

# 전기동차 및 일반열차 혼용구간 고승강장 설치기준에 관한 고찰

## Study on Installation Standards of platform in Mixing zone of EMU and General Train

모충선\*, 이승열\*<sup>†</sup>, 권세곤\*, 손의식\*, 박성백\*, 허준혁\*\*

Choong-Seon Mo\*, Syeung-Youl Lee\*<sup>†</sup>, Se-Gon Kwon\*, Eui-Sil Son\*,

Seong Baek Park\*, Jun-Hyuk Heo\*\*

**Abstract** According to the Railway Construction Regulations, platforms must be installed in a straight section, in exceptional cases platforms could be installed curve section. Generally, the case of platforms installation curve section should be extended distance that from track center to train ends because of slant train. But, extended value often would be occurred stumble accident of passengers. Measures of this phenomenon used to rubber footboard and fold footboard. So, this study will suggest that excessive extension would be reducing measures according to the consideration of footboard size.

**Keywords** : Construction limits, Platform, footboard

**초 록** “철도건설규칙과 “철도의 건설기준에 관한 규정”에 의하면 승강장은 직선구간에 설치토록 명시되어 있으며, 부득이한 경우에는 곡선구간에도 설치가 가능하도록 제시되어 있다. 일반적으로 곡선구간에 승강장을 설치할 경우는 차량의 편기량에 따라 선로중심으로부터 승강장 연단까지 이격거리를 확대해야 한다. 하지만 확대량에 의해 승강장 연단과 차량의 연단까지의 거리가 넓어짐에 따라 고승강장에서 승객 실족 등의 사고가 종종 발생하게 된다. 이에 대한 대책으로 고무발판 설치나 접이식 발판의 설치가 시행되고 있다. 본 연구에서는 전기동차와 일반열차 혼용구간의 곡선승강장 건축한계 확대량에 대한 검토를 시행하고 과다하게 생기는 이격거리의 확대량의 축소를 위한 안전발판의 크기를 산정할 수 있는 산식을 제시하고자 한다.

**주요어** 건축한계, 승강장, 안전발판

## 1. 서 론

국내철도에 도시철도 차량과 일반철도 차량이 혼용 운영되는 구간이 일부 있는 실정이다. 이 구간에서는 일반차량의 건축한계에 따라 승강장이 설치되고 있으며, 곡선구간에서는 건축한계의 확장에 맞추어 승강장이 설치되고 있다. 특히 곡선부에서는 차량의 편기량에 의해 승강장 연단을 확대해야 하며 확장 방식은 “철도건설규칙[1]”에 제시되어 있다. 하지만 확장량이 과다하게 적용되는 경우에는 실족사고로 이어질 수 있어 이에 대한 대책으로 고무 발판 또는 접이식 발판을 개발하여 사용하고 있다.

† 교신저자: 한국철도공사 연구원(musiclee@korail.com)

\* 한국철도공사 연구원

\*\* 한국철도공사 시설기술단

따라서 본 연구에서는 곡선 승강장에서 차량과 승강장 사이의 거리를 최소화 하기 위한 안전발판의 크기를 산정할 수 있는 산식을 제시하고자 한다.

## 2. 규정의 검토 및 분석

### 2.1 승강장 설치 기준

철도건설규칙 23조에서는 승강장에 대한 규정을 명시하고 있다. 하지만 세부내용은 철도의 건설 기준에 관한 규정에 명시되어 있다. 승강장의 높이는 전기동차 전용선의 경우 1,135mm로하고 자갈도상의 경우 1,150mm로 규정하고 있으며 선로중심과 승강장 끝단까지의 거리는 콘크리트 도상의 경우 1,675mm로 하고 자갈도상인 경우는 1,700mm로 하되 곡선부에서는 확대량을 감안하도록 규정하고 있다.

Table 1 Platform installation standards in Railway Construction Regulation

Sort	Platform height (mm)	Distance from train ends to platforms (mm)
Gravel-ballast	1,150	1,700
Concrete-ballast (Electric train)	(1,135)	1,675(1,610)
Note	Adjust according to the Cant	Adjust according to the Cant, Construction limits, Slack, etc.

Table 1에서 보듯이 자갈도상과 콘크리트 도상간의 차이가 있는데 이는 자갈도상에서 궤도틀림을 고려한 것이라 볼 수 있다. 선로유지관리지침[2]에 따르면 궤도정비기준의 면맞춤과 줄맞춤의 10m현에 대한 기준은 본선은 7mm, 측선은 9mm로 제시되어 있다. Table 1에서 콘크리트 도상과 자갈도상의 승강장 높이 차는 약15mm정도이며 승강장 연단거리의 차이는 약25mm정도임을 알 수 있다. 승강장 연단거리의 경우 그 값의 차이가 크게 나타남을 알 수 있다.

