

신호시스템 시운전 시험 연구

A Study on Test Working of Signalling System

정의진* 황종규* 이종우*
Eui-Jin Joung Jong-Gyu Hwang Jong-Woo Lee

ABSTRACT

Testing evaluation is a part of process for design, production, evaluation, operation and abolition, and is the process of certifying system performance. The main purpose of testing evaluation is to reduce the risk factor under the determining process. Testing process has the three step such as design qualification, integration and validation test in factory, system integration and commissioning test. Design qualification is to verify errors on the design process. Integration and validation test in factory is for the H/W and S/W of an equipment and is to verify interface of subsystem, communication protocol and main functions. System integration and commissioning test is a functional test to adjust successful installation of equipment. According to the testing process, briefly consideration for test item, test method and test contents about signalling system is carried out.

1. 서론

철도시스템은 대량 운송 수단으로써 안전성, 정시성이 뛰어난 교통 수단이며 이러한 장점은 시스템의 시험평가로부터 얻어진 신뢰성의 결과이다. 철도시스템은 차량, 전력공급, 신호, 통신, 선로 구축물, 운영 등 다양한 하부시스템으로 구성되어 있으며, 이를 구성하는 부품, 조립품, 하부시스템, 전체시스템에 대한 시험평가는 필수적이다.

시험평가는 제품의 설계, 생산, 평가, 운용, 폐기에 이르는 과정의 한 부분이며, 시스템성능에 대한 확인과정이다. 시험평가의 일반적인 목적은 안전성의 확보, 요구조건의 만족, 운영중의 고장 방지, 계약조건에 대한 확인, 물자획득 결정에 대한 지원, 해석결과에 대한 확인, 서로 다른 제품의 비교 등 다양하게 나누어 볼 수 있으며, 이러한 과정은 의사 결정에 있어 위험요소를 감소시키는데 있다.

본 논문은 고속전철 기술개발 사업분야 중 신호시스템의 시운전에 관한 내용으로, 국내의 시험평가 현황을 살펴보고, 신호시스템의 시운전에 이르기까지 거쳐야 할 시험절차에 대하여 단계를 나누어 각 단계별로 살펴보았다. 신호시스템의 경우, 경부 고속철도시스템과 대동소이하나 350km/h 급으로의 속도향상을 고려하여 접근하였다.

* 한국철도기술연구원, 정회원

2. 국내외 시험평가 현황

2.1 국외 현황

미국의 경우 체계적인 시험평가는 무기체계 개발 획득 과정에서 발달되어 왔으며, 시험평가와 관련된 조직, 보고절차, 관련 양식 등은 국방성의 규정에 정의되어 있다. 유사한 시험평가 체계는 자동차, 항공기, 통신시스템 개발 등 산업에도 적용되고 있다.

철도의 경우 프랑스, 일본 등 철도 선진국은 이미 오래 전에 고속철도를 개발하여 운영 중에 있으며 각 국은 자국 철도시스템의 기술적 특성에 맞추어 시험평가 체계 및 관련 기술을 보유하고 있다. 철도시스템의 시험평가 기술은 설계, 제작과 관련된 기술개발, 운영경험 등 엔지니어링 과정 중에 얻은 경험상의 결과이며 시험평가만을 별도로 고려하는 것은 불가능하다.

프랑스의 경우 교통부에서 제정한 철도 안전규정에 따라 설계, 제작, 시험 평가를 수행하고 있으며, 그 기준은 제품의 사양과 ISO, IEC, UIC 등의 국제규격과 NF, SNCF 규격에 따르고 있다.

일본의 경우 민영화 이전에는 철도의 설계, 제작, 시험평가에 3000여 종의 JRS에 따랐으나, 민영화 이후 신제품 개발에 너무 많은 제약이 되어 JRS를 폐기하고 철도에 관련된 최소한의 규격 약 150여종을 JIS에 통합하였다. 또한 국제 규격과의 일치를 위하여 JIS와 국제규격과의 통합 작업을 진행중이다.

2.2 국내 현황

국내의 경우 철도시스템 시험평가 기술은 엔지니어링기술의 부족으로 대부분의 중요 기술은 해외에서 성능이 입증된 기술을 수입하여 적용하고 있거나 일부를 수정하여 적용하고 있는 실정이다. 주요 시험 내용은 시스템의 작동과 관련된 전기동작시험, 기계적인 내구성 시험 등이 주를 이루고 있다.

