

# 특집

건설공사장 소음진동

## 건설공사장 소음 저감 계획 및 방음시설

김 하 근\*  
(한국환경설계)

### 1. 머리말

방음시설은 소음원과 그 영향을 받는 부분 사이에 설치하여 소음저감효과를 유발하는 모든 차폐물을 말한다. 방음시설의 소음저감효과는 방음시설의 설치규모에 의한 회절감쇠와 방음시설의 재질 자체의 투과손실 등이 종합적으로 영향을 미치게 된다.

건설공사장에서 주로 사용되는 방음시설로는 가설방음벽, 이동식방음벽, 방음커버 등이 있다. 대부분 공사기간동안 설치하는 임시형 방음시설이 많으며, 설치가 용이하고 경량물이 주로 사용된다. 방음판 재질에 따른 방음벽으로는 경량콘크리트 방음벽과 알루미늄방음벽의 차음성능이 양호한 반면 비용은 가장 불리한 것으로 분석된다.

### 2. 방음시설 계획

#### 2.1 방음시설의 회절감쇠량

방음벽을 설치할 경우 소음은 방음벽 상단을 회절하여 전달한다. 이와 같은 회절에 의한 음의 감쇠효과는 방음벽이 있는 경우와 없는 경우의 음의 전달경로차( $\delta$ )와 음의 주파수에 따라 달라진다. 음의 경로차나 주파수가 클수록 회절에 의한 감쇠효과는 커지므로 주어진 수음점에 도달되는 음의 크기는 작아진다.

음원이 점음원(point source)이고 방음벽의 길이가 '무한히 길다' 라고 가정하면, 방음벽에 의한 소음의 회절감쇠량( $\Delta D$ ) 계산방법은 여러 가지 제안식이 있으나, 근사적인 계산식으로 前川の 제안식이 주로 이용되고 있다.

실제로 방음벽은 음영대가 생기는 방음벽 뒤편의 일부 지역을 제외하고는 대체로 커다란 소음저감을 기대하기 어렵다. 특히 방음벽의 상단이나 측면으로 전달되는 회절음은 상대적으로 파장이 긴 저주파수에서는 저감효과가 낮아진다. 기본적으로 방음벽의 성능을 결정하는 가장 중요한 변수는 방음벽 설치전·후 음의 전달경로 차이므로, 방음벽의 설치는 가능한 소음원에 근접시켜 설치하는 것이 중요하다.

방음벽은 대체로 지면에 설치되며 설치 길이는 높이보다 커야한다. 또한 실제 방음벽에 의해 달성할 수 있는 최대 저감효과(maximum net attenuation)는 20 dB(A) 정도이기 때문에 방음벽에 사용되는 패널로는 특별히 차음성능이 높은 중량물인 재료가 요구되지는 않는다. 방음벽 설계시 요구되는 총 감쇠량에 비해 방음벽 자체의 투과손실은 10 dB을 넘지 않는 경우가 많다

#### 2.2 방음시설 측면을 통한 회절의 영향

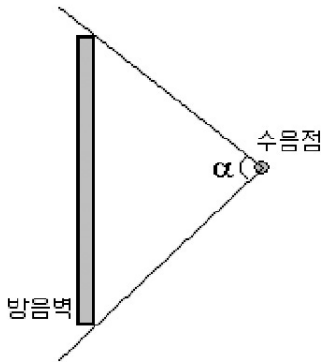
실제 방음벽은 설치길이는 무한히 길지 않기 때문에 방음벽에 의한 음의 회절은 방음벽 상단

\* E-mail : hgkim000@empal.com / (02) 401-3825

뿐만 아니라 측면을 통해서도 이루어진다. 이로 인해 회절감쇠량은 앞에서와 같이 무한(無限)길이라고 가정한 방음벽의 회절감쇠량에 비해 줄어들게 된다.

