 합리적인 방법으로 적정하게 예측하는 것은 효율적인 투자를 위하여 필수적으로 전제되어야 할 사항이지만, 건설공사는 물품의 제조, 구매와 달리 단위사업의 규모가 크고 작업내용과 비용구조가 복잡하여 정확한 공사비의 예측이 매우 까다롭다. 따라서 프로젝트를 적절하게 운영할 수 있는 공사비용에 대한 계획, 관리기법이 중요하게 부각되고 있고 이를 통한 프로젝트 운영비용 산출이 이루어져야 한다(Lee, 2011).

본 연구에서는 입찰을 통한 가격경쟁의 결과로 발생하며, 시공자 입장에서 자신의 적정 이윤을 보장 받을 수 있는 가격을 '최적공사비'로 정의한다.

4. 최적공사비 산정방안

4.1 최적공사비 산정방안 개요

각 공구별로 최적공사비를 산정하기 위해 해당공구의 공종별 구성을 감안하고, 해당 연도에 가장 적합한 공사비를 산정할 수 있는 체계의 수립이 필요하다. 이를 위해 사업 초기에 총 공사기간 동안 매년 소화하고자 하는 계획공정률이 우선적으로 수립되어야 하고 전체 기간 동안의 계획이 확정되어야 한다. 그 후 사업진행 과정에서 파악할 수 있는 실제 공정률을 최초 계획과 비교하고 보정하면 해당 연차에 가장 적절한 공사비를 산출할 수 있다.

이와 같은 사안을 적용하여 최적공사비 산출 방식을 Fig. 1에서와 같이 연차별-공종별 공사비계획을 수립하는 '계획수립단계(Planning step)'와 매년 예산 책정 시 해당 공구의 실제 공정률을 감안하여 이를 보정해 주는 '연차별 보정을 통한 적정공사비 산정단계(Step of optimal construction cost through the calibration)'로 구분하였다.

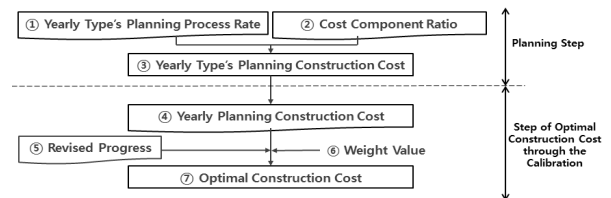


Fig. 1. The Plan of Optimal Construction Cost

Table 3. Planning Step

Sequence	Explanation	Aggregation method
① Yearly type's planning process rate	1) Divide 6 type's in construction process 2) Get the yearly type's construction process rate (Construction period : 4~8years)	Expert opinions
② Cost component ratio	1) Check 'cost component ratio in each construction sections	Cost classification by type
③ Yearly type's planning construction cost	1) Calculation the construction cost in each year and types	①×②

4.1.1 공종별 계획 수립단계

4.1.1.1 공종별 계획공사비 수립 절차

계획 수립 단계(Planning Step)에서는 일개 공구에서 총 공사기간 동안 연차별 및 공종별로 수행하고자 하는 계획 공사비를 산출하게 된다. 일개 공구는 4~8년 동안의 공기를 가질 수 있고, 6개의 대공종(토공, 배수공, 교량 및 구조물공, 포장공, 부대공, 터널공)이 상이한 비중으로 존재한다. 이들 대공종마다 주어진 공기에 따라 연차별로 물량을 소화할 수 있는 가장 적절한 계획공정률이 존재할 것이다. 즉, 계획공정률은 주어진 공기를 바탕으로 해당 공종의 공사 진행이 가장 효율적으로 적용될 수 있는 공정률이다. 예를 들어, 총 공사기간이 5년인 공사의 경우 토공사가 각 해마다 10%, 20%, 20%, 30% 및 20%의 진도로 공사를 진행하는 것이 작업의 중복이나 작업의 중단을 최소화한다면, 본 공정률이 토공이 목표로 하는 계획공정률이다. Fig. 1에서 '① 연차별·공종별 계획공정률 (Yearly type's planning process rate)'이 이에 해당되며 이 기준은 해당공종 전문가의 의견을 통한 도출이 필요하다. Fig. 1에서 ②는 해당 공구에서의 대공종별 '공사비 비율(Cost component ratio)'이다. 해당공구의 설계요구사항, 지반조건, 구조물수 등에 따라 대공종별로 투입하는 공사비의 구성비중이 다르게 되며 이를 백분율로 표현하게 된다.

