

# 동하중을 고려한 플로팅궤도 슬래브 설계

## Design of floating Slab according to Dynamic Load

박성재†                      마창남\*                      박명균\*\*                      이두화\*\*\*                      조수익\*\*\*\*  
Sung-Jae Park      Chang-Nam Ma      Myung-Gyun Park      Du-Hwa Lee      Su-Ik Jo

### ABSTRACT

Recently the construction of railway sections passing the central area of cities and stations under railway lines are increasing, and then it is urgently required to take the countermeasures against the railway vibration and the second-phase noise radiated from it. The most efficient countermeasure, out of technologies developed up to now, is the floating slab track which is the track system isolated from the sub-structure by springs. In other countries, the source technologies for anti-vibration design and vibration isolator - one of key components - have been developed and many installation experiences have been accumulated. However, in Korea, since the system design technology and technologies for key components are not yet developed, the foreign system are being introduced without any adjustment, and the key component, vibration isolator, depends on imports. In this study, floating slab was divided into three spans,  $k_{dynamic}$  use by examining reactions and member forces was to ensure safety.

### 1. 서론

최근 철도의 도심통과구간이나 선하역사 건설이 증가하고 있어 철도 진동과 이로 인한 2차 소음을 효과적으로 차단할 수 있는 대책이 시급히 필요하다. 지금까지 개발된 기술 가운데 가장 효과적으로 진동을 차단할 수 있는 대책은 스프링을 이용하여 궤도 전체를 하부구조와 분리시키는 플로팅 슬래브궤도 공법으로 이미 국외에서는 플로팅 슬래브궤도의 방진설계와 핵심 구성요소인 방진장치에 대한 원천기술이 확보되어 많은 부설실적을 확보하고 있으나 국내에서는 아직 시스템 설계기술과 관련 구성품 설계기술이 확보되어 있지 못하기 때문에 대부분 국외에서 개발된 시스템을 그대로 도입하고, 핵심 구성품인 방진재료는 모두 수입에 의존하는 등 관련 기술의 자립도가 매우 낮은 실정이다. 그러므로 국내외 시장에서의 기술 경쟁력을 확보하기 위해서는 플로팅 슬래브궤도 시스템 및 구성품의 설계기술을 비롯한 핵심기술의 개발이 시급하다. 본 연구에서는 플로팅궤도 슬래브를 3경간으로 분할하였으며,  $k_{dynamic}$ 을 사용하여 반력 및 부재력을 검토함으로써 안전성을 확보하고자 하였다.

† 책임저자 : 정회원, (주)삼보기술단, 기술연구소, 팀장  
E-mail : parksungjae@paran.com  
TEL : (02)3433-3351 FAX : (02)3433-3190  
\* 정회원, (주)삼보기술단, 기술연구소, 대리  
\*\* 정회원, (주)삼보기술단, 구조사업본부, 본부장  
\*\*\* 정회원, (주)삼보기술단, 회장  
\*\*\*\* 정회원, 한국철도시설공단, KR연구원, 팀장

## 2. 저진동 플로팅케도 슬래브의 해석

슬래브 상세해석을 위한 슬래브의 제원 및 설계하중과 사용재료의 특성을 아래의 표 1과 같이 정리하였다.

표 1. 슬래브의 해석 제원 및 재료특성

구 분		내 용	
연장		2 @ 35.8 + 38.400 = 110 m	
폭원		2.800 m	
평면선형		R=0 (직선교)	
사각		90°	
케도수		1 (단선)	
설계 하중	고정하중	자중, 도상, 레일등에 의한 자중	
	활하중	표준 열차 하중 (L-22)	
사용재료의 특성	콘크리트 (주형)	설계기준강도	fck= 30 MPa
		탄성계수	Ec=3,300+√ fck+7,700= 25,775 MPa
	철근 (SD-40)	항복강도	fy = 400 MPa
		탄성계수	Es = 200000 MPa
	방진장치 스프링상수	연직	동적스프링 상수(K) = 31.5 kN/mm
		수평	연직 스프링 상수의 80% 적용
전단 연결재		Stress yield limit = 700 N/mm2	
		지름 = 400 mm	

## 3. 해석조건 및 모델링

저진동 슬래브의 구조계산을 위하여 강도설계법으로 각 부재 설계는 각 하중상태에서의 슬래브의 상연, 하연에서의 응력을 검토하고 검토된 응력이 주어진 재료의 허용응력에 만족하는지를 검토하는 방법으로 수행하였다.

