

제 14 편 방음시설



목 차

1. 개 요	333
1.1 적 용	333
2. 방음벽	334
2.1 방음벽의 정의	334
2.2. 설계기본 이론	334
2.2.1 회절 감쇠치	335
2.2.2 투과손실치	337
2.2.3 방음판의 반사	339
2.2.4 직접음 감쇠치(incident sound loss : ΔLin)	340
2.3. 설계기준	341
2.3.1 설치장소	341
2.3.2 구조	343
2.3.3 음향성능 및 재질기준	344
2.3.4 소음원 결정	345
2.3.5 수음점 결정	345
2.3.6 설치위치	345
2.4. 방음벽의 설계	347
2.4.1 설계시 고려사항	347
2.4.2 설계 흐름도	348
2.4.3 교통량 예측	348
2.4.4 고속도로 소음 예측식	349
2.4.5 방음벽 높이	349
2.4.6 방음벽 길이	352
2.4.7 방음벽 선정	356
2.4.8 설치 시 준수사항	360
2.5. 방음벽의 미관대책	361
2.5.1 방음벽의 미관요소	361
2.5.2 방음벽 식재	364
2.6. 사후 유지관리	365
2.6.1 방음벽의 점검	365
2.6.2 방음벽의 유지 및 보수	366
2.6.3 출입문 설치	369
2.6.4 방음벽의 성능평가	370

3. 방음터널	371
4. 방음독 및 방음림	372
4.1 설치장소	372
4.2 설치방법	374
4.3 설치효과	375



1. 개 요

도로는 국가 기간산업의 발전을 촉진시키고 지역의 균형발전과 국민의 삶의 질 향상을 위해 중요한 사회간접자본이나, 도로 건설에 의한 지형변화, 생태계 파괴 및 도로개설 후 통행차량에 의한 주변지역 소음, 대기오염등의 영향으로 자연 및 생활환경의 변화를 초래하게 된다. 도로 통행차량에 의한 소음 영향은 생활의 쾌적성을 저해할 뿐만 아니라 가축의 생식 및 생장저해 등 여러가지 문제를 야기시키고 있다.

본 편에서는 환경영향 저감요소 중 소음저감대책용 시설물인 방음시설의 설계요령을 제시하였다.

1.1 적 용

방음시설은 소음의 전달과정에서 음을 차단하거나 음의 회절에 의해 소음을 감쇠시켜 일정기준 이하로 낮추는 소음저감대책용 시설물로서 도로인접지역의 생활환경을 보전하는 것을 목적으로 설치하는 환경대책시설을 말하며 시설물의 종류에는 방음벽 · 방음터널 · 방음둑 및 방음림 등 다양하다.

본 편에서는 환경대책시설중 가장 경제적이고 소음저감효과가 우수한 방음벽을 중심으로 방음터널, 방음둑 및 방음림의 설계에 대한 기본적인 사항을 제시하였다.



2. 방음벽

2.1 방음벽의 정의

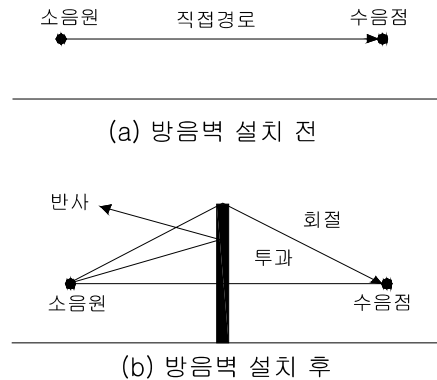
방음벽은 소음의 전달 경로상에 대한 대책으로써 음원인 도로와 수음점 사이에 소음을 저감시킬 목적으로 설치하는 도로교통 소음저감 시설의 하나로서 방음판, 지주 및 부속재료(조립재료), 기초로 구성된다. 이것은 음의 회절감쇠를 기대하는 것이며, 용지적인 제약이 적고, 도로교통 소음대책으로써 가장 효과가 있는 대책중의 하나이다. 방음벽 설계는 음향적, 비음향적 특성 분석을 통하여 디자인이 선택되며 도로운전자 뿐만 아니라 주민들의 관점에서 주변 경관과 어울리는 재질 · 질감 · 색채 등을 선택하여 친환경적인 방음벽을 설치한다.

2.2. 설계기본 이론

방음벽은 소음원과 수음점 사이에 설치하여 소음의 전달경로를 길게 하는 것으로, 방음벽의 설계를 위해서는 감쇠치의 계산 및 설계에 대한 기본이론의 이해가 필요하다.

도로와 인접지역 사이에 장애물이 없는 경우 <그림 2.1(a)>와 같이 소리는 소음원으로부터 수음점에 직접적인 경로로 전달된다. 그러나 소음원과 수음점 사이에 장애물을 설치하는 경우에는 소음원으로부터 발생한 음에너지는 장애물의 상단을 회절하여 수음점에 도달하는 회절경로와 장애물 자체를 통과하여 전달되는 투과경로, 장애물에 의한 반사경로 등 몇가지 경로로 재분배된다. 따라서 방음벽에 의한 소음 감쇠량은 방음벽의 높이(회절음의 영향)와 방음벽의 면밀도(투과음의 영향)에 의해 결정되며 후자보다는 전자의 경우가 전반적인 소음감쇠량에 더 큰 영향을 미친다고 할 수 있다.

<그림 2.1(b)>와 같이 방음벽을 설치하면 이 구조물에 의한 삽입손실이 발생하는데 이 손실치는 회절 감쇠치와 투과손실치의 합에 직접음 감쇠치를 합하여 산정하며 방음벽 설치 전후에 동일 위치에서 측정한 측정값의 차이로써 감쇠효과를 평가한다.

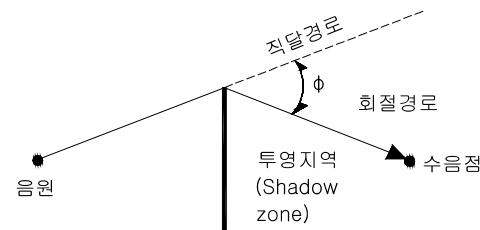


〈그림 2.1〉 방음벽에 의한 소음 전달 경로

2.2.1 회절 감쇠치

도로와 수음점 사이에 놓여진 방음벽의 길이가 무한히 길고 무겁다고 할 때 음이 수음점에 도달하는 유일한 경로는 〈그림 2.2〉에 나타낸 것처럼 방음벽 상단을 휘어 넘어 수음점에 도달하는 회절음이며, 회절각 θ 의 방음벽에 의한 감쇠량은 크기에 직접적으로 관계되고 θ 가 증가할수록 방음벽에 의한 감쇠는 증가하게 된다.

만일 방음벽 높이가 증가하거나 혹은 소음원 또는 수음점이 방음벽에 가깝게 위치하고 있으면, 각도 θ 는 증가할 것이다. 따라서 방음벽에 의한 감쇠는 명확하게 소음원-방음벽-수음점사이의 기하학적 관계에 따라 달라지게 된다.

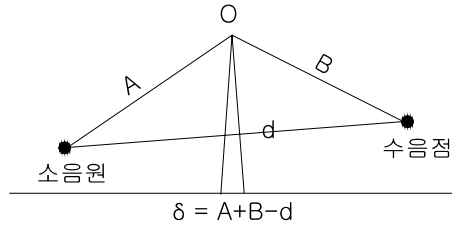


〈그림 2.2〉 방음벽에 의한 회절

이들 파라미터와 방음벽에 의한 감쇠관계는 〈그림 2.3〉에 나타낸 것처럼 경로차 $\delta = (A+B) - d$ 만큼 음의 경로가 커짐을 의미하며, 경로차(δ)가 커질수록 회절음의 감쇠가 커지고 방음벽의 차음효과도 크게 된다.

