

## 국내의 철도기준 비교를 통한 건축한계 폭 감소에 따른 차량별 적용성 검토

### Application of each railway vehicles by reducing width of construction gauge through comparing with domestic and abroad railway standard.

최유복\*<sup>†</sup>, 오주한\*, 이민수\*, 김만철\*\*, 고태환\*\*

Yu-Bok Choi\*<sup>†</sup>, Joo-Han Oh\*, Min-Soo Lee\*, Man-Cheol Kim\*\*, Tae-Hwan Ko\*\*

**Abstract** A construction gauge which is proposed by UIC is being calculated. For comparing with domestic construction gauge, it perform to compute UIC construction gauge to reflect domestic condition. As a result, it has width and height greater than UIC construction gauge and proposed possible to reduce domestic construction gauge. Application of domestic construction gauge to reflect dynamic behavior was examined after this study chose railroad car which need the biggest construction gauge. Consequentially, it can reduce width(200mm) to retain safety of current domestic construction gauge. This will expect to cut down construction cost and establish railway standard of optimization.

**Keywords** : UIC construction gauge, Dynamic behavior, Maximum vertical displacement, Bulky goods

**초 록** UIC에서 제시하는 건축한계를 차량의 동적거동을 반영하여 산정되고 있으며, 이를 국내 건축한계와의 비교를 위해 국내여건을 적용하여 산정하였다. 비교 결과 UIC에서 제시하는 건축한계에 비해 과도한 폭과 높이를 가지고 있으며, 국내 건축한계의 축소의 가능성을 제시하였다. 따라서 본 연구에서는 국내 차량 중 가장 큰 건축한계를 필요로 하는 철도차량을 선정하고, 최대횡방향 변위를 기준으로 동적거동을 반영한 건축한계의 적용성을 검토하였다. 그 결과, 현 건축한계의 안전성을 확보하는 범위에서 약 200mm의 폭 감소가 가능할 것으로 나타났으며, 이를 통해 건설비를 절감하고 최적화된 철도규정을 확립할 수 있을 것으로 기대된다.

**주요어** : UIC 건축한계, 동적거동, 최대 횡방향 변위, 특대화물

## 1. 서 론

철도가 발전함에 따라 해외 규정과의 비교를 통하여, 국내 실정에 맞는 규정 개선은 반드시 필요하다. 이를 통해 과도한 건축한계를 축소하여 건설비를 저감할 수 있으며, 최신 해외동향에 맞는 규정을 확보하여 해외철도 진출에 경쟁력을 확보해야 할 것이다.

건축한계는 차량한계의 외측으로 열차가 지장 없이 주행 할 수 있도록 궤도상에 확보되는 모든 공간을 말하고, 차량한계와 건축한계는 차량과 시설물 사이에 일정한 공간을 확보하여

† 교신저자: 한국철도시설공단 KR연구원 기술연구처 (bchoitj@kr.or.kr)

\* 한국철도시설공단 KR연구원 기술연구처

\*\* 한국철도기술연구원 고속철도연구본부

어떤 경우라도 접촉하지 않고 안전하게 주행을 할 수 있도록 정해 놓은 것이다. 이 건축한계를 설정하기 위해서는, 차량의 동적거동을 고려하여 차량한계를 설정하고 건축한계를 벗어나지 않도록 외부시설물과의 간섭을 체계적으로 분석하여야 한다. 기존 연구에서 박찬경(2002)은 도시철도 차량의 동적거동을 차량상태에 따라 7종류로 분류 후 해석을 진행하였고, 그 결과 대차간 거리에 의한 차체 끝단의 편기량과 곡선에서의 캔트량 변화에 따른 차체 롤링 영향이 지배적임을 도출하였다[1]. 김형식(2011)은 건축한계 곡선구간 확대 기준의 문제점을 제시하여, 열차안전운행에 영향을 미치지 않는 범위에서 건축한계 폭 감소에 가능성을 제시하였다[2]. 박성기(2016)는 제3궤조 집전방식 도시철도의 건축한계를 횡변위 분석을 해석을 통해 검증하였고, 건축한계 적용 기준을 축소할 수 있을 것으로 판단하였다[3]. 따라서 본 논문은 국내외 건축한계 기준을 비교하고, 기존 연구에서 언급된 건축한계 폭 축소에 가능성을 화물차량의 동적거동을 반영한 최대 횡방향 변위량을 기준으로 검토하였다.

