

# 차세대 전동차를 위한 슬라이딩 스텝 개발

## Development for Sliding Step for Next Generation Train

하동기\*                      서수호\*\*                      박홍수\*\*\*                      유현배\*\*\*\*  
Ha, Dong-ki                      Seo, Soo-ho                      Park, Hung-Soo                      Yoo, Hyeun-Bae

박성혁\*\*\*\*\*                      손인석\*\*\*\*\*  
Park, Sung-Hyuk                      Son, In-Suk

---

### ABSTRACT

Plug-in type door is installed in recently designed tube. It is world wide trend to fulfill the customer's demand. But, plug-in door need widely gap between doorway and platform and it is raise an serious accident. Therefore, newly designed train must have safety device like a sliding step to prevent incident.

This paper present about development process for sliding step. Trend of sliding step, development plan, course, technical description, and etc. will be included in this paper.

---

### 1. 서 론

본 논문은 철도 차량과 플랫폼 사이에 승객의 발이 끼이거나 추락하는 것을 방지하기 위해 차세대 전동차의 컨셉으로 개발되어지는 승객 안전 시스템으로써 철도 차량측에 설치되는 안전 슬라이딩 스텝에 관한 것이다. 차세대 전동차의 도어는 해외 선진국형 도어를 겨냥하여 플러그-인 도어 타입을 적용하게 되는데 플러그-인 도어란 도어 닫힘시 도어판넬이 차체에 함몰되어 있다가 도어 열림시 도어판넬이 차체 바깥으로 돌출되어 슬라이딩 되어 열리는 구조의 도어이다. 이러한 구조의 도어 타입을 적용시 도어가 차체 밖으로 돌출하기 위한 돌출거리가 필요한데, 차량측은 이 돌출거리를 포함하여 차량한계가 정해지게 된다. 이 도어판넬의 돌출거리는 차량과 승강장의 기본 간격(이하, 연단간격)이 합산되어 더 많은 연단간격 발생하게 되므로 승객의 부주의시 추락사고 빈도가 높아지게 된다. 이 때문에 승객의 추락 사고를 미연에 방지할 수 있는 안전 스텝이 필요하다.

---

\* 홍일기업주식회사 부설연구소 연구소장

E-mail : [hdk@hungil.co.kr](mailto:hdk@hungil.co.kr)                      TEL : (055)323-0505 FAX : (055)335-6496

\*\* 홍일기업주식회사 부설연구소 수석연구원

E-mail : [ssh331@hungil.co.kr](mailto:ssh331@hungil.co.kr)                      TEL : (055)330-8957 FAX : (055)335-6496

\*\*\* 홍일기업주식회사 부설연구소 책임연구원

E-mail : [hspark@hungil.co.kr](mailto:hspark@hungil.co.kr)                      TEL : (055)330-8951 FAX : (055)335-6496

\*\*\*\* 홍일기업주식회사 부설연구소 선임연구원

E-mail : [yoohb@hungil.co.kr](mailto:yoohb@hungil.co.kr)                      TEL : (055)330-8950 FAX : (055)335-6496

\*\*\*\*\* 한국철도기술연구원 차세대전동차연구팀 선임연구원

E-mail : [shpark@krri.re.kr](mailto:shpark@krri.re.kr)                      TEL : (031)460-5073 FAX : (031)460-5459

\*\*\*\*\* (주)로템 기술연구소

E-mail : [sis@rotem.co.kr](mailto:sis@rotem.co.kr)                      TEL : (031)460-1173 FAX : (031)460-1787

## 2. 안전스텝 개발 검토

### 2.1 플러그-인 도어와 연단간격과의 사고 연관성

플러그-인 도어는 도어판넬이 차량 바깥으로 돌출한 후에 슬라이딩되는 2개의 운동방향을 가진 도어로써 도어판넬이 돌출되기 위한 여유 공간이 차량한계에 포함되어 차폭이 결정된다. 차세대 전동차 플러그-인 도어의 돌출량은 50mm를 목표로 하고 있다.(그림1) 여기에 차량한계와 건축한계와의 거리는 100mm이므로 플러그-인 도어 차량과 연단과의 설계치는 150mm이다.(그림2) 그러나 승강장의 곡선부 구간에서는 이보다 큰 간격이 발생하고 있다. 조사된 신도림역 연단 최대 간격이 290mm로 나타났는데 플러그-인 도어를 장착한 차량이 정차시 50mm가 추가된 340mm가 되는 것이다. 이러한 역사조건에 따른 상황은 플러그-인 도어를 장착한 차량이 같은 승강장에 정차시 연단간격치가 설계치보다 더 크게 발생하기 때문에 실족사고의 위험이 많아진다.