경부고속철도의 경우 성능이 입증된 TGV 차량을 국내실정에 맞도록 설계 변경하여 설계 변경된 부분에 대하여 설계 입증시험을 수행하고 있으나 프랑스 단독으로 형식시험을 수행하고 있으며, 이와 관련된 시험절차서, 시험결과만을 제출하도록 되어 있다. 시운전 시험 또한 프랑스에서 1차 조정시험을 수행하고 있다.

지금까지 독자적으로 철도시스템을 개발한 경험이 없으며, 시험평가 또한 차량의 인수차원으로만 수행해 온 국내의 경우, 철도시스템의 개발, 설계, 생산, 운용에 이르는 과정이 아직 체계적으로 확립되어 있지 못한 실정이며, 새로운 철도시스템의 개발이라는 측면에서는 고속전철기술개발 사업이 최초의 시도라고 할 수 있다.

3. 신호시스템의 시험절차

신호제어시스템의 시험 및 시운전 범위는 전자연동장치, ATC 또는 CTC를 포함하는 하부시스템에 대하여 다음의 시험을 통하여 설계 및 시운전까지 여러 단계로 수행된다.

- 설계 입증 시험
- 공장 승인 시험
- 현장 승인 시험

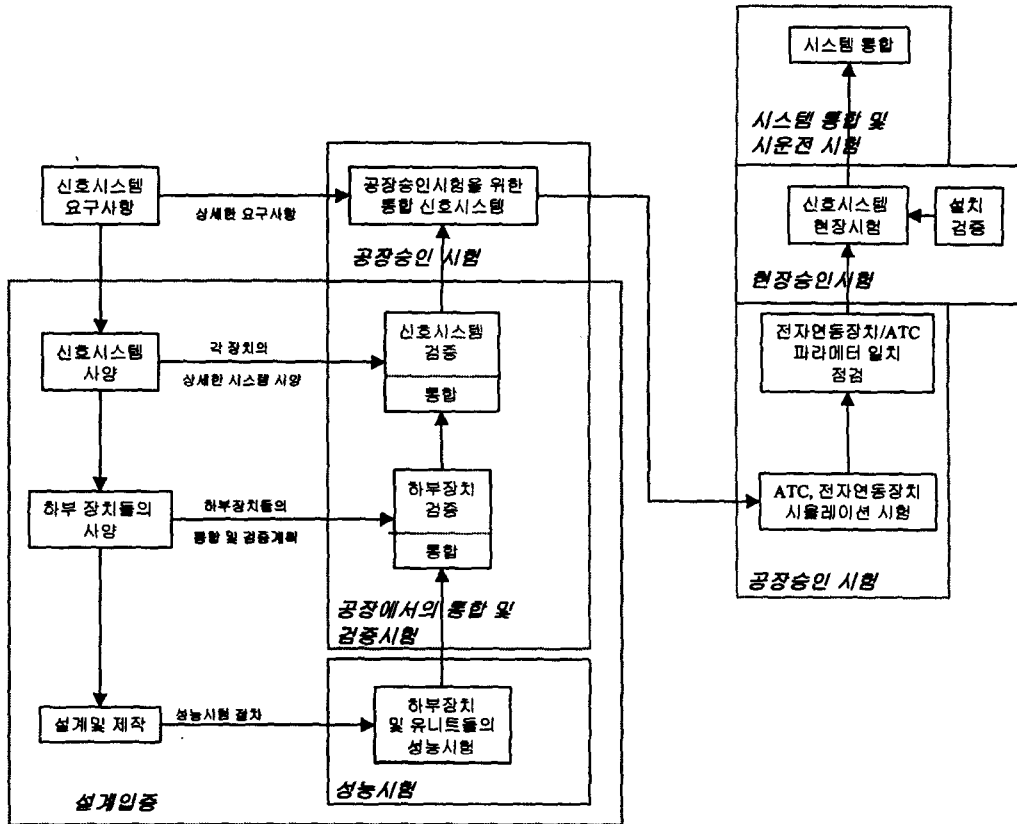


그림 1. 신호시스템의 시험 절차

3.1 설계 입증 시험

이 단계는 설계절차로서 신호시스템을 검증하기 위한 시험과 관련되어 있으며, 하부시스템의 일반 부품들을 검증하기 위해 필요한 검사 및 시험을 행한다.

3.2 공장 승인 시험

하부시스템의 하드웨어 및 소프트웨어는 공장승인 절차를 이용하여 검사 및 시험을 하게 된다. 소프트웨어가 장착된 장치가 개별적으로 시험되어지며, 주변장치의 동작을 시뮬레이션 하기 위하여 적절한 시뮬레이터가 사용된다.

