

# 전철 고상홈 승강장안전시스템 개발시험

## A Study of Safety System for High Platform

김명룡\*                      권성태\*\*                      박우현\*\*\*                      홍용기\*\*\*\*  
Kim Myoung-Ryong      Kwun Sung-Tae              Park Woo-Hyun              Hong Yong-Ki

### ABSTRACT

The subway station platform is designed in high platform for quick getting in/out which is against ordinary train platform. Out of 370 Metropolitan subway station platforms, subway stations which have curved platform are about 38%. In these cases, as the distance between subway and platform would become longer, handicapped people's wheelchairs, baby carriers and old and feeble people can feel uncomfortable when they are getting in and out.

Also, passengers often fall into track because of the height difference between high platform and track. And if passengers go down on track to pick up something fallen, they sometime fail to climb up and happen to hit against subway.

To solve out these kind of inconveniences and prevent accidents, we have developed subway station high platform safety system and finished tests. This safety system is consisted of safety block, screened door and safety wall.

This study explained the composition and function of this system and presented the test result to identify its performance.

### 1. 서론

전철 승강장은 일반열차의 승강장과는 달리 신속한 승, 하차를 위하여 고상 홈으로 되어있다. 수도권 전철역 370여개 중 전철 고상 홈이 곡선으로 되어 있는 전철역은 약 38%를 차지하고 있다. 이 고상 홈이 직선일 경우에는 전동차와 승강장 끝 부분과의 사이가 일정하기 때문에 승객의 승하차가 그리 큰 문제가 되지는 않는다. 그러나 고상 홈이 곡선인 경우에는 이 사이가 더욱 넓어져 승객이 타고 내릴 때 장애자의 휠체어, 유모차, 노약자 등이 많은 불편을 느끼고 있으며, 승객이 많음으로 인하여 승차하였다가 밀려나올 때 이 틈새에 발이 빠져 승객이 부상을 입기도 한다. 이러한 불편과 위험요소 때문에 전철을 타게되면 승하차시에 주의하라는 안내방송을 하고있다.

또한, 고상 홈과 선로의 고저 때문에 승객이 선로에 추락하거나 물건이 떨어져 줍기 위해 선로 위로 내려갔을 경우 고상 홈이기 때문에 올라오지 못하고 전동차와 접촉하여 인명사고를 일으키기도 한다.

이와 같은 불편을 해소하고 안전사고를 예방하기 위하여 전철 고상 홈 승강장 안전시스템을 개발하기에 이르렀다. 이 안전시스템은 처음에는 안전발판 위주로 개발에 착수하였으나 개발과정에서 스크린도어와 안전보호벽을 추가하여 승객이 보다 안전하고 편리하게 전철을 이용할 수 있는 시스템개발을 완료하고 시험을 마쳤다.

본 논문에서는 시스템의 구성 및 기능을 설명하고 성능을 확인하기 위하여 실시한 시험결과를 제시하였다.

\* 한국철도기술연구원 선임연구원 비회원  
\*\* 한국철도기술연구원 선임연구원 정회원  
\*\*\* PSS Tech. 대표이사 비회원  
\*\*\*\* 한국철도기술연구원 시험인증연구팀장 정회원

## 2. 안전시스템 개발 현황

전철 승강장은 홈과 차량사이의 간격이 곡선의 경우 최대 390mm로 사람의 몸이 완전히 빠질 수 있을 만큼 넓은 곳도 있다. 이와 같이 간격이 넓거나 보호벽이 없으므로 인하여 일어나는 사고를 예방키 위하여 본 시스템의 개발에 착수하였다.

개발에 착수하기 전에 전철 승강장 현황을 조사한바 도표1.과 같이 전철 고상 홈 승강장이 전체 370개 중 곡선 홈의 승강장은 141개이었다. 이와 같이 많은 곡선 홈에 대한 승객의 안전대책이 필요로 하여 구조가 복잡하지 않고 적용이 간편한 시스템을 구상하였다.

도표 1. 전철승강장 현황

구 분	국철						서울지하철								계
	서울 인천	구로 수원	청량리 의정부	일산 구파발	안산 사당	수서 오리	1호선	2호선	3호선	4호선	5호선	6호선	7호선	8호선	
직선 홈 수	15	8	13	6	13	7	6	33	20	18	34	23	21	12	229
곡선 홈 수	13	6	11	4	9	4	4	17	11	8	17	15	17	5	141
계	28	14	24	10	22	11	10	50	31	26	51	38	38	17	370

안전시스템은 크게 차량에 설치하는 방식과 홈의 승강장에 설치하는 방식의 2가지로 생각해 볼 수 있다. 차량에 설치할 경우 신조차량에는 적용이 가능할 수 있을 것이지만 기존차량을 개조하여야 하는데 현실성이 떨어진다. 따라서 본 개발품은 안전보호벽과 함께 안전발판이 작용 될 수 있도록 홈의 승강장에 설치하는 방식을 채택하였다. 홈에 설치할 경우 홈과 차량사이의 간격이 일정치 않기 때문에 현장 맞춤에 의한 설치가 요구되지만 다른 어려움은 없으리라 판단되어 1/3의 축소모형을 시제품으로 만들어 기능을 테스트하였으며, 제품화 가능성이 보여 특허를 출원하고 본격적인 연구개발에 착수하였다.