측면을 통한 회절감쇠량은 방음벽의 길이와 방음벽으로부터 수음점까지의 수직 이격거리에 따라 결정된다. 유한길이 방음벽에 의한 회절감쇠량( $A_\alpha$ )은 개략적으로 다음 식으로부터 산정할 수 있다

$$A_\alpha = A^{180} \frac{\alpha}{180} \quad (dB) \quad (1)$$



여기서  $A$ 는 방음벽의 길이가 무한하다고 가정할 경우의 회절감쇠량( $dB$ ),  $\alpha$ 는 수음점에서 유한길이 방음벽의 양끝단을 바라본 각도임.

무한길이 방음벽의 저감효과가 각각 10 dB, 15 dB, 20 dB, 25 dB라고 가정할 때, 식 (1)을 이용하

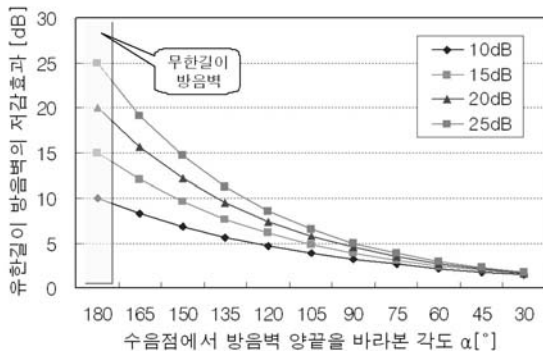


그림 1 무한길이 방음벽의 소음저감효과

여 수음점에서 방음벽 양끝단을 바라본 각도  $\alpha$ 에 따른 유한길이 방음벽의 저감효과를 나타내면 그림 1과 같다. 무한길이 방음벽에 해당하는 각도  $\alpha$ 가  $180^\circ$ 라고 하면, 각도가 이 보다 작아짐에 따라 방음벽의 저감효과는 초기에 급격히 줄어들게 됨을 알 수 있다. 즉 방음벽의 저감효과는 방음벽 설치규모에 따라 측면을 통회 우회전달되는 소음의 영향도 중요하기 때문에 설계시 방음벽으로부터 수음점까지의 직선 이격거리를 고려하여 측면회절의 영향을 가능한 줄일 수 있도록 적절한 방음벽의 길이를 산정하는 것이 필요하다.

### 2.3 방음시설의 투과손실

방음시설의 음향투과손실(sound transmission loss)은 방음벽 자체의 음향성능을 나타내는 지표로서 방음벽 설치에 따른 저감효과와 관련된다. 일반적으로 건설공사장에 설치되는 방음벽은 비교적 얇거나 경량물인 강판이나 플라스틱 등이 사용되는 예가 많으므로 패널의 투과손실을 고려하여 설계시 적절히 대응할 필요가 있다.

방음벽에 사용되는 패널의 투과손실이  $TL$  ( $dB$ ), 회절에 의한 감쇠량을  $\Delta D$  ( $dB$ )라 하면 방음벽 설치에 의한 소음감쇠량  $\Delta L_D$  ( $dB$ )는 최종적으로 다음 식과 같이 구할 수 있다.

$$\Delta L_D = 10 \times \log_{10}(10^{-\Delta D/10} + 10^{-TL/10}) \quad (dB) \quad (2)$$

방음벽의 투과손실이 크면 클수록 소음저감 측면에서 유리하지만, 실제 설계시 일방적으로 투과손실이 높은 재료를 사용하는 것 보다 회절에 의한 예상저감량을 고려하여 결정하는 것이 바람직하다.

실제 방음벽 설계시 방음벽에 요구되는 차음성능은 회절에 의한 예상감쇠량 보다 10 dB 이상이 되도록 제안하고 있다. 국내 가설용 방음시설에 사용되는 방음판의 경우 대체로 15~20 dB(500 Hz 기준) 정도의 성능을 가지고 있다.

### 3. 방음시설

건설공사장에서는 공사수행이 이루어지는 기간 동안 방음시설을 설치하고 공사가 마무리되는 단계에서 철거하는 경우가 많다. 건설공사장에서는 가설방음벽, 이동식 방음벽, 방음커버 등이 주로 사용되고 있다.

#### (1) 가설방음벽

가설방음벽은 주로 공사부지 경계선에 공사기간 동안 설치하는 방음시설로서 비교적 얇거나 경량물인 강판이나 플라스틱 재질이 많이 사용되고 있다.