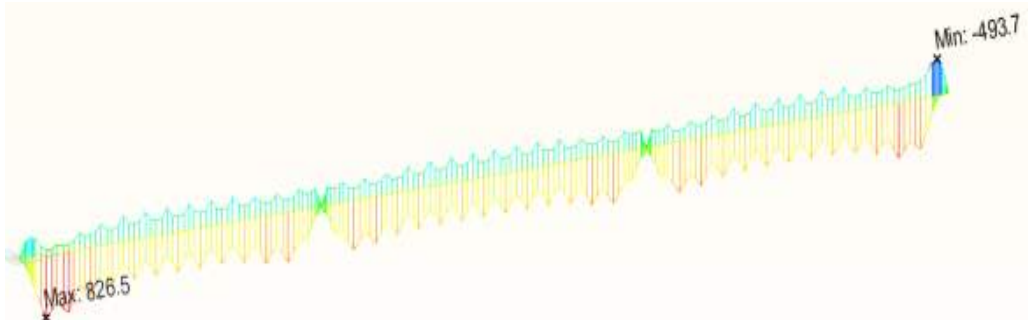
해석단면은 콘크리트 슬래브위에 케도가 일체형으로 거동한다고 가정하였으며, 사용된 고정하중은 프로그램내에서 자동으로 산출한 자중과 레일 및 침목 하중(7.0 kN/m)을 적용하였다. 적용된 활하중은 LS-22 하중을 적용하였으며 이때 사용된 충격계수 및 윤택하중은 각각 32.163kN과 290.759kN을 적용하였다. 장대레일 종하중은 1케도당 10.0 kN/m로 하고 작용위치는 레일면상으로 한다. 케도 및 교량의 구조형식, 거더길이, 장대레일 신축이음, 지점의 배치등을 고려해서 1케도당 200kN를 초과하지 않도록 하였다(철도교 설계기준(철도교편) 18p). 작용위치는 교량받침상단에 재하하였다(철도교 설계기준(철도교편) 477p). 횡하중은 연행집중이동하중으로 하고, 레일면의 높이에서 교축에 직각이고 수평으로 작용하는 것으로 하였으며, 그 크기 Q는 L하중의 1동륜축중의 15%의 값을 사용하였다. 복선이상의 선로를 지지하는 구조물인 경우, 차량횡하중은 1케도에 대한 것만을 고려하는 것을 고려하였다(철도교 설계기준(철도교편)30p). 시동하중 및 제동하중(SB)의 경우 제동하중은 LS 하중의 15%를 적용하였으며, 시동하중은 동륜 하중의 25%를 적용하였다. 시동하중에 작용하는 수평하중, 제동하중, 작용하중의 산정하여 하중 조합을 통하여 검토하였다.

## 4. 해석결과

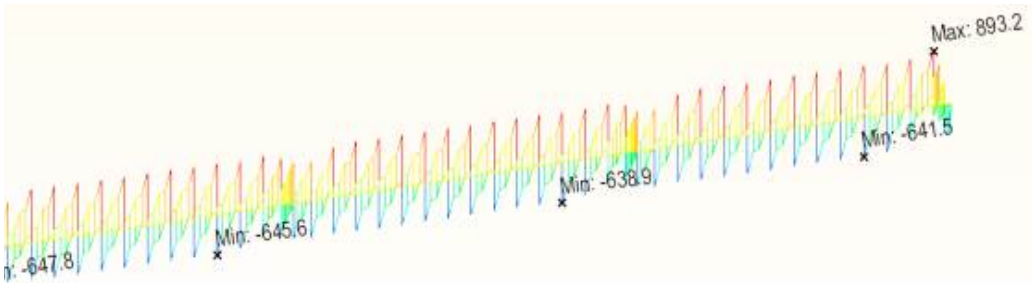
정모멘트, 부모멘트 및 최대전단력에 대하여 중앙부와 단부로 나누어 검토를 수행하였다. MIDAS Civil2009로 3D해석을 수행한 결과 그림 1과 그림2는 계수하중 및 사용하중에 대한 B.M.D, S.F.D를 보여주고 있으며, 표 2는 부재력에 대해 경간 중앙 및 단부에서의 최대 정모멘트와 부모멘트를 보여주

고 있다. 표 3은 횡방향의 부재력 집계를 나타내고 있다.

