

# 차세대전동차 안전스텝 개발에 관한 연구

## A Study on Safety Step for Advanced Electric Multiple Unit

정의진†, 김길동\*, 이기열\*, 임봉채\*\*, 박상규\*\*, 이원대\*\*

Eui-Jin Joung, Gid-Dong Kim, Ki-Yeol Lee, Bong-Che Lim, Sang-Kyu Park, Weon-Dae Lee

### ABSTRACT

The safety step has been developed to ensure the passengers' safety including the disabled and the weak by eliminating gap between vehicle and platform. The type of safety step is divided according to the position that the safety step is installed. The type of safety step attached platform is the rubber type that is previously attached to a platform. The installed rubber can reduce the gap between vehicle and platform by a fixed distance. If the safety step is installed on the vehicle, it is possible to respond to the various platform typed such as straight or curved form. It is also flexible to the height of riding depends on number of passenger and platform conditions and does not require crew's additional operation. We have been developed vehicle attached safety step for advanced electric multiple unit. We hope to increase the use of safety step for the disabled and the weak to expand the convenience use of railway transportation system.

### 1. 서론

도시철도 시스템은 승객의 신속한 승하차를 위하여 고상 플랫폼으로 되어 있고 차량의 좌우 동요를 고려해 차량과 플랫폼 사이의 안전공간이 형성되어 있다. 이 공간은 휠체어의 바퀴 또는 승객의 발이 빠지는 등의 안전사고 위험을 증가시켜 교통약자의 이동을 제한하는 걸림돌이 되고 있다. 기존의 도시철도 시스템은 일반인을 대상으로 제공되었기 때문에 장애인, 고령자, 임산부, 영유아를 동반한 자, 어린이 등의 교통약자는 시설의 이용에 어려움을 겪는 것이 사실이다. 교통약자의 이동권 확보를 위한 “교통약자의 이동편의 증진법”이 제정된 배경도 누구든지 인간다운 삶을 영위하기 위한 조건으로 이동권의 중요성을 강조하고 있기 때문에 철도차량과 플랫폼간 간격을 메워주어 승객의 안전한 이동을 보장하는 것은 중요하다.

이에 따라 철도차량과 플랫폼 사이의 공간을 해소하여 교통약자를 포함한 모든 승객의 안전을 확보하기 위해서 새롭게 개발 중인 차세대전동차에 안전스텝을 개발하여 적용하게 되었다. 안전스텝은 지상에 설치하는 방식과 차량에 설치하는 방식이 있는데 지상에 설치하는 방식은 고정식 고무발판을 미리 설치해 두어 차량과 플랫폼의 간격을 미리 줄이는 방식이 사용되고 있으며, 차량에 설치하는 방식은 아직은 국내에 적용된 바는 없으나 해외 철도선진국에서는 다양하게 적용되고 있다.

차량에 안전스텝을 설치하게 되면 직선, 곡선 형태의 각 역사가 가지는 조건에 대응이 가능하고, 차량의 승객수와 플랫폼의 조건에 따라 달라지는 승하차 높이에 유연하게 되며, 승무원의 추가조작이 불필요한 장점이 있다. 본 논문에서는 기존의 플랫폼 부착방식의 안전스텝 시스템과는 차별되는 차량에 부

† 정회원, 한국철도기술연구원, 차세대전동차연구단 선임연구원  
E-mail : ejjoung@krri.re.kr  
TEL : (031)460-5448 FAX : (031)460-5809

\* 정회원, 한국철도기술연구원 책임연구원

\*\* 정회원, 흥일기업

착하는 형태의 전기식 안전스텝의 구성 및 기능을 설명하고 논하고자 한다.

## 2. 안전스텝의 필요성 및 국내·외 동향

### 2.1 플랫폼 간격에 따른 안전스텝의 필요성

도시철도 플랫폼은 차량의 좌우 동요를 고려하여 차량한계와 건축한계간의 거리가 100mm정도로 이격되어 있다. 이러한 승강장에서의 간격 발생은 일반인에게는 큰 문제가 되지 않을 수 있으나, 교통약자의 승하차시에는 휠체어 바퀴가 빠지거나 실족하는 등의 위험을 초래할 수 있다.

