

분산형 고속철도 시스템의 시운전방안 효율성 검토
**The Feasibility study of Commission plan in HEMU (High-speed Electric
Multiple Unit) System**

조병찬* 김광길** 정상훈** 김종선** 임광만**
Cho, B.C. Kim, K.G. Jeong, S.H. Kim, J.S. Lim, K.M.

ABSTRACT

By the result of efforts for the technology development of G7 trainset, the technology of domestic high-speed train KTX-II has lately been put to practical use while a forward countries of railway, which have their own developing ability of high-speed train, are competing against each other for the development of faster high-speed train system. Japan has been commissioning of FASTECH 360 which was developed in June 2005. Also France and Germany have been commissioning of next generation high-speed train such as AGV and ICE-3, developed basing on technology of their existing high-speed train system(TGV and ICE), its maximum commercial running speed is 360kph, and adopted multiple unit system. For the development of technology of domestic high-speed train and enhancement of national technology competitive power, HEMU (High-speed Electrical Multiple Unit) development project has been carried out as a national R&D project from last August. For the executing of HEMU's maximum speed test, we have investigated the high speed line characteristics (i.e. radius of curvature, gradient, cant etc.) of Seoul-Pusan line and Honam line which is under construction. We'd like to examine a study of condition for the best HEMU T&C line considering HEMU's characteristics (i.e. acceleration, deceleration etc.) and its interface with infrastructure in this paper.

1. 서 론

KTX는 2004년 4월에 경부고속선과 호남선에서 상업운행을 개시하였으며, 국내기술에 의한 고속철도 기술개발사업(G7열차)의 성과로 개발된 KTX-II는 호남선·전라선에서 운행을 위해 제작중에 있다. 한편 고속열차의 독자개발 능력을 보유한 철도선진국들은 자국이 개발한 고속열차 기술의 축적과 함께 보다 빠른 고속철도시스템을 개발하기 위해 치열하게 신기술 경쟁을 벌이고 있다. 일본은 2005년 6월 FASTECH 360이란 시제열차를 개발 시험 중에 있으며, 프랑스, 독일 등도 기존 자국의 TGV 시스템 또는 ICE 기술을 기반으로 차세대 고속열차인 TGV-POS 또는 AGV열차나 ICE-3열차등 속도 360kph급의 분산형 고속철도를 개발 시험중에 있다. 국내에서도 이미 확보한 고속철도의 기술 개발을 확대 발전시키고자 분산형고속철도(HEMU) 개발을 2007년 8월부터 착수하여 국가기술경쟁력 향상을 위해 연구개발을 추진하고 있다. 개발사업의 일환으로 2012년부터 개발차량에 대한 시운전시험을 계획하고 있으며, 시험선 선정을 위하여 국내의 상업 운영중인 고속철도 노선과 건설중인 노선의 특성을 검토하였다. 차세대고속철도 최고속도시험은 경부고속철도 1, 2단계 그리고 호남고속철도 1단계 구간 중 비교/분석하여 대

* 책임저자, 회원 한국철도시설공단 기술본부
E-mail : chobc1234@empal.com
TEL : (042)607-3338 FAX : (042)607-3199
** 한국철도시설공단 기술본부

안으로 검토·선정되는 구간에서 수행되며, 이를 위해 본고에서는 차량시스템의 가속도/감속도 등 기본성능 그리고 차세대고속철도연구개발사업의 타 연구과제에서 진행하고 있는 인터페이스와 관련된 기술사항등을 고려하여 최적의 노선선정에 관해 고찰하였다.

2. 본 론

2.1 시운전노선(안) 선정을 위해 검토되어질 기본 요구사항

제안된 시운전 노선(안)에서의 시운전시험은 차세대고속시제열차(HEMU-400X) 기본편성(6편성)에 대한 기능과 성능을 확인하기 위하여 실제로 제작되는 시제차량을 이용하여 수행될 것이며, 최고속도까지 주행하면서 차량시스템의 동적성능 특성을 파악하고 차량시스템과 전기/신호시스템 및 선로구축물 사이의 인터페이스를 점검한다.

