한국형 고속열차의 공익적 목적 활용방안 대안 연구

Investigation on the directions of practical use in public purpose of the proto-type Korean High Speed Train(HSR 350 x)

목진용* 박찬경** 김기환** 김상수**
Mok, Jin Yong Park, Chan Kyoung Kim, Ki Hwan Kim, Sang Soo

ABSTRACT

Proto-type Korean High Speed Train(HSR 350x) had developed in 2002 through G7 High Speed Train R&D project from 1996, had carried successful trial running test up to 350km/h and has been executing running test more than 0.2 Mil. kilometers of accumulated running distance to insure reliability on service line till July 2008.

Even though the R&D project has finished by Oct. 2007, the proto-type train HSR 350x has maintaining various measuring functions and test facilities till now. So it may be needed a suggestion on the direction of practical use in public purpose of the HSR 350x.

This study has suggested several directions of practical use in public purpose of the HSR 350x, and feasibilities for each alternatives of practical use in order to contribute making reasonable decision for practical use of the train in public purpose for the future.

1. 서 론

1996년 착수한 G7 고속전철기술개발사업과 후속 고속철도기술개발사업은 당초 계획된 사업 목표를 성공적으로 달성하고 20만km 이상 무사고 시운전 주행실적까지 기록하며 2007년 10월에 종료되었다. 사업을 통해 개발된 시제열차인 한국형 고속열차는 지난 2002년 8월부터 약 5년간 본선 시운전시험을 수행하면서 시제 개발열차로서 시스템의 안정성과 신뢰성을 입증하고, 2009년부터 국내 호남・전라선에 투입될 KTX-II 고속열차의 기술적 근간이 되었으며 국내 최초의 상징적 의미를 가진 열차가 되었다.

당초 부여된 임무를 훌륭하게 완수한 한국형 고속열차는 현재도 기본적인 운행성능을 유지하며 시설물 검측 기능을 포함한 종합계측시스템을 갖추고 있어 사업이 종료된 현재 시점에서 열차를 공공목적으로 활용할 대안들을 검토하고 대안별 타당성, 기대효과 등을 검토하여 열차의 활용도를 높일 필요가 있다.

따라서 본 연구는 해외 시제열차 활용사례를 참고로 하여, 시설물 검측기능을 가진 시설물 측정차로, 혹은 고속열차 신규 개발부품의 성능시험차로, 또는 우리 고속철도 기술개발 역사의 홍보용 전시열차 등으로 대안을 설정하고 대안별 타당성과 효과를 검토함으로서 향후 열차의 공익적 목적의 활용 대안을 판단하고 결정하는 과정에 실제 참고할 수 있는 현실적인 대안을 검토하여 제시하고자 한다.

* 책임저자, 정회원, 한국철도기술연구원, 차세대 고속철도기술개발사업단
E-mail : jymok@krri.re.kr
TEL : (031)460-5622 FAX : (031)460-5649
** 한국철도기술연구원, 차세대 고속철도 기술개발사업단

2. 본 론

한국형고속열차는 당초 개발된 목적과 임무를 성공적으로 달성하였으나 현재 고속 운행성능을 갖추고 시설 검측을 포함한 종합계측시스템을 갖추고 있어 열차의 개발과정에 투입된 개발 비용과 계측성능의 상태 등을 고려할 때 향후 열차를 공익적 목적으로 계속 활용하는 방안의 검토가 필요하다. 열차의 활용 대안은 크게 나누어 고속철도 시설물 종합검측차, 혹은 고속열차용 신규 개발부품의 현차 성능시험차, 또는 우리 고속철도의 기술개발 역사와 기술발전 비전을 홍보할 전시열차 등으로 활용 대안을 설정하고 대안별 현실성과 고려사항을 검토하였다.

2.1 한국형 고속열차의 종합측정시스템과 측정 기능

한국형고속열차는 본선 시운전시험 주행을 통해 약 400여개 항목의 측정이 가능한 종합계측시스템이 차량 내에 설치되어 있으며 측정 항목은 상시측정 항목과 별도의 계측장비를 설치, 측정하는 특정 측정 항목으로 나눌 수 있다. 상시측정 항목은 주행성능, 대차 거동, 차체 진동, 제동성능 및 집전장치 거동 모니터링 시험 등을 들 수 있다. 편성 중에 3개의 차량에 나누어 설치된 계측모듈은 네트워크 데이터 케이블로 연결되어 전체시스템의 시간 동기화 및 실시간 모니터링, 측정 데이터를 동기화시켜 저장한다. 주 컴퓨터는 전체 시스템과 각 차량의 측정 모듈들을 제어하고, 주행 및 제동성능, 휠-레일 접촉 거동, 판토그래프 거동 등 별도의 항목도 모니터링이 가능하며 측정데이터는 시운전시험 종료 후 후처리, 분석이 가능하다. Fig. 1에 한국형 고속열차에 설치된 종합계측시스템의 계측 모듈별 구성 상태를 보였다.

