

# 방음벽의 설계인자와 성능

황 철 호\*

(한남대학교 기계공학과)

## 1. 머리말

1997년 8월 어느 날 국내 자동차 등록 대수가 세계에서 11번째로 천만대를 넘었다는 요란스러운 뉴스가 있었다. 그로부터 5년 뒤인 2002년 2월 28일 자동차 등록 대수가 1300만대를 돌파하면서 가구당 보유차량이 1대를 넘어섰다. 이는 미국의 국민 1인당 자동차 1대, 일본과 영국 등의 2인당 1대에는 못 미치지만 노르웨이나 덴마크 등 북유럽 선진국과는 맞먹는 수치이다. 자동차로 인한 환경 오염에 여러 가지가 있지만, 소음만을 기준으로 할 때, 우리나라의 교통소음 발생 절대 총량이 선진국들 뺀치게 높다는 의미이다. 이 막대한 양의 소음이 좁은 공간에서 발생되고 있다. 우리나라의 인구밀도는 세계에서 4번째로 높고, 국토의 70% 이상이 구릉과 산지인 점을 감안한다면, 면적상 인구밀도는 세계 최고가 아닐까 생각한다. 이처럼 좁은 공간에서 세계 10위권 내에 육박하는 양의 소음이 발생되고 있으니 소음발생빈도 역시 세계 최고가 아닐까 생각한다. 자동차 소음뿐만 아니라 국토가 협소하다보니 철도변까지 집들이 붙어 있으며, 현재 건설중인 경부고속철도로 인해 고속철도 소음이라는 전혀 새로운 소음원의 등장까지 기다리고 있는 실정이다.

\* E-mail : cheolho@eve.hannam.ac.kr

오늘날 환경소음의 주원인은 교통소음이다. 인류가 고안해 낸 가장 훌륭한 문명의利器중의 하나인 각종 교통수단은 소음이라고 하는 피할 수 없는 부작용을 초래하고 있는 것이다. 오염의 결과가 지속적으로 축적될 수 있는 수질이나 대기오염 등과 달리 소음은 발생 직후 소멸되는 일과성 특징을 갖고 있다. 과거에는 소음에 대한 인체의 피해 역시 청각으로 느끼는 일과성이라서 주로 생활에 불편을 주는 정도로만 인식되었다. 아마도 이러한 인식이 국가의 환경정책에서 소음문제를 상대적으로 소홀히 취급하게 한 원인이 아닌가 생각한다. 그러나 나날이 향상되는 생활의 질에 대한 국민들의 욕구는 소음과 같은 생활의 불편요소에 대해 점차 강한 거부반응을 나타내고 있으며, 일과성으로만 간주되던 소음의 인체에 대한 피해 역시 지속적이고 축적될 수 있다는 사실이 여러 가지 형태로 조사, 보고되고 있다. 흔히 스트레스로 표현되는 소음에 대한 짜증 역시 일차적으로는 심리적 불안을 초래하여 생활태도에 영향을 줄 수 있으나, 궁극적으로는 앞서와 같은 생리적 장애와 연결될 수 있다고 보고되고 있다.

환경소음을 일으키는 소음원들로는 교통소음, 기계나 시설 등에서 배출되는 소음, 그리고 생활소음 등을 대표적으로 들 수 있는데, 이들 중에서도 피해 범위가 가장 넓고 피해정도가 큰 소음원은 교통수단에 의한 소음이다. 따라서 환경소음에

서 차지하는 비중이 큰 만큼 교통소음에 대한 대책은 체계적이고 장기적이어야 한다. 모든 소음의 방지대책이 그러하듯이 도로와 철도로 대표되는 육상교통소음 대책도 그 발생원인 자동차와 열차 등의 소음 발생을 최소화하는 것이 가장 바람직하다. 그러나 이같은 방법에는 기술적, 경제적인 한계가 있게 마련이며, 따라서 많은 경우에 도로와 철로변의 방음벽 설치가 현실적으로 최선의 대안으로 떠오르게 된다. 국내에 설치되어 있는 방음벽은 2,069개소에 총 길이는 502 km(2001년 12말 기준)이며 2001년 한 해 동안 설치된 방음벽은 253개소에 길이가 64 km, 소요액이 494억원이었다. 또한 2002년 설치 계획된 방음벽은 107개소에 길이가 32 km, 소요액 429억원이다. 그러니까 한 해에 400억원 이상의 방음벽이 신규로 설치되고 있는 셈이다. 이러한 사실은 교통소음 대책에서 방음벽이 차지하는 중요성과 함께 이보다 높은 투자효과를 지닌 대체수단을 찾지 못하고 있다는 방증이기도 하다.

본 원고에서는 방음벽의 성능을 음향학적 성능과 비음향학적 성능으로 나누고 이들 성능에 영향을 미치는 인자들을 중심으로 기술하고자 한다.

