

철도교량 설계기준의 표준열차하중에 의한 활하중 모멘트 비교

Comparison of Live Load Moment Due to Standard Train Model of Railway Bridge Design Standard

백인열*, 윤태용*, 박수민*†

Inyeil Paik*, Taeyong Yoon*, Sumin Park**†

Abstract As part of the development of design criteria based on the reliability of the railway bridge, the design moment by standard train load model of design codes is compared. The new load model KRL-2012 of the domestic code is recently introduced and applied to bridge design. Eurocode specifies design load model of LM-71, SW/0, SW2. Load factors accompanying to these design load model are used in order to obtain a certain level of structural safety against failure. Each design code defines a distinctive value of safety level. In this study, the factored and unfactored moments by the standard load models are obtained and compared for railway bridges.

Keywords : Railway bridge design stadard, Standard train load, Load factor, Design moment, Load combination

초 록 철도교설계기준에 대한 신뢰도 기반 설계기준 개발의 일환으로 현행 국내 및 국외의 주요 설계기준의 철도하중에 의한 설계모멘트를 구하여 비교 분석한다. 국내 설계기준에는 최근 새로운 하중모델인 KRL-2012이 도입되어 설계에 적용한다. 국외 주요 설계기준으로 Eurocode에서는 LM-71, SW/0, SW2의 하중모델을 적용하고 있다. 이들 하중과 함께 적용하는 하중계수는 교량설계에 있어서 파괴에 대한 안전율 수준을 나타내게 되며, 설계기준에 따라 고유한 값을 정의하고 있다. 이 연구에서는 철도교량 설계에 적용하는 표준열차하중모델에 의한 계수모멘트와 비계수모멘트를 교량의 지간별로 구하여 그 결과를 비교 분석한다.

주요어 : 철도교량설계기준, 표준열차하중, 하중계수, 설계모멘트, 하중조합

1. 서 론

이 연구는 확률통계 개념을 적용한 설계하중 정의의 일환으로, 먼저 기존 설계기준의 설계하중을 비교 분석한다. 국내 철도교량 설계기준으로는 기존의 철도교설계기준(KRBDC, 2011)과 최근 개정된 철도교설계기준(2013)의 설계하중을 분석한다. 또한 대표적인 국외 설계기준인 Eurocode, UIC, AREMA 등에서 적용하고 있는 설계하중도 비교 분석한다. 이 발표에서는 국내 철도교설계기준과 Eurocode의 표준열차하중과 계수모멘트 및 비계수모멘트의 결과를 비교한다.

† 교신저자: 가천대학교 공과대학 토목환경공학과(tnals118@gc.gachon.ac.kr)

* 가천대학교 공과대학 토목환경공학과

2. 철도교량 설계기준 비교

2.1 표준열차하중

Fig.1의 하중모델은 국내의 철도교설계기준-노반편(2011)과 Eurocode에서 각각 HL과 LM-71로 표기되어 사용되고 있는 표준열차하중이며, Fig.2의 하중모델은 국내의 철도교설계기준-노반편(2013)에서 UIC의 하중모델을 기반으로 하여 새롭게 적용한 하중모델이다.

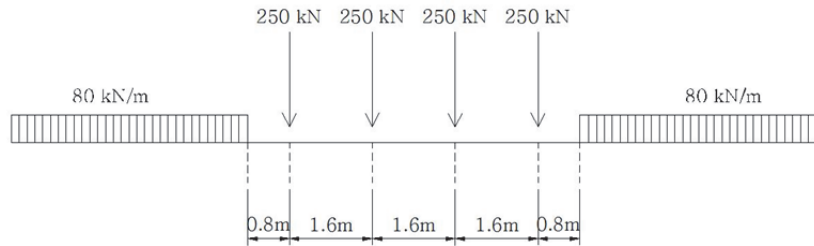


Fig. 1 HL Standard train load of KRBDC(2011) and Eurocode

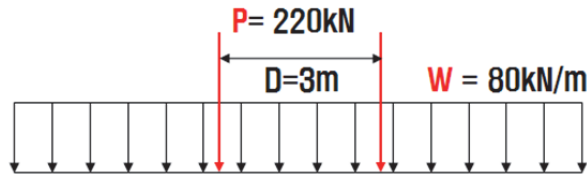


Fig. 2 KRL-2012 Standard train load of KRBDC(2013)

2.2 하중계수

철도교설계기준의 2011년과 2013년 하중조합계수를 지속하중, 변동하중 및 극단하중에 관하여 구분하여 표로 작성하면 Table 1과 같다.

Table 1 Load Factor of KRBDC

하중 조합	연도	지속하중		변동하중									극단하중	
		D	H	L+I	L/2	Q	W	WL	CF (LR)	SB	LR	G	E	CO
I	2011	1.4	1.7	2.0		1.4			1.4					
	2013	1.35	1.6	1.85		1.4			1.35					
II	2011	1.7	1.7	1.7		1.7			1.35					
	2013	1.6	1.6	1.6		1.6			1.6					
III	2011	1.4	1.7			1.4	1.4							
	2013													
IV	2011	1.4	1.7	1.4		1.4	0.7	1.4	1.4	1.4	1.4			
	2013													
V	2011	1.4	1.7	1.4		1.4			1.4			1.4		
	2013	1.35	1.6	1.4		1.35			1.35			1.35		
VI	2011	1.4	1.7			1.4	1.4					1.4		

	2013	1.35	1.6			1.35	1.35					1.35	
VII	2011	1.4	1.7	1.4		1.4	0.7	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	
	2013	1.35	1.6	1.4		1.35	0.675	1.35	1.35	1.4	1.4	1.35	
VIII	2011	1.0	1.0			1.0							1.0
	2013	1.0	1.0		1.0	1.0							1.0
IX	2011	1.4	1.7	1.4		1.4							1.4
	2013	1.35	1.6	1.4		1.35							1.35
X	2011	1.2	1.5			1.2	1.2						1.2
	2013	1.2	1.5			1.2							1.2

여기서 D :고정하중, H : 토압, L+I : 단선활하중, Q : 부력, W : 풍하중, WL : 차량풍하중, CF : 원심하중, SB : 시동 또는 제동하중, LR : 장대레일 종하중, G : 변형력, E : 지진하중, CO : 충돌하중을 의미한다.