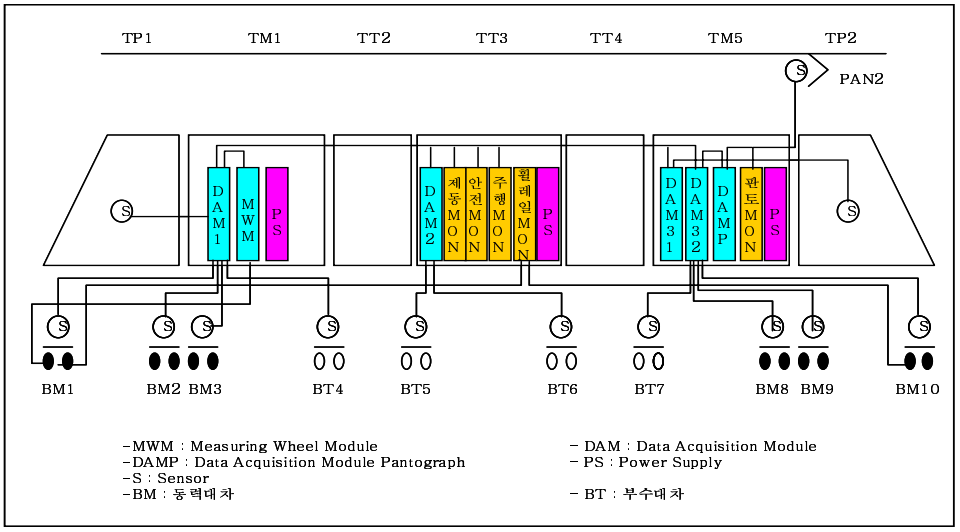

Fig. 1. 시제 한국형 고속열차의 종합계측시스템 구성 상태

2.2 열차의 활용 대안별 검토

2.2.1 제1안 ; 기존 고속선로 시설물 종합검측차로 활용

현재 보유한 검측기능을 고려할 때 첫 번째로 한국형 고속열차는 고속철도 시설물 상태를 정기 또는 비정기로 기존 고속선로의 시설물 상태를 검측할 수 있는 시설물 종합검측차로 활용이 가능하다. 기존 고속선로 시설물의 유지보수 효율화를 위해 300km/h까지 고속으로 운행하며 궤도, 전차선 등 시설물 상태 검측에 활용할 수 있다. 일본의 Dr. Yellow, T-2, East-1, T-5 종합측정차, 프랑스의 Melusine 고속측정차 등이 해외의 철도 운영기관이 운영하는 고속선 시설물 종합검측차의 사례이다.

열차를 고속철도 시설물 종합검측차로 활용할 경우, 전라선('09년), 경전선(삼랑진-마산, '10년) 등 신규 전철화 구간에서 열차의 최고 운행속도까지 궤도, 전차선 등 시설물과 차량의 인터페이스 성능을 확인하는 종합시험차로 활용도 가능하다. 또한 현재 영업 운행하는 KTX 열차를 이용하여 시험하기 어려운 공력, 소음특성 개선 등 기존 고속열차의 성능개선, 판토그래프 사구간 모드 자동제어 방안 등 기존 열차의 운전제어 성능 개선방안 등에 대한 적용 타당성과 적합성을 확인하는 운행시험에도 활용할 수 있다. 이 활용방안은 현재 고속열차 운영기관, 또는 철도 건설담당 기관과 전문연구기관이 주도하여 상세한 활용계획, 소요 재원의 조달방법 등을 검토하여 추진해야 할 공공주도형 활용 대안인 것으로 사료된다.

Table 1에 고속철도 시설물 상태 검측과 관련된 한국형 고속열차의 계측시스템 장비별 시험 항목을 정리하였다. 표에서와 같이 한국형 고속열차가 보유한 측정기능은 고속철도의 선로시설물 상태, 시설-차량 간 인터페이스 성능평가에 유용한 다수 항목의 시험이 가능한 것으로 분석되었으나, 실제 적용을 위해서는 고속철도 운영기관의 시설물 유지보수 부문과 더 상세한 적합성 검토가 필요할 것이다.

