

KTX차량 유지보수 비용구조 분석사례 연구

Case study on the maintenance costs structure analysis for

KTX High Speed Rolling Stock system

최석중*, 김문홍*[†], 김용한**

Seog Jung Choi *, Moon Hong Kim *[†], Yong Han Kim * *

Abstract The high speed rolling stock system considerably belongs to a special industry which requires large-scale investment cost but the recovery term is too long. In view of these characteristics, this study is the cases on maintenance cost structure analysis for KTX High Speed Rolling Stock invested previously in 2004.

Through the case study for KTX High Speed Rolling Stock maintenance cost structure, this aims to seek for the method to improve the different RAM management skills and apply for environmental changes by integrating cost effective operational conditions and methods of the KTX maintenance management.

Keywords : KTX, maintenance, Rolling Stock, RAM

초 록 고속철도차량 시스템은 대규모 투자비가 소요되는 반면에 투자회수 기간이 긴 프로젝트 특성을 보이는 특수산업에 해당한다. 이러한 특성 때문에 본 사례연구는 KTX 차량의 장애통계 분석을 통하여 유지보수 시스템 비용구조에 대한 사례를 살펴보고 철도차량의 도입과 운영, 그리고 폐기시까지 차량에 소요되는 총 유지보수 비용요소를 분석하여 궁극적으로 비용 효과적인 유지보수 정책 수립에 기여하고, 유지보수 관리 방법과 기술을 증진시키는 것을 통하여 철도산업의 발전과 유지관리 환경변화에 대응하는 방안을 모색하고자 한다.

주요어 : KTX, 철도차량, 유지보수, RAM

1. 서 론

본 연구의 목적은 고속철도차량의 운영, 유지보수 단계의 비용구조에 대한 사례분석을 통하여 고속철도차량의 비용영향요인을 찾아 개선하는 방안을 모색하는 것이다.

따라서 차량의 장애 통계 분석을 통해 유지보수 및 운영, 부대비용 등 정책적인 유지보수 의사결정을 위해 총 비용과 운영 유지보수 단계에 차량관리 활동에 소요되는 비용구조를 살펴보고 이 단계에서 고속철도 차량의 장애와 이에 대한 하부시스템의 비용 효과적인 관리 활동에 영향을 주는 인자를 개선하여 합리적으로 최소화하는 방안을 모색하는 것이다.

† 교신저자: 우송대학교 경영대학 경영학과(mhkim@wsu.ac.kr)

* 한국철도공사 경영지원본부 기획조정실 차세대KOVIS추진처

** 한국철도공사 연구원 기술연구처

2. 본 론

2.1 기존연구

2.1.1 선행연구 사례

2004년 4월 1일 고속철도가 개통된 이후로 10년이 지났다. 고속철도차량의 안전운행을 보장하고 경영효율성 확보를 위해서 필요한 유지보수 조직과 인력, 시설과 장비, 부품 조립체 등 자원의 효과적인 관리시스템을 구축하는 것이 중요하다. 철도차량의 과학적인 유지보수를 위해서 데이터 기반 유지보수 체계를 구축하는 노력으로 RCM(Reliability Centered Maintenance) 방법을 제시하여 현장 활용성 강화를 위한 RCM 시스템 구축방안을 제시하였다.[1]

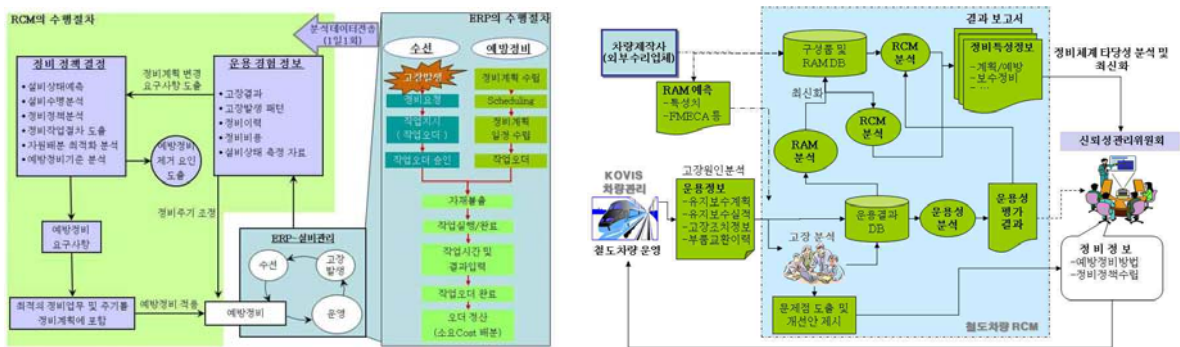


Fig.1 comparing KTX -RCM system development phase

김중운[2](2008)은 「철도시스템의 RAMS 중심의 유지보수 정책결정을 위한 개념적 절차」 연구에서 시스템 구매사양서에 RAMS 요구사항을 명기하고 이를 검증하는 것과 운영 및 유지보수 단계에서 RAMS 성능의 지속적인 관찰과 RAMS 중심적인 운영 및 유지보수 정책이 필요하다고 보고 획득된 철도차량 시스템의 고유성능이 지속적으로 달성되도록 하는 것을 목표로 유지보수 절차를 구성하는 것을 제안하였다.

