

# 전라선 괴목고가교 방진침목패드 시공 전/후 비교 분석

## Comparison and analysis the Effect of Vibration Control Sleeper Pads on Gwe-Mok Elevated Railway Bridge in Jeolla Line

엄기영\* · 유원희\*\* · 김지훈\*\*\*

Ki-young Eum, Won-hee You, Ji-hoon Kim

**Key Words** : the area along a rail(철도연변), vibration(진동), vibration control(방진), the vibration reducing effect(진동 저감효과)

### ABSTRACT

Response of the rail surface is an important factor for the train safety and comfortable travel, and evaluation of vibration at the area along a rail is an important factor for the vibration. The dominant method to reduce the vibration that reach the ground is installing vibration absorber between rail and the under structure. In this paper, we evaluated the vibration reducing effect of using vibration control sleeper pads to slave and earth at certain distance from the sleepers.

### 1. 서론

열차의 안전과 쾌적한 주행을 위해서는 궤도상의 응답, 그리고 환경진동에 대해서는 철도연변에서 진동의 평가가 중요한 요인이 된다. 철도의 대중화 및 고속화로 인하여 적절한 진동저감 방안을 강구하기 위해서 필요한 현장측정과 정성적 분석을 수행하게 된다. 본 논문에서는 교량과 노반에서의 진동저감을 위하여 설치된 방진침목패드의 시공 전과 후의 진동을 측정하여 방진침목패드로 인한 진동저감효과를 분석하였다.

동원 대책으로 열차운행시 발생하는 진동 및 동적하중을 저감시켜주는 방진제품의 개발이 필요하게 되었고 여러 가지 형태의 방진제품이 개발되어 사용되어 왔는데 그 기본이 되는 사항으로 첫째 침목의 스프링상수를 낮추는 방법, 둘째 레일과 지반 사이의 중량을 크게 하는 방법, 셋째 레일의 단면적을 크게 하여 단면의 2차 모멘트를 크게 하는 것 등이 있다. 이중 가장 일반적인 방법은 첫 번째, 세 번째 방법을 함께 사용하는 것이다. 즉, 중량레일을 사용하고 레일과 구조물의 바닥사이에 방진재를 설치하는 것이다. 이러한 방진재를 설치할 경우에 그 목적을 충분히 달성하기 위해서는 방진재 구조설정과 함께 방진재의 동적특성을 파악하는 것이 매우 중요하다.

### 2. 진동원에서의 방진조건

열차에서 발생한 공해진동의 저감대책으로는 크게 진동원, 전과경로, 수신부 대책의 세 분야로 나누어 진다. 진동원은 지반과 연결된 궤도와 선로위에서 이동하는 열차계의 상호작용에 의하여 접촉점에서 발생하는 힘에 의해 발생된다. 진

### 3. 측정개요

#### 3.1 진동측정 일반사항

전라선(봉덕-괴목) 괴목고가교에서 진동저감효과를 평가하기 위하여 기존 PC침목구간과 방진침목패드 시공구간으로 나누어 열차진동측정을 실시하였다. 측정에 대한 일반사항은 다음과 같다.

- ▶ 측정위치 : 전라선 괴목고가교(봉덕-괴목) 교량, 토공구간
- ▶ 열차종류 : 일반열차(새마을, 무궁화), 화물열차, 시험열차
- ▶ 측정방향 : 수직방향(Z방향)
- ▶ 가속도계 : PCB 393B12, PCB 393B31
- ▶ 기록계 : Sony 16-channel Dat Recorder

\* 한국철도기술연구원 선임연구원  
E-mail : Kyeum@krri.re.kr  
Tel : (031) 461-0234, Fax : (031) 461-0275

