https://doi.org/10.5392/JKCA.2018.18.09.044

국내 도로공사 실시설계 대가영향요인에 관한 연구

A Study on the Factors Affecting the Detailed Design Price of Road Construction Project

이미영*, 서정훈**, 오세욱**
한국엔지니어링협회*, 한국조달연구원**

Mi-Young Lee(lmy@kenca.or.kr)*, Jung-Hoon Seo(sjh61@kip.re.kr)**,
Se-Wook Oh(swoh@kip.re.kr)**

요약

건설사업을 수행함에 있어 설계분야는 최종 성과물의 성패에 결정적인 영향을 미칠 뿐만 아니라 기술집약적 고부가가치를 창출하기 때문에 국가 산업발전의 핵심영역으로 그 중요성이 점차 부각되고 있다. 또한, 설계업무는 전문기술인력을 기반으로 수행되므로 설계의 품질 및 경쟁력을 확보하기 위해서는 지속적인 우수인력의 유입과 기술개발이 필요하며, 무엇보다도 적정 수준의 설계 대가 확보가 수반되어야할 것이다. 그러나 대표적인 건설설계 분야에 해당하는 도로공사 실시설계에 대하여 국내 대가기준의 현황을 검토한 결과, 대가 산정방식의 혼재, 공사비요율방식의 부정확성, 실비정액가산방식의 비활성화 등과 같은 문제점이 분석되었고, 이로 인하여 대가 산정 시 사업의 특성을 반영한 적정 대가의 산출이 어려운 것으로 파악되었다. 따라서 해당사업의 과업내용에 따라 설계의 적정대가를 책정할 수 있도록 대가기준이 개선되어야 할 것이며, 본 연구는 이러한 개선방안 마련의 일환으로 실제 수행 완료된 도로공사 실시설계의 사업 및 대가 정보를 수집하여 상관분석 및 다중회귀분석을 실시함으로써 도로공사 실시설계 대가의 영향요인을 도출하고 영향수준을 분석하였다.

■ 중심어 : | 건설 설계 대가기준 | 도로공사 실시설계 대가 | 대가영향요인 | 공사비요율방식 | 실비정액가산방식 |

Abstract

In the construction project, the design field has a crucial effect on the success or failure of the final product, and it is becoming more important as a core area of national industrial development because it creates high value added by technology. In addition, since the design work is carried out based on professional technical personnel, in order to secure the quality and competitiveness of the design, it is necessary to continuously input the excellent manpower and develop the technology, and above all, the appropriate design cost must be ensured. However, as a result of reviewing the current status of the design cost criterion in Korea, problems such as mixed cost calculation method, inaccuracy of construction cost ratio method, and inactivation of cost plus fixed fee method were analyzed. Therefore, it is difficult to calculate the fair value reflecting the characteristics of the project when calculating the construction design price. Therefore, the price criterion should be improved so that the fair value of the design can be determined according to the contents of the project, By analyzing the correlation and multiple regression analysis of the projects and price information of the completed road construction design, the factors influencing the design price and the level of influence were analyzed.

■ keyword : | Pricing Guid | Factors Affecting Price | Construction Cost Ratio Method | Cost Plus Fixed Fee Method |

접수일자 : 2017년 08월 28일
수정일자 : 2017년 10월 25일
심사완료일 : 2017년 11월 10일
교신저자 : 오세욱, e-mail : swoh@kip.re.kr

I. 서 론

1. 연구의 배경 및 목적

건설사업을 수행함에 있어 설계분야가 차지하는 비중은 비용측면에서 약 5% 수준에 불과하지만 성과물의 품질 및 성능, 생산성 등에는 결정적인 영향을 미친다고 할 수 있다. 적정 수준이 충족되지 않은 설계의 결과는 품질저하와 잦은 설계 변경 등으로 인하여 사업비 증가 및 공기연장 등을 유발시키므로, 설계는 사업 성패와 관련한 중요 요인 중 하나라고 할 수 있다. 또한, 설계는 기술집약적인 산업으로 타산업에 비해 높은 부가가치를 창출시키기 때문에 국가 산업 발전 및 성장을 위한 핵심영역으로서 그 중요성이 지속적으로 부각되고 있다.

그러나 최근 정부 및 공공기관의 사회기반시설사업의 투자 감소로 인해 공공건설시장의 경기가 장기적으로 침체되고 있으며, 건설설계와 관련된 서비스의 수익성 및 기술자 대우는 더욱 악화되고 있는 실정이다. 설계업무는 전문기술인력을 기반으로 수행되므로 적정정대가가 확보되지 않을 경우, 지속적인 우수인력 확보 및 기술 개발이 어렵게 되며 이는 해당 산업 발전의 침체 및 해외 경쟁력 약화를 초래할 수 있다.

한편, 국내 건설 설계의 대가 산정기준으로는 「엔지니어링산업진흥법」에 근거한 '엔지니어링 사업대가의 기준'에서 제시하고 있는 '실비정액가산방식'과 '공사비요율방식'이 존재한다. '실비정액가산방식'은 업무량에 따른 투입인원수를 근간으로 대가를 산출하므로 비교적 사업의 특성을 반영하는 대가 산정 방식이라고 할 수 있으며, 현재는 투입인원수 산정을 위해서 국토교통부에서 공표한 실투입인원수 산정 기준을 적용할 수 있다. 그러나 실비정액가산방식은 산정체계가 난해하여 일부 시설물별 전문공공기관을 제외한 일반 공공기관 및 지방자치단체에서는 산정과정이 간소화된 '공사비요율방식'이 주로 활용되고 있다. '공사비요율방식'은 공사비 규모에 따른 일정요율을 적용하여 산출하는 방식으로 건설설계용역은 산업통산자원부 고시의 별표1에 언급된 건설부문의 공사비요율을 적용할 수 있다. 공사비요율방식은 사용의 편리성은 확보되나 시설물 및 업무난이도 등과 상관없이 일괄적인 요율을 적용하므로 사업의 특성에 따른 적정대가를 산정하는데는 한계가 있다. 이는 설계에 필요한 기본업무량 및 소요경비 등을 정확히 반영하지 않아 설계부실 및 공사에 영향을 줄 수 있고, 설계업체의 채산성 악화 및 경쟁력 저하를 초래할 수 있다[1-3].

