

# 고속전철 전기시스템의 효율적인 개발을 위한 통합시스템 시험

류홍제, 이주훈, 조창희, 김용주  
한국전기연구원

## Electrical System Integration Test for High-Speed Train

Hong-Je Ryoo, Joo-Hoon Lee, Chang-Hee Cho, Yong-Ju Kim  
Korea Electrotechnology Research Institute

### ABSTRACT

In this paper, an effective way to develop electrical system for Korean High-Speed Train(KHST) was introduced. High speed train is complicated electrical system that consists of many kinds of control devices, power supplies and communication systems. Due to reason of cost, safety and time for development, it is not so easy to test system performance after construct the high speed train in the test track. For the effective test and verification of system performance, from each electric system test to integration test for all interconnected electrical system are performed to reduce time and cost for development of high speed train.

### 1. 서론

고속전철은 대규모 운송수단으로 공해를 유발하지 않고 빠른 시간내에 도심에서 도심으로 많은 승객을 수송할 수 있는 장점으로 선진국을 중심으로 그 연구가 이루어지고 있다. 특히 기계, 전기, 통신 등 다양한 분야의 선진기술이 복합된 시스템산업으로 우리나라에서도 지난 2002년 세계에서 4번째로 자체 기술에 의한 고속전철 시제차량 개발이 완료되어 현재 상용화를 위한 시운전 시험이 진행중에 있다.<sup>[1]</sup>

고속전철의 추진, 제어, 신호, 제동시스템과 같이 차량 내에 탑재되는 전장품들이 요구성능을 달성하기 위하여서는 각각의 단품의 기능동작도 중요하지만 통합시스템으로서의 고속전철 운영을 위한 각 전장품간의 유기적인 인터페이스가 요구되며, 이를 위해서 많은 시험 기간과 테스트 과정이 요구된다.<sup>[2]</sup>

본 논문에서는 한국형 고속전철의 전장품의 통합 시스템 성능 확보를 위해 차량의 시운전시험이전까지 전체 개발기간과 시운전기간의 단축 및 효율적인 전장품 개발

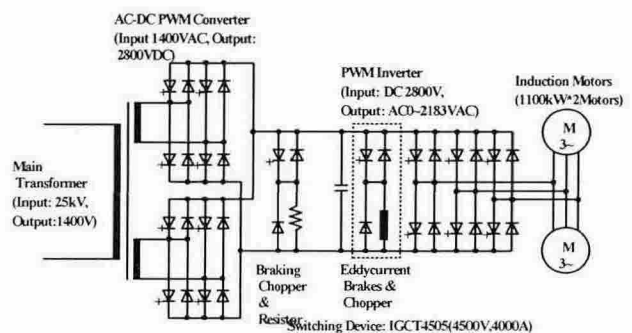
을 위한 고속전철 차량 전장품의 통합성능시험에 대하여 소개한다.

### 2. 시스템 통합성능 시험

#### 2.1 추진 시스템 통합성능시험

각 단품별로 단품성능시험을 통한 차량전장품으로 갖추어야 할 각종 규격의 만족 및 차량에서 요구되는 단품동작 성능을 검증한 후, 주변압기(현대중), TCU(Traction Control Unit, 전기연), 주전력변환장치(로템, 현대중), 견인전동기(로템, 현대중) 및 MASCON(로템)로 구성되는 추진시스템의 통합요구성능검증을 위하여 (주)로템에 설치된 실용량 관성부하설비를 사용하여 추진시스템 통합성능 시험을 실시하였다. 추진시스템 통합성능 시험에서 검증된 시험 항목은 다음과 같다.

