무인운전 경량전철의 최적 운영비 산출에 대한 연구
A Study on the Optimum Operating Cost of Driveless LRT System

정 수 영*, 이 종 성**, 조 진 환***, 안 영 환****, 백 승 헌*****
Chung, Su Young Lee, Jong Seong Cho, Jin Hwan Ahn, Young Hwan Baek, Seung Heon

ABSTRACT

This paper is a feasibility study on the calculation of operating cost in regards to the overall operation following the completion of a number of LRT lines currently in progress. Owing to the absence of operating experience in driveless LRT system at home, the difficulties lie in the assumption of the optimal operating budget applying domestic real situation. Nevertheless, with 34 years of accumulated operating experience in heavy rail transit system, Seoul Metro, the nation's biggest urban rail transit operator, performs O&M consultancy services for several on-going projects along with every effort to acquire know-how where the appropriateness of the cost estimation as a required deliverable is reviewed and a more efficient way is provided. The main focus of this study is to seek a method to calculate the optimal amount of operating expenses as well as a cost-effective alternative for possible weaknesses from the standpoint of the operator. The body of this paper discusses the five issues such as personnel cost, overhead, maintenance cost, additional purchase price, alternative investment fee from a more macroscopic point of view, and the conclusion deals with the adequacy of the reason for selection of institutions with various operating know-how.

1. 서론

본 연구는 현재 국내에서 추진되고 있는 여러 경량전철 노선의 건설 후 운영에 관련된 운영비 산출의 적정성 검토에 따른 연구이다. 현재 우리나라에서는 무인운전 경량전철 노선의 운영 실적이 전무하여 비교 대상이 없기에 국내 실정에 적합한 경량전철 운영예산의 적정 규모를 예측하기가 매우 어려운 상황이다. 그러나 국내 최대의 도시철도 운영기관인 서울메트로에서는 34년 이상의 중전철 운영 경험을 바탕으로 현재 추진되고 있는 여러 노선의 O&M 준비 용역을 국내 최초로 수행하고 있으며 이에 따른 필수 성과물인 운영비 산출서의 적정성을 검토하고 최적안을 제시할 수 있는 노하우를 쌓아 나가고 있다. 기존의 운영비 산출서를 실제 운영 경험이 있는 운영기관의 입장에서 검토하였을 때 어떠한 문제점이 있으며 그에 따른 대안과 적정 규모의 운영 예산 산출의 방법을 연구하는 것이 이 논문의 초점이다. 본문에서는 인건비, 제경비, 유지보수비, 추가구입비, 대체투자비 등 그 성격을 달리하는 다섯 가지 거시적 관점에서 이 연구를 논하고자 하며, 결론 부분에서는 왜 축적된 운영 노하우를 가진 기관이 운영예산 수립의 주체가 되는 것이 적정한지에 대한 논의의 해답을 찾아보고자 한다.

* 정회원, 서울메트로 철도사업단장,
E-mail : 19882@hananet.net
TEL : (02)6110-5820, FAX : (02)6110-5839
** 정회원, 서울메트로 철도사업단 경전철사업부장
*** 비회원, 서울메트로 철도사업단 경전철사업부 차장
**** 정회원, 서울메트로 철도사업단 경전철사업부 주임
***** 비회원, 서울메트로 철도사업단 경전철사업부 선임

2. 경량전철 운영비 적정성 검토

2.1 연구배경

최근 지속적인 자동차 운행대수 증가와 비좁은 도로 사정으로 인해 점점 대도시에서 인근의 중소 도시로 교통 체증 문제가 확산되고 있다. 서울과 부산을 비롯한 광역시에서는 이미 중전철이 건설되어 버스 노선과 수송수요를 분담하고 있지만 광역시와 연결되는 인근의 신도시 및 중소 도시 인구가 크게 증가하면서 버스 노선 단독으로는 한계에 부딪히고 있다. 그러나 중소 도시에 막대한 비용을 들여 중전철을 건설하기에는 투자비용 대비 수익이 나오기 힘든 상황이며 중소 도시의 재원으로는 건설 후에도 중전철의 운영비용을 감당하기에는 어려운 실정이다. 그에 따른 대책으로 최근 중전철 40%~50% 정도의 저예산으로 건설할 수 있는 경량전철이 새로운 대안으로 떠오르고 있으며, 그 결과로 최근 각 지자체에서 추진하고 있는 경량전철 노선만 90여 개에 달한다.

