

가치공학에 기초한 궤도도상구조의 비교분석

Comparative Analysis of Track Ballast Structures based on Value Engineering

백재욱* 송유섭** 박대효***

Baek, Jae-Wook Song, Yoo-Seob Park, Taehyo

ABSTRACT

The objective of this paper is to evaluate the proposed design by the Value Engineering (VE) analysis for the gravel ballast and the concrete ballast track structures. However, reliabilities about the VE analysis results based on Life-Cycle Cost(LCC) has not been fully benefited from VE implementation due to disregard of basic principles and lack of systematic performance measurement systems. In this paper, the VE analysis using the Delphi survey of professional group is proposed to decide reasonable determinants for investment and alternative design in construction project of railway tracks. Moreover, the efficiency of VE analysis is invested by an application of the developed methodology to track structures.

keywords : track ballast structures, value engineering, life-cycle cost, Delphi survey

1. 서론

가치공학(VE, Value Engineering)은 가치분석(VA, Value Analysis)에서 발전하여 VA는 비용효율(cost effectiveness)이 높은 재료나 부품을 사용함으로써 가치를 높이려는 기법이다. 사용 중에 있는 재료나 부품의 기능을 체계적으로 검토하여 그 기능을 좀 더 경제적으로 실현할 수 있는 방안을 모색하는 방법이다. 구체적으로 기존의 재료나 부품을 제거, 단순화, 결합 또는 대체함으로써 비용을 절감할 수 없는지를 검토하는 분석방법이다. VE는 최저의 총 비용으로 필요한 기능을 달성하기 위해 조직적으로 제품 또는 서비스의 기능에 대한 연구를 하는 것으로 정의된다. 이러한 정의로부터 VE는 단순한 원가절감이 아니라 가치의 연구에 의한 합리적인 문제해결의 방법(problem solving method) 즉, 제품 또는 서비스의 기능을 명확히 하고 그 기능을 달성하는 방법에 대해 가치를 산출하며 가치가 낮은 부분을 높이는 개선활동이다[1].

우리나라의 건설시장도 대안을 통한 계획 혹은 설계의 프로젝트 초기단계에서 예산절감을 목적으로 VE가 재발굴 되었다. VE는 예산절감이라는 목표 아래에서 기존의 VE 이론들이 제시했던 절차와 기법들을 충실히 따르지 않았음에도 불구하고 VE팀 구성원들이 가지는 지식과 경험을 바탕으로 한 대안의 창출을 통해 가시적인 예산절감 효과를 가져왔다[2].

본 연구도 VE 본연의 개념 및 목적에 맞게 대안의 개선·창출을 위해 전후관계를 파악하여 각 기능별로 분해해서 가치를 산출하고 가치가 낮은 부분을 중점적으로 개선해 가는 연구과정이 포함되어야 하지만 국내 건설분야에서는 아직까지 그 체계가 실질적으로 확립되지 않아 본 연구범위에서 제외되었다.

* (주)유신코퍼레이션 철도부, 정회원

** 한양대학교 토목공학과 석사과정

*** 한양대학교 토목공학과 부교수, 정회원

하지만 전문가가 가지고 있는 그들의 지식과 경험을 바탕으로 한 대안의 가치공학적 비교 및 분석은 현재 예산절감이라는 나름의 성과로 도출됨으로 본 연구를 수행할 수 있었다. 이에 본 연구는 철도의 궤도도상구조(track ballast structures)의 적용에 있어 가장 크게 고려되는 경제성 비교의 적정성을 찾기 위해 문제점을 개선시킬 수 있는 방안으로 생애주기비용(LCC, Life-Cycle Cost)에 의한 가치공학적 비교가 분석되었다. 궤도도상구조의 경제성을 평가함에 있어 유지관리항목 및 프로파일(profile)의 산정과 기능평가를 위한 평가항목의 선정은 전문가그룹을 통해 설문항목이 분석되는 델파이설문(Delphi survey)이 사용되었다[3]. VE 적용을 통한 궤도도상구조의 결정으로 궤도구조 간 경제성 비교의 개선점을 찾을 수 있으며 보다 신뢰할 수 있는 의사결정의 판단 잣대로 이용이 가능하다.