Table 2는 Eurocode의 활하중조합에 대한 하중계수를 나타낸 것이다.

Table 2 Load Factor of Eurocode

Permanent		Leading variable action	Load Model
unfavourable	favourable		
γ_G	$\gamma_{G,inf}$	γ_Q	
1.35	1.00	1.45	Load model LM71, SW/0, HSLM, real train
		1.20	Load model SW/2

2.3 활하중 모멘트 비교

2.3.1 비계수모멘트 비교

표준열차하중에 계수를 적용하지 않은 비계수모멘트의 크기를 비교해 보면 Fig. 3과 같이 Eurocode의 SW/2 하중모델에 의한 모멘트값이 가장 크고, 국내의 HL과 Eurocode의 LM-71표준열차하중에 의한 모멘트값은 비슷한 크기를 나타내고 있다.

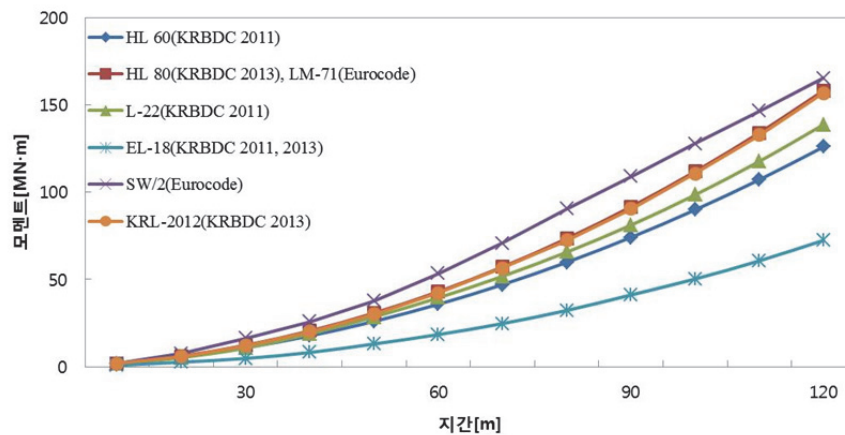


Fig. 3 Comparison of unfactored live load moment

2.3.2 계수모멘트 비교

주요 표준열차하중에 의한 모멘트값에 하중계수를 적용해본 결과 Fig. 4와 같이 국내 2011년 설계기준의 표준열차하중에 의한 모멘트 값이 가장 크게 나타나고, 비계수모멘트 값이 가장 큰 Eurocode의 SW/2 표준열차하중은 하중계수를 적용한 결과 모멘트 값은 가장 작게 나왔다.

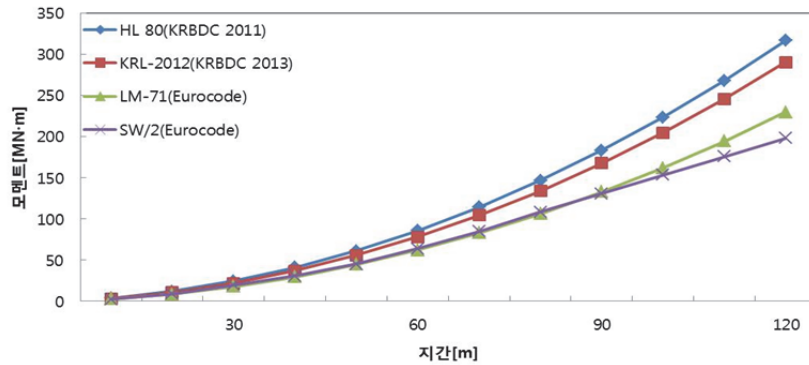


Fig. 4 Comparison of factored live load moment

3. 결론

이 연구에서는 국내 및 국외 철도교설계기준의 표준열차하중모델을 단순보에 적용하여 계수 및 비계수모멘트의 값을 비교 분석하였다.

철도교설계기준(2011)의 계수하중모멘트는 2013년 기준에서 소폭 감소함을 알 수 있다. Eurocode에서 적용하고 있는 계수하중모멘트와 비교하였을 때 국내 설계모멘트 값이 더 큼을 알 수 있다. 향후 국내 통행열차하중의 실측자료를 분석하고 표준열차하중과 하중조합계수에 관한 통계 및 신뢰도 해석방법을 적용하여 국내 실정에 적합한 합리적인 설계하중 및 하중조합 연구를 진행한다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 철도기술연구사업의 연구비지원(13RTRP-B067919-01)에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- [1] Ministry of land (2011, 2013) *Railway Bridge Design Code*, Ministry of Land, Sejong-si of Korea
- [2] S. I. Kim, H. M. Kim, M. S. Lee (2010) A Deterministic Investigation for Establishing Design Load of Railway Bridges, *Journal of the Korean Society for Railway*, 13(3), pp. 290-297
- [3] BSI (1990:2002) *Eurocode — Basis of Structural Design*
- [4] BSI (1990:2002) *Eurocode 1: Actions on Structures — Part 2: Traffic Loads on Bridges*