최근 건설되고 있는 경전철의 운영비 산출 적정성을 검토하면서 다음과 같은 문제점들을 발견하였다.

1. 실시협약 시 제안되는 운영비 산출서가 실제 운영이 개시되는 시점과의 공백기간이 커 그 간의 법률 제개정, 물가 상승, 관련 계약조건 변경 등의 환경 변화에 의해 현실성이 떨어짐
2. 건설단/출자사/엔지니어링 전문기업이 제안한 운영비 산출서와 전문 운영기관이 보는 운영비 산출서의 적정성 문제에 많은 시각차이가 있음

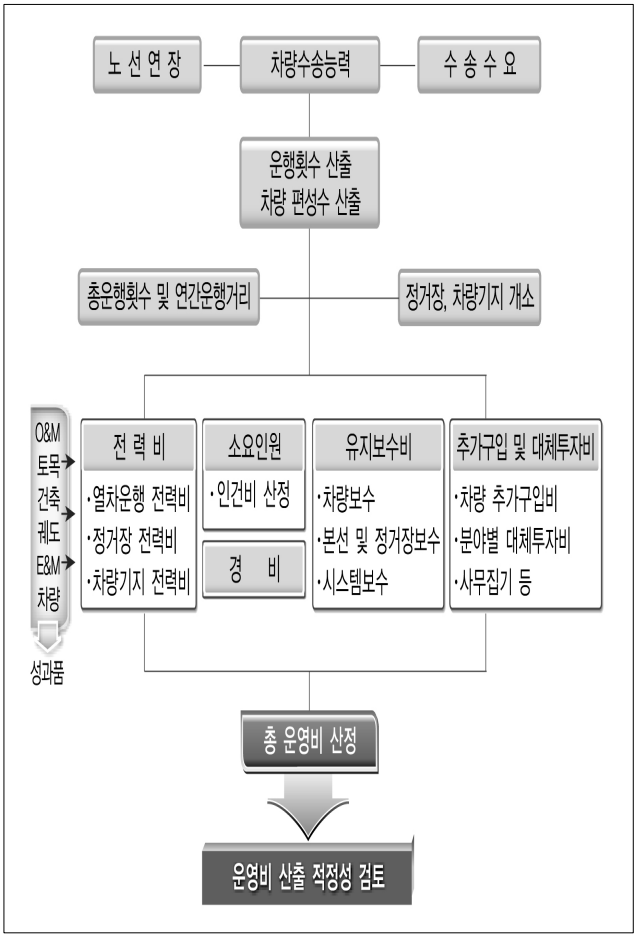

그림1. 운영비 산출 적정성 검토 기본방향

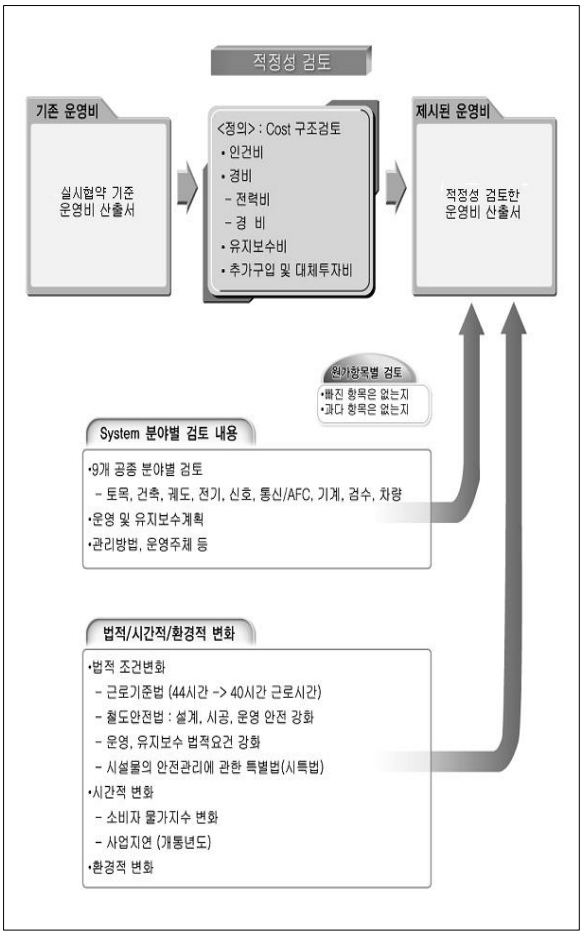

그림2. 운영비 산출 적정성 검토 수행절차

2.2 운영비 산출서의 구성

운영비 산출서란 관리운영자가 경량전철 노선을 운영하면서 소요되는 운영 경비를 예산서의 형태로 산출해 낸 보고서를 의미한다. 현재 우리나라에서 운영되고 있는 경량전철 노선이 없기 때문에 어느 정도의 예산금액이 적정한지를 산출해내는 것은 기존 도시철도 운영기관의 예산/결산서의 기준을 참고하는 것이 현재로서는 가장 적합한 방법이라고 사료된다. 그러나 기존의 도시철도인 중전철과 신규 사업인 경전철은 그 운송 규모나 시스템 규모 차이가 상당하기 때문에 도시철도 운영기관의 예산 기준을 획일적으로 적용하는 것 또한 무리가 있다. 따라서 그러한 단점들을 보완하기 위하여 기존의 도시철도 운영기관 사례에 해외의 성공적인 경전철 운영 노선 벤치마킹 결과를 반영하여 우리나라의 실정에 맞는 것은 그 기준을 수용하기도 하며 적정한 운영비 산출 용역을 수행하였다.