더욱이 플랫폼이 곡선으로 되어있는 경우에는 불가피한 추가 공간의 발생으로 인하여 안전사고의 위험이 높아지게 된다.

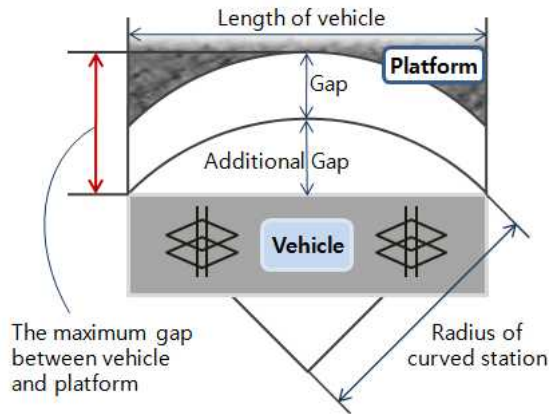


그림 1. 곡선구간에서의 차량-플랫폼간 간격 발생 (조감도)

또한 새롭게 개발 중인 차세대전동차에서는 차량 내 실내의 완전한 밀폐구조 유지 등을 통한 방음, 방풍, 방수효과 향상을 위해 전기식 플러그-인 도어를 적용하였다. 플러그-인 도어는 도어판넬이 차량 바깥으로 돌출한 후 슬라이딩 되어 열리는 방식으로 도어판넬이 돌출되기 위한 여유 공간이 차량한계에 포함되어야 한다.

이 때문에 기존 전동차보다 차량-플랫폼 사이의 간격이 넓어지게 되어 승객 안전사고의 위험이 높아지게 된다. 따라서 차량과 플랫폼 사이에 불가피하게 형성된 공간을 해소해 줄 안전스텝과 같은 교통약자를 배려한 기술이 필요하게 되었다.

