

# 서울메트로 차량 유지보수체계 정보시스템의 경제성 분석

## Economic Analysis for Vehicle Maintenance Information System of Seoul Metro

정충식†  
Choong-Sik Chung

### Abstract

This study attempts to estimate economic benefits in terms of cost savings and qualitative effects resulting from implementation of new vehicle maintenance information system. It is widely expected that the effect of new vehicle maintenance information system will be significant in cost savings by information sharing and electronic documentation. To evaluate the economic feasibility of new system implementation, the study conducted seven subsystems case studies on the vehicle maintenance information system of Seoul Metro. Economic benefits are estimated by measuring the time savings, in turn, are calculated into cost savings by multiplying the average wages per hour of employee. The result of case study showed that over the 20 billion Won will be saved owing to new vehicle information system implementation. In conclusion, this study will contribute to the field of practices for the most, in evaluation of the economic benefits resulting from new information system implementation in the railway organization.

**Keywords :** Information System(정보시스템), Economic Analysis(경제성 분석), Electronic Document(전자문서), B/C(편익비용)

## 1. 서론

우리나라는 세계에서 가장 방대한 도시철도 시스템을 구축하여 운영하고 있는 나라들 가운데 하나이다. 현재 우리나라는 서울을 포함하는 6개 대도시에서 도시철도를 운영하고 있다. 이들 도시철도는 매일같이 수많은 정보시스템들에 의하여 통제되면서 운영되고 있다. 이처럼 다양한 도시철도의 정보시스템들 가운데 연구의 대상은 서울메트로 차량 유지보수체계 정보화시스템의 개발 및 구축에 따르는 경제성을 평가하는 것이다. 서울메트로의 차량 유지보수시스템 구축사업은 지난 2001년 3월부터 시작되어 2005년 12월까지 정보화시스템의 개발을 완료하였다. 총 사업비는 64억 원으로 소프트웨어 비용 44억원은 한국철도기술연구원이 부담하였고, 하드웨어 비용 20억원은 서울메트로가 부담하였다[1]. 새로운 차량 유지보수 정보화시스템은 2005년 3월부터 9월까지의 시범운영을 거쳐 2006년 1월부터 현업

에서 활용되고 있다.

이 연구는 한국철도기술연구원의 위탁을 받아 외부의 전문기관에서 서울메트로의 차량 유지보수체계 정보화시스템의 경제성을 평가하고자 시도되었다. 연구의 기간은 2005년 9월부터 11월까지의 3개월이었으며, 서울메트로 지측 차량기지의 담당자들과의 면담을 통하여 수행되었다.

현재 정보화시스템의 경제성에 대한 평가는 널리 시행되고 있지 않은 실정이다[2]. 특히 현업에서 활용되기 이전에 정보화시스템의 가치를 측정하는 것에는 많은 제약요인이 있을 수 있다. 따라서 이 연구는 정보화시스템의 경제성 측면과 함께 정보화시스템의 검수에 필요한 기초자료를 제공하는 측면에서 진행되었다.

## 2. 연구의 접근방법

### 2.1 국내외 선행연구의 검토

우선 일본의 동일본철도회사는 1996년 CALS의 개념을 도입하여 신간선 차량의 설계, 제작, 유지보수 및 폐기에 대한 모든 정보를 DB화 하였고 이에 대한 경제성을 평가하

† 책임저자 : 정충원, 경성대학교 행정학과 교수  
E-mail : cschung@ks.ac.kr  
TEL : (051)620-4528 FAX : (051)625-0657

여 10% 향상의 결과를 도출하였다[3]. 또한 뉴욕의 지하철은 1990년대까지 CEIS(Car Equipment Information System)을 사용하였으나 2000년부터 작업지시 중심의 RSMIS(Rolling Stock Maintenance Information System)을 사용하여 경제성을 확보하였다. 국내에서는 2004년 초에 개발이 완료되어 활용되고 있는 고속철도 통합정보시스템(IRIS)에 대한 경제성 분석이 시도되었다. 이 결과 150억의 투자비가 소요되어 5년간 최소 660억원에서 최대 900억원의 투자성고가 예측되었다[4]. 그러나 이러한 선행연구들은 조직내에 정보시스템 전체에 대한 투자효과를 측정하는 것이다. 본 연구는 조직내에서 부분적인 정보시스템의 경제성에 초점을 두고자 한다.

## 2.2 정보시스템의 경제성 평가유형

정보시스템의 경제성에 대한 평가 유형은 일반적으로 평가영역, 평가주체, 평가시기, 평가범위, 평가방법 등 다섯 가지의 관점에서 분류될 수 있다[5].

우선 평가의 영역에서는 외부연구기관이 정보시스템의 도입에 따르는 편익에 초점을 두어 경제성만을 평가하고자 하였다. 따라서 비용의 경우, 고정되어 있는 것으로 계산하고 나머지 효과의 부분만으로 경제성을 평가하였다. 평가의 시기 측면은, 정보시스템의 도입연도가 2006년이기 때문에 사전평가에 해당한다. 평가의 범위는 기존의 도시철도 모든 정보시스템을 대상으로 하는 것이 아니라 차량 정비의 부문 시스템을 대상으로 하므로 중범위의 성격을 지니고 있다고 볼 수 있다.

평가의 방법은 다양하게 구분될 수 있다. 연구의 체계적인 수행을 위해서 고려되어야 할 기법들을 정리하면 회계적인 방법과 계량적인 방법, 그리고 정성적인 방법 등으로 구분될 수 있다. 이것을 간략히 살펴보면 다음과 같다[6].

회계학적인 방법으로는 회수기간법(PPM), 투자수익율법(ROI), 현재가치법(NPV), 내부수익율법(IRR) 등이 있다. 계량적인 방법으로는 정보이론에 근거한 방법, 시뮬레이션, 통계적 의사결정방법 등이 있다. 따라서 이러한 다양한 접근방법을 고려하여, 도시철도 정보시스템의 소프트웨어 도입의 경제성을 평가하기 위해서 편익분석을 통한 계량적인 접근과 함께 정성적인 평가도 함께 수행되었다.