2. 궤도도상구조의 동향

지금까지 널리 사용된 자갈도상 궤도구조는 선로의 품질을 유지하기 위해서 지속적인 관리가 필요로 하는 등 다음과 같은 문제로 콘크리트도상 궤도구조로 대체되고 있다. 첫 번째로 열차의 통과와 함께 궤도틀림이 보다 많이 발생한다. 콘크리트도상 궤도구조는 응력분포가 분산되어 있으므로 궤도의 파괴가 잘 일어나지 않는데 비하여 자갈도상 궤도구조는 응력분포가 침목 밑에 집중함으로 궤도의 파괴가 한층 더 일어나기 쉬우므로 항상 선로를 보수규정치 이내로 두기 위해서 많은 보수작업을 실시해야 한다. 두 번째로 빈번한 보수작업으로 인하여 직무 안전사고가 많이 발생한다. 세 번째로 3D 현상 등으로 보수인력 충원이 어렵다. 네 번째로 미관상 좋지 않고 먼지가 많이 일어난다. 다섯 번째로 통과속도에 기인한 자갈 날림현상 등으로 차량의 고장 등 안전사고에 문제가 있다. 이런 문제에 대한 인식으로 자갈도상 궤도구조의 단점을 극복하기 위해 콘크리트도상 궤도구조로 전환되고 있다. 콘크리트도상 궤도구조는 초기 건설비용이 다소 높으나 도상의 손상 및 마모가 적으며, 승차감이 좋고 내구성이 뛰어나며, 자갈도상 궤도구조에 비해 유지관리비용이 거의 들지 않는다. 소음문제도 자갈도상 궤도구조 보다 3~4db 정도 높으나 거의 해결되어가는 과정이고 연선의 미적인 환경면에서도 훨씬 깨끗하고 승차감도 좋으며 환경친화적인 것으로 그리고 터널 및 가도교의 건축한계 확보가 용이하다는 장점이 있다[4,5].

3. 궤도도상구조의 가치공학 분석

대안의 도출 및 검토는 여러 개념과 평가기준 하에서 가장 적절한 대안을 개발하고 선택하려는 의사결정의 문제로 정의할 수 있다. 하지만 이런 주관적 가치를 지닌 개념은 정량화하기 매우 힘들어 보다 객관적이고 체계적인 접근법을 필요로 한다. 대안 선정을 실질적으로 최적화하기 위해서는 선정기준과 관련된 여러 요소들 간의 상호 연관관계를 파악하여 장단점을 정량화 시켜 판단·선정해야한다. 이를 위해 체계적인 문제해결기법으로 인식되고 있는 VE 개념을 사용하여 비교·분석하는 것이 일반적이다[6]. 이에 본 연구도 VE 개념을 도입하여 자갈도상과 콘크리트도상 궤도구조에 대해 비교·분석되었다.

3.1 가치공학 분석의 이론 정식화

가치공학이란 소정의 성능, 신뢰성 및 안정성을 만족하거나 보다 품질을 향상시키면서 최소의 생애주기비용으로 필요한 기능을 확보하기 위해 행해지는 조직적인 개선활동으로 비용의 절감, 생산성의 향상, 품질의 개선을 도모하기 위한 유효한 수단이다. 일반적으로 가치공학에서는 가치의 정도를 평가하기 위해 $가치(V) = \frac{기능(F)}{비용(C)}$ 이라는 개념이 사용된다[1]. 하지만 단순히 대안별로 정성적인 비교로만 그치지 않고 어느 정도까지 가치가 향상 되었는지를 그리고 어느 정도까지 요구된 착안사항에 맞게 가치공학 분석이 이루어졌는지를 평가하기 위해서는 정량적인 표현 개념이 필요하다. 본 연구에서는 향상된 가치척도를 정량적으로 표현하고 기능분석을 개량화 할 수 있게 또한 요구 측정의 정도를 판단할 수 있도록 가치점수라는 판단의 근거치가 사용되었다[7]. 신뢰성 있는 가치점수를 산출하기 위해서는 프로젝트의 특성에 맞는 의사결정요소의 선정과 전문가의 의견을 반영한 절대적이고 근거 있는 기능평가가 요구된다. 또한 이에 관한 일관성과 상세한 비용항목으로 이루어진 생애주기비용의 산출이 검증 및 선행되어야 한다. 본 연구에서의 가치점수 산출 과정은 다음과 같다.

