

발주방식에 따른 성능수준 평가에 관한 연구

Evaluation on Performance Level of Design-Build and Design-Bid-Build (Focused on Bridge Construction Projects)

조 규 만* 김 희 욱** 현 창 택*** 구 교 진****

Cho, Kyu-Man · Kim, Hee-Wook · Hyun, Chang-Taek · Koo, Kyo-Jin

요 약

최근 국내의 설계시공일괄방식(이하, 일괄방식)은 설계시공분리방식(이하, 기타방식)에 비해 높은 초기투자비용으로 인하여, 효용성에 대한 의문이 지속되고 있다. 한편 발주방식별 성능을 평가한 기존의 연구를 살펴보면, 일괄방식은 공기측면과 품질측면에서 기타방식에 비해 우수한 것으로 보고되고 있다. 비교적 정량적 평가가 가능한 공기측면의 성과와 달리, 품질측면의 성능은 해당 시설물의 발주자와의 면담을 통하여 만족도 수준을 평가하는 정성적인 평가가 대부분이다. 따라서 이 연구에서는 기존의 연구와는 달리, 2000년 이후 일괄방식과 기타방식으로 발주된 교량계획에 대한 성능수준을 평가하기 위하여, 설계도서 중심으로 계획성, 시공성, 유지관리성 등의 측면에서 평가해 보고자 한다. 이를 통하여 실제로 발주방식별 품질 등의 성능 측면에서 발주방식별 성능수준의 차이를 도출하였다.

키워드: 발주방식, 성능수준 평가, 교량계획

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

오늘날 건설수요는 복잡화, 다양화, 대형화되어 가고 있으며, 단순 노동집약적인 공사보다는 기술집약적인 공사가 늘어가고 있다. 이에 대응하여 정부는 '턴키공사 활성화 대책(1996.11.)'

및 '제3차 건설기술진흥기본계획(2003.1.)'을 통하여 지속적으로 설계시공일괄방식(이하 일괄방식이라 함)을 활성화시키기 위한 정책을 수립하고 있다.

이러한 정부의 노력에도 불구하고, 최근 들어 일괄방식 대상 사업 선정기준의 모호함, 입찰 및 계약의 경직성 등의 문제가 발생하고 있으며, 설계시공분리방식(이하 기타방식이라 함)에 비해 높은 '낙찰률'과 입·낙찰과정에서의 공정성 시비 등의 문제점으로 인해 일괄방식의 효용성에 관한 우려가 발생하고 있다(현창택 외 2005).

따라서 국내의 일괄방식으로 발주된 프로젝트를 사업기간, 사업비용, 성능수준, 기술개발 등의 다양한 측면에서 객관적이고 과학적으로 비교·분석할 필요가 있다. 또한 이를 통해 일반적으로 해외에서 보고되고 있는 일괄방식의 장점인 공기단축, 성능향상 등이 국내 건설산업에서 어느 정도 달성되었으며, 또한 부족한 점이 무엇인지를 분석해야 한다. 이러한 장·단점 도출을 바탕으로 국내 일괄방식의 발전방안을 제시해야 한다.

* 일반회원, 서울시립대학교 건축공학과 박사과정, chokyuman@empal.com

** 일반회원, (주)다산건설컨트, 상무, 공학석사 hwjl@naver.com

*** 종신회원, 서울시립대학교 건축공학과 교수, 공학박사, cthyun@uos.ac.kr

**** 종신회원, 서울시립대학교 건축공학과 부교수, 공학박사, kook@uos.ac.kr

본 연구는 건설교통부의 연구비 지원에 의한 연구의 일부임.
과제번호 05기반구조 A16-01.

기존의 발주방식 성과평가와 관련된 연구들에 따르면, 기 수행된 프로젝트들을 대상으로 정량적인 데이터를 중심으로 분석을 수행한 결과, 일괄방식의 주요 장점으로 공기단축의 효과를 강조하고 있다. 그리고 일괄방식을 적용하면, 전통적인 기타방식에 비하여 품질성능 및 시공성이 우수한 것으로 보고하고 있다. 한편, 대부분의 기존 연구결과를 살펴보면, 비교적 정량적인 데이터를 중심으로 비교 가능한 공기단축효과와는 달리, 품질향상 등의 성능수준을 측정함에 있어 해당 시설물의 발주자와의 면담결과를 이용하여 분석하고 있다.(국토연구원 2003, 서울시립대 2000, Sanvido and Konchar 1998, Molenaar and Songer 1999, Molenaar and Scott 2003)

이러한 면담위주의 품질측면의 성능수준 분석은 유사한 시설물에 대하여 발주방식별로 실제로 얼마나 차이가 나는지에 대하여 알 수 없고, 단지 해당 시설물을 수행한 발주자의 만족도만을 측정하는 수준이다.

따라서 본 연구에서는 기존의 설문조사 중심의 분석방법과 다르게, 전통적인 기타방식과 일괄방식으로 수행된 사례의 설계도서 등을 분석하여, 각각의 발주방식별로 해당 시설물의 성능수준이 실제로 얼마나 차이가 나는지를 평가해보고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구의 범위는 도로건설 프로젝트에서 일괄방식과 기타방식에서 일괄방식의 적용이유이자, 성능수준이 가장 크게 차이가 나는 교량부분에 대하여 분석하고자 한다. 즉, 발주방식별 교량계획의 성능수준을 다양한 지표를 활용하여 세부적으로 분석하고자 한다. 이를 위하여, 해당 시설물의 설계도면 및 설계설명서 등의 분석을 토대로 하여, 성능수준을 평가하였다.