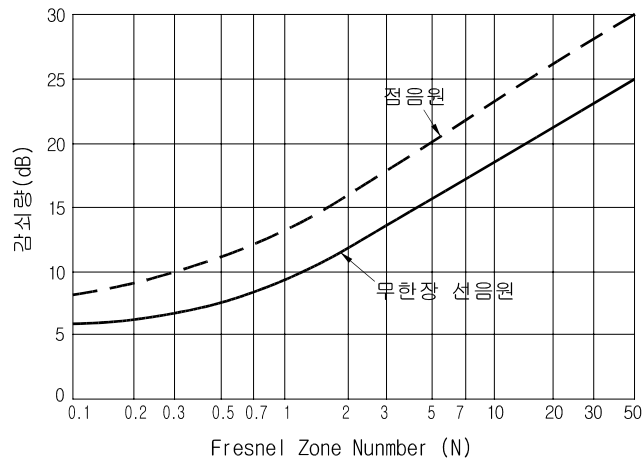
방음벽에 의한 감쇠량은 경로차(δ) 및 대상음의 파장(λ)으로부터 Fresnel Zone Number(N)를 구함으로써 알 수 있으며, 이 N은 경로차(δ)를 파장(λ)의 1/2로 나눈 값이다.

$$N = \frac{\delta}{\lambda/2} = \frac{2\delta}{\lambda} \quad \text{또는} \quad N = \frac{\delta f}{170}$$

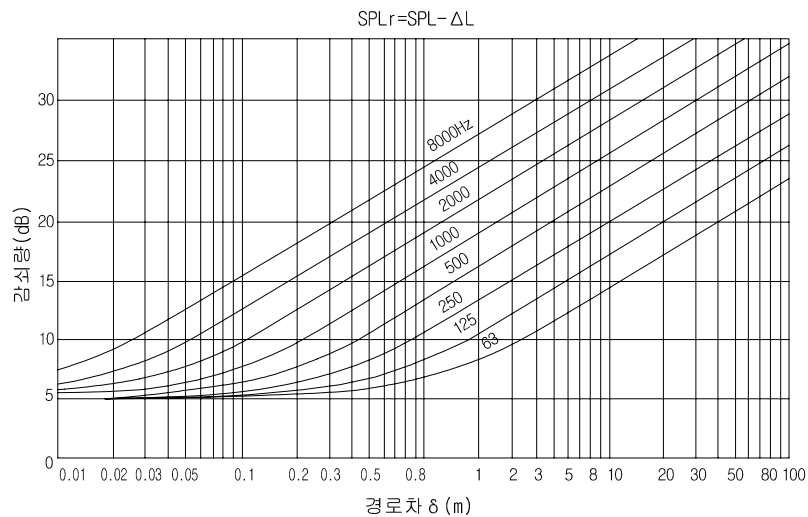


〈그림 2.3〉 방음벽에 의한 음의 회절 모델

이들 N 값을 구해 〈그림 2.4〉로부터 점음원 및 무한길이 선음원에 대한 회절 감쇠량을 구할 수 있으며 〈그림 2.5〉는 선음원에 대한 장벽의 차폐효과를 경로차에 대해 주파수별로 나타낸 것이다.



〈그림 2.4〉 장벽에 의한 회절 감쇠량 계산 도표



〈그림 2.5〉 선음원에 대한 장벽의 차폐 효과

2.2.2 투과손실치

(1) 방음벽 재료의 투과손실 계산법

도로에서 발생한 소음은 방음벽 상단을 넘어 수음점에 도달되는 회절음 이외에도 방음벽 자체를 통과해 수음점에 도달되는 투과음이 있다. 벽을 투과하는 음에너지량은 방음벽의 재료, 음의 입사각, 주파수 등과 방음벽 재료의 중량 및 강성에 의해 결정되며 소음을 통과시키는 재료의 능력을 투과손실(TL: Transmission Loss)이라는 양을 이용하여 평가한다.

방음벽의 투과손실치는 소음원의 주파수 특성과 방음벽에 사용된 재료의 강도 및 감폭(damping)에 의해 변화하는데 저주파수 영역에서는 벽체의 강도, 중간 주파수 영역에서는 질량법칙, 고주파수 영역에서는 벽체의 감폭에 의해 제어되는 영역으로 분할된다.

일반적으로 재료의 투과손실은 방음벽의 면밀도(m)와 주파수(f)의 곱의 대수치에 비례하며, 굴곡진동에 의한 일치 효과(coincidence effect)를 무시하고 난입사한다는 가정에서 다음과 같은 식이나 잔향실법에 의한 투과손실치를 이용한다.

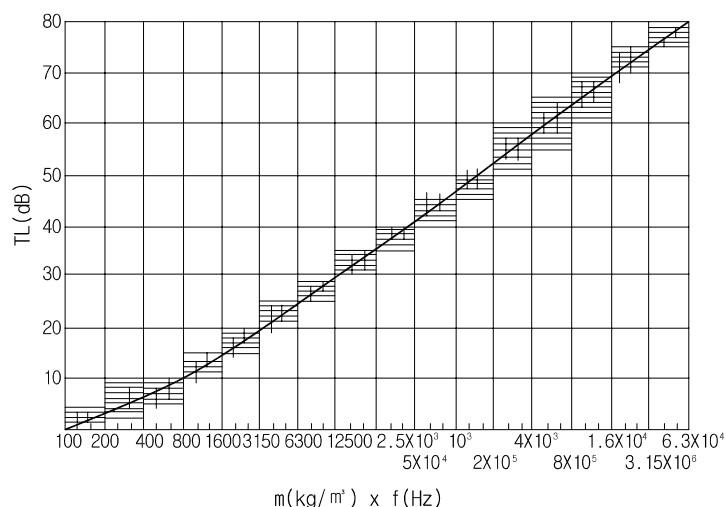
〈그림 2.6〉은 재료의 면밀도와 확산입사 질량법칙에 의한 투과손실과의 관계를 나타낸 것으로 다음식으로 계산된다.

$$TL = 18 \log_{10}(mf) - 44$$

여기서, TL : 투과손실

m : 재료의 면밀도(kg/m²)

f : 입사음의 주파수(Hz)



〈그림 2.6〉 난입사 질량치

(2) 재료의 투과손실과 회절 감쇠치와의 관계

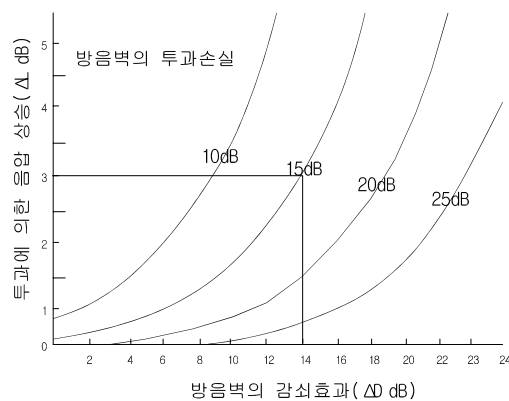
〈그림 2.7〉은 방음벽 재료의 투과손실과 회절 감쇠치와의 관계를 그림으로 나타낸 것으로서 투과손실이 클수록 회절음에 미치는 영향은 작다는 것을 알 수 있다.

〈표 2.1〉은 〈그림 2.7〉로부터 구한 방음벽의 실제 감쇠치를 나타낸 것이다.

〈표 2.1〉 투과손실에 의한 방음벽의 실제 감쇠치

회절감쇠치(dB)	투과손실 (dB)				
	10	15	20	25	30
5	3.8	4.6	4.9	5.0	5.0
6	4.5	5.5	5.8	6.0	6.0
7	5.2	6.4	6.8	6.9	7.0
8	5.9	7.2	7.7	7.9	8.0
9	6.5	8.0	8.7	8.9	9.0
10	7.0	8.8	9.6	9.9	10.0
11	7.5	9.5	10.5	10.8	11.0
12	7.9	10.2	11.4	11.8	11.9
13	8.2	10.9	12.2	12.7	12.9
14	8.5	11.5	13.0	13.7	13.9
15	8.8	12.0	13.8	14.6	14.9
16	9.0	12.5	14.5	15.5	15.8
17	9.2	12.9	15.2	16.7	16.8
18	9.4	13.2	15.9	17.2	17.7
19	9.5	13.5	16.5	18.0	18.7
20	9.6	13.8	17.0	18.8	19.6

(주) 방음벽의 실제감쇠치는 회절감쇠치와 투과손실의 교점값



〈그림 2.7〉 회절 효과에 미치는 투과음의 영향

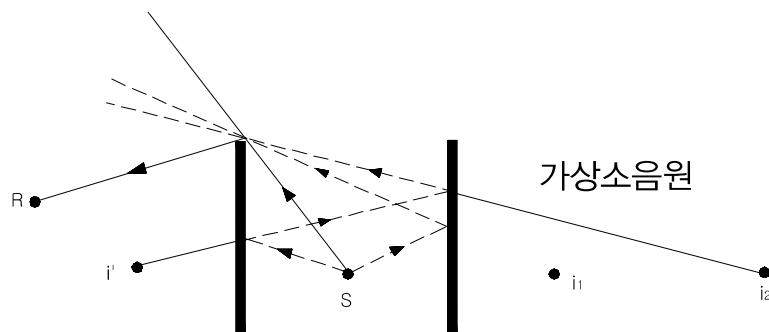
(3) 투과손실과 극간면적율

방음벽 재료가 주요 투과음을 막을 만큼 충분히 무거울지라도 방음벽에 구멍이나 틈새가 있으면 방음벽에 의한 소음감쇠 효과는 현저하게 저하된다. 따라서 방음벽을 설치할 경우 소음 감쇠에 대한 방음벽의 능력을 저하시키지 않도록 정확한 시공이 요구된다.