### 2.2 곡선승강장 연단거리 확폭량 산식 검토

철도의 건설 기준에 관한 규정의 해설집에 따르면 승강장이 곡선부에 설치될 경우 다음과 같이 승강장 연단거리를 계산하여 설계에 반영토록 하고 있다.

$$\text{선로 외궤측 승강장} : K' = W - H \frac{C}{G} \quad (1)$$

$$\text{선로 내궤측 승강장} : K = W + S + H \frac{C}{G} \quad (2)$$

여기서, K, K': 확대량(mm)

W: 차량의 곡선 편기량(mm)

S: 슬랙(mm)

H: 승강장 높이(mm)

G: 궤간(mm)

선로유지관리지침에는 고승강장의 건축한계 축소에 대해 다음과 같이 언급하고 있다.

고승강장 연단과 차량한계와의 최단거리를 자갈도상일 경우에는 100mm이상, 직결도상일 경우에는 50mm이상 유지하여 선로를 보수 할 수 있다고 명시하고 있으며 궤도중심과 승강장 연단까지의 거리를 다음 산식으로 제시하고 있다.

$$\text{선로 외측측 승강장} : W_1 = \frac{B}{2} + \frac{L^2 - L_3^2}{8R} + S' \quad (3)$$

$$\text{선로 내측측 승강장} : W_2 = \frac{B}{2} + \frac{L_3^2}{8R} + S' \quad (4)$$

여기서, W<sub>1</sub>: 궤도중심에서 고승강장 연단까지의 거리(곡선외측)

W<sub>2</sub>: 궤도중심에서 고승강장 연단까지의 거리(곡선내측)

S': 고승강장 연단과 차량한계와의 최단거리

B: 차량한계(전동차 전용선의 경우 전동차 폭)

L: 최대 확폭량을 갖는 통과차량의 길이

L<sub>3</sub>: 최대 확폭량을 갖는 통과차량의 전후 대차간 중심거리

R: 곡선반경

### 2.3 곡선승강장 연단거리 적용 검토

먼저 철도건설규칙의 산식으로 계산을 시행하였다.

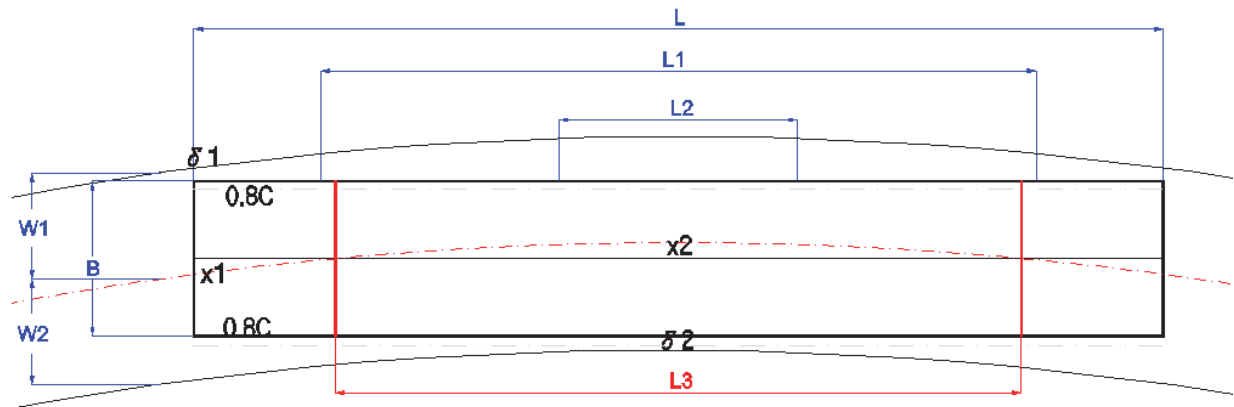


Fig. 1 Overview of platform and train distance

본 연구에서 적용하고자 하는 구간은 전기동차와 일반열차의 혼용구간이기 때문에 가장 큰 확폭량을 가지는 특수장물차의 제원을 적용하였으며 Fig. 1에서는  $\delta_1$ 과  $\delta_2$ 를 구하는 것이 주된 목적이라 할 수 있다.

