

개방형 방음터널 개구율에 따른 풍하중 저감 연구

The Study of Opening Ratio for Wind Loading Reduction on Sound Proof Tunnel

김태민*[†], 김정태*, 박광현**, 김현무**Tae-Min Kim*[†], Jeung-Tae Kim*, Gwang-Hyun Park**, Hyun-Moo Kim**

Abstract Railway noise takes place in critical noise damages to residential area around railway. In order to reduce noise propagation transferred into the surrounding area, we attempt to block noise propagation establishing soundproof walls or soundproof tunnel. So caused by high speed railroad car and high-rise apartment with development of railway technology, it is demanded study on whether it is able to apply to existing sound proof facilities and selection of materials. In a case of railroad on bridge, especially, it comes about relatively louder noises than ones of railroad on ordinary ground. And it is demanded lots of economic cost by establishing sound proof facilities. That's why we studied that is the way on noise propagation with sound proof wall or sound proof tunnel around railroad. As result, establishing sound proof tunnel is more effective on wind loading reduction of high floors than sound proof walls, and in a case about using louver which is lightening than existing sound proof tunnel, it is reduced up to 40 % of the opening ratio.

Keywords : Railway noise, Sound proof walls, Wind loading, Opening ratio

초 록 철도 주행 시 발생하는 소음 피해를 저감하기 위해 설치되는 방음터널은 방음벽에 비해 고층부까지 소음저감이 가능한 이점이 존재한다. 하지만 방음벽에 비해 설치 면적이 크기 때문에 외부 유동에 의한 풍하중이 크게 증가하게 된다. 특히 교량 위에 설치되는 방음터널의 경우 풍하중에 의해 보강 공사가 요구되기 때문에 공사비를 크게 증가 시킨다. 선행 연구에서 기존 방음벽의 소음 저감 효과를 유지하면서 풍하중을 저감시킬 수 있는 방안으로 개방형 방음터널을 설계하였으며, 소음 저감 효과를 검토하였다. 본 연구에서는 개방율에 따른 풍하중 저감 효과 및 교량에 작용하는 단면력의 영향을 전산해석 및 축소 풍동 모델을 통해 검토하였다. 연구 결과 개구율 40 %까지는 풍하중이 감소하였다.

주요어 : 철도소음, 개방형 방음터널, 풍하중, 개구율

1. 서론

국내에서 철도 변 거주 인구는 약 450만 명이며, 60dB(A) 이상의 철도 소음 노출로 인한 피해 인구는 170 여 만 명에 이르고 있다. 이는 전 인구수 대비 3 % 수준이며, 철도 변 거주 인구의 1/3 수준이라고 알려져 있다. 사회발전과 더불어 철도 소음 노출 피해에 대한 문제가 심각해 지고 있으며, 철도 소음 저감 대책의 수립이 시급한 실정이다. 철도 소음 저감 대책에 대한 가장 이상적이고 효과적인 대안은 소음원 자체를 저감시키는 기술을 개발하는

† 교신저자: 홍익대학교 음향진동연구실(ктаemin@gmail.com)

* 홍익대학교 공과대학 기계·시스템디자인공학과

** (주)유신 환경부

것이다. 그러나 이는 설계단계에서 수행되어야 하는 실질적인 제약이 존재하기 때문에 소음 전달 경로를 차단하거나 방해하는 대안인, 방음벽 또는 방음 터널 등과 같은 방음 시설을 설치하여 소음 저감 효과를 향상하고자 한다.

철도 주행 시 발생하는 소음 피해를 저감하기 위해 방음시설을 설치한다. 방음시설 중 방음 터널은 천정부까지 방음재료로 구성되어 있어 고층부 소음 저감이 가능하다는 장점이 존재한다. 하지만 방음벽에 비해 설치 면적이 크기 때문에 외부 유동에 의해 발생하는 풍하중은 크게 증가하게 된다. 특히 교량 위에 설치되는 방음터널의 경우 풍하중에 의해 보강 공사가 요구되며 기 때문에 공사비를 크게 증가 시킨다. 선행 연구에서 기존 방음벽의 소음 저감 효과를 유지하면서 풍하중을 저감시킬 수 있는 방안으로 개방형 방음터널을 설계하였으며, 소음 저감 효과를 전산해석 및 축소모델 실험을 통해 검토하였다.

본 연구에서는 개방율에 따른 풍하중 저감 효과 및 교량에 작용하는 반발력의 영향을 전산 해석 및 1/40 scale 축소 풍동 모델을 통해 검토하였다. 검토된 풍하중은 양력 풍하중, 풍력 풍하중 및 모멘트 풍하중이며, 연구 결과 개구율 40 %까지는 전체 풍하중이 감소하였지만, 이후부터는 항력 풍하중의 증가로 전체 풍하중이 증가하는 것으로 분석되었다.

2. 본 론

2.1 1/40 scale 축소 모델 풍동 시험

개방형 방음터널의 풍하중 저감 효과를 분석하기 위해 1/40 scale 축소 모델을 제작하였다. 그림 1은 개방형 방음터널의 축소모델을 나타내며, 밀폐형 방음터널과 개구율을 10, 15, 36 및 50 % 개구율 개방형 방음터널 모델을 제작하여 개구율에 따른 풍하중 저감 효과를 분석하였다. 풍동 시험 수행은 그림 2와 같이 방음터널의 측면부 수직방향에서 15 m/s의 외부 유동에 의한 풍하중을 측정하였다. 풍하중은 항력 풍하중, 양력 풍하중 및 모멘트 풍하중을 측정하였다. 측정 결과 그림 3과 같이 개구율 증가에 따라 전체 풍하중을 결정하는 항력 풍하중이 선형적으로 감소하는 것으로 분석되었다.

