

# 도시철도차량의 성능시험 시행 및 현황

## An execution of the performance test for EMU

김 원경\*\*                      정 종덕\*                      홍 용기\*\*                      김 명룡\*                      배 창한\*  
Kim, Won-kyung      Chung, Jong-Duk      Hong, Yung-Ki      Kim, Myung-Yong      Bae Chang-Han

---

Performance test is carried out in accordance with "performance test standard for Electrical Multiple Unit", noticed by Ministry of Construction & Transportation in 2000. The object of this standard is to ensure that vehicle is tested after completion and before entry into service.

Performance test is classified by type test to be carried out for the first car and its components in order to verify their performance and by routine test to be carried out on the whole quantity in order to prove the performance of individual items.

Scope of the test is divided by components, completed car, preliminary adjustment test and running test on main line. The paper introduces a testing procedure and an execution method of the performance test.

---

### 1. 서론

도시철도차량성능시험은 "도시철도차량성능시험에관한기준"에 의거하여 시행하는 제도로서 안전운행 성능확보를 위하여 차량을 제작하여 판매하고자 하는 자가 성능시험자의 차량성능 확인시험을 거쳐 운영기관에 납품토록 되어있다.

성능시험은 형식시험과 전수시험으로 분류하여 실시되며, 시험의 범위는 구성품시험, 완성차 시험, 예비주행 및 본선시운전으로 구분하여 단계별로 성능시험 절차에 따라 수행된다.

성능시험 실시에 필요한 시험의 신청, 시험 계획, 동일 차량의 확인 범위와 성능시험의 세부 내용을 요약하여 서술하였다.

서울시 1호선 및 철도청 1호선 성능시험 실시를 통해 초기단계 문제점을 파악하고 이에 대한 대책을 강구하여 조기에 성능시험제도가 정착될 수 있도록 각 종 시험환경을 마련하여 성능시험이 충실히 실시될 수 있도록 하고자 한다.

### 2. 도시철도차량의 성능시험

#### 2.1 개요

도시철도차량성능시험은 아래와 같이 법적 근거로 시행하는 제도로서 안전운행 성능확보를 위하여 차량을 제작하여 판매하고자 하는 자가 성능시험자의 차량성능 확인시험을 거쳐 운영기관에 납품토록 되어있어 성능시험자인 한국철도기술연구원에서 도시철도차량의 성능시험을 수행하는 사항에 대하여 소개하고자 한다.

※ 법적 근거

- 도시철도법·시행령, 도시철도차량관리에관한규칙
  - 도시철도차량의 성능시험에 관한 기준 (건설교통부 고시 제 2000-126호, 2000.5.17)
- 

\* 한국철도기술연구원 선임연구원

\*\* 한국철도기술연구원 책임연구원

## 2.2 성능시험의 범위

- 도시철도차량의 성능시험은 “도시철도차량의성능시험에관한기준”에 의거하여 형식 시험과 전수시험으로 분류하여 실시한다.
- 성능시험의 범위는 구성품시험, 완성차시험, 예비주행시험 및 본선시운전으로 구분하여 성능시험을 실시하며 항목별 세부 시험항목은 아래와 같다.

### 1) 구성품시험

- ▶ 구조체하중시험
- ▶ 대차시험
- ▶ 추진제어장치시험
- ▶ 보조전원장치시험
- ▶ 신호보완장치시험
- ▶ 종합제어장치시험

### 2) 완성차시험

- ▶ 외관구조검사
- ▶ 측정에 의한 검사
- ▶ 차체 누수시험
- ▶ 차체 리프팅시험
- ▶ 추진제어장치시험
- ▶ 신호보완장치시험
- ▶ 종합제어장치시험
- ▶ 기타 조합된 차량의 기능 및 동작측정시험

### 3) 예비주행시험 및 본선시운전

#### 가) 예비주행시험

완성차시험을 통과한 후 예비주행시험을 실시한다. 이때, 각 편성별 주행거리는 형식시험인 경우는 5,000km, 전수시험의 경우는 1,000km 이상의 각 거리를 영업운행시의 운전조건과 유사하게 주행 및 정지를 반복하여 운행하였을 때 차량의 이상이 없어야 한다.