(1) 시제열차 시운전 일정

차세대고속시제열차(HEMU-400X)의 차량개발은 2007년도 8월부터 2008년 7월까지 기본사양 결정 및 기본 설계를 거쳐 2008년 8월부터 2011년 12월까지 상세설계, 생산설계 그리고 제작, 공장내 시험을 거쳐 본선에서의 시운전은 2012년 1월부터 2013년 6월까지 총 18개월로 10만km 주행을 목표로 하고 있다.

(2) 개발열차 성능자료(TPS)

시운전 노선을 선정·검토하기 위해서는 열차의 차량중량, 가속/제동성능, 속도별 가속도/감속도, 전동기 효율/역율, 기어비, 주행저항 등의 상세한 기술사양 자료가 선행되어야 하지만 개발초기인 차세대고속시제열차(HEMU-400X)의 상세한 자료가 확정되지 않았기 때문에 기 개발한 한국형 고속열차(G7) 열차의 기술사양을 참조로 분산형 열차의 일부특성(예: 전동기가 분산 배치 등)을 적용하여 열차 성능을 비교 검토하였다.

가) 한국형 고속열차 (G7)

현재 검토되고 있는 시운전 노선은 경부고속선 및 호남고속선으로 시운전 속도 330kph ~400kph 구간이 노선 검토 시 가장 주요한 검토 대상이 되고 있으므로, 한국철도기술연구원(KRRI)에서 수행한 한국형고속열차(G7)를 컴퓨터로 시뮬레이션한 열차성능(TPS)의 330kph의 도달시간과 거리는 256초 및 14.86km와 400kph의 도달시간과 거리는 579초 및 48.5km로 나타났다.

나) 차세대고속열차 (HEMU-400X)

차세대고속시제열차(HEMU-400X)를 컴퓨터로 시뮬레이션한 열차성능(TPS)의 330kph의 도달시간과 거리는 265초 및 15.2km와 400kph의 도달시간과 거리는 530초 및 42.6km로 나타났다.

다) G7차량과 HEMU-400X 차량운행패턴 특성 비교

한국형 고속열차(G7)와 차세대고속시제열차(HEMU-400X)의 차량운행패턴의 특성을 비교한 것을 표로 정리하였으며, 최고속도시험을 위한 노선거리는 약 60km가 필요한 것으로 나타났으나, 실제의 열차성능과 선로의 구조물(곡선 반경, 구배, 사구간 등)을 고려할 경우 본선에서의 실제 시운전시 최고속도시험을 위한 노선거리는 다소 증가할 것으로 예상된다.

(표 1 : G7차량과 HEMU-400X의 차량운행패턴 비교)

	G7 ('07.7.23자료)		HEMU-400X ('08.3.24)	
	시간(초)	거리(Km)	시간(초)	거리(Km)
0 -> 300kph			213	10.6
0 -> 330kph	256	14.859	265	15.2
0 -> 350kph			311	19.5
0 -> 400kph	579	48.539	530	42.6
400kph 정속	30	3.333	30	3.333
400-> 330kph	39	3.943	39	3.94
400 -> 0 kph	223	12.289	222	12.3
계	832	64.161	782	58.233

2.2 시운전 노선 기초검토 및 특성 검토

기술적인사항으로 우선 철도 시설물의 최소곡선반경만을 고려한 차세대고속열차(HEMU-400X)의 차량운행성능(가감속)에 따른 운행패턴을 고려하였고, 시운전 일정과 관련하여 호남고속철도 1단계 구간은 시스템통합시험이 2015년 08월부터 시행될 예정이므로 2012년에 개시되는 본선시운전을 고려하면 본 구간에서는 시험운행이 어려울 것으로 보여지며, 경부고속철도 2단계 구간은 상업운전이 2010년 12월말 예정이므로 차세대고속철도가 본 구간에서 본선시운전은 상업운행을 감안하여 시험노선선정 등 본선시운전 계획을 수립하여야 한다.

또한 분산형 고속열차의 최고속도 400kph의 시험운행을 위한 시험노선을 마련하기 위해서는 분산형 고속열차의 상세한 기술사양과 차량운행 패턴, 시설물에 대한 캔트, 구배, 곡선 및 직선거리 등이 고려된 기술적 사항을 검토하여, 최적의 시운전 노선을 선정하여야 한다.