한편, 성능수준을 평가함에 있어, 이미 준공된 사례의 결과데이터를 바탕으로 하기보다는 수행중인 사업의 설계도면 등을 바탕으로 실시하였다. 이는 이미 준공된 사례의 경우 대부분이 10년 이상의 과거데이터이기 때문에, 최근의 경향을 반영하고자 2000년 이후의 진행 중인 사업의 설계도서등을 선정하여 평가하기 위함이었다. 구체적인 성능수준의 평가 방법론은 다음과 같다.

첫째, 성능수준의 평가항목 및 평가기준을 개발하기 위하여, 기 수행된 프로젝트의 Pilot test를 실시하였다. 이러한 분석을 바탕으로 전문가 자문회의를 실시하여, 평가항목별 유사성 등을 고려하여 대분류 및 중분류로 구분하였다.

둘째, 개발된 성능수준 평가항목의 대분류 및 중분류에 대한 배점(가중치)을 산정하기 위하여, 전문가의 주관적 견해를 정량화 할 수 있는 기법인 AHP (Analytic Hierarchy Process)기법을 적용하였다.

셋째, 연구진이 개발한 평가항목 등에 대한 적정성을 평가하고, 각 평가항목에 대한 구체적인 평가방법 및 배점기준 등을 도출하기 위하여 Delphi 기법을 적용하였다.

마지막으로, 개발된 성능수준 평가항목 및 배점기준에 따라, 분석대상 프로젝트의 설계도면, 설계설명서 등을 분석하여 점수를 부여하여 일괄방식의 성능을 평가하였다. 이상의 내용을 정리하면 그림 1과 같다.

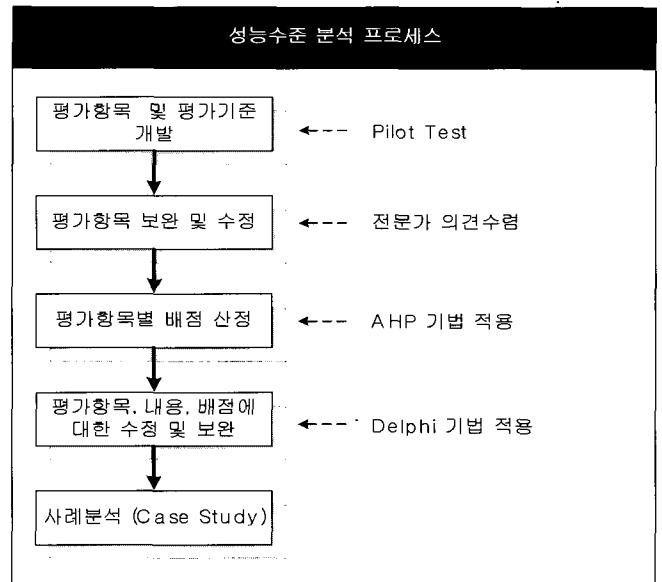


그림 1. 성능수준 분석 프로세스

2. 발주방식별 성과평가에 대한 선행연구

2.1 기존 연구의 성과평가 방법론

국내의 경우를 살펴보면, 서울시립대학교의 연구(2000)에서는 서울시에서 일괄방식과 기타방식으로 발주한 프로젝트를 대상으로 발주방식별 성과를 측정하였다. 정량적 데이터를 이용한 사업비, 사업기간, 복잡성과 설문조사 등의 정성적인 분석인 품질, 신기술·신공법의 적용성, 설계변경의 용이성, 클레임 및 분쟁 등의 측면에서 이루어졌다.

한국건설기술연구원의 연구(2001)에서는 건설사업 참여자를 대상으로 설문조사를 실시하였다. 일괄방식의 성과에 대하여 「설계기술력의 향상」, 「신기술·신공법의 개발 적용」, 「시설물의 품질 향상」, 「시공성검토의 충실성」, 「공사비절감」, 「수급자의 안정적인 사업추진」, 「공사기간의 단축」순으로 나타난다고 분석하였다. 그러나 일괄공사의 가장 큰 장점이자 효과로 알려진 공사기간의 단축효과는 국내에서는 발현되지 못하는 것으로 조사되었다.

국토연구원의 연구(2003)에서는 도로·교량·터널, 아파트, 철도·지하철, 건축물, 환경시설, 기타 등의 6개 분야에서 공사

유형을 분류하여 정량적인 데이터를 중심으로 공사기간, 공사비용 측면을 분석하였다.

대한주택공사 주택도시연구원의 연구(2005)는 대한주택공사가 2001~2004년에 일괄방식과 기타방식으로 건설하여 공급한 공동주택을 대상으로 각각의 발주방식에 따라 정량적인 공사기간, 공사비용측면, 정성적인 설문조사에 따른 시공품질 측면을 분석하였다.