## 2. 본 론

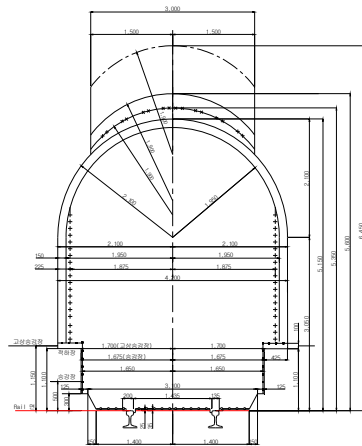
### 2.1 국내외 건축한계 비교

국내 건축한계는 UIC 건축한계와는 다르게 직선부 건축한계를 제시하고 이를 기반으로 곡선부에서 궤적과 캔트를 고려한 추가 변위를 제시하고 있다. 국내 직선부 건축한계를 비교하기 위해 이와 유사한 UIC 정적 건축한계와 비교를 실시하였으며, 아래 Table 1과 같은 결과를 나타냈다. UIC 건축한계는 산정방법에 따라 국내여건을 반영하여 폭과 높이를 산정하였다.

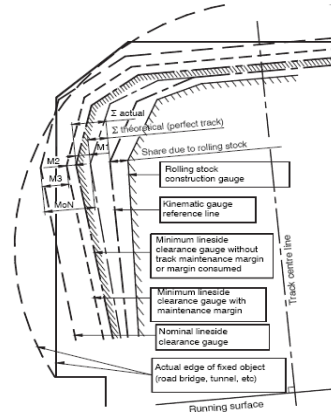
횡방향 변위를 고려한 폭의 측면에서는 UIC의 Kinematic Reference Gauge와 승강장 높이에서 유사한 값을 가지며 승강장 상부에서는 표에서 보여주는 바와 같이 큰 차이를 보여주고 있다. 이는 승강장 상부에 대한 건축한계 폭의 축소가 가능함을 의미하는 것이며 이와 더불어 승강장 하부의 폭은 증대가 필요하다. 해외 건축한계와의 비교는 국내 곡선 건축한계와 비교가 필요하며 표에서 보여주는 바와 같이 상당히 확장된 건축한계를 가지고 있다. 이는 국내 곡선부 건축한계의 관리규정에 대한 검토가 필요할 것으로 판단된다.

Table 1 Comparison of Korea and Abroad standard of reference gauge

List	Width(mm)	Height(mm)	
		Min	Max
Domestic line construction gauge	4200	5150	
Domestic curve construction gauge (R=250m)	5380	5150	
UIC Kinematic Reference gauge	3290	4310	4700
UIC Construction Gauge (applying domestic condition)	4100	4310	



Domestic construction gauge



UIC construction gauge

Fig.1 Comparison of Korea and UIC construction gauge

## 2.2 최대 횡방향 변위량 산정

### 2.2.1 열차차량 제원

국내 열차차량을 대상으로 폭을 산정하였을 때, 일반열차는 2,904 ~ 3,200mm의 폭을 가지고 있다. 현재 선로에서 고려해야 하는 최대 폭을 가지고 있는 것은 FDD화차(궤도로부터 화차상판 높이:1,370mm)에 특대화물(K-1 전차)을 적재한 것으로 그 폭은 3,700mm이다.

Table 2 Variable railway vehicles of specification

List	Length(mm)	Height(mm)	Width(mm)
디젤전기기관차	20,778	4,254	3,130
고속차량(KTX)	21,845	3,484	2,904
고속차량(KTX-산천)	21,800	4,092	2,970
전기기관차(8000호대)	20,730	4,495.5	3,060
전기기관차(8100~8200호대)	19,580	4,470	3,000
전기기관차(8500호대)	22,820	4,483	3,120
디젤동차(새마을호)	23,500	3,750	3,000
디젤동차(CDC)	21,500	4,260	3,200
디젤동차(RCD)	21,500	4,260	3,200
EMU-180(ITX-청춘)	20,405	4,500	3,120
EMU-150(ITX-새마을)	24,610	4,500	3,150
EMU-150(ITX-누리로)	23,000	4,500	3,100
K-1 전차(*)	9,670	2,880	3,700
XK-2 전차(*)	10,079	2,770	3,580
K1A1 전차(*)	8,494	2,807	3,594
M48A5 전차(*)	8,000	3,060	3,660
M88A1 전차(*)	8,153	2,860	3,430
K-77 전차(*)	6,900	3,040	3,400
K-9 전차(*)	11,990	3,020	3,400
K-10 전차(*)	8,560	2,923	3,562

(\*)특대화물

### 2.2.2 이론식 계산

특수화물의 최대 횡방향 변위량은 다음과 같은 식으로 계산될 수 있다.

$$\Delta = \alpha + \beta + \gamma$$

여기서,

- $\Delta$  : 철도차량의 최대 횡방향 변위량
- $\alpha$  : 대차와 차체의 상대변위를 구속하는 센터피봇 또는 Z링크의 최대 허용 변위
- $\beta$  : 1차 및 2차 현가장치의 좌우 편위 차이에 의한 롤링방향의 기울어지는 각도(롤링각)에 의해 차량의 높이에 따른 롤링에 의한 최대 롤링변위
- $\gamma$  : 차륜과 궤간 사이 유동에 따른 최대 횡이동량