개발한 안전시스템은 센서를 추가하고 승객의 안전을 보장하기 위하여 안전보호벽과 스크린도어를 추가하였으며, 핵심장치인 안전발판에 대한 내구성과 작동에 대한 성능시험을 실시하였다. 본 안전시스템의 외형과 작동과정은 사진 1-5와 같으며, 특징과 안전성 및 편리성은 다음과 같다.

- 전동차와 승강장 사의 넓은 간격을 줄여 안전하고, 편리하게 이용할 수 있도록 설계
- 승객이 선로위로 추락하는 것을 방지하기 위하여 안전보호벽을 설치
- 승강장과 전동차 주행통로와 완전차단으로 전철 홈 활용공간 확대 및 안전성확보
- 이중 출입문사용으로 승하차질서확립 및 전철 정시운행에 기여
- 열악한 운영환경에서도 작동보장을 위하여 히터장치를 설치
- 차량정차 및 출입문개폐 검지센서는 주파수를 사용하지 않아 노이즈장해가 없음



사진 1. 전동차 고상 홈 승강장에 개발품 적용모습

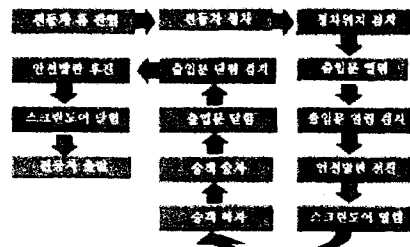


사진 2. 안전시스템 자동과정



사진 3. 스크린도어 열림 상태의 모습



사진 4. 안전발판이 나온 상태의 모습(정면)



사진 5. 안전발판이 나온 상태의 모습(측면)

### 3. 개발 안전시스템의 구성 및 성능사양

#### 3.1 구성품

전철 고상홈 승강장에 사용되는 안전시스템은 차량 및 출입문개폐감지센서, 안전발판 본체, 제어부, 안전보호벽, 스크린도어로 구성되어 있다.

##### 3.1.1 일반구조

- 본체는 역구내의 플랫폼 상부에 설치하여 열차 정차시 가동발판이 작동하여 승강장과 열차사이의 공간에 승객의 발등이 빠지는 것을 방지할 수 있는 구조이어야 한다.
- 차량과 발판 끝부분의 간격은 40mm이내 이어야 한다.
- 공기압축기는 역구내의 기계실등에 설치하여 안전발판의 작동에 필요한 공기압을 공급할 수 있어야 한다.
- 부식하기 쉬운 부분은 부식을 방지하도록 하여야 하며, 주변의 진동과 불순한 기후조건에 영향을 받지 않도록 제작되어야 한다.
- 열차감지 센서는 이물질이나 파손으로부터 보호하기 위하여 충분한 보호시설을 갖추어야 한다.
- 발판의 끝단부분은 날카롭지 않고 미려하여야 하며, 눈, 비등이 내부로 들어가지 않는 구조이어야 한다.

##### 3.1.2 감지센서(차량 및 출입문개폐)

- 검출거리는 70mm이내 이어야 하며, 센서 상호간에 간섭받지 않아야 한다.

##### 3.1.3 안전발판 본체

- 본체는 상판, 가동발판, 실린더 및 선형베어링으로 구성한다.
- 본체는 방수와 방진을 할 수 있어야 하며, 본체의 두께는 95mm 이내 이어야 한다.

상 판	가동발판	선형베어링
-승강장면과 일치하여야 하며 외관은 미려하여야 한다. -1000kg의 하중에 대하여 이상이 없어야 한다. -미끄럼을 방지할 수 있는 구조 이어야 한다.	-전/후 작동시 유연하고 안전하게 작동할 수 있어야 한다. -예상되는 하중을 안전하게 지탱할 수 있는 구조 -미끄럼을 방지할 수 있어야 한다.	-직진상태가 양호하며 가동발판의 유연한 작동을 보장하여야 한다. -가해지는 편심하중을 지탱하여 가동발판을 안전하게 지탱할 수 있어야 한다.