- 1) 추진시스템의 시퀀스 테스트
- 2) 추진성능 시험
- 3) 전력제한시험, 전원전압변동시험
- 4) AC-DC 컨버터 동작시험(역률제어, 4상한제어)
- 5) DC link 제어
- 6) 견인전동기 제어성능시험(추진, 회생제동, 타행)
- 7) 추진시스템간 제어인터페이스 연계시험



(a) 추진시스템 전력구성회로

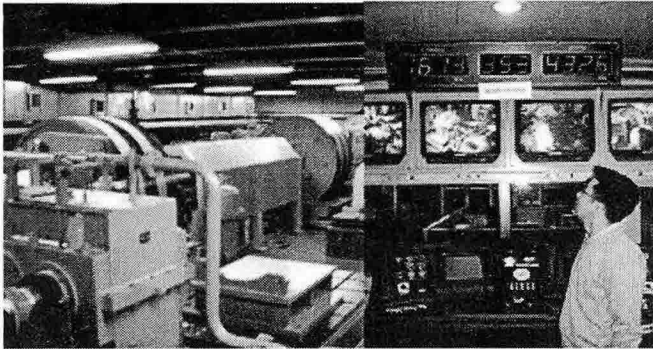
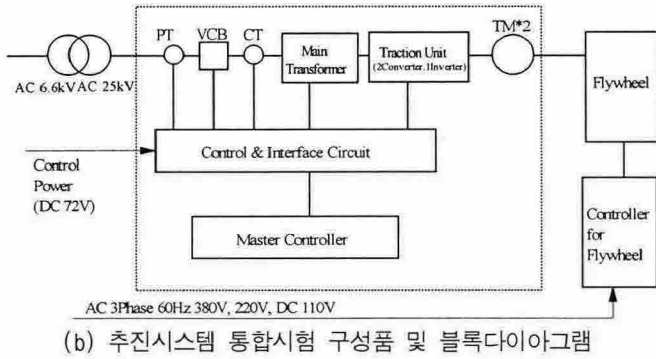


그림 1 추진시스템 통합성능시험  
Fig. 1 Traction system combined test

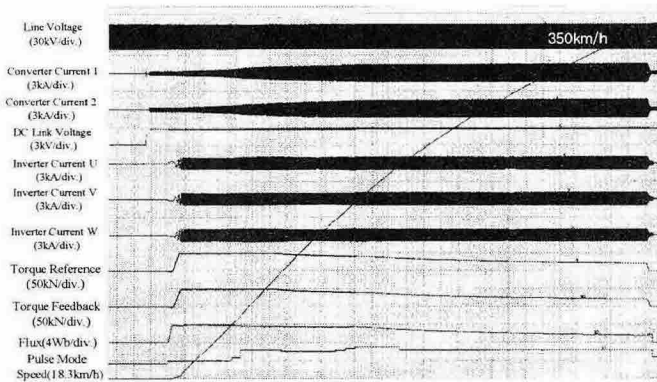


그림 2 최대구동력 가속시험(0-350km/h, 5s/div.)  
Fig. 2 Maximum acceleration test(0-350km/h,5s/div.)

## 2.2 제어 시스템 통합성능시험

그림 3에 나타난 것과 같이 고속전철 차상에는 여러 업체에서 개발된 제어기들이 TCN(Train Control Network) 규격에 맞추어 구축된 프로토콜에 따라 네트워크 통신에 의하여 인터페이스 되고 있다. 제어시스템 통합성능시험의 목적은 이러한 제어시스템간의 네트워크 데이터 전송기능과 이들 데이터 전송에 따르는 세부 제어기의 알고리즘 수행 및 그 결과로 출력을 발생시키는 시스템간 연계 기능의 검증에 있다.

이를 위하여 표 1에 나열된 것과 같이 지상에 고속전철 차상에 TCN(Train Control Network)로 연계되는 모든 제어시스템을 통신네트워크로 연계하여 네트워크

통신 및 그에 따른 제어로직의 동작을 확인하기 위한 차상제어시스템 통합성능시험을 수행하였으며, 각 제어기간의 제어 연계 로직성능을 검증할 수 있었다.

