

철도설계기준과 국제기준(UIC, EN)의 비교·분석연구(노반/구조분야)

A study on the comparative analysis of railway design standards and international standards(UIC, EN)

황선근*, 조국환**, 표석훈***, 최정열****, 김지환†

Seon-Keun Hwang*, Kook-Hwan Cho**, Suk-Hoon Pyo***, Jung-Youl Choi****, Ji-Hwan Kim†

Abstract In this study, we carried out the compatibility analysis (matching) to each of the construction design code for comparative analysis the Korean standards with international standards(UIC, Euro code). It was presented the differences of each code to the Matrix form. As a result, the domestic railway design standards were drawn amendments to improve the international level.

Keywords : Railway design standard, UIC code, Euro code

초 록 본 연구의 목적은 국내 철도설계기준을 국제기준(UIC 및 Euro code)과 비교, 분석하여 국내외 설계기준에 대한 차이점을 도출하고 국제기준과의 부합 및 누락 여부 등을 파악하여 향후 국내 철도설계기준의 보완(또는 개선방안) 및 국제화된 철도설계기준으로 제·개정하기 위한 방안을 마련하는 데에 있다. 이에 본 연구에서는 국내기준과 국제기준과의 비교·분석을 위해 각각의 기준을 CODE화하여 호환성 분석(matching)을 수행함으로써, 설계항목 및 각 코드별 특징과 차이점을 “국내외 기준분석 Matrix” 형태로 제시하였다. 또한 연구결과를 바탕으로 국내 철도설계기준(노반/구조분야)을 국제수준으로 향상시키기 위한 개정사항을 도출하였다.

주요어 : 국내기준, 국제기준, 국제화, CODE화

1. 서 론

한국철도에서는 경부고속철도 건설 시점부터 UIC 등 유럽기준을 국내기준에 도입하여 운용 중이며, 최근 국토부에서 국내에서 적용 가능한 표준화된 철도설계기준을 수립하였다. 그러나 현 철도설계기준은 국내 철도설계에 적용하기에는 적합하나 해외사업에서 요구하는 국제기준에 부합하지 않는 경우가 많다. 이에 본 연구에서는 국내기준과 국제기준과의 비교·분석을 위해 각각의 기준을 CODE화하여 호환성 분석(matching)을 수행함으로써, 설계항목 및 각 코드별

* 한국철도기술연구원 책임연구원, 공학박사

** 서울과학기술대학교 철도전문대학원 철도건설공학과 교수

*** 한국철도기술연구원 선임연구원, 공학박사

**** 서울과학기술대학교 철도전문대학원, 공학박사

† 교신저자: 서울과학기술대학교 철도전문대학원 철도건설공학과(jhkim80@seoultech.ac.kr)

특징과 차이점을 “국내외 기준분석 Matrix” 형태로 제시하였다. 또한 연구결과를 바탕으로 국내 철도설계기준(노반/구조분야)을 국제수준으로 향상시키기 위한 개정사항을 도출하였다.

2. 본 론

2.1 철도건설규칙과 국제기준 비교·분석 연구

2.1.1 철도건설규칙과 국제기준 비교·분석 CODE화

최근 해외 철도 사업 발주 시 사양은 국제기준과 규격에 기초하는 추세이다. 따라서 철도건설분야에서도 국제규격의 작성이나 개정에 적극적으로 관여하는 것이 필요하며, 국내철도건설 기준 및 규격을 국제규격에 정합시키는 작업도 필요하다. 이에 본 연구에서는 국내 철도건설규칙을 국제기준인 ‘상호연계 운행기준(TSIs)’ 과의 비교·분석 연구를 통하여 국내·외 기준들의 차이점을 분석하고 국제기준과 부합 및 누락여부를 파악하여 국내기준의 일부 내용을 국제기준 수준으로 개선시키기 위한 보완사항을 도출하고자 하였다. 또한 이를 바탕으로 필요시 국제기준의 일부 도입 및 개선방안을 도출하고자 한다. 이에 본 연구에서는 국내기준(철도건설규칙)과 국제기준(TSIs)과의 비교·분석을 위해 각각의 기준을 CODE화 하였다. 국내기준인 철도건설규칙 및 철도의 건설기준에 관한 규정을 CODE A로 구분하고 국제기준인 TSIs를 CODE B로 구분하였으며 Table 1과 같다.