운영비 산출은 크게 인건비, 경비, 유지보수비, 추가구입비, 대체투자비 이 다섯 가지로 구분할 수 있다.

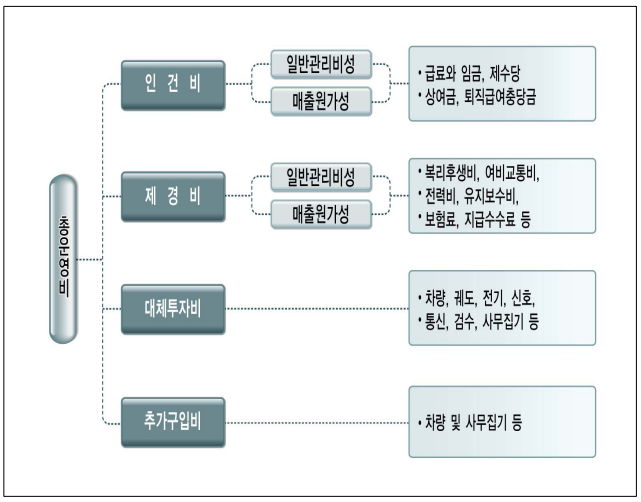

그림3. 운영예산 구분

2.3 인건비

인건비 항목은 관리운영자의 조직 인원에 따른 임금이다. 인건비 산출을 위해서는 먼저 관리, 운영할 조직을 구성할 필요성이 있는데, 각 분야의 적정 인원 수 산정과 적정 수준의 임금 산정이 선행되어야 한다. 또한, 직영 방식이냐 위탁 방식이냐에 따라 각각 적정 규모의 관리운영자 수가 달라진다. 직영 방식의 경우에는 단일 조직으로 대표이사 아래 임원과 각 분야의 실무를 담당하는 직원들로 구성된다. 그러나 A경전철의 경우는 실시협약 시 직영 방식을 선정하였다가 여러 가지 리스크 검토로 인해 현재는 위탁 방식으로 전환하는 의사결정이 내려진 상태이며 관리운영자를 공개입찰을 통해 선정하는 방식으로 입찰공고를 낼 계획이다. 이에 따라 실질적으로 운영 업무를 맡은 관리운영자와 예산 등을 담당하고 책임을 맡는 사업시행자로 구분되어지는 이중 조직으로 구성이 될 예정이다. 적정한 인건비 예산 수립을 위해서는 조직을 구성하고 각 조직원들의 업무 분장과 근무체계(교대근무) 선정, 운영계획, 차후의 규모 확장에 따른 운영인원 증원계획 등이 전부 고려되어야 한다. A경전철의 경우는 실시협약 시 작성된 운영비 산출서의 조직인원 계획을 보면 무인운전 경량전철 사업임에도 불구하고 유인운전의 조직형태로 구성되어 있어 특정 직종에 대한 조직 인원이 과대하게 계상, 이를 조정하면서 총 조직정원을 감소시킨 사례도 있으며, 이는 초기 실시협약 시 전문운영기관의 적정성 검토가 함께 이루어져야 하는 이유를 잘 말해주는 사례라 하겠다.