## 2.3 편익의 개념

본 연구는 도시철도의 차량 유지보수 분야에 도입될 소프트웨어의 활용에 따라서 발생하게 될 편익을 추정하는 것을 목적으로 삼고 있다. 여기에서 소프트웨어 활용에 따른 편익은 소프트웨어 도입과 활용에 따른 비용절감액(cost savings)

으로 정의한다. 예를 들어 차량의 정비 시에 소프트웨어의 도입 이전에는 정비 소요시간이 100시간이 걸렸으나 이의 도입으로 평균 정비시간이 50시간으로 줄어든다면 그 절약된 50시간이 소프트웨어 도입에 따른 편익으로 정의된다.

## 2.4 자료의 제약

일반적으로 비용편익분석이 수반하는 공통적인 문제의 하나는 바로 자료의 제약이다. 우선 비용편익분석에 필요한 통계가 아예 존재하지 않는 경우가 허다하다. 보통의 경우 비용편익분석에서 중요시되는 비가시적인 비용·편익(intangible costs and benefits)이나 간접적인 비용·편익(indirect costs and benefits) 또는 파급효과 및 연관효과(spillover and linkage effects)에 대한 통계치는 거의 모든 경우에 현실적으로 존재하지 않는다. 도시철도의 정보시스템 경우에도 예외는 아니다. 특히 편익산정을 객관적으로 산출할 수 있는 자료가 부족하여, 담당자와의 면담에 과다하게 의존하였다. 그러므로 전자문서의 유통에 초점을 두어 경제성을 평가하였다.

## 2.5 전자문서의 유통에 의한 경제성 접근

조직내에서 모든 문서를 전자적으로 유통할 경우 가시적인 효과는 실시간 문서 유통을 통한 시간 및 공간 절약 등 비용절감에서 오는 직접적인 경제적 효과가 큰 것으로 보고되어 있다. 또한 이로 인해 창출되는 각종 정보 유통 및 활용, 의사소통 원활화 등의 간접적인 파급효과 또한 간과할 수 없는 부분이다.

그러나 아직까지 실제로 정보시스템이 도입되어 활용되고 있지 못한 상황에서, 시범운영만으로 그 도입효과의 경제성을 평가하기에는 무리가 따를 수 있다. 하지만 전자문서 유통시스템을 비교적 잘 활용하고 있는 금융권이나 일반 업체를 비롯해 관공서 등의 도입효과 분석 결과를 토대로 하여 서울메트로 차량기지내에 전자문서 유통이 확산되어 적용될 경우의 여러 측면에서의 파급효과를 추정해 볼 수 있었다.

전자문서 유통시스템 도입에 따른 경제성 및 효율성을 측정하기 위한 기준은 크게 인력 및 시간 절감 효과, 공간활용 및 환경개선 효과, 사무비 절감 효과 등의 직접적인 효과와 의사소통 및 조직 결속력, 정보 활용성 증대 등의 정보 활용에서 오는 효과로 나누어 살펴 볼 수 있다. 다음 표 1은 인력 및 시간 절감 효과에 관한 세부 검토 항목과 검토 기준을 나열한 것이다[7].

표 1. 전자문서 유통에 의한 인력 및 시간절감 효과

검토 항목	검토 기준
문서 작성 시간 단축 및 노력 절감 여부	- 다양한 문서 작성 기능의 제공 여부 - 공간적인 이동 없이 복합 문서를 실시간 작성, 수정할 수 있는 능력 - 효율성 및 시간과 노력 절감에서 오는 효과
문서 결재 시기 작성 문서 검색 인용을 위한 소요시간	- 과거 문서의 검색 용이성 - 검색문의 실시간 편집 기능 - 업무 처리 효율성 증대 효과
문서의 전송 및 분배 시간	- 우편이나 인편 배포시간과 전자 처리시간 비교 - 전자적 즉시 송부 가능성 여부
결재처리 소요시간	- 결재권자와 기안자의 결재대기 시간절감과 이에 따른 인건비 낭비 요소의 배제 여부
결재문서의 재활용을 통한 작업 시간 단축	- 결재 완료된 문서의 정보 활용을 위한 소요된 작업 시간 - 재기안시 결재문서를 인용 또는 수정함으로써 얻는 효과 - 검색 용이성으로 인한 정보활용 투자시간 절감
완결 문서의 시행 및 회람 처리 시간	- 완결 문서를 관련 당사자들에게 정확하게 통보하는데 소요되는 시간

### 3. 서울메트로 차량 유지보수체계 정보시스템의 경제성 분석

#### 3.1 차량 유지보수체계 정보와 시스템 구성

서울메트로 차량 유지보수체계 정보화시스템의 구성도는 그림 1과 같다[8]. 이처럼 서울메트로 차량 유지보수체계 정보화시스템은 모두 일곱 개의 하위시스템으로 구성되어 있다. 이들 각각의 하위시스템별로 경제성을 분석해 보면 다음과 같다.

#### 3.2 유지보수 작업시스템의 경제성 분석

유지보수작업시스템은 가장 중요한 하위시스템이다. 이것은 작업계획에 따라 작업자에게 작업지시서를 발행하고, 작업자는 작업지시서에 의하여 작업한 결과를 등록하며, 등록된 결과는 최적화된 유지보수작업계획을 수립하기 위하여 피드백 됨으로써 체계적인 유지보수작업이 이루어질 수 있도록 하는 시스템이다. 또한 차량 이력 정보, 전문가시스템 정보, 고장예방정비시스템 정보 등 다양한 정보를 공유함으로써 유지보수작업 활동의 효율을 극대화하기 위한 시스템이다.