식(1)과 식(2)를 세부적으로 전개하면

선로중심과 승강장 연단까지의 거리는  $W_1$ (곡선외측)과  $W_2$ (곡선내측)로 표기하면

$$W_1 = 1,700 + \frac{50,000}{R} - H \frac{C}{G} = 1,700 + \frac{50,000}{R} - 0.8C \quad (5)$$

$$W_2 = 1,700 + \frac{50,000}{R} + H \frac{C}{G} = 1,700 + \frac{50,000}{R} + S + 0.8C \quad (6)$$

$$X_1 = \frac{L^2 - L_3^2}{8,000R} \quad (7)$$

$$X_2 = \frac{L_3^2}{8,000R} \quad (8)$$

$$\delta_1 = W_1 - \left( \frac{B}{2} - 0.8C + X_1 \right) = 1,700 + \frac{50,000}{R} - \left( \frac{B}{2} + \frac{L^2 - L_3^2}{8,000R} \right) \quad (9)$$

$$\delta_2 = W_2 - \left( \frac{B}{2} + 0.8C + X_2 \right) = 1,700 + \frac{50,000}{R} + S - \left( \frac{B}{2} + \frac{L_3^2}{8,000R} \right) \quad (10)$$

(여기서, 모든 단위는 mm, 단 R 은 m)

식(7)~(10)에서 사용된 L값과  $L_3$ 값은 일반열차와 전기동차 혼용구간이므로 가장 큰 값으로 사용하여 특수장물차의 값으로  $L=26m$ ,  $L_3=18m$ ,  $B=3.2m$ (차량한계, 무궁화객차 폭)를 사용하면 된다. 다만, 선로정비 지침의 S'값은 100mm로 고정하여 계산하였다. 철도건설규칙과 선로정비지침에서 제시한 산식으로 계산한 승강장과 차량의 연단거리는 다음 Table 2와 같다.

**Table 2** Result of calculation between both equations

Sort	Radius	400m	600m	800m	900m	Part	Note
Railway Construction Regulation	$W_1$	1,745	1,731	1,723	1,720	Out	Eq.(5)
	$W_2$	1,905	1,835	1,803	1,792	In	Eq. (6)
	$\delta_1$	115	110	108	107	Out	Eq. (9)
	$\delta_2$	124	116	112	111	In	Eq. (10)
Guideline of track maintenance	$W_1$	1,810	1,773	1,755	1,749	Out	Eq. (3)
	$W_2$	1,801	1,768	1,751	1,745	In	Eq. (4)
	$\delta_1$	100	100	100	100	Out	Eq. (9)
	$\delta_2$	91	95	96	96	in	Eq. (10)
Cant(mm)		100	65	50	45	-	-
Slack(mm)		0	0	0	0	-	-

두 가지 방식으로 계산한 승강장 연단과 차량(특수장물차) 끝단과의 최소거리는 유사하게 나타났다. 하지만 선로정비지침에 제시된 산식은 캔트로 기인한 편기량이 고려되지 않았다. 따라서, 건설규칙에서 제시한 산식으로 승강장 연단으로부터 전기동차 끝단까지의 거리(출입문 포함)를 산출하였다.

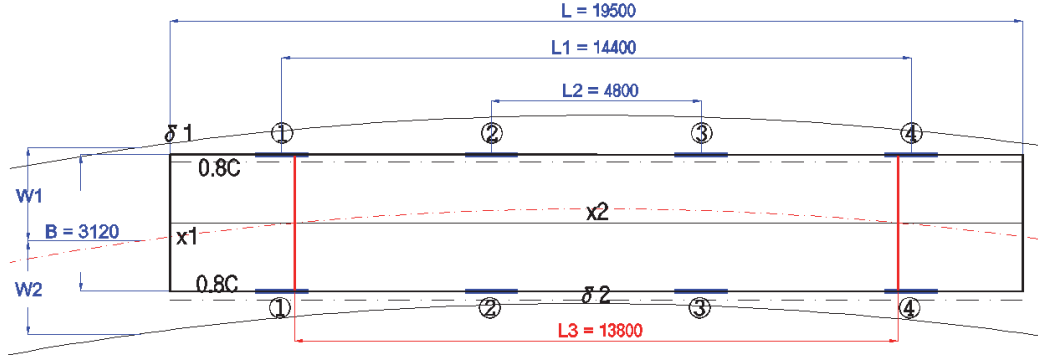


Fig. 2 Overview of platform and EMU train distance

Fig. 2 에서 곡선 외측의 경우

$$\textcircled{1}, \textcircled{4} = W_1 - \left(\frac{B}{2} - 0.8C\right) - \left(\frac{L_1^2 - L_3^2}{8,000R}\right) \quad (11)$$

$$\textcircled{2}, \textcircled{3} = W_1 - \left(\frac{B}{2} - 0.8C\right) + \left(\frac{L_3^2 - L_2^2}{8,000R}\right) \quad (12)$$

Fig. 2 에서 곡선 내측의 경우

$$\textcircled{1}, \textcircled{4} = W_2 - \left(\frac{B}{2} + 0.8C\right) + \left(\frac{L_1^2 - L_3^2}{8,000R}\right) \quad (13)$$

$$\textcircled{2}, \textcircled{3} = W_2 - \left(\frac{B}{2} + 0.8C\right) - \left(\frac{L_3^2 - L_2^2}{8,000R}\right) \quad (14)$$

(여기서, 모든 단위는 mm, 단 R 은 m)

식(5)~(14)에서 사용된 제원은 전기동차(EMU) 값으로 L=19.5m, L<sub>1</sub>=14.4m, L<sub>2</sub>=4.8m, L<sub>3</sub>=18m, B=3.12m를 사용하였으며 계산한 승강장과 차량의 연단거리는 다음 Table 3과 같다.