한편, 일괄방식이 사업기간, 사업비용, 조달속도, 품질등의 측면에서 우수한 것으로 분석한 미국CII의 연구를 포함한, 해외의 발주방식별 성과평가에 관한 연구에서는 연구의 비교대상을 일괄방식과 기타방식, 일괄방식과 그 이외의 발주방식으로 비교·분석하였으며, 분석방법은 설문조사, 성능 매트릭스 활용, 단일변량/다변량 분석, 인터뷰/포럼 등이 활용되었다. 평가항목은 사업기간, 사업비용, 품질, 기능성, 사용자 만족도, 설계품질, 재료품질, 능숙도, 전체 품질, 계획과 프로그래밍 비용, 정부기관의 행정비용, 설계·시공비용, 설계변경건수, 기타 계약의 범위, 계획과 프로그래밍 기간, 설계·시공기간, 총 공사기간 등의 측면에서 조사되었다.(Sanvido and Konchar 1998, Molenaar and Songer 1999, Molenaar and Scott 2003)

2.2 시사점

연구의 방법론 측면에서 국내외 연구문헌을 분석한 결과, 여러 공종을 대상으로 과학적 통계분석을 실시한 사례도 있으나, 분석대상 사례수가 적어 신뢰성이 부족하였다. 한편, 대부분의 연구에서 설문조사를 중심으로 일괄공사의 성과에 대하여 분석하고 있다. 특히 일괄방식을 통한 품질향상 등을 측정함에 있어, 설문조사를 이용하는 등의 객관성 확보 측면에서 미흡한 것은 국내외 사례에서 유사하게 나타나고 있다. 따라서 본 연구에서는 일괄방식 및 기타방식에 대한 품질향상 측면의 성능을, 발주자 만족도 등을 평가하는 정성적인 평가와는 다르게, 실제 진행 중인 사업의 설계도서 및 설계설명서, 내역서, 시방서 등을 종합적으로 분석하는 방법을 통해 평가하고자 한다.

3. 성능수준 평가모델링

3.1 평가항목의 개발

“건설기술관리법시행규칙” [별표7]과 “건설기술개발및관리등에관한운영규정”의 [별표4] 설계평가 지표 및 [별표5] 설계검토서 작성기준은 각각 기타방식과 일괄방식의 설계 평가기준을 작

성하는 표준이기 때문에 이를 분석하였다. 또한, 기존의 설계도서 등을 바탕으로 도로건설사업에서 교량부분에 대한 Pilot test를 실시하여 성능수준을 효과적으로 평가할 수 있는 항목을 도출하였다.

한편, 연구진이 개발한 평가항목에 대한 타당성을 분석하기 위하여 1차 전문가 면담을 실시하였다. 1차 면담조사를 실시한 전문가들은 총 13명 이었으며, 3명은 서면응답으로 의견을 수렴하였다. 이들의 경력은 평균 15년 이상 이었으며, 공학박사 10명, 공학석사 3명으로 이루어진 전문가 집단이었다. 전문가 면담결과, 교량계획의 성능수준을 평가하기 위한 대분류 5개에 대하여 대체로 동의하였다. 그리고 중분류 측면에서는, “교량의 형식” 등의 항목간 이동 및 “경관분석”, “주변환경과의 조화” 항목간 중복성에 대한 의견이 도출되었으며, 이를 협의하여 반영하였다.

이러한 과정을 거쳐 교량계획에 대한 성능수준을 위한 평가항목을 크게 “계획성”, “시공의 적정성”, “유지관리성”, “안전성”, “환경성”의 대분류로 구성하였다. 또한, 각 대분류의 평가내용을 설명하는 중분류로서 계획성은 교량형식, 하부 및 기초형식, 부대시설물 설계로 구성하였으며, 시공의 적정성은 공법선택의 적정성, 가도·가축도·가교계획으로, 유지관리성은 유지관리비용, 유지관리설비, 계획계획수립, 내구성설계로 구성하였고, 안전성은 상부구조(상판, 거더), 하부구조(교좌장치, 교대, 교각), 기초로 구성하였다. 또한 환경성에서는 경관분석, 공해방지 측면을 고려하였다.

3.2 평가항목별 배점 산정

Thomas Saaty(1980)에 의해 제안된 AHP기법은 여러 가지의 대안을 동시에 고려하는 과정에서 발생될 수 있는 일관성 결

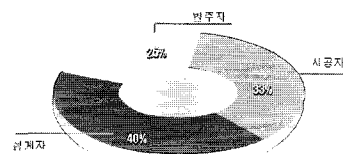


그림 2. 설문대상자의 구성

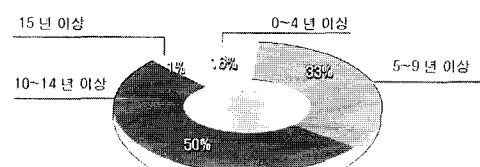


그림 3. 설문대상자들의 경력

여사항을 배제하기 위해, 한 번에 두 개의 대상 또는 기준 만을 비교하도록 함으로써 결과적으로 전체를 평가하는 방법이다.(김인호 2001) 특히 AHP기법은 정량적인 요소뿐만 아니라 전문가의 의견 등의 정성적인 요소까지 고려할 수 있는 장점을 가지고 있다. 따라서 위에서 개발한 성능수준 평가를 위한 대분류 및 중분류의 배점을 산정하기 위하여, AHP 기법을 적용하였다. 설문 조사 결과를 토대로 평가항목간의 쌍별비교를 실시한 후, 평가항목별 선호도를 고려하여 배점을 산정하였다. 배점을 산정하기 위하여 15인의 전문가 면담을 실시하였으며, 설문의 대상이 된 전문가의 구성 및 경력은 앞의 그림과 같다.