이러한 유지보수 작업 시스템은 세 가지의 기대효과를 가지고 있다. 첫째는 기존의 유지보수 작업에 들어가는 비용을 산출하는 것이다. 둘째는 정보기술의 도입으로 인한 효율성 향상의 비율을 계산하는 것이다. 셋째는 종이문서의

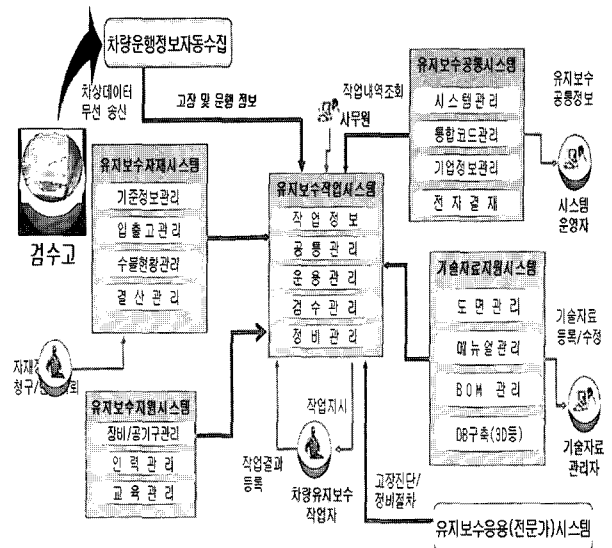


그림 1. 서울메트로 차량유지보수 정보시스템 구성도

관리가 불필요하게 되어 문서관리의 효율성이 향상된 부분을 측정하는 것이다.

유지보수 작업시스템의 도입으로 인하여 정산서 작성 등 정비쪽의 업무에서 효율성이 향상될 것으로 기대된다. 기존의 검사표 및 정산서 작성 업무는 전동차 이력부 작성, 부품소요내역 작성, 정산(비용산출-정비원가산출), 현장 물품관리 카드작성, 주요부품 교환실적관리 등의 업무로 구성되어 있다. 이들 가운데 정산업무 등은 전체적으로 삭감되었으며 나머지 분야의 업무들도 상당히 줄어들 것으로 예상된다.

정비검사표의 경우, 3개 차종 149종의 검사표가 활용되고 정기검사는 1년 총 92개 편성, 비정기검사는 1년 평균 약 20개 편성의 작업량이며, 1개 편성당 약 60여개의 검사표가 작성되고 있다. 정비의 경우 1년 55개편성 이루어지고 있으며, 1년에 55편성을 유지할 경우, 주당 1개 편성에 총 60개 정도의 검사표가 작성된다.

따라서 향후 기대효과로는 1개 편성 검사표 및 정산서 작성시 전동차 이력부 작성(약10분), 부품소요내역 작성(약20분), 정산(비용산출-정비원가산출: 약2시간), 현장 물품관리 카드작성(약20분), 주요부품교환실적관리(약20분) 검사표 작성(약20분)등 기존에 23시간 10분 정도 소요되던 검사표의 작성이 자동 정산, Data 연계로 물품관리카드 자동관리, 주요부품교환실적 자동관리 등으로 20시간 30분만에 업무를 처리할 수 있게 될 것이다. 따라서 일주일에 2시간 40분 정도의 업무효율성을 기대할 수 있을 것이다. 따라서 사용자 수와 타 기지와의 관계를 고려하여 생산성의 향상을 도출하였다. 그러나 2006년 1년간만을 대상으로 하여 할인율은 적용하지 않았다. 그러므로 이러한 측면을 고려하여 유지보수

표 2. 유지보수 작업시스템의 경제성 분석

시스템	유지보수 작업시스템
기대효과 지표	<ul style="list-style-type: none"> <li>정비업무 효율성 향상</li> <li>장애예방 용이(진단시간 단축)</li> </ul>
사용 인원	<ul style="list-style-type: none"> <li>2,351명</li> <li>검수팀: 1,523명, 정비팀: 822명</li> </ul>
경제성 평가 산출식	<ul style="list-style-type: none"> <li>정비 검사표 작성 시간 단축(2시간 40분/편성)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>정산의 자동화(계산 및 확인 2시간 단축/편성)</li> <li>물품관리카드 자동관리(20분단축/편성)</li> <li>주요부품교환실적 자동관리(20분단축/편성)</li> <li>112편성/년×160분=17,920분(299시간)</li> <li>(시간당급여×299시간)=년간 5,083,000원</li> </ul> </li> <li>검수검사표 작성 결과 주요부품사용실적 정산시간 단축(20분)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>213편성/일×20분×365일=1,554,300분(25,315시간)</li> <li>(시간당급여×25,315시간)=년430,355,000원</li> <li>2,351×150분= 5,877시간(주당)</li> <li>월 23,510시간(시간당급여×23,510)</li> <li>월 23,510시간(시간당급여×23,510)=399,670,000원,</li> <li>년간 4,796,040,000원</li> </ul> </li> <li>고장내역 전산관리에 의한 고장차 이력관리 고정자산관리에 의한 진단시간 단축: 간접교육효과, 확인시간 단축                             <ul style="list-style-type: none"> <li>검수: 월평균 고장횟수: 35건(조별업무)</li> <li>전동차이력부 및 고장관련자료 검색시간 단축(30분)</li> <li>해당인원: 검수팀 운용과 6명</li> <li>6명×20분×35건×12개월=50,400분=340시간</li> <li>(시간당급여×340시간)=년간 5,780,000원</li> <li>임시검사: 월평균 29건</li> <li>정비: 6명×3기지×10분×20=3600분(60시간)</li> <li>월 60시간(시간당급여×60)=1,020,000원</li> <li>년간 12,240,000원</li> <li>검수 월1,530명×10분=15,300분</li> <li>월255시간(시간당급여×255)=4,335,000원</li> <li>년간 52,020,000원</li> <li>검사 월 18명×870분=15,660분</li> <li>월 261시간(시간당급여×261)=4,437,000원,</li> <li>년간 53,244,000원</li> </ul> </li> </ul>
정성적 측면	<ul style="list-style-type: none"> <li>차량의 안전성 확대를 통한 사고예방효과                             <ul style="list-style-type: none"> <li>연간 사고 횟수가 4회에 3회로 감소 경우</li> <li>3,500명(평균승객)×1,000원(평균운임)×5(후속차량 포함)=년간 17,500,000원</li> <li>연간 고장 횟수 25% 감소할 경우</li> </ul> </li> </ul>
추정치 합계	1년치 5,354,762,000원

작업시스템의 경제성을 평가해 보면 표 2와 같다.