따라서 현행 건설기술용역의 대가 산정의 문제점을 개선하기 위해서는 사업별 특성요인을 반영하여 적정수준의 대가를 산정할 수 있는 정확성과 동시에 사용성이 확보된 대가기준으로의 일원화가 필요하다. 본 연구에서는 이러한 개선방안 마련의 일환으로 실증분석에 의해 도로공사 실시설계의 대가 산정 시 고려되어야할 대가의 영향요인을 분석하였다. 연구의 결과는 향후 건설설계의 적정대가 산정 및 사용성이 개선된 기준 마련의 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

2. 연구 범위 및 방법

본 연구에서는 실증분석을 통하여 건설 설계의 대가 영향요인을 도출하고 그 영향수준을 분석함에 있어 연구의 대상을 도로공사 실시설계분야로 한정하였다. 도로공사 설계분야는 사업 및 발주 규모 측면에서 건설기술용역의 대표적인 사업 중 하나라고 할 수 있으며, 과업의 특성 요인이 다양하고 발주빈도가 높아 실증분석 자료의 수집이 용이한 분야이다.

대가의 영향요인 분석을 위한 자료수집 및 분석에 앞서 국내 건설 설계 대가기준 관련 법령 및 산정방식, 선행연구고찰을 통하여 현행 대가기준의 문제점을 파악하였다. 다음으로 최근 10년간 수행 완료된 국내 공공분야의 도로공사 실시설계에 대한 사업 및 발주정보를 설계수행업체로부터 수집하고 통계분석을 실시하여 설계 대가영향요인과 그 영향수준을 도출하였다. 통계분석은 계량통계분석 프로그램인 SPSS를 활용하여 사업특성과 대가정보간의 상관분석 및 다중회귀분석을 실시하였다.

II. 이론적 고찰

1. 국내 건설 설계 대가 산정 기준

공공사업의 도로공사 실시설계를 포함한 건설기술용역의 대가기준으로는 현재 「엔지니어링산업진흥법」 제31조(엔지니어링사업의 대가기준 등)에 근거하여 공표된 산업통상자원부 고시 제 2017-67호 '엔지니어링사업대가 기준'이 존재하며, 해당기준의 대가의 산정방식은 [표 1]에서과 같이 '실비정액가산방식'과 '공사비요율방식'으로 구분할 수 있다[1-4].

표 1. 국내 건설기술용역 대가 산정 방식

구분	공사비요율방식	실비정액가산방식
정의	공사비에 일정요율을 곱하여 산출한 금액에 추가업무비용과 부가가치세를 합산하여 대가를 산출하는 방식	직접인건비, 직접경비, 제경비, 기술료와 부가가치세를 합산하여 대가를 산출하는 방식
산정식	공사비 X 요율	직접인건비=투입인원수X노임단가 직접경비=실제 소요비용 제경비=직업인건비X(110~120%) 기술료=(직접인건비+제경비) X(20~40%)
관련법령	엔지니어링 산업진흥법 (산업통상자원부) 엔지니어링 사업대가기준 고시 (산업통상자원부)	엔지니어링 산업진흥법 (산업통상자원부) 엔지니어링 사업대가기준고시 (산업통상자원부) 건설기술용역 대가 등에 관한 기준 (국토교통부)

'실비정액가산방식'은 해당작업의 투입인원수와 노임단가를 근간으로 하는 직접인건비에 직접경비, 제경비 및 기술료, 부가가치세를 합산하여 대가를 산출하는 방식을 말하며, 설계용역의 경우 직접인건비 산출을 위해 국토교통부에서 공표한 '건설기술용역 대가 등에 관한 기준'에서 7개 시설물(도로, 철도, 항만, 하천, 댐, 상수도)별 및 업무내용(타당성조사, 기본설계, 실시설계)별 투입인원수를 활용할 수 있다.

한편, 공사비요율방식은 공사비에 일정요율을 곱하여 산출한 금액에 추가업무비용과 부가가치세를 합산하여 대가를 산정하는 방식이며, 도로공사 실시설계용역의 경우 '엔지니어링 사업대가 기준'에서 부문(건설, 정보통신, 산업플랜트) 및 업무별(기본설계, 실시설계, 비상주 공사감리)로 공사비 규모에 따른 요율이 제시되어있다.

2. 선행연구 고찰

도로공사 실시설계를 포함한 건설기술용역 대가에 관한 국내의 선행연구는 [표 2]와 같이 정책 개선과 산정기준 자체의 개선에 대한 연구로 구분할 수 있다. 정책 개선에 관한 연구는 주로 관련 법령의 검토 및 실태조사, 해외사례 분석을 통하여 건설기술용역 전반에 걸친 현행 대가기준의 문제점을 도출하고 개선방안을 제시하고 있다. 또한, 산정 기준 개선에 관한 연구에서는 건설기술용역의 대가를 산정함에 있어 공사비요율방식의 문제점을 제기하면서 실비정액가산방식의 활용을 위한 개선방안을 제시하였다. 개선방안은 주로 전문가 설문 또는 직무분석 등과 같은 정성적인 방법을 활용하여 도출하였다. 본 연구는 대가의 영향요인과 그 영향수준 도출 시 실제 수행된 사업의 정량적 자료를 수집하여 실증분석한 것이 선행연구와의 차별화된 점이라고 할 수 있다[3][6-10].

표 2. 선행연구 고찰

구분		세부내용
정책 개선	이태원 (2016)	현행 건설기술용역 대가기준의 운영 및 산정방법 상의 문제점 및 원인을 법령 및 현황조사, 실무자 인식조사를 통해 분석하고, 국내 현황을 고려한 정책적 개선방안을 제시함.
	박정호 (2014)	제도 및 실태조사로 국내 건설엔지니어링 대가기준 현황을 분석하고, 해외사례를 분석하여 개선방안을 도출함.
	정문종 (2005)	실무현황 실태조사를 통하여 건설기술용역 대가 산정 시 공사비요율방식의 부적합성을 제기하고, 사후정산방식 및 협상방식의 중요성을 강조하고 현행 사후정산방식의 문제점을 도출하여 개선의 필요성을 강조함.
산정 기준 개선	이남수 (2014)	소규모 건축 설계용역에 대한 대가기준 개선을 위해 델파이기법과 AHP기법에 의한 전문가 의견을 반영하여 대가산정 모델을 제안함.
	진기정 (2014)	국내 엔지니어링 사업 대가 산정 시 공사비요율방식의 부정확성에 대한 문제점을 지적하고, 실비정액가산방식의 활용을 강조함. 그에 따른 개선으로 자연환경복원사업을 대상으로 직무분석등에 의해 표준품셈 개발을 위한 개념적 모형을 도출함.
	오기영 (2002)	건설사업관리 용역 대가 산정기준을 제시하기 위하여 전문가 설문에 의해 적합한 산정방식을 선정하고, 대가 산정 요소 도출 및 회귀분석에 의한 대가산정 모형을 제안함.