유양하[3](2013)는 KTX에 적용된 RAMS에 따라 운행초기 하자보증기간(2004~2006) 동안 신뢰성을 입증하는 과정에서 철도차량의 운영환경과 특성에 따른 유지보수 체계를 RCRM(Reliability Centered Rolling stocks Maintenance)으로 정의하여 신뢰성 중심의 유지보수 방법을 제안하였다.

2.1.2 고속차량 비용구조 선행연구 사례

일부 선행 연구결과에 따르면, 구매가격이 차량 보유에 들어가는 총 비용(<보유 비용> 개념에는 구매, 모든 유지보수 비용, 운영비용, 인프라 사용에 필요한 통행료가 포함)의 20%에서 30%를 차지한다.

그러나 보유 차량의 전체비용을 파악하기 위해 연간 차량 운영비용을 파악할 필요가 있는 하지만 일단 처음에는 유지보수와 관련된 부분에만 배타적으로 집중하기로 했다. 이 비용은 차량을 가용상태로 두는 비용으로 간주될 수 있다(DIN 31 051 규격이 이 비용을 정의).

유지보수 작업의 구성내용과 그 금전적 가치의 내용은 차량의 신뢰성, 가용성, 유지보수

성, 안전성의 측면과 밀접한 관계를 갖는다. 이러한 측면들뿐 아니라 특히 승객의 편의를 위해 유지보수 품질수준을 고객의 눈높이에 맞추어야 한다. 철도차량은 고객에게 보이는 최상의 상품으로 승객들을 대상으로 하는 기업의 이미지와 신인도와 밀접한 관련이 있기 때문에 반드시 고려해야 할 중요한 요소이다.

이 연구에서는 차량 도입단계의 비용보다는 예방 및 사후 유지보수에 대한 운영 측면의 비용구조 연구 중심으로 구성하였다. 이러한 유지보수 정책은 KTX 총 자산비용을 최적화하고 고장 발생을 예방하는 목적으로 하는 활동(예방 유지보수)과 고장 또는 오동작의 영향을 수리하는 목적으로 하는 활동(사후 유지보수) 사이를 신중하게 배분 하는데 있다.

차량의 수명주기비용은 다음 Fig.2와 같이 시스템의 설계, 개발, 제작, 등 취득단계에 포함하는 모든 비용을 의미하며 운영유지보수 및 폐기단계까지 철도차량 시스템 엔지니어링에서는 14단계로 구분하여 각 단계별 활동범위와 비용 등을 계산한다.



Fig.2 KTX manufacturing and operational phase

2.2 고속차량의 비용구조 사례분석

2.2.1 KTX 차량의 도입비용 구조

KTX 차량의 구입비용은 다음 표 1 과 같이 설계.제작 등 총 46 편성(920 량)에 대한 유형의 철도차량 제작비용과 운영에 관련된 인력의 훈련, 차량의 성능시험과 운영관리 기준에 해당하

는 장치별 운용 및 정비지침서, 소프트웨어 프로그램 등에 해당하는 비용이 할당된다.

또한 예비보수품, 시험장비, 공기구 등 유지보수를 위한 제반 설비와 신차종에 대한 유지보수 서비스, 차량의 제작 및 시험운영에 필요한 제반 사업비용 등과 수수료, 출장경비 등의 기타 부대적인 과업에 해당한다.

Table 1 cost of development for ktx rolling stock

구 분	계(원화 단위:백만원)		
	US\$	원화환산 (1US\$=1200 원기준)	%
합 계	1,998,015,915	2,397,618	100
설계	164,449,158	197,339	8.18%
제작 및 인도	1,525,568,301	1,830,682	76.00%
훈련	10,320,846	12,385	0.51%
시험 및 시운전	43,664,378	52,397	2.17%
운용 및 정비지침서	20,155,007	24,186	1.01%
예비품, 공구 및 시험장비	64,978,524	77,974	3.91%
유지보수 계획	1,439,215	1,727	0.07%
유지보수 서비스	38,946,589	46,736	1.94%
사업관리	126,041,129	151,249	6.09%
기타과업	2,452,768	2,943	0.12%

또한 전체적인 도입비용 중 하부 시스템단위로 세분하여 편성단위, 또는 동력차, 객차 등과 제동시스템, 공조시스템, 컴퓨터 제어시스템 등으로 할당되지만 앞의 표에서 보는 바와 같이 주비용은 차량시스템 제작 및 인도에 76%의 비율이 할당되고, 시스템 설계비, 사업관리비, 인력훈련, 유지보수 시스템을 지원하는 등 부대비용 비율이 약 25% 정도로 구성되는 것을 알 수 있다.