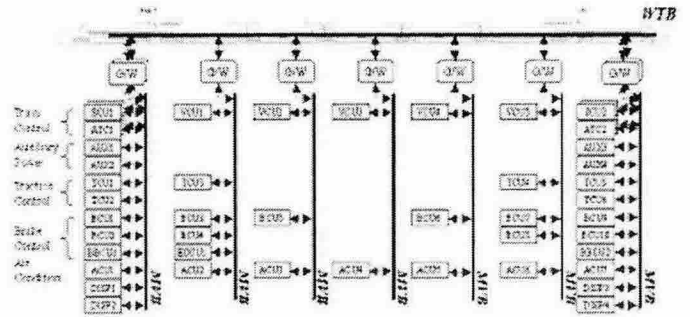


그림 3 한국형 고속전철 TCN 연계 제어기 구성도  
Fig. 3 TCN interfaced controllers for KHST

표 1 제어시스템 통합시험 구성

Table 1 Configuration of control system interface test

제어기	Set	개발업체	연계데이터 전송확인 방법
SCU	2	현대중공업	Workstation, 입력 및 출력 LED
VCU	5	현대중공업	Workstation, 입력 및 출력 LED
DISP	0	현대중공업	PC로 대체
G/W	2	인하대학교	시제차 탑재용
TCU	2	현대중공업	Emulator 적용
TCU	2	로템	Emulator 적용
BBCU	2	유진기공	I/O 없음, 내부 데이터 확인
BCU	10	유진기공	상태 표시 장치 활용
ATC	1	LG산전	시제차 탑재용
AUX	4	로템	Simulator 적용
ACU	3	캐리어	자체 인터페이스 활용

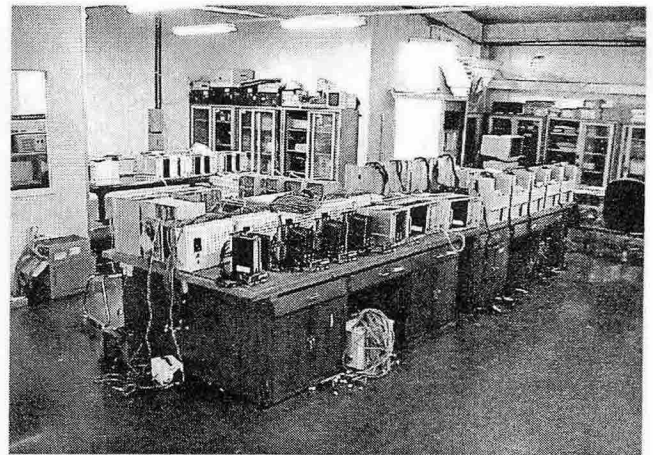


그림 4 제어시스템 통합시험장 전경  
Fig. 4 Control system interface test laboratory

## 2.3 추진 제어 시스템 통합성능시험

추진시스템 통합성능시험과 제어시스템 통합성능시험을 통하여 검증된 추진 및 제어관련 제어기들이 서로 네트워크로 연계되어 견인 및 전기 제동 성능

확인, 추진 및 제어 시스템 구성 기기 간 Interface 확인 등을 위하여 추진, 제어시스템 통합성능을 수행하였으며, 각 시험항목 및 구성도는 다음과 같다.

표 2 추진, 제어 시스템 통합시험 구성품 및 개발업체  
Table 2 Electrical system for traction & control system combined test

품명	수량	개발업체
관성시험장치 및 설비일체	1	ROTEM
게이트웨이	2	인하대학교
TCU	1	한국전기연구원
SCU	1	현대중공업
ATC	1	LG산전
BCU	1	유진전기

표 3 추진, 제어 시스템 통합시험 항목  
Table 3 Traction & control system combined test lists

시험명	시험내용
Sequence 시험	제어 인터페이스 정상 동작 확인
네트워크 인터페이스 시험	각 제어 장치간의 네트워크 신호 전송 확인
추진·제동 시험	네트워크 지령에 의한 추진, 제동 확인 시험
비상제동 시나리오 시험	ATC 비상제동 시나리오에 의한 과속경고 및 비상제동 시험