2.2.3 방음판의 반사

방음벽으로 사용된 재료와 음향적 특성에 따라 도로에서 발생한 음에너지는 방음판에 의해 반사된다. 도로의 양단 중 한쪽 단에만 방음벽이 설치되어 있는 경우 반사음 에너지는 수음점에 영향을 미치지 않으나 방음벽이 설치되어 있는 반대편 지역에는 영향을 미친다. 도로의 양단에 방음벽이 평행하게 설치되어 있는 경우 <그림 2.8>과 같이 맞은편 방음벽에 의한 반사음의 영향을 받아 반대편 상단을 회절하는 음의 에너지는 계산된 값보다 약 2배(3dB) 정도 높아진다.

그림에 나타낸 것처럼 반사음 에너지는 가상소음원(i_1, i_2)으로부터 오는 것으로서 표현할 수 있는데 이 가상 소음원이 수음점에서의 전체 소음도에 크게 기여하여 수음점의 높이에 따라 다르게 나타난다. 그리고 방음벽이 설치되어 있는 반대편 지역이 땅깍기구조일 경우에도 땅깍기면 반사음의 영향을 고려해야 한다는 점을 주의해야 한다.



<그림 2.8> 평행하게 설치된 방음벽의 다반사

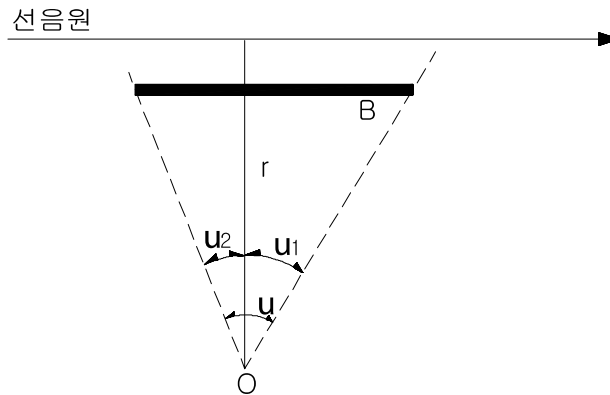
도로양단에 서로 마주보게 설치되어 있는 방음벽의 반사음 영향을 줄일 수 있는 방법으로는 흡음재를 이용하거나 기하학적으로 반사음 에너지를 소음에 무관한 지역으로 향하게 하는 방법이 있다. 전자는 가장 일반적으로 이용되고 있는 방법이며 후자는 반사벽을 경사지게 설치하여 반사파가 수음점 위로 지나게 하는 방법으로서 프랑스에서 많이 이용되고 있다.

경사진 방음벽의 이용은 일반적으로 다반사를 제거할 수 있으나 요구되는 높이를 달성하기 위해 수직방음벽보다 더 많은 재료가 요구된다는 사실이 문제점으로 제기될 수도 있다. 일반적으로 경사진 방음벽의 경사각도는 수직에 대해 수음측으로 약 $15\sim 20^\circ$ 가 되어야 한다.

2.2.4 직접음 감쇠치(incident sound loss : ΔL_{in})

지금까지의 회절 감쇠치는 방음벽이 무한장일 경우를 가정하였으나, 현실적으로 방음벽은 유한한 것이므로 방음벽 양단으로부터 수음점에 직접 입사되는 음을 고려하여야 한다.

이를 위해 <그림 2.9>의 선음원의 단위 길이당 음의 세기를 k , 소음원에서 수음점까지의 거리를 r 이라 하고 음의 전파가 일정하게 수평으로 확산된다고 하면 수음점 O에 입사되는 총음의 세기는 다음과 같다.



<그림 2.9> 방음벽 우측 단에서 수음점에 입사되는 음의 모델

$$I_{in} = \frac{k}{r} \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \cos \theta d\theta = \frac{2k}{r}$$

유한장벽의 설치로 수음점 O에 입사되는 직접음 세기의 감쇠치 lin' 는 다음과 같다.

$$I_{in'} = \frac{k}{r} \int_{-\theta_2}^{\theta_1} \cos \theta d\theta = \frac{k}{r} (\sin \theta_1 + \sin \theta_2)$$

여기서, θ_1, θ_2 : 방음벽 좌우 단의 내각($^\circ$)

따라서 방음벽에 의한 직접음 감쇠치 ΔL_{in} 은 다음과 같다.

$$\Delta L_{in} = 10 \log \left(\frac{I_{in}}{I_{in'}} \right) = 10 \log \left(\frac{2}{2 - (\sin \theta_1 + \sin \theta_2)} \right) (dB)$$

2.3. 설계기준

2.3.1 설치장소

- (1) 도로건설시 4km이상의 도로신설 또는 2차로 이상으로써 10km이상의 도로확장 구간에 대하여는 환경영향평가를 실시한 후 그 결과에 따라 필요한 장소에 설치한다.
- (2) 학교, 병원 등 정숙을 요하는 공공시설 부근은 우선 설치한다.
- (3) 10호 이상의 밀집지역으로써 예측 소음도가 환경정책기본법상 소음환경 기준치를 상회하는 지역으로서 도로의 중심에서 200m이내 지역에 설치한다.
- (4) 환경영향평가지 설치 제외된 구간이라도 현장 여건상 필요하다고 판단되는 곳은 설치여부를 재검토하여 반영한다.

방음벽은 소음 영향권 내에서 주거지역, 학교, 휴양시설, 병원 및 도서관 등 소음에 대해 민감한 지역에 설치하는 것이다. 또한 소음환경기준의 적용은 주거지역, 병원, 휴양시설등의 시설은 낮시간대 및 밤시간대 모두의 기준을 적용하고, 상업지역, 학교, 도서관 등은 낮시간대 기준을 적용하며 선정된 장소에 대해 소음수준을 측정하거나 소음예측 프로그램등을 이용하여 설치장소를 결정하게 된다. 방음벽을 설계하고자 할 때 우선적으로 파악해야 하는 것은 관계법에서 규정하고 있는 대상지역의 기준소음도 혹은 요구되는 소음도 및 현재의 소음도이다. 파악된 기준소음도와 현재의 소음도의 차가 방음벽을 설치하여 감쇠시켜야 할 목표치이며 이를 소음의 감쇠 목표치라 한다.

방음벽에 의한 소음저감 효과는 방음벽 상단을 통한 회절감쇠, 측단을 통한 직접음감쇠, 방음벽 자체를 통한 투과감쇠, 지표면 영향에 의한 감쇠, 방음벽 이외의 구조물에 의한 감쇠 등에 의해 제공된다. 방음벽의 효과를 개략적으로 살펴보면 소음원과 수음점사이에 시선을 차단할 정도의 높이로 설치된 방음벽의 감쇠효과는 약 5dB(A)이며 비포장 지표면의 감쇠효과에 의해 1~2dB(A)정도가 더해진다. 그리고 합리적인 높이와 길이를 갖는 방음벽 및 방음독은 일반적으로 10dB(A)의 감쇠효과를 얻을 수 있으며 15dB(A)의 감쇠효과를 달성하기는 어려우나 보통 아주 높은 구조물 및 투과손실이 높은 재료를 사용하거나 틈이나 개구부를 거의 없앴으로써 얻을 수 있다. 방음벽을 설치함으로써 최대 얻을 수 있는 감음량은 20dB(A)이나 거의 불가능하기 때문에 저감목표 값이 20dB(A)를 초과한다면 다른 방안을 강구해야 한다. 환경정책 기본법상 소음기준치는 <표 2.2>와 같다.