아래의 그림은 전문가 1인을 대상으로 한 각계층간 평가항목별 배점산정 프로세스의 예이다.

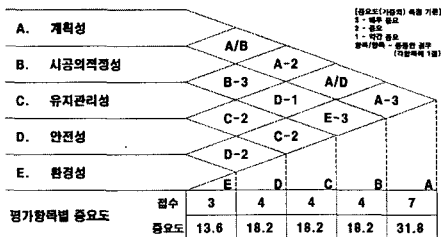


그림 4. 평가항목별 배점 산정 프로세스

AHP기법을 적용한 배점 분석결과, 교량계획부문 대분류를 구성하는 5가지 평가항목의 배점은 각각 계획성 29.79%, 시공의 적정성 20.21%, 유지관리성 18.09%, 안전성 20.21%, 환경성 11.70%로 나타났다.

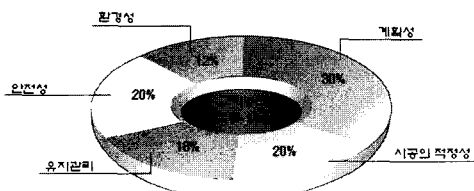


그림 5. AHP결과(대분류)

또한, 각 대분류별 중분류에 대한 중요도를 분석하여 중분류의 가중치를 도출하였으며, 대분류별 배점에 비례하여 이를 조정하였다. 이상의 AHP적용 평가항목별 배점은 표 1과 같다.

결과를 분석해보면, 교량계획에 있어 시설물의 성능수준은 계획성 측면이 가장 크게 영향을 미치는 것으로 분석되었으며, 시공의 적정성 및 안전성이 중요한 것으로 평가하였다. 환경성 측면은 해당 도로건설공사 측면에서는 매우 중요한 것일 수 있으나, 교량계획의 성능을 평가함에 있어 다른 항목에 비해 그 중요도가 낮은 것으로 분석되었다.

표 1. 교량계획 부문 평가항목 및 배점

대분류	중분류	중요도	
		대분류	중분류
계획성	교량형식	30	12
	하부및기초형식		12
	부대시설물 설계		6
시공의 적정성	공법선정의 적정성	20	14
	가도, 가축도, 가교계획		6
유지관리성	유지관리비용	18	3
	유지관리설비		5
	계측계획 수립		5
	내구성 설계		5
안전성	상부구조 (상판, 거대)	20	10
	하부구조 (교좌장치, 교대, 교각)		5
	기초		5
환경성	경관분석	12	8
	공해방지		4
총 계		100	100

3.3 델파이 기법

가. 적용배경 및 개요

델파이 기법은 과거자료의 획득이 불가능하여 불가피하게 분야별 전문가들의 의견에 의존해야 할 경우, 의견의 피드백이 가능하도록 통제된 상황에서 질문지 배포 등에 의한 집중적 질문을 통해 전문가 집단의 의견을 도출하는 것이다.(김인호 2001) 즉, 앞서 분석한 교량계획에 대한 발주방식별 성능수준의 대·중분류 항목에 대한 구체적인 평가방법으로서 소분류 및 평가기준을 개발하기 위하여 델파이 기법을 적용하였다. 델파이 기법을 적용하기 위한, 7인의 전문가들은 경력이 20년 이상인 자들을 선정하였으며, 다음의 프로세스에 따라 델파이 분석을 실시하였다.

Round 1에서 전문가들은 연구진이 개발한 성능수준 평가기준 및 배점기준에 대하여 검토를 실시하였다. Round 2에서 전문가들은 서로의 의견을 교환함으로써, 각 평가항목을 보완하고, 점수기준에 대하여 합의점을 도출하였으며, 각 중분류를 평가하기 위한 소분류 및 평가기준을 개발하였다. 마지막 Round 3에서는 개발된 평가항목 및 평가기준 등에 따라, 실제 프로젝트의 설계도서등을 바탕으로 각 사례별로 점수를 합의하여 부여하였다. 이 결과는 5장의 표 8과 같다.

나. 적용결과

델파이 기법을 적용하여 전문가들의 의견을 조율한 결과는 다음과 같다. 우선 대분류 항목에 대하여 대체로 연구진이 개발한 내용에 대하여 합의하였으나, 안전성을 “안정성/구조개선”으로 수정하는 것으로 제안하였다. 그리고 중분류에 대하여, 시공의 적정성 측면에 “공서관리계획의 적정성”을 포함하여 평가하고,

안전성에 대한 중분류항목인 기초는 “기초의 구조”로 한정하여 평가할 것을 합의했다.

한편, 각 중분류 항목을 평가하기 위한 방법으로서, 소분류를 도출하였다. 교량형식은 “상부형식의 특징”을 하부 및 기초형식은 “교각, 교대, 기초형식”의 특징으로 한정하여 평가하며, 부대시설물 설계의 경우 “교좌장치, 신축이음장치, 교면포장, 교량배수시설”을 중심으로 평가하는 것이 해당 교량계획의 계획성 측면을 평가하는데 적당하다는 의견이 모아졌다. 또한, 대분류 및 중분류에 대한 배점의 적정성 측면에서, 비록 AHP기법을 적용하여 항목별 배점이 이미 결정되었으나, 시공의 적정성과 같이 새로 추가된 중분류 항목에 따른 조정을 실시하였다.

마지막으로 각각의 대·중·소분류의 평가항목별 배점기준을 개발하였다. 세부적인 내용은 표 2~표 6과 같다.