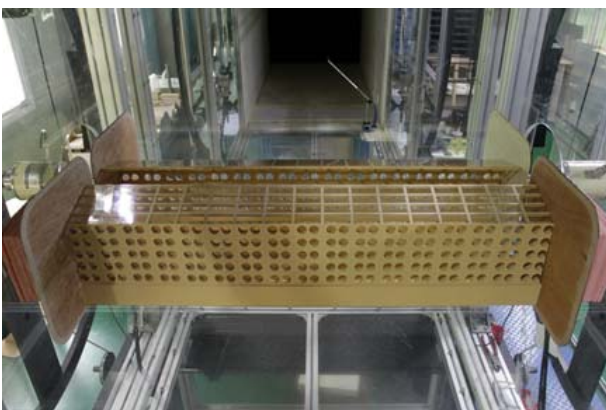


Fig. 1 1/40 scale 개방형 방음터널 축소모델

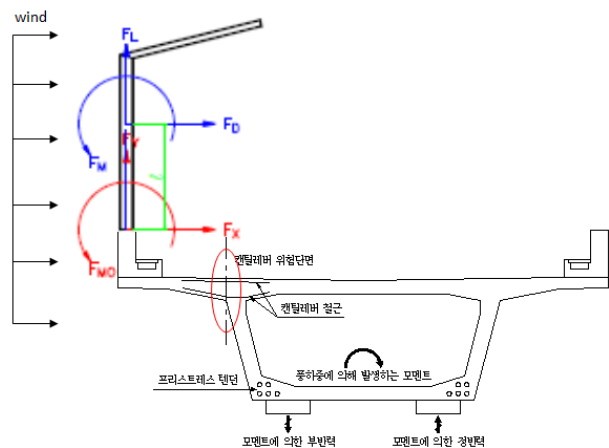


Fig. 2 교량 구조에 작용하는 하중

2.2 교량 외팔보 단면력 해석

풍하중 측정 결과를 이용하여 교량 구조 해석 상용 소프트웨어인 MIDAS사의 MIDAS Civil 2012을 이용하여 교량 외팔보에 발생하는 단면력을 분석하였다. 교량은 PSC BOX GIRDER교 모델로 구성하였으며, 해석 결과 그림 4와 같이 개구부 형성에 따라 교량 켄트레버의 단면력은 36 % 개구율 기준 9.6 % 저감, 50 % 개구율 기준 10.5 % 단면력 저감 효과가 존재하는 것으로 분석되었다.

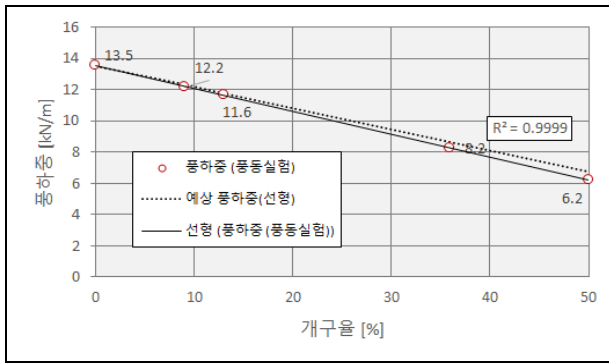


Fig. 3 개구율에 따른 풍하중 측정 결과

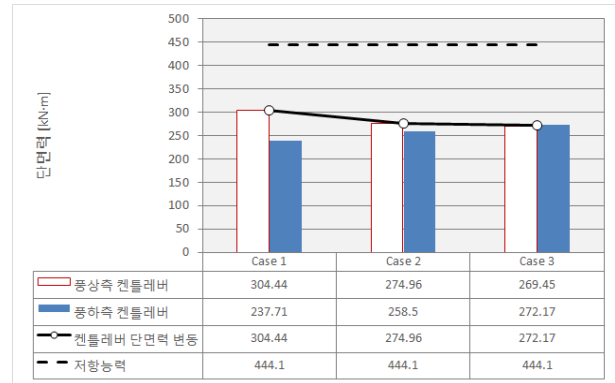


Fig. 4 개구율에 따른 단면력 해석 결과

3. 결론

본 연구에서는 철도 소음 피해를 저감하기 위해 설치되는 방음시설 중 방음터널의 풍하중을 저감 하기 위한 연구의 일환으로서, 선행 연구에서 설계한 개방형 방음터널의 풍하중 저감 효과를 전산해석 및 축소 모델을 이용하여 검토하였다. 축소 모델은 1/40 scale로 구성하였으며, 풍동실험을 통해 측정된 풍하중 데이터를 이용하여 교량에 작용하는 반발력을 해석하였다.

풍동 실험 결과 풍하중의 기여도가 큰 항력 풍하중은 개구율 증가에 따라 선형적으로 감소하는 것으로 분석되었다. 풍하중 저감에 따라 교량 외팔보에 작용하는 단면력 또한 감소하였으며 본 연구에서 설계한 개구율 36 % 방음터널의 경우 9.6 % 단면력이 감소하였다.

후 기

이 논문은 2015년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(NRF-2014R1A2A1A11052733)과 국토교통부의 “철도 선로변 지속가능 저소음화 기술개발 중 터널형 방음벽 측면 및 상부소재 해석 및 성능실험” 로 수행된 연구 결과의 일부입니다.