가치점수는 대안의 기능점수와 대안의 상대 생애주기비용으로 이루어지며 산정 식은 다음과 같다.

$$VM_a = \frac{FM_a}{RLCC_a} \quad (1)$$

여기서, VM_a 은 대안의 가치점수, FM_a 는 대안의 기능점수, $RLCC_a$ 는 대안의 상대 LCC를 나타낸다. 대안의 기능점수는 요구되는 평가항목에 대한 기능점수의 합으로 이루어지며 산정 식은 다음과 같다.

$$FM_a = \sum_{r=1}^R f_r = \sum_{r=1}^R (P_r \times e_r) \quad (2)$$

여기서, r 은 평가항목의 개수, f 는 평가항목에 대한 기능점수, P 는 평가항목에 대한 가중치, e 는 평가항목에 대한 평가점수를 나타낸다.

대안의 상대 LCC는 대안의 생애주기비용에 대한 대안별 최소 생애주기비용의 비율로 나타낸다.

$$RLCC_a = \frac{LCC_a}{LCC_a^{\min}} \quad (3)$$

여기서, LCC_a 는 대안의 LCC, LCC_a^{\min} 는 대안별 최소 LCC를 나타낸다.

기능평가가 동일한 척도에서 정량화되기 위해 기능점수라는 개념이 사용되었고 가치점수도 이와 같은 개념으로 상대 LCC가 사용되어 비율로써 표현되었다. 점수라는 개념이 사용되어 쉽게 인지할 수 있는 정도화가 가능하게 되었고 이에 대안의 가치점수와 대안의 기능점수는 최대 100점으로 표현되며 대안의 상대 LCC는 최소 1.000으로 표현된다.

레도도상구조에 대한 LCC 분석모델은 Ehlen & Marshall[8]의 분석 및 비용분류 모델을 기본으로 본 연구에서 새로이 추정모델이 개발되었다. 기본모델은 NIST의 BridgeLCC 프로그램 개발을 위한 모델로 입력변수의 불확실성, 변동성을 고려하지 않는 간단한 접근법이기 때문에 본 연구에서는 불확실성, 변동성을 고려할 수 있는 새로운 추정모델이 개발되었다. 생애주기비용 산출을 위한 대안의 LCC에 대한 산정 식은 다음과 같다.

$$LCC_a \Leftrightarrow PVLCC = IC + PVOMR + PVD \quad (4)$$

여기서, $PVLCC$ 는 총 기대 생애주기비용의 현재가치, IC 는 초기비용, $PVOMR$ 는 유지관리비용의 현재가치, PVD 는 처리비용의 현재가치를 나타낸다.

유지관리비용 및 처리비용의 현재가치를 산정하는 식은 다음과 같다.

$$PVLCC = \sum_{k=0}^K \frac{C_k}{(1+i)^k} \quad (5)$$

여기서, C_k 는 k 년도에 발생하는 모든 비용(유지관리비용, 처리비용 포함), i 는 할인율, K 은 LCC 고려 시 공용기간 또는 기대수명을 나타낸다.

초기비용은 관리주체가 최초에 투자하는 기본적인 매개변수로서 시설물의 계획과 설계 및 시공 등

준공되기 전까지 발생하는 비용으로 건설비용, 계획·설계·감리비용 등이 포함된다. 초기비용의 산정 식은 다음과 같다.

$$IC = \sum_{j=1} C_j^{ic}(x) \quad (6)$$

여기서, j 는 구성항목, x 는 구성항목에 관련된 제반변수, C_j^{ic} 는 초기비용 항에 관련된 구성항목의 적용비용을 나타낸다.

유지관리비용은 크게 운영·관리비용, 유지·보수비용, 점검·진단비용이라는 각각의 합으로 나타내며 유지관리비용의 산정 식은 다음과 같다.

$$PVOMR = \sum_{k=0} \frac{OMR_k}{(1+i)^k}, OMR_k = \sum_{j=1} OMR_j(x, k) \quad (7)$$

여기서, OMR_k 는 k 년도의 j 항목까지의 유지관리비용의 총합을 나타낸다. OMR_j 는 j 항목의 유지관리비용을 나타낸다.