Table 3에서와 같이 ①,②의 정보를 이용하여 해당 공구의 총 공사기간 동안 연차별 공종별 계획공사비를 수립할 수 있게 된다. 이 비율들은 본 공구에서 목표로 하는 계획 값 들이다. 결국 계획수립 단계의 핵심은 연차별·공종별 공정률을 전문가의 의견을 반영하여 산정하는 것과 해당공구의 공종별 공사비 구성 비율을 반영하는 것이다.

4.1.1.2 최적공사비 산정을 위한 전문가 의견 수렴

앞서 제시한 방식의 최적공사비 산출을 위해서는 '연차별·공종별 계획공정률'에 대한 전문적인 의견이 반영된 분석이 필요하다. '② 공사비 구성 비율(Cost component ratio)'은 공구의 특성에 따라 정해지게 되지만 '① 연차별·공종별 계획공정률(Yearly type's planning process rate)'은 사전적으로 규정된 것이 없기 때문이다.

이를 위해 한국도로공사 직원과 시공사 직원 24명을 대상으로

워크숍을 진행하여 6가지 대공종 및 4~8년차 공사를 대상으로 가장 적절한 연차별 공정률을 도출하였다. 즉, 공종별로 6개의 그룹으로 나누어 해당 공종의 전문가들을 배치하고 각 그룹마다 연차별로 가장 적절한 공정률에 대해 논의 후 의견을 수렴하도록 하였다.

일례로 Table 4는 각 공종의 공법 및 진행 순서 및 속도에 따라 요구되는 공정률이 다른 것을 볼 수 있다. 본 워크숍에서 도출된 공종별 4년차 계획공정률이다.

4.1.1.3 계획수립단계 예시

제안된 방식을 활용하여 연차별·공종별 계획공사비를 산정 해 본다. 총 공사기간 4년 총 공사비는 1000억인 공사에서 토공사(Earthwork)의 3년차의 계획공사비를 산출한다.

Fig. 2에서처럼 토공사의 3년차에 해당하는 계획공정률(Earthwork's construction cost ratio)과 해당 공구의 공종별 공사비 구성비율(Type's cost component ratio)에서 산출된 토공사의 공

Table 4. Planning Process Rate Each 4 years

Types	1 year	2 year	3 year	4 year	total
Earthwork	5%	35%	57%	3%	100%
Drainage work	8%	25%	38%	29%	100%
Bridge building	20%	30%	40%	10%	100%
Paving work	3%	7%	60%	30%	100%
Subsidiary work	17%	6%	25%	52%	100%
Tunneling work	6%	66%	21%	7%	100%

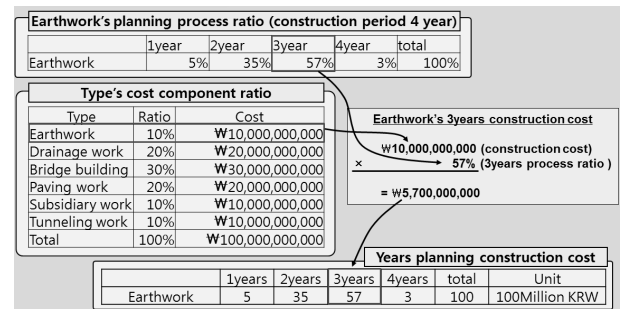


Fig. 2. Yearly Type's Construction Cost Planning

사비를 산출한다. 두 개의 값을 이용하면 3년차 토공사의 계획공사비를 산정할 수 있다.

4.1.2 연차별 보정을 통한 최적공사비 산정 단계

4.1.2.1 보정절차 단계

연차별 보정을 통한 최적공사비 산정 단계(Step of Optimal Construction Cost Through the Calibration)는 실제 공사를 진행 하면서 투입되는 공사비가 공사수행 중 다수의 변수들에 의하여 공사 전 미리 계획한 ‘연차별·공종별 계획공사비’와 다를 수 있기 때문에 진행한다. 현장에서 생길 수 있는 변수들은 계획했던 공정률 보다 실제의 진행이 빠르거나 느리게 진행 되게 할 수 있다. 따라서 각 상황에 맞는 보정 값을 계산하여 향후 진행하는 연차의 공정률에 반영하면 최적공사비를 산출 할 수 있다. Fig. 1에서 ‘⑤진도보정 (Revised Progress)’단계와 ‘⑥가중치(Weight Value)’단계가 이에 속한다. 진도보정 시 잔여공사 집행비율(MOSF, 2012)을 이용하여 배분한다.

