

축소모형 실험을 통한 파형강판 합성 하로판형 철도교의 소음성능 평가

Evaluation on the Noise Reduction Performance of the Corrugated Steel Plate Composite Lower Route Railway Bridges using Scale Model Experiments

정영도^{*†}, 김동완^{*}, 정진일^{**}, 강윤석^{***}, 고효인^{***}

Young Do Jeong^{*†}, Dong Woan Kim^{*}, Jin il Jeong^{**}, Yun Suk Kang^{***}, Hyo In Koh^{****}

Abstract In the case of railway bridges through the downtown section is required for noise reduction performance is excellent bridge type. According to this request, the bridge of the noise barrier installation is not required and low vibration is under development. This railway bridge is corrugated steel plates composite lower route bridge. Because the bridge cross-section wraps a train, noise is reduced. In this study, we analyzed the noise reduction performance of the corrugated steel plate composite lower route railway bridge using scale model experiment.

Keywords : Railway Bridge, Noise, Scale Model Experiments, Corrugated Steel Plates

초 록 도심구간을 통과하는 철도교량의 경우 소음저감 성능이 우수한 교량형식이 요구된다. 개발 중인 교량은 웹을 파형강판으로 적용한 강합성 하로판형 교량이며 철도차량을 감싸는 단면으로 교량단면 자체가 방음벽 역할을 하는 특징을 가지고 있다. 본 논문에서는 파형강판 합성 하로판형 철도교의 단면 특성으로 인한 소음차단 효과를 확인하기 위해 축소모형을 제작하여 무향실에서 공기전달음 차단 성능평가 실험을 수행하였고 결과를 분석하였다.

주요어 : 철도교량, 소음, 축소모형 실험, 파형강판

1. 서 론

최근 들어 열차의 속도 향상과 운행빈도의 증가에 따라 철도 소음/진동에 의한 영향으로 철도연변에 위치한 주민들의 불편이 날로 증가하고 있다. 철도차량의 선로주행에 의한 소음과 진동의 요인으로 열차가 고가교를 주행할 때 발생하는 소음/진동을 들 수가 있다. 이러한 철도교량의 소음을 저감하기 위해 교량단면 자체가 방음벽 역할을 수행하는 파형강판 합성 하로판형 철도교가 개발 중에 있다.

† 교신저자: (주)포스코건설 R&D센터 인프라연구그룹 (jyd@poscoenc.com)

* (주)포스코건설 R&D센터 인프라연구그룹 ** (주)포스코건설 글로벌인프라본부 인프라기술그룹

*** 한국철도기술연구원

본 연구에서는 파형강판 합성 하로판형 철도교량의 소음성능을 확인하기 위해 축소모형 실험체를 제작하여 무향실에서 공기전달음 차단 성능평가 실험을 수행하여 파형강판 웹의 설치 전후 음원의 위치에 따른 소음저감 성능을 분석하였다.

2. 축소모형을 이용한 소음성능평가 실험

2.1 실험 개요

소음성능평가 실험은 파형강판 합성 하로판형 철도교 지간 50m 단면을 1/5 스케일로 축소하여 파형강판과 강판 상부에 적용되는 콘크리트 블록에 대해 궤도의 상선 및 하선의 레일 상면과 차륜의 중앙 위치에 스피커를 위치하여 설치 전/후에 대한 공기전달음 차음성능을 측정한다. Fig. 1은 파형강판 합성 하로판형 철도교 지간 50m 단면을 나타내고, Fig. 2는 소음성능평가 실험수행을 위한 1/5 스케일 축소모형 실험체를 나타낸다.