경량전철의 경우에는 우리나라에 신규 도입되는 사업이고 또한 그 무인운전 시스템에 대한 노하우를 가진 전문가를 국내에서 구하기는 어려운 실정이다. 이로 인하여 조직의 구성 시 기존의 도시철도 운영기관에서의 풍부한 경험을 가진 경력자의 영입이 최소한 조직 총원의 30%이상 충원되어야 한다고

보여지며, 재원의 확보를 위해서는 경력자의 기존 임금보다 더 높은 임금이나 후생복지, 신분보장 등이 제시되어야 대형 도시철도 기관에서 소규모의 경량전철 운영기관으로의 이직 유인책이 될 수 있을 것이다. 그로 인해 소규모 기관인 경우에도 인건비의 충분한 재원 확보는 필수적이라고 판단된다. 기존의 운영비 산출서는 조직 인건비 예산이 충분히 확보되지 못한 경우가 많아 국내 추진 경량전철의 운영비 산출서 대부분의 경우 조직원의 평균연봉이 3천만 원에 못 미치는 등 경량전철 운영조직의 인건비 예산으로는 무리한 점이 많아 사실상 합리적인 조직구성이 어렵다고 본다.

표1. 기존 도시철도운영기관과 추진 중인 경량전철 노선의 운영비산출서 평균연봉 비교

기관	평균연봉	비고
서울메트로	44백만원	07년 기준
부산교통공사	48백만원	07년 기준
서울시9호선	55백만원	06년 기준
A경전철	29백만원	00년 운영비 산출서 기준
B경전철	32백만원	04년 운영비 산출서 기준

2.4 경비

경비 항목에서 가장 큰 비중을 차지하는 예산 항목은 전력비와 지급수수료, 보험료 예산이다. A경전철의 사례를 보았을 때 전체 제경비 예산 중 전력비가 총액의 33%, 지급수수료가 22%, 보험료가 19%의 비중으로 계상되어 있고 이 세 항목이 총액의 4분의 3 가량을 차지한다.

전력비용은 열차운행에 소요되는 전력비, 정거장 전력비, 차량기지 전력비 등 고려해야 할 변수가 워낙 많아 정확하게 필요 예산을 산정하기가 어렵다. 실제로 전동차량을 운영하는 도시철도기관의 총 전력비용에 차량 다이아, 차량의 car-km, 부하율, 시설용량 등을 고려하여 도출되는 km당 기준을 경전철 시스템에 맞춰 변형시키는 형식으로 예상 전력사용량을 산출해낼 수 있다. 또한 예상 전력사용량 등을 산정한 후 한국전력공사의 전력공급약관을 참조하여 가장 합리적으로 예상되는 전력요금제를 결정하여 전력비 예산을 도출하는 것이 전력비 최적 운영비 산출의 핵심이라 볼 수 있을 것이다.

지급수수료는 주로 외주용역 비용이다. 지급수수료 항목은 운영조직에 밀접한 관련이 있어 각 경전철 조직마다 업무분장이 다르고 직영과 위탁의 수준차이가 있으므로 이 또한 고려해야 할 사항이다. 각 외주용역의 단가 수준은 실제 낙찰가액에 따라 다르나 외주용역의 범위와 실적이 기존 도시철도기관의 실적과 유사한 점이 많이 있으므로 그를 감안하여 산정한다. 외주용역비용은 규모의 차이로 인한 예산 차이가 가장 주된 이유이다.

