

# 지진·화산재해대책법 개정에 따른 철도교의 내진설계기준 적합성 분석

## Compatibility Analysis of Seismic Design Criteria of Railway Bridges according to Revision of the Act on the Preparation for Earthquakes and Volcanic Eruptions

전준창\*†, 황선근\*\*, 김효식\*\*\*, 이종일\*\*\*, 김진환\*\*\*, 정광희\*\*\*, 이영일\*

Jun-Chang Jeon\*†, Seun-Keun Hwang\*\*, Hyo-Sik Kim\*\*\*, Jong-Il Lee\*\*\*, Jin-Wan Kim\*\*\*, Kwang-Hee Jeong\*\*\*, Yeong-Il Lee\*

**초 록** 국내에서 발생되고 있는 지진의 규모 및 빈도가 증가함에 따라 지진·화산재해대책법이 2017년에 개정되었으며, 이에 따라 내진설계기준 공통적용사항에서 규정하고 있는 내진설계 관련 항목을 고려한 시설물별 내진설계기준이 제시되어야 한다. 본 연구에서는 철도교의 내진설계기준 작성에 필요한 기초자료를 제시하기 위해 수치해석을 통해 신규 제정된 내진설계기준 공통적용사항의 적합성을 분석하였다. 수치해석에 고려된 매개변수는 해석 대상교량 고유주기, 지반종류 및 설계지진력 재현주기이다. 선형 응답스펙트럼해석에 의해 지진해석을 수행하고, 내진설계기준 공통적용사항을 적용하는 경우와 기존 내진설계기준을 적용하는 경우의 차이점에 대해 비교·분석하였다.

**주요어** : 지진·화산재해대책법, 내진설계기준, 공통적용사항, 철도교, 적합성 분석

### 1. 서 론

국내에서 발생되고 있는 지진의 규모 및 빈도가 증가함에 따라 지진·화산재해대책법이 2017년에 개정되었다. 개정된 지진·화산재해대책법에서 내진설계기준 공통적용사항(이하 공통적용사항)에 대해 규정하고 있는데, 기존 내진설계기준의 토대가 되는 내진설계기준연구 II(1997)에 비해 지반분류, 표준설계응답스펙트럼, 내진등급별 내진성능수준 등이 변경되어 이를 반영한 시설물별 내진설계기준이 제시되어야 한다.

본 연구에서는 철도교 내진설계기준 작성에 필요한 기초자료를 제시하기 위해 공통적용사항에 규정된 지반분류, 설계지진력 재현주기 등 내진설계 관련 변수에 대한 수치해석을 통해 적합성을 분석하였다.

### 2. 적합성 분석을 위한 수치해석 및 결과 고찰

#### 2.1 수치해석 개요

적합성 분석을 위해 다음과 같은 변수에 대해 선형 응답스펙트럼해석을 수행하였다. 해석 대상교량의 고유치해석결과 일례를 Fig.1에 나타내었다.

- 해석 대상교량 고유주기 : 0.1, 0.3, 0.6, 1.0, 2.0, 3.0sec
- 지반종류 : S<sub>I</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub>, S<sub>5</sub>(공통적용사항), S<sub>II</sub>, S<sub>III</sub>, S<sub>IV</sub>(기존 기준)
- 설계지진력 재현주기 : 100, 200, 500, 1000, 2400년



Fig. 1 An example of eigenvalue analysis result.

#### 2.2 교량 고유주기에 따른 분석

설계지진력 재현주기 1000년, 지반종류 S<sub>2</sub>와 S<sub>II</sub>에 대해 해석 대상교량의 고유주기를 매개변수로 하여 수치해석을 실시하였다.