Table 5에서와 같이 ⑤,⑥의 과정을 통하여 해당 공구의 차년도 계획공사비를 수립할 수 있다. 이러한 산출 방식은 연차별로 공정진행에 따른 가중치를 고려할 수 있기 때문에 계획된 공사전체의 공정률대로의 진행 가능하다.

4.1.2.2 보정절차 단계 예시

제안된 방식을 활용하여 연차별·공종별 최적공사비를 산정 해 본다. 총 공사기간 4년 총 공사비는 1000억인 공사에서 3년차의 최적공사비를 산출한다.

Fig. 3과 같이 실제 현장에서 2년차까지의 ‘누적공정률(Actual)’과 최초 계획한 ‘누적공정률(Planned)’의 편차(Accumulate progress deviation)를 기획재정부의 기준인 잔여공사 투입비중인 Table

5의 규정대로 보정한다. 이어서 본래의 3년차 계획공정률(3 years planning process ratio)에 적용하여 보정된 3년차 공정률을 (Revised 3 years progress ratio) 산출한다.

Fig. 3에서의 보정된 공정률을 이용하여 공사비를 산출하고(Fig. 4) 총공사비에 맞게 정규화 한다. 정규화 된 값을 최초 계획한 3년차의 총 공사비에 맞게 적용시키면 3년차 예산에 맞게 변환된 최적공사비를 구할 수 있다.

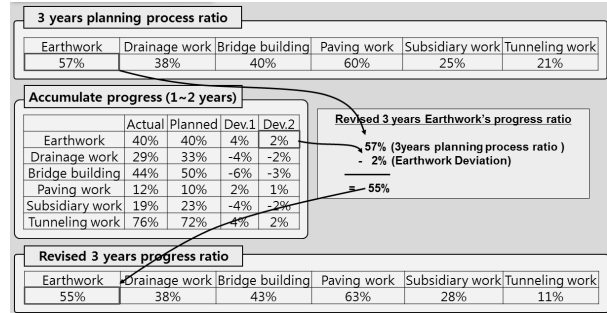


Fig. 3. 3 years Earthwork's Revised Progress Ratio Planning

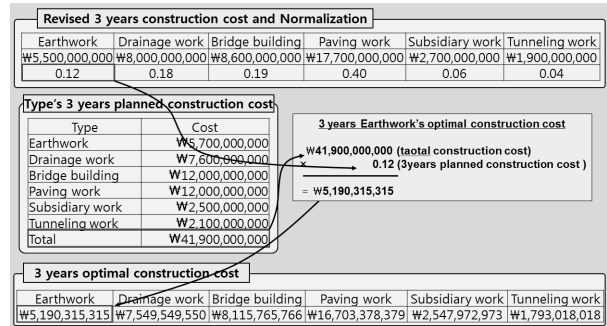


Fig. 4. Calculation of Optimal Construction Cost

Table 5. Step of Optimal Construction Cost Through Calibration

Sequence	Explanation	Aggregation method
④Yearly planning construction cost	1) To extract the required data in Yearly type's planning construction cost	Extract in ③
⑤Revised progress	1) To get the accumulated progress rate between Actual and Planned 2) To calculate correction values using the remaining construction execution rate	①-{(Actual - Planned) × remaining construction execution rate}
⑥Weight value	1) To calculate total construction cost 2) Normalized by trade	⑤'each type's cost ÷ ⑤' total cost
⑦Optimal construction cost	3) Apply weight to the total annual cost	⑥ × total type's construction cost

Table 6. Standard of Deviation Distributing in 4 years Construction

Remain year	1 year	2 year	3 year
Deviation applying ratio	100%	50%	30%

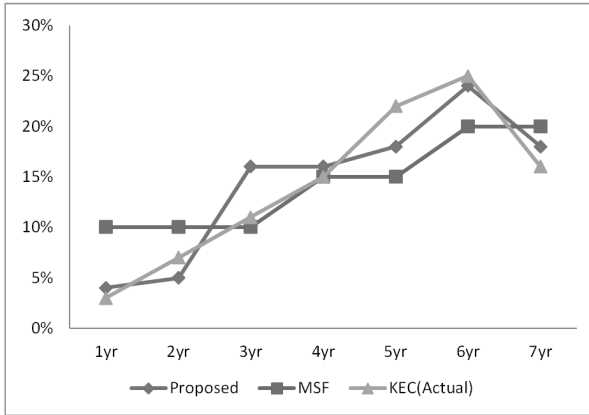


Fig. 5. Budget Comparison

5. 적용 사례

5.1 분석방법 및 대상 사업

5.1.1 분석방법

앞서 제안된 단계별 최적공사비 산정방법이 효율적인 예산편성 방식임을 확인하기 위하여 실제 사례를 분석한다. 도로공사에서 시공한 한 공구의 실적 자료를 대상으로 제안된 방식으로 최적공사비를 계산한다.