#### (2) 이동식 방음벽

공사장 내 발생소음도가 큰 장비 가까이에 설

치함으로써 회절에 의한 소음감쇠량을 극대화시킬 목적으로 주로 사용되는 방음시설이다. 소음원의 작업위치에 따라 이동설치하여야 하므

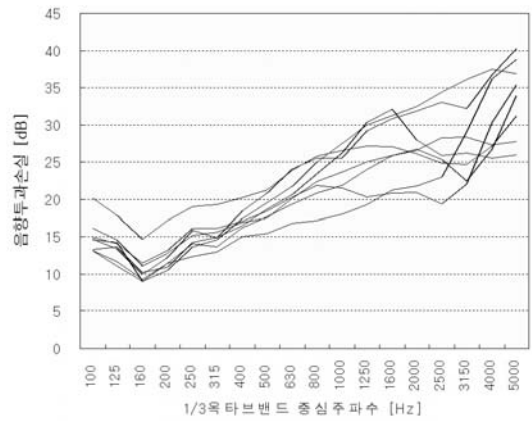


그림 2 가설용 방음판의 음향투과손실(한국건설기술연구원 자료)



그림 3 방음시설1(가설방음벽)



(a) 공기주입형 이동식 방음벽 1



(b) 공기주입형 이동식 방음벽 2

그림 4 방음시설2(이동식 방음벽)



(a) 크레인을 이용한 대형 이동식 방음커버 1



(b) 크레인을 이용한 대형 이동식 방음커버 2



(c) 크레인을 이용한 대형 이동식 방음커버 3



(d) 정치성음원(압축기 등)에 설치한 방음커버

그림 5 방음시설3(방음커버)



건물외피의 차음계획 적용 예

그림 6 방음시설4(아크릴에 의한 창의 차음성능 보강)

로 이동의 용이성이 중요하다. 또한 설치규모가 일반적으로 소규모이기 때문에 설치높이 뿐 아니라 측면회절의 영향을 최소화하기 위해 적절한 설치길이의 확보가 요구된다. 따라서 이동성이 낮거나 일정 위치에서 작업시간이 긴 건설기계에 활용되는 경우가 많다.

### (3) 방음커버(enclosure)

방음커버는 소음유발이 큰 건설기계를 전체 또는 일부를 둘러싸는 방음시설로서 가설 및 이동식 방음벽에 비해 소음저감효과가 뛰어난 경우가 많으며 방음커버 자체의 투과손실이나 지향성을 고려한 개구부의 방향이 중요한 역할을 한다. 방음커버는 잦은 이동·설치가 어렵기 때문에 특히 이동이 거의 없는 정지소음원(定置騒音源)에 한정되어 사용되는 경우가 많다.

그림 2는 국내 가설용 방음벽에 사용되는 방음판의 음향투과손실 측정결과를 나타낸 것이다. 방음판은 내부에 흡음재를 충전한 흡음형과 반사형으로 이루어져 있으며, 대부분 0.5~1.2 mm 두께의 플라스틱이나 알루미늄을 중심 소재로 총 두께는 35 mm 정도로 구성되어 있다. 가설용 방음벽의 음향투과손실(TL)은 500 Hz 옥타브대역을

기준으로 15~20 dB 정도의 성능을 가지고 있다. 실제 현장에서는 방음판 간의 틈새나 방음판과 지주부분 사이의 틈새 등에 의해 차음성능 저하가 나타날 수도 있다.

그림 3~6은 각각 가설방음벽, 이동식방음벽, 방음커버 등 소음저감을 위해 적용되고 있는 방음시설의 설치사례를 나타낸 것이다.

표 1은 건설공사장에서 발생하는 소음을 저감하기 위하여 전파경로 대책으로서 사용하는 가설방음벽의 특징과 차음성능, 경제성을 비교·분석한 것이다. 또한 최근에 개발되어 공사장에 적용되고 있는 방음시설의 개요를 함께 정리하였다. 비용은 참고자료로서 알루미늄 방음벽을 기준으로 한 상대비용을 개략적으로 나타낸 것이다.