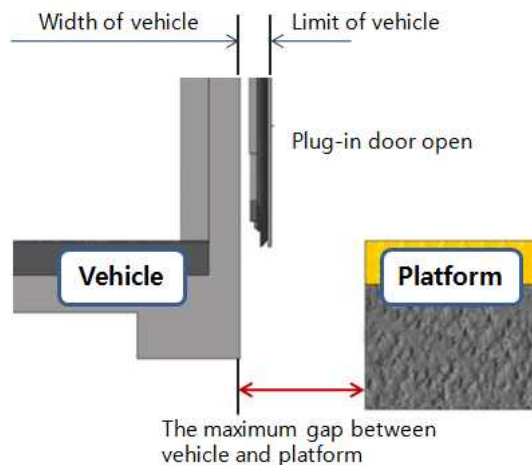


그림 2. 플러그 도어 설치에 따른 차량-플랫폼간 간격 발생

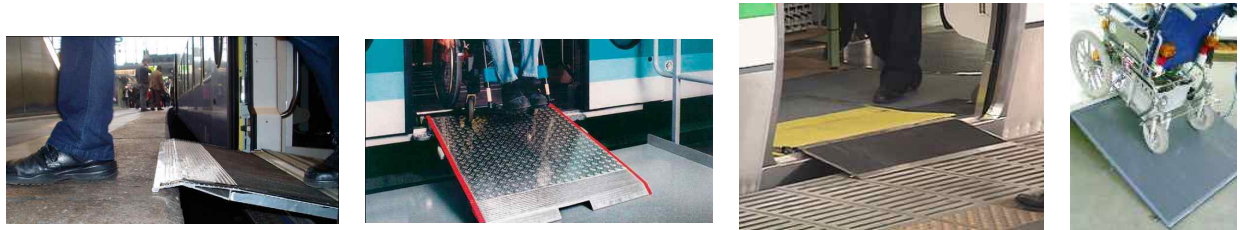
## 2.2 국내·외 기술개발 동향

### 2.2.1 해외 기술개발 동향

안전스텝에 대한 해외 기술동향을 살펴보면, 이미 미국, 유럽 등 선진국에서는 자체 기술을 개발하여 상용화 시켰으며, 관련한 수많은 지적재산권의 등록을 하면서도 지속적으로 관련기술의 개발을 진행하고 있다. 일반적으로 차량 제작 시부터 적용하는 차량부착형태의 안전스텝 사례가 많았다. [1]~[3] 안전스텝은 직선으로 돌출하는 슬라이딩 스텝과 휠체어 등이 이용할 수 있도록 경사를 두어 설치되는 램프로 나누어지고 있다.



(a) Sliding step의 예

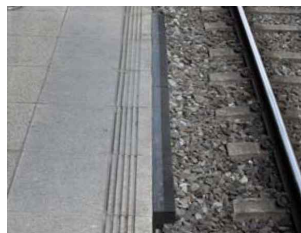


(b) Express ramp의 예

그림 3. 외국의 안전스텝 적용 사례

### 2.2.2 국내 기술개발 동향

국내에서도 플랫폼에 고무부착형 안전스텝이 적용되어 있지만 그 특성상 항상 일정 거리만을 커버할 수 밖에 없기 때문에 곡선 지역이나, 간격이 넓은 플랫폼에서는 크게 효과를 기대할 수 없다. 또한 다양한 차종에 유연하게 대처하지 못하는 단점이 있다.



(a) 고무취부식 갭 필러



(b) 구로역 설치 사례

그림 4. 국내의 플랫폼-차량 간격 조정 사례

## 2.3 차세대전동차 안전스텝의 형식

국내외 사례와 같이 안전스텝은 차량부착형, 플랫폼부착형으로 구분할 수 있다. 고무식의 플랫폼 부착 방식은 역사 설비로 효율적인 유지관리가 가능한 면이 있지만, 일정 간격 이상 커버하기 어렵고, 차종의 다양성을 충족시키지 못하는 단점이 있다. 따라서 차량 부착형이든 플랫폼 부착식이든 동력에 의해 차량과 플랫폼간 간격을 완전히 매꿔 줄 수 있는 설비가 필요하다.

차세대전동차의 경우, 플러그-인 도어의 돌출거리로 인해 추가 간격이 필요할 수 있어 차량부착형의 동력식 안전스텝 시스템이 가장 적합한 것으로 검토되었다. 차량부착형은 직선, 곡선 등 모든 형태의 역사에 대응이 가능하고, 차량의 승객수와 플랫폼의 조건에 따른 중량의 증가에 따라 유동하는 승하차 높이에 유연하며, 승무원의 추가조작이 불필요한 장점이 있다.

다음 표에 안전스텝을 차량에 설치할 경우, 기존 사양대비 차세대전동차에서의 안전스텝 개발목표 및 개선내용을 나타내었다. 현재까지 국내에서 자체 제작한 안전스텝이 없었기 때문에 해외에서 수입을 할 수 밖에 없었는데 수입할 경우, 수입가격대비 자체 제작시에 약 20%의 비용절감 효과를 목표로 하였다.

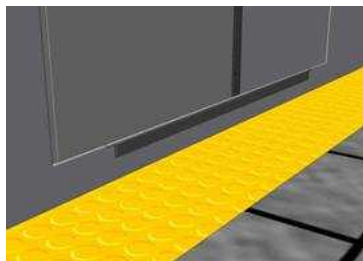
도표 1. 기존사양대비 신규 개발품 사양 비교

구분	기존사양	차세대전동차	
		개발목표	개선내용
안전스텝	- 국내에 플랫폼측 설치사례는 있으나 차량측에 설치된 사례는 없음	- 설치공간 최소화 - 다양한 연간간격 대응	- 안전스텝 적용 - 차량과 플랫폼 끼임사고 방지 - 교통약자 승하차 원활
안전스텝 제작기술	- 국내에 적용 사례가 없으므로 해외 기술 의존시 비용 상승	- 국내 실정에 적합한 스텝 국산화 개발	- 수입 의존 대비 약 20% 비용 절감