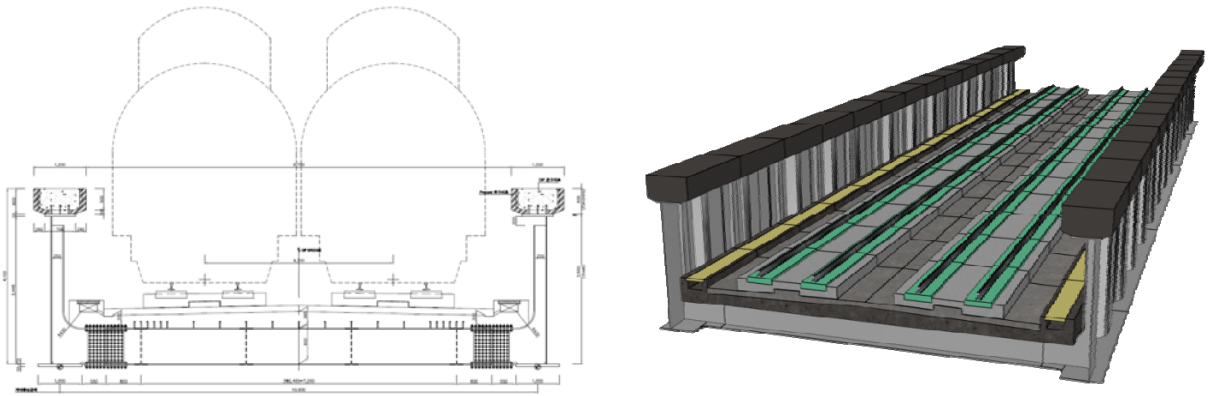


Fig. 1 The shape of corrugated steel plate composite lower route railway bridges

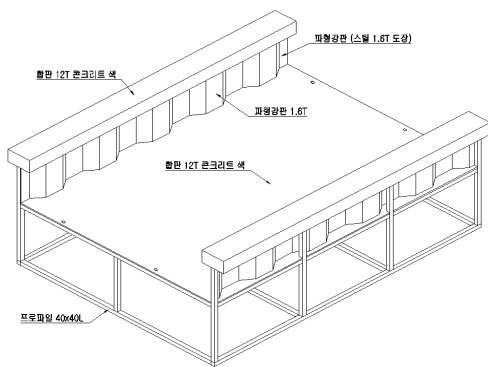


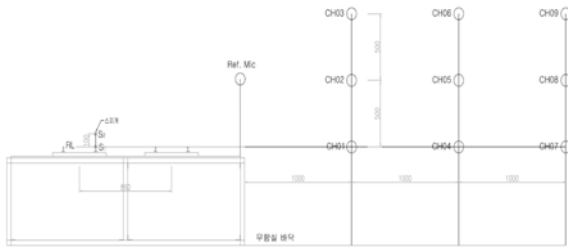
Fig. 2 The shape of scale model experimental specimens

실제 형상을 공기중에서 축척 모형으로 실험하고자 하는 경우 밀도 및 음속은 동일하지만 주파수는 아래의 식과 같은 관계가 성립한다. 즉 기하학적 축척비(N)를 10으로 가정하는 경우 실제 주파수(f_r)는 모형주파수(f_s)의 1/10로 된다. 식에서 r은 실제 모델을, s는 축척

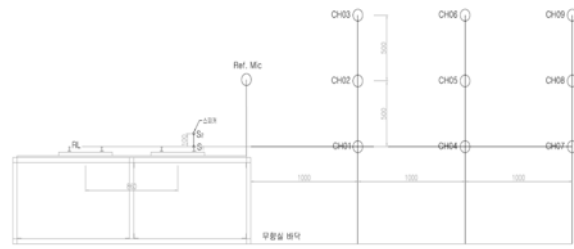
모형을 의미하고 L은 크기를 의미한다.