4. 성능수준 평가기준

위에서 언급한 방법에 따라, 파일럿 테스트, AHP, 델파이 기법 등의 다양한 방법이 적용된 평가항목 및 배점기준은 최종적으로 다음과 같다.

4.1 계획성

계획성 측면에서는 교량형식, 하부 및 기초형식, 부대시설물 계획에 대한 분석을 실시하였다. 첫 번째로 교량형식 측면에서는 상부형식의 특징과 관련하여 교량의 유형, 교량의 연장, 교량의 폭, 변단면 계획, 조인트 계획 등에 대하여 평가한다. 두 번째로 하부 및 기초형식 측면에서는 교각, 교대, 기초의 유형 및 특징을 분석한다. 세 번째로 부대시설물 설계 측면에서는 교좌장치, 신축이음장치, 교면포장, 교량배수시설의 유형 및 특징을 분석대상으로 선정하였다.

표 2. 교량계획의 계획성부분 평가항목 및 기준

평가항목			평가기준	
대분류	중분류	소분류		
계획성 (30)	교량형식 (15)	상부형식 특징	- 상 : 15점 - 중 : 13점 - 하 : 11점	[상(上) 기준] 1. 특수교량 여부 예: Arch형식 적용 2. 개선공법(경계성, 시공성 등 고려) 적용 여부 예: Bracket 설치 3. 교량형식의 적정성
		교각	- 상 : 10점 - 중 : 8점 - 하 : 6점	[상(上) 기준] 1. 특수교량 여부 예: Arch형식 적용 2. 교량형상 예: 장방형, 원형 등 교각형상 적용 3. 형식의 적정성
	하부 및 기초형식 (10)	교대 기초형식	- 상 : 10점 - 중 : 8점 - 하 : 6점	
부대시설물 설계 (5)	신축이음장치 교면포장 교량배수시설	교좌장치	- 상 : 5점 - 중 : 4점 - 하 : 3점	[상(上) 기준] 1. 개선공법(경계성, 시공성 등 고려) 적용 여부 예: Finger Type 등 신축이음장치 적용 예: SMA 등 교면포장 적용
		교면포장		
		교량배수시설		

4.2 시공의 적정성

시공의 적정성 측면에서는 공법선정, 공사관리계획, 가도·가축도·가교계획에 대하여 평가한다. 첫 번째로 공법선정의 적정성 측면에서는 상부공법, 하부공법, 기초공법의 유형 및 특징, 그리고 말뚝, 항타 시 소음·진동에 대하여 고려하였는지 여부를 평가한다. 두 번째로 공사관리계획 적정성 측면에서는 민원, 안전관리, 교통처리계획, 공정관리 및 품질관리 등을 분석하기로 결정하였다. 세 번째로 가도·가축도·가교계획 측면에서는 세굴 방지대책 및 공사용 가도, 가축도, 가교 계획의 수준을 평가한다.

표 3. 시공의 적정성부분 평가항목 및 기준

평가항목			평가기준	
대분류	중분류	소분류		
시공의 적정성 (18)	공법선정의 적정성 (10)	상부공법	- 상 : 10점 - 중 : 8점 - 하 : 6점	[상(上) 기준] 1. 개선공법(경계성, 시공성 등 고려) 적용 여부 예: 일괄가설공법 등 상부공법 적용 예: PRD공법 등 기초공법 적용
		하부공법		
		기초공법		
공사관리계획 적정성 (5)	민원, 안전관리, 교통처리, 공정관리, 품질관리 등		- [계획미수립] : 2점 - [계획수립] : 4점 - [계획수립 타월] : 5점	
		가도, 가축도, 가교계획(3)	- 가도, 가축도, 가교계획	- [현장검토] : 2점 - [사전검토] : 3점

4.3 유지관리성

유지관리성 측면에서는 유지관리비용, 유지관리설비, 계획수립, 내구성 설계에 대하여 분석한다. 첫 번째로 유지관리비용 측면에서는 교량계획시 시설물 유지관리에 소요되는 비용에 대하여 어느 정도 고려하였는지를 평가한다. 두 번째로 유지관리설비 측면에서는 교대/교각 점검시설과 같은 외부점검시설의 설치 여부, Box내부 출입구 및 조명시설과 같은 내부점검시설의 설치여부, 부대시설의 설치여부를 평가한다. 세 번째로 계획수립

표 4. 유지관리성에 대한 평가항목 및 기준

평가항목			평가기준	
대분류	중분류	소분류		
유지관리성 (20)	유지관리비용 (6)		- 상 : 6점 - 중 : 4점 - 하 : 2점	[상(上) 기준] 1. 개선공법(경계성, 시공성 등 고려) 적용 여부 예: R.C 등 교량형식 적용 예: Finger Type 등 신축이음장치 적용 예: SMA 등 교면포장 적용
		유지관리설비 (4)	외부점검시설 내부점검설비 부대시설	- 점검시설 개선 무(無) : 3점 - 점검시설 개선 유(有) : 4점
	계획수립 (4)	공사중 공사후	- [계획수립 미수립] : 2점 - [계획수립 / 해당없음] : 4점	
		내구성 설계 (6)	설계 재료 시공분야	- [내구성 설계 미고려] : 4점 - [내구성 설계 고려] : 6점

수립 측면에서는 변형율계, 경사계, 로젯계이지 처짐계, 가속도계, 조인트미터 등의 계측기기를 활용한 단계별 계측계획 수립 여부에 대하여 공사중 및 완공후로 구분하여 평가한다. 네 번째로 내구성 설계 측면에서는 설계부문, 재료부문, 시공부문에 구분하여 분석하였다. 설계부문 측면에서는 피복 두께, 균열폭, 시공이음부 처리방법 등의 특징에 대하여 평가하고, 재료부문 측면에서는 사용골재의 품질, 잔골재의 표면수량 등의 특징에 대하여 살펴본다. 시공부문 측면에서는 콘크리트 타설시 투입속도와 낙하고, 공사에 사용한 진동기 종류 등의 특징을 평가한다.