〈표 2.2〉 소음기준치

지역구분	적용대상지역	기준	
		낮 (06:00 ~ 22:00)	밤 (22:00 ~ 06:00)
일반지역	“가”지역	50	40
	“나”지역	55	45
	“다”지역	65	55
	“라”지역	70	65
도로변지역	“가” 및 “나”지역	65	55
	“다”지역	70	60
	“라”지역	75	70

주) 1. 지역구분별 적용대상지역의 구분은 다음과 같다.

(1) “가”지역

- 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제36조제1항의 규정에 의한 관리지역 중 보전관리지역과 자연환경보전지역 및 농림지역
- 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제36조제1항의 규정에 의한 도시지역 중 녹지지역
- 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률 시행령」 제30조의 규정에 의한 주거지역 중 전용주거지역
- 「의료법」 제3조의 규정에 의한 종합병원의 부지경계로부터 50미터 이내의 지역
- 「초·중등교육법」 제2조 및 「고등교육법」 제2조의 규정에 의한 학교의 부지경계로부터 50미터 이내의 지역
- 「도서관 및 독서진흥법」 제2조의 규정에 의한 공공도서관의 부지경계로부터 50미터 이내의 지역

(2) “나”지역

- 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제36조제1항의 규정에 의한 관리지역 중 생산관리지역
- 국토의 계획 및 이용에 관한 법률 시행령」 제30조의 규정에 의한 주거지역 중 일반주거지역 및 준주거지역

(3) “다”지역

- 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제36조제1항의 규정에 의한 도시지역 중 상업지역과 동조동향의 규정에 의한 관리지역 중 계획관리지역
- 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률 시행령」 제30조의 규정에 의한 공업지역 중 준공업지역

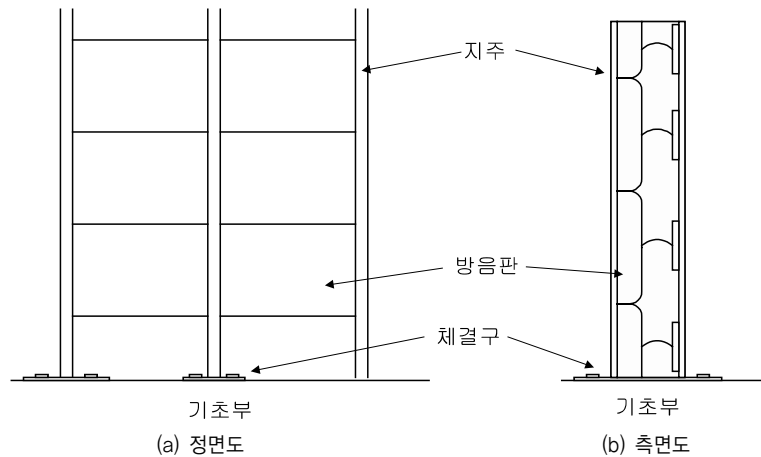
(4) “라”지역

- 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률 시행령」 제30조의 규정에 의한 공업지역 중 일반공업지역 및 전용공업지역

환경영향평가지 방음벽 설치가 제외된 구간이라도 현장 여건상 필요하다고 판단되는 곳은 설치여부를 재검토하며 추후 방음벽의 설치가 필요한 구간(예 : 학교 및 양로원등의 설치예정지)을 통과하는 교량에는 설계시 방음벽을 설치할 수 있도록 구조 계산시 충분히 반영하여야 한다.

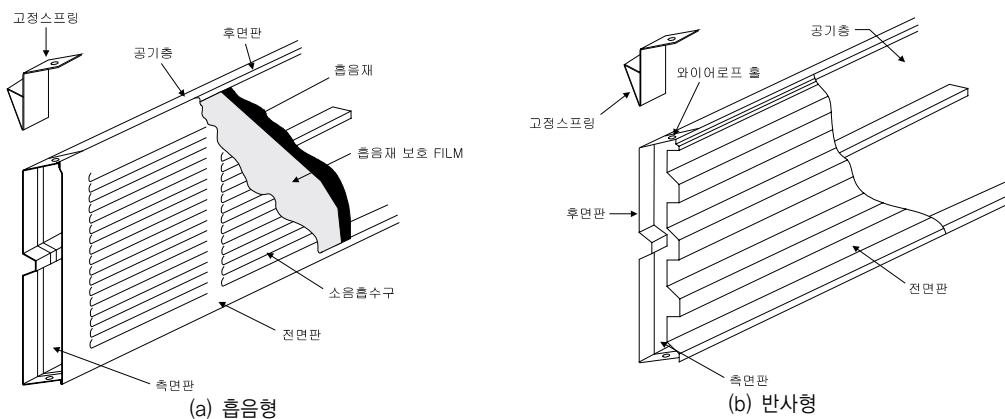
2.3.2 구조

방음벽은 일반적으로 〈그림 2.10〉과 같이 기초부, 지주, 방음판의 3가지로 구성되며 지면에 시공된 기초위에 지주를 앵커볼트로 고정하거나 기초에 매립된 지주에 방음판이 클립, 볼트등으로 고정되는 형태로 시공된다.



〈그림 2.10〉 방음벽의 기본 구조

현재 국내에서 많이 사용되는 흡음형과 반사형 방음판의 구조는 〈그림 2.11〉과 같다. 방음벽 시공에서 지주는 일반적으로 H형강을 많이 사용하는데 H형강의 재질은 SS-400 강재를 사용하며 형강의 치수는 방음판의 높이, 지주간격, 설계하중에 따라 구조설계에 의해 정한다. 이들 지주와 앵커볼트는 용융아연도금을 해야 하며 부착량은 $550\text{g/m}^2(77\mu\text{m})$ 이상으로 한다.



〈그림 2.11〉 방음판의 구조

2.3.3 음향성능 및 재질기준

(1) 투과손실

방음벽의 방음판 투과손실은 수음점 위치에서 방음벽에 기대하는 회절감쇠치에 10dB을 더한 값 이상으로 하거나 500Hz의 음에 대하여 25dB이상 1000Hz의 음에 대하여 30dB이상을 표준으로 하며 투과손실의 측정방법은 KS F 2808에 의한다.

(2) 흡음률

흡음형 방음판의 흡음률은 시공직전 완제품 상태에서 250, 500, 1000 및 2000Hz의 음에 대한 흡음률의 평균이 70%이상인 것을 표준으로 하며 흡음률의 측정방법은 KS F 2805에 의한다.

(3) 가시광선 투과율

투명 방음벽의 방음판은 충분한 내구성이 있어야 하며 가시광선 투과율은 85% 이상을 표준으로 한다. 가시광선 투과율의 시험방법은 KS L 2514에 의한다.

(4) 재질기준 및 기타 고려사항

- ① 방음벽에 사용되는 재료, 시험방법 및 재질 등은 한국산업규격(KS)에서 정하는 방음판 종류별 규격에 적합하거나 동등이상의 재료로 한다.
- ② 방음벽에 사용되는 재료는 발암물질 등 인체에 유해한 물질을 함유하지 아니한 것으로서 내구성이 있어야 하고 햇빛반사가 적어야 하며 부식되거나 동결융해 등으로 인하여 변형되지 않는 재료로 한다. 단, 유리면 및 암면 등 환경에 영향을 미칠 우려가 있는 흡음재를 사용시에는 보호피막을 씌워 대기중으로 누출이 되는 것을 방지해야 한다.
- ③ 방음벽은 20년 이상 내구성이 보장되는 재료를 사용한다.
- ④ 비산 또는 노환에 의하여 인체에 유해한 분진을 발생할 수 있는 흡음재는 내용물이 비산하지 않도록 충분한 내구성 및 강도를 가진 피복재로 싸서 사용한다.
- ⑤ 흡음재는 수분함유에 의하여 부패되지 않는 재료여야 하고, 발수처리하거나 발수처리된 피복재로 싸서 수분이 흡수되지 않도록 하여야 한다. 또 흡음용 구멍은 빗물 및 자외선의 침투를 방지할 수 있는 구조로 천공되어야 한다.
- ⑥ 방음판은 하단부에 배수구멍 등을 설치하여 배수가 잘 되어야 한다.