## 2. 방음벽의 음향학적 성능

### 2.1 방음벽 성능의 이론적인 해석

도로변의 방음벽은 교통소음이 전파되는 경로상에서 소음에너지의 진행을 차단하는 역할을 한다. 그러나 음원과 수음자 사이의 시야를 차단한 음영지역(shadow zone)으로도 상당한 소음이 전달된다. 이는 방음벽의 효과에 한계를 주는 주요한 요인으로서 음파가 장애물을 타고 넘어가는 회절현상에 기인한다. 빛에 비하여 파장이 매우 큰 음파의 방음벽 상단에서의 회절효과는 피할 수는 없는 현상으로서, 방음벽의 소음제어는 결국 그림자 영역에서의 소음을 줄이는 작업이 된다.

방음벽 상단에서의 음의 회절을 해석적으로 정확히 계산하는 것은 쉽지 않다. 회절이론은 광학에 그 기원이 있는데, 음도 빛과 같이 파동이므로(비록 빛보다 훨씬 파장이 길지만), 회절이론은 오랫동안 음향학적 응용에 적용되어 왔다. 지금까지도 파동의 회절은 광학과 음향학의 연구에서 가장 어려운 문제들 중의 하나이다. 1896년, Sommerfield는 Huygens-Fresnel 원리에 근거하여 평면파의 반무한 방음벽에 대한 회절의 정확한 해를 제시하였다. 반무한 방음벽에 대한 Kirchoff의 회절이론을 이용하여, Sommerfield는 방음벽에 의한 음의 저감은 다음 식에 의해 근사화될 수 있다는 것을 보여주었다. 즉,

$$[Att]_{1/2} = -10 \log_{10} \frac{1}{2} \left[ \left\{ \frac{1}{2} - C_{(v)} \right\}^2 + \left\{ \frac{1}{2} - S_{(v)} \right\}^2 \right] \text{dB} \quad (1)$$

여기서,  $[Att]_{1/2}$ 는 반무한 열린 공간의 회절을 의미하며,  $C_{(v)}$ 와  $S_{(v)}$ 는 변수  $v$ 에 대한 Fresnel 적분이며,  $v$ 는

$$v = H_e \sqrt{\frac{1}{2} \left( \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \right)} \quad (2)$$

이다. 여기서  $H_e$ 는 방음벽의 유효높이이며,  $a$ 와  $b$ 는 각각 방음벽으로부터 음원과 수음점까지의 거리이다. 그림 1은 식 (1)과 식 (2)로부터 계산된 값들을 보여준다. 관측점 P는  $v > 0$  또는  $v < 0$ 에 따라 노출지역 또는 음영지역에 놓이게 된다.

광학 회절이론으로부터 유도된 식 (1)은 형태가 단순하고 해석하기 쉽다. 그러나 광학에서 파장이 음원과 장애물 사이의 거리에 비해 매우 작은데 비해 음향에서는 반대이므로 광학 회절에서와 같은 정확도의 근사를 얻기는 어렵다. 이러한 이유 때문에 실험적인 방법들이 도로방음벽의 음향학적 설계에 종종 사용된다.

### 2.2 방음벽 성능의 실험적인 해석

도로방음벽의 삽입손실(insertion loss)을 예측하기 위한 실험적인 식으로서 가장 널리 사용되는 식은 다음 식이다.

$$\Delta L = 5 \text{ dB} + 20 \log_{10} \frac{\sqrt{2\pi N}}{\tanh \sqrt{2\pi N}} \text{ dB} \quad (3)$$

여기서,  $\Delta L$ 은 방음벽의 삽입손실로서 방음벽을 설치했을 때의 음압레벨의 감음량이다.  $N$ 은 Fresnel number이며, 음이 방음벽 때문에 추가로 진행해야 하는 거리로서 주파수에 의존하는 양이다.  $N$ 은 다음과 같다.

$$N = 2 \frac{\delta}{\lambda} \quad (4)$$

여기서,  $\delta$ 는 음파의 직접 경로와 방음벽을 넘어가는 경로 사이의 경로차이며,  $\lambda$ 는 음의 파장이다. 이 실험식은 Kurze와 Anderson가 점음원에 대한 실험 데이터를 커브피팅하여 만들었다. 식 (3)과 (4)는 방음벽이 높을수록 소음저감에 더 효율적임을 명확히 보여준다는 점에서 중요하다. 식 (3)으로부터 수음점에서 음원이 막 보이기 시작할 때 즉,  $N = 0$ 일 때 5 dB의 삽입손실이 얻어진다는