Ⅲ. 국내 도로공사 실시설계 대가 기준의 문제점

정부에서 발주하는 국내 도로 공공공사의 실시설계 대가 기준에 대한 현황 및 법령 등의 분석을 토대로 현행 기준의 문제점 및 원인을 분석하여 정리하면 다음과 같다[5].

첫째, 현재 도로공사의 실시설계 대가를 산정 시에는 공사비요율방식과 실비정액가산방식이 혼용되고 있으며, 대가 산정방식의 적용에 대한 기준도 명확하지 않기 때문에 발주기관의 재량에 의해 결정되는 것으로 파악되었다. 이로 인해 사업내용 및 업무량이 유사한 사업임에도 불구하고 발주기관이 적용한 대가산정방식에 따라서 대가 수준이 상이하게 산출될 수 있어 이해관계자간의 혼란과 분쟁을 야기시키기도 한다.

둘째, 공사비요율방식은 산정의 편리성으로 인해 대가 산정 시 가장 일반적으로 사용되고 있으나 공사비 규모만을 고려하여 차등한 요율을 일괄적으로 반영하여 산출하기 때문에 각 사업의 특성에 따른 적정 대가를 산출하는데는 한계가 있다. 즉, 공사비규모가 동일한 공사임에도 불구하고 과업의 내용 및 특성에 따라 업무량이 상이할 수 있기 때문에 공사비요율 방식에 의해 대가 산정 시 과소 또는 과대 책정의 문제가 발생하게 되는 것이다.

셋째, 현행 법령상에서는 도로공사 실시설계의 대가를 산정할 경우, 실비정액가산방식의 적용을 원칙으로 하고 있으나 실제 해당 방식의 활용성은 저조한 것으로 파악되었다. 이는 실비정액가산방식의 합리성 및 정확성에도 불구하고 해당분야의 표준품셈이 부재하거나 지나치게 많은 요소를 고려하는 복잡한 산정체계로 인해 산출의 편이성이 낮기 때문인 것으로 분석되었다.

이와 같이 현행 도로공사 실시설계 대가 기준에 대한 문제점을 분석한 결과, 대가 산정방식의 혼재, 공사비요율방식의 부정확성, 실비정액가산방식의 활용성 저조 등이 현재 적정 대가 책정을 저해하는 요인으로 분석되었다. 향후에는 산정의 편리성과 과업의 내용 및 특성 반영이 가능한 합리적인 방식으로 대가기준을 일원화하는 방안이 마련되어야 할 것이다. 다시 말해 현행 대가산정방식의 문제점을 개선할 수 있도록 공사비요율방식의 일괄적인 요율을 시설물 및 과업의 주요특성에 따라서 세분화하는 방안을 마련하거나, 실비정액가산방식에서 과업의 내용 및 특성에 따라 업무량 및 대가를 산정하는 과정을 간소화하는 방안이 마련되어야 할 것이다.

표 3. 현행 대가산정 방식의 문제점 및 개선방향

구분	공사비요율방식	실비정액가산방식
고려요소	공사비 규모	총연장길이, 도로차수, 도로폭, 교량길이/개소,터널길이/개소,연약지반길이,기타구조물길이/개소 등), 도로등급(일반/고속/지방도), 공사성격(신설/확장/단순확장/시설개량), 지역특성(지방/도시) 등
문제점	산정과정은 단순하나 과업 내용 및 업무량이 고려되지 않음 적정대가 산출어려움.⇒ 대가의 과소 또는 과대 책정	과업특성이 고려된 업무량 기반의 합리적인 대가 산출방식이나 복잡한 산정체계로 인하여 산정체계로 인하여 사용성 낮음. ⇒ 해당 방식의 활용도 저하
개선방향	과업 특성별 요율의 세분화	산정체계의 간소화 (산출식 개발 등)

Ⅳ. 건설 설계 대가 영향요인 도출 및 분석

1. 자료 수집 개요 및 분석 방법

1.1 분석 자료 수집 및 개요

본 연구에서는 건설 설계 대가의 영향요인을 도출하기 위해 국내 설계업체의 실무자를 대상으로 설문을 실시하여 최근 10년간 수행 완료한 도로공사 실시설계의 과업 개요 및 대가 관련 자료를 수집하였고, 아래의 [표 4]는 설문 개요 및 회수결과를 보여주고 있다.

표 4. 자료 수집 개요

구분	주요 내용
설문대상	·국내 설계업체 도로분야 실무자
설문 주요내용	·도로분야 설계용역 사례 정보 1) 과업 내용 및 특성 – 시설물 개요 : 공사규모, 주요구조물 개요 등 – 설계난이도 : 도로등급, 공사성격, 지역특성 2) 대가 정보 : 발주금액(예정가격),낙찰정보(낙찰률 및 낙찰금액), 설계비외 경비 등
회수결과	·총66건(9개업체) ; 실시설계(30건), 기본설계+실시설계(36건)

설문의 내용은 크게 과업 내용 및 특성과 대가정보로 구분된다. 과업의 내용 및 특성은 시설물의 개요(시설물규모 및 주요구조물 개요)와 설계의 난이도에 관한 항목(도로등급, 공사성격, 지역특성)을 조사하였고, 대가 정보로는 실제 발주금액이라고 할 수 있는 설계금액과 낙찰률 및 낙찰금액, 순수설계비 이외의 경비에 대하여 설문하였다.