제안된 최적공사비 산정방법을 사용한 결과를 도로공사 내부 분석 자료인 기획재정부의 기준에 의한 예산편성과 비교하여 연차별 최적공사비 규모를 검토해 본다. 보다 정밀한 방식이 무엇인지 확인할 수 있는 척도인 평균절대오차(Mean Absolute Error : MAE)를 계산하여 비교한다. 평균절대오차의 값이 작을수록 더 정밀한 예측을 하였음을 의미한다.

5.1.2 분석대상

도로공사의 실제 한 공구를 선택하여 최적공사비 산정을 시작한다. 대상 공구는 다음과 같다.

- 도로공사에서 지출된 2014년도의 직접공사비를 근거로 2015년의 최적공사비를 산정하고자 한다.
- 대상공구 : 부산외곽 순환 건설공사 제 12공구
- 공사기간 : 7년
- 공사비 : 직접공사비 69,914,415,580원의 신축공사

이 공구는 2011년도에 착공되었으며 이를 토대로 2015년도(4차년도)의 최적공사비를 산출하고자 한다. 다음은 전문가에 의해서 산정된 공사기간 7년의 연차별 공종별 계획공정률(Table 7)과 해당공구의 특성이 반영된 공종별 공사비 구성비율(Table 8)이다.

Table 7. 7 years Type's Planning Process Ratio

Construction type	1 yr	2 yr	3 yr	4 yr	5 yr	6 yr	7 yr	Total
Earthwork	2%	11%	36%	23%	17%	10%	1%	100%
Drainage work	1%	13%	18%	21%	24%	13%	10%	100%
Bridge building	3%	10%	10%	25%	30%	20%	2%	100%
Paving work	2%	2%	3%	6%	10%	47%	30%	100%
Subsidiary work	1%	3%	4%	3%	3%	22%	50%	100%
Tunneling work	3%	3%	22%	22%	22%	21%	7%	100%

Table 8. Type's Cost Component Ratio

Construction type	Component ratio	Cost (KRW)
Earthwork	22%	15,337,378,280
Drainage work	14%	9,814,474,540
Bridge building	39%	27,612,108,499
Paving work	6%	4,323,329,752
Subsidiary work	4%	3,051,692,115
Tunneling work	14%	9,775,432,394
Total	100%	69,914,415,580

Table 9. Type's 5 years Optimal Construction Cost

Construction type	Cost (KRW)
Earthwork	2,245,634,559
Drainage work	2,624,076,361
Bridge building	7,759,256,995
Paving work	369,579,864
Subsidiary work	166,515,265
Tunneling work	2,755,876,529
Total	15,920,939,612

Table 10. Budget Comparison between MSF and KEC (Actual)

Year	1 yr	2 yr	3 yr	4 yr	5 yr	6 yr	7 yr	MAE
KEC	3%	7%	11%	15%	22%	25%	16%	
Proposed	4%	5%	16%	16%	18%	24%	18%	
Proposed-KEC	1%	-2%	5%	1%	-4%	-1%	2%	2.28
MSF	10%	10%	10%	15%	15%	20%	20%	
MSF-KEC	7%	3%	-1%	0%	-7%	-5%	4%	3.85

두 주어진 표(Tables 7 and 8)를 활용하면 앞서 제안된 방식으로 공종별 최적공사비가 산정 가능하다. 다음 Table 9는 제시된 공구의 5년차 최적공사비를 정리해 놓은 표이다.

제안된 방법으로 도출된 연차별 공사비비율과 기존의 도로공사 집행 자료인 기획재정부의 기준에 의한 예산편성과 함께 실제

연차별로 지출된 도로공사의 공사비 비중을 비교해 보았다(Table 10, Fig. 5).

계산된 평균절대오차는 제안된 방식(Proposed)이 2.28, 기획재정부의 기준(MSF)이 3.85로 기존의 방식보다 더 정밀한 예측을 하였음을 보여준다.

6. 결론

본 연구에서는 장기계속계약으로 수행되는 고속도로공사의 경우, 현장에서 제시하는 최적의 예산이 차기년도 정부예산 편성에 반영되지 못하는 문제점을 개선하기 위해 기존의 계약 방식이나 예산 배정 방법들을 고찰하였다.