3.3 유지보수 자재시스템의 경제성 분석

유지보수자재시스템은 전동차 유지보수 작업에 필요한 장치 및 물품을 효율적으로 관리하고, 현장에 필요한 부품을 정확하고 신속하게 공급하며, 기준재고 설정 및 모니터링을 통한 적정재고유지와 작업자의 물품검색을 용이하게

표 3. 유지보수 자재시스템의 경제성 분석

시스템	유지보수 자재시스템
기대효과 지표	<ul style="list-style-type: none"> <li>자재관리 업무의 효율성 향상</li> <li>자재조달 기간관리를 통한 적정재고 관리 용이</li> </ul>
사용 인원	<ul style="list-style-type: none"> <li>240명</li> <li>정비: 40명(기지)×3기지</li> <li>검수: 16명(기지)×5기지</li> <li>자재: 6명(검수창고)×5기지</li> <li>5명(정비창고)×3기지</li> </ul>
자재 소요비용	<ul style="list-style-type: none"> <li>년간 구매물품 약148억, 자재재고관리 약178억</li> <li>물품입출고 및 재고관리 품목: 832만개</li> </ul>
경제성 평가 산출식	<ul style="list-style-type: none"> <li>자재조달 기간 및 적정재고 관리를 통한 효율성 향상 지표                             <ul style="list-style-type: none"> <li>기존의 자재 보관 및 처리비용×업무 효율성</li> <li>=재고금액178억×적정재고로 예산절감효과 10%</li> <li>=17.8억</li> </ul> </li> <li>자재의 적시 조달로 인한 정비시간의 단축                             <ul style="list-style-type: none"> <li>일평균 1건, 1시간30분에서 1시간으로 30분 단축</li> <li>205명×30분=일102시간</li> <li>월 시간당평균급여×3,075시간=52,275,000원</li> <li>년간 627,300,000원</li> </ul> </li> <li>물품검색 및 입출고 관리에 따른 소요 시간 단축                             <ul style="list-style-type: none"> <li>물품검색 및 청구/불출증, 반납/인수증 작성 (5분단축/건)</li> <li>(964건+548건)/월×5분×12개월=90,720분</li> <li>(1,512시간/년)</li> <li>시간당평균임금×1,512시간=년간 25,704,000원</li> <li>물품관리카드 및 현물카드 자동화</li> <li>(964건+548건+103건)/월×평균10종×2분×12개월</li> <li>=387,500분(5,460시간)</li> <li>시간당평균임금×5,460시간=년간 92,820,000원</li> </ul> </li> <li>월결산 및 정기재물조사에 따른 소요시간 단축                             <ul style="list-style-type: none"> <li>1회/월 13,561종×1분=13,561분(226시간)</li> <li>시간당평균임금×226시간×12=년 46,104,000원</li> </ul> </li> </ul>
정성적 측면	<ul style="list-style-type: none"> <li>차량유지보수에 따른 필요 물품의 적정재고 유지 및 작업자에게 필요물품 정보 제공</li> </ul>
추정치 합계	2,571,928,000원

하여 효율적인 유지보수를 할 수 있도록 하는 시스템이다. 이러한 유지보수 자재시스템의 경우, 2,000여대 차량에 달하는 전동차들의 유지보수 작업에 필요한 45,000여 가지의 장치 및 물품을 효율적으로 관리하고, 현장에 필요한 물품을 적시에 공급하고, 모니터링을 통하여 적정한 재고를 유지(EOQ: Economic Order Quantities)하는 시스템이다. 특히 새로운 정보시스템의 도입으로 자재와 관련한 결산이 손쉽게 이루어질 수 있을 것으로 기대된다.

2005년 3월부터 9월까지 실시된 시범운영의 결과, 유지보수 자재시스템은 기존의 자재관리시스템(TMIS)에 비하여 검색 및 재고파악이 용이하여 업무처리의 혁신을 가져올 수 있을 것으로 평가된다[9]. 특히 기존의 중복업무처리를 새로

운 시스템을 활용하여 일괄적으로 처리할 수 있게 되었다.

기존의 자재관리 시스템의 경우, 입고(월평균 103건), 검수(월평균103건), 실사(월 1회), 청구불출(월평균 964건), 반납입고(월평균548건), 재고관리 및 카드관리(1,512건\*10종) 등으로 구성되어 있다. 이들 업무들 가운데에서 기존에 30여분씩 소요되던 재고관리 및 카드관리 등의 업무는 자동으로 처리될 것이다. 입고와 검수 등은 5분정도 단축이 예상되며, 실사(412만개)의 경우에도 10% 정도의 기대효과가 예상된다. 청구불출과 반납입고의 경우에도 마찬가지로 이므로 전체적으로 15% 정도의 업무처리 향상이 기대된다.

그러므로 이러한 측면을 고려하여 유지보수 자재시스템의 경제성을 평가해 보면 표 3과 같다.

### 3.4 유지보수 지원시스템의 경제성 분석

유지보수 지원시스템은 작업에 필요한 장비/공기구, 유지보수 인력, 교육 등 유지보수에 필요한 지원 사항에 대한 정보를 제공함으로써 유지보수 업무의 효율을 증대할 수 있는 시스템이다. 유지보수 지원시스템의 기대효과는 크게 장비/

공기구 및 인력지원의 두 가지로 정리된다.

우선 장비/공기구시스템은 작업에 필요한 장비 목록 제공과 사용기록, 고장 및 정비 내역 등 체계적인 관리로 가동성을 높이고 검사 이력관리로 계획 수립이 수월하도록 하고 장비의 현재 상태를 정확히 판단 할 수 있는 정보를 제공한다. 이러한 정보들을 통하여 기존 문서로 관리하던 장비 공기구 관리를 전산화 하여 부품의 교체 및 검사 이력 장비 공기구 현황을 손쉽게 조회 관리 할 수 있다.

인력관리시스템 부분은 개인 및 조직별 편성이력, 일정 관리로 부서 인원의 근무 현황을 쉽게 파악하고 교육 및 분야별 전문 인력을 통합적으로 관리함으로써 인력수급에 필요한 정보를 제공한다. 이러한 시스템을 통하여 기존 인력 정보에서 각사무소 내의 전산상의 부서이동은 할 수 없었으나 부서별 담당자를 두어 부서이동을 용이하게 할 수 있도록 기능이 개선되었다.

그러므로 이러한 측면을 고려하여 유지보수 지원시스템의 경제성을 평가해 보면 표 4와 같다.