표 5. 설문 회수 결과

연번	추정 공사비 (백만원)	업무내용	총연장 (km)	발주 금액	낙찰 금액	설계외 비용	낙찰률 (%)
1	5,430	기본및실시설계	3.1	656	516	6	78.7
2	7,536	기본및실시설계	1.8	385	325	6	84.4
3	9,124	기본및실시설계	2.4	364	311	124	85.4
4	10,500	실시설계	2.8	260	227	37	87.3
5	12,300	실시설계	0.6	298	251	92	84.2
6	12,597	기본및실시설계	2.2	532	455	142	85.5
7	14,500	실시설계	4.0	999	791	–	79.2
8	15,300	기본및실시설계	1.6	682	536	47	78.6
9	16,600	실시설계	2.9	656	627	–	95.6
10	18,100	기본및실시설계	3.2	945	812	–	85.9
.....(중략).....							
58	139,300	실시설계	4.4	1,857	1,486	–	80.0
59	147,400	기본및실시설계	3.9	5,140	4,329	–	84.2
60	165,200	실시설계	3.8	3,354	2,610	363	77.8
61	166,100	기본및실시설계	10.3	2,800	2,161	–	77.2
62	173,540	기본및실시설계	2.3	5,134	4,076	–	79.4
63	188,100	실시설계	0.4	259	226	–	87.3
64	218,700	실시설계	6.9	5,181	3,817	–	73.7
55	236,900	실시설계	6.0	4,955	3,764	139	76.0
56	249,800	실시설계	6.2	5,240	3,833	112	73.2

그 결과 [표 5]와 같이 9개 설계업체로부터 총66건의 사례정보를 분석 자료로 수집하였으며, 이 중 실시설계가 30건이고 기본 및 실시설계를 동 발주한 사업은 36건으로 조사되었다.

국내 도로공사에 대한 실시설계의 경우 기본과 실시를 동시에 발주하는 사례가 많기 때문에 자료수집의 한계성을 감안하여 설문조사 시 기본설계 및 실시설계사업도 포함하였고, 분석 시에는 현행 대가기준 고시에 공표된 복합설계요율[1]을 적용하여 실시설계 대가로 환산하여 반영하였다.

1 산업통산자원부 고시 '엔지니어링 사업 대가 기준'에서 기본설계와 실시설계를 동시 발주하는 경우에는 실시설계요율의 1.4배를 적용하도록 함.

설문조사에서 수집된 항목은 총17개[2]로 구성되어 있으며, 추정공사비, 총연장길이, 교량 및 터널 등과 같은 공사 및 구조물 개요는 규모 또는 수량으로 조사된 항목이며 설계금액과 낙찰금액 및 낙찰률은 실제 건설 설계 대가 수준에 관한 항목이다. 또한, 도로등급과 공사성격, 지역특성과 같은 항목은 설계의 난이도와 관련한 것으로 해당사항을 선택할 수 있도록 조사되었고, 항목별 응답현황 및 기술통계 분석결과는 [표 6]과 같다.

표 6. 항목별 응답현황 및 기술통계 결과

항목		해당 건수	단위	평균값	표준 편차	최소값	최대값
시설물 규모	추정공사비	66	백만원	67,604	58,661	6,210	249,800
	총연장길이	66	km	3.92	2.67	0.20	11.10
	도로폭	66	m	22.24	9.36	8.50	52.57
	연약지반연장길이	10	km	0.95	0.45	0.46	1.88
주요 구조물	기타구조물길이[3]	31	km	2.03	1.38	1.00	7.00
	하천개소	29	개소	1.79	2.37	0.02	11.10
	터널길이	24	km	1.28	1.03	0.05	3.96
	터널개소	24	개소	1.58	1.15	1.00	6.00
	교량길이	57	km	0.50	0.62	0.01	2.70
	교량개소	57	개소	3.68	3.20	1.00	16.00
	평면교차개소	46	개소	5.89	3.94	1.00	16.00
	입체교차개소	17	개소	1.47	0.70	1.00	3.00
대가 정보	설계금액	66	백만원	1,712	1,419	248	5,240
	낙찰금액	66	백만원	1,525	1,494	215	9,810
설계 난이도	도로등급	일반도로(18건), 고속도로(11건), 지방도(17건)					
	공사성격	신설(43건), 확장(14건), 시설개량(9건)					
	지역특성	도시(27건), 지방(39건)					

1.2 분석 방법

설문에 의해 수집된 자료를 토대로 과업내용 및 특성과 실제 발주금액간의 상관분석 및 회귀분석을 실시하여 대가에 영향을 주는 요인을 1차적으로 선별하였다. 또한, 선별된 요인에 대한 단계적 회귀회귀분석을 실시함으로써 최종 설계 대가영향요인을 도출하고 요인별

2 분석에 반영된 17개 항목 외에도 출입시설규모, 출입시설 터널 및 교량, 해상구간 등이 설문항목에 포함되었으나, 조사 결과 해당항목의 응답건수가 5건 이하인 경우에는 분석대상에서 제외시킴.

3 기타구조물길이는 도로시설의 주요구조물 중 교량과 터널을 제외한 옹벽 및 암거 등의 구조물의 길이를 합산한 값을 조사함.

영향수준을 분석하였다[그림 1].

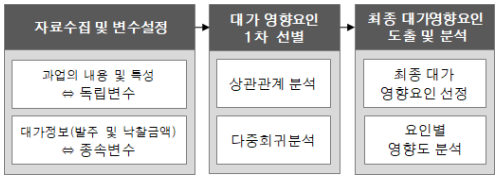

그림 1. 대가 영향요인 분석 방법

2. 건설설계 대가 영향요인 도출 및 분석

2.1 변수 설정 및 데이터 가공

수집된 대가와 과업의 내용 및 특성 자료는 [표 6]과 같이 각각 종속변수와 독립변수로 설정하였다.

종속변수는 각 사업의 설계대가 즉, 발주금액(설계금액)으로 설정하였고, 그 외 시설규모, 구조물, 공사 환경 등 14개의 특성은 대가영향요인의 선정대상이 되는 독립변수로 설정하였다. 다만, 자료수집에 포함되었던 '추정공사비' 항목의 경우 설계의 업무량을 결정하는 특성이라기 보다는 사업내용에 따라 산출되는 결과값이라는 점을 고려하여 독립변수 설정에서는 제외하였다. 또한, 독립변수 중 지역특성, 도로등급, 공사성격과 같은 설계의 난이도와 관련한 요인은 선택사항인 명목척도로서 분석을 위하여 더미변수로 변환하였고, 이 과정에서 14개의 사업특성요인은 총 19개의 독립변수로 설정되었다[11].