Table 1 국내·외 철도건설기준 구분(CODE화)

구 분	기 준
CODE A	철도건설규칙, 철도의 건설기준에 관한 규정
CODE B	TSIs

2.1.2 해외진출을 위한 국제화된 철도건설규칙 수립

국내기준(철도건설규칙)과 철도선진국가의 국제기준(TSIs)의 비교·분석연구를 통해 도출된 기준의 차이점을 분석하여 국제기준과의 부합 및 누락 여부 등을 파악하고 국내기준을 국제기준 수준으로 향상 시킬 수 있는 국제화된 철도건설규칙을 위한 개정사항을 도출하였다. 또한 국내기준을 해외 발주처에 제공이 가능하도록 국제화된 철도건설기준으로 제·개정하기 위한 방안을 마련하고 현 국내 설계기준체계의 선진화를 위한 기본계획을 수립하고자 한다.

2.1.3 “제2장-17조” 선로, “선로 설계 시 유의사항” 관련 개정사항 도출 예

국내 철도건설규칙의 경우 선로 설계 시 유의사항 중 궤도구성품과 관련한 내용에서 설계속도에 따른 레일의 중량을 본선과 측선으로만 구분하였을 뿐 기타 주요 궤도구성품(침목과 체결장치 등)에 대한 내용은 전무한 실정이다. 반면 TSIs의 경우, 레일의 성능을 확보하기 위한 기준으로써 레일두부 프로파일과 레일 강의 종류 및 요구조건을 언급하였으며 레일 강의 요구조건은 경도(200HBW), 인장강도(68MPa) 및 피로수명(5×10^6 cycle)으로 제시하였다. 또한 체결

장치의 성능요구조건(조합실내시험결과: 레일, 레일경좌, 레일패드, 침목 및 체결장치 조립체 시험)을 최소 종방향 저항력을 비롯하여 300만회 피로하중에 대한 체결력과 종방향 저항력의 변화율이 20%를 넘지 않아야 하며, 수직 스프링강성의 변화율은 25%를 초과하지 말 것이라는 구체적인 요구조건으로 제한하여 설계자와 발주처 입장에서 궤도설계의 내용 및 향후 성능(품질)에 대한 관리기준치를 확보하고 있어 매우 합리적인 기준치 설정인 것으로 분석되었다.



Fig. 1 “제2장-제17조”선로, ‘선로 설계 시 유의사항’ 비교·분석 결과(예)

이러한 최소한의 요구조건이 설정된 이후에는 궤도구성품을 개발하는 개발자, 연구자 측면에서도 보다 명확한 근거를 가지고 다양한 연구활동을 수행할 수 있을 것으로 예상되며, 이에 국외 궤도용품의 다양성 및 선진화된 기술력 확보가 가능한 것이라 판단된다.

2.2 철도설계기준과 국제기준 비교·분석 연구

2.2.1 철도설계기준과 국제기준 비교·분석 CODE화

본 절에서는 국내기준과 국제기준과의 비교·분석을 위해 각각의 기준을 CODE화 하였다. 국내기준인 “철도설계기준”과 “철도설계지침 및 편람”을 비롯하여 국제기준인 “UIC leaflet”과 “EURO Code”를 CODE 1 ~ CODE 4로 구분하였으며 Table 2와 같다.