보험료 비용은 기존 도시철도 운영기관과 가장 큰 차이를 보이는 비용 중 하나이다. 기존의 도시철도 운영기관은 주로 지방공기업의 형태이며 지방자치단체에 속해 있어 지자체의 보증이 가능하였다. 그러나 민간투자사업(BTO 방식)으로 운영되는 경전철의 관리운영자는 사기업의 형태로서 각종 사고와 재해에 대비한 보험 가입이 필수적이다. Civil 공사물에 관련된 완성토목공사물보험, E&M 분야 장비에 해당되는 기계보험과 동산종합보험, 뜻밖의 사고나 재해로 인한 영업중지 기간의 보상을 위한 기업휴지보험 등 다양한 조합의 보험설계가 가능하다. 이러한 보험은 각각의 항목으로 나누기에는 광범위한 내용이 포함되어야 하기에 어느 정도 사업규모나 도입설비 등이 결정되는 시점에 재산종합보험의 형태로 보험회사의 전문적인 견적을 받는 것이 보다 합리적이고 정확한 예산의 산출이 될 수 있다.

표2. A경전철 보험료 항목 사례

항목	계산식	금액
재산종합보험 (완성토목공사물 보험, 기계보험, 동산종합보험 포함)	총공사비 × 보험요율 × 계약년수	460억원
기업휴지보험	고정운영비용 × 0.5% × 계약년수	35억원
영업배상 책임보험	사고당 최고배상 10억원 × 5% × 계약년수	15억원
사용자배상 책임보험	인건비 총액의 0.1% × 계약년수	3억원

기타의 제경비 항목 중 인건비성 항목으로 보는 복리후생비 등은 인건비 수준과 연동되어 결정되어야 하며, 상하수도료와 연료비 등은 예상 사용량을 예측하기 어려우므로 기존 도시철도기관의 결산 실적을 감안하여 적정 사용량을 계상한다. 그 외의 기타 항목들은 일반 기업의 경우와 유사하므로 이 논문의 논점에선 제외한다.

2.5 유지보수비

유지보수비는 관리운영자가 경전철을 계약 기간동안 운영하면서 차량과 건물, 교각과 역사, 각종 장비 및 설비를 유지하고 보수하는데 드는 비용 총액을 말한다. 유지보수비는 건물 및 차량, 시설설비의 노후화 진행정도에 따라 달라지므로 정확한 금액 산출은 어렵지만 합리적인 근거에 의해 적정 금액을 추정할 수 있다. 유지보수비는 토목, 궤도, 건축 등의 Civil 파트와 전기, 신호, 통신/AFC, 기계, 차량, 검수 등의 E&M 파트로 크게 나눌 수 있다.

토목이나 궤도, 건축 등의 Civil 파트는 기본적으로 단순 유지보수에 들어가는 비용은 타 분야에 비해 크게 소요되지 않으나 안전진단 등의 외주검사비용 비중이 높다. 1종시설물로 구분되는 경전철 토목공사물(교량, 건축물 등이 해당)은 시설물의 안전관리에 관한 특별법에 의해 정기점검, 정밀점검, 필요시 긴급점검 및 정밀안전진단을 받도록 되어 있으며 안전점검은 관리주체의 직접점검 외엔 안전진단전문기관에, 정밀안전진단은 한국시설안전공단을 통해 진단을 받도록 되어 있다. 일반적으로 소규모의 조직으로 효율적 운영을 선호하는 관리운영자는 직접 점검보다는 안전점검 외주를 통해 인건비를 절약하는 방안이 보다 나은 대안일 수 있으므로 이를 위한 예산확보가 필수적이다. 궤도 분야에서는 콘크리트 도상 및 자갈도상의 유지관리비가 포함되어야 하며 대형 궤도장비(검측차, 탐상차, 연마차 혹은 종합적인 기능을 수행할 수 있는 종합검측차량 등)의 도입 시에 부가적으로 소요되는 유지보수비 및 운전원 외주비용 또한 고려되어야 한다.