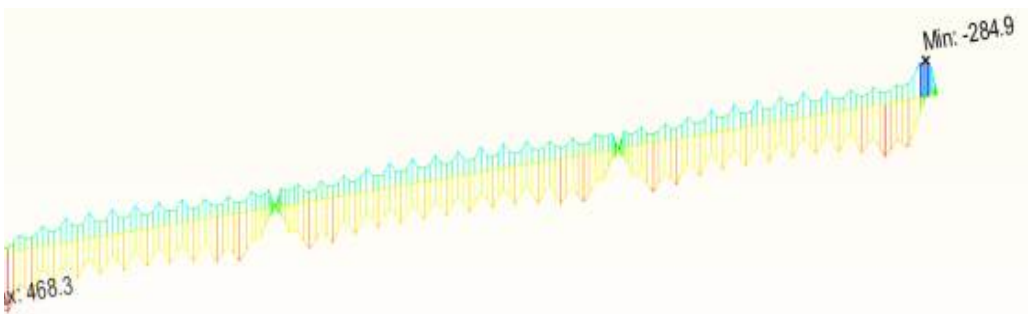
#### 4.1 종방향



(a) B.M.D (계수하중)



(b) S.F.D(계수하중)



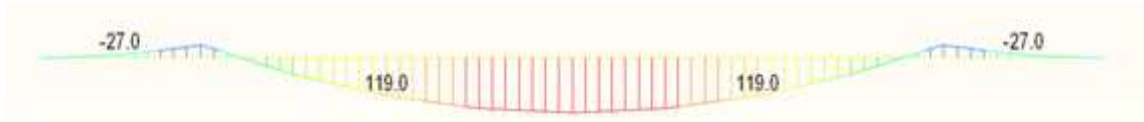
(c) B.M.D(사용하중)

그림 1. 종방향 해석 결과

표 2. 종방향 집계

구분		하중		단면력		비고	
위치	부재	전단력 (kN)	휨모멘트 (kN.m)	전단력 검토 (kN)	휨모멘트 검토 (kN.m)		
정모멘트 최대	중양부	-	826.466	-	925.803	O.K	USD
부모멘트 최대	단부	-	493.676	-	697.501	O.K	USD
전단력 최대	중양부	893.190	-	947.442	-	O.K	USD
전단력 최대	단부	647.800	-	947.442	-	O.K	USD
정모멘트 최대	중양부	-	468.303	-	925.803	O.K	WSD
부모멘트 최대	단부	-	284.867	-	697.501	O.K	WSD

#### 4.2 횡방향



(a) B.M.D(USD)



(b) S.F.D(USD)



(c) B.M.D(WSD)

그림 2. 횡방향 해석 결과

표 3. 횡방향 집계

구분	하중		단면력		비고	
	전단력 (kN)	휨모멘트 (kN.m)	전단력 검토 (kN)	휨모멘트 검토 (kN.m)		
계수모멘트 (Mu)	-	119.0	-	206.9	O.K	USD
계수전단력 (Vu)	309.3	-	343.24	-	O.K	USD

#### 4. 결 론

본 연구에서 저진동 플로팅궤도 슬래브의 종방향 경간길이 해석을 수행한 결과를 요약하면 다음과 같다. 저진동 슬래브 궤도를 3경간으로 구분하여 부재력을 검토하였으며, 검토 결과 종방향 지간 중앙부 및 단부와 횡방향의 부재력은 모두 안전한 것으로 검토되었다.

#### 감사의 글

본 연구는 국토해양부 미래철도기술개발사업의 연구비지원(과제번호 07미래철도A02)에 의해 수행되었으며, 저자들은 이에 깊은 감사를 드립니다.

#### 참고문헌

1. 건물을 통과하는 도로 및 철도진동의 방진설계 및 방진재료개발 연구, 건설교통부, 연세대학교, 2004
2. 피로효과를 고려한 레일패드의 정적스프링계수 변화에 따른 콘크리트 슬래브 궤도의 거동분석, 서울 산업대학교, 박용걸, 2007
3. 방진방법별 방진효과 분석, 한국철도기술, 황성근, 2000
4. Esveld, C. (1989), "Modern Railway Track", Head of quality Control and Rail Technology

NS Permanent Way Department.

5. Grag, Vijay K. and Dukkipati, Rao V. (1984), "Dynamic of railway vehicle systems" , Academic Press.