##### 3.1.4 제어부

- PLC와 계전기 연동로직 및 솔레노이드밸브에 의하여 안전발판의 작동을 제어할 수 있어야 한다.
- 에어필터, 레귤레이터, 루브리케이터를 내장하여 안전발판의 작동공기를 청정한 상태로 유지할 수 있어야 하며, 점검용의 압력계가 있어야 한다.

- 안전발판의 작동속도를 조절할 수 있도록 속도조절기를 설치하여야 한다.
- 작동공기가 손실된 경우에도 가동발판을 안전한 위치로 후퇴시킬 수 있는 구조이어야 한다.

### 3.2 성능

- 정전, 작동공기의 손실등 비정상적인 상황에서는 가동발판이 안전한 위치로 후퇴하여야 한다.
- 가동발판 작동중 장애물이 개재된 경우 장애물에 대한 손상을 방지할 수 있도록 안전이 확보되어야 한다.

#### 3.2.1 발판

- 최대허용수직하중 : 상판 : 1,000kg, 가동발판 : 300kg, ○ 행정 : 최대 200mm
- 작동시간 : 2초 이내, ○ 작동공기압 :  $1.6 \pm 0.2 \text{ kgf/cm}^2$ , ○ 작용력 : 35kgf 이하
- 내압성 :  $15 \text{ kgf/cm}^2$ , ○ 보증 온도 조건 :  $-30^\circ\text{C} \sim 60^\circ\text{C}$

#### 3.2.2 제어부

- 정격전압 : AC 60Hz, 200V  $^{+10\%}_{-15\%}$ , ○ 작동공기압 : 5 kg/cm<sup>2</sup>,
- 절연저항 : 1M $\Omega$  이상(500V DC 절연저항계), ○ 내전압 : AC 60Hz, 1500V(1분간)

#### 3.2.3 작동센서

- 차량검지센서는 열차정차위치가  $\pm 100\text{mm}$ 이내에서만 안전발판이 작동되도록 한다.
- 출입문개폐검지센서는 전동차 출입문개폐 신호를 받아 출입문 개방시에는 출입문 열림 정도가 100mm이내에서 안전발판이 퍼지고, 출입문을 닫을때는 완전히 닫힌 2초 후에 안전발판이 작동되도록 한다.

#### 3.2.4 공기압축기

- 공기압력은  $7.5 \text{ kg/m}^2$ 를 사용하며, 800 l/min이상이어야 한다.
- 수분 등으로 동결되어 공기배관 및 작동실린더가 작동하는데 지장이 없도록 한다.

## 4. 시험결과

안전시스템의 시험은 주요장치인 안전발판에 대하여 시험한 결과를 나타내었으며, 안전이나 성능을 입증하기 위하여 행한 시험결과를 다음과 같다.

### 4.1 재질시험

본체, 상판 및 가동발판에 대한 재질의 화학분석과 기계적성질은 도표 2. 와 같다

도표 2. 재질시험결과

구분	화학성분(%)								인장강도 (N/mm <sup>2</sup> )	연신율 (%)
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti		
A 6061	0.58	0.45	0.31	0.07	0.96	0.21	0.05	0.03	312	22.2
A 78075	0.09	0.16	1.36	0.06	2.5	0.20	5.67	0.03	580	7.2

### 4.2 성능시험

- 1) 절연저항은 전원 입력단과 금속 본체간의 절연저항을 측정
- 2) 내전압시험은 전원 입력단과 금속 본체간의 내전압시험을 실시
- 3) 전압변동시험은 정격전압을 변동 시켰을 때의 성능 체크
- 4) 작동전압 및 석방전압시험은 :각 공압 밸브의 작동전압 및 석방전압을 측정
- 5) 공기압변동시험은 공급되는 공기압을 작동공기압의 변동범위로 변동 시의 성능체크

- 6) 누기시험은 비눗물로 각 공기압 연결부위를 검사  
 7) 작동시간은 가동발판을 작동시켜 작동 신호로부터 작동 완료까지의 시간을 측정

도표 3. 성능시험결과

구분	절연저항	내전압	전압변동	작동, 석방전압	공기압 변동	누기	작동시간	작용력
시험조건 및 결과	∞	AC1500 V	170~220 V	128.7V 94.3V	1~6 kgf/cm <sup>2</sup>	1.6 kgf/cm <sup>2</sup>	1.5Sec	29.7kgf

#### 4.3 내구성시험

무부하의 상태에서 발판을 300,000회 이상 연속작동 시 각부의 이상유무 체크

도표 4. 내구성시험결과

구분	내구성	절연저항		작동전압(V)	석방전압(V)	작동시간
		시험전	∞	128.7	94.3	1.5Sec
시험조건 및 결과	30만회 (25일)	10만회	∞	124.3	72.0	1.5Sec
		20만회	∞	125.3	110.6	1.5Sec
		30만회	∞	126.0	112.0	1.5Sec

#### 4.4 환경시험

저, 고온시험은 항온조 내에 시험품을 작동이 가능한 실사용 상태로 설치하고, 항온조의 온도를 서서히 하강 또는 상승시켜 .4항의 보증온도조건까지 하강시키고 시험품이 온도안정이 달할 수 있도록 2시간 이상 방치한 후 성능시험을 실시하였다.