표 4. 유지보수 지원시스템의 경제성 분석

시스템	유지보수 지원시스템
기대효과 지표	<ul style="list-style-type: none"> <li>장비/공기구 운영 효율 향상</li> <li>교육관련 업무향상</li> </ul>
사용 인원	<ul style="list-style-type: none"> <li>장비/공기구: 210명 (정비 20명×3+검수 30명×5)</li> <li>교육 대상 인원: 152명 (정비: 8명×3기지+3명(사무실 총괄)) (검수: 8명×5기지×3교대+5명(사무실 총괄))</li> </ul>
장비/공기구 수선유지비 현황	<ul style="list-style-type: none"> <li>272,056,000원 (장비/공기구의 총 구입가치는 412억, 현재 자산평가액은 172억)</li> </ul>
경제성 평가 산출식	<ul style="list-style-type: none"> <li>장비공기구의 검사 및 운영관리의 효율성 증가                             <ul style="list-style-type: none"> <li>계측기 검사계획 및 일정자동관리(월1회 20분단축)</li> <li>8개팀×152명×20분=24,320분(405시간)</li> <li>시간당평균임금×405시간×12=년 82,620,000원</li> <li>운영업무의 효율성 10% 향상 시</li> <li>기존의 장비/공기구 업무처리 비용×10% =2억7천만원×10%=년 2천7백만원</li> </ul> </li> <li>교육관련 효율성 향상 지표                             <ul style="list-style-type: none"> <li>교육관련 대상인원×효율성=월평균 5건, 행정 소요시간이 2시간에서 1시간 30분(30분 단축)</li> <li>152명×5건/월×30분×12개월=273,500분(4,560시간)</li> <li>시간당급여액×4,560시간=년 77,520,000원</li> </ul> </li> </ul>
정성적 측면	<ul style="list-style-type: none"> <li>장비/공기구의 자산관리 효과 증가 활용도 증가</li> <li>교육 자료의 공유로 효과 배가</li> </ul>
추정치 합계	187,140,000원

### 3.5 유지보수 응용시스템의 경제성 분석

유지보수 응용시스템은 유지 보수 작업을 쉽고 효율적으로 수행하도록 도울 수 있으며, 사용자의 의사결정을 지원할 수 있는 시스템으로서 크게 예방정비 시스템과 전문가 시스템으로 구성되어 있다.

우선 예방정비 분야에서는 크게 두 가지의 관점에서 경제성을 분석할 수 있다. 첫째는 응급조치에 관한 부분이다. 현재 기동검수원은 조직운영상 2인 1조로 출동하는 시스템이므로 인력의 측면에서의 경제성은 산출되지 않는다. 그러나 본선 운행 중인 전동차에서 고장현상이 발생하여 기동검수원이 출동하여 기본적 응급조치를 시행할 경우, 경제성 분석이 가능하다. 즉 응급조치로 인하여 안전운행을 확보하고 승객들의 환불요구로 발생할 영업 손실을 감소시킬 수 있다. 예를 들어 1개월 기준으로(9개 기동검수원 소속) 9개 기동주재에서 1건씩 9건의 응급조치가 발생할 경우, 최소한 1건당 1,000만원의 영업 손실을 막을 수 있으므로 모두 9천만원의 경제성이 발생하게 된다.

둘째는 고장사례를 통한 검수/정비이다. 전동차는 본선 영업 투입율을 높여야 영업이익이 확대되는 측면을 지니고 있다. 따라서 차량기지에 입고된 고장차량을 얼마나 빠르고, 정확하게, 신뢰성 있도록 고장수리하느냐가 관건이다. 또한 적정하게 동작할 수 있도록 원래 동작기능을 유지하도록 하여야 한다. 새로운 정보시스템이 도입되어 기존과 비교할 경우, 1일(주,야간 근무인원 220명 정도) 470량(47편성 전동차) 기준으로, 도착검사와 일상검사를 대별하여 파악해 보

표 5. 유지보수 응용시스템의 경제성 분석

시스템	유지보수 응용시스템
기대효과 지표	<ul style="list-style-type: none"> <li>고장 응급처리</li> <li>고장사태를 통한 검수/정비의 효율성</li> <li>전문가 시스템의 효율성</li> </ul>
사용 인원	220명 및 검수팀 1,523명
경제성 평가 산출식	<ul style="list-style-type: none"> <li>고장 응급처리                             <ul style="list-style-type: none"> <li>9×1,000만원=9,000만원, 연간 1,080,000,000원</li> </ul> </li> <li>업무처리의 효율성                             <ul style="list-style-type: none"> <li>220명×30분×110시간(일) 월 시간당평균급여×3,300시간=56,100,000원, 연간 673,200,000원</li> </ul> </li> <li>전문가시스템 분야                             <ul style="list-style-type: none"> <li>차량가격×0.4%=40억원</li> </ul> </li> <li>예방검수로 인한 전동차의 특별점검 시간 추가                             <ul style="list-style-type: none"> <li>일일 입출고차량: 평균 213편성, 특별점검에 따른 소요시간 편성당 30분 추가 213편성×30분×365일=2,332,350분(38,873시간) 시간당급여×38,873시간=연간 660,841,000원</li> </ul> </li> <li>간접교육효과, 확인시간 단축                             <ul style="list-style-type: none"> <li>검수: 월평균 고장횟수: 35건(조별업무) 진단시간 평균: 3시간 → 2시간 40분 해당인원: 1,529(조당 평균인원: 8명) 8명×20분×35건×12개월=67,200분=1,120시간 (시간당급여×1,120시간)=연간 19,040,000원</li> </ul> </li> </ul>
정성적 측면	사전 예방의 효과 측정
추정치 합계	6,433,081,000원

면, 일상검사 200량을 220명×0.5시간=110시간 정도의 업무효율성이 계상될 수 있다.

전문가시스템의 분야에서는 보다 많은 경제성이 산출될 수 있다. 현재 전동차의 내구연한은 25년에 달하고 있다. 따라서 전문가시스템에 의하여 차량부품 가운데서 고장의 가능성을 미리 감지하고 자주 발생하는 고장에 대하여 진단할 경우, 매년 내구연한 25년을 기준으로 1/25인 0.4%의 차량 가격대비 절감효과를 거둘 수 있을 것이다.