하부시스템에 대하여 기계 및 전기적 인터페이스, 통신 프로토콜 및 주요기능이 이 단계에서 시험되고 검증된다.

3.3 현장 승인 시험

대부분의 현장 승인 시험은 장치가 성공적으로 설치되도록 조절하는 기능 시험이다. 하부시스템 각각에 대하여 장치들을 연결하고 동작시킨 후, 다음과 같은 인터페이스 시험이 수행된다.

- 신호기기실 시험
- 선로변 조정 및 시험
- 신호기기실과 관련 선로변 간의 시험
- 신호기기실과 신호기기실 간의 시험

4. 신호시스템의 개요 및 시험

4.1 신호시스템의 개요

신호시스템은 제어사령실, 신호기기실, 선로변에 분산 설치되어 있다. 제어 사령실에는 CTC 및 ATC의 일부장치가 포함되어 있으며, 유지보수를 위한 중앙 유지보수장치와 HBD (Hot Box Detector)의 정보를 취합하는 축소검지장치로 구성되어 있다. 신호기기실에는 ATC 장치와 전자연동장치가 위치하며 신호기기실과 신호기기실 또는 신호기기실과 제어사령실 사이의 정보교환은 통신네트워크를 통하여 이루어진다. 선로변에는 ATC 선로변 장치로 궤도회로, 선로변 스위치 및 끌림, 기상, HBD, 침입검지기 등의 모든 검지기들로 구성되어 있으며 선로변 전자연동장치로는 전철기, 신호기, 기타 진로설정기, 전철기 전환 스위치 등이 있다.

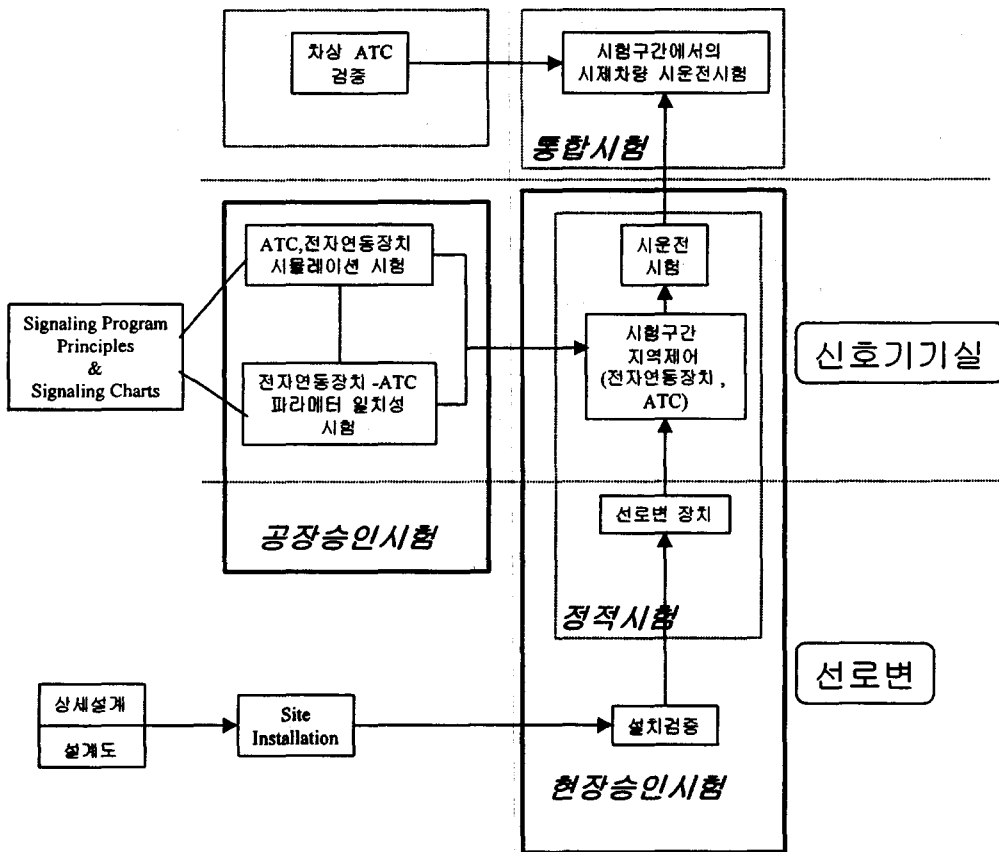


그림 2. 신호시스템의 설치위치별 시험절차

4.2 공장 승인 시험

이 시험은 ATC 지상·차상장치, 선로변 전자연동장치, CTC장치에 적용한다. 여기에서는 전기적, 기계적인 인터페이스, 통신프로토콜 및 신호시스템의 주요 기능들을 검증한다. 인터페이스, 통신 프로토콜 및 주요 기능이 검증된 후, 하부시스템간에 교환되는 파라미터의 일치성을 검사한다.

