

방음벽의 설치효과 제고를 위한 고찰

정 인복, 강 대준*, 이 우석*, 석 광선*

(Study for Increase of the Effects of Noise Barrier)

(Il-Rok Chung , Dae-Jun Kang , Woo-Seok Lee , Kwang-Seol Seok)

1. 머리 말

도로망의 확충과 교통량의 급속한 증가에 따른 교통소음 증가는 연도주민에게 생활방해를 심화시키고 있다. 이를 저감시키기 위한 방지대책의 일환으로 진파경로상에 방음벽이 설치되고 있으나, 이의 설치부서가 서로 다르고, 또한 소음피해지역 주민의 공간분포와 도로구조 및 교통특성등을 정량화하여 종합적으로 반영하지 않고 설계·시공하고 있어 방음벽 효과를 크게 기대할 수 없는 실정이다.

따라서 본고에서는 방음벽의 효과를 제고하고 규격의 통일성을 기할 수 있는 방안 등에 관하여 살펴보고자 한다.

2. 교통소음의 실태와 방음벽 설치현황

가. 고속도로변 소음도

'89 년도에 고속도로변을 대상으로 조사한 결과에 의하면 표 1과 같다.

표 1. 고속도로변 지역의 평균소음도 dB(A)

구분 도로명	주거지역환경기준		거리별소음도낮시간		
	낮	밤	도로단	20 m	40 m
서울-대전	65	55	81	70	67
기 타			75	64	60

* 국립환경연구원

나. 방음벽 설치현황

년도별 방음벽 설치현황은 표 2와 같다.

표 2. 년도별 방음벽 설치현황

년도별	설 치 개 소	총 길이 (km)	설 치 부 시	에 산 (억 원)
'87 년이전	14	32	도로공사등 2	-
'88 년	23	17	철도청등 4	54
'89 년	46	9	건설부등 11	31
'90 년예정	51	14	서울시등 12	50

'90 년도 현재 방음벽은 설치개소 134 개소에 총연장 72 km 로 추정된다.

참고로 '89 년 초까지 고속도로변에 설치된 방음벽은 47개소에 총연장 11.5 km 였으며, 이들 방음벽에 의한 피해지역에서의 방음효과는 10 dB 이내였다.

3. 방음벽의 설치효과 제고를 위한 방안

가. 설치대상지역의 선정

교통소음에 민감한 지역 (학교·병원, 주거지등 : 이하 보호대상이라 한다) 을 대상으로, 당해지역의 교통소음이 표 3의 소음환경기준을 크게 초과하여 생활피해가 크며, 인구민도가 높고 민원이 빈번한 곳부터 우선하여 설치대상지역을 선정한다.

표 3. 소음환경기준

Leq dB(A)

구 분	용도 지역별	기 준	
		낮 (06~22)	밤 (22~06)
인 반 지 역	학교·병원지역	50	40
	주거지역	55	45
	상업·준공업지역	65	55
	공업지역	70	65
도로변 지 역	학교·병원·주거 지역	65	55
	상업·준공업지역	70	60
	공업지역	75	70

* 도로변 지역 : 인반도로의 경우 도로단에서 왕복차선수×10 m 이내의 지역, 고속도로의 경우 도로단에서 150 m 이내의 지역을 말한다. 소음환경기준의 적용구분등

① 각 보호대상에 대한 소음환경기준의 적용 시간대는 학교는 낮시간대, 병원·주거지등은 밤시간대를 원칙으로 한다.

② 보호대상지역의 교통소음 측정위치등은 다음 5항을 참조하기 바란다.

다. 설치할 방음벽의 종류별 사용구분

① 반사형 방음벽 (콘크리트 판벽등 : 저가)
도로 (이하 횡도를 포함한다) 의 한쪽에 만 보호대상이 있거나, 반대측 수운자에 대한 반사음 영향이 전혀 문제되지 않을 때 설치한다.

② 흡음형 방음벽 (금속흡음판벽등 : 고가)
도로양쪽 모두에 보호대상이 있거나, 한 쪽에만 방음벽을 설치할 경우 반대측 수운자에 대한 반사음 영향이 문제될 때 설치한다.

라. 방음벽에 사용되는 방음판의 음향성능 및 구조기준등

(1) 음향성능기준

① 투과손실 : 방음판 (흡음형 또는 반사형) 의 투과손실은 수운자위치에서 방음벽에 기

대하는 차음효과에 10 dB 를 더한 값 이상으로 한다.