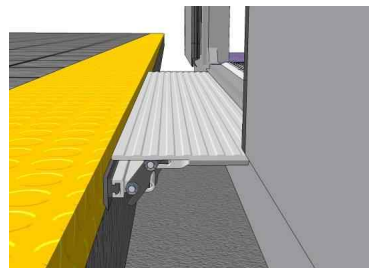
### 3. 안전스텝의 설계

#### 3.1 안전스텝의 설계 방향

다양한 플랫폼 간격과 단차에 유동적 대응이 가능하고, 모듈로 구성되어 조립과 유지보수 및 취부, 탈거가 용이하도록 설계한다. 또한 승무원의 별도 조작이 필요 없도록 도어 시스템과 연동되도록 작동하게 하였다.



(a) 안전스텝 미작동 상태



(b) 안전스텝 작동 상태

그림 5. 안전스텝의 작동 개요

#### 3.2 안전스텝의 구성

안전스텝은 모듈조립을 위한 하우징 박스와 가동부인 스텝 어셈블리, 록킹장치, 점검커버로 이루어진다. 가동부인 스텝어셈블리에 설치된 1개의 리미트 스위치는 스텝이 안전하게 닫혔는지, 또는 열렸는지를 알 수 있도록 설치된 스위치이며, 모든 동작은 제어부인 SCU(Step Control Unit)에 의하여 모터의 전류를 감지하여 이루어진다.<sup>[4]</sup>

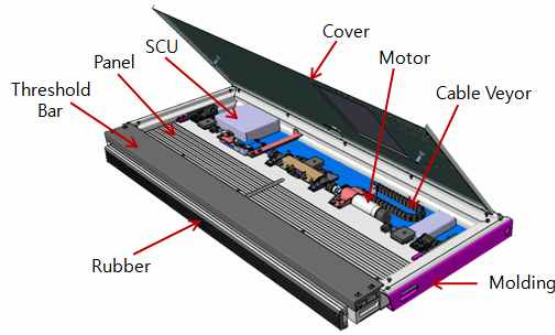


그림 6. 안전스텝의 구성

### 3.3 안전스텝의 구동 단계

안전스텝은 승객의 실족사고를 미연에 방지하고자 하는 목적에 부합하여야 하므로, 도어가 열리기 전에 먼저 구동 되어져야 하며, 도어가 닫히고 나서, 스텝이 닫히도록 동작 시퀀스를 구성하였다.