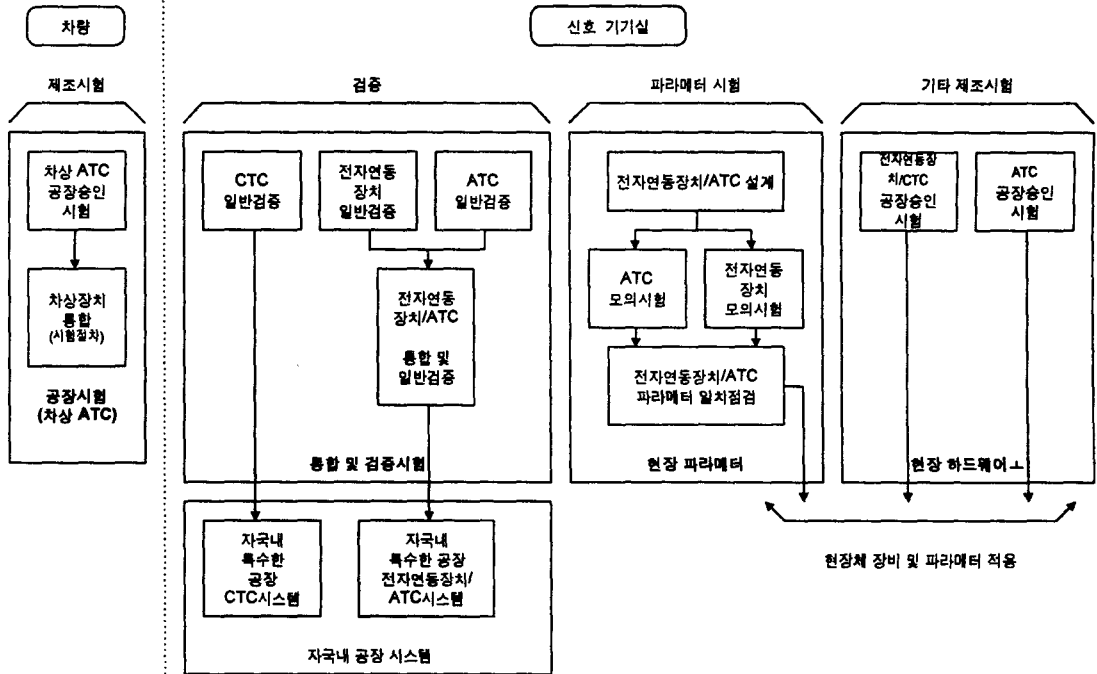


그림 3. 공장 승인시험 개념도

4.2.1 ATC 지상·차상시험

ATC 파라미터를 전자연동장치, 선로변 장치 및 인접 신호기기실에 대응하는 시뮬레이터로 시험한다. 시험항목은 다음과 같다.

- 최고속도
- 정지시퀀스 및 정지제어조건
- 속도제한
- 불연속전송 루프 검사

4.2.2 선로변 전자연동장치 시험

ATC, 선로변 장치 및 인접 신호기기실을 대신하는 시뮬레이터로 전자연동장치의 모든 파라미터를 시험한다. 시험종류는 다음과 같다.

- 조작반 파라미터 시험 : 조작반에 의한 각 신호장치의 제어 가능 여부 판별
- 운영자 정보처리기 파라미터 시험 : 운영자 제어가 정확하게 처리되는지를 검증
- 연동처리부 파라미터 시험 : 연동조건과 이에 대한 효율을 검증
- 전자연동장치 종합시험 : 운영자 정보처리기와 연동처리부 파라미터의 일치성을 검증

4.2.3 ATC/전자연동장치 파라미터의 일치성 점검

ATC와 전자연동장치 간의 파라미터의 일관성을 점검하기 위한 것으로 점검 시험항목은 다음과 같다.

- 선로변 장치와 운영자 정보처리기 간의 점검
- ATC와 현장 기기 모듈 간의 점검
- 기상설비 검지장치와 운영자 정보처리기 간의 점검

4.2.4 CTC 파라미터 시험

CTC 운영자에 의해 원격제어가 선로변 장치를 적절히 제어하는지, 선로변 장치들의 상태가 CTC로 정확하게 표시되는지를 확인하고 SCADA로부터의 전차선 상태가 정상적으로 처리되는지, 기존 CTC와의 정보교환이 정상적으로 처리되는지를 확인한다.