- ⑦ 방음벽에 사용되는 모든 금속재료는 산화에 의한 부식이 일어나지 않도록 내식성재료를 사용하거나 내식도장 등의 표면처리가 되어야 하고 소정의 도장시험을 합격하여야 한다.
- ⑧ 방음벽의 모든 도장은 무광택으로 반사율이 10% 이하여야 한다.
- ⑨ 방음벽의 모든 재료는 극단적인 취성이 없어야 하고 파손시 날카로운 파편을 생성하지 않아야 한다

2.3.4 소음원 결정

- (1) 교통소음에 대한 방음벽 설계시 소음원은 무한길이의 선음원으로 보며, 소음원의 높이는 노면위 0.5m를 표준으로 한다. 다만, 주 소음발생원이 노면보다 상당히 높은 경우에는 주 소음발생원의 위치로 한다.
- (2) 소음원의 발생소음도는 실제 현장측정을 통하여 결정하는 것을 원칙으로 하며, 장래의 소음을 예측하여 평가하고자 하는 경우에는 예측식을 이용하여 결정할 수 있다.

2.3.5 수음점 결정

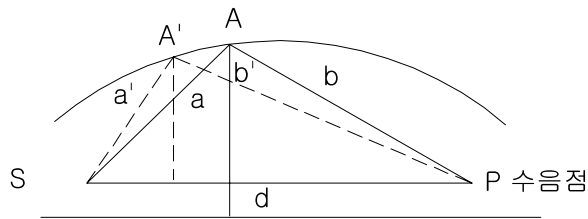
수음점은 보호대상지역 부지경계선중 소음도가 가장 높은 지점으로 한다. 다만, 소음으로부터 보호받아야 할 시설이 2층 이상인 경우 등 부지경계선보다 소음도가 더 큰 장소가 있는 경우에는 그 곳에서 소음원 방향으로 창문·출입문 또는 건물벽 밖의 0.5m 내지 1m 떨어진 지점으로 한다.

2.3.6 설치위치

- (1) 방음벽은 설치가능한 장소 중 소음저감을 극대화 할 수 있는 지점에 설치하여야 하며 소음원에 가까운 도로단에 설치한다.
- (2) 방음효과의 증대를 위하여 도로측면 외에 도로중앙분리대에도 방음벽을 설치할 수 있다.

방음벽의 차음효과는 경로차에 의하여 결정되며 <그림 2.12>에 나타낸 소음원 S와 수음점 P를 초점으로 하는 타원의 궤적상에 정점을 가진 방음벽의 경로차는 위치에 관계없이 일정하다.

따라서 소음원과 수음점의 위치가 주어지고 방음벽의 설치위치를 자유로이 선정할 수 있는 경우는 소음원에 가장 가까운 쪽, 즉 도로단에 설치하는 것이 좋다. 방음벽은 소음원 또는 수음점에 가까우면 높이가 낮아짐을 알 수 있으며 음원에 가까운 쪽을 선정하는 편이 보다 광범위하게 감쇠효과가 얻어진다.

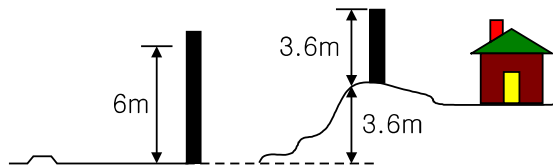


경로차 : $a + b - d = \text{일정}$

〈그림 2.12〉 방음벽의 경로 차

그러나 실제로 방음벽을 설계하는 경우에는 방음벽을 설치하고자 하는 대상지역의 지형적 특성을 고려하여 방음벽 설치위치를 선정하여야 하며 그러한 예는 〈그림 2.13〉과 같다.

이 그림은 언덕에 설치된 낮은 방음벽이 도로 가까이에 설치된 높은 방음벽보다 감쇠량이 더욱 많아지며 높이가 낮기 때문에 그 만큼 비용도 절감됨을 보여주고 있다.



〈그림 2.13〉 낮은 방음벽으로 높은 감쇠치를 얻을 수 있도록 고지대를 이용한 방음벽

방음벽의 설치위치를 도로의 단면구조에 대응하여 나타내면 다음과 같다.

(1) 흙쌓기부

- ① 가드레일 병용시 길어깨 단으로부터 1.5m 이상 떨어져 설치하는 것이 바람직하며 이는 가드레일 등의 충격시 최대변위량으로 필요한 거리이다.
- ② 토사 방음둑(mounding)과 겸용 설치하는 경우 길어깨단으로 부터 3m 이상 떨어지는 것이 바람직하다.

(2) 땅깍기부

길어깨의 외측에 방음벽을 시공하는 데 필요로 하는 폭의 위치에 설치한다.

(3) 구조물부

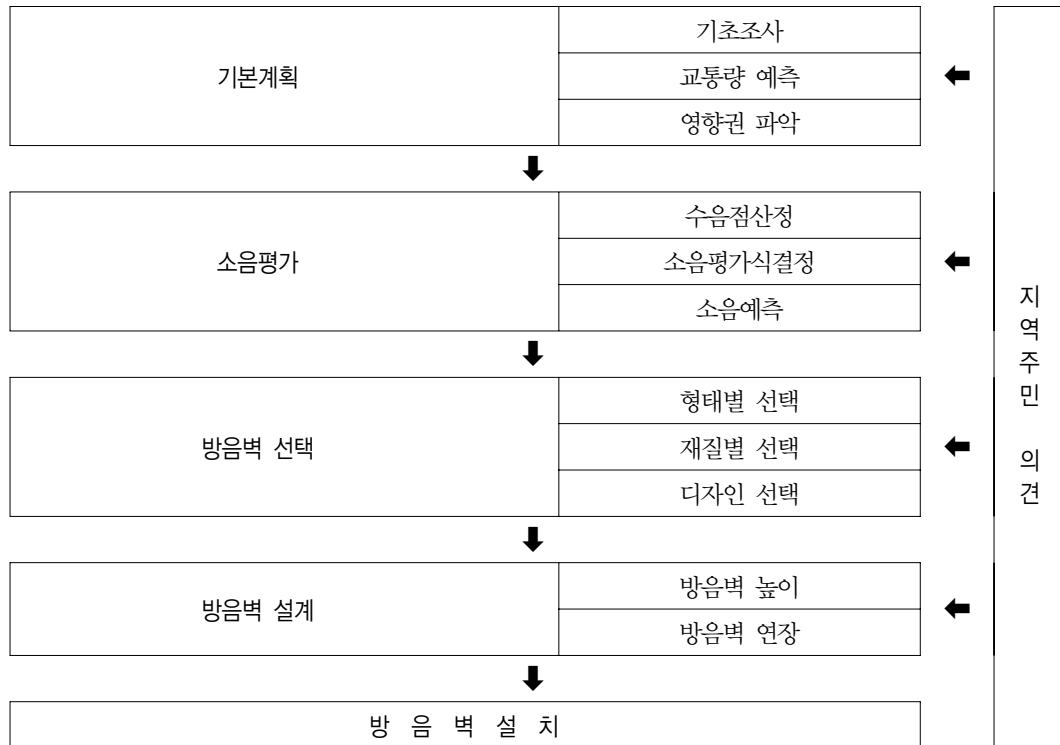
콘크리트 벽인 경우에는 벽 상단에 직접 설치하여도 좋으며 현장상황에 따라 가장 적절한 위치에 설치한다.

2.4. 방음벽의 설계

2.4.1 설계시 고려사항

- (1) 소음발생원의 특성 및 보호대상지역의 용도를 조사하고 보호대상지역 주민의 의견을 수렴하여 적절한 방음벽을 선정한다.
- (2) 방음벽은 전체적으로 주변경관과 잘 조화를 이루고 미적으로 우수하여야 하며 환경친화적이어야 한다. 이를 위하여 도시경관관련 심의기구 또는 관계전문가의 자문을 받아 방음벽의 유형 및 색상, 수림대 조성, 넝쿨식물 식재, 투명방음판과 불투명반음판의 조합, 방음벽의 단부 및 연결부에 화분설치, 다양한 문양의 방음판 사용 등 다각적인 방안을 강구한다.
- (3) 방음판은 파손부위를 쉽게 교체할 수 있는 구조로 해야 한다.
- (4) 방음벽은 사고시 대파·청소·유지관리 등을 위하여 적정간격으로 통로를 설치할 수 있다. 통로는 소음이 직접 밖으로 투과하지 않는 구조로 한다.
- (5) 방음벽은 강풍·진동에 의하여 변형 또는 파괴되지 않도록 안전한 구조로 하되, 국토해양부의 「도로교 표준시방서」에서 정하는 지역별 설계풍속을 적용할 수 있다.
- (6) 방음벽은 가급적 방음효과가 우수하고 사후관리가 편리하며 내구성이 좋은 것으로 한다.