Table 1 한국형 고속열차로 활용 가능한 선로시설물 등 시험측정 항목

분 야	시험 항목	시험 장비	비 고
궤도 틀림	- 궤간 틀림 (정확도주1 ±1mm이내)	- 궤도검측시스템	측정간격 : 0.25m
	- 면 틀림(파장 3~25m, 정확도 ±1mm이내)		
	- 평면성 틀림(스판 5.5m이내, 정확도±3 mm 이내)		
	- 수평 틀림 (정확도±3 mm 이내)		
	- 줄 틀림(파장 3~25m, 정확도 ±1.5 mm 이하)		
전차선/전력	- 전차선 접촉거동 영상 모니터링 시험	- 집전 모니터링	
	- 전력 품질	- 전력 분석 장비	열차 내부 / 변전소
차량	- 승차감	- 승차감 분석 장비	
	- 주행 안전성	- 휠/레일 모니터링	
	- 차륜/차량 진동	- 종합 계측시스템	

Fig. 2에 해외 종합검측차의 예로 일본 JR동해가 운영 중인 종합측정차 923형 T-5 시험차를 나타내었다.

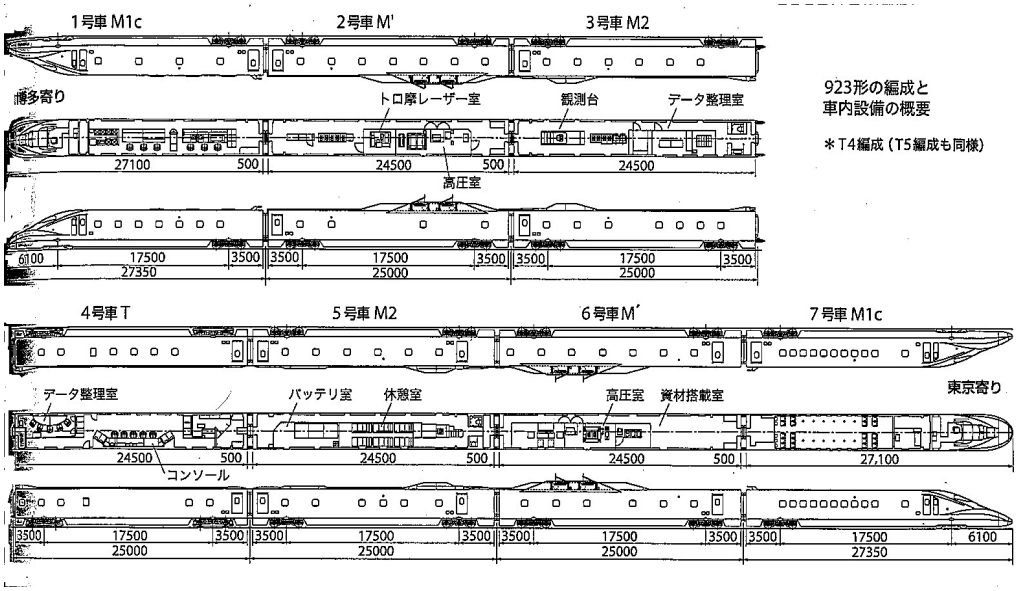

Fig. 2. 일본의 선로 시설물 종합검측차 (T-5 시험차)

2.2.2 제2안 ; 신규 국산화 개발부품의 현차 성능검증 시험차로 활용

G7 고속전철기술개발사업과 한국형 고속열차 개발을 계기로 국내 철도산업계는 현재 고속차량의 유지보수용 부품의 국산화 뿐 아니라 후속 고속차량 수요에 대비한 핵심부품의 국산화 개발계획을 활발하게 추진하고 있다. 따라서 고속차량용 부품의 국산화 개발 완료단계에서 시제 국산화 개발품은 열차의 운행조건에서 실제 차량에 탑재, 동작하는 고속운행 조건에서 적합성을 검증하는 현차시험이 필요하며 기존 KTX 열차와 동등한 조건과 성능계측 기능을 갖춘 한국형 고속열차는 이러한 현차 성능검증용 시험차로 활용될 수 있다. 더 나아가 앞으로 개발될 위성 DMB 방송 수신장치, 초고속 대용량 무선인터넷 통신장치 등 신기술을 적용한 미래형 승객서비스 장치의 현차 적용성 시험에 열차가 활용될 수 있을 것이다.