그러므로 이러한 측면을 고려하여 유지보수 응용시스템의 경제성을 평가해 보면 표 5와 같다.

### 3.6 기술자료 지원시스템의 경제성 분석

기술자료 지원시스템은 서울메트로 차량의 유지보수에 필요한 전반적인 기술자료 관리 및 통합검색 서비스를 제공하는 체계를 갖추므로써 사용자, 운영자, 관리자가 적시적소에 활용, 유지보수 업무의 효율성을 증대, 유지보수 활동을 극대화하기 위한 시스템이다. 이러한 기술자료 시스템의 구체적인 기대효과는 다음과 같다. 첫째는 기술 자료의 체계화 및 전자화이다. 기술자료 지원시스템은 도면을 조회하다

표 6. 기술자료 지원시스템의 경제성 분석

시스템	기술자료 지원시스템
기대효과 지표	<ul style="list-style-type: none"> <li>자료 검색 용이(업무처리 시간의 단축)</li> <li>문서관리의 효율성 증대</li> </ul>
사용 인원	2,482명
경제성 평가 산출식	<ul style="list-style-type: none"> <li>업무 관련자료 검색 용이(업무처리 시간의 단축)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>이용자 수×절감시간×시간급여액 =2,482명×5분/일×65일=4,523,550분(75,494시간) 시간급여액×75,494시간=연간 1,283,398,000원</li> </ul> </li> <li>서적 및 문서자료의 보관용이                             <ul style="list-style-type: none"> <li>보관비용 산출 및 절감액으로 전환 =50개 조별 사무실×20만원=연간 1,000만원</li> </ul> </li> </ul>
정성적 측면	별도의 서적관리 및 분실 훼손의 염려가 없음
추정치 합계	1,293,398,000원

가 해당 도면과 관련된 매뉴얼/3D 형상정보를 즉시 조회할 수 있으며, 전자화된 기술 자료를 웹이나 CD-ROM 형태로 서비스함으로써 시간과 공간의 제약 없이 활용할 수 있다. 둘째는 다양한 사용자 편의 기능이 제공된다는 점이다. 다양한 기능을 제공하는 도면 및 3D 뷰어, 기술 자료들 간의 상호 연계 및 검색 그리고 개인별/작업팀별 즐겨찾기 등을 활용할 수 있다. 셋째는 사용자들 간의 지식 공유가 가능해 졌다는 점이다. 이 시스템을 통하여 작업 중에 획득한 사용자 Know-How들을 작업자들 간에 상호 공유할 수 있다. 넷째는 타 시스템과의 연계 지원이 강화된 것이다. 이 시스템을 활용하여 작업지시서 및 자재관리시스템 등과 연계하여 업무의 효율성을 증대시킬 수 있게 되었다. 따라서 이러한 기대효과 측면을 고려하여 기술자료 지원시스템의 경제성을 평가해 보면 다음 표 6과 같다.

### 3.7 차량 운행정보 자동수집시스템의 경제성 분석

전동차가 차량기지로 입고할 때 차량에 기록된 운행정보 및 고장정보를 지상으로 자동전송 함으로써 차량정보수집에 대한 인적 시간적 손실을 줄이고, 수집된 정보를 분석하고 유지보수에 필요한 정보를 공유함으로써 보다 효과적인 전동차 유지보수 작업을 가능하게 하는 시스템이다.

차량 운행정보 자동수집시스템의 기대효과는 전동차내의 정보를 무선을 통하여 자동으로 수집하여 시간을 단축하고, 주요 고장에 대한 정보가 유지보수 여러 명의 작업자들에게 실시간으로 전달되며, 고장원인 분석에 신속한 대응 등이다.

따라서 이러한 기대효과 측면을 고려하여 차량 운행정보 자동수집시스템의 경제성을 평가해 보면 다음 표 7과 같다.

표 7. 차량 운행정보 자동수집시스템의 경제성 분석

시스템	차량 운행정보 자동수집시스템
기대효과 지표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 정보의 자동수집</li> <li>○ 정보의 실시간 전달</li> <li>○ 고장원인에 신속한 대응</li> </ul>
사용 인원	○ 1,529명(5개 기지 검수팀 전원)
경제성 평가 산출식	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 정보의 자동수집, 전달(입출고차량 대상)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 213편성/일×30분×365일=2,333,350분 (38,373시간) 절감</li> <li>시간당 급여액×38,373시간=년간 652,341,000원</li> </ul> </li> <li>- 200편성×(아침+저녁)×1명×1시간 =일400시간절감</li> <li>시간당 급여액×12,000시간×12 =년간 2,448,000,000원</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 정보의 실시간 전달                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 213편성×(아침+저녁)×1명×5분=일33시간절감</li> <li>시간당 급여액×990시간×12 =년간 201,960,000원</li> </ul> </li> <li>○ 고장원인에 신속한 대응                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 200편성×(아침+저녁)×1명×10분=일 66시간절감</li> <li>시간당 급여액×1,980시간×12 =년간 403,920,000원</li> </ul> </li> </ul>
정성적 측면	
추정치 합계	3,706,221,000원

3.8 유지보수 공통시스템의 경제성 분석

유지보수 공통시스템은 전반적인 시스템관리, 표준화된 통합코드관리, 전자결재시스템관리, 기업정보관리 등을 통하여 도시철도 유지보수 체계 정보화시스템을 일관성 있고, 타 시스템과 유연한 연계가 가능할 수 있도록 하는 시스템이다. 유지보수 공통시스템은 시스템관리, 통합코드관리, 기업정보관리 및 전자결재의 기능을 지니고 있다. 이 가운데서 가장 정량적으로 측정이 가능한 분야가 전자결재의 경제성 분석일 것이다. 이러한 전자결재의 효과는 지난 2005년 3월부터 9월에 걸쳐서 실시된 시범운영의 시험결과 자료를 가지고 추정하였다. 이러한 시범운영의 전자결재 활용을 볼 때, 검수와 자재부에서 전자결재가 활발하게 운영되었음을 확인할 수 있었다. 또한 시범운영임을 감안할 때, 정비와 정비검사표의 분야는 X 2, 나머지의 분야들은 X 5로 월평균 전자결재의 합계를 도출하였다. 이 결과에 의하면 검수는 11,291건, 고장은 624건, 정비는 681건, 정비검사표는 507건, 자재는 6,500건, 지원은 314건이 도출되었다. 따라서 월평균 합계는 19,917건에 이른다. 이러한 효과 측면을 고려하여 유지보수 공통시스템의 경제성을 평가해 보면 표 8과 같다.