2.4.2 설계 흐름도



〈그림 2.14〉 설계 흐름도

2.4.3 교통량 예측

소음환경기준의 따른 교통량예측은 주거지역 · 병원 · 휴양시설 등의 시설은 낮 시간대 및 밤 시간대 모두의 기준을 적용하고, 상업지역 · 학교 · 도서관 등은 낮 시간대 기준을 적용하여 예측한다.

(1) 계획목표년도 설정

소음평가의 목표년도는 도로 계획목표년도인 도로 개통 후 20년으로 계획하며, 도로 공용 시 교통량 증가추세 및 주변 현황조사를 통하여 추가 소음평가 및 방음벽의 설치를 검토한다.

(2) 교통량(첨두시간교통량)예측

교통량은 교통영향분석 · 개선대책수립 등을 통하여 예측된 교통량을 기준으로 주간(06:00~22:00) 및 야간(22:00~06:00)의 첨두시 교통량을 산정하며, 첨두시 교통량이 예측되어 있지 않을 경우 설계시간 계수를 이용한 설계시간 교통량을 첨두시간 교통량으로 한다.

$$DHV = AADT \times K$$

DHV : 설계시간 교통량(대/시/양방향)

AADT : 연평균 일교통량(대/일)

K : 설계시간계수

2.4.4 고속도로 소음 예측식

대표적으로 이용되고 있는 도로소음 예측식은 간선도로 및 일반도로에는 국립환경연구원식, 고속도로에는 한국도로공사식(HW-NOISE)이 많이 이용되고 있다. 따라서, 도로소음의 예측 시 도로의 특성을 고려하여 적합한 예측식 및 인자를 선정하여 예측하여야 한다. 일반적으로 도로는 주·야간으로 교통량이 다르고, 연도별로 교통량이 증가하는 경향을 보이게 된다. 교통량의 변화는 차속의 변화를 동반하게 되는데, 이로 인해 소음도의 변화에 영향을 주게 된다. 그러므로 교통량과 차속의 변화를 고려하여 매년 또는 5년 단위로 향후 10~20년간의 운영 시 소음도의 변화 추이를 예측하는 것이 바람직할 것이다. 한편, 국내 고속도로에는 HW-NOISE식을 이용하여 교통소음을 산정하고 있으므로 다음과 같이 예측식의 특성에 대하여 제시하였다

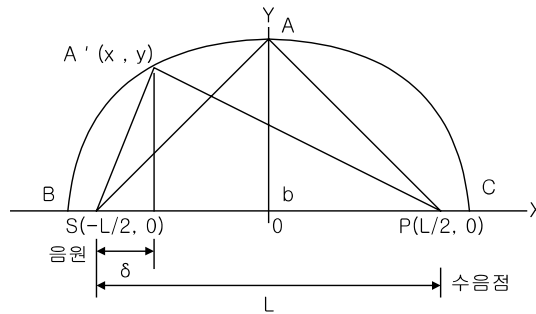
- ① 약 1,000대/h 이상의 자동차가 60~120km/h 정도의 속도로 정상 주행하고 있을 때, 이 도로에서 약 100m 지점까지 등가소음도를 추정 종단경사·지형조건·회절에 의한 보정을 통하여 구하는 식이다
- ② 소음원위치는 양방향 2차로 도로의 경우에는 도로 중앙에 1차로를 설정하며, 일반적으로 편도 2차로 또는 3차로 도로에 대해서는 상·하행차로 중앙에 각각 차로의 가상차로를 설정한다.
- ③ 흙쌓기, 땅깍기, 평지, 교량에 따라 달리 예측을 할 수 있게 되어 있으나 도로 표면의 재질을 콘크리트 기준으로 모델식을 구성하여 아스팔트 콘크리트포장에 비하여 약 3dB(A)정도 높게 예측된다.
- ④ 고속도로에서는 방음벽 연장이 중요하나 관측각도 보정이 고려되지 않았다.
- ⑤ 방음벽의 높이 산정 시 시행착오 방법에 의하기 eoANS에 시간이 많이 소요되는 단점이 있다.

2.4.5 방음벽 높이

방음벽 높이는 방음벽에 의한 삽입 손실에 따라 결정되며, 계획시의 삽입손실은 방음벽 설치대상지역의 소음환경기준과 수음점의 소음실측치(또는 예측치)와의 차이이상으로 한다.

방음벽의 설치위치를 결정하고, 소음도를 환경목표 수준(소음규제 기준치)까지 감쇠시키기 위하여 필요한 높이를 결정하여야 한다.

기본적으로는 높이 h 를 미지수로 하고 필요 경로차 δ 로부터 역산하면 좋으나, 어떤 높이를 가정하여 감쇠치를 구하고, 필요 감쇠치가 구해질 때까지 벽의 높이를 변화시켜가는 것도 좋은 방법이다. 방음벽의 소요 높이의 계산에서 필요 감쇠치(dB)와 소음원의 대표 주파수 f(Hz)가 주어지고, 소음원과 수음점이 고정되어 있을 경우, 동일한 경로 차가 발생하는 방음벽 높이의 궤적은 타원을 나타내게 된다. 식 (2.1)과 같은 방정식에 <그림 2.15>의 경로차 $\delta = 2a - L$ 을 대입하면 식 (2.2)와 같이 나타낼 수 있다.



<그림 2.15> 타원 궤적의 방음벽 경로 차

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 \quad (2.1)$$

$$\frac{4x^2}{(\delta + L)^2} + \frac{4y^2}{\delta(\delta + 2L)} = 1 \quad (2.2)$$

여기서, 경로차 δ 는 소음원과 수음점을 잇는 거리 L 에 비하여 작으므로

$$\frac{\delta}{2L} \ll 1 \quad (2.3)$$

로 가정하면, 식 (2.2)는

$$\frac{4x^2}{L^2} + \frac{2y^2}{\delta L} = 1 \quad (2.4)$$

로 되며, 벽의 설치 위치를 음원으로부터 ℓ 로 하면

$$x = -\left(\frac{L}{2} - \ell\right) \quad (2.5)$$

으로 된다. 이것을 식(2.4)에 대입하면

$$y = \sqrt{2\delta\ell\left(1 - \frac{\ell}{L}\right)} \quad (2.6)$$

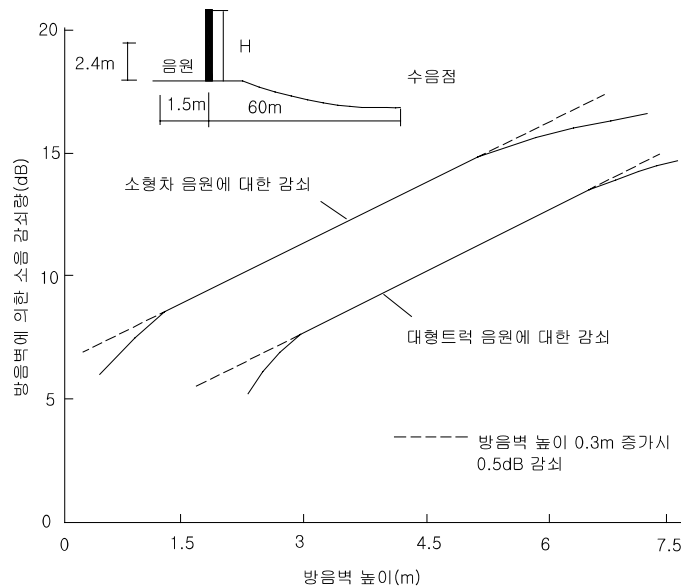
여기서, δ : 경로 차(m)

ℓ : 소음원과 방음벽 간의 직선 거리(m)

L : 소음원과 수음점 간의 직선 거리(m)

로 된다. 이 y 의 값이 필요 감쇠치를 구하기 위한 벽의 소요높이가 된다. 단, 이 식에 의한 높이는 소음원과 수음점을 잇는 직선으로부터의 수직 높이인 점 및 지면의 반사는 고려되어 있지 않다. 일반적으로 방음벽 높이의 증가에 의한 감쇠량 증가 양상은 비선형적이다. 그러나 이러한 비선형적 증가에도 불구하고 방음벽 높이의 변화에 따른 감쇠치를 개략적으로나마 산출할 수 있는데 <그림 2.16>은 그 예를 나타낸 것이다.