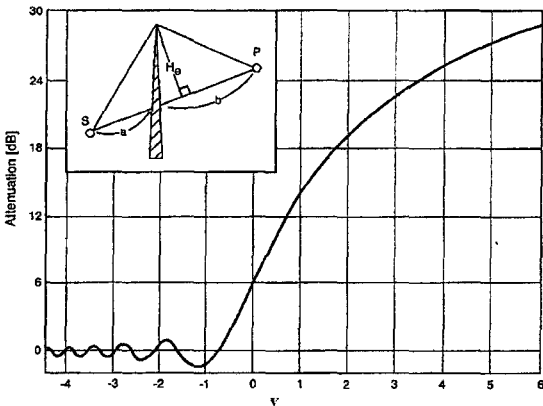


그림 1 Kirchhoff의 회절이론을 이용한 삽입손실의 계산

것을 알 수 있다. 많은 실험식들 중에서 식 (3)이 적절한 정확도를 가지고 회절에 의한 소음감소를 계산하는데 가장 간단하고 신뢰성 있다.

실제 현장 측정에서는 바람과 대기 흡음, 지표 임피던스 효과(즉, 지면 반사) 등과 같은 환경적인 영향 때문에 삽입손실은 약 24 dB 정도에서 더 이상 증가하지 않는다. 다시 말해서 24 dB보다 큰 삽입손실은 방음벽의 기하학적 배열에도 불구하고 달성될 수 없다. 따라서 식 (3)과 (4)를 사용하는 컴퓨터 프로그램들은 일반적으로 예측값이 이러한 실험 관찰과 부합되도록 24 dB를 넘지 않도록 한다.

식 (3)을 이용하여 계산한 결과들은 일반적으로 식 (2)의 Kirchhoff 이론을 이용하여 계산한 결과보다 수 dB 정도 낮게 나온다. 즉, 식 (3)은 삽입손실 근사치에 있어서 좀더 보수적인 값을 제공한다. 그림 2는 식 (1)과 (3)을 이용하여 계산한 삽입손실과 Maekawa에 의한 실험측정 데이터를 비교한 그림이다.

### 2.3 방음벽의 단면 형상과 두께에 따른 성능<sup>(14)</sup>

앞에서 제시한 해석방법들은 회절되는 음의 파장에 비해 “얇은” 방음벽들을 대상으로 하였으나, 어떤 방음벽들은 음의 파장과 비슷하거나 더 큰

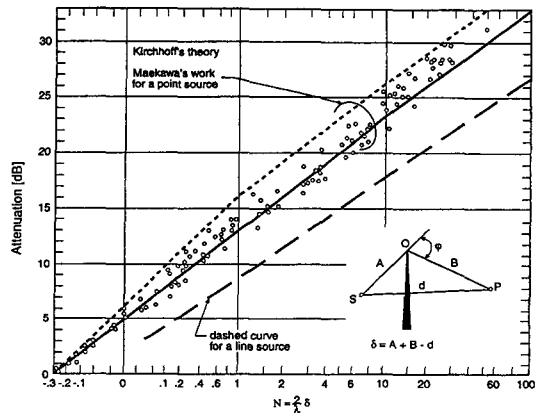


그림 2 자유공간의 반무한 방음벽에 의한 감음

두께를 가질 수 있다. 예를 들어, 빌딩이나 언덕, 제방, 깎기 지형의 도로 등은 일반적인 자동차와 트럭 소음의 파장보다 상대적으로 두껍다. Maekawa는 이러한 방음벽들에 대한 삽입손실을 등가 치수를 가진 얇은 방음벽으로 취급하여 계산하는 방법을 제안하였다.

그림 3은 두께를 무시할 수 있는 얇은 방음벽과 두께가 20 cm, 41 cm, 244 cm인 방음벽들에 대한 삽입 손실을 나타낸 것이다. 두께가 두꺼울수록 삽입손실 효과가 크나, 두께가 40 cm인 방음벽의 효과가 20 cm 두께의 방음벽에 비해 단지 0.1 dB의 삽입손실 증가만을 의미하므로 실제 도로변에 설치되는 반사형 방음벽의 경우 두께를 증가시키는 것의 비용 효율성은 극히 낮다고 볼 수 있다.