도표 5. 저, 고온시험결과

시험 항목		저온시험	고온시험
시험 온도		- 30 ± 0.5 °C	60 ± 0.5 °C
방치 시간		5시간	3시간
작동 시험	작동상태	- 30°C에서 작동 함.	60°C에서 작동 함.
	작동시간	1.6 초	1.3 초
상온회복 후 작동 시험	작동상태	작동에 이상 없음.	작동에 이상 없음.
	작동시간	1.5 초	1.5 초

도표 6. 온도싸이클 및 살수시험결과

시험온도	방치시간	사이클 횟수	상온 작동시험결과	살수시험결과
-30~60±0.5 °C	각 2시간 씩	2회	1.5초, 이상없음	1.5초, 이상없음

#### 4.5 하중 및 온도분포시험

상판과 가동발판의 수직하중 시험은 상판의 최대허용 수직하중을 인가하였을 경우, 발판에 변형이나 성능을 체크하였으며, 작용력 시험은 가동발판이 작동하는 방향으로 작용력을 측정하였다.

도표 7. 하중시험결과

상판수직 하중시험	- 수직하중 : 1,070 kg	가동발판 수직하중 시험	- 수직하중 : 325 kg
	- 작동 및 변형상태 : 이상없음		- 작동 및 변형상태 : 이상없음
	- 작동시간 : 1.5 초		- 작동시간 : 1.5 초

도표 8. 온도분포시험

구분	시험 온도	온도 하강 시간	하온 방치 시간	온도 상승 시간	상온 유지 시간
시험조건 및 결과	-30℃	3시간	8시간	6시간	8시간

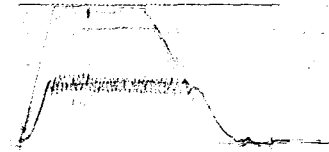


그림 1. 온도분포시험 그래프

4.6 작동력변화시험

공기압력과 발판의 작동 길이변화에 따른 작동력은 차이가 없이 선형성을 유지함

구분	시험공기압력	발판작동시험길이(mm)					
		0	23	53	83	113	143
시험조건 및 결과	1.5kgf/cm <sup>2</sup>	30kgf	30kgf	29kgf	29kgf	30kgf	30kgf




사진 6. 작용력 측정시험 모습

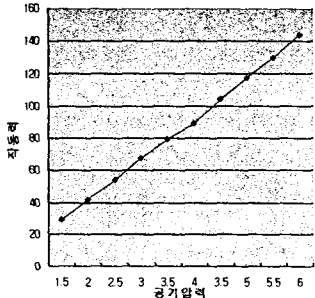


그림 2. 작동력시험 그래프

5. 결론

전철을 이용하는 일반승객, 노약자 및 장애인들의 승하차 편리성과 안전성을 제공하기 위하여 개발한 전철 고상 홈 승강장 안전시스템에 대한 성능시험을 실시한 결과 만족할 만한 수준의 성능을 얻었다.

본 장치는 안전발판에 대하여 시험한 것으로 시스템적인 종합성능시험은 시행하지 않았다. 따라서 종합성능시험을 시행하고, 전철 고상 홈에 적용할 경우 일정기간의 시험운용이 필요하며, 사용으로 인한 예기치 못하는 에러를 수정 보완한 후 본격적인 적용을 추천한다.

본 장치는 세계 최초 개발품으로 개발과 시험에 여러 가지의 어려움이 있었으나 그 동안의 기술축적과 경험을 바탕으로 보다 우수한 성능을 유지하여 승객의 안전한 승하차에 큰 도움을 줄 것으로 판단된다.

참고문헌

1. ISO/IEC(1999), "ISO/IEC 17025규격"
2. 한국철도기술연구원(2000), "시험품질시스템(품질매뉴얼 및 품질절차서)"
3. 한국철도기술연구원(2000), "철도용품시험규정"
4. PSS Tech.(2001), "전철 승강장 안전발판 시험기준"
5. 한국철도기술연구원(2001), "전철 승강장 안전발판 시험성적서"