또한, 통계분석에 앞서 서로 다른 단위와 범위를 갖는 변수의 속성을 동일한 기준하에서 분석하기 위하여 각 변수별 데이터값을 표준화하였다. 이는 상관분석 및 회귀분석을 함에 있어 각 영향요인이 대가에 미치는 상대적인 영향수준을 도출하는데 결과값의 신뢰성을 확보하기 위한 것으로, 식(1)을 활용하여 종속변수 및 독립변수의 데이터값을 0과 1사이의 표준화된 수치로 변환하였다[12].

$$X_s = \frac{X_O}{Max(X_1, X_2, \cdots, X_m)} \quad (1)$$

- X_s = 표준화된 수치(Standardized value)
- X_o = 표준화 대상 수치의 본래값(Original vlaue)
- X_s~X_s = 분석대상 속성에 포함된 모든 사례
- m = the Number of Case

2.2 건설 설계 대가 영향요인 1차 선별

도로공사 실시설계에 영향을 미치는 요인을 1차적으로 선별하기 위하여 표준화된 종속변수와 독립변수의 데이터값을 가지고 상관분석 및 다중회귀분석을 실시하였다.

상관분석은 변수간의 상관관계가 존재하는지를 파악하고 그 정도를 측정하기 위해 수행된다. 일반적으로 독립변수와 종속변수의 변하는 정도에 의해 산정되는 pearson상관계수(r)[4]를 구하여 변수간의 관련성을 측정하고 있으며, pearson상관계수가 0.4보다 큰 경우(r>0.4) 상관관계에 있는 것으로 판단한다. 아래의 [표 7]은 종속변수 및 독립변수의 pearson 상관계수 분석의 결과를 보여주는 것으로, 종속변수인 발주금액과 0.4이상의 상관계수값을 갖는 독립변수는 총 6개로 터널길이(f), 터널개소(g), 교량길이(h), 교량개소(i), 고속도로(l2), 지방도(l3)이다. 이 중 고속도로, 교량길이 및 개소요인이 매우 높은 상관관계를 보이고 있고, 지방도인 경우 음의 상관관계가 있는 것으로 분석되었다. 상관계수값의 유의성 확인하기 위한 P값은 6개 변수 모두 0.05이하이므로 유의수준에서 도로분야 실시설계 대가와 상관성이 있는 요인이라고 할 수 있다[13][14].

표 7. 상관분석 결과

독립변수 \ 종속변수		발주금액		낙찰금액	
		pearson 상관계수	P값	pearson 상관계수	P값
총연장길이	(a)	0.345	0.005	0.282	0.023
도로폭	(b)	0.202	0.112	0.136	0.288
연약지반연장길이	(c)	−0.101	0.419	−0.119	0.343
기타구조물길이	(d)	0.348	0.004	0.242	0.052
하천개소	(e)	0.351	0.004	0.244	0.052
터널길이	(f)	0.568	0.000	0.384	0.002
터널개소	(g)	0.506	0.000	0.476	0.000

4 pearson상관계수(r)은 'X와 Y가 함께 변하는 정도' / 'X와 Y가 따로 변하는 정도'의 값을 의미하며, 일반적으로 r값이 ± 0.0 ~0.2인 경우 '상관이매우낮다', ± 0.2~0.4인 경우 '상관이낮다', ± 0.4~0.6인 경우 '상관이있다', ± 0.6~0.8인 경우 '상관이 높다', ± 0.8~1.0인 경우 '상관이 매우높다'로 판단됨.

교량길이		(h)	0.614	0.000	0.372	0.002
교량개소		(i)	0.611	0.000	0.392	0.001
평면교차개소		(j)	−0.227	0.067	−0.012	0.925
입체교차개소		(k)	0.008	0.951	−0.033	0.795
도로등급	일반도로	(l1)	−0.044	0.724	−0.066	0.599
	고속도로	(l2)	0.637	0.000	0.411	0.001
	지방도	(l3)	−0.439	0.000	−0.250	0.043
공사성격	신설	(m1)	0.170	0.172	0.171	0.171
	확장	(m2)	−0.176	0.157	−0.178	0.153
	시설개량	(m3)	−0.026	0.834	−0.025	0.841
지역특성	도시	(n1)	0.021	0.868	−0.068	0.590
	지방	(n2)	−0.021	0.868	0.068	0.590

표 8. 다중회귀분석 결과

구 분		비표준화 계수		표준화 계수	t	유의확률 (P)	공선성 통계량	
		B	표준오차	베타			공차	VIF
(상수)		−0.206	0.137		−1.500	0.142		
총연장길이	(a)	0.457	0.249	0.345	1.836	0.074	0.180	5.564
도로폭	(b)	0.295	0.149	0.216	1.980	0.055	0.534	1.872
연약지반연장길이	(c)	0.005	0.108	0.004	0.047	0.963	0.895	1.117
기타구조물길이	(d)	−0.051	0.131	−0.044	−0.388	0.700	0.493	2.030
하천개소	(e)	−0.026	0.150	−0.017	−0.171	0.865	0.620	1.613
터널길이	(f)	0.402	0.166	0.330	2.426	0.020	0.342	2.925
터널개소	(g)	−0.056	0.243	−0.035	−0.232	0.818	0.280	3.572
교량길이	(h)	0.304	0.207	0.248	1.467	0.151	0.222	4.502
교량개소	(i)	0.009	0.287	0.006	0.030	0.976	0.178	5.611
평면교차개소	(j)	0.013	0.146	0.013	0.092	0.927	0.335	2.986
입체교차개소	(k)	0.032	0.140	0.028	0.232	0.818	0.446	2.243
도로등급 일반도로	(l1)	0.011	0.076	0.017	0.141	0.888	0.453	2.206
도로등급 고속도로	(l2)	0.267	0.096	0.336	2.784	0.008	0.435	2.300
공사성격 신설	(m1)	0.162	0.070	0.267	2.307	0.027	0.472	2.120
공사성격 시설개량	(m2)	0.019	0.095	0.021	0.196	0.846	0.574	1.743
지역 지방	(n2)	−0.075	0.057	−0.131	−1.319	0.195	0.638	1.568

또한, 다중회귀분석[5]을 실시하여 종속변수 발주금액을 설명할 수 있는 변수를 선정하였으며, 그 결과 [표 8]에서와 같이 총연장길이(a), 도로폭(b), 터널길이(f), 고속도로(l2), 신설(m1)의 총 5개 변수가 유의성이 있는 것(P<0.1)으로 나타났다. 또한, 5개 변수 모두 공차한계가 0.1이상, VIF값이 10 이하로 변수간의 공선성[6]이 존재하지 않는 것으로 분석되었다[15][16].