일반적으로 간향실험에 의한 방음판의 투과손실은 400 Hz음에 대하여 25 dB (최저 20 dB) 이상, 1,000 Hz음에 대하여 30 dB 이상을 표준으로 한다.

② 흡음율 : 흡음형에 한하며 간향실험에 의한 방음판의 흡음율은 400 Hz음에 대하여 70 % 이상, 1,000 Hz음에 대하여 80 % 이상을 표준으로 한다.

(2) 흡음형 방음판의 재료규격 및 크기

사용재료의 통일성을 기하기 위한 재료규격과 방음벽 보수시의 호환성을 확보할 수 있도록 표준형 흡음판의 크기를 다음과 같이 제시한다.

① 방음판 사용재료의 규격 : 금속흡음형 방음판에 사용되는 재료의 규격은 표 5와 같다.

표 5. 재료의 규격표

번호	명 칭	재 질 규 격
1	알 판	KS D 6701 의 A 5052P, 또는 동등 이상의 것
2	뒤판, 측면판	KS D 3506
3	흡 음 재	KS F 4713 에 정한 암면흡음재의 경우 밧도 150 kg/m ² 인 것이나, KS F 4721 에 정한 유리면 흡음재의 경우 밧도 32 kg/m ² , 또는 동등 이상의 것
4	흡음재 보호	PVC (폴리불화비닐) 필름 21 μ 또는 동등 이상의 것
5	집시리벳 (blindrivet)	알루미늄 합금 3.2 Φ
6	Senl 재	5 배 방포한 크로로프렌 고무로 두께 2 mm, 폭 30 mm 의 것

한편, 이들 자재는 다음과 같은 특성이 있어야 한다.

· 굽힘과 충격에 대해서 충분한 강도를 가져야 한다.

· 불연성은 특히 중요한 조건으로 교량등에

에서 경량화를 도모하여야 할 경우도
최소한 준분연성은 되어야 한다.

- 가급적 햇빛 반사가 적어야 한다.
- 내후성에 관해서는 10년간의 내성을 목
표로 한다. 그러기 위해 흡음판은 표면
의 구멍난 쪽으로 빗물등의 침입에 따
른 흡음재의 흡수, 구멍막힘, 변질등을
방지하기 위하여 흡음재 표면을 내후성
이 우수한 특수피름 (PVC 피름등) 으로
건체를 피복처리 한다.

② 금속흡음형 방음판의 규격 : 방음판의 크기
는 길이 1,960 ± 2 mm (혹은 3,960 ± 4),
높이 500 ± 3 mm, 두께 95 mm 를 표준으로
한다. 사용자재변 두께는 앞판 1 mm, 뒷판
및 측면판 1.6 mm, 흡음재 50 mm 를 표준
으로 한다.

(3) 구조인반

① Galley형의 경우 계구부(slit)는 가급적
하향 45° 내외로 하여 아래 방향에서 반
생하는 교통소음을 흡음시키는데 유리하도록
한다.

② 계구부의 배면형상은 지주의 종선과 조화
를 이루어 미관상 좋도록 한다.

③ 판넬내부에 태양광선이나 우수등의 유입을
막아 흡음재를 가능한한 연화시키지 않도록
하고, 하단부에 배수구를 둔다.

④ 단면형상 및 판넬의 구상이 비교적 단순
하고, 가공성이 좋아야 하며 다음의 특징
을 갖도록 한다.

- 앞판과 뒷판등의 접속은 응력부재로 접
시리벳 (blind rivet)을 사용한 calking
방식, seaming 방식, spot 용접방식등으로
한다.

- 하단접속 부분은 한쪽으로부터 경사진 구
조로 하여, 이음새가 꼭 들어맞도록 하
고, 내부배수가 용이하도록 한다.

- 판넬뒤판은 횡방향으로 bending 하여 강
성의 향상을 도모하고, 미관의 개선도
배려한다.

⑤ 판넬 앞판 양쪽에는 표 5의 seal재를 부
착하여, H 강 지주에 조립시 기밀성을 갖

도록 한다.

(4) 판넬의 설치방법

① H 강 지주에 흡음판넬을 조립한 경우 고정
용 스프링등으로 하며, 고정용 스프링은 다
음 특성을 가져야 한다.

- 재질 : 스프링은 KS D 3701 의 SPS 1 또는
동등 이상의 것을 사용한다.

- 표면은 용융아연으로 코팅된 것을 사용하
다.

