

# AGT 시스템 안내레일 요철에 의한 교량 응답에 관한 실험적 연구

## A Experimental study on the Bridge Response of AGT System

### by Guiderail Prominence

강성원\*                      한상철\*\*\*                      이안호\*\*                      정인근\*\*\*\*  
Kang, Sung-Won              Han, Sang-Chul              Lee, An-Ho              Jung, In-Keun

---

#### ABSTRACT

AGT system is a kind of light railway train. AGT system use of concrete track and rubber tire, so it can be reduce the noise and vibration, compare to the normal train system. And, the dynamic responses of normal bridge are influenced by the dynamic characteristics of bridge, the speed of vehicle and the surface roughness of railway. But the AGT system bridge is influenced not only the above facts but also the guiderail unevenness, because, AGT vehicle steered by guiderail. So, in this study, optimized service condition is suggested for the design and operation of AGT system, by the means of experimental study. The experiments are executed for PSC bridge with length of 30m, at the AGT test line in Kyongsan. The test results are compared and investigated according to the prominence. In the test result, the guiderail prominence influenced on the dynamic response of bridge. It shows a increase as compared with no guiderail prominence in the dynamic response value acceleration, displacement, stain.

---

#### 1. 서 론

현재 우리나라는 심각한 물류난과 교통난을 해소하고 국가경제의 경쟁력을 높이기 위하여 사회간접 자본시설의 확충을 꾸준히 추진하고 있는 상태이다. 사회간접자본시설의 확충을 위한 방안의 일환으로 경량전철 건설이 채택되었으며 이러한 경량전철건설은 대도시의 효율적인 교통수단으로서의 그 역할을 점차 꾸준히 인정받고 있으며 현재 수도권 및 부산권, 김해와 하남 등이 대상지로 선정되어 경량전철 사업을 추진하고 있다. 또한 저렴한 건설비용과 시공기간 단축을 장점으로 하여 대부분 도심지에 경량 전철이 건설되고 있으며 이에 따른 시설물 안전성평가<sup>(1)</sup>, 최적설계,<sup>(2)</sup> 및 경량전철과 구조물의 연동해석<sup>(3),(4),(5)</sup> 등 여러 연구가 활발하게 진행중에 있으며, 경량전철 구조물 설계기준<sup>(6)</sup>도 외국의 사례와 비교하며 재정비 중에 있다.

본 연구에서는 경산 경량전철 시험선인 PSC교량에서 안내레일에 발생할 수 있는 단차를 인위적으로 설정하여 차량주행실험을 수행하였다. PSC 교량은 지간길이 30m로서 두 개의 주형과 콘크리트 슬래브로 구성되었다. 실험에 사용된 차량은 AGT 고무차륜이며 20km/h ~ 60km/h사이를 속도 20km/h 씩 증가시키면서 차량속도와 안내레일의 단차 유무에 따른 교량의 동적응답인 교량응답신호와 충격계수를 비교 분석하였다.

---

\* 서울산업대학교 철도전문대학원 철도건설공학과, 석사과정, 정회원

E-mail : 9000792@dwconst.co.kr

TEL : (043)643-7901 FAX : (043)643-7903

\*\* 서울산업대학교 철도전문대학원, 교수

\*\*\* 한국철도기술연구원, 책임연구원

\*\*\*\* 슈어테크, BMS사업부, 차장

## 2. 본 문

### 2.1 실험개요

본 실험은 30m 구간의 PSC 교량에서 수행되었으며 지간의 중심부 주형하부에 가속도계와 변위계를 설치하고 주형 상부와 슬라브 하부에 각각 변형률계를 부착하여 차량 주행과 안내레일의 단차에 따른 교량의 동적응답을 측정하였다. 실험장비로서는 EDX-1500을 사용하였으며 Sampling Rate는 100Hz와 필터링은 30Hz로 설정하여 실험을 수행하였다. PSC교량은 직선구간이며 안내레일이 설치되어 있는 좌우 측면에는 초고압전류가 발생되므로 전류에 의한 센서신호의 노이즈 유입을 방지하기 위해서 고압선을 피하여 그림 1과 같이 슬래브 하부에 모든 센서를 설치하였다.