Table 2 국내·외 철도설계기준 구분(CODE화)

구 분	기 준
CODE 1	철도설계기준
CODE 2	철도설계지침 및 편람
CODE 3	UIC leaflet
CODE 4	EURO Code

하지만 CODE 1 ~ CODE 4의 기준들을 비교·분석하여 각각의 기준들의 특징이나 차이점을 도출하기 위해서는 비교표의 정리가 매우 중요하다. 이에 본 연구에서는 항목별 각 코드별 특징과 차이점을 한눈에 볼 수 있는 Matrix 형태의 “비교·분석 대비표”를 작성하여 Fig. 1에 나타내었다. Fig. 2와 같이 ‘분석 1’은 CODE 1의 주요 특징을 요약한 내용이며, ‘분석 2’에서는 CODE 1에는 없는 CODE 2에만 제시되어 있는 특징을 기술하였다. ‘분석 3’과 ‘분석 4’ 역시 CODE 1 및 CODE 2에는 없으며 해당 코드에만 제시된 특징들을 기술한 것을 의미한다. ‘요약’에서는 ‘분석1 ~ 4’에서 기술하지 못한 상세 내용을 비롯하여 CODE 1~4간의 내용차이에 대한 보완 설명을 기술하여 국내기준과 국제기준의 특징 및 차이점 파악이 어려운 상황에서도 본 연구에서 도출된 비교·분석표를 숙지한다면 국내 기업의 해외시장 진출이 가능할 것이라 판단된다.

비교대상 기준별 코드번호 제시

CODE	CODE 1	CODE 2	CODE 3	CODE 4
	철도설계기준	철도설계 지침 및 편람 (KR Code)	UIC Code	EURO Code
분석내용	철도설계기준 코드번호	KR Code 코드번호	UIC Code 코드번호	EURO Code 코드번호
공통사항	· 비교대상 CODE 1, 2, 3, 4에 모두 포함되는 사항 제시			
분석 1 (CODE 1)	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> 분석 1 · CODE 1만의 특징 제시 </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> 분석 2 </div>		
분석 2 (분석 1 vs. CODE 2)		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> · CODE 1과 CODE 2를 비교하여 CODE 2만의 특징(차이점) 제시 </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> 분석 3 </div>	
분석 3 (분석 2 vs. CODE 3)			<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> · CODE 2와 CODE 3을 비교하여 CODE 3만의 특징(차이점) 제시 </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> 분석 4 </div>
분석 4 (분석 3 vs. CODE 4)				<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> · CODE 3과 CODE 4를 비교하여 CODE 4만의 특징(차이점) 제시 </div>
요약	· CODE별 상세 분석내용 요약 및 차이점에 대한 근거 제시			

Fig. 2 비교·분석 대비표 작성 개념 설명(예시)

2.2.2 철도설계기준(노반편) 비교·분석 대비표 작성

본 절에서는 국내기준인 CODE 1의 “제4장 흙구조물”에서 강화노반 두께에 해당하는 CODE 2, CODE 3, CODE 4의 기준을 조사하고 비교·분석하여 Fig. 3과 같이 비교·분석 대비표를 작성하였다.

Fig. 3과 같이 강화노반 두께에 대하여 CODE 1~CODE 3의 경우 공통적으로 노반의 지지력(Bearing capacity of the subgrade, MN/m²)을 고려하여 설계하고 있다. 하지만, 국제기준인 CODE 3의 경우에는 동상(동결) 문제를 고려하고 있으며, Bearing capacity를 등급으로 구분하여 제시하고 있다.

또한 국내기준인 CODE 1과 CODE 2는 열차설계속도 및 도상조건 등을 고려하여 설계하는 열차속도 기반 설계기준이며, CODE 3의 국제기준은 성능 기반(Performance Based Design Code) 설계기준으로 정리할 수 있다.