$$F_s = N \cdot f_r \quad , \quad L_s = L_r / N$$

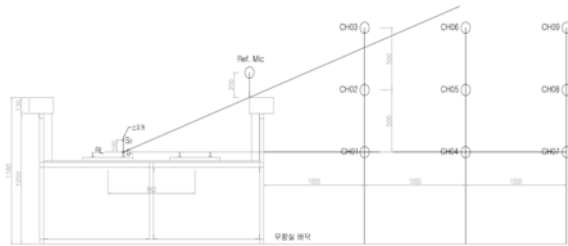
강합성 교량의 소음특성은 63Hz~2.0kHz로 본 시험체는 1/5 축소 모형으로 상기의 식에 의해 측정 주파수는 315Hz~10kHz 이며, 출력 음원은 100Hz~10kHz 대역의 핑크(Pink) 노이즈를 사용하였다. Fig. 3은 과형강관과 콘크리트 블록 설치 유/무에 따른 실험 케이스를 나타낸다. 실험은 Fig. 3, Fig. 4와 같이 음원인 스피커를 상선과 하선에 레일 상면 기준(S1)과 차륜의 중앙(S2)에 배치하여 각 음원의 위치에 따라 성능평가를 수행하였고 음원 레벨변화를 관찰하기 위한 Ref. 마이크로폰을 포함하여 총 10개의 마이크로폰을 동시 측정하였다.



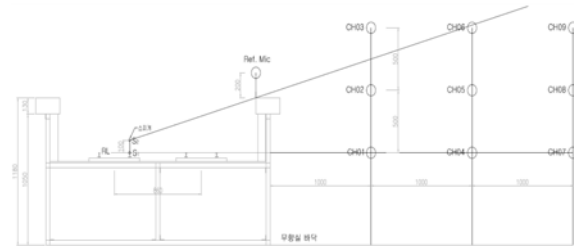
(a) Case 01(S1, S2 northbound lane)



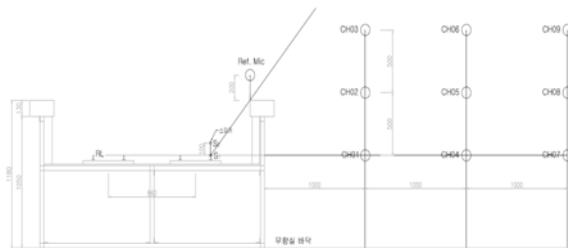
(b) Case 02(S1, S2 southbound lane)



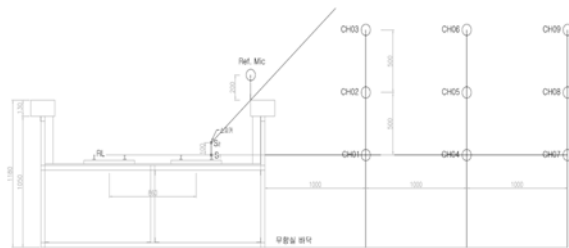
(c) Case 03(S1, northbound lane)



(d) Case 04(S2, northbound lane)

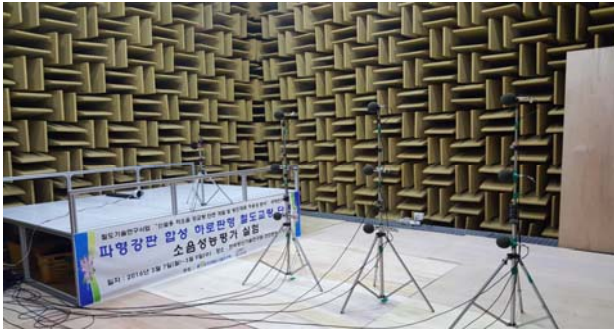


(e) Case 05(S1, southbound lane)

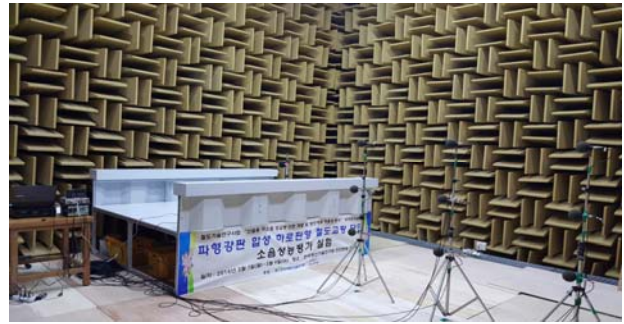


(f) Case 06(S2, southbound lane)