\*\* 한국철도기술연구원 책임연구원, 공학박사

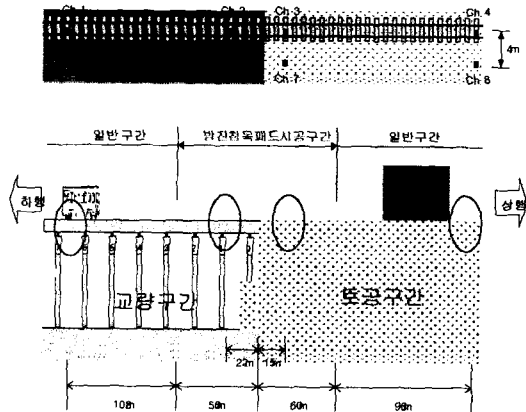
\*\*\* 한국철도기술연구원 연구원

- 주파수분석기 : SA390
- 측정레벨 : 진동가속도레벨(VAL. dB)
- 측정회수 : 새마을(1대), 무궁화(5대), 화물열차(3대), 시험열차(1대)

### 3.2 진동측정 위치선정

측정위치		측정주파수대역
교량구간	침목	0~1000Hz
	슬래브 (침목에서 4m 떨어진 지점)	0~1000Hz
토공구간	침목	0~1000Hz
	지반 (침목에서 4m 떨어진 지점)	0~200Hz

방진침목패드의 진동저감효과를 분석하기 위하여 궤도 지지구조물별(교량, 토공구간)로 방진침목패드 시공구간과 기존 PC 침목구간에 센서를 설치하여 동일한 열차에 대하여 진동측정을 수행하였다. 본 측정은 방진침목패드 시공구간과 기존 PC침목구간의 거리를 약 100m 이상 떨어진 상태에서 이루어졌다.



## 4. 진동측정 결과

### 4.1 진동측정 일반사항

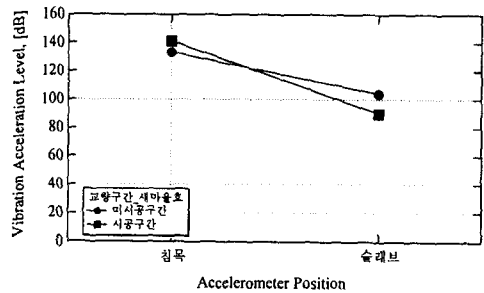
방진침목패드 시공구간과 미시공구간의 진동가속도레벨은 다음 표와 같다.

측정위치		진동가속도레벨, dB			
		미시공구간	방진침목패드구간	저감량	
교량구간	새마을	침목	133	141	-8
		슬래브	104	90	14
	무궁화	침목	136	142	-6
		슬래브	106	92	14
	화물열차	침목	137	142	-5
		슬래브	102	90	12
시험열차	침목	135	138	-3	
	슬래브	99	89	10	
토공구간	새마을	침목	131	141	-10
		슬래브	84	76	8
	무궁화	침목	133	142	-10
		슬래브	84	78	7
	화물열차	침목	133	146	-13
		슬래브	84	77	7
시험열차	침목	130	138	-8	
	슬래브	82	74	8	

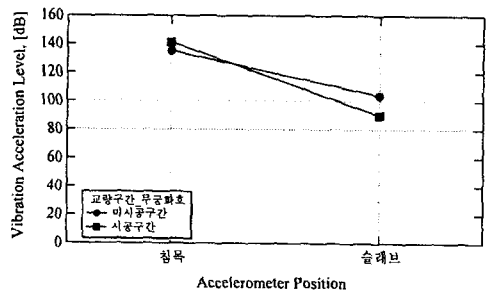
### 4.2 교량구간 진동측정

침목의 경우 진동가속도레벨이 3~8dB정도 증가하였지만, 침목에서 4m 떨어진 콘크리트 슬래브에서는 평균적으로 약 10~14dB정도 감소하였다.