언덕이나 제방, 빌딩 등 방음벽의 단면형상에

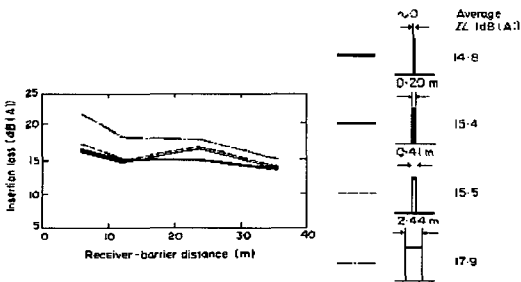


그림 3 방음벽 두께에 따른 삽입손실 변화

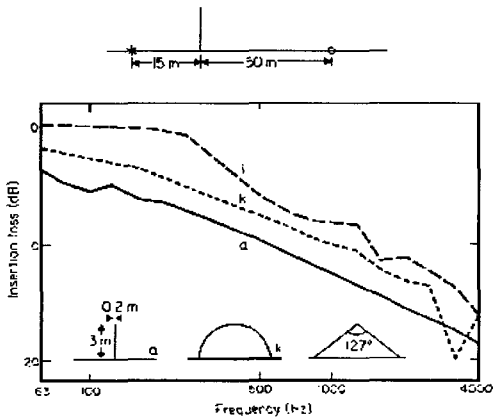


그림 4 방음벽 단면적 형상에 따른 삽입손실

다른 방음벽의 삽입손실 효과를 그림 4에 나타내었다. 수직벽 형태가 원형 단면과 삼각형 단면의 방음벽보다 회절음의 차단에서 유리하므로 삽입손실 효과가 더 우수하며, 원형 단면은 삼각형 단면보다는 방음면에서 유리하다.

그림 5는 썰기 모양 단면적을 가진 방음벽의 썰기 각도에 따른 삽입손실 변화를 나타낸 것으로 각도가 0° 일 때의 수직형에서 각도가 커질수록 삽입 손실이 증가하는 것을 알 수 있다. 그림 6은 높이 3 m의 방음벽으로부터 20 m 떨어진 지점에서의 수음점 높이에 따른 삽입손실의 효과를 나타낸 것으로, 수음점의 높이가 대략 10 m를 넘어가

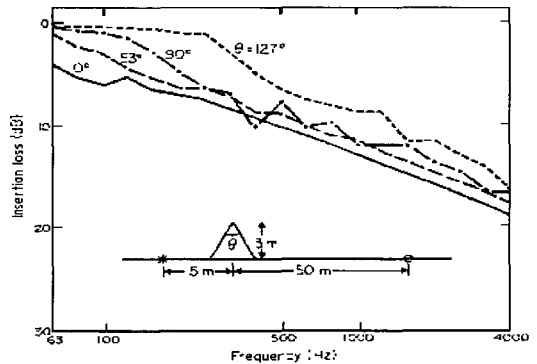


그림 5 썰기 모양 방음벽의 썰기각도에 따른 삽입손실

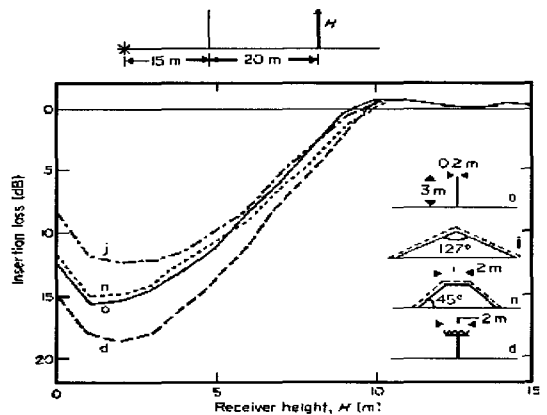


그림 6 수음점의 높이에 따른 삽입손실

표 1 간선도로에서의 방음벽 설치 위치에 따른 비용 대비 설치 효과

방음벽 위치	설치효과/비용		
	12차선(3.7 m 방음벽)	12차선(3 m 방음벽)	4차선(3 m 방음벽)
도로 가장자리	78.5	62.1	13.3
수음점 부근	88.1	74.8	16.8

표 2 돌기 지형의 도로에서 수음점과의 높이차이에 따른 방음벽의 설치효과

방음벽 설치 위치	설치효과/비용					
	간선도로와 수음점의 높이 차이(m)					
	3.0	2.4	1.8	1.2	0.6	0
도로 가장자리	33.7	33.2	36.6	34.9	35.1	62.1
수음점 부근	19.7	23.7	30.1	34.9	39.7	74.8

면 방음벽의 형태에 무관하게 삽입 손실의 효과는 거의 없어짐을 알 수 있으며, 따라서 도로방음벽의 높이가 3 m인 경우 도로변 아파트의 5층 이상에서는 방음벽의 효과를 누릴 수 없음을 알 수 있다.

### 2.4 설치 지형에 따른 방음벽의 성능

도로에서의 소음원과 수음점의 높이가 같은 경우 방음벽을 도로 가장자리에 설치하는 경우와 도로에서 수음점쪽으로 조금 떨어진 곳에 설치하는 경우의 효과에 대해 표 1에 나타내었다. 왕복 4차선과 12차선의 간선도로에 대해 평균 운행속도는 80 km/h 이다. 표에서 알 수 있듯이 도로 가장자리에 설치하는 것보다 수음점 부근에 방음벽을 설치하는 것이 더 효율적이다.