표 8. 유지보수 공통시스템의 경제성 분석

시스템	유지보수 공통시스템
기대효과 지표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기업정보관리 향상</li> <li>○ 전자결재 기능 활용</li> </ul>
사용 인원	○ 2,482명 기준인쇄비 1,500만원/년간 예산
경제성 평가 산출식 (전자결재 1회당 업무시간 10분 및 종이3매)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 전자결재 기능 활용                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전자결재의 활용으로 인한 업무처리 향상에 대한 측정</li> <li>월 19,917건×10분 절약=3,320시간</li> <li>시간당평균임금×3,320시간×12=년간 677,280,000원</li> </ul> </li> <li>- 전자결재로 인한 종이의 절약</li> <li>19,917건/월×평균 5장×12개월=1,195,020장</li> <li>5원(종이1장비용)×1,195,020=년간 5,975,000원 (100원 절사)</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 검사표(정비,검수) 인쇄비 년간 1,500만원절감</li> </ul>
정성적 측면	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 시스템 관리기능 향상에 따른 안전성 강화</li> <li>○ 기업정보관리 향상</li> <li>- 부품업체 관리를 통한 자재의 질 향상</li> </ul>
추정치 합계	698,255,000원

4. 경제성 평가 결과

서울메트로 차량의 정보시스템에 대한 경제성의 평가에서는 정량적인 편익의 산출만큼 정성적인 측면도 중요하게 부각될 수 있다. 즉 하루에 수 백만명 이상의 시민들이 활용하는 대중교통 수단을 운영하는 시스템을 평가하면서 기관 내부의 업무효율에만 국한시켜서 분석하는 것은 무리가 따를 수 있다. 2005년 12월 현재 서울메트로에는 하루에 400만 명 이상의 시민들을 수송하고 있다.

따라서 본 연구의 대상인 도시철도의 차량 유지보수 정보시스템의 경제성 평가는 단순히 차량 유지보수시스템만을 정량적으로 분석 하는 것에서 그치는 것이 아니라 도시철도 전반의 시스템과 고객인 시민들의 안전성을 고려한 정성적 평가가 병행되어야 한다.

4.1 평가 종합

서울메트로의 차량 유지보수체계 정보화시스템에 대한 경제성 평가는 다음 표 9와 같이 종합할 수 있을 것이다. 차량의 유지보수체계 정보화시스템의 경제성은 연간 약 200억원 정도로 추정된다. 이러한 추정치는 정보시스템이 시행되기 이전의 편익부분이므로 향후 정보시스템 가동 이후에 실제 편익과 비교 검토가 필요할 것이다. 비용의 측면에서 정보시스템의 유지보수비 및 수리비 등의 차감이 논의될 수 있으나, 2006년은 정보시스템의 무상 유지보수 기간이므로 제외되었다. 향후 경제성의 평가 시에는 고정비와 유지관리비를 비용으로 산정하여 이를 감안한 평가가 이루어져야 할

표 9. 유지보수 정보시스템의 경제성 종합평가

유지보수체계 시스템 명	경제성 평가금액	비고
유지보수 작업시스템	5,354,762,000원	
유지보수 자재시스템	2,571,928,000원	
유지보수 지원시스템	187,140,000원	
유지보수 응용시스템	6,433,081,000원	40억포함
기술자료 지원시스템	1,293,398,000원	
차량운행정보 자동수집시스템	3,706,221,000원	
유지보수 공통시스템	698,255,000원	
합계	19,546,530,000원	

것이다.

유지보수 작업시스템의 경우, 사용자의 수가 2,351명이다. 따라서 사용자의 수에서 다른 분야의 시스템들 보다 월등하게 많았기 때문에 높은 경제성 평가 금액을 보여주고 있다. 유지보수 응용시스템의 경우, 전문가시스템의 도입으로 인하여 전체 약 1조원에 달하는 차량가격에 대한 유지보수 효율성으로 인하여 역시 높은 경제성 평가 금액을 나타내었다.

#### 4.2 확산 및 안전성에 대한 고려

6대 도시에서 하루에 5,000여대의 차량이 480km의 노선에서 운행되고 있는 지하철은 안전운행이 그 무엇보다도 강조되고 있다. 그리고 이처럼 수많은 차량들이 안전하게 운행되기 위해서는 차량의 정비가 중요한 요소이며 이를 위한 정보화시스템의 구축일 필수적이다[10]. 현재 분석대상인 차량 유지보수체계 정보시스템은 서울메트로만을 대상으로 하여 시스템이 구축되었다. 따라서 향후 타 지방자치단체로의 확산이 가능할 것이다. 특히 차량 유지보수체계 정보시스템의 경우, 거의 대부분의 업무들이 표준화되어 활용되고 있으므로 커다란 수정 없이 각 지방자치단체 도시철도에 도입되어 활용될 수 있을 것이다.

또한 지난 2003년 2월의 대구지하철 사고를 겪으면서 지하철 운행에 있어서 안전성의 측면이 가장 중요하게 부각되고 있다. 이처럼 자주 발생하는 지하철 사고를 예방적 차원에서 금액으로 환산하기는 쉽지 않은 일이다. 다만 교통개발연구원은 '2003년 교통사고비용 추정' 보고서에서 도로, 철도, 해운, 항공 전 분야에서 발생한 교통사고 피해를 화폐 가치로 환산하면 15조5천억원에 이른다고 밝혔다[11].