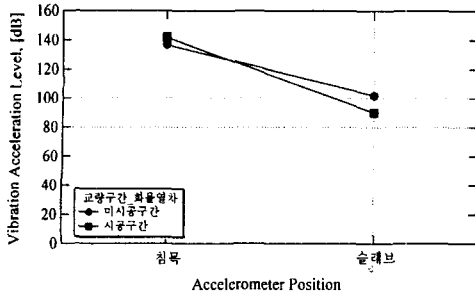
#### ▶ 교량구간(새마을)



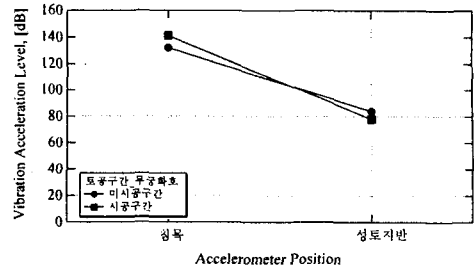
#### ▶ 교량구간(무궁화)



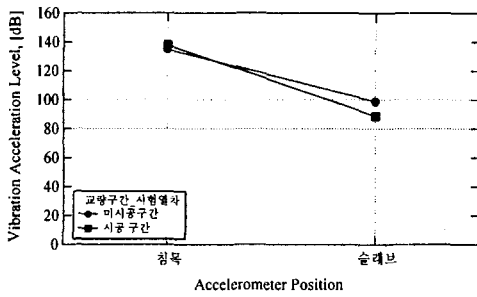
▶ 교량구간(화물열차)



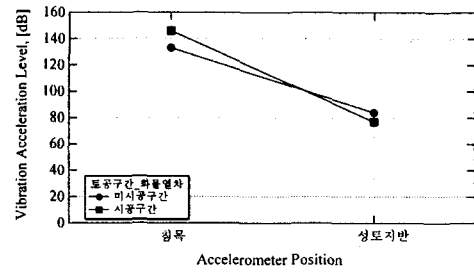
▶ 토공구간(무궁화)



▶ 교량구간(시험열차)



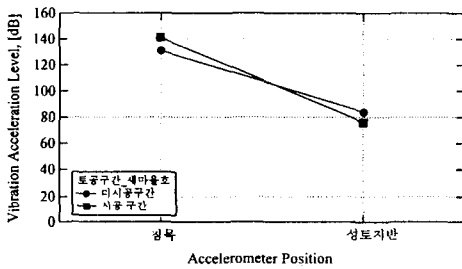
▶ 토공구간(화물열차)



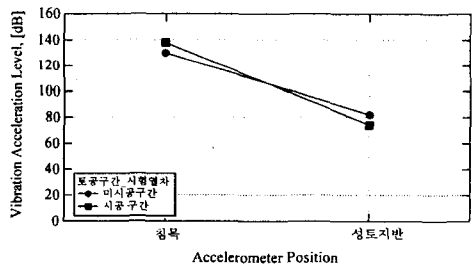
4.3 토공구간 진동측정

침목의 경우 진동가속도레벨이 8~13dB정도 증가하는 현상을 보였으며, 침목에서 4m 떨어진 지반에서는 평균적으로 약 6~8dB정도 진동저감 현상을 보였다.

▶ 토공구간(새마을)



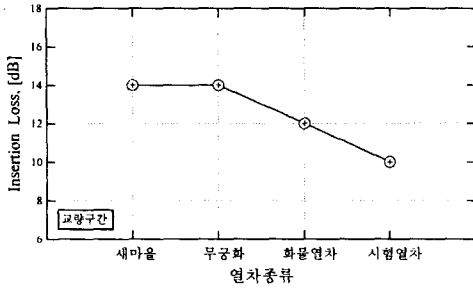
▶ 토공구간(시험열차)



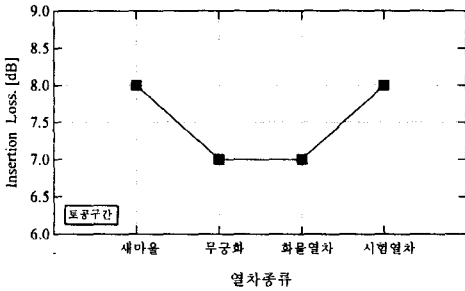
4.4 진동 저감효과

교량구간과 토공구간에 대한 방진침목패드 시공에 의한 진동저감효과는 다음과 같다.