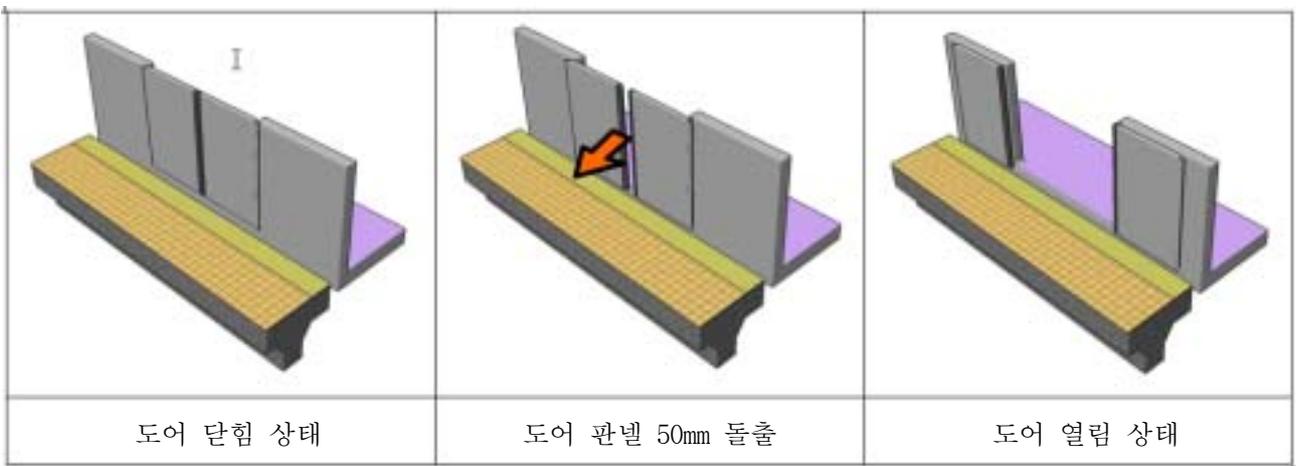


그림1. 플러그-인 도어의 작동 순서

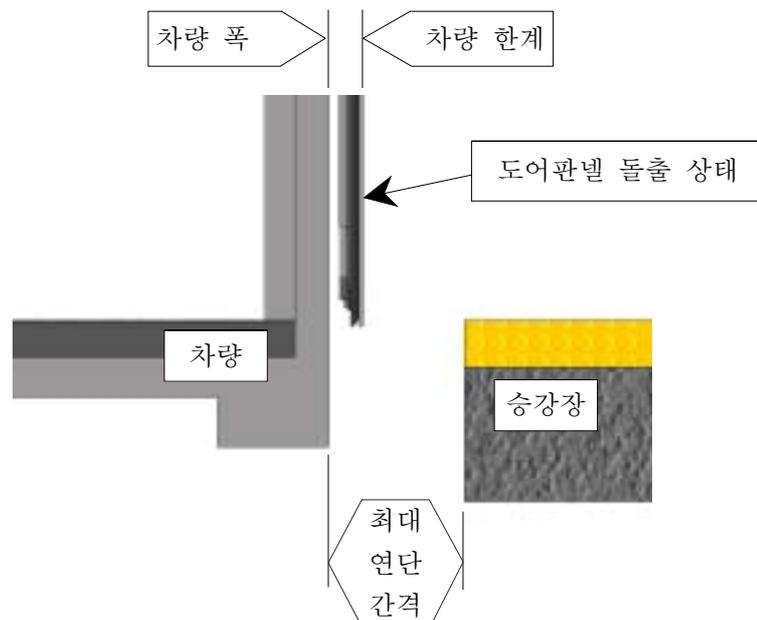


그림2. 플러그-인 도어의 연단 간격

## 2.2 해외 개발 동향

해외의 특허를 검색해 보면 철도관련 해외 우수기업들이 철도차량에 적용하기 위한 플러그-인 도어 관련 특허등록 시기와 비슷한 1990년대 이후로 각종 구조의 안전 스텝을 개발하여 특허가 등록되어 있다는 것을 알 수 있다. 즉, 플러그-인 타입의 도어 적용시 안전 발판의 필요성으로 인해 개발시기가 비슷하게 진행되어 졌다는 것을 미루어 짐작할 수 있다.

지하철 안전발판의 해외개발 사례를 보면, 용도에 따라 안전사고 예방용(그림3)과 장애인 편의용(그림4), 그리고 계단식 역할 겸용(그림5)으로 분류 할 수 있다.