4.4 안정성/구조개선

안정성/구조개선 측면에서는 상부구조, 하부구조, 기초구조로 분류하고, 각 부분별 상세해석, 시공 중 안정성, 구조개선사항에 대하여 평가한다. 첫 번째로 상부구조 측면에서는 상판 및 거더(Girder)의 장기거동, 실교통류에 의한 안정성, 유한요소 해석, 응력검토, 피로해석, 열영향 검토 등과 관련된 상세해석에 대하여 어느 정도 고려하였는지를 평가한다. 두 번째로 하부구조 측면에서는 교차장치, 교대, 교각의 수화열 및 온도응력해석, 유한요소 해석, P- Δ 해석 등과 관련된 상세해석, 그리고 내진설계에 대하여 어느 정도 고려하였는지를 분석하였다. 세 번째로 기초구조 측면에서의 안정성 확보를 위한 상세 해석에 대하여 어느 정도 고려하였는지를 평가한다.

표 5. 안정성/구조개선에 대한 평가항목 및 기준

대분류	평가항목		평가기준
	중분류	소분류	
안정성 / 구조개선 (20)	상부구조 (상판, 거더) (10)	상세해석 및 구조개선사항	- [상세해석 및 구조개선 미실시] : 8점 - [상세해석 및 구조개선 실시] : 10점 *상세해석 및 구조개선 건수에 따라 9~10점으로 산정함.
	하부구조(교차장치, 교대, 교각) (5)	상세해석 및 구조개선사항	- [상세해석 및 구조개선 미실시] : 4점 - [상세해석 및 구조개선 실시] : 5점 *상세해석 및 구조개선 건수에 따라 4~4.5점으로 산정함.
	기초구조 (5)	상세해석 및 구조개선사항 세굴(洗掘)검토	- [상세해석 및 구조개선 / 세굴검토 미실시] : 4점 - [상세해석 및 구조개선 / 세굴검토 실시] : 5점 *상세해석 및 구조개선 건수에 따라 4~4.5점으로 산정함.

4.5 환경성

환경성 측면에서는 경관분석, 공해방지에 대하여 평가한다. 첫 번째 경관분석 측면에서는 경관분석기법과 각종 분석기법에 따른 구조물의 경관성 도입 여부와 조형적 측면에서 독창성과 균형미의 반영 정도를 평가한다. 두 번째로 공해방지 측면에서는 소음·진동 저감방안, 비산먼지 확산방지, 수질오염 저감방안에 대하여 어느 정도 고려하였는지 여부를 평가한다.

표 6. 환경성에 대한 평가항목 및 기준

대분류	평가항목		평가기준
	중분류	소분류	
환경성 (12)	경관분석 (8)	조형성	- 독창성 : 3점 - 일반형식, 교각단순설계 : 2점
		분석내용	- [분석내용 중 0개 고려] : 2점 - [분석내용 중 1개 고려] : 3점 - [분석내용 중 2개 고려] : 4점 - [분석내용 중 3개 고려] : 5점
공해방지 (4)		소음, 진동 저감방안	- [0개 고려] : 1점 - [1개 고려] : 2점
		비산먼지 확산방지	<※ 현장검토의 경우, 2점 부여>
		수질오염 저감방안	- [2개 고려] : 3점 - [3개 고려] : 4점

5. 발주방식별 성능수준

3절에서 기술한 성능수준 평가항목 및 평가기준에 따라, 국내에서 수행된 고속도로 및 국도 프로젝트에서 교량계획에 대한 성능수준을 분석하였다.

5.1 분석대상 사례 선정

성능수준 분석 결과의 신뢰도를 높이기 위해서는, 같은 지형/같은 조건의 프로젝트를 일괄방식과 기타방식으로 발주하여 성과를 측정해야 이상적(理想的)이다. 그러나 현실적으로 불가능하기 때문에 분석대상사례들의 프로젝트별 특성, 규모, 시기가 유사한 사례를 선정하였다.

한편, 발주자 조직의 구성 및 조직은 해당 시설물의 성능수준에 크게 영향을 크게 미친다. 따라서 고속도로의 경우, 일괄방식과 기타방식을 많이 수행하는 A발주기관의 사례를 수집하였다. 그리고 국도의 경우, 조직과 편제가 유사한 건설교통부 산하 B, C지방청의 사례를 수집하였다. 또한 일괄방식의 사례 수는 적기 때문에 전수조사를 원칙으로 하였고, 일괄방식과 사업의 특성 및 위치 등이 유사한 기타공사를 선별하여 분석을 실시하였다. 그리고 앞서 서두에서 기술한 바와 같이 일괄방식과 기타방식에 대한 품질향상 등의 성능수준 평가를 목적으로 하기 때문에, 최근의 경향을 반영하고자 2000년 이후의 설계 완료된 프로젝트를 분석대상 사례로서 선정하였다. 최종 선정된 분석 대상사례 건수 및 프로젝트 선정기준은 표 7과 같다.