그림 2는 실험교량인 PSC교량의 전경과 차량이 운행하는 상부 콘크리트 노면 및 안내레일을 보여준다. 안내레일 단차는 한쪽 측면에만 단차를 두었는데 이는 양쪽에 모두 단차가 발생할 확률이 적은 관

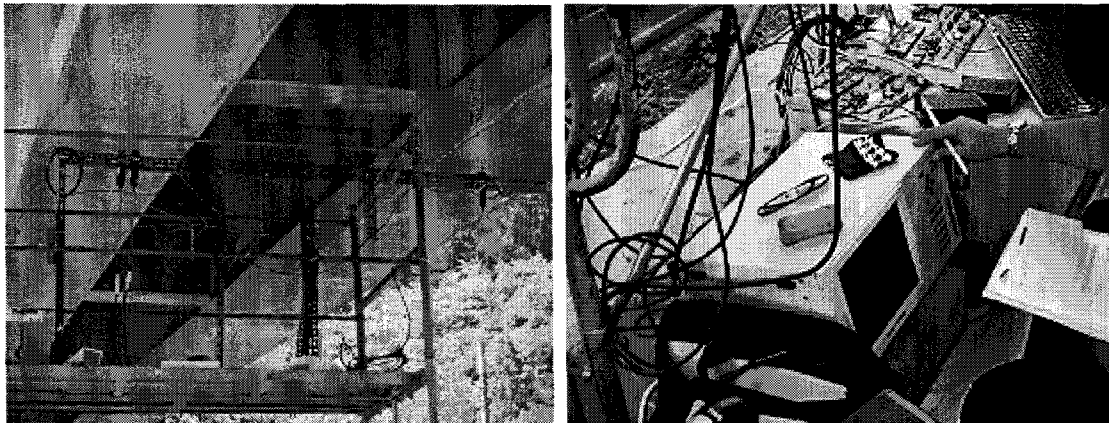


그림1. 주형 하부 가속도계 및 변위계 설치 및 신호측정

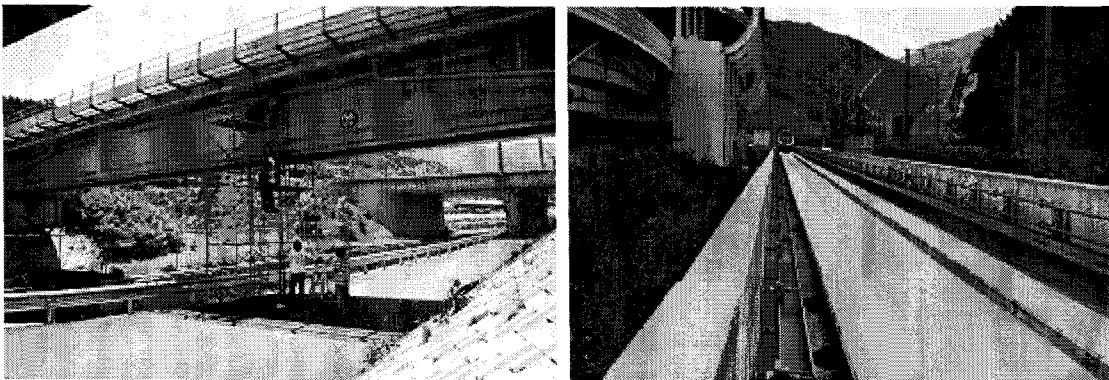


그림2. PSC 실험구간 전경

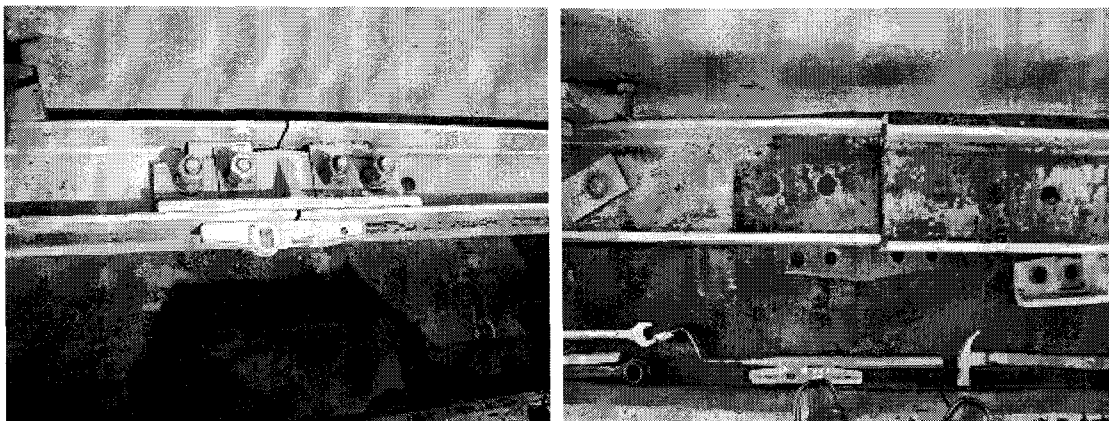


그림3. 안내레일 단차(10mm)발생 전(좌)&후(우)

계로 실제 발생할 수 있는 조건을 고려하여 실험변수를 설정하였다. 차량속도는 20~60km/h의 속도로 20km/h 씩 증가시키며 차량주행과 안내레일 단차 유무에 따라서 발생하는 가속도, 변위, 변형률 등 교량의 동적응답을 측정하였다.

그림3은 안내레일 연결부에 설치된 이음부를 해체하고 안내레일 측면의 유격조절부를 조정하여 단차가 발생하도록 하였다. 실험변수는 각각 차량의 주행 속도와 안내레일의 단차이다. 속도는 20, 40, 60km/h 이며, 안내레일 단차의 크기는 10mm로 설정하였으며 각각의 모든 실험은 2회 반복 수행하였다.

## 2.2 실험결과

안내레일의 단차유무와 차량주행속도에 따라서 발생하는 신호를 분석하여 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다. 먼저, 그림4는 센서를 부착한 위치이며, 최대 변위와 가속도 및 변형률이 발생할 수 있는 교량지간의 중앙에 가속도계, 변위계, 변형률계를 설치하였다. 가속도계와 변위계는 주형하부에 각각 설치하였으며 변형률계는 상부구조 슬래브 하부에 부착하였다.