최적공사비의 개념을 도입하여 공사비 산출하기 위한 단계별 진행을 실시하였다. 공종별 전문가와의 워크숍에서 연차별로 할당해야 하는 연차별 공종별 계획공정률을 도출하였고, 현장에서 발생할 수 있는 특수한 상황을 반영하는 보정과정을 계획하였다.

전문가의 의견이 반영된 연차별 공종별 계획공정률의 경우 공사 기간 중 주력해야 하는 공종이 연차별로 다르기 때문에 공종별 투입 시기에 따른 특성과 공사 진행 중 공종들 간의 유기적인 선후관계 까지 고려하였다. 아울러 현장에서 발생하는 변수에 따라 공정의 진행이 예정보다 빠르거나 느려지는 경우, 현장의 상황에 맞추어 해당연차까지의 진도율을 고려하는 공종별 보정과정을 계획하여 최적공사비 산정에 대한 신뢰도를 높였다.

공종별 분류를 실시 한 것은 공사비 산정 시 공구의 특성에 따라 보다 세부적인 공사비 보정이 가능하기 때문이다. 또한 공정진행에 따른 특성과 공종들 간의 특성을 고려한 산정방법은 기존에 도로공사에서 적용하던 공사비 산정방법보다 합리적인 방법이라고 할 수 있다. 실제로 제안된 방식과 기존의 방식으로 실제 데이터와 비교 하였을 때 더욱 실제와 근사한 데이터를 얻을 수 있는 것을 확인하였다. 따라서 기존의 부절절한 배정으로 인해 초과 지출되는 예산과 불필요한 공기 연장으로 인한 비효율적 현장 운영 등의 문제점이 개선될 수 있을 것이다.

이와 같은 목적을 통한 본 연구의 기대효과는 ① 장기계속계약 방식으로 수행되는 고속도로 건설공사에 대한 한국도로공사의 공사비 계획 및 관리 기능이 강화 되고 ② 정부 및 국회 대응을 위한 차기년도 예산 협의 자료로 이용 가능하며 ③ 최적 공사일수 산정 및 예산에 따른 적정 인력조직운영 방안 마련에 활용 가능할 것이다.

감사의 글

이 연구는 서울과학기술대학교 교내연구비의 지원으로 수행되었습니다(2015-0970).

References

- Jung, W. and Kim, D. I. (2013). "Constitutional status and improvement of consistent long-term construction contracts continue." Attorneys at Law Yulchon, Ministry of Strategy and Finance.
- Jung, Y. C. (2013). "Construction of air extending the main dispute cases and problems." *Global Construction Leaders*, Korea federation of Construction Contractors. No. 12. pp. 08-12.
- Kim, S. B., Lee, J. D. and Jo, J. H. (2008). "An empirical study on the effect of public construction industry by expansion of new budget system." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 9, No. 3, pp. 153-163.
- Lee, S. H. (1996). "Problems and solutions for continued long-term contract system." *Construction Industry Trends, Construction & Economy Research Institute of Korea*, Vol. 7, No. 1, pp. 1-11.
- Lee, S. H. (1999). "Budget processes and long-term continuation of a multi-year contract drafting business." *The Korea Association for Policy Studies*, Vol. 8, No. 1, pp. 231-248.
- Lee, Y. S. (2011). "Development of innovative construction cost engineering system for public construction projects in Korea." Land transport and maritime R&D report.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2013). "Road Services Manual." (in Korean).
- Ministry of Strategy and Finance (2010). "In 2010 state contract system Advancement Plan." (in Korean).
- Ministry of Strategy and Finance (2012). "Total business expense management guidelines." (in Korean).
- Ministry of Strategy and Finance (2013). "Detailed Instructions of Budget Making." (in Korean).
- Ok, D. S. (1995). "Selection and budgeting for large government projects." Korea Development Institute.
- Park, H. K., Shin, K. C., Park, H. P. and Jung, Y. S. (2008). "A study of the future strategy and mission for the stakeholders in industry, Academy, and Government for the revitalization of CM." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 9, No. 6, pp. 244-256.
- Park, J. W. (1998). "Science and technology to improve organization and execution of research and development budget system." Presidential Advisory Council on Science & Technology.
- Ryu, C. S., Jang, S. H., Kim, K. R. and Lim, K. I. (2002). "Concept and standard of fair construction cost in the domestic construction industry." *Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction*, Vol. 18, No. 3. pp. 157-164.
- Yoon, K. Y., Whang, S. H. and Park, J. W. (2001). "2002 budget needs analysis." Assembly Budget Committee.