#### 나) 본선시운전

예비주행시험을 실시하여 신뢰성이 확인된 차량에 대하여 아래와 같은 시험을 실시한다.

- ▶ 역행시험
- ▶ 가속도시험
- ▶ 제동시험
- ▶ 감속도시험
- ▶ 최고속도시험
- ▶ 집전장치시험
- ▶ 유도장애시험
- ▶ 보호장치동작확인시험
- ▶ 소음 및 진동시험
- ▶ 승차감 및 주행저항시험
- ▶ 지상설비 연계동작시험
- ▶ 기타 주요기기 온도 및 상태시험

## 2.3 성능시험의 세부내용

### 2.3.1 구성품 시험

시험 항목		시험종류		세부 내용
		형식	전수	
1. 구조체 하중시험		○		수직하중, 수평하중, 비틀림하중, 3점지지, 굽힘고유진동수, 비틀림고유진동수
2. 대차시험		○	○	구조 및 치수, 조립품 체결, 대차를 하중, 동적특성, 축상높이확인시험
3. 추진장치시험	인버터	○	○	외관구조, 측정, 냉각, 보호검출 기능, 제어기능, 경부하, 소음, 온도상승, 효율측정, 공급과전압과 과도 에너지, 절연저항, 부분방전 등
	견인 전동기	○	○	외관구조, 측정, 온도상승, 특성, 과속, 소음, 절연 저항, 내전압, 진동
	조합시험	○	○	온도상승, 특성, 보호시스템, 환경, 유도장애, 신뢰성시험
4. 보조전원장치시험		○	○	외관, 특성, 진동, 소음, 기동 및 정지, 경부하, 부하맥동, 효율, 부하급변, 전압변동, 보호회로동작, 전자파장애, 공급과전압과 과도에너지, 온도상승, 절연저항 등
5. 신호보안장치시험		○	○	외관구조 및 치수, 전원변동, 저온, 고온, 고온·고습, 과전압, 서지, 정전방전, 과도버스트, 무선주파수 간섭, 절연, 진동, 충격, 방수, 온도 사이클링, 조합시험
6. 종합제어장치시험		○	○	신호보안장치시험과 동일

### 2.3.2 완성차 시험

시험항목		시험종류		세부 내용
		형식	전수	
1. 외관구조검사		○	○	차체 및 차내의 외관상태
2. 측정에 의한 검사		○	○	중량측정, 차량한계, 곡선통과, 배선검사, 절연저항측정 및 내전압시험
3. 차체누수시험		○	○	차체의 누수시험
4. 차체리프팅시험		○		차체의 리프팅시험
5. 추진제어장치시험		○	○	절연저항측정 및 내전압, 기능/기동 확인시험
6. 신호보안장치시험		○	○	외관구조 및 치수측정, 제어전원 인가시험
7. 종합제어장치시험		○	○	운전실 모니터, 전원동작, 운전반 /고전압장치/연장급전장치/제동장치 공기압축기 연계동작시험 등
8. 기타 조합된 차량의 기능 및 동작측정시험		○	○	제어회로, 시동, 정지 및 운전실 교환, SIV, 역행, 제동, 집전, 유도장애, 보호장치, 지상설비와의 연계동작, 냉난방, 환기장치, 객실 및 운전실기기, 출입문, 표시장치, 종합제어장치의 차상시험 등