그림5는 안내레일 단차유무에 따른 차량속도별 교량응답신호를 비교한 그래프이다. 그림 5(a)는 가속도를 비교한 그래프이다. 이는 단차가 없는 경우보다 안내레일에 단차가 발생된 경우에 보다 큰 가속도가 교량에서 발생하는 것을 나타낸다. 또한, 차량속도가 증가하면 교량응답 가속도도 증가하는 것을 보여준다. 그림 5(b)와 그림 5(c)는 안내레일 단차유무에 따른 차량속도별 교량응답 최대발생변위와 최대변형률을 나타낸다. 교량응답 가속도와 마찬가지로 안내레일에 단차가 발생되었을 때 차량주행에 의하여 응답변위와 응답변형률이 더욱 크게 나타나는 결과를 보여준다. 그러나 차량의 속도증가에 따라서 교량응답 가속도는 증가하는 반면, 응답변위와 변형률은 차량속도가 증가할수록 감소하는 결과를 나타낸다.

표 1은 안내레일 단차가 있을 경우와 없을 경우, 차량 주행시 각 속도별로 센서에서 발생된 최대값을 비교한 결과이다. 주형하부에 설치된 가속도계, 변위계, 변형률계는 단차가 있을 경우 속도에 관계없이 전반적으로 측정결과가 증가하는 추세를 나타내며, 각각 최대가속도는 108~109%, 변위는 101~108%, 변형률은 101~128%의 범위로 증가하는 결과를 나타낸다. 여기서 변형률의 경우 센서부착 위치가 중립축에 가까운 단면위치에 설치됨으로서 미미한 작은 변형률 값을 나타낸다. 그러므로 단차 유무에 따른 비교는 가속도와 변위에 비하여 변동이 심한 것으로 판단된다.