4.3 현장 승인 시험

ATC, 전자연동장치에 대하여 각각의 시험전략은 다음과 같으며, 현장 승인시험의 대상은 신호 기기실 시험, 선로변 장치 조정시험, 신호기기실과 신호기기실 사이의 시험이 있다.

- ATC 현장시험 전략 : 신호기기실 장치의 시험은 선로변 장치의 시험과는 독립적으로 수행하고, ATC 신호기기실 장치와 ATC 선로변 장치 사이의 인터페이스 시험은 ATC 선로변 장치의 시험 중에 수행한다.
- 전자연동장치 현장시험 전략 : 전자연동장치와 중앙 연동처리기는 공장에서 수행되었기 때문에 현장장치와 선로변 장치, 중앙장치와 현장장치 간을 검증한다.

4.3.1 신호기기실 시험

- ATC 신호기기실 시험 : 선로변 장치 구성시험, 계전기 구성시험, 선로변 장치와 선로변 장치 및 선로변 장치와 운영자 정보처리기 간의 인터페이스 시험, ATC 기능시험을 수행한다.
- 전자연동장치 신호기기실 시험 : 신호기기실을 통신 네트워크로부터 분리시키고, 현장 기기 모듈 출력을 비활성화 시킨 후, 장치의 올바른 동작을 검증한다.

4.3.2 선로변 장치 조정 시험

- ATC 선로변 장치 시험 : 궤도회로 설치 및 조정의 검증, 선로변 장치의 시험, 선로변 신호기기실과의 인터페이스 시험을 수행한다.
- 선로변 전자연동장치 시험 : 주어진 선로변에서, 선로를 따라 설치된 장치들이 올바르게 동작하는지를 검증하기 위해 신호기기실에 설치된 현장 기기 모듈과 선로변 장치들을 시험한다.

4.3.3 신호기기실과 신호기기실 사이의 시험

- ATC 시험 : 통신네트워크가 인접하는 신호 기기실과 동작중일 경우에 실행하며, 두 선로변 장치 간의 인터페이스를 검증한다.
- 전자연동장치 시험 : 역과 이에 속하는 연동 기기실 사이의 통신을 검증하는데 쓰이며 통신은 최소한 한번 이상 각 연동 기기실에 속하는 현장 기기 모듈을 지정함으로써 검증한다.

4.3.4 기능시험

해당 선로변 장치와 전자연동장치 및 ATC 하부시스템장치들 간의 통합을 마무리 짓기 위한 시험이다.

5. 결론

지금까지 국내의 시험평가 현황을 살펴보았으며, 시운전에 이르기까지의 시험절차에 대하여 설계 입증 시험, 공장 승인 시험, 현장 승인 시험 순으로 각 단계의 특성 및 시험내용을 살펴보았다. 설계 입증시험에서는 설계절차상의 오류를 검증하고, 공장 승인시험의 경우는 하부 시스템의

H/W 및 S/W에 대하여 개별 장치별로 시험하며, 하부시스템의 인터페이스, 통신 프로토콜 및 주요 기능을 검증한다. 현장 승인시험은 장치의 성공적인 설치를 조절하기 위한 기능시험으로 시운전 시험에 해당한다.

이에 따라 시험 대상인 신호시스템에 대하여 ATC, 전자연동장치, CTC의 개별 시스템별로 시험절차에 맞추어 시험항목, 시험방법 및 시험내용을 대략적으로 살펴보았다.

현재 고속전철 기술개발 사업의 하나로 신호시스템의 시운전 시험방안에 대하여 연구중이나 350km/h급 지상 신호시스템이 갖추어져 있는 시험선구가 따로 마련되어 있지 않으므로 건설중인 경부 고속철도에서 300km/h로 시운전 시험할 예정이며 이에 대한 보완으로 제작사 별로 공장 승인시험 중에 350km/h급 모의시험을 수행할 예정이다. 경부 고속철도 시험선구에서의 시운전시험을 위해서는 단위 시스템별로 세부 시험항목 및 시험절차서 등 제반 기술사항을 작성 중에 있다.

<참고문헌>

- [1] Colin Bailey, "European Railway Signalling", A & C Black · London, 1995
- [2] Institute of Railway Signal Engineers, "Railway Control Systems", A & C Black · London, 1991
- [3] Institute of Railway Signal Engineers, "Railway Signalling", A & C Black · London, 1991
- [4] "고속전철 열차시험 및 성능평가 기술개발" 1단계 보고서, 한국철도기술연구원, 1999