- 지주와 판넬 사이의 간격에 대해서 유효
하게 작용하여야 한다.

- 고정용 스프링은 최대 수축길이에서 450
kg 이상의 하중에 견디고 규력이 생기지
않아야 한다.

② 교량의 선축부, 좌축부등에는 표 5의 6과 같
은 seal재를 2 배 (2mm × 2) 한 것을 판넬
양면에 부착하여 H 강 지주에 밀착 고정한다.
(고정용 스프링은 사용하지 않는다)

③ 교량 고가부등에 흡음판넬을 설치한 경우
고가 밑에 도로나 사람등이 접근할 때가
많으므로 낙하에 따른 위험을 방지하기 위
해 판넬 낙하방지장치 (와이어루프등으로 부
착 고정) 를 설치한다.

(5) 방음벽의 하중조건등

방음벽에 대한 설계하중은 지진 및 풍하
중에 대하여 고려하여야 하며, 그 내용은
다음과 같다.

① 설계진도 : 수평진도 0.2 cm/sec. 이상, 수직진
도는 원칙적으로 고려하지 않는다.

② 풍하중

- 지주 및 기둥 } 교량의 고가부등
 } : 300 kg/m² 이상
 } 도공부 : 150 kg/m² 이상

- 벽체 (판넬, 후레이 포함) : 300 kg/m²
 } 이상

한편, 방음벽은 보호책과 전용하지 않음은
원칙으로 한다.

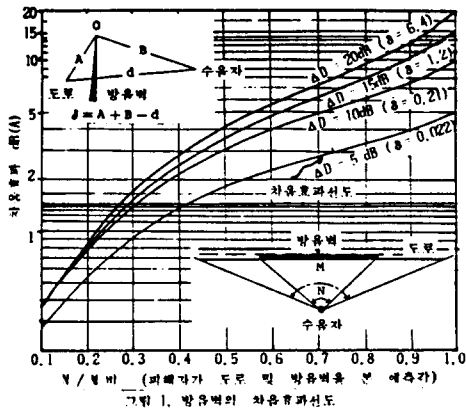
4. 방음벽 크기의 결정

방음벽의 크기는 방음벽에 기대하는 차음효과에
따라 결정되며, 차음효과는 최소한 방음벽 설치대

상지역의 소음환경기준과 당해지역 보호대상의 교통소음 실측치 (또는 예측치)와의 차가 되어야 한다.

이 차를 그림 1의 차음효과 선도에 대비시켜 최적의 방음벽 크기를 결정하며, 그 요령은 다음과 같다.

(1) 방음벽에 기대하는 차음효과를 그림 1의 차음효과 선도에 플로팅 한다.



(2) 플로팅된 각 점에 해당하는 δ와 N/M의 비를 구한다.

① δ는 전파경로차로 그림 1중의 좌측상단 그림의 수식으로 구하며, 그로부터 방음벽 높이가 산출된다.

• 도로상의 음원의 위치는 방음벽으로부터 수평거리 D ■ 떨어진, 로면높이 0.5 ■ 지점으로 한다. (수평거리 D는 방음벽에서 가장 가까운 차선의 중심선과 가장 먼 차선의 중심선 사이의 거리를 곱한 값을 평방근한 값이며, 콘크리트제의 중앙 분리대가 있을 경우는 편도차선에 한하여 적용한다)

• 수음자의 위치: 보호대역중 수음자 위치는 다음 5항을 참조하기 바란다.

• 전파경로차 δ에 따른 무한장 방음벽의 최적감쇠치 ΔD는 다음 식으로 구한다

$$-0.2 \leq \delta < 0 \text{ 일때}$$

$$\Delta D = -\log(-\delta)$$

$$\delta = 0 \text{ 일때}$$

$$\Delta D = 3$$

$0 < \delta \leq 0.2$ 일때

$$\Delta D = 15.5 + 10 \log x$$

$$(\sqrt{1.2 \pi \delta} / 2 \cdot \tanh(10\sqrt{\delta}))$$

$0.2 < \delta \leq 2$ 일때

$$\Delta D = 12 + 20 \log x$$

$$(\sqrt{2 \pi \delta} / 2 \cdot \tanh(\sqrt{1.2 \pi \delta}))$$

$2 < \delta \leq 14$ 일때

$$\Delta D = 14 + 12 \log x$$

$$(\sqrt{0.5 \pi \delta} / \tanh(\sqrt{1.2 \pi \delta}))$$

$14 < \delta$ 일때

$$\Delta D = 22 \text{ dB(A)} \dots \dots \dots (1)$$

② N/M 비는 그림 1중의 좌측하단에서 보는바와 같이 수음자 위치에서 도로로부터 (수음자 위치에 교통소음이 영향하는 도로구간) 관측각에 대한 방음벽을 본 관측각의 비이며, 그로부터 방음벽 길이가 산출된다.