표 2는 안내레일 단차유무와 차량속도에 따른 충격계수를 비교하였다. 정적최대 변위에 대한 비단차와 단차의 최대발생 변위를 사용하여 나타내었으며 안내레일에 단차가 있을 경우 전반적으로 단차가 없을 때보다 충격계수가 크게 나타나는 것을 알 수 있다. 또한, 비단차의 경우 고속인 60km/h에서 저속인 20km/h보다 작은 충격계수가 발생하지만 단차의 경우에는 60km/h에서도 상대적으로 충격계수가 급속히 작아지지 않고 상대적으로 큰 충격계수를 나타낸다. 이는 안내레일의 단차에 의하여 충격 변화량이 증가하는 것으로 판단된다.

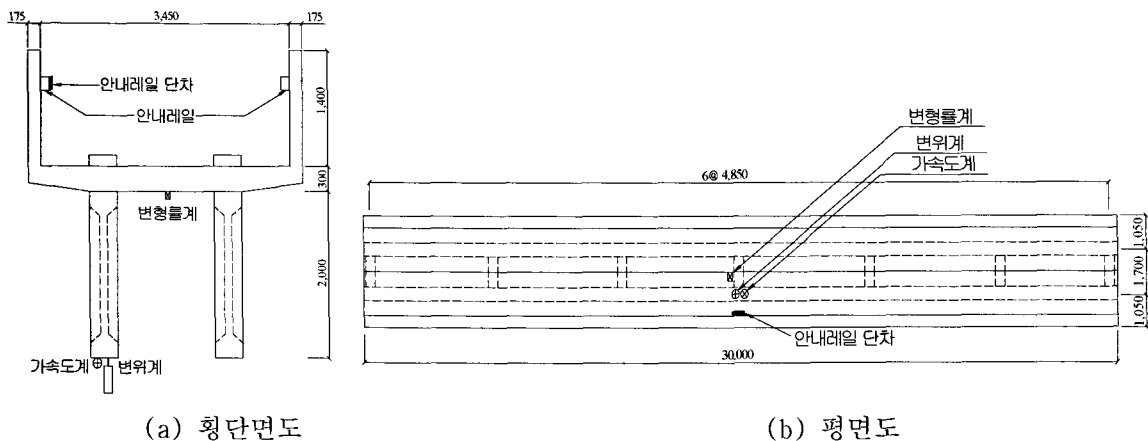


그림4. 단차 및 센서부착 위치도

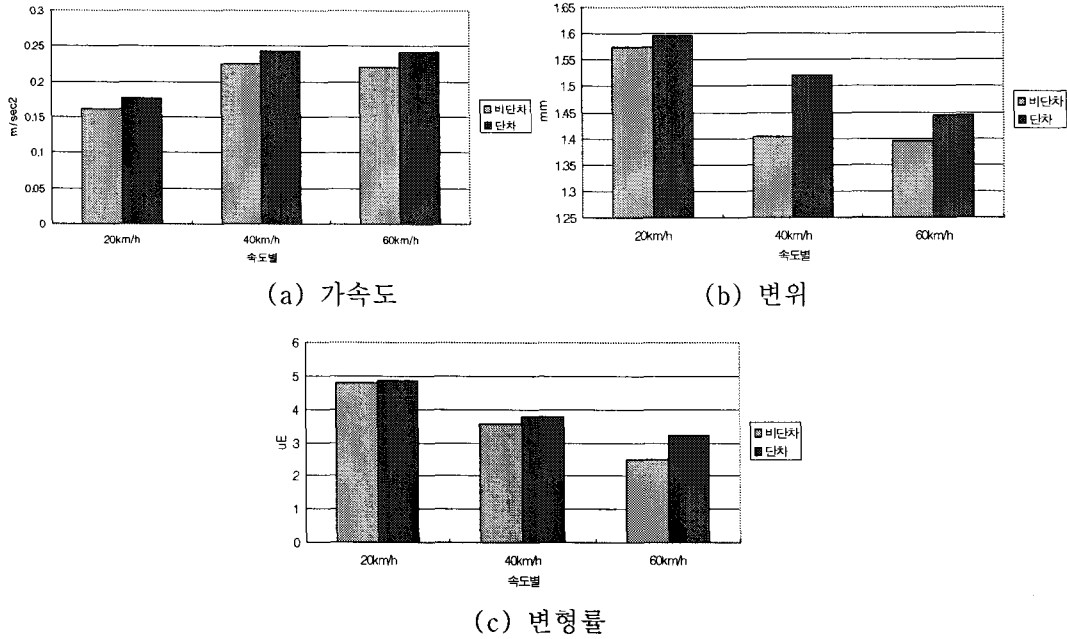


그림5. 안내레일 단차유무에 따른 교량응답 비교

표 1. 안내레일 단차유무에 따른 교량응답 최대결과치 비교

차량속도	센서종류	최대가속도 ( $m/sec^2$ )		최대변위 ( $mm$ )		최대변형률 ( $\mu\epsilon$ )	
		비단차	단차	비단차	단차	비단차	단차
20km/h		0.16	0.17	1.57	1.59	4.78	4.85
40km/h		0.22	0.24	1.40	1.51	3.58	3.79
60km/h		0.22	0.24	1.39	1.44	2.51	3.21

표 2. 안내레일 단차유무에 따른 충격계수 비교

차량속도	센서종류	충격계수	
		비단차	단차
20km/h		1.44	1.45
40km/h		1.28	1.38
60km/h		1.27	1.32