5.2 성능수준 평가

표 7. 분석대상 사례의 수 및 선정기준

구분	A 공사	B 청	C 청	선정기준
일괄방식	5	1	4	<ul style="list-style-type: none"> · 장대교량이 포함된 프로젝트 · 1000억원 이상 규모의 프로젝트 · 2000년 이후 시행된 프로젝트 · 인접한 지역의 프로젝트
기타방식	5	5	6	

고속도로와 국도 부문에서 전반적으로 유사한 결과가 나타났다. 계획성, 시공의 적정성, 유지관리성, 안정성/구조개선, 환경성 측면 모두에서 일괄방식이 우수한 것으로 나타났다. 구체적인 분석결과는 표 8과 같다.

가. 계획성

계획성 측면에서는 교량형식, 하부 및 기초형식, 부대시설물 형식 등을 분석하였다. 일괄방식은 상세검토를 통하여 다양한 교량형식을 반영하고 있으며, 동일한 형식을 적용하더라도 공법을 개선하여 경제성, 시공성 및 미관을 개선하고 있는 것으로 나타났다. 하부 형식에 대해서는 경관 분석을 통한 다양한 형상의 교각계획을 수립하여 기타방식과 차별화하는 것으로 나타났다. 기초형식에 대해서는 지반 특성에 따라 적용되므로 어느 것이 우수하다고 판단하기 어렵지만, 일괄방식의 경우 상세한 지반조사와 검토를 통하여 다양한 공법을 적용하고 있는 것으로 분석되었다. 부대시설물 설계 측면에서 기타방식은 교좌장치, 신축이음장치 등을 일괄적으로 적용하고 있으나, 일괄방식은 내구성이 우수한 형식을 적용하고 있는 것으로 분석되었다.

나. 시공의 적정성

시공성 측면에서 일괄방식은 기타방식에 비하여 다양한 분석을 수행하고 있으며, 시공 단계에서 현장 변경사항을 최소화시키기 위한 방안을 강구하는 것으로 분석되었다.

다. 유지관리성

유지관리성 측면에서 유지관리비용, 유지관리설비, 계측계획 수립, 내구성 설계 등을 분석하였다. 일괄방식은 기타방식과 동일한 상부구조 형식을 적용하더라도, 내구성이 우수한 부대시설물을 활용함으로써 유지관리비용을 최소화할 수 있는 방안을 강구하고 있는 것으로 나타났다. 유지관리설비 측면에서는 이동식 점검시설과 같은 유지관리가 용이한 설비를 적용하고 있고, 계측계획을 철저히 수립하여 시공을 실시하고 있으며, 내구성 분석을 통하여 공사 완공 후 하자를 최소화하기 위한 방안을 강구하는 것으로 나타났다.

라. 안정성 / 구조개선

일괄방식은 다양한 상세해석을 통하여 토목기술자의 실력향상을 도모하고 있으며, 이러한 기술력을 바탕으로 각종 신기술, 신공법 개발을 촉진하고 있는 것으로 나타났다. 이러한 측면에

표 8. 사업유형별 교량계획 측면의 성능수준 분석결과

평가항목		고속도로						국도					
		평가점수				비교 평가		평가점수				비교 평가	
		일괄공사		기타공사		일괄	기타	일괄공사		기타공사		일괄	기타
대분류	중분류	대분류	중분류	대분류	중분류			대분류	중분류				
계획성	교량형식	29.1	14.9	26.2	13.7	✓	28.4	14.6	26.4	13.5	✓		
	하부 및 기초형식		9.6		8.5	✓		9.3		8.3	✓		
	부대시설물 설계		4.7		4.0	✓		4.5		4.6		✓	
시공의 적정성	공법선정의 적정성	16.1	9.5	12.3	8.3	✓	16.7	9.8	12.7	8.2	✓		
	공사관리 계획의 적정성		4.0		2.0	✓		4.0		2.0	✓		
	가도, 가축도, 가교계획		2.6		2.0	✓		2.9		2.5	✓		
유지관리성	유지관리비용	17.0	4.5	12.7	3.6	✓	17.1	4.9	14.5	5.0		✓	
	유지관리 설비		3.5		3.0	✓		3.4		3.1	✓		
	계측계획 수립		4.0		2.1	✓		4.0		2.0	✓		
	내구성 설계		5.0		4.0	✓		4.8		4.4	✓		
안정성 / 구조개선	상부구조 (상판, 거대)	19.3	9.8	16.0	8.0	✓	18.8	9.9	15.7	8.0	✓		
	하부구조 (교좌장치, 교대, 교각)		4.8		4.0	✓		4.6		4.1	✓		
	기초구조		4.7		4.0	✓		4.4		3.7	✓		
환경성	경관분석	8.1	6.0	6.0	4.0	✓	10.1	7.2	6.0	4.0	✓		
	공해방지		2.1		2.0	✓		2.9		2.0	✓		
총계		89.6		73.2		✓		90.8		75.3		✓	
비고		일괄방식은 기타방식에 비해 고속도로 건설 사업에서 교량계획 측면의 성능이 122.4% 우수한 성과를 보임						일괄방식은 기타방식에 비해 국도 건설 사업에서 교량계획 측면의 성능이 120.6% 우수한 성과를 보임.					