이와 같이 도로공사 실시설계 대가 결정에 영향을 주는 요인을 우선 선별하기 위하여 1차적으로 변수간의 상관분석 및 회귀분석을 실시한 결과, 상관분석에서는 6개, 회귀분석에서는 5개의 항목이 도출되었다. 이중 2개의 항목이 중복되므로 1차 분석결과 총 9개의 과업내용 및 요인(총연장길이, 도로폭, 터널길이, 터널개소, 교량길이, 교량개소, 고속도로, 지방도, 신설)이 선별되었다.

2.3 최종 건설 설계 대가 영향요인 도출 및 분석

본 연구에서는 과업 내용 및 특성과 발주금액간의 상관성 및 회귀성을 분석을 통해 도출된 9개의 요인으로 단계적 회귀분석을 실시함으로써 최종적으로 도로공사 실시설계 대가영향요인과 그 영향수준을 도출하였다.

단계적 회귀분석은 최적의 회귀방정식을 구하기 위하여 회귀모형에 포함될 변수를 선택하는 방법으로 본 연구에서는 다양한 변수선택법 중에서 설명력이 약한 독립변수를 제거해가면서 최적모형을 도출하는 후진제거법[7] 활용하였다. 다음의 [표 9], [표 10], [표 11]는 분석 결과를 나타낸 것이다[11].

표 9. 모형 요약

모형	R	R^2	수정된 R^2	추정값의 표준오차	Durbin-Watson
모형 1	0.869	0.755	0.709	0.153	
모형 2	0.869	0.755	0.715	0.152	
모형 3	0.867	0.751	0.717	0.151	
모형 4	0.864	0.746	0.716	0.151	1.400

5 다중회귀분석이란 2개 이상의 독립변수와 하나의 종속변수의 관계를 분석하는 통계적 기법으로, 종속변수(결과)에 대한 여러 독립변수(원인)별 영향력을 개별적으로 분석 할 수 있음.

6 공선성은 독립변수간 관계를 의미하며, 공차한계(허용오차)와 VIF으로 확인할 수 있음. 허용오차는 한 독립변수의 분산 중 다른 독립변수에 의해 설명되지 않는 부분을 의미하므로 값이 작을수록 공선성이 높으며 범위는 0~1의 값을 가짐. VIF는 허용오차의 역수를 의미하며, 일반적으로 허용오차가 0.1보다 작거나 VIF가 10 이상이면 공선성이 큰 것으로 봄.

7 후진제거법이란 모든 독립변수를 포함하여 모형을 추정한 후 종속변수를 설명하는데 기여도가 가장 낮은 독립변수부터 모형에서 제거하고 재추정하여 기여도가 사전에 설정한 일정량보다 낮은 변수가 없을 때까지 계속 제거한 후 남아 있는 변수로 최종 모형을 결정함. 본 연구에서는 유의확률(p-value)이 0.1이상을 제거기준으로 설정하였음.

표 10. 분산분석 결과

모형		제곱합	자유도	평균 제곱	F	유의확률
모형 1	회귀 모형	3.478	9.000	0.386	16.427	0.000
	잔차	1.129	48.000	0.024		
	합계	4.608	57.000			
모형 2	회귀 모형	3.478	8.000	0.435	18.851	0.000
	잔차	1.130	49.000	0.023		
	합계	4.608	57.000			
모형 3	회귀 모형	3.462	7.000	0.495	21.583	0.000
	잔차	1.146	50.000	0.023		
	합계	4.608	57.000			
모형 4	회귀 모형	3.439	6.000	0.573	25.000	0.000
	잔차	1.169	51.000	0.023		
	합계	4.608	57.000			

표 11. 단계적 회귀회귀분석 결과

모형		비표준화 계수		표준화 계수	t	유의확률 (P)	공선성 통계량	
		B	표준 오차	베타			공차	VIF
모형 4	(상수)	-0.242	0.106		-2.276	0.027		
	총연장길이 (a)	0.356	0.127	0.285	2.800	0.007	0.480	2.085
	도로폭 (b)	0.355	0.109	0.252	3.254	0.002	0.831	1.203
	터널길이 (f)	0.425	0.097	0.341	4.357	0.000	0.814	1.228
	교량개소 (i)	0.245	0.126	0.182	1.947	0.057	0.572	1.750
	고속도로 (l2)	0.286	0.065	0.368	4.372	0.000	0.703	1.422
	신설 (m1)	0.144	0.054	0.240	2.668	0.010	0.614	1.627

후진제거법에 의한 회귀분석 시 기준유의수준(level of significance)는 0.1로 설정하여 실시하였고, 그 결과 [표 9], [표 10]와 같이 4개의 회귀모형이 도출되었다. [표 9]에서 알 수 있듯이 모형1~4는 모두 수정된 R^2 값이 0.709~0.717로 높은 설명력을 보이고 있으며, 분석분산 결과에서도 모든 모형에서 F값의 변화량의 유의확률이 0.000으로 0.1보다 낮게 나타났으므로 분석결과의 모형이 적합한 것으로 판단된다[표 10].

따라서, [표 11]의 모형4가 단계적 회귀회귀분석의 최종결과로 도출되었다. 모형4의 수정된 R^2값은 0.716으로 종속변수에 대한 독립변수의 설명력이 높게 나타났고, Durbin- Watson 검정[8] 결과는 1.4로 다소 낮은 값이지만 잔차들간의 상관은 존재하지 않는 것으로 판단할 수 있다 [표 9]. 또한, [표 11]에서와 같이 모형 4의의 독립변수는 모두 공차한계가 0.1이상, VIF값이 10 이하로 변수간의 공선성이 존재하지 않는 것으로 분석된다.