아울러 기존선 구간에서 150kph까지의 증속 시험을 통하여 먼저 차량성능 등을 확인한 후 고속선에서 최고속도시험까지의 시험을 시행하는 것도 시운전을 효율적으로 추진하는 방안이 될 것으로 사료된다.

(1) 경부고속철도 및 호남고속철도 설계기준 기본자료

경부고속철도노선과 호남고속철도노선의 시설물과 전차선에 대한 기본적인 특성을 비교한 것을 표로 정리하였다.

(표 2 : 선로/터널/궤도 기본자료)

구 분	경부고속철도 2단계	호남고속철도(안)	비고
최소곡선반경	7,000m	5,000m	
최급구배	25‰(30‰)	25‰(30‰)	
선로중심간격	5.0m	4.8m	
터널크기	107.9m ²	96.7 m ²	
최대캔트부족량	Cd = 0~65 (부득이한경우 85mm)	Cd = 110mm	
최대캔트부설량	Cm=180mm	Cm=180mm	
노반폭	14m	13.3m	

(표 3 : 전차선 기본자료)

구 분		경부고속철도 2단계	호남고속철도(안)	비고
전차선	장력	2,000 daN	2,600 daN	
	재질	경동선	주석동합금	
	단면적(mm ²)	150mm ²	150mm ²	
	직경(mm)	13.6	14.5	
	단위중량(Kg/m)	1.334	1.334	

(2) 제1안 - 경부고속철도1단계 (하선)

안산(33kp)에서부터 천안(92kp)까지 59km의 거리가 소요되며, 시운전노선 검토 시 특히 주요대상인 330~400kph 속도구간에서 최소곡선반경 15000R, 10000R, 8000R등이 있다.

(표 4 : 경부고속철도 1단계 - 하선)

경부고속 철도1단계 (하선)	시험노선	33kp(안산)→92kp(천안) <하선>			
	차량속도	0~330kph	330~400kph	400~330kph	330~0kph
	운행구간	33kp→48.2kp	48.2kp→79kp	79kp→83kp	83kp→92kp
	최소 곡선반경		10000R(49kp) 8000R(61kp) 8000R(75kp)	15000R(82kp)	

(3) 제2안 - 경부고속철도1단계 (하선)

상촌(205kp)에서부터 송정(264kp)까지 59km의 거리가 소요되며, 시운전노선 검토 시 특히 주요대상인 330~400kph 속도구간에서 최소곡선반경 20000R, 10000R, 8000R등이 있다.

(표 5 : 경부고속철도 1단계 - 하선)

경부고속 철도1단계 (하선)	시험노선	205kp(상촌)→264kp(송정) <하선>			
	차량속도	0~330kph	330~400kph	400~330kph	330~0kph
	운행구간	205kp→220.2kp	220.2kp→251kp	251kp→255kp	255kp→264kp
	최소 곡선반경	15000R(217kp)	10000R(221kp) 8000R(229kp) 10000R(246kp) 20000R(250kp)		

(4) 제3안 - 경부고속철도2단계 (상선)

전읍(341kp)에서부터 대구(282kp)까지 59km의 거리가 소요되며, 시운전노선 검토 시 특히 주요대상인 330~400kph 속도구간에서 최소곡선반경 10000R등이 있다.

(표 6 : 경부고속철도 2단계 - 상선)

경부고속 철도2단계 (상선)	시험노선	341kp(전읍)→282kp(대구) <상선>			
	차량속도	0~330kph	330~400kph	400~330kph	330~0kph
	운행구간	341kp→325.8kp	325.8kp→295kp	295kp→291kp	291kp→282kp
	최소 곡선반경	7000R(341kp) 7000R(328kp)	10000R(316kp) 10000R(308kp) 10000R(298kp)		

(5) 제4안 - 호남고속철도 1단계 (하선)

신태인(116kp)에서부터 진곡(175kp)까지 59km의 거리가 소요되며, 시운전노선 검토 시 특히 주요대상인 330~400kph 속도구간에서 최소곡선반경 13000R, 7000R등이 있다.