부문별로는 도로 교통사고비용이 15조1천억원으로 전체의 97.5%를 차지했다. 다음으로 철도 교통사고비용이 2천8백억원, 해운 1천1백억원, 항공 사고비용 56억원 순이었다. 물론 2003년은 그해 2월 발생한 대구지하철 화재참사 사고

비용(1천4백80억원)이 전체 철도 사고비용의 절반을 차지해 금액이 과대 계상되었을 가능성이 있다. 그러나 최근 지하철 사고가 빈발하고 있고 피해금액이 커지고 있음을 감안한다면, 안전시설 설비 투자액의 1%, 또는 대구지하철 사고금액의 1/10(10년 주기) 정도를 연간 사고 예방비용으로 추정하는데 무리가 없을 것이다. 이에 따라서 차량의 유지보수체계 정보화시스템의 안전성 측면에서의 경제성을 연간 수십억원이 부가될 수 있을 것이다.

## 5. 결론

본 연구는 도시철도 차량 및 시설물 유지보수체계 정보화시스템의 경제성을 편익을 추정하여 평가하였다. 본 연구는 경제성의 개념으로 정량적으로는 좁은 의미에서의 생산성 향상을 통한 비용절감효과와 정성적 측면에서 확산 및 안전성에 초점을 두면서 평가를 진행하였다. 결론적으로 본 연구에 의하면 도시철도의 차량과 시설물 유지보수체계의 정보화시스템은 상당한 경제성을 지니고 있는 것으로 나타났다.

이 연구의 시사점은 다음과 같다. 첫째, 도시철도와 같은 막대한 차량과 시설물을 대상으로 정보시스템을 구축하는 경우, 이것은 비용의 관점이 아니라 투자라는 개념으로 접근하여야 한다는 것이다. 일반적으로 경제성을 비용-편익분석으로 인식하고 있으나 연구 대상의 규모나 공공재적인 성격을 고려할 때, 정보시스템의 구축은 비용이 아닌 투자의 관점에서 경제성을 평가하여야 한다.

둘째, 정량적인 평가보다는 정성적인 관점이 부각될 필요성이 있다. 정보시스템의 도입을 평가하는데 있어서 전자문서의 유통과 전자결재 등도 중요하지만 시스템의 도입에 의한 안전사고 예방 등의 관점이 중요하게 다루어져야 한다. 이것은 대구지하철 참사 이후에 지하철의 안전관리 분야에 1조원 이상의 자금이 투입되고 있는 것에서도 잘 나타나 있다. 따라서 이 연구는 도시철도의 안전성 측면을 통하여 경제성을 평가하였다는 점에서 의의가 있다고 볼 수 있을 것이다.

그러나 다음과 같은 점에서 연구의 한계가 존재한다. 첫째는 소프트웨어의 도입에 따르는 사전평가에 대한 문제이다. 즉 한 번도 실제 상황에서 활용되고 있지 않은 정보시스템을 대상으로 하여 정보시스템의 기대효과를 측정하는데 따르는 어려움이다. 따라서 대대수의 기대효과를 실제로 측정할 수 없어 담당자와의 인터뷰를 통하여 추정치에 의존하였다. 따라서 경제성 분석의 기간도 1년간에 한정하여 연구를 수행하였다. 이것은 앞에서 언급한 바와 같이 정보시스템의 검수에 필요한 기초자료를 제공하는 측면에서 진행되



었기 때문에 기간적 한계를 지니고 있다.

둘째는 경제성 분석에 대한 이론적 부재의 문제이다. 즉 비용-편익분석에 기초하지 않은 상태에서 정보시스템의 경제성을 업무 처리시간 단축에 의한 비용절감으로 지나치게 단순화하여 평가함으로써 인하여 새로운 정보시스템의 활용성과 파급효과를 충분히 고려하지 못하는 상황이 발생하였다.

셋째는 공공기관의 특성에 따르는 자료수집의 어려움이다. 특히 고객인 시민의 만족도나 서비스 향상 정도를 측정할 수 없는 상태에서 내부의 업무처리 과정만을 파악하여 경제성을 분석해야 하는 한계를 지니고 있다.

넷째는 편익의 금액 산정과 관련한 부분이다. 즉 정보시스템의 도입으로 인한 검수시간의 감소 등이 인력감축으로 이어지지 않으면 이것을 모두 편익으로 산정하여 경제성을 평가하는데 무리가 따를 수 있다. 즉 인력절감 없는 업무처리 단축은 유희인력만 늘리는 결과를 가져올 수도 있다는 점이다. 따라서 편익의 일정부분만이 경제성으로 고려되어야 하는 한계도 발생할 수 있을 것이다.

그러므로 향후 후속연구는 공공부문의 특성에 따르는 새로운 경제성의 지표를 산출하여, 정보시스템의 파급효과를 실제로 측정하는데 초점을 두어야 할 것이다. 이를 위해서는 정보시스템 사용자들을 대상으로 적용업무별로 설문조사 및 현장조사를 병행하여야 한다. 이러한 방식을 통하여

비용절감 효과 및 생산성 향상의 측면을 함께 도출하고, 정량적이고 정성적인 측면을 모두 고려한 종합적인 분석 작업이 필요할 것이다.

## 참고 문헌

1. 서울특별시지하철공사 (2005), “차량분야 유지보수 정보화시스템”, 2005년 11월.
2. 한국전산원 (2002), “정보화사업평가 상시체계화 방안에 관한 연구”, 2002년 12월, pp.6-8.
3. 한국철도기술연구원 (2005), “국내외 기술개발 동향”, 2005년 4월.
4. LG CNS & Entru Consulting (2004), “철도정보시스템 투자성과 평가 보고서”, 2004년 12월.
5. 한국전산원 (1995), “행정전산망 사업의 경제성 평가에 관한 연구: 비용편익 분석을 중심으로”, pp.48-50.
6. 한국전산원 (1999), “정보공공 활용의 경제성 분석 모델 개발”, pp.33-36.
7. 한국전산원 (1996), “공문서 전자유통 방안”, pp.48-49.
8. 서울특별시지하철공사 (2005), “차량분야 유지보수 정보화시스템”, 2005년 11월.
9. 서울특별시지하철공사 (2005), “차량분야 정보화시스템 시범운영 결과보고서”, 2005년 10월.
10. 박기준 외 3명 (2002), “도시철도 유지보수체계 정보화시스템 구축에 관한 연구”, 추계학술대회논문집, 한국철도학회, pp.922-928.
11. 교통개발연구원 (2004), “2003년 교통사고비용 추정보고서”.