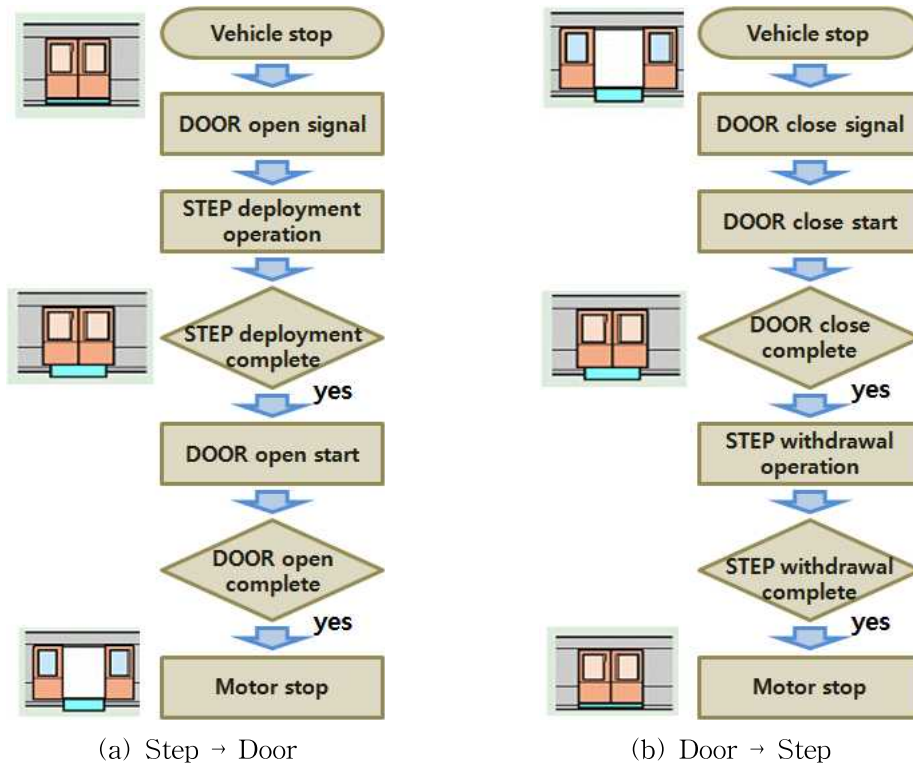


그림 7. 안전스텝의 동작 시퀀스

### 3.4 안전스텝의 플랫폼 대응

안전스텝의 가동 시 안전스텝의 끝부분이 플랫폼 측면에 접촉되면 작동을 멈추게 된다. 그러나 역사마다 플랫폼의 높이가 동일하지 않으므로 플랫폼의 높이가 차량의 객실바닥보다 상당히 낮아 차이가 발생하는 상황에 대비하여 안전스텝 끝부분의 하부에 회전 힌지로 된 스톱퍼가 조립되어 있다. 플랫폼의 높이가 객실바닥 보다 70mm이하의 낮은 차이가 발생하면 회전힌지가 플랫폼 측벽에 닿아서 완전 돌출을 제한하게 되며, 플랫폼 높이가 70mm이상 차이 나게 낮은 경우에는 안전스텝이 완전 돌출을 하게 된다.

No.	승강장 상황별 대응 유형		승강장 대응 형상
1	현상	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 승강장과 객실 단차 70mm 이내</li> <li>• 승강장 간격 200mm 이하</li> </ul>	
	대응	승강장 측면에 닿으면 작동을 멈춤	
2	현상	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 승강장과 객실 단차 70mm 이상</li> <li>• 승강장 간격 200mm 이하</li> </ul>	
	대응	최대 행정거리 200mm 작동 후 멈춤 (사양결정에 따라 제작 변경 가능)	
3	현상	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 승강장 간격 200mm 초과</li> </ul>	
	대응	최대 행정거리 200mm 작동 후 멈춤 (사양결정에 따라 제작 변경 가능)	

#### 4. 결 론

철도차량과 플랫폼 사이의 간격을 없애 교통약자를 포함한 모든 승객의 안전을 확보하기 위하여 안전스텝을 개발하게 되었다. 안전스텝은 지상 플랫폼에 설치하는 방식과 차상에 설치하는 방식으로 나누어질 수 있다.

지상에 설치하는 방식은 고정식 고무발판을 미리 설치해 두어 차량과 플랫폼의 간격을 미리 줄이는 방식이 사용되고 있으나 차량에 설치하는 것은 본 연구에서 제안하는 방식이 국내에서는 유일하다.

차량에 안전스텝을 설치하게 되면 직선, 곡선 형태의 각 역사가 가지는 조건에 대응이 가능하고, 차량의 승객수와 플랫폼의 조건에 따라 달라지는 승하차 높이에 유연하게 되며, 승무원의 추가조작이 불필요한 장점이 있다. 향후 교통약자의 철도시스템 이용 편의성 확대를 위하여 안전스텝의 사용이 증대되기를 희망한다.

#### 참고문헌

1. <http://www.griessbach.de> (Dowaldwerke GmbH Bremen)
2. <http://www.ife-doors.com> (IFE)
3. <http://www.riconcorp.com> (Ricon)
4. 한국철도기술연구원(2009) “차세대첨단도시철도시스템 기술개발사업 4차년도 연구보고서”