(표 7 : 호남고속철도 - 하선)

호남고속 철도 (하선)	시험노선	116kp(신태인)→175kp(진곡) <하선>			
	차량속도	0~330kph	330~400kph	400~330kph	330~0kph
	운행구간	116kp→131.2kp	131.2kp→162kp	162kp→166kp	166kp→175kp
	최소 곡선반경	10000R(120kp) 10000R(129kp)	7000R(134kp) 7000R(143kp) 13000R(147kp) 13000R(150kp)	7000R(162kp)	7000R(171kp)

(6) 기존선 구간

가) 제1안 - 호남선

송정리(185.7kp)에서부터 나주(201kp)까지 약 15km의 거리가 소요되며, 시운전노선 검토 시 최소곡선반경 8000R, 1500R, 1000R등이 있다.

(표 8 : 기존선 - 호남선)

호남선 철도 (하선)	시험노선	185.7kp(송정리)→201kp(나주) <하선>	
	차량속도	0~150kph	150~0kph
	운행구간	185.7kp→195kp	195kp→201kp
	최소 곡선반경	1000R(187kp)/ 8000R(188kp)/ 2000R(190kp)/ 4000R(191.5kp)/ 2000R(193kp)/ 2000R(194kp)	1500R(198kp)/ 1000R(200kp)

나) 제2안 - 전라선

익기(163kp)에서부터 여천(175.8kp)까지 약 13km의 거리가 소요되며, 시운전노선 검토 시 최소곡선반경 5000R, 3000R, 1200R등이 있다.

(표 9 : 기존선 - 전라선)

전라선 철도 (하선)	시험노선	163kp(익기)→175.8kp(여천) <하선>	
	차량속도	0~150kph	150~0kph
	운행구간	163kp→175.8kp	
	최소 곡선반경	5000R/ 3000R/ 1200R	

3. 결 론

(표 10 : 시운전 노선(안) 비교)

	차세대 고속철도	제1안 (경부1단계)	제2안 (경부1단계)	제3안 (경부2단계)	제4안 (호남1단계)	비 고
일정	'12.01~ '13.06	상업운전중 ○	상업운전중 ○	'10.12부터 상업운전예정 ○	'15.12이후 상업운전 ×	
기술적 (노선 구간) 검토						
시설물 개량		△	△	△	△	필요시
곡선반경 검토시		△	△	△	△	상세검토 필요

본 연구를 통하여 차세대고속시제열차(HEMU-400X)의 최고속도 시험이 진행되는 구간은 상업 운행중 혹은 예정인 경부고속철도 1, 2단계 그리고 호남고속철도 1단계 구간의 시운전 노선을 검토하여 표10 에서와 같은 여러 가지 시운전 노선(안)을 제시하였다. 앞으로는 차세대 고속철도기술개발사업의 타 과제에서 수행하고 있는 분산형 열차의 특징이 반영된 차세대고속시제열차(HEMU-400X)의 상세한 기술적 사양 그리고 차량과 철도시설물과의 기술적인 인터페이스 사항들을 고려한 종합적인 검토와 연구가 필요하다.

후기

본 연구는 국토해양부에서 추진 중인 차세대 고속철도기술개발사업인 “분산형 고속철도 시스템 엔지니어링 기술개발 - 시운전방안 및 시스템인터페이스 시험기술 개발” 과제의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. 한국철도기술연구원, “G7 고속철도기술개발사업 시제열차 시운전 인터페이스 분석”, 2001
2. 한국철도기술연구원, “차세대 고속철도 기술개발사업 기획보고서”, 2006
3. 건설교통부, 한국건설교통기술평가원, “2007년 건설교통기술연구개발사업 공고 안내서”, 2007
4. 한국철도기술연구원, “G7 고속철도기술개발사업 사업성과보고서”, 2007
5. 한국철도시설공단, “경부고속철도 2단계 기본공정 Rev 3.2”, 2006. 12.
6. 한국철도시설공단, “호남고속철도건설 사업수행계획서”, 2006 12.
7. 한국철도시설공단, “전라선 순천~여수 철도개량(신풍~여천)궤도 실시설계보고서”, 2007. 9.
8. 한국철도시설공단, “경부고속철도(대구~부산) 송변전설비 실시설계보고서”, 2007. 12.