그림3



그림4



그림5

해외 개발품 용도별로 국내 적용성에 대한 장, 단점을 표-1에 정리하였다.

(표-1)

구분	장 점	단 점
그림3	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 행정거리가 짧기 때문에 작동시간이 적다.</li> <li>● 도어판넬의 작동범위에 영향을 주지 않는다.</li> <li>● 승강장에 침범하지 않으므로 승객의 발에 걸리지 않는다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 선단부 누수 대책이 미약하다</li> <li>● 역사조건에 따라 높이차가 발생한다.</li> </ul>
그림4	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 휠체어 등반각도를 유지하므로 장애인 안전에 유리 하다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 행정거리가 길기 때문에 역사마다 작동해야 하는 조건시 정차시간을 지연시킨다.</li> <li>● 승강장 상면에 도달하므로 신속한 작동시 승객의 발에 걸릴 수 있다.</li> </ul>
그림5	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 승강장이 객실 바닥보다 상당히 낮은 저상 플랫폼에 유리하다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 계단으로써의 역할이 크므로 객실바닥면과의 높이차가 크다.</li> </ul>

국내에 적용되어진 안전 발판으로는 승강장에 설치되는 사례가 있으나, 이 안전발판은 항상 일정한 거리로 작동하는 구조이므로 플러그-인 도어를 장착한 차량의 경우 도어돌출거리로 인한 연단간격이 항상 존재하게 되므로 유연한 대응이 되지 않는다. 이 때문에 해외에서는 승강장에 안전 발판이 설치되는 사례보다는 차량측에 설치되어 작동되는 실례가 많으며 각 역사마다 가지는 조건에 대응이 가능하다는 장점이 있다.

## 3. 안전스텝의 개발 방향

### 3.1 안전 스텝과 도어와의 작동순서

도어판넬과 안전스텝의 원활한 작동을 위해서는 안전스텝이 도어판넬의 작동 범위를 침범해서는 안되며, 승객 승,하차시 연단 간격 사이로 승객의 추락 사고를 미연에 방지하기 위해서는 안전발판이 도어보다 먼저 작동되어야 하므로, 안전 스텝은 다음과 같은 작동순서를 유지하는 것이 타당하다.(그림5)

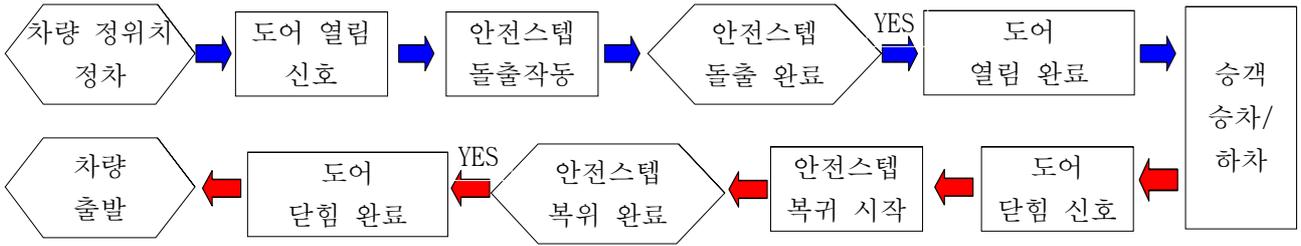


그림6. 안전 스텝과 도어와의 작동 순서

### 3.2 차세대 차량과의 인터페이스 검토

차세대 전동차의 구체는 알루미늄 프로파일의 단면을 가진 구체로써 이미 대전, 인천, 부산에 신조차로 제작되어 성능이 입증된 기본 구조체를 변형하여 적용하게 되므로 제한된 설치공간 조건을 충족시키기 위해 알루미늄 구체의 강도를 저하시키지 않고, 설치편의를 고려하여 모듈(Module)로 구상되었으며(그림7), 구체 언더프레임 상면에서 객실 바닥까지의 높이 55mm 구간에 설치가 가능하도록 설계되었다.(그림8)

전기식 도어엔진과 연동 및 제어하기 위해 안전스텝 또한 전기식으로 구성되며 제품의 높이와 면적을 줄이기 위해 기본 동력은 전기식 모터, 동력전달은 Spur Gear와 Rack Gear를 적용하여 안전발판이 200mm까지 돌출 되도록 하였다.