▶ 교량구간



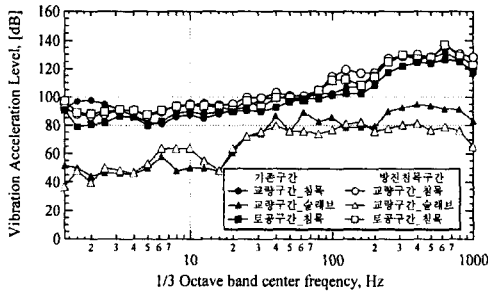
▶ 토공구간



4.5 주파수별 분석

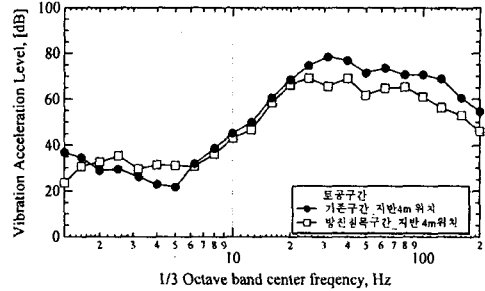
시험열차를 대상으로 1kHz 까지 교량구간의 침목과 슬래브, 그리고 토공구간 침목에서의 주파수별 진동특성은 다음의 그림과 같다.

▶ 교량구간에서의 주파수별 특성 비교



토공구간 노반에서의 시험열차에 대한 주파수 분석의 결과는 다음과 같다.

▶ 토공구간에서의 주파수별 특성 비교



5. 결 론

- (1) 교량구간에 방진침목패드를 사용하였을 때, 침목에서는 진동가속도레벨이 3~8dB정도 증가하였고, 침목에서 4m 떨어진 콘크리트 슬래브에서는 평균적으로 약 10~14dB정도 감소한 것으로 나타났다.
- (2) 토공구간에서는 침목의 경우 진동가속도레벨이 8~13dB 정도 증가하는 현상을 보여 교량구간에서 보다 약 5dB정도 높은 증폭을 보였다. 또, 침목에서 4m 떨어진 지반에서는 평균적으로 약 6~8dB정도 진동저감 현상을 보였다.
- (3) 주파수별 진동특성을 살펴보면, 침목의 경우는 위치와 구간에 관계없이 600Hz부근에서 탁월주파수가 나타나는 것을 볼 수 있으며 슬래브의 경우 미시공구간, 방진침목패드 시공구간 모두 40Hz 이후의 폭넓은 주파수 대역에서 탁월주파수를 보이며 100~200Hz 대역을 제외하고는 대략 10dB 정도의 진동저감효과를 나타냈다.
- (4) 토공구간 노반에서의 탁월주파수는 기준구간과 방진침목패드구간 모두 20~40Hz대역에 존재했으며 2~5Hz 대역에서의 진동증폭을 제외한 대역에서는 약 0~10dB 정도의 진동저감효과를 나타냈다.

참 고 문 헌

- (1) Beskos, D.E., Dasgupta, B. and Vardoulakis, I.G., "Vibration Isolation Using Open or Filled Trenches", *comput. Mech.*, 1(1), 1986, pp.43~63.
- (2) Grassie, S.L., "A contribution to dynamic design of railway track. In : Sauvage, G. : The Dynamics of Vehicles on Roads and Tracks", *Proc. 12th IAVSD Symposium held at Lyon, 1991*. Swets & Zeitlinger, Amsterdam/Lisse, 1992, pp.195~209.
- (3) Ganeriwala, S.N., "Dynamic Mechanical Properties

of Viscoelastic Materials", Second International Congress on Recent Developments in Air and structure-Borne Sound and Vibration, Auburn University, March, 1992, pp.1379~1386.

(4) "고속철도 환경소음기준 및 진동기준에 대한 연구(진동 대책편)", 한국고속철도건설공단, 1995.