E&M 파트는 유지보수비용이 광범위하게 발생하는 관계로 그 예측 또한 장비의 사용 부하도나 운용 조건에 따라 크게 달라질 수 있다. 각 업체에서 제시하는 장비의 내구연한은 부품마다 상이하고 또한 장비 제조회사와 장비 운영회사의 시각차로 인한 이견이 존재하므로 운영회사의 입장에서 각 분야별 예상 내구연한을 결정한다. 기존의 도시철도 운영기관은 지방공기업법에서 제시되는 내구연한 기준을 따르는 것이 일반적이나, 민간투자사업이 대부분인 경전철 운영은 조달청에서 제시되는 내구연한을 따르는 방식도 대안으로 삼을 수 있다. 경전철의 설비 또한 궤도 운송사업의 공통점으로 인해 장비 사양의 차이 외엔 중전철의 설비와 큰 차이는 없다. 유지보수비용을 추정할 때는 장비 도입단가에 도시철도 운영기관의 실적금액 비율을 대입하여 내구연한 기간에 맞춰 차등 분배하는 방법을 사용한다. 유지보수비는 그 성격상 대체투자비와 밀접한 관련이 있기 때문에 대체투자비용과도 연관성을 잃지 말아야 한다.

별개로 무인운전 경량전철의 경우는 국내 생산이 어려운 외자재 도입 수요가 많은 실정이므로 특히 신호분야, 차량분야 등의 유지보수 예산은 외자재 도입 risk를 감안하여 충분한 유지보수 예산이 확보되어야 하겠다.

2.6 추가구입비

추가구입 예산은 O&M 플랜에 따라 크게 좌우된다. 운송수요가 늘어남에 따라 차량의 추가구입 계획이 수립되고, 각 역사 시설물이 증가된다. 또한 노선 연장 계획이 수립되면 이 또한 추가구입 예산에 반영되어야 한다. 운영비를 산출하는 시점에서는 실시협약에 포함된 계획만을 반영할 수밖에 없으므로 어느 정도의 예비 예산이 포함되는 것이 바람직하다고 본다. 적정 금액 산정의 방법은 전체 운영비 산출 기준과 동일하므로 별도로 논하지는 않는다.

2.7 대체투자비

대체투자비 또한 유지보수비와 같은 맥락에서 발생하는 비용이다. 장비 노후화가 진행됨에 따라 과도한 유지보수 비용이 발생된다고 판단되면 장비 대체를 고려하게 되는데, 이 시점을 정확하게 추정해 내기란 사실상 불가능하다. 그렇기에 신뢰성 있는 대안으로는 기존의 도시철도 운영기관의 장비 사용 실적을 분석하여 경전철의 사례에 맞게 수정 대입하는 방법을 사용한다.

Civil 파트 중 토목 분야에서는 강교 재도장이 이루어지는 경우에 가장 큰 대체투자가 발생하며, 궤도 분야에서는 윤중(wheel load)이나 횡압(lateral force), 축압(axial force) 등으로 인한 레일 마모가 진행되어 대체해야 되는 경우 대체투자 예산이 필요하다. 궤도레일의 연간 누적 톤수를 계산하여 레일의 예상 교체시기를 추정하는데 곡선 구간의 경우 직선 구간보다 더 많은 부하를 받게 되어 교체시기 도래가 빠르다. 도시철도 운영기관의 레일교체 실적을 감안하여 구간별 적정 교체주기를 산정한다.

E&M 파트의 대체투자비용 산정은 장비의 설정 내구연한에 따라 이루어진다. 주된 대체장비는 전기 분야의 차단기반, 변압기 등, 신호 분야에서는 전자연동장치들과 ATS 시스템 등, 통신/AFC분야에선 각종 통신설비와 게이트 등의 역사 AFC설비 등, 기계분야에선 각종 승강설비와 PSD장비 등, 검수분야 각종 차량정비/검수 장비 등 대부분의 장비가 사용내구연한을 경과하거나 장비 상태의 점검에 유지보수 보단 대체하는 것이 효율적이라고 판단될 때 대체투자비용이 발생한다.