최종적으로 모형 4의 독립변수인 총연장길이(a), 도로폭(b), 터널길이(f), 교량개소(i), 고속도로(l2), 신설(m1)가 도로공사 실시설계의 대가를 결정하는 주요 영향요인이라고 할 수 있다. 또한, [표 11]에서 회귀계수(비표준화계수B)는 종속변수에 대한 독립변수별 설명력을 말하는 것으로, 도출된 영향요인이 대가 수준을 결정함에 있어 미치는 상대적인 영향력을 의미한다.

표 12. 도로공사 실시설계 대가영향요인

대가영향요인		단위	범위	영향도 (0~1)
시설물 규모	총연장길이 (a)	km	+∞	0.356
	도로폭 (b)	m	0~+∞	0.355
주요 구조물	터널길이 (f)	km	0~+∞	0.425
	교량개소 (i)	개소	0~+∞	0.245
도로등급	고속도로 (l2)	-	0 또는 1	0.286
공사성격	신설 (m1)	-	0 또는 1	0.144

[표 12]는 최종 도출된 도로공사 실시설계 대가 영향요인의 특성 및 영향도를 정리한 것으로, '총연장길이'와 '도로폭'은 시설물의 규모에 관한 항목이며, '터널길이'와 '교량개소'는 각 사업별 주요구조물에 대한 특성을 반영한다. 또한 공사의 설계의 난이도와 관련하여서 해당 시설이 '고속도로', '신설'에 해당하는지 여부에 따라서 설계대가 수준에 영향을 미칠 수 있는 것으로 조사되었다.

대가영향요인의 영향도는 도로공사의 설계 대가 수준을 결정함에 있어 요인별로 미치는 상대적인 영향수준을 나타내고 있는 것으로, 각각의 대가영향요인의 단위당 변화에 따라 대가금액수준이 변화하는 상대적인 정도를 을 0에서 1사이의 값으로 나타낸 것이다. 다시 말해서 영향도 값이 큰 요인일수록 대가금액의 증감에 미치는 영향이 크다는 것을 의미한다. 선정된 대가영향요인 중 터널길이가 가장 큰 영향수준을 보이고 있고, 다음으로 총연장길이와 도로폭이 유사한 수준의 영향

8 Durbin-Watson 검정은 선형회귀분석 시 잔차(residual)의 독립성을 검증하고자 시행하는 것으로, 결과값은 0~4까지의 값을 갖게되며 일반적으로 2에 가까울수록 자기상관이 존재하지 않는 것으로 판정함.

력이 있는 것으로 나타났다. 또한, 고속도로 여부, 교량개소, 신설공사여부 순으로 도로공사 실시설계 대가에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

2.4 연구 결과의 활용

현행 도로공사 실시설계 대가기준은 산정 방식의 혼재, 과업의 내용 및 특성을 감안하지 않는 획일적인 공사비요율방식의 적용, 지나치게 많은 요소를 반영한 복잡한 산정체계로 인해 실제 활용도가 낮은 실비정액가산방식 등 다양한 문제를 지니고 있으며 이로 인하여 설계의 대가 산정 시 과업의 특성에 따른 업무량을 반영한 적정한 대가의 책정이 어려운 실정이다. 이와 관련하여 본 연구에서는 현행 문제점을 개선하기 위한 방안 마련의 기초자료를 확보하기 위하여 도로공사 실시설계 대가 수준을 결정할 수 있는 주요 영향 요인을 실증분석에 의하여 도출하였다. 그 결과, 터널길이, 총연장길이, 도로폭, 도로등급(고속도로), 교량개소, 공사성격(신설) 항목이 도로공사 실시설계 대가 영향요인으로 도출되었으며, 해당 순으로 대가 산정에 영향력이 큰 것으로 분석되었다. 본 연구의 결과로 도출된 주요 요인 및 영향수준은 국내 도로공사 실시설계 대가기준의 개선 방안을 마련함에 있어 다음과 같이 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

먼저 국내 건설 설계 대가 산정시 주로 활용되고 있는 공사비요율방식은 공사비규모만을 고려하여 획일적인 요율의 적용함으로써 대가가 과소 또는 과대 책정되는 문제를 발생시키고 있다. 이에 대한 개선방안으로 과업의 내용 및 특성을 고려한 요율의 세분화 방안이 마련되어야 할 것이며, 본 연구의 결과로 도출된 대가 영향요인 및 영향수준은 요율의 세분화를 위한 분류기준 및 가중치로 활용 될 수 있을 것이다.

한편, 현행 실비정액가산방식은 세부적인 과업내용에 따라 업무량을 반영하여 대가를 산출하기 때문에 합리적인 수준의 대가 기준으로 인식되고 있으나 복잡한 산정체계로 인하여 활용성이 낮다는 문제점을 개선하기 위하여서는 현행 대비 간소화된 산정기준이 마련되어야 할 것이다. 이에 본 연구에서 도출된 대가 영향 요인 및 영향 수준을 활용한다면 과업의 내용 및 특성 중 핵심 요소만을 적용하여 대가의 도출이 가능한 산출식 등을 개발함으로써 실비정액가산방식의 산정체계 간소화 방안을 마련할 수 있을 것으로 기대된다.