처리비용은 철도시설물의 내구년한이 끝나는 시점에서 해체·폐기에 의해 발생하는 비용으로 산정 식은 다음과 같다.

$$PVD = \sum_{k=0} \frac{D_k}{(1+i)^k}, D_k = \sum_{j=1} D_j(x, k) \quad (8)$$

여기서, D_k 는 k 년도의 j 항목까지의 처리비용의 총합을 나타낸다. D_j 는 j 항목의 처리비용을 나타낸다.

3.2 델파이기법을 통한 고려항목 도출

본 연구에서 사용되는 델파이기법은 전문가집단의 직관적 판단을 이용하여 체계적으로 합의를 도출하는 방법이다. 이 방법은 추정하고자 하는 문제에 대한 정확한 정보가 없을 경우 전문가집단의 견해를 사용하여 결과를 분석할 경우에 사용된다. 델파이기법은 각 설문에 참여하는 전문가그룹의 익명성이 보장되며 총괄수행자와 전문가그룹 간의 정보교환이 설문에 의해 진행되며 이를 통한 전문가그룹의 의견을 통계적으로 처리할 수 있는 특징이 있다. 전문가그룹은 반대 의견을 자유롭게 제시할 수 있고 개개인이 영향력이 배제될 수 있으며 다른 의견에 대한 공정한 평가가 가능하고 통계적인 의견 제시로 소수의 의견을 반영할 수 있다. 여러 차례 라운드에 걸쳐 설문응답, 계량화, 피드백을 거치는 과정에서 전문가의 직관을 객관화하고 편견을 감소시키면서 의견을 수렴하게 된다. 최종 라운드를 마친 자료는 통계적 방법에 의해 다시 한번 확률오차가 제거됨으로써 최종 결론에 도달하게 된다[9]. 그림 1은 본 연구의 델파이기법에 의한 설문응답과 피드백이 이루어지는 과정이 도식화 된 것이다.

델파이기법은 하나의 주제에 대해 해당분야의 전문가그룹들이 의견을 제시하고 조정하는 과정을 반복하여 최종 합의점을 집단적 판단으로 정리하는 일련의 절차이다. 전문가들의 의견을 종합하여 기술을 예측하고 대안을 탐색하는데 브레인스토밍(brainstorming)이 사용될 수 있지만 브레인스토밍은 자유로운 환경에서 가능한 많은 아이디어를 얻기 위한 방법이다. 브레인스토밍은 외향적·공격적 성향의 참석자에 의해 발언의 독점, 공개적인 반대의 어려움 등의 약점을 지니고 있다. 이러한 한계를 극복하기 위하여 델파이기법은 반복 및 환류, 익명성, 합의, 통계적 표현 등의 특성을 지니고 있다[10]. 본 연구에서는 이러한 델파이기법을 활용하여 문헌조사 및 1회의 전문가 인터뷰와 2회의 설문이 실시되어 경제성 분석을 위한 제도도상구조의 유지관리 항목 및 생애주기 동안의 유지관리 프로파일의 분석되었다. 그림 2은 본 연구의 델파이기법을 통한 고려항목의 도출과정이 도식화된 것이다.

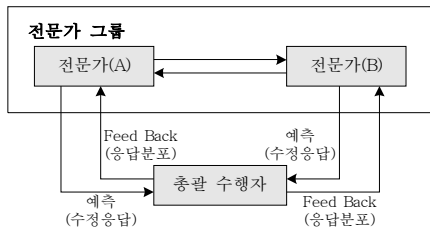


그림 1. 델파이기법의 설문응답과 피드백과정.

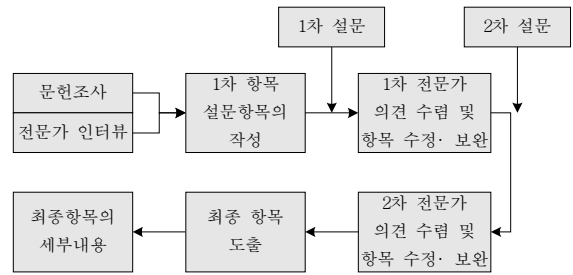


그림 2. 델파이기법을 통한 고려항목 도출과정.