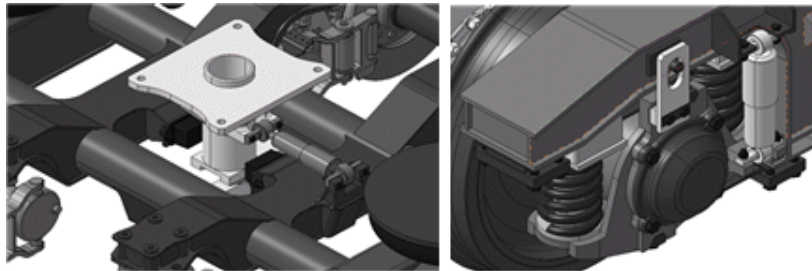


Fig 2. Centre pivot (left) and first suspension system (right)

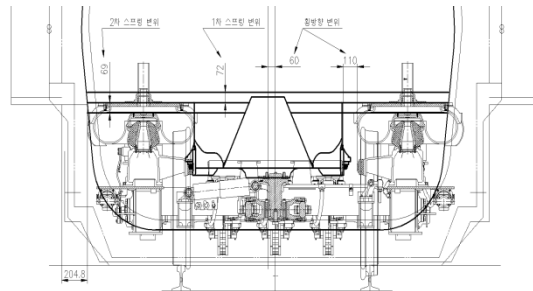


Fig 3. Bogie including second suspension system

### 3. 결론

화차에 대하여 최대 횡방향 변위량을 산정한 결과는 아래와 같으며, 가장 큰 폭을 가지고 있는 k-1 전차를 적용하였다. 결과에 따르면 차량한계 외 109mm의 횡방향 변위가 발생할 수 있을 것으로 사료된다.

Table 3. Maximum vertical displacement of bogie

Model	Maximum permissible ( $\alpha$ , mm)	Vertical displacement by maximum angle of roll			Maximum vertical movement by flow between wheel and track gauge ( $\gamma$ , mm)	Maximum vertical displacement of bogie ( $\Delta$ , mm)
		Angle of roll of first suspension system ( $\theta_1$ , °)	Angle of roll of second suspension system ( $\theta_2$ , °)	Displacement of rolling ( $\beta$ , mm)		
Freight car	50 (Low)	1.5	0	52*	7	109

\*  $\beta = h \times \tan(\theta_1 + \theta_2)$ , 여기서  $h = 2m$ (차량의 롤링중심에서 차체 최대 폭까지의 거리)  
수송지침서 전차 K1/K1A1(육군사령부, 2010년 12월 20일), K1 전차의 높이 : 포탑 2.81m, 차체 1.7m

위 결과를 현 건축한계와 비교한 내역은 아래와 같다. 차량의 반폭에 최대 궤간기준 및 최대 횡방향 변위량을 합산한 결과 1,994mm로 산정되었으며, 건축한계 반폭은 2,100mm로 106mm의 여유가 발생하여 양 측면으로 약 200mm의 건축한계 폭 감소가 가능할 것으로 예측된다.

**Table 4.** Propriety analysis of freight cars for bulky goods

Model	half width of bogie (A, mm)	Maximum standard gauge (B, mm)	Maximum vertical displacement of bogie ( $\Delta$ , mm)	Half width of construction gauge (D, mm)	Margin in half width of construction gauge (E, mm)
K-1 전차	1,850	35**	109	2,100	106
M48A5 전차	1,830	35**	109	2,100	126
Etc.					$E=(D-A-B-\Delta)$

\* 수송지침서 전차 K1/K1A1(육군사령부, 2010년 12월 20일)에서 K1 전차 최대폭(스커트 포함)은 3,600mm이나, 보수적으로 화물수송지침(철도공사, 개정 2010.09.01. 제2010-071호)의 최대폭 3,700mm 적용

\*\* 선로유지관리지침 별표 7 5) 궤간틀림  $V \leq 40$  속도제한기준(SV)을 보수적으로 적용

### 감사의 글

본 연구는 국토교통부 철도기술연구사업의 연구비지원(17RTRP-B067919-05)에 의해 수행되었습니다.

### 참고문헌

- [1] C. K. Park, Y. G.KIM and D. S. Bae. (2002). Analysis of Vehicle Limit Considering the Dynamic Behavior for an Urban Train. *Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering*, 12(7), 527-533.
- [2] Hyoung-Sik Kim. (2011). Some Problems in Applying Specifications on Structural Gauge in Curved Sections of Railway. *JOURAN OF THE KOREAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS*, 59(2), 91-95.
- [3] Sungki Park, Jeongseo Koo, Yeongsam Ham (2016) Application Study on a Construction Gauge of the Urban Railway with 3rd Rail System. *Journal of the Korean Society for Railway*, 2016.5, 15-20 (6 pages)