### 2.3.3 본선 시운전

시험항목	시험종류		세부 내용
	형식	전수	
1. 역행시험	○	○	기동, 추가노치, 재역행, 점착성능, 구배기동시험
2. 가속도시험	○	○	가선/인버터/전동기 전압 및 전류, 토크/역행 지령치, 차량의 주행 속도/거리/가속도 등
3. 제동시험	○	○	상용제동, 비상제동, 할주방지, 구원운전시험
4. 감속도시험	○	○	상용제동, 비상제동
5. 최고속도시험	○		역행시험 항목과 동일
6. 집전시험	○	○	동작, 기밀, 집전헤드 추종성, 접은상태 유지력, 압상력, 상승/하강시간, 최저공기압, 최저 동작 전압시험, 전류 집전시험, 편향시험 등
7. 유도장애시험	○		전도성 간섭, 유도성 간섭, 복사성 간섭시험
8. 보호장치동작확인시험	○		과부하, 순간정전, 전압급변시험 등
9. 소음 및 진동시험	소음	○	정지시/주행시 차내소음, 운전실, 차외소음시험
	진동	○	상하·좌우방향 진동, 좌우방향의 정상가속도
10. 승차감 및 주행저항시험	승차감	○	전후·좌우·상하 진동시험
	주행저항	○	지하구간/지상구간 주행저항시험
11. 지상설비연계동작시험	○	○	정지상태, 출발전, 일상, 운행시험, 오동작, 후진검지, 열차무선, 방송/표시기장치 지상연계시험 등
12. 기타 주요기기 온도 및 상태시험	○	○	온도, 상태시험

### 2.4 시험의 신청

- 1) 신청자는 성능시험자의 시험시설에 의한 직접시험 또는 신청자등의 시험시설에 의한 입회시험으로 구분하여 신청할 수 있다.
- 2) 성능시험자가 성능시험을 실시하고자 하는 경우에는 신청자의 시험시설의 적합성을 확인하여야 한다.
- 3) 성능시험자가 시험시설의 적합성을 확인하고자 할 때에는 신청자에게 아래의 서류를 요구 할 수 있다.
  - 가) 시험시설의 위치 및 사양서
  - 나) 시험기기의 정밀도 및 정확도 확인서류
  - 다) 기타 성능시험자가 필요하다고 인정되는 서류

### 2.5 시험 계획

- 1) 성능시험자가 성능시험을 실시할 때에는 신청자와 협의하여 시험계획을 작성하여야 하며 이 경우 운영자와 협의하여야 한다
- 2) 작성범위는 시험방법 및 절차, 실시 일정, 소요인원 및 장비사양, 기타 성능시험의 실시 에 필요한 사항

## 2.6 시험의 실시

- 1) 성능시험자는 시험계획에 따라 성능시험을 실시하여야 한다. 다만, 부득이한 경우에는 신청자와 협의하여 시험계획을 변경할 수 있다.
- 2) 성능시험자는 신청자가 성능시험의 참관을 요청할 때에는 특별한 사유가 없는 한 허용하여야 한다.
- 3) 운영자는 성능시험에 입회하여 시험전반의 적합성에 대하여 확인 할 수 있다.

## 2.7 동일차량의 확인

- 1) 최초의 도시철도차량과 형식 및 성능이 같은 도시철도차량이라 함은 차량제작자등 성능시험신청자가 제출한 구성품시험 성적서와 완성차시험 성적서등에 의하여 동일한 것으로 확인될 수 있는 차량을 말한다.
- 2) 신청자는 동일차량으로 확인받고자 하는 경우 철도차량분야의 공인기관에서 실시한 전수시험 성적서를 성능시험자에게 제출하여야 한다.
- 3) 성능시험자는 동일차량으로 확인된 도시철도차량에 대하여 본선시운전중 면제항목을 실시하지 아니한다. 다만, 차량의 안전 및 성능확인이 필요하다고 인정되는 경우에는 그러하지 아니하다.

## 2.8 재시험

- 1) 신청자가 성능시험에서 부적합 판정을 받은 경우에는 재시험을 신청할 수 있다.
- 2) 신청자가 재시험을 신청하고자 할 때에는 부적합 판정을 받은 시험항목에 대한 개선사항을 증빙할 수 있는 서류를 성능시험자 및 운영자에게 제출하여야 한다.
- 3) 성능시험자는 재시험 항목의 보완으로 인하여 시험결과가 바뀔 수 있다고 판단되는 시험항목에 대하여는 추가시험을 실시하여야 한다.
- 4) 성능시험자는 부적합 판정을 받은 시험항목에 대하여 2회의 재시험을 실시하여야 하며, 추가시험항목에 대하여는 1회의 재시험을 실시하여야 한다.