그림7. 안전스텝 모듈 형상

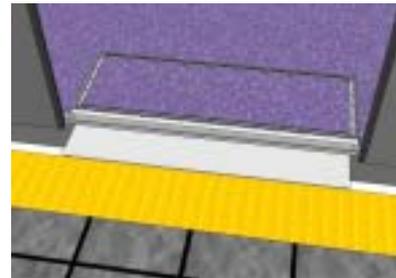


그림8. 안전스텝 설치/작동 형상

### 3.3 안전스텝의 안전장치

안전발판이 돌출 또는 복귀 작동중에 승객이 밟을 경우 승객의 안전을 위해 작동을 멈추도록 하였다. 안전발판에 하중을 가하여 1°정도 기울어지면 안전스텝 모듈 내부에 내장된 마이크로스위치에 의해 전기식 모터의 작동을 중지시키며, 하중이 제거되면 재 작동한다.

### 3.4 안전스텝 선단부 형상 검토

안전발판의 선단부는 과다 돌출을 방지하는 멈춤역활(그림9)과 안전발판 복귀시 차체에 접촉하여 누수를 방지(그림10)하는 2중 역할을 하도록 하였다.

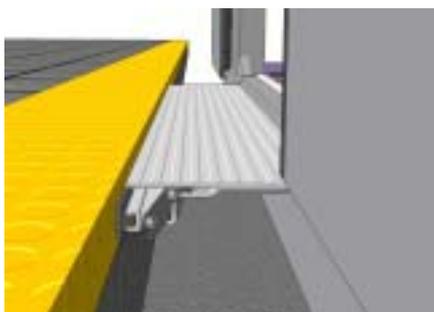


그림9. 안전발판 멈춤 장치



그림10. 안전발판 복귀&팩킹 상태

### 3.5 안전스텝의 승강장 대응 형태

연구된 안전스텝이 역사조건에 따라 대응 할 수 있는 형상을 예상하여 표-2에 정리하였다.

(표-2)

NO.	승강장 대응 종류		승강장 대응 형상
1	현상	차량 공차 상태 (0%) (연단간격 200mm 이하/객실바닥과 승강장 상면까지 50mm)	
	대응	안전스텝 멈춤장치가 승강장 측면에 닿으면 작동을 멈춘다.	
2	현상	승객 탑승 상태 (50%) (연단간격 200mm 이하)	
	대응	안전스텝 멈춤장치가 승강장 측면에 닿으면 작동을 멈춘다.	
3	현상	차량 만차 상태 (100%) (연단간격 200mm 이하)	
	대응	안전스텝 멈춤장치가 승강장 측면에 닿으면 작동을 멈춘다.	
4	현상	승강장 상면과 객실 바닥과의 높이가 70mm이내인 경우	
	대응	안전스텝 멈춤장치가 승강장 측면에 닿으면 작동을 멈춘다.	
5	현상	차량과 승강장 사이가 200mm를 초과한 경우	
	대응	안전스텝 최대 행정거리 200mm 작동 후 멈춘다.	
6	현상	승강장 상면이 객실바닥보다 70mm 이상 낮은 경우	
	대응	안전스텝 최대 행정거리 200mm 작동 후 멈춘다.	

#### 4. 결론

1998년부터 2003년 2월까지 조사된 실족사고는 전국을 포함하여 200여건 이상으로 조사 되어 대책 마련이 시급한 상황이므로, 차세대 전동차 개발로 인해 안전스텝을 개발 접목하는 것은 승객의 안전에 크게 기여하는데 그 의미가 크다.

국내 역사 실정과 구체적용 조건에 적합한 안전스텝을 연구하기 위해 해외 우수업체의 안전발판 형태와 해외특허를 조사 하여 국내 각 역사마다 다른 승강장 조건에 대응 가능한 발판 형태와 협소한 설치공간에 적용 가능하도록 전기식 모터를 이용한 구동부가 연구 되었다. 안전스텝은 도어 제어측과 연계되어 안전발판의 복귀신호가 접수되어야만 도어가 작동 되도록 하였기 때문에 장애인의 휠체어등에 의한 무게 감지시 작동을 멈추므로 도어에 끼는 사고를 미연에 방지할 수 있는 2중 안전장치로서의 역할도 기대된다.

#### 참고 문헌

1. 김선호(1997), “철도시스템의 이해” pp.44~50
2. 황중진(2006), “철도안전관련법령집”
2. <http://www.kipris.or.kr>
3. <http://www.ife-doors.com>
4. <http://www.dowaldwerke.de>
5. <http://www.riconcorp.com>
6. 박세환기자, “지하철 실족사고 무방비”, 세계일보 2003.10.12.19:42