(3) 산출된 각각의 방음벽 높이와 길이를 곱하여 최소면적의 것을 선정하면 최적방음벽 크기가 결정된다.

주1) 도로구조 (구배, 커브등)에 따라 수음자에 미치는 교통소음의 지향성에 차이가 클때는 지향성이 큰 쪽으로 방음벽을 치우쳐 설치하는 것이 바람직하다 하겠다.

주2) 로면높이가 수음자 높이보다 상대적으로 높은 상토 도로단이나 이와 반대인 절토 도로의 절토상단에 방음벽을 설치할 경우는 방음벽의 높이를 낮추는 대신 길이를 길게하여야 차음효과를 높일 수 있다.

5. 수음자 위치의 선정

수음자 위치란 방음벽 설치대상지역의 보호대상 중에서 교통소음의 피해가 크게 영향하는 곳으로 측정위치 또는 예측위치라 하며, 그 위치는 다음 요령으로 하는 것이 합리적이라 생각한다.

① 수평방향: 보호대상중에서 교통소음도가 가장 높은 건물과 도로의 길이방향 보호대상의 양끝중 교통소음도가 높은 건물의 벽으로부터 도로쪽으로 각 1 m 떨어진 곳 (다만, 건물표면이 열 수 있는 구조 (창문, 출입문등) 일

경우에는 연어둔 상태로 함)

㉔ 수직고도 방향

- 보호대상건물이 2층 이하인때 : 1층 바닥면 기준 1.5m 높이
- 보호대상건물이 5층 이하인때 : 1층 및 3층 바닥면 기준 각 1.5m 높이
- 보호대상건물이 6층 이상인때 : 1층 및 5층 바닥면 기준 각 1.5m 높이

㉕ 측정위치는 위에 기술한 수평 및 수직고도 방향의 교점을 각각의 측정위치로 한다.

6. 뗏는 막

방음벽의 설치효과를 제고하기 위해서는 설치대상지역 선정의 객관성 확보와 더불어 보호대상에 대한 소음환경기준의 적용시간대 및 방음벽 종류별 사용구분을 명확히 한후, 도로구조 및 교통특성, 보호대상의 공간분포등을 고려하여 방음벽에 기대하는 저감목표치를 설정한다.

이 저감목표치를 달성할 수 있는 최적의 방음벽 크기 (높이 및 길이) 를 차음효과선도로부터 도출하여 설계·시공하는 것이 바람직하다 하겠다.

참 고 문 헌

- 1) 이종우외 7 (1987, 1988), 도로교통소음 저감유 위한 종합대책에 관한 연구 (I, II), 국립환경연구원
- 2) EPA (1977), A Manual for the Review of Highway Noise Impact, Wyle Labs/Wyle Research, A₁ ~ D₃
- 3) Department of Transport Welsh Office (1988), Calculation of Road Traffic Noise, Her Majesty's Stationery Office, p4 ~ 87
- 4) D. N. May (1980), The Optimum Weight of Highway Noise Barriers, J. Sound & Vib, 68 (1), p2 ~ 13
- 5) Louis F. Cohn (1981), Highway Noise Barriers, TRB/NCHRP/SYN-87, A₁ ~ A₇

- 6) Patric F., Cunniff (1977), Environmental Noise Pollution, John Wiley & sons, Inc, p72~74
- 7) 환경기술연구회 (1978), 환경 クセメント 又ニコクル, 이공신사, p605~626
- 8) 정인록 (1983), 유한장애 의한 직선도로 교통소음의 저감대책에 관한 연구, p5~23.
- 9) 일본건축학회 (1981), 실무적 소음 대책지침, 기보당판
- 10) 子安외 4 (1982), 소음진동 (상, 하권), コロナ사
- 11) 平野興彦 (1983), 도로교통소음의 예측대책, 산업토 환경 ('83, 2), p78 ~ 86
- 12) 환경청 총무과 (1981), 환경육법, 일본환경청
- 13) 中村 眞 竹本恒行 (1977), 도로교통소음의 방지대책, 일본도로공단, Vol1, No. 4, p9~16.