방음벽의 설치조건 및 부지형태는 <그림 2.16>의 윗쪽에 나타낸 바와 같으며, 소음원의 설정높이를 소형 자동차의 경우 도로면, 대형 트럭의 경우 도로면으로부터 2.4m로 가정한 것이다. 그 결과는 소음원과 수음점 사이에 시선을 차단할 정도의 높이로 설치된 방음벽의 감쇠량이 대략 5 dB일 때 시선 차단 높이로부터 방음벽 높이를 약 30cm씩 높일 때마다 0.5 dB씩 감쇠됨을 보여주고 있다. 따라서 이러한 예로부터 소음의 저감 목표치를 달성하기 위한 방음벽의 높이를 산출할 수 있다.



<그림 2.16> 방음벽 높이에 따른 소음 감쇠

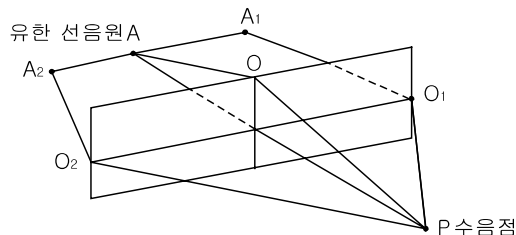
2.4.6 방음벽 길이

방음벽의 길이는 방음벽 측단으로 입사하는 음의 영향을 고려하여 설계목표를 충분히 달성할 수 있는 길이를 가져야 한다. 방음벽의 설치길이는 직접음 감쇠치에 의하여 결정한다

(1) 방음벽이 무한장으로 간주되는 범위

응시각이 180° 인 무한한 길이의 방음벽은 일반적으로 16dB의 감쇠량을 얻을 수 있다. 그러나 실제로 무한한 길이의 방음벽은 설치되지 않으며 편의상 방음벽의 유효 높이(소음원과 수음점을 있는 직선으로부터의 높이)의 몇 배의 길이가 양 끝에 연장되어 있으면 무한장의 경우로 가정할 수 있다. 즉, 유한장 방음벽이라도 길이에 따라서는 무한장과 동등하게 취급할 수 있는 범위가 있다.

〈그림 2.17〉에 나타난 것과 같은 유한장의 선음원에 대하여 방음벽을 설치하는 경우는 벽의 상단부에 대한 회절음의 경로 차 $\delta 1 = \overline{A_1O_1} + \overline{O_1P} - \overline{A_1P}$, $\delta 2 = \overline{A_2O_2} + \overline{O_2P} - \overline{A_2P}$ 를 구하고, 각각 $\delta 1 \geq 10\delta$ 또는 $\delta 2 \geq 10\delta$ 로 되도록 방음벽의 길이를 결정하면, 측단부로부터의 회절은 거의 무시할 수 있다.



〈그림 2.17〉 유한장 선음원에 대한 경로 차

(2) 방음벽이 유한장일 경우

고속도로와 같이 대단히 긴 소음원에 대하여 부분적으로 방음벽을 설치하는 경우, 즉 〈그림 2.18〉의 유한장 소음원에 대하여 방음벽을 취급하는 경우에 방음벽의 감쇠치를 구하는 방법은 다음과 같다. 우선 방음벽 설치후의 P점에서의 음압레벨을 L_0 로 하면 다음 식으로 나타낼 수 있다.

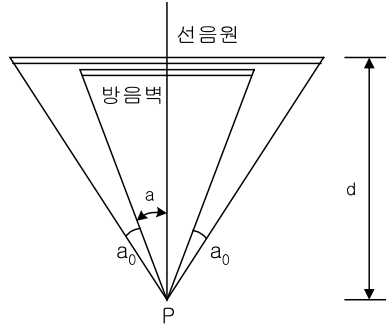
$$\begin{aligned} L_0 &= \text{PWL} - 11\log d + 10\log(2\sin\alpha_0) \\ &= \text{PWL} - 8 - 10\log d + 10\log\sin\alpha_0 \end{aligned}$$

여기서, PWL : 선음원의 파워레벨(dB)

d : 소음원과 수음점 사이의 거리(m)

α_0 : 소음원의 응시각의 $1/2$ (라디안)

다음에 방음벽을 설치한 후의 음압레벨은 방음벽의 설치 구역으로부터의 음압레벨의 합성치로서 구할 수 있다.



〈그림 2.18〉 유한장 선음원과 방음벽

설치구간으로부터의 음압레벨 L_1 은,

$$L_1 = \text{PWL} - 8 - 10\log d + 10\log \sin \alpha - \Delta D$$

$$= L_0 - 10\log \frac{\sin \alpha'}{\sin \alpha} - \Delta D$$

여기서, ΔD : 무한장일 때의 벽의 감쇠치(dB)

α : 벽의 응시각의 1/2(라디안)

비설치구간으로 부터의 음압레벨 L_2 는,

$$L_2 = \text{PWL} - 8 - 10\log d + 10\log (\sin \alpha_0 - \sin \alpha)$$

$$= L_0 + 10\log \left(\frac{\sin \alpha_0 - \sin \alpha}{\sin \alpha_0} \right)$$

$$= L_0 + 10\log \left(1 - \frac{\sin \alpha}{\sin \alpha_0} \right)$$

결국, 방음벽 설치 후의 수음점 P의 음압레벨 L 은 L_1 과 L_2 의 합성치로서 다음 식으로 구한다.

$$L = 10\log (10^{L_1/10} + 10^{L_2/10})$$

$$= L_0 + 10\log \left(10^{\frac{-\Delta D}{10}} \times \frac{\sin \alpha}{\sin \alpha_0} + 1 - \frac{\sin \alpha}{\sin \alpha_0} \right)$$

유한장 방음벽에 의한 감쇠치를 D' 로 하면, 설치 전후의 음압레벨 차로부터 다음 식에 의하여 구한다.

$$\Delta D' = L_0 - L$$

$$= -10\log \left(10^{\frac{-\Delta D}{10}} \times \frac{\sin \alpha}{\sin \alpha_0} + 1 - \frac{\sin \alpha}{\sin \alpha_0} \right)$$

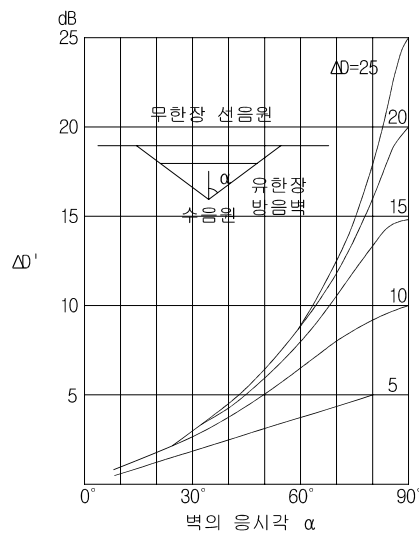
위 식을 변형하면

$$\alpha = \sin^{-1} \frac{1 - 10^{-\Delta D'/10}}{1 - 10^{-\Delta D/10}} \sin \alpha_0, \quad \text{또는}$$

$$\Delta D = 10 \log \left[1 - \frac{\sin \alpha_0}{\sin \alpha} (1 - 10^{-\Delta D'/10}) \right]$$

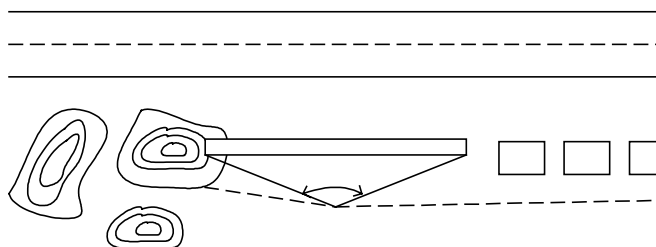
으로 된다.

〈그림 2.19〉는 무한장 소음원($\alpha_0 = \pi/2$)일 경우의 ΔD , $\Delta D'$ 및 α (라디안을 도로변환)의 관계를 나타낸다.

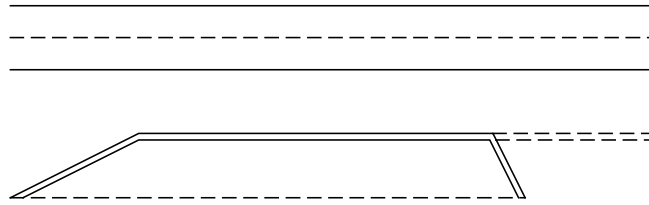


〈그림 2.19〉 유한장벽의 감쇠 효과

일반적으로 유한한 길이의 방음벽을 설치할 때에는 수음점으로부터 응시각이 둔각이 되도록 길이를 결정하는 것이 실질적이며 천연적인 지형조건을 이용하여 필요한 무한한 길이의 효과를 제공할 수 있고 〈그림 2.20〉, 수음지역에 향하도록 방음벽 양단을 구부림으로써 방음벽 길이를 축소시킬 수 있다 〈그림 2.21〉.