표에서 알 수 있듯이 경량콘크리트 방음벽과 알루미늄 방음벽의 차음성능이 양호한 반면, 비용은 가장 불리한 것으로 나타났다. 폴리프로필렌 방음판의 경우 차음성능은 알루미늄 방음벽에 비해 차음성능은 불리하지만 비교적 비용면에서 유리한 것으로 나타났다. 또한, 최근에 공기주입식 이동형, 이동식 대형 방음천막(덮개형), C.P.P시스템(합판 슬라이딩, 외벽 부착형), 풍선형 방음벽도 개발되어 현장여건 및 공종을 고려하여 적용되고 있다.

표 1 방음시설(방음벽)의 특징 비교

구 분	장 점	단 점	500 Hz의 투과손실예 (소음레벨 저감량)	비용
알루미늄 방음벽	<ul style="list-style-type: none"> <li>흡음성, 차음성, 내구성 우수</li> <li>미관 우수</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>경제성 측면에서 불리</li> </ul>	30 dB	100 %
경량콘크리트 방음벽	<ul style="list-style-type: none"> <li>내구성, 내후성 우수</li> <li>가격저렴</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>흡음성이 없음</li> <li>중량이 무거움</li> </ul>	37 dB	70 %
폴리프로필렌 방음판	<ul style="list-style-type: none"> <li>흡음성, 차음성 우수</li> <li>미관을 다양하게 할 수 있음</li> <li>재사용이 용이</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>경제성 측면에서 다소 불리</li> <li>풍하중에 대한 세심한 설계 필요</li> </ul>	20~25 dB	70 %
공기주입식 이동형	<ul style="list-style-type: none"> <li>이동설치 용이</li> <li>외관상 미관 수려</li> <li>재활용(보관) 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>지면이 평탄하지 않은 경우 설치 어려움</li> </ul>	13 dB (약 8 dB(A) 저감효과)	3,470천원/개
이동식 대형 방음천막 (덮개형)	<ul style="list-style-type: none"> <li>하굴삭 소음저감에 효과</li> <li>소음 및 분진 저감</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>좁은 공간에서 이동 시 크레인 불편</li> </ul>	(거리 7.5 m : 약 10 dB(A) 저감효과)	10,200천원 (15×15×2 m)
C.P.P시스템 (합판 슬라이딩, 외벽 부착형)	<ul style="list-style-type: none"> <li>외벽 밀폐로 고층 내부공사 소음저감</li> <li>낙하·비산먼지 차단</li> <li>지속적사용</li> <li>방풍, 외부 홍보판 역할</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Guide rail 설치필요</li> <li>설치 및 제거에 시간 필요</li> </ul>	-	-
풍선형 방음벽	<ul style="list-style-type: none"> <li>브레이크 소음, 분진 저감</li> <li>재사용 가능</li> <li>보관 용이</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>소음원을 감싸는 형식으로 소음원이 이동하는 경우에 불가</li> </ul>	(거리 50 m : 약 10 dB(A) 저감효과)	1,500천원/개

주) 알루미늄 방음벽 비용을 기준으로 산정

#### 4. 맺음말

이상과 같이 건설공사장에서 주로 사용되는 방음시설을 계획할 경우 고려해야 할 측면 회절량, 투과에 의한 저감 효과 감소 등에 대해 살펴보고, 현장에서 사용되는 다양한 이동식 방음벽 등을 소개하였다. 현장에서는 부지 경계선에 가설 방음벽을 설치하고, 현장내에 이동식 방음벽 또는 방음커버 등을 설치하여 소음원 가까이에서 소

음을 줄이는 경우가 많다. 특히 도심지 공사에서는 건설 현장 주변에 고층 아파트가 많아 보다 성능이 좋은 이동식 방음벽 또는 방음커버 등이 절실히 필요한 실정이다.

#### 후 기

이 내용은 “공사장 소음·진동 관리지침서”, 환경부, 2006.12의 내용을 일부 발췌하여 정리한 것입니다. **KSNVE**