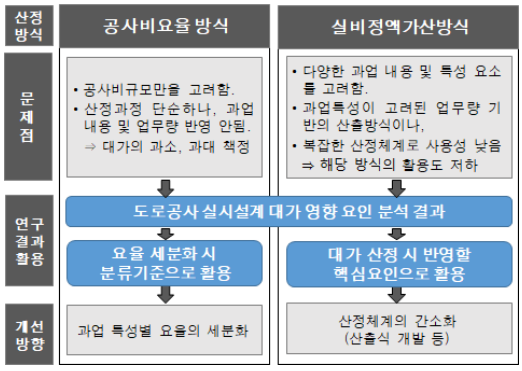

그림 2. 연구 결과의 활용

V. 결 론

건설사업을 수행함에 있어 설계분야는 최종 성과물의 성패에 결정적인 영향을 미칠 뿐만 아니라 기술집약적 고부가가치를 창출하기 때문에 국가 산업발전의 핵심영역으로 그 중요성이 점차 부각되고 있다. 또한, 설계업무는 전문기술인력을 기반으로 수행되므로 설계의 품질 및 경쟁력을 확보하기 위해서는 지속적인 우수인력의 유입과 기술개발이 필요하며, 무엇보다도 적정 수준의 설계 대가 확보가 수반되어야할 것이다. 이에 본 연구에서는 국내 도로공사 실시설계를 대상으로 설계의 적정대가 확보를 위한 대가 기준 개선방안 에 활용될 수 있는 기초자료의 마련하고자 하였다. 이를 위하여 자료 수집 및 통계분석을 통하여 대가 영향요인을 도출하고 그 영향수준을 분석하였고, 그에 따른 본 연구의 주요결과는 다음과 같다.

1) 국내 도로공사 실시설계 대가기준 관련 법령 및 산정방식의 현황을 조사·분석한 결과, 대가 산정방식의 혼재, 공사비요율방식의 과업 내용 및 특성이 반영되지 않은 일률적인 대가 산정으로 인한 적정대가 확보의 어려움, 실비정액가산방식의 복

잡한 산정체계로 인한 활용성 저조와 같은 문제점이 분석되었다.

2) 실제 수행 완료된 도로공사 실시설계의 과업 및 대가 정보를 수집하여 상관분석 및 다중회귀분석을 실시한 결과, 총연장길이, 도로폭, 터널길이, 교량개소, 고속도로, 신설여부와 같은 사업특성이 도로공사 실시설계 대가영향요인으로 도출되었다.
3) 대가영향요인별로 설계대가에 미치는 영향수준을 분석한 결과, 각 요인의 단위당 기준으로 터널길이의 증감이 영향력이 가장 큰 것으로 나타났고, 다음으로 총연장길이 및 도로폭과 같은 시설물의 규모와 주요 구조물인 교량개소, 그리고 도로등급(고속도로), 공사성격(신설)와 같은 순서으로 대가에 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

국내의 도로공사 실시설계 대가에 대한 문제점을 개선하기 위해서는 과업의 내용 및 특성을 반영할 수 있는 일원화된 대가기준의 마련이 시급하며, 이를 위해서는 특성요인을 반영한 공사비요율의 세분화 또는 실비정액가산방식의 산정의 간소화와 같은 방안을 고려할 수 있다. 본 연구의 결과는 이러한 대가기준의 개선방안을 마련하는데 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

[1] 진경호, “설계등 용역사업의 실비정액가산방식 도입현황,” 한국건설관리학회 학회지, 제10권, 제1호, pp.26-28, 2009.

[2] 한국엔지니어링협회, *사업대가 현실화를 위한 정책 연구 보고서*, 2016.

[3] 박정호, *실비정액가산방식의 설계대가기준 개선 및 활용방안 연구*, 한양대학교 대학원, 석사학위논문, 2014.

[4] 김석, 이두헌, 박재우, “건설공사 사후평가 용역대가기준 개선방안,” 한국콘텐츠학회논문지, 제16권, 제8호, pp.661-670, 2016.

[5] 이태원, 이강, “기술용역대가기준의 문제점 및 개선방안, 한국건설관리학회 논문집, 제15권, 제2호, pp.33-43, 2014.

[6] 이태원, *국내 건설기술용역 대가기준 확립을 위한 정책방향*, 연세대학교 대학원, 박사학위논문, 2016.

[7] 정문종, “공공 기술용역 대가보상제도의 비효율성,” 관리회계연구, 제5권, 제2호, pp.103-137, 2005.

[8] 이남수, *민간 소규모 건축설계용역의 대가산정기준에 관한 연구*, 한양대학교 이노베이션대학원, 석사학위논문, 2014.

[9] 진기정, *직무분석을 통한 자연환경복원 엔지니어링 표준품셈 합리화 방안 연구*, 상명대학교 대학원, 박사학위논문, 2014.

[10] 오기영, *건설사업관리 대가기준 산정방법에 관한 연구*, 인하대학교 대학원, 박사학위논문, 2002.

[11] 염동준, 이미영, 오세욱, 한승우, 김영석, “건설업 산업안전보건관리비 예측 모델 개발,” 한국건설관리학회 논문집, 제16권, 제6호, pp.63-72, 2015.

[12] 구충환, *공동주택 사업특성에 따른 공사기간 및 비용예측을 위한 CBR 기반 Hybrid모델*, 서울시립대학교 대학원, 석사학위논문, 2007.

[13] 고규진, 조상욱, 황정하, 이찬식, “공공청사의 운영비요에 영향을 미치는 요인과 요인별 영향력 분석,” 한국건설관리학회 논문집, 제16권, 제2호, pp.29-37, 2015.

[14] 김진수, “국민임대주택 거주자 만족도 영향요인 분석,” 주택도시연구, 제7권, 제1호, pp.101-119, 2017.

[15] 김두환, 이상효, 김재준, “국내 강남지역의 고급빌라 가격에 영향을 미치는 요인 분석 연구,” 한국건축시공학회 논문집, 제10권, 제1호, pp.121-126, 2010.

[16] 심상우, *다중회귀분석을 이용한 교통사고 사망률 분석*, 한양대학교 대학원, 석사학위논문, 2007.

저 자 소 개

이 미 영(Mi-Young Lee) 정회원

▪ 2017년 ~ 현재 : 한국엔지니어링협회 품셈관리센터 책임연구원

<관심분야> : 건설기술용역 사업대가 산정, 엔지니어링 표준품셈

서 정 훈(Jung-Hun Seo) 정회원

▪ 2016년 ~ 현재 : (재)한국조달연구원 공사계약연구팀 연구원

<관심분야> : 공공건설정책·발주제도, 건설기술용역 사업대가 산정 및 사업자 선정방식

오 세 욱(Se-Wook Oh) 정회원

▪ 2010년 ~ 현재 : (재)한국조달연구원 공사계약연구팀 연구위원

<관심분야> : 공공건설정책·발주제도, 건설기술용역 사업대가 산정 및 사업자 선정방식