궤도도상구조에 대한 LCC 분석을 위해서는 구성요소별로 기대되는 보수, 보강 및 교체주기에 대한 데이터가 필요하다. 하지만 LCC에 대한 연구가 활발한 도로의 교량분야에서도 유지관리 역사가 짧고 데이터베이스화의 정도가 낮아 생애주기 예측에 상당한 어려움을 가지고 있다. 철도운영기관에서의 교환기준도 엄밀하지 못하고 다소 일반적으로 사용하고 있으며 유지보수 현황도 예산과 관련된 사항이라서 변동이 심하다. 특히, 유지보수비용 중 일반관리자비용은 매우 크고 개발비, 교육훈련비 등까지 포함되어 정확한 비용 산정으로 보기 어렵다.

표 1. 비용평가의 유지관리 고려항목

구분	자갈도상 궤도구조	콘크리트도상 궤도구조
유지관리항목	<ul style="list-style-type: none"> · 자갈도상 다짐 · 자갈살포고르기 · 자갈도상 교체 · PC침목 교체 · 레일 교체 · 체결구 교체 · 분기기 교체 · 순회 및 기본관리 - 면마춤, 유간정정, 궤간정정 등 · 점검 및 진단 	<ul style="list-style-type: none"> · 콘크리트도상 보수 · 방진재·레일패드 교체 · RC침목 교체 · 레일 교체 · 콘크리트도상 교체 · 체결구 교체 · 분기기 교체 · 순회 및 기본관리 - 면마춤, 유간정정, 궤간정정 등 · 점검 및 진단

표 2. 기능평가의 평가항목

구분	평가항목
A.	시공성
B.	경제성
C.	유지관리성
D.	환경성
E.	기능성
F.	안정성
G.	내구성

따라서 본 연구에서는 이력 데이터가 없는 산정방안으로 언급한 것과 같이 전문가 설문조사가 실시되었다. 설문을 위하여 한국철도공사 등 보선업무에 종사하고 있는 궤도 유지관리전문가가 대상이 되어야 하지만 궤도설계에 오랫동안 경험이 있는 설계기술자(7명)로 한정되었다. 전문가기술자의 경험 및 기술적 판단을 통해 철도의 궤도도상구조에 대한 유지관리 고려항목 및 기능평가에 요구되는 평가항목이 분석되었다. 표 1은 비용평가에 사용되는 유지관리 고려항목이고 표 2는 기능평가에서의 요구되는 평가항목이다.

설문을 위한 항목은 궤도건설사업과 문헌조사에 의해 고려항목이 사용되었고 이를 전문가들과의 일대일 인터뷰를 통해 수정·보완되어 최종적으로 설문항목이 분석되었다. 작성된 설문항목에 대해 경향 및 동의 정도를 강화하기 위해 2회의 설문이 실시되어 전문가 의견을 정도를 강화하였다. 최종적으로 델파이기법을 통하여 도출된 자갈도상 및 콘크리트도상 궤도구조의 유지관리항목에 대해 생애주기 동안의 유지관리 프로파일 표 3과 같다. 궤도도상구조에 대한 유지관리비용의 항목별 보수·보강·교체시기에 대한 델파이설문 응답결과에 대한 최빈치 분석결과이다. ‘시작’은 첫 번째 보수·보강 및 교체 발생년도를 의미하고 ‘주기’는 첫 번째 이후 보수·보강 및 교체에 대한 주기년수, 비율은 보수·보강 및 교체의 전체 대비 비율을 나타낸다.

표 3. 궤도도상구조의 유지관리 프로파일(간선철도)