간선도로의 위치가 수음점의 위치보다 높은 경우 높이 차이에 따른 방음벽(높이 3 m) 설치 위치의 영향을 표 2에 나타내었다. 표에서 높이가 1.2 m 보다 작은 경우에는 방음벽을 수음점 쪽에, 1.2 m 보다 큰 경우에는 도로변에 설치하는 것이 효율적임을 알 수 있다.

표 3은 도로의 위치가 주위 수음점보다 높이가

표 3 깎기 지형의 도로에서 방음벽 설치 위치에 따른 효과

방음벽 설치 위치	설치효과/비용
도로변 가장자리	1.3
수음점 부근	36.0
수음점과 도로변 가장자리의 사이	14.1

3.7 m 낮은 경우에 대해 방음벽 설치 위치에 따른 설치효과를 나타내었다. 이 경우는 예상한 바와 같이 방음벽을 수음점쪽으로 설치하는 것이 방음벽의 높이를 증가시키는 것과 같은 효과를 가지므로 비용 대 효과가 가장 높다.

### 2.5 평행 방음벽의 성능

도로변 양쪽에 소음피해가 예상되는 주거지역이 있는 경우 방음벽을 양쪽에 평행하게 설치하게 되는데, 이와 같은 방음벽의 설치 형태를 일반적으로 평행 방음벽이라고 한다. 이론적인 해석에 의하면 단일 방음벽에 비해 평행 방음벽의 성능은 상당한 성능저하를 나타낸다. 실험적인 연구결과들도 방음벽의 효용성이 상대편에 있는 평행 방음벽의 존재로 인해 심각하게 감소될 수도 있음을 보여주고 있다. 그러나, 컴퓨터 시뮬레이션 모델과 축척모델 실험, 그리고 실물크기의 현장측정을 이용하여 평행방음벽에 대해 수행한 많은 연구 프로젝트들에도 불구하고, 방음벽 삽입손실에 대한 다중반사의 효과는 아직 충분히 이해되지 못하고 있다.

버지니아주 덜레스공항 인근의 도로소음 시험장 시험결과에 의하면, 4.2 m 높이의 두 수직 방음벽의 도로쪽 면에 흡음재질을 부착한 결과 방음벽 삽입손실이 2 dB에서 6 dB 증가했다. 방음벽을 기울이는 것 또한 평행방음벽으로 인해 방음 효과를 저하시키는 다중반사 효과들을 보상하는데 효과적이다. 수직으로부터 어느 한 쪽 방음벽 또는 양쪽 방음벽을 15° 기울이면 7° 기울

이는 것보다 약간 더 나은 효과를 나타냈으며, 방음벽 경사각의 효과는 두 평행 방음벽 사이의 거리와 각 방음벽의 높이에 의존한다는 것이 밝혀졌다.

평행 반사방음벽의 성능에서의 큰 성능저하를 방지하기 위해서는 방음벽 높이 대 평행방음벽 사이의 간격의 비가 1/20 보다 작아야 하며, 다중반사를 완화하기 위해 방음벽의 높이를 더 높게 하거나, 한 쪽 방음벽을 흡음형으로 하거나 방음벽을 바깥쪽으로 몇 도 기울어지게 설치하는 등 세 가지 방안이 일반적으로 제시된다.

단일 방음벽의 경우 흡음처리를 하는 것은 방음벽의 삽입손실에 크게 도움이 되지 않는다. 단일 방음벽에 흡음처리를 함으로써 기껏해야 삽입손실이 1 dB 증가함을 보여주는 연구결과가 있으며, 단일 방음벽을 흡음형으로 하는 것은 비용면에서 그다지 효과적이지 못하다.

### 2.6 방음림의 음향학적 성능

나무와 관목들을 도로소음 저감을 위한 일종의 방음벽으로 사용하는 것의 타당성에 대한 논란이 있는데, 미국 코네티컷주의 연구 결과에 의하면, 5~10 dBA의 소음도 저감을 위해서는 도로와 수음자 사이에 사철식물을 뺄뻑하게 30 m 폭으로 심어야 할 정도로 실행 가능성이 없으며, Hatano와 Hendriks는 폭이 4.5~6 m 이고 키가 2.5 m인 관목들이 겨우 평균 1~2 dB 정도의 소음저감 효과를 가지고 있으며 식물들이나 나무들을 방음림으로 사용하여 도로소음을 줄이는 것은 효과가 없다고 결론을 내렸다.

## 3. 방음벽의 비음향학적 성능

### 3.1 방음벽의 비용효과

음향학적 성능과 함께 방음벽 설계에서 고려해야 할 요소로는 비용효과와, 주변 환경과의 조화, 유지 보수 문제 등이 있다. 방음벽의 비용효과는 방음벽

의 건설 여부에 일정부분 기여하므로 여기서 간단히 언급하기로 한다. 다만, 국내에서는 이에 대한 적절한 자료가 없어 미국의 자료를 인용한다.