이 활용방안은 철도차량과 차량용 부품을 개발, 제작하는 국내 철도산업계가 주도하여 상세 시행계획과 재원조달 방안 등을 수립하고 고속철도 운영기관과 전문연구기관이 협력하는 형태로 추진되어야 할 민간주도형 활용대안으로 판단된다. Table 2에 한국형 고속열차로 활용이 가능한 국산화 개발부품의 현차 성능검증 시험 항목들을 분류하여 정리하였다.

Table 2 한국형 고속열차로 활용 가능한 개발품 현차 성능검증 시험 항목

분 야	장치 분류	시험 항목	비 고
차상 신호장치	ATP 차상장치	- 지상 발리스 정보 Pick Up 적합성 시험	기존선 / 고속선
		- ATP 차상제어 단위 기능 시험	
	ATS 차상장치	- 지상 ATS 정보 Pick Up 적합성 시험	기존선
		- ATP 차상제어 단위 기능 시험	
	통합 차상장치	- 신호구간별 절체 / 통합차상장치 제어기능 시험	기존선 / 고속선
차량 및 주요 장치	추진제어장치	- 추진 및 회생제동 제어기능 시험	기존선 / 고속선
	제동장치	- 공기 및 혼합제동 제어기능 시험	
	HVAC 장치	- 객실/운전실 공기조화 제어기능 시험	
	보조전원/충전장치	- 보조전원 / 배터리 충전장치 제어기능 시험	
	위성 DMB 장치	- 300km/h 운행 중 위성DMB 방송 수신시험	
	위성 통신장치	- 위성 송수신 방식 무선인터넷 데이터 통신 시험	

2.2.3 제3안 ; 역사적 기념 및 교육용 전시열차로 활용

한국형 고속열차는 국가 연구개발사업을 통해 개발되고 우리 철도기술의 발전역사에서 중대한 의미를 가지는 최초의 시제(Proto-type) 고속열차로서, 영구적으로 보존, 전시하며 일반국민과 철도기술 분야의 교육용 열차로 활용하는 방안도 충분히 고려해 볼 수 있다. 해외 고속철도 선발국가의 사례를 조사한 결과, 독일의 ICE-V, 프랑스 TGV-001, 일본의 300-X, STAR 21 및 WIN-350 시제열차의 경우와 같이 시제열차가 개발되어 약 4~6년 동안 당초 계획한 개발성능 검증시험을 추진한 후 시험목표를 성공적으로 달성하고 시제열차의 기술을 적용한 양산 모델의 영업열차가 제작된 시점에서 국가적, 역사적으로 철도 발전에 중요 역할을 담당하는 철도운영기관 또는 연구기관에 역사적 교육/기념용 열차로 전시하는 일반적 사례이다. 한편, 이러한 기념/교육용 전시열차로 활용방안은 열차의 전시방법, 전시 및 관리비용 부담의 주체, 전시기관/위치 등에 대하여 영구보존 가치와 교육·전시 효과를 면밀히 고려하되 개발사업 주관부처, 개발 주관기관, 기업, 사업 총괄기관 등 한국형 고속열차의 사용권과 관련된 기관 간 협의과정을 통해 상세 시행계획을 수립한 후 추진하는 과정이 바람직할 것으로 사료된다.

아래 Fig. 3, 4에는 해외의 선발 철도국가 중 초도 개발, 제작한 후 개발시험을 완료한 시제 고속열차를 기념 및 교육용 전시 열차로 활용한 일본의 시제 고속열차 사례를 조사하여 나타내었다.

Fig. 3 일본 300-X 시제 고속열차 (RTRI 풍동센터)

Fig. 4 일본 WIN-350시제 고속열차 (RTRI 풍동센터)

2.3 열차의 활용 대안별 고려사항

앞 절에서 제시한 바와 같이 한국형 고속열차의 공익적 목적의 활용방안은 크게 3가지로 나누어 고속철도 시설물 종합검측차, 혹은 고속열차용 신규 국산화 개발부품의 현차 성능시험차, 또는 철도 기술개발 역사와 기술발전 비전의 홍보, 교육에 활용할 전시열차 등으로 활용 대안을 제시하였다. 그러나 이러한 3가지 시제열차의 활용 방안들은 실제 실행에 앞서 우선 고려해야 할 현실적인 문제점 또는 제약조건을 가지고 있으므로, 사전에 이 제약조건에 대한 대책이 검토되어야 한다. 위에서 제시된 활용방안 대안별 제약조건 또는 고려사항을 정리하면 다음과 같다.