자갈도상 궤도구조	현행 유지관리			사후 유지관리			예방 유지관리		
	시작(년)	주기(년)	비율(%)	시작(년)	주기(년)	비율(%)	시작(년)	주기(년)	비율(%)
자갈도상 다짐	0.9	0.6	100	0.7	0.6	100	1.1	0.6	100
자갈살포 고르기	3.3	3.3	14	3.0	3.0	14	3.3	3.3	10
자갈도상 교체	21.7	21.0	83	19.0	18.0	83	21.0	20.3	83
PC침목 교체	30.0	30.0	100	30.0	30.0	100	28.3	28.3	100
레일 교체	22.7	22.7	100	21.7	21.7	100	23.3	23.3	100
체결구 교체	11.7	11.7	80	10.0	10.0	80	13.3	13.3	80
분기기 교체	9.3	9.3	77	8.3	8.3	77	11.7	11.7	77
콘크리트도상 궤도구조	현행 유지관리			사후 유지관리			예방 유지관리		
	시작(년)	주기(년)	비율(%)	시작(년)	주기(년)	비율(%)	시작(년)	주기(년)	비율(%)
콘크리트도상 보수	24.3	3.0	6	19.3	1.0	5	26.0	2.8	4
방진재·레일패드 교체	33.3	33.3	90	30.0	30.0	100	35.0	35.0	80
RC침목 교체	33.3	33.3	100	30.0	30.0	100	35.0	35.0	100
레일 교체	19.0	19.0	100	18.3	18.3	100	22.3	22.3	100
콘크리트도상 교체	33.3	33.3	67	30.0	30.0	67	35.0	35.0	67
체결구 교체	11.7	11.7	90	10.0	10.0	90	13.3	13.3	90
분기기 교체	10.3	10.3	100	9.0	9.0	100	13.3	13.3	100

4. 사례 적용

본 연구에서는 자갈도상과 콘크리트도상의 궤도구조 차이에 따른 가치공학적 비교가 분석되기 위해 그림 3과 같이 단면형상이 가정·설정되었다.



그림 3. 궤도구조별 단면형상 설정.

자갈도상 궤도구조는 밸러스트매트·자갈도상, PC침목, 레일, 체결구(Pandrol) 그리고 PCT 탄성분기기로 구성되며 콘크리트도상 궤도구조는 노반 강성체, 전단기·콘크리트도상, 방진재, RC침목, 레일패드, 레일, 체결구(Pandrol) 그리고 PCT 탄성분기기로 구성된다. 가정된 콘크리트도상 궤도구조는 LVT, RHEDA 2000, ALTII(RC블록)와 비슷한 단면구조로 설정되었다. 또한 분석기간은 철도시설물의 목표 수명으로 일반적으로 고려되는 100년을 기준으로 분석되었고 LCC 분석에서의 할인율은 가장 일반적으로 사용되고 있는 실질할인율인 4.5%가 사용되었다.

본 사례의 비용 적용은 다음과 같다. 초기비용은 대부분을 차지하는 건설비용만을 고려하여 사용되었다. 건설비용은 궤도설계에 주로 사용되는 실적공사비 단가를 기초로 여러 설계자료들을 비교해 계상되었다. 유지관리비용 중 운영·관리비용은 궤도도상구조에 국한된 인건비, 장비비 및 기타 경비만을 대상으로 되는데 관리주체에 따라 또는 유지관리 조직의 효율성에 따라 크게 달라지므로 계상에서 제외되었다. 유지관리 조직의 적정 인원 및 효율적이고 합리적인 비용을 산정할 수 없고 일상적인 관리 및 주기적인 보수, 보강, 교체 활동에 대한 비용이 유지·보수비용의 인건비 내지는 다른 비용항목으로 그리고 장비비는 임대료로 포함·계상되므로 제외에 따른 차이는 없었다. 유지·보수비용은 일상적인 유지관리비용 및 주기적인 보수 및 보강비용의 합으로 포함되며 적용에 있어서는 유지관리 집행현황을 기초로 델파이기법이 사용되었다. 분석된 유지관리 항목에 따른 비용의 사용은 궤도공사 연간단가 및 여러 자료들을 이용되었다. 점검 및 진단비용은 ‘시설물의 안전관리에 관한 특별법’의 정기점검, 정밀점검, 정밀안전진단비용의 합으로 표현되며 적용에 있어서는 ‘안전점검 및 정밀안전진단의 대가(비용산정)기준’에 의해 분석되었다. 처리비용은 해체비, 폐기처분비, 잔존가치 등으로 표현되며 적용에 있어서는 잔존가치가 제외되었다[3].