† 교신저자: 씨티씨(주) (jcj@ctceng.co.kr)

\* 씨티씨(주)

\*\* 한국철도기술연구원 궤도노반연구팀

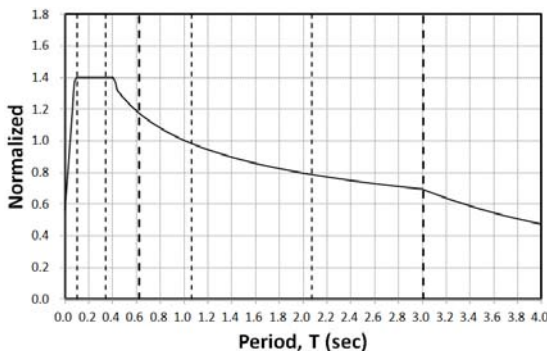
\*\*\* 한국철도시설공단 기술교육연구원

가장 일반적인 지반조건인 경우, 공통적용사항에 규정된 설계지진력은 기존 기준에 비해 고유주기 1.0sec 이하의 철도교에 대해서는 응답을 증가시키고, 고유주기가 1.0sec를 초과하는 경우는 응답을 감소시키는 것으로 나타났다. 또한, 기존 기준에 대한 공통적용사항의 교축방향 응답비는 표준설계응답스펙트럼의 PGA비와 거의 유사하게 나타났다.

**Table 1** Response ratio of new seismic design criteria to existing one with regard to natural period of bridges.

Period (sec)	Bending moment		Displacement		Spectrum ratio
	L*	T*	L*	T*	
0.1	1.345	1.170	1.345	1.184	1.400
0.3	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400
0.6	1.177	1.326	1.177	1.326	1.178
1.0	0.984	1.068	0.984	1.068	0.985
2.0	0.788	0.924	0.788	0.921	0.788
3.0	0.695	0.837	0.694	0.831	0.696

\* L : Longitudinal direction, T : Transverse direction



**Fig. 2** Design spectrum ratio (new/existing).

### 2.3 지반분류에 따른 분석

재현주기 1000년, 해석 대상교량 고유주기 1.0sec에 대해 지반종류별 수치해석을 실시하였다. 공통적용사항 및 기존 기준의 지반분류기준이 상이하므로 상호간 지반종류를 일대일로 대응시켜 비교하기는 곤란하지만, 대체로 기반암의 심도가 얇은 지반조건인 경우는 공통적용사항에 의한 응답이 기존 기준에 비해 거의 같거나 다소 감소하는 것으로 나타났다.

### 2.4 설계지진력 재현주기에 따른 분석

지반종류 S<sub>2</sub>, 해석 대상교량 고유주기 0.3sec에 대해 설계지진력 재현주기를

매개변수로 하여 수치해석을 실시하였다. 재현주기 1000년을 기준으로 100년, 200년, 500년 및 2400년에 대한 응답의 크기는 각각 약 40%, 50%, 70% 및 140%로 나타났다.

**Table 2** Response ratio with regard to soil type.

Soil type	Bending moment		Displacement	
	L	T	L	T
S <sub>1</sub> /S <sub>I</sub>	0.686	0.744	0.686	0.741
S <sub>2</sub> /S <sub>II</sub>	0.984	1.065	0.984	1.063
S <sub>3</sub> /S <sub>II</sub>	1.120	1.212	1.120	1.209
S <sub>3</sub> /S <sub>III</sub>	0.896	0.970	0.896	0.968
S <sub>4</sub> /S <sub>III</sub>	1.139	1.231	1.139	1.230
S <sub>5</sub> /S <sub>IV</sub>	1.159	1.317	1.159	1.313

**Table 3** Response ratio with regard to recurrence period of earthquake.

Recurrence period	Bending moment		Displacement	
	L	T	L	T
100/1000	0.408	0.407	0.408	0.407
200/1000	0.523	0.521	0.523	0.521
500/1000	0.716	0.714	0.716	0.714
2400/1000	1.412	1.408	1.412	1.408

## 3. 결론

(1) 신규 제정된 공통적용사항에 규정된 표준설계응답스펙트럼은 기존 기준에 비해 철도교 고유주기가 1.0sec 이하에서 응답을 증가시키고, 1.0sec를 초과하는 경우는 응답을 감소시킨다.

(2) 기반암의 심도가 얇은 지반조건인 경우에 대해 공통적용사항에 의한 응답은 기존 기준에 비해 거의 같거나 다소 감소한다.

(3) 재현주기 1000년을 기준으로 100년, 200년, 500년 및 2400년에 대한 응답의 크기는 각각 약 40%, 50%, 70% 및 140% 수준이다.

## 참고문헌

- [1] Ministry of the Interior and Safety (2017) General rules for seismic design of facilities.
- [2] Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2015) Railroad design specifications.