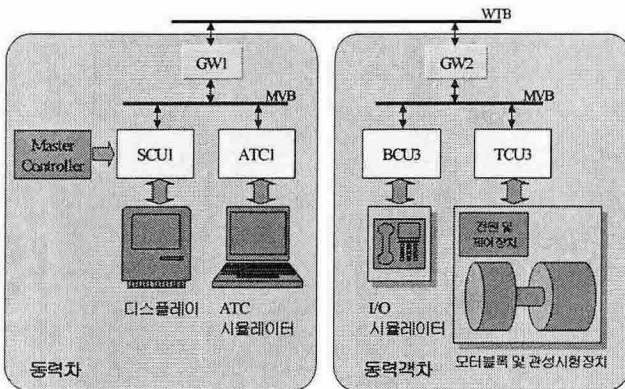


그림 5 추진제어시스템 통합성능시험 구성도  
Fig. 5 Configuration of traction & control system combined test

### 3. 공장내 시험 및 본선시운전 시험

각 단품별로 단품성능시험을 통하여 1차 검증된 고속전철 차상 전장품 시스템은 추진시스템 통합성능시험, 제어시스템 통합성능시험 및 추진제어시스템 통합성능시험을 통하여 통합된 전기시스템으로서의 요구성능이 2차 검증되었으며, 한국형 고속전철 시제차량에 탑재되어 (주)로템 공장내의 테스트 선로에서 공장내 시험이 실시되었다. 공장내 시험에서는 동력차만을 단독으로 운전하는 동력차 단차

시험 및 7량의 시제차량을 구성하여 시속 60km/h 속도까지의 차량시스템 성능을 시험하고 문제점을 해결하였다.

이후 시제차량은 시운전 시험을 위하여 오송 시운전 선로로 이동되어 철도연구원의 주관아래 본격적인 증속 시험을 실시하였다. 한국형 고속전철의 시속 350km/h까지의 최종목표운전을 위한 증속일지를 그림 6에 보였다.

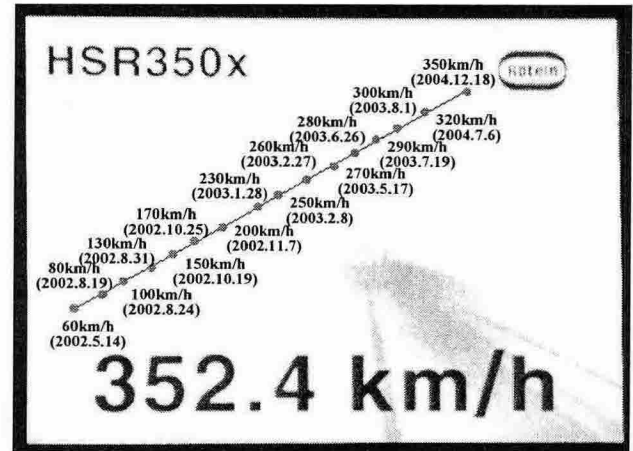


그림 6 한국형 고속전철 증속일지  
Fig. 6 Speed record of KHST

### 4. 결론

본 논문은 한국형 고속전철차량 전장품 시스템의 효율적인 개발을 위하여 수행된 시스템 통합성능시험에 대하여 소개하였다.

인명을 태우고 운행하여야 하는 고속전철의 추진, 제어 시스템의 성능 검증을 위하여 시제차량에 탑재되기 전에 여러단계의 전기시스템 통합성능시험을 수행하여, 사전에 각종 제어 기능 및 전장품 시스템간 인터페이스, 시스템 통합 성능 검증 등을 수행함으로써 안전하고 효과적으로 고속전철 전장품의 완성도 있는 개발을 수행할 수 있었으며, 공장내 시험 및 시운전 기간을 단축시킬 수 있었다.

한국형 고속전철은 2004년 12월 최종 목표인 시속 350km/h의 시험운전에 성공하고 현재 경부선 및 호남선 선로에서 상용화를 위한 막바지 시운전이 진행되고 있다.

### 참고 문헌

- [1] "고속전철 기술개발사업 전기시스템엔지니어링 기술개발 최종보고서", 전기연구원, 2002년 10월.
- [2] Hong-Je Ryoo et, al., "Traction System Combined Test of the KHST" Computers in Railways VII, WIT Press. pp. 283-292, 2002.