표 4. 궤도도상구조에 대한 가치공학 분석결과(간선철도, 예방유지관리)

평가항목 (r)	가중치 (P)	자갈도상 궤도구조		콘크리트도상 궤도구조	
		점수 (e)	기능점수 (f)	점수 (e)	기능점수 (f)
A. 시 공 성	0.08	80	6.4	90	7.2
B. 경 제 성	0.19	100	19.0	60	11.4
C. 유지관리성	0.21	70	14.7	100	21.0
D. 환 경 성	0.21	80	16.8	90	18.9
E. 기 능 성	0.08	80	6.4	90	7.2
F. 안 정 성	0.14	80	11.2	90	12.6
G. 내 구 성	0.09	80	7.2	90	8.1
합 계 (FM _a)	1.00	81.7점		86.4점	

초기비용 (IC)	5.50	9.00
유지관리비용 (PVOMR)	22.07	15.90
처리비용 (PVD)	0.018	0.023
생애주기비용 (PVLCC)	27.588	24.923
상대 LCC (RLCC _a)	1.107	1.000
가치점수 (VM _a = FM _a /RLCC _a)	74점	86점

이상과 같이 궤도구조 간 가치공학에 기초한 비교로 표 4와 같이 분석되었다. 기능점수는 자갈도상이 81.7점, 콘크리트도상이 86.4점으로 콘크리트도상 궤도구조가 4.7점 높게 분석되었다. 상대 LCC는 자갈도상이 1.107, 콘크리트도상이 1.000으로 콘크리트도상이 낮게 분석되었다. 콘크리트도상은 초기비용에서 3.50억원 높지만 유지관리비용에서 6.17억원 정도 낮게 분석되어 생애주기비용 측면에서 2.665억원 절감이 가능한 것으로 분석되었다. 최종적으로 가치점수는 자갈도상이 74점, 콘크리트도상이 86점으로 콘크리트도상이 높은 것으로 그리고 12점 가량 가치향상을 기대할 수 있는 것으로 분석되었다. 콘크리트도상 궤도구조는 경제성에서는 불리하지만 유지관리성, 시공성 등 대부분의 평가항목에서 우수하여 유리한 것으로 분석되었다.

5. 결론

본 연구는 자갈도상 궤도구조와 콘크리트도상 궤도구조로 대별할 수 있는 단면형상이 가정되어 생애주기비용에 기초한 가치공학적 비교가 분석되었다. 적정 유지관리수준에 대한 프로파일을 정립하기 위해서 현행, 사후, 예방 유지관리에 대한 전문가집단의 델파이설문이 실시되었고 기능평가를 위한 요구수준의 평가항목을 선정하기 위해 설문조사가 실시되었다. 가치공학 측면에서 콘크리트도상이 유리한 것으로 분석되었으며 또한 생애주기비용 측면에서도 콘크리트도상 궤도구조가 자갈도상 궤도구조 보다 비용 절감이 큰 것으로 분석되었다.

참고문헌

- [1] 김광수 (2001). 가치공학실무, 민영사.
- [2] 김상범, 최정원 (2004. 09). “설계VE 프로세스와 성과 분석 연구,” 대한토목학회논문집, 제24권 제5D호, pp. 749~757.
- [3] 백재욱, 송유섭, 박대효 (2006). “자갈도상과 콘크리트도상 궤도구조의 생애주기비용 분석,” 한국철도학회 추계학술대회 논문집.
- [4] 김해곤, 양근율, 김광모 (2003). “대구-부산간 고속철도 신설선에 대한 슬래브궤도구조의 도입 타당성에 관한 연구,” 한국철도학회 추계학술대회 논문집(II), pp. 27~34.
- [5] 장승엽 (2004. 03). “해외 공장제작식 콘크리트 슬래브 궤도 개발현황 및 적용사례,” 한국철도기술 제46호, pp. 47~52.
- [6] Dell'Isola Alphonse J. (1997). Value Engineering : Practical Applications for Design, Construction, Maintenance and Operations, R.S.Means Company, Inc.
- [7] 권원구, 백재욱 (2004. 02). “개선된 설계VE활동을 통한 최적노선 선정,” 유신기술회보 제10호, pp. 86~102.
- [8] Ehlen, M. A. and Marshall, H. E. (1996). "The Economics of New-Technology Materials: A Case Study of FRP Bridge Decking," Building and Fire Research Laboratory, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD 20899.
- [9] Linstone, H.A. and Turoff, M. (1975). The Delphi Method : Techniques and Applications, Addison-Wesley Publishing Company.
- [10] Miller, M.M. (1993). "Enhancing Regional Analysis with the Delphi Method," The Review of Regional Studies 23(2), pp. 191~197.