## 2.9 성능시험의 결과의 처리

- 1) 도시철도차량의 성능시험에 관한 기준에 따라 차량 성능이 입증되면 한국철도연구원 에서 성능시험성적서 3부를 작성하여 1부는 신청인에게 교부하고, 1부는 건설교통부장 관에게 제출하고, 1부는 한국철도연구원이 5년간 보존하도록 되어 있다. - 서식 1. 참조  
※ 관련법규 : 도시철도차량시행령 제25조의3(성능시험의 신청)제③항
- 2) 건설교통부장관은 성능시험을 통하여 도시철도차량이 운행에 적합하다고 인정되는 경우에는 차량제작자 등에게 차량성능검사증을 교부하도록 되어 있다. - 서식 2. 참조

※ 관련법규 : 도시철도시행령 제25조의4(성능시험자의지정등)제②항

<서식 1> 도시철도차량성능시험성적서

제 호 도시철도차량성능시험성적서			
신청인	법인명(서명)		
	소재지	(전화번호: )	
	대표자	주민등록번호	
차량종류			
차량형식			
성능시험항목			
구성품 시험			
완성차 시험			
본선시운전			
도시철도법시행령 제25조의3제3항 및 도시철도차량관리에 관한 규칙 제5조제1항의 규정에 의하여 도시철도차량성능시험결과를 위와 같이 증명합니다.  ○ 년 ○ 월 ○ 일 한국철도기술연구원장			

<서식 2> 도시철도차량검사증

제 호 도시철도차량성능검사증	
법인명(성명)	
소재지	
대표자	
차량종류	
차량형식	
차량제조사	
도시철도법 제 22조의 3제1항 및 동법시행령 제 25조의 4제4항의 규정에 의하여 위 차량의 형식 및 성능이 운행에 적합함을 증명합니다.  ○ 년 ○ 월 ○ 일 건설교통부장관 인	

2.10 성능시험 현황 및 대상차량

(2002년도 기준)

구분	제작수량	시험접수		기술검토 및 시험착수	시험구분	시험성적서 발행(예정)
		건교부	Rotem			
서울시 1호선	36량	2001. 3. 15	2001. 8. 27	2001. 9. 04	전수	2002. 7
철도청 1호선	60량	2001. 12. 24	2002. 1. 23	2002. 2. 25	형식(구성품)/전수시험	2002. 10
광주시 1호선	92량	2001. 9. 12	2002. 5. 21	2002. 5. 28	형식 / 전수	2004. 1
철도청 천안선	160량	2002. 2. 2	2002. 2. 19	-	형식 / 전수	-
대구시 2호선	168량	2002. 2. 2	2002. 2. 19	-	형식 / 전수	-
계	516량	2002. 9. 18	-	-	형식 / 전수	-

3. 결론

- 1) 도시철도차량의 제작·운영이 일정한 안전 및 성능기준이 없이 지하철 운영기관별로 소요차량을 발주·제작하여 운영하여 왔으나 도시철도차량의 형식과 성능에 관한 기준이 제정되어 성능과 안전성 확보가 되도록 금년부터 성능시험을 수행하고 있다.
- 2) 도시철도차량은 예비주행시험을 실시하도록 되어 있어, 본선에서 발생될 수 있는 문제점을 사전에 찾아내어 조치함에 따라 차량의 성능이 향상되었으며, 특히 국산화 품목은 예비주행시험을 통하여 다른 장치와의 인터페이스 및 성능 미비점을 보완 할 수가 있었다.
- 3) 성능시험 실시결과 초기단계에서 미미한 문제점이 파악되었고, 이에 대한 대책이 강구되어 성능시험제도가 확실히 정착될 수 있도록 시험환경을 마련하는 것이 시급하다.