차량시스템 전체 구입비용 중 유형의 취득자산과 무형의 경비를 구분하면 다음 표2와 같이 구분해 볼 수 있다. 총 시스템 도입 비용 2조 3천억원 중 하드웨어 비용이 88.8%이 약 1조 8천억원으로 도입에 수반되는 제반 활동비용은 약 11.2%(약 2,674억원)인 것을 알 수 있다

2.2.2 고속철도차량(KTX) 유지보수 비용요소 분석

고속철도차량의 2007년 이후 2013년까지 총 유지보수 비용을 보면 다음 그림 4와같이 연평균 약 1,500억원이 소요되었으며, 인건비 37.8%, 경비 12.4%, 부품수선비를 포함하는 자산관련 경비 49.8%로 나타났다.

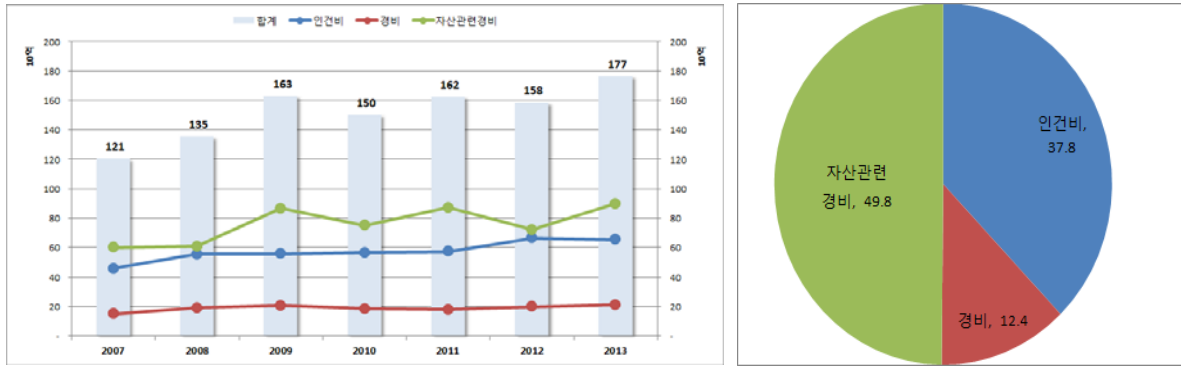


Fig 3. Cost structure of KTX maintenance (Korail KOVIS system)

인건비는 고속철도관련 유지보수 업무를 담당하는 직접인건비와 본사 및 지역본부, 정비단의 업무를 지원하는 인력의 인건비가 포함된 고정비로 분류된다.

경비는 지급수수료 41%, 비급여성 복리후생비 37%, 기타경비 17%와 객차청소, 광고선전비, 시설관리 수수료, 열차운영수수료 등 고속철도차량 유지관리와 시설 장비 유지관리 업무를 수행하는 외주업무와 홍보, 등의 부대경비이며, 자산관련 경비는 운영에 소요되는 동력비, 감가상각비, 수도광열비, 수선유지비, 차량비 등으로 대부분은 수선유지비(81%)로 경상유지보수에 소요되는 부품의 교환과 수리에 소요되는 자재비와 철도차량의 감가상각비(17%)로 구성되어 있음을 알 수 있다.

검수종별 유지보수 비용은 연도별 편성당 평균 약 16억원으로 고장으로 인한 부품교체 등 임시검수에 소요되는 비용이 31%로 가장 높으며, 일상적인 차량의 점검과 수선으로 21%를 차지하고, 부품교환검수 16%, 전반검수 9%, 제한검수 8% 순으로 나타났다