앞의 2가지 대안 즉, 고속철도 시설물 종합검측차로 활용할 경우, 또는 고속열차용 신규 국산화 개발부품의 현차 성능시험차로 활용하는 경우 열차의 성능을 양호한 상태로 유지하기 위한 일상적 유지관리 및 보수업무와 본선 시운전시험에 참여하는 전문 인력의 운용에 필요한 제반 운영비 등 예산조달 방안이 우선적으로 해결되어야 한다. 개략적으로 시험열차 운영에 필요한 비용을 산출한 결과로 영업배상 책임보험료, 열차 유지보수 비용, 시험요원 운영 및 정비 소모품/예비품 비용 등으로 연간 약 4억 원이 소요될 것으로 분석되었다.

일반적으로 수혜자 비용부담 관점에서 보면 이러한 시험차 운영비용은 제1안 즉, 철도시설물 종합검측차로 활용하는 경우 고속철도 운영기관, 또는 철도 건설기관의 주도하에 상세 활용계획과 소요예산 조달방안 등을 검토하고 추진하는 것이 바람직하다. 제2안인 고속열차용 신규 국산화 개발부품의 현차 성능시험차로 활용할 경우, 직접적으로 혜택을 받을 수 있는 차량제작사와 국산화 개발계획을 가지고 있는 주요 부품기업들이 주도적으로 상세한 활용계획, 시험열차 운영계획과 소요예산의 조달방안을 수립하고 운영기관과 관련 전문연구기관은 시험열차의 시운전 시험운행에 필요한 협력사항 등을 지원, 협업하는 방식이 합리적인 추진방안이 될 것으로 사료된다.

앞에 설명된 2가지 대안의 또 다른 제약사항은 한국형고속열차의 경우 다수 편성의 영업열차와 다르게 유일하게 1편성만 제작된 초도개발 열차로서 열차 유지보수 부품의 조달이 용이하지 못하여 2년 이상 장기간 본선에서 운행하려면 부품조달의 어려움이 예상된다. 따라서 실제적인 열차의 활용단계 이전에 주요 핵심부품별 조달계획을 상세하게 수립해야 하며, 시험열차의 운행기간은 최대 2년 이내로 계획하는 것이 바람직하다.

세 번째 활용방안인 기념 및 교육용 전시열차로 활용하는 경우, 가장 먼저 열차의 전시 및 관리비용 부담의 주체, 교육・전시효과를 고려한 전시될 기관, 위치를 검토하려면 열차 개발사업의 주관 정부부처, 개발주관기관, 참여기업 및 사업 총괄기관 등으로 구성된 전시열차 실무추진 조직이 우선 구성되고 한국형 고속열차의 소유권 처리와 사용권 양도 등의 관련기관 간 협의 및 협약체결 과정을 거쳐 상세 시행계획을 수립한 후 열차의 전시를 추진하는 절차가 필요할 것으로 본다.

3. 결 론

본 논문의 앞 절에 제시된 바와 같이 한국형 고속열차는 지난 2007년 말 당초 계획되고 부여된 개발 목적을 성공적으로 달성하고 임무를 완수하였다. 그러나 동 열차는 현재도 고속열차로서 기본적인 운행 성능을 유지하고 시설 검측을 포함한 종합 계측기능을 갖추고 있으므로 향후 열차를 공익적 목적으로 계속 활용할 수 있는 방안의 검토가 필요하였다. 따라서 본 논문은 한국형 고속열차의 향후 활용방안을 3가지 대안으로 설정하여 제시하고, 각각의 대안별로 선결해야 할 제약조건이나 문제점을 도출하였으며 개별의 문제점에 대한 대책방안 또는 고려할 사항을 분석하여 제안하였다. 논문에 제시한 활용대안은 향후 한국형 고속열차의 활용방안을 결정하고 상세 활용계획을 수립하는 과정에 참고자료로 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

후 기

본 연구는 국토해양부의 미래철도 기술개발사업인 차세대 고속철도 기술개발사업의 일환으로 수행되었으며 관계 기관의 지원에 감사드립니다.

참고 문헌

1. 목진용 등 (2008), “한국형 고속열차의 공공목적 활용사업 기획 연구”, 한국철도기술연구원
2. 김상수 등 (2007), “한국형고속열차의 궤도검측시스템 구축” 대한기계학회 추계학술대회 논문집
3. 김기환 등 (2002), “고속전철시스템 통합 및 총괄 최종보고서”, 한국철도기술연구원
3. 최강윤 등 (2002), “고속전철 열차시험 및 성능평가 기술개발 최종보고서”, 한국철도기술연구원
4. 최강윤 등 (2002), “고속전철기술개발사업 시운전시험계획”(2002. 10), 한국철도기술연구원