방음벽의 비용 효과를 결정하기 위해 가장 흔히 사용하는 방법은 방음벽의 예상 건설비용을 방음벽에 인접한 거주자들의 수로 나누는 것이다. 도로방음벽에 가까이 거주하여 "소음의 영향을 받는 주민"들에 대해 방음벽 건설을 통해 소음도를 5 dB 정도 낮출 수 있다면 도로방음벽의 건설은 대개 타당한 것으로 간주되며, 방음벽의 혜택을 받는 각 수음자들에 대해 \$25,000 이상 들지 않는다면, 방음벽은 일반적으로 비용효과가 있다고 간주된다. 미국 대부분의 주에서는 방음벽 건설에 소음저감 1 dB 당 \$5,000 이상이 들지 않으면 비용효과가 있다고 간주하고 있다.

### 3.2 방음벽의 미학

방음벽의 미학은 단순히 방음벽 재질의 외관에만 국한되지는 않는다. 방음벽은 크기가 대형인 관계로 좋은 나쁜던 간에 주변의 인상에 크게 기여하는(긍정적으로 또는 부정적으로) 상징물이 쉽게 되어버린다. 이러한 이유 때문에 미국의 뉴저지같은 주에서는 방음벽을 건축가나 조경설계사들이 설계하도록 캠페인을 벌였으며, 휴스턴은 새로운 고속도로를 하나의 건축 테마로 설계하고, 이새 고속도로의 다리들과 고가도로, 방음벽들을 이러한 테마에 맞게 설계하고 있다.

방음벽의 미학은 거주민들의 방음벽에 대한 인식과도 관련되어 있다. 예를 들어, 수음점쪽으로 기울어진 방음벽은 평행 방음벽을 비롯한 여러 상황에서 수직 방음벽보다 음향학적으로 더 유리하지만, 인근 주민들이 잘 받아들이지 않고 있다. 10~15° 정도 음원 반대편으로 기울어진 방음벽은 자동차 운전자들에게는 즐거운 일이겠지만, 반대편의 거주자들은 방음벽이 자기들쪽으로 넘어질 것처럼 보이기 때문에 좋아하지 않는다.

방음벽과 관련된 다른 미학적인 문제는 방음벽

의 불투명도이다. 현재 설치되어 있는 대부분의 도로 방음벽들은 운전자들의 시야를 차단하며 운전권을 지루하게 한다. 이러한 문제를 극복하고 주변환경과의 부조화를 해결하기 위한 한 방안이 투명재질의 방음벽이다. 투명방음벽용으로 사용되는 대표적인 재질은 PMMA와 폴리카보네이트 등 열가소성 아크릴폴리머이다. 투명방음벽이 전통적인 재질의 방음벽에 대해 갖는 최대의 장점은 미관이다. 그러나 투명방음벽의 재질로 쓰이는 플라스틱은 자외선과 오존 때문에 변색되거나 깨지기 쉽게 변하며, 도로 먼지에 의해 투명성이 훼손되므로 주기적인 청소가 필요하다. 또한, 운전자들이 느끼는 투명 방음벽의 장점은 차량이 다니는 모습을 보고 싶어하지 않는 인근의 거주자들에게는 단점이 될 수도 있다. 불투명한 방음벽으로 인한 차량통행 광경의 차단이 주민들의 소음감소에 대한 인식과 관계가 있다는 연구결과가 있다. 예를 들어, 주택의 나무담장이 방음벽으로서는 비효과적이지만, 차량들의 통행 광경을 차단하기 때문에 거주자들은 일반적으로 소음감소 효과가 있는 것으로 인식한다. 이런 점에서, 투명방음벽은 그 투명성 때문에 음향학적으로는 효과가 다소 떨어지는 것으로 주민들이 인식할 가능성이 있다.

#### 4. 맺음말

교통소음 대책에서 방음벽이 차지하는 비중에도 불구하고 국내에서는 방음벽에 대한 음향학적 평가기술 및 설계 능력의 미비, 검증단계의 부실로 인해 투자효율이 낮고 시행착오에 따른 경제적, 시간적 낭비가 많은 실정이다. 뿐만 아니라 방음벽을 혐오시설로 간주하는 경향이 많다. 이러한 인식에는 여러 가지 이유가 있을 수 있으나 가장 두드러진 이유는 방음벽이 주는 시각적 장애와 경관 훼손을 들 수 있다. 여기에 더하여 일부 잘못된 설계된 방음벽 중에는 소음문제를 오히려 증폭시키는 경우도 있으며, 부실 설계와 제작으로 제 성

능을 못하거나 설치한 지 몇 년 되지도 않아서 방음벽으로서의 기능을 잃어버리는 경우도 많다. 방음벽의 이러한 문제들은 방음벽이 갖는 본질적인 문제라기보다 기술개발과 정책 의지에 의해 해결이 가능한 것들이다.