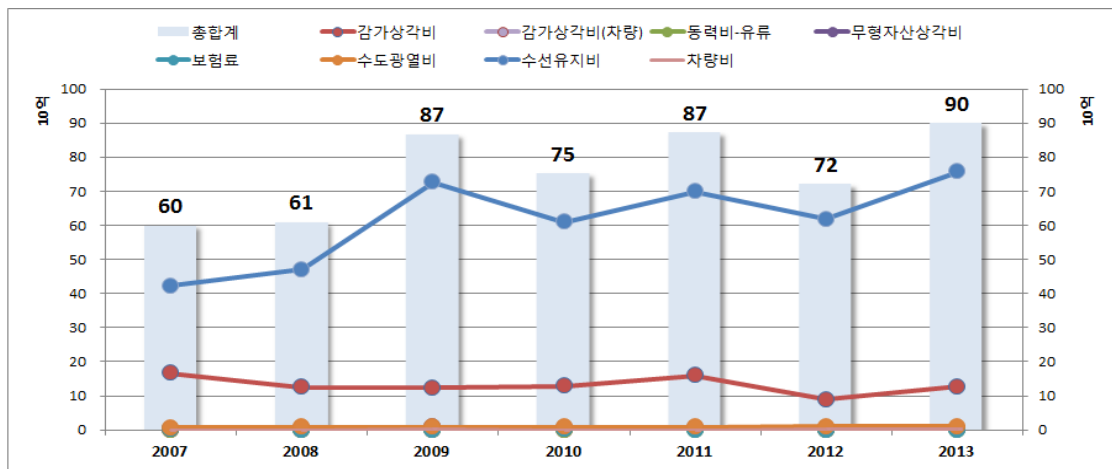


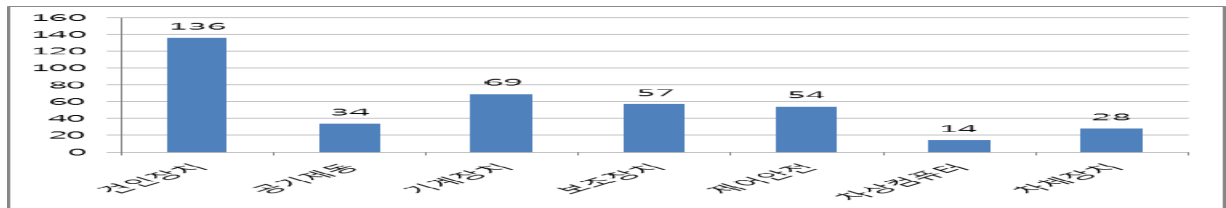
Fig 4. Cost structure of KTX operation (Korail KOVIS system)

2.2.3 KTX 차량의 연도별 장애통계

KTX차량의 장애는 지속적으로 감소하고 있으며, 다음과 같이 견인장치, 기계장치, 보조장치, 제어 및 안전장치, 공기제동, 차체, 차상컴퓨터 순으로 하부시스템의 장애 유형이 발생한 것으로 조사되었다.

Table 2 KTX failure event record (2004-2015)

구분		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
KTX	건수	81	50	50	28	27	23	25	28	28	24	14
	고장률	0.304	0.126	0.121	0.065	0.062	0.052	0.058	0.064	0.063	0.052	0.031
산천	건수							28	36	21	15	16
	고장률							1.376	0.623	0.279	0.146	0.154
계	건수	81	50	50	28	27	23	53	64	49	39	30
	고장률							0.103	0.129	0.094	0.069	0.054



3. 결론

고속철도차량 유지보수는 영업운영 서비스와 승객의 안전을 보장하기 위하여 정상기능을 항상 관찰하여, 정상기능을 저해하는 요인을 제거하는 활동으로 예방유지보수와 사후 유지보수 모두 인건비 비율이 높은 것으로 나타나 기술 인력의 의존도가 높은 노동집약적 업무로 볼 수 있으며, 시설과 자산관련 경비 중 부품의 교환과 대체 등 수선유지비 비율이 높은 것은 차량의 정상기능 유지를 위한 팬터그래프 집전판, 제동장치 라이닝 등 소모품의 교환과 전기장치 기능성 부품의 주기적인 교환과 개선 등에 소요되는 재료비의 주요 영향요인인 것으로 분석되었다.

따라서, 운영 및 유지보수 비용절감 측면에서 인력의 전문화와 정기적인 예방 및 사후 유지보수 절차 및 기준의 개선, 부품관리 과학화 등은 총 유지보수 비용에 직접적인 영향을 주는 자원의 적절한 배분이 얼마나 중요한 요소로 작용할 수 있는지 보여주는 것이라고 판단된다.

참고문헌

- [1] SM. PARK (2012) A study on maintenance methods based on RCM system. Korea operations research and management science society fall conference
- [2] JE KIM (2008) A conceptual procedure of RAMS centered maintenance for railway system
- [3] YH. You (2013) A Study on Reliability Centered Rolling Stock Maintenance Methods, JOURNAL OF THE KOREAN SOCIETY FOR RAILWAY VOL.16, NO.3 pp183-188
- [4] korail (2007~2013) Cost Evaluation results by korail's kovis system(internal document)