

축척모형실험에 의한 방음벽 보강용 수림 효과 연구

Reduced Scale Model Test for Reinforcement of Noise Barrier with Wood

⁰정성수*, 김용태*, 조승일*, 신수현*

Sung Soo Jung*, Yong Tae Kim*, Seong Il Jo, Su Hyun, Shin*

ABSTRACT

Noise reduction effect of a pine tree which was used to reinforce a noise barrier was studied by using reduced scale model test. The result show that the pine tree itself was less effective but the combination of pine tree and noise barrier was good for reducing the noise and sight.

1. 서론

현재 국내 주요 도로변 혹은 기차 선로변에 방음벽이 설치된 것을 쉽게 볼 수 있다. 방음벽의 종류도 다양하여 기존의 갤러리형과 원형타공형의 흡음형 방음벽을 비롯하여 중공 콘크리트, 투명방음벽 등의 반사형, 그리고 최근에 많이 설치되고 있는 목재형도 있다. 과거에는 단순히 소음 차단만을 목적으로 하였기 때문에 방음벽이 획일화되었던 것에 비해 최근에는 미적 감각을 많이 보강하는 추세에 있다.

방음벽은 설치 당시에는 외견상 큰 문제가 없지만 시간이 지날수록 자동차 매연 그리고 자외선과 같은 내후성 문제로 인해 미관상 흉물에 가깝게 변하는 것이 문제 거리로 남게 된다. 가장 손쉽게는 청소만 하면 될 것 같지만 금속제인 경우는 표면에 흙이 남게되어 더 나쁜 상황에 봉착하는 경우도 발생하게 된다. 따라서 최근에는 다양한 대책안들이 구상되기도 하는데 방음벽 전·후면에 수림대를 조성하는 안도 그 중 하나이다.

현재 흔히 볼 수 있는 것은 방음벽 전면에 식생 식물을 심거나 혹은 작은 나무를 심는 경우이다. 식생식물의 경우는 기후가 온화한 지역에서는 사시사철 낙엽이 지지 않기 때문에 친환경적이라고 할 수 있으며, 겨울에 낙엽이 지는 지역일지라도 상당기간 동안 녹색을 유지할 수 있는 장점이 있다. 이러한 식생식물 혹은 수림지역을 형성하는 것은 비단 시각적인 효과뿐만 아니라 소음저감 면에서도 영향이 있을 것으로 기대된다.

본 연구에서는 방음벽에 대한 보강으로서 수림 효과를 살펴보기 위해 1/10 축척모형실험을 실시하였다. 나무는 사시사철 녹색을 유지할 수 있는 침엽수인 소나무를 택하였다.

2. 실험방법

나무의 경우 나무줄기와 가지 그리고 잎으로 구성되어 있으며, 각 부분들이 음향학적으로 소음에 반응하는 주파수 범위도 달라 일종의 필터 역할을 하게 된다. 실제 나무와 같은 조건을 만족하기 위해서는 적절한 크기의 나무들을 선정해야 되는 어려운 점이 있기 때문에 여기서는 소나무 가지를

* 정희원, 한국표준과학연구원 음향·진동 그룹
E-mail: jss@kriss.re.kr
Tel: (042) 868-5307, Fax: (042)868-5643
* 한국표준과학연구원 음향·진동 그룹

일정한 높이로 유지함으로써 나무를 대신하였다. 따라서 나뭇잎의 경우 축척모형실험에서 요구되는 1/10 축척과는 다소 다른 상황이 된다. 하지만 나무를 설치함으로써 어떤 효과를 가져올 수 있는지에 대한 계략적인 경향은 볼 수 있을 것으로 기대된다.

실험은 무향실 바닥면에 음향학적으로 단단한 나무(MDF 패널: 두께 10 mm)를 설치함으로써 도로면으로 가정하였다. 방음벽은 반사형을 가정하여 아크릴(두께 20 mm, 높이 400 mm)로 만들었으며, 수음대를 가정하기 위해 소나무 가지를 스티로폼(두께 50 mm, 폭 150 mm)에 2열로 촘촘하게 설치하여 총 높이가 450 mm가 되도록 만들었다.

실험에서 음원과 방음벽 그리고 수음점의 위치는 그림 1에 나타낸 바와 같다. 측정은 각 지점에서의 음압레벨과 주파수 스펙트럼을 얻었다. 실험 조건은 방음벽만 설치한 경우, 소나무를 방음벽 전면과 후면에 설치한 경우 그리고 소나무만을 설치한 경우로 하였다.