미국이나 유럽의 고속도로에도 방음벽들이 많이 설치되어 있다. 그러나 대개의 경우 이들 방음벽은 주변 환경과 잘 어우러져 있어서 관심을 갖고 관찰하지 않는 한 그 존재를 느끼기 힘들다. 이 점은 우리나라 도로변에 확일적으로 설치되어 있는 알루미늄 방음벽의 흉물스런 광경과 대조가 된다. 여기에는 우리나라의 지리적 여건이 미국이나 유럽과 다르다는 본질적인 제약도 물론 작용한다. 무엇보다 주거지를 피해서 도로나 철도를 건설할 수 없는 것이 근본 문제이다. 그러나 이 문제를 떠나서 우리나라의 지형 조건은 교통소음 대책에 반드시 불리하지만은 않다. 평지와 구릉이 적당히 혼재되어 있는 우리의 지형은 활용하기에 따라서는 효과적인 방음벽 설치에 더욱 유리할 수도 있다. 그러나 이러한 시도가 효과를 거두기 위해서는 주어진 자연환경과 조화를 이룰 수 있는 방음벽의 선택 가능성이 폭 넓게 주어져야 하며, 동시에 지금과 같은 확일적 높이가 아닌 변화있는 높이와 길이의 방음벽 구조와 방음효과를 신속하게 평가할 수 있는 적절한 예측기술 능력의 확보가 선행되어야 한다.

현재 국내에서 방음벽의 음향학적, 물리적 사양을 결정하기 위해 사용하는 예측식들은 음향학적 장애물이 없는 평지에서 소음을 예측하기 위한 것이므로 실제 방음벽을 설치해야 하는 현장 환경과는 잘 부합되지 않은 경우가 많다. 따라서 실제 설치 예정지의 음향학적 조건들을 제대로 고려하여 설계했는지의 여부와 설계사양에 대한 과학적 근거 및 데이터의 제시를 의무화해야 할 필요가 있다. 또한 설치 후 검증단계를 필수화함으로써 부실 설계 및 시공을 방지하고 관련업계의 기술적인 향상을 도모할 수 있을 것이다. 방음벽 설계시

## 특집 I 방음벽 기술

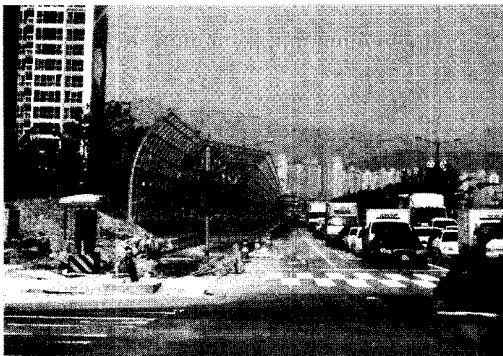
주변 경관과의 조화와 심미적인 고려를 반드시 하도록 하고 이를 위해 다양한 형상과 소재의 방음벽 설치를 장려해야 하며, 이 과정에서 가능하다면 방음벽 설치 예정지의 주민들의 의사를 반영함으로써 소음으로 인한 분쟁과 소음문제에 대한 이해의 폭을 넓히는 것도 필요할 것으로 보인다.

도심지에서 시야 확보 문제로 설치가 크게 늘고 있는 투명방음벽의 경우 본래의 목적과는 다르게 제 역할을 하지 못하고 도시의 또 다른 흉물이 되지 않도록 하기 위해서는 근본적인 재검토가 필요하다. 최근 한 지방에 설치된 투명방음벽과 유럽에 설치된 투명방음벽을 비교함으로써 투명방음벽 설치가 어떤 방향으로 가야 하는 지에 대해 검토해보기로 하자. 그림 7은 아파트 단지 앞의 도로

변에 설치된 투명방음벽이다. 이 투명방음벽은 2002년 상반기에 설치된 것으로 국내에 설치되는 투명방음벽은 대부분 이와 같은 형태를 가지고 있다. 국내에 설치되는 투명방음벽은 투명판넬의 두께가 6~8mm 정도로 얇아서 판넬의 크기가 작아질 수밖에 없으며, 따라서 금속 프레임이 바둑판과 같이 판넬을 감싸며 지지하고 있어 답답한 느낌을 주고 판넬이 울게 되면서 판넬 너머의 상이 왜곡되는 등 투명방음벽의 역할을 제대로 못하고 있는 실정이다. 또한 자외선의 영향으로 판넬이 누렇게 변하는 황변 현상과 함께 각종 먼지와 오염물질까지 부착되면 투명방음벽은 도시의 흉물로 전락해 버린다. 이에 비해 그림 8은 영국과 네덜란드에 설치된 투명아크릴(PMMA) 방음벽으