Fig. 3 Noise measurement case



(a) Case 01(S1, northbound lane)



(b) Case 06(S2, southbound lane)

Fig. 4 The picture of scale model experiment

2.2 실험 결과

파형강판 및 콘크리트 블록 설치 전/후의 차음성능은 마이크로폰 각 채널별로 설치 전 측정결과와 설치 후 측정결과의 차인 삽입손실을 Ref. 위치를 제외한 모든 지점(CH01~CH09)에서 산술평균하여 구하였다. 파형강판 및 콘크리트 블록 모두 설치 후 공기전달음 차단 시험 결과 상선의 경우 S1~S2 음원 위치에 따라서 5.7~6.0dB(A), 하선의 경우 10.3~9.9dB(A)의 소음저감량이 나타났다(Table 1 참조).

Table 1 Results of the scale model experiments

	MIC. CH	CH01	CH02	CH03	CH04	CH05	CH06	CH07	CH08	CH09	
Northbound lane S1	Case 01	78.1	80.3	76.9	73.8	76.7	76.0	70.9	75.0	75.3	average Reductions
	Case 03	67.5	72.7	78.9	65.6	69.4	73.3	66.0	68.4	70.2	
	Reductions	10.6	7.6	-2.0	8.2	7.3	2.7	4.9	6.6	5.1	5.7
Northbound lane S2	Case 01	77.5	80.3	78.0	74.1	75.4	75.6	72.0	73.5	74.8	average Reductions
	Case 04	66.7	72.5	78.6	64.2	68.8	72.7	66.2	67.9	69.4	
	Reductions	10.8	7.8	-0.6	9.9	6.6	2.9	5.8	5.6	5.4	6.0
Southbound lane S1	Case 02	81.1	82.3	78.6	76.6	77.3	77.0	72.9	75.3	75.1	average Reductions
	Case 05	65.0	70.2	74.8	62.4	65.7	69.5	63.3	65.3	66.9	
	Reductions	16.1	12.1	3.8	14.2	11.6	7.5	9.6	10.0	8.2	10.3
Southbound lane S2	Case 02	81.3	81.9	80.3	76.8	76.5	75.7	73.8	74.2	74.2	average Reductions
	Case 06	65.9	70.2	75.5	63.1	66.0	69.6	62.9	64.9	67.1	
	Reductions	15.4	11.7	4.8	13.7	10.5	6.1	10.9	9.3	7.1	9.9

3. 결 론

개발 중인 과형강관 합성 하로관형 철도교량은 기존 상로 형식의 철도교량과는 달리 교량단면 자체가 방음벽 역할을 수행하는 특징을 가지는 교량이다. 따라서 본 논문에서 이러한 특징을 축소모형 실험을 통하여 평가하였다. 그 결과 기존 상로교(방음벽 미설치 단면) 대비 최소 5.7dB(A)에서 최대 10.3dB(A)의 소음차단 효과를 확인하였다. 본 연구에서는 단면 형상의 특성에 따른 소음저감 효과를 분석하였지만 향후 과형강관 합성 하로관형 철도교량의 structure Borne Noise에 대한 평가도 이루어져 전체적인 소음저감 효과에 대한 평가가 이루어질 예정이다.

후 기

본 연구는 국토교통부 철도기술연구개발사업의 연구비지원(15RTRP-B072484-03)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] Esveld, C. (1989), "Modern Railway Track", Head of quality Control and Rail Technology NS Permanent Way Department.
- [2] T. Watanabe, M. Sogabe, K. Asanuma, H. Wakui, "Development of Silent Steel Railway Bridge Equipped with Floating Ladder Track and Floating Reinforced Concrete Deck", Proceedings of the 10th International Workshop on Railway Noise, Nagahama, Japan, 18~22 October 2010.
- [3] Taylor, E, 1974, "Dimensional Analysis for Engineers", Clarendon Press, Oxford.