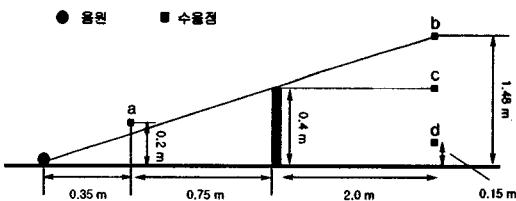


그림 1 음원, 방음벽, 수음점의 위치

3. 실험결과 분석

우선 방음벽과 소나무의 조합에 대해 즉, 방음벽만 존재하는 경우, 방음벽 전면에 소나무가 오는 경우, 방음벽 뒤에 소나무가 오는 경우 그리고 소나무만 존재하는 경우에 대해 음압레벨 측정 결과를 그림 2에 비교하였다. 결과를 보면 소나무만 설치하는 경우인 그림 2(d)가 가장 높은 음압레벨로 소나무만으로 소음을 적절하게 차단시키기 힘들다는 것을 보여준다. 이것은 곧 방음림만으로 소음을 차단시키는 것은 힘들다는 것을 뜻하는 것이며, 방

음림의 폭을 넓히던가 아니면 방음등을 쌓은 후 방음림을 형성하는 대안이 필요함을 뜻한다.

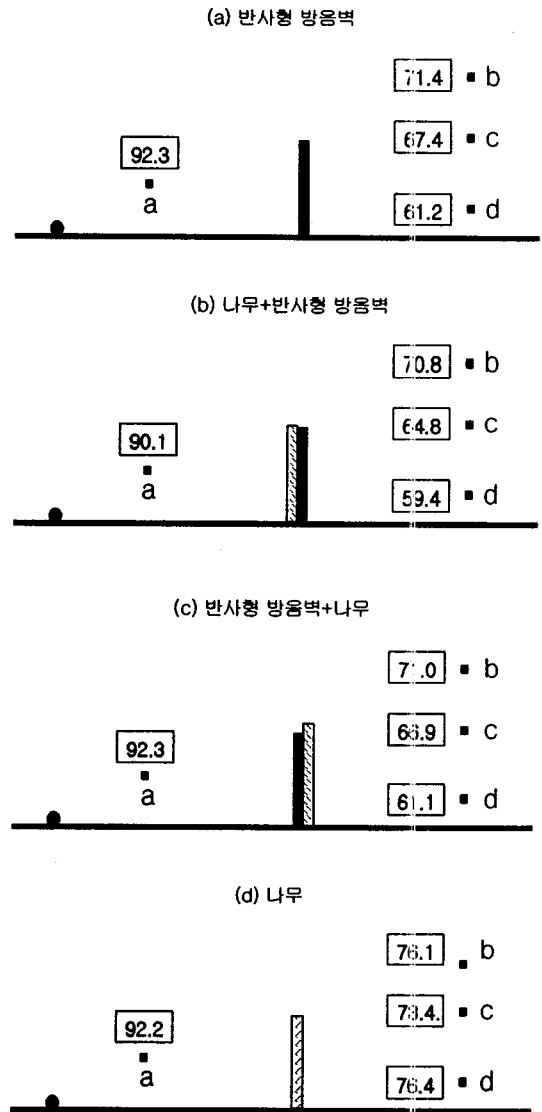


그림 2 반사형 방음벽과 수음의 조합에 따른 수음점에서의 음압레벨 비교.

그림 1(a)의 반사형 방음벽만 설치된 경우보다는 소나무를 함께 설치한 경우에 더 효과적임을 볼 수 있는데 소나무를 방음벽 전면에 설치한 경우가 후면에 설치한 경우보다 설치효과가 더 좋음을 볼 수 있다. 이러한 현상은 소나무와 방음벽 조합에

의해 방음벽의 등가 위치가 음원에 더 가까이 오는 것과 같은 효과를 가져오기 때문으로 판단된다.

소나무를 방음벽 전면에 설치함으로써 부가적으로 얻을 수 있는 효과는 차 선로 방향으로의 음압 레벨이 낮아짐에서 찾을 수 있다. 이것은 곧 나무를 방음벽 전면에 심는 경우는 방음벽 뒤 수음자는 물론 운전자들에게도 소음 감소효과를 가져올 수 있다.

소나무를 방음벽 뒤에 설치한 경우는 방음벽만 설치한 경우에 비해 그 효과가 그리 크지 않은데 이것은 곧 소나무를 방음벽에 비해 높이를 다소 증가시키는 것이 좋다는 것이기도 하다.

다음은 주파수 별로 어떤 변화가 있는지를 살펴 보겠다. 방음벽만 있는 경우와 나무만 설치된 경우 1000 Hz ~ 20 kHz까지(실측으로 환산하면 100 Hz ~ 2 kHz)의 수음점 d에서의 음압레벨에 대한 결과를 그림 3에 나타냈다. 결과를 보면 전 주파수 대역에 걸쳐 방음벽이 설치된 경우가 음압레벨이 낮음을 볼 수 있다.

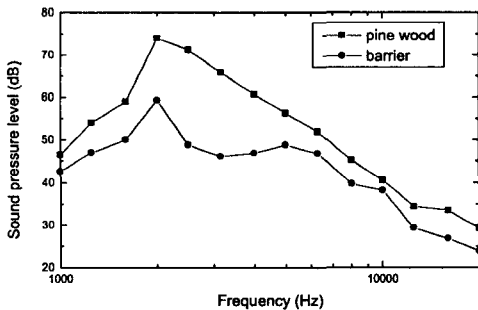


그림 3 방음벽만 설치된 경우와 방음벽 전면에 소나무를 설치한 경우 수음점에서의 음압레벨 비교.