캔트의 설정에 따라 값의 변화가 나타나겠지만 Table 3은 일반적인 캔트 설정값을 적용하여 계산하였다.

곡선반경 400m의 곡선 외측부에서 이격거리가 가장 크게 나타났으며 곡선 내측과 외측을 비교할 경우 대체적으로 곡선 외측부에서 이격거리가 크게 나타났다. 철도시설의 기술기준 [3]과 도시철도건설규칙[4] 의하면 승강장과 차량의 이격거리가 100mm가 넘는 부분에 대해서는 안전발판 등의 시설을 설치토록 규정하고 있다.

따라서 전기동차와 일반열차 혼용구간의 경우 대부분의 곡선승강장은 안전발판을 설치해야 한다. 현재 생산중인 고무안전발판은 30,40,50,70,90mm로 이를 설치한다 하더라도 이격거리가 100mm가 넘는 구간이 발생하게 된다

**Table 3** Distance from door to platform

Radius (m)	Part	Distance from door to platform (mm)				Minimum distance from train to platform (mm)		Distance from track center to platform (mm)		Cant (mm)
		①	②	③	④	$\delta_1$	$\delta_2$	$W_1$	$W_2$	
400	Out	260	317	317	260	206		1,745		100
	In	270	213	213	270		205		1,905	
600	Out	219	258	258	219	184		1,731		65
	In	227	188	188	227		184		1,835	
800	Out	200	229	229	200	173		1,723		50
	In	206	177	177	206		173		1,803	
900	Out	194	219	219	194	169		1,720		45
	In	198	173	173	198		169		1,792	

따라서 이런 문제점을 해결하기 위해서는 접이식 안전발판을 사용하거나 고무안전발판의 크기를 다양화 할 필요가 있다.

안전발판의 크기는 곡선외측에서는 Table 3의  $\delta_1$  보다 작아야 하며 곡선 내측에서는  $\delta_2$ 보다 작게 제작해야 한다.

식(5),(6), (9),(10),(11)~(14)를 이용하여 승강장 발판의 한계크기를 산출하면 곡선외측 출입문 ①, ④의 승강발판 크기

$$T_{out①,④} = 140 + \frac{47,885}{R} \leq \delta_1 = 140 + \frac{26,274}{R} - s \quad (15)$$

곡선외측 출입문 ②, ③의 승강발판 크기

$$T_{out②,③} = 140 + \frac{70,925}{R} \leq \delta_1 = 140 + \frac{26,274}{R} - s \quad (16)$$

곡선내측 출입문 ①, ④의 승강발판 크기

$$T_{in①,④} = 140 + \frac{52,115}{R} \leq \delta_2 = 140 + \frac{26,195}{R} - s \quad (17)$$

곡선내측 출입문 ②, ③의 승강발판 크기

$$T_{in②,③} = 140 + \frac{29,075}{R} \leq \delta_2 = 140 + \frac{26,195}{R} - s \quad (18)$$

여기서, T : 발판 크기(mm), R : 곡선반경(m), s : 여유간격(mm)

식(15)에서 식(18)까지는 승강장 발판의 크기를 제시한 식이다. 만약 고무발판을 이용한다면 우변의  $\delta_1, \delta_2$ 를 사용하되 여유간격을 두어야 할 것이며, 접이식 발판을 사용할 경우는 좌변의 T값을 사용하되 여유간격을 적절히 두어야 할 것이다.

### 3. 결론

일반철도와 도시철도의 혼용구간의 곡선부 승강장의 경우 승강장 설치를 일반열차에 대비한 건축한계를 설정하기 때문에 이보다 크기가 작은 도시철도가 승강장에 진입시에 승강장 연단과 출입문간의 연단거리가 커지는 구조적인 문제가 있다. 본 연구에서는 일반열차와 도시철도 혼용구간에서 도시철도 차량 출입문과 승강장간의 연단거리를 계산하고 고무발판 또는 접이식 발판을 사용시에 적절한 크기를 제시하였다. 향후 곡선승강장 건설시에 고무발판 및 접이식 발판 설치시에 본 연구에서 제시한 산식을 효율적으로 이용할 수 있을 것으로 판단된다.

### 참고문헌

- [1] Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2013) *Railway Construction Regulations*
- [2] Korea Rail Network Authority (2013) *Guidelines of track maintenance*
- [3] Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2013) *Technical standard of railway facilities*
- [4] Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2014) *Urban Railway Construction Regulations*