비교·분석 대비표(강화노반 두께)

CODE	CODE 1	CODE 2	CODE 3	CODE 4
	철도설계기준	철도설계 지침 및 편람(KR Code)	UIC Code	EURO Code
분석내용	4.3 / 4.3.3 / (4)	KR C-04020 / 4 / 4.4	719-R / 2.4.2	
공통사항	· 노반 지지력(Bearing capacity of the subgrade, MN/m ²)을 고려하여 설계함.			
분석 1 (CODE 1)	· 열차설계속도, 도상조건 등을 고려하여 설계			
분석 2 (분석 1 vs. CODE 2)		CODE 1과 동일		
분석 3 (분석 2 vs. CODE 3)			· 동상(동결) 문제를 고려함 · 자갈층과 강화노반 층을 합쳐 전체 두께를 제시함(c) · Bearing capacity가 등급으로 구분됨(Table 6)	
분석 4 (분석 3 vs. CODE 4)				
요약	· CODE 1과 2은 열차설계속도 및 도상조건 등을 고려하여 설계하는 열차속도 기반 설계기준임. · CODE 3은 성능 기반(Performance Based Design Code) 설계기준(Fig. 15)으로써 Track bed의 최소두께 산정식이 제시됨. - Minimum thickness of track bed 매개변수: Bearing capacity of subgrade / Type of sleeper and sleeper spacing / Traffic characteristics			

Fig. 3 비교·분석 대비표(강화노반 두께) 작성 결과(예)

이와 같이 국내기준인 CODE 1, CODE 2의 경우 강화노반 두께를 표에 제시된 수치들에 근거하여 설계하고 있으나, 국제기준인 CODE 3은 표와 그림 등을 제시하여 상세히 검토하여 설계할 수 있도록 기술되어 있다.

따라서 국내기준도 단순히 표만으로 제시하기 보다는 그에 근거가 되는 해설 및 이해에 도움이 될 수 있는 그림이나 표로 표현하는 것이 효과적일 것으로 판단된다.

3. 결론

본 연구는 국내 철도건설규칙을 구속력 및 강제성이 높은 국제기준인 상호연계 운행기준(TSIs)과의 비교·분석 연구를 통해 국내·외 기준의 차이점 분석 및 국제기준과 부합 및 누락여부를 파악하여 국내기준을 국제기준 수준으로 개선하기 위한 보완사항 및 개선방안을 도출하였다.

또한 궤도, 노반, 건축 및 전기신호 등 국내 철도설계기준(철도설계기준, 철도설계지침 및 편람) 전반을 국외설계기준(UIC Code, EURO Code)과 Matching시킨 비교·분석 대비표를 작성하였다.

향후 이를 바탕으로 국내 철도설계기준(철도설계기준, 철도설계지침 및 편람)의 보완사항 또는 국제기준의 도입 및 개선방안을 도출하는 연구가 필요할 것으로 판단된다.

후 기

본 연구는 국토교통부 국토교통과학기술진흥원 철도기술연구사업의 연구비지원(과제번호: 15RTRP-B067919-03, 과제명: 국가 경쟁력 강화를 위한 철도건설기준 선진화 연구)에 의해 수행되었으며, 관련자분들께 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

- [1] www.bsigroup.com
- [2] www.cen.eu
- [3] www.din.de
- [4] www.iso.org
- [5] www.ntis.go.kr
- [6] www.uic.org
- [7] www.wto.org
- [8] 법제처 “철도건설규칙”, 2009
- [9] 한국철도시설공단 “철도설계기준(노반편)”, 2013
- [10] 한국철도시설공단 “철도설계기준(건축편)”, 2011
- [11] 한국철도시설공단 “철도설계기준(시스템편)”, 2013
- [12] 한국철도시설공단 “철도설계기준(연계교통시설편)”, 2012
- [13] 한국철도시설공단 “철도설계지침 및 편람 KR code 2012”, 2012
- [14] 지식경제부, 철도시스템 글로벌시장 진출체계 및 기반구축, 2 차년도 연차보고서, 2012
- [15] 국토교통과학기술진흥원, 국가 경쟁력 강화를 위한 철도건설기준 선진화 연구, 2 차년도 연차보고서, 2015