서 일괄방식은 기타방식에 비하여 안정성/구조개선이 우수한 것으로 분석하였다.

마. 환경성

일괄방식은 다양한 경관분석기법을 통하여 경관성, 조형성을 심도 있게 고려하고 있으며, 각종 공해방지 대책을 수립하고 있는 것으로 나타났다. 이러한 측면에서 일괄방식은 기타방식에 비하여 환경성이 우수한 것으로 분석하였다.

6. 결론

전술한 바와 같이 일반적으로 일괄방식은 전통적인 기타방식에 비해, 공기측면의 장점이 가장 두드러지는 것으로 보고되고 있다. 한편, 기존의 발주방식의 성과평가와 관련된 연구에서 설문조사를 통한 발주자 만족도등을 조사하여 평가했던, 시설물의 품질 등의 성능수준을 정량적으로 평가해보고자 본 연구가 수행되었다.

이 연구를 수행하면서, 가장 중점이 된 사항은 연구진이 자체적으로 개발한 주관적 성향이 강한 평가항목 및 배점기준에 대하여, 객관성과 타당성을 부여하는 것이었다. 이를 위하여, AHP, Delphi 기법 등을 사용하여 객관성을 최대한 부여하고자 노력하였다. 한편 개발된 발주방식별 성능수준 평가기준을 이용하여, 2000년 이후 발주된 고속도로 및 국도건설사업의 교량부분에 대한 설계도서를 분석하였다.

분석결과 고속도로 건설사업에서 일괄방식은 기타방식에 비해 122.4% 정도 성능이 우수한 것으로 분석되었으며, 국도의 경우 120%정도 우수한 것으로 분석되었다. 그러나 국내에서 일괄방식은 주로 해상교량이나 장대교량이 포함된 주로 난공사 프로젝트에서 적용되고 있기 때문에, 즉 설계당시부터 다양한 해석 등으로 인하여 일괄방식의 성능이 기타방식에 비해 우수한 것으로 나타났을 가능성도 있다.

이 연구에서 분석한 성능수준 결과를 바탕으로, 일괄방식의 우수성이 증명된 것은 아니다. 발주방식별 성과를 평가할 때 주요하게 고려되어야 할 비용 측면의 요소를 고려하지 않고, 성능수준 측면을 분석하였기 때문이다. 당초 이 연구에서는 공사비 측면을 고려하여, 공사비 대비 성능수준을 분석하고자 하였다. 그러나 선정된 기타방식의 사례들이 적격심사와 최저가낙찰제로 수행된 사례가 혼합되어 있어, 비용측면의 비교 및 결과의 해석이 곤란하였다. 따라서 향후 본 연구의 결과와 더불어 사업의 단위사업비 등을 분석하여, 비용대비 성능이 얼마나 우수한 성능을 보이고 있는지를 분석할 필요가 있다.

또한, 본 연구에서는 교량부분에만 한정하여 성능수준을 분석하였으나, 공동주택이나 플랜트 등의 사업유형에 대해서도 지속

적인 성능수준에 대한 평가가 필요하다.

참고문헌

1. 국토연구원(2003). 대형공사 입찰제도 개선방안 연구, 건설교통부.
2. 김인호(2001). 건설사업의 리스크 분석, 기문당, pp.199-216.
3. 대한주택공사 주택도시연구원(2005). 공동주택 건설사업 발주 및 사업관리방식별 특성 분석.
4. 서울시립대(2000). 대형공사 입찰방법이 건설공사에 미치는 영향 연구, 서울특별시.
5. 한국건설기술연구원(2001). 턴키제도 시행성과와 장기발전 전략연구, 건설교통부.
6. 현창택, 김성일, 조규만(2005). 대형 공공공사 입찰방법 선정 기준 개발 연구, 국토연구원.
7. Molenaar, K. R. and Songer, A. D.(1999). "Public-Sector Design/Build Evolution and Performance", J. Mgmt. in Eng., ASCE, 15(2), pp. 54-62.
7. Molenaar, K. R. and Scott, S.(2003). Design-Build for the public sector, ASPEN. USA.
8. Sanvido.V. and Konchar, M.(1998). Project Delivery Systems: CM at Risk, Design-Build, Design-Bid-Build, The Construction Industry Institute(CII).

논문제출일: 2006.09.05
심사완료일: 2007.03.14

Abstract

Recently, the Design-Build (DB) delivery method in public sector makes some argument by reason of the initial cost which is more higher than those of Design-Bid-Build (DBB). According to the results of pervious researches related to the performance evaluation of delivery method, DB can lead the reduction of project cycle time and also is superior to the traditional DBB in terms of construction quality. The performance on each delivery method could be generally evaluated by a project cost and a project cycle time as one of quantitative analyses, and also by construction quality as one of qualitative analyses. In most researches, the evaluation of performance level based on delivery methods has been evaluated by the degree of their satisfaction through the interview with owners.

Therefore, this paper analyzed the design documents of construction projects delivered by traditional DBB and DB in bridge construction projects in order to measure design quality, constructability, maintainability, and etc. As an above-mentioned analyses, finally, this research shown that how much the difference of performance level is by each delivery method.

Keywords : Delivery Method, Evaluation of Performance Level, Bridge construction projects