별개로 논하고 싶은 점은 현재 국내 법규상 전동차량의 경우 내구연한이 25년으로 설정되어 있으나 선진국의 경우는 전동차량에 별도로 설정되어 있는 내구연한이 없는 경우가 많으며 25~30년 이상 운행 후에도 대수선하여 계속적으로 사용하는 경우가 빈번하다. 우리나라에서도 차후 관련 법률이 개정되어 전동차를 30년 이상 사용할 수 있는 제도의 도입이 예상되므로 운영비 산출 시 차량 대체투자 비용 산정에도 이를 감안하여 산정하는 추세이다.

표3 : 전동차 내구연한 해외사례

국가	내구연한	적용기한 및 사례
일본	제한없음	○ 법적 사용제한 없음 → 정비방법, 경제성을 우선 고려 ○ 철도사업자가 폐차를 결정 ○ JR → 연강재질의 경우 통상적으로 30년 전후 사용
미국	제한없음	○ 대다수 차량 18~28년 사용 후 보수하여 재사용 ○ 25년 이상 사용차량 대보수 실시 후 연장운행
프랑스	제한없음	○ 프랑스철도(SNCF)에서 철도차량의 내구연한을 30년으로 설정하고 내구연한 도래 시 대수선하여 15년간 연장사용
중국	제한없음	○ 내구연한관련 기준 법령없음 ○ 차종별 내구연한은 정하지 않고 폐차절차만 규정
핀란드	제한없음	○ 회계상 감가상각기간이 25년이며 이 기간을 초과하면 자산가치가 상실되나 차량상태에 따라 연장사용
영국	제한없음	○ 내구연한은 30년으로 제정, 이 기간을 초과하면 기관차 및 화차의 경우 내용연한을 경과하여 사용하고 있음
벨기에	제한없음	○ 내구연한은 30년으로 제정하고 있으나 내구연한 경과된 차량도 사용하고 있음

3. 결론

신규 추진되는 경전철의 운영비 산출서 적정성 검토를 통하여 실제 운영기관의 입장에서 수립되어야 할 예산 편성의 시각차로 인한 예산의 과대/과소 계상, 누락 등의 문제점을 여럿 발견하였다. 무인운전 경량전철의 운영 실적이 국내에 전무하기 때문에 그 중 가장 합리적인 비교 방법으로는 실제 도시철도 운영기관의 예산서/결산서와 대차 비교해 보는 방법인데 이런 과정을 통해 과대 계상되었다고 생각되는 비용은 삭감하고, 과소하게 계상된 예산은 증액시키고, 누락되어 있는 비용 등은 추가해야 하는 것으로 검토되었다.

경량전철 투자사업은 건설을 기본으로 하는 시공 단계(1단계)와 완공 후 시운전을 거쳐 실제 개통 뒤 운영 및 유지보수 하는 단계인 운영 단계(2단계)로 나뉘어 진다. 일반적으로 출자사(건설단)가 정부 혹은 지방자치단체와 실시협약을 맺을 때 운영비 산출서를 첨부하는 경우가 많은데 전문적인 운영 경험이 있는 기관에서 운영비 산출서 작성 및 검토단계까지 책임지는 것이 보다 정확한 예산 수립의 시발점이 된다는 것이 본 연구의 결론이라 하겠다.

참고문헌

1. (2004.12) “운영 및 유지보수계획”, OO경전철(주)
2. (2002.6) “운영비 산출서”, OO경전철(주)
3. (2004) “운영비 산출서”, △△경전철(주)
4. 서울메트로 (2005, 2006, 2007) “예산서 / 결산서”, 서울메트로
5. 부산교통공사 (2006, 2007) “예산서 / 결산서”, 부산교통공사
6. 대전광역시도시철도공사 (2006, 2007) “예산서 / 결산서”, 대전광역시도시철도공사
7. 철도사업단 (2008) “OO 경량전철건설 민간투자사업 운영비산출서 적정성 검토 보고서”, 서울메트로
8. 철도사업단 (2008) “OO 경량전철건설 민간투자사업 운영비산출서”, 서울메트로
9. 손영진, 정수영, 이종성, 최시행 (2008) “서울메트로의 베트남 철도사업 프로젝트”, 한국철도학회 춘계학술대회 논문집, pp.1458-1465