방음벽만 설치된 경우와 나무와 조합한 경우에 대한 결과를 그림 4에 비교하였다. 결과를 보면 전반적으로 방음벽만 설치된 경우보다 나무와 조합을 이룬 경우가 전 주파수 대역에 걸쳐 낮은 음압레벨을 보여주고 있는데, 특히 소음 감쇠가 많이 발생하는 주파수 구간이 1 ~ 4 kHz 대역임을 볼 수 있다.

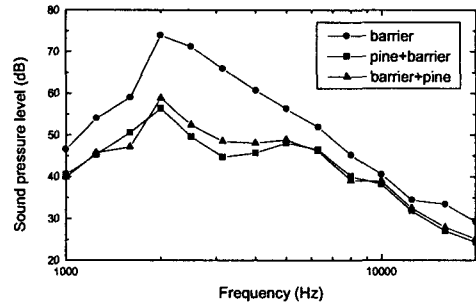


그림 4 방음벽만 설치된 경우와 방음벽 전후면에 소나무를 설치한 경우 수음점에서의 음압레벨 비교.

지금까지 방음벽과 소나무와의 조합에 의한 차음성을 살펴보았는데 주파수 구간 1 ~ 4 kHz에서 전반적으로 그 효과가 좋게 나타났다. 따라서 이 대역에서 특별히 감음효과가 큰 원인을 살펴보기 위해 임피던스관법으로 소나무 잎에 대한 흡음계수를 측정하였다. 소나무 잎은 바늘 모양을 형성하고 있으며, 본 실험에 사용한 소나무 잎의 길이는 평균 0.1 m 정도이므로 관 내경이 0.1 m인 임피던스관에서 실험을 하였고 따라서 주파수는 1.6 kHz까지로 제한하였다. 더 높은 주파수의 경우는 잎을 잘라야 되므로 실제상황과 유사성을 갖기 어렵기 때문에 실험에서 제외하였다.

실험은 2개의 마이크로폰을 사용하는 전달함수법으로 하였는데 임피던스관에 소나무 잎을 채워 총 두께가 0.05, 0.1, 0.15 m인 3 경우에 대해 측정하였다. 이때 소나무 잎을 관에 채우는 방법은 잎이 랜덤하게 하도록 하였으며, 잎을 눌러 꼭 채우는 식을 피하고 자연스럽게 넣었다. 실험은 잎을 채우고 실험한 후 제거하고 다시 채우는 식으로 해서 3번 실시한 값에 대한 평균을 택하였다. 소나무 잎에 대한 흡음계수 실험결과를 그림 5에 비교하였다. 결과를 보면 두께가 증가할수록 흡음계수 또한 증가함을 볼 수 있다. 두께가 0.05 m인 경우는 주파수 증가에 따라 흡음계수 역시 단조 증가하고 있으며 1.6 kHz에서 0.2 정도의 비교적

낮은 흡음계수를 보이고 있다. 하지만 두께가 0.15 m 정도가 되면 비교적 흡음력이 증가하게 되어 1.6 kHz에서는 0.4까지 도달하며, 결과로 봐서는 그 이상의 주파수에서는 흡음계수가 더 증가되는 추세에 있다.

본 실험에서 방음벽과 함께 설치한 소나무의 경우 소나무를 설치한 폭이 약 0.15 m 정도 되며, 1 ~ 4 kHz 사이에서 차음성능이 증가한 점을 고려할 때 연관성이 있는 것으로 보인다.

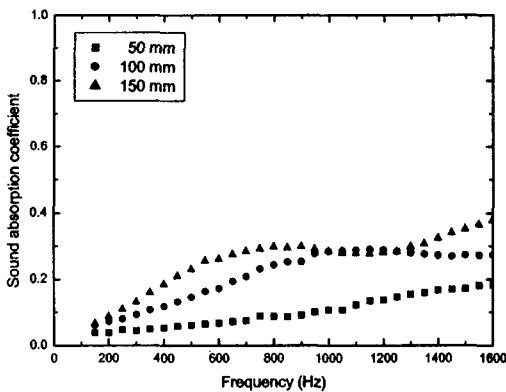


그림 5 전달함수법에 의해 측정된 소나무 잎의 두께에 따른 흡음계수 측정값 비교.

4. 결론

본 연구에서는 기존의 방음벽을 보완함으로써 친환경화를 하기 위한 방법의 일환으로 방음벽 전후면에 나무를 보강함으로써 음향학적으로 어떤 효과가 있는지에 대해 살펴보았다. 반사형 방음벽에 대해 나무와 조합한 결과, 우선 나무만으로 방음벽을 형성하는 효과는 그 폭이 넓지 않으면 소음을 적절하게 감소시키기 어렵다는 것을 알았다. 하지만 방음벽 전후에 나무를 심을 경우는 방음벽만 있는 경우에 비해 더 효과적임을 확인하였는데 방음벽 전면에 나무를 설치하는 것이 더 효과적이었다. 비록 본 연구에서는 소나무만을 대상으로 하여 음향학적 효과를 살펴보았으나 차후에는 실제 방음벽 전후면에 설치할 수 있는 적절한 수종에 대해 그 효과를 살펴보고자 한다.