### 3. 결 론

본 실험을 통하여 차량속도와 안내레일 단차에 따른 교량의 동적응답을 정량적으로 비교분석 하였다. 교량구간에 경량전철 주행시 안내레일에 발생된 단차는 교량의 동적 응답에 더욱 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 저속보다는 고속에서 더 큰 가속도응답이 발생되었으며, 고속보다는 저속에서 더욱 큰 변위응답이 발생되는 것을 알 수 있다. 이에 따른 충격계수 역시 안내레일에 단차가 있는 경우가 그렇지 않은 경우에 비해서 더 큰 충격계수를 발생시킨다.

아울러 안내레일에 발생된 단차를 차량이 통과할 때 교량의 응답에 대한 추가적인 연구와 보안을 통해서 교량의 안내레일에 대한 조도기준을 마련하고 승차감 및 사용성 산정기준의 자료로 활용되어야 할 것이다.

## 참고문헌

1. 구정서, 한형석, 조현직 (2002년), “고무차륜 경량전철의 충돌안전도 연구”, 논문집, 제5권 제4호 pp.99~105
2. 이희업, 이준석, 방춘석, 최일윤 (2004년), “경량전철 고무차륜 AGT 하중의 동적특성을 고려한 강박스거더의 단면 최적설계”, 한국철도학회 춘계학술대회논문집, pp.271~278
3. 송재필, 김철우, 김기봉 (2002년), “노면 요철을 고려한 AGT 차량의 동적 응답 해석”, 한국소음진동공학회 논문집, 12권 12호 pp.986~993
4. 김성일, 여인호, 정원석, 김성춘 (2007년), “경량전철 교량 상부구조의 열차주행에 대한 진동 및 소음 분석”, 한국철도학회 논문집 제10권 제1호, pp.22~28
5. 최동호, 최은수, 유동호, 이희업 (2006년), “경량전철의 교량구조 및 레도구조”, 한국강구조학회지, 18권, 3호, pp.27~39
6. 이희업, 오지택, 최일윤 (2003년), “경량전철 고무차륜 AGT 시스템의 구조물 설계기준”, 한국철도학회 추계학술대회논문집, pp.516~521