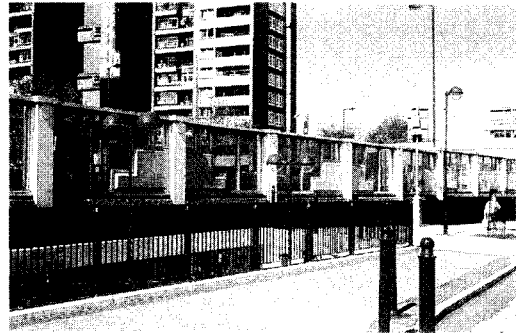


(a)



(b)

그림 7 아파트단지 앞에 설치된 투명방음벽



(a)



(b)

그림 8 유럽에 설치된 투명아크릴 방음벽



로서 국내에 설치된 투명방음벽과는 달리 도시의 미관을 전혀 해치지 않으면서 주위와 잘 조화되며 시야를 방해하지 않는다는 본래의 목적을 잘 달성하고 있다.

이제까지 방음벽은 소음 차단이라는 일차적인 기능에 역점을 둔 나머지 운전자의 시야 차단과 주민들의 조망권 침해 및 주변 환경과의 부조화 등 부작용도 많이 지적되어 왔다. 이러한 문제에 대해서 유럽 등 선진국에서는 많은 개선 노력이 있으나, 국내의 경우 아직 초보적인 단계에 머물러 있다. 공공기관을 중심으로 이러한 문제점들을 해결하기 위한 노력이 필요할 때이다.

### 참고 문헌

- (1) Maekawa, Z., 1968, "Noise Reduction by Screens," Applied Acoustics, Vol. 1, p. 157.
- (2) Fujiwara, K., Ohkubo, T. and Omoto, A., 1995, "A Note on the Noise Shielding Efficiency of a Barrier with Absorbing Obstacle at the Edge," Inter-Noise, Vol. 95, p. 393.
- (3) Hothersall, D. C., Chandler-Wilde, S. N. and Hajmirzae, M. N., 1991, "Efficiency of Single Noise Barriers," J. Sound Vib., Vol. 146, p. 303.
- (4) Crombie, D. H., Hothersall, D. C. and Chandler-Wilde, S. N., 1995, "Multiple-edge Noise Barriers," Applied Acoustics, Vol. 44, p. 353.
- (5) Bowlby, W., Cohn, L. F. and Harris, R. A., 1987, "A Review of Studies of Insertion Loss Degradation for Parallel Highway Noise Barriers," Noise Control Engineering Journal, Vol. 28, p. 40.
- (6) Matsui, T., Takagi, K., Hiramatsu, K. and Yamamoto, T., 1988, "Sound Propagation Over an Absorptive Wedge," 일본음향학회지, 제 44 호, p. 581.
- (7) Matsui, T., Takagi, K., Hiramatsu, K. and Yamamoto, T., 1989, "Outdoor Sound Propagation from a Source Having Dimensions," 일본음향학회지, 제 45 호, p. 512.
- (8) Andrew, C., May, D. N. and Osman, M. M., 1980, "Highway Noise Barrier Location for Maximum Benefit/Cost," J. Sound Vib., Vol. 71, p. 59.
- (9) Bowlby, W. and Cohn, L. F., 1986, "A Model for Insertion Loss Degradation for Parallel Highway Noise Barriers," J. Acoust. Soc. Am., Vol. 80, p. 855.
- (10) Behar, A. and May, D. N., 1980, "Durability of Sound Absorbing Materials for Highway Noise Barriers," J. Sound Vib., Vol. 71, p. 33.
- (11) Thomasson, S. I., 1978, "Diffraction by a Screen Above an Impedance Boundary," J. Acoust. Soc. Am., Vol. 63, p. 1768.
- (12) Medwin, H., 1980, "Shadowing by Finite Noise Barriers," J. Acoust. Soc. Am., Vol. 69, p. 1060.
- (13) Hu Z. and Wong, R. L. M., 1983, "Barrier Insertion Loss Versus Fresnel Number and Secondary Parameters," Noise Control Engineering Journal, Vol. 20, p. 31.
- (14) Hahek, J. J., 1982, "Are Earth Berms Acoustically Better Than Thin-wall Barriers," Noise Control Engineering Journal, Vol. 19, p. 41.
- (15) Daigle, G. A., 1982, "Diffraction of Sound by a Noise Barrier in the Presence of Atmospheric Turbulence", J. Acoust. Soc. Am., Vol. 71, p. 847.
- (16) Yamamoto, K., 1992, "Expressions of Maekawa's Chart for Computation," Applied Acoustics, Vol. 37, p. 75.
- (17) Rousseaux, P., 1984, "Sound Attenuation by Wide Barriers on the Ground," Acustica, Vol. 55, p. 293.