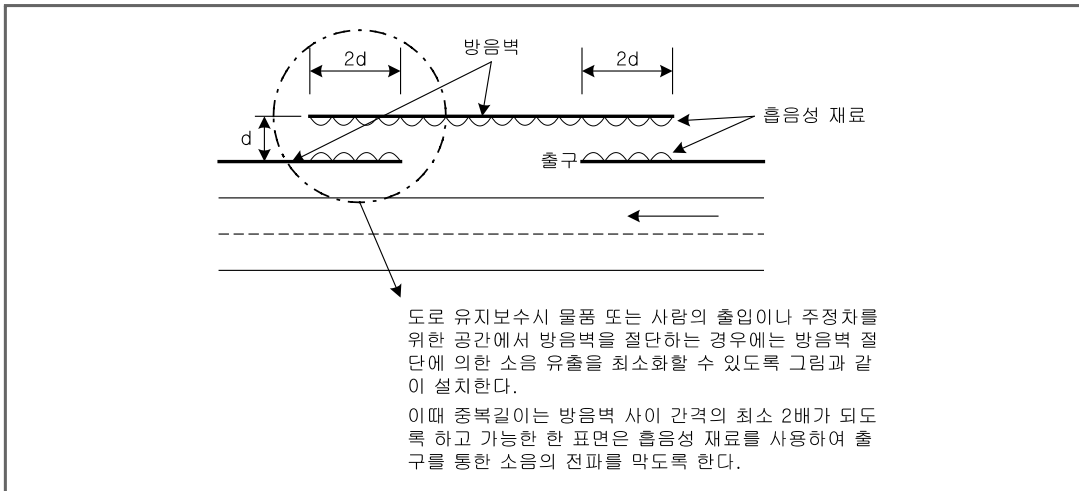


〈그림 2.20〉 지역, 지형 형태를 이용한 방음벽 효과 상승

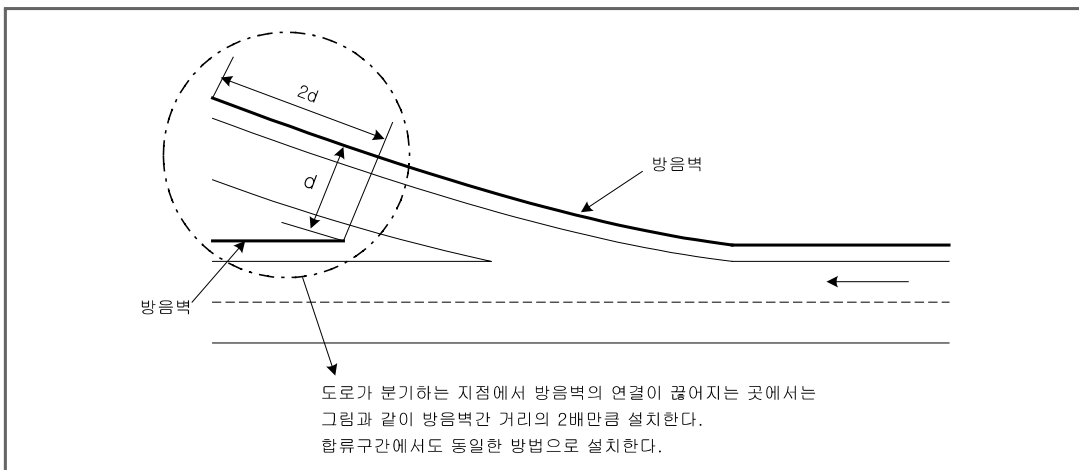


〈그림 2.21〉 방음벽 양 단을 구부려 방음벽 효과 상승

이외 출구부와 도로분기부의 경우에 대한 설치방안은 다음과 같이 방음벽의 단절로 인한 소음의 유출이 최소화될 수 있는 방법으로 계획하며, 시공시 현장조건을 최대한 반영한다.



〈그림 2.22〉 출구부에서 방음벽 처리



〈그림 2.23〉 도로분기부에서 방음벽 처리

2.4.7 방음벽 선정

(1) 선정기준

방음벽은 음향성능상의 원리에 따라 일반적으로 반사형과 흡음형으로 구분할 수 있고 용도 및 재질에 따라 투명형, 칼라형 등으로 구분되며 주위경관, 주거밀집지역의 위치 및 설치지역의 특성을 고려하여 방음벽의 형식을 선정한다.

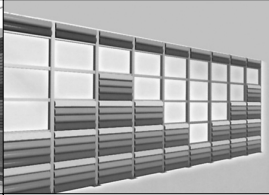
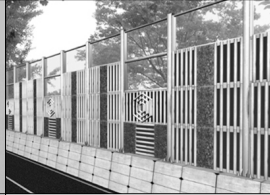
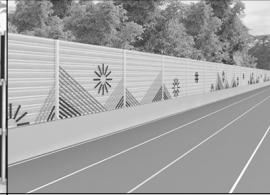
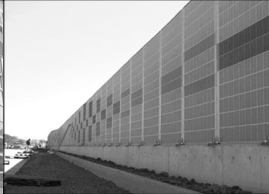
〈표 2.3〉 방음벽 선정 기준

형 식	선 정 기 준	비 고
흡음형	소음원의 양쪽 모두에 보호대상 지역이 있거나 한쪽에만 방음벽을 설치할 경우 반대측 수음자에게 반사음의 영향이 우려되는 경우	
반사형	한쪽에 방음벽을 설치할 경우 반대측 수음자에게 반사음의 영향이 우려되지 않는 경우	
투명방음벽	조망, 일조, 채광 등이 요구될 경우	
칼라형	대도시 주변 대단위 밀집지역 및 종합병원 같은 요양시설이 위치한 지역등의 미관이 중요시 되는 지역	녹색, 백색, 청색을 우선으로 주위경관을 고려해서 설치

(2) 재질에 의한 분류

방음벽은 기초, 지주, 방음판 및 조립부재로 이루어져 있으며 여기서는 방음벽에 있어서 가장 중요한 부재인 방음판의 재료에 대하여 기술한다. 방음판에는 콘크리트판, 금속판, 목재, 유리, 합성수지판 등이 있으며 어떤 종류의 방음판을 사용하는가는 도로구조, 지역상황과의 관계를 검토, 각각의 흡음성능, 중량, 내구성, 미관 등을 검토하여 결정하여야 한다.

방음판의 종류는 〈그림 2.24〉와 같이 다양하다.

콘 크 리 트			
			
경량 골재	발포 콘크리트	압출 성형 시멘트	경량 콘크리트
금 속		목 재	
			
알루미늄	아연도 강판(튜브형)	목 재	에코우드
유 리	합 성 수 지		
			
안전 접합 유리	HDPE	PP	PVC

〈그림 2.24〉 방음판 재질에 의한 분류

(3) 방음벽 재질별 특성

① 콘크리트(반사형)

철골 Concrete, Pre-Stress-Concrete의 Precast판이 가장 많이 이용되며 Concrete Block 쌓기도 이용되고 있다. Concrete계의 차음판은 햇빛 및 자동차 불빛 등의 시각 장애가 없어 운전자에게 용이하며, 반사형으로서 내구성이 우수하고, 부식이 없으며, 유지관리면에서 타 방음시설에 비하여 양호하다.

경제성면에서는 금속판보다 저렴하나 하중이 무거우므로 방음시설의 높이에 따라 하중을 지지할 수 있는 기초에 주의하여야 하며, 대부분 타 방음시설의 기초공사로 이용되고 있다.

본 시설은 반대편에 보호대상이 없어 방음벽으로부터 반사음 영향이 문제되지 않을 경우에 적용한다.



〈그림 2.25〉 콘크리트 방음벽

② 금속판(흡음형)

흡음형 판넬로서 표면의 강판에는 아연도금처리를 하고 Glass wool mat를 흡음재로 내장하고 있는 것이 많이 사용되고 있으며, 흡음판 구조상 빈간격이 많기 때문에 콘크리트판에 비해 가볍고 하중을 경감시킬 수 있어 교량, 고가도로 등에 많이 사용되고 있다.

본 재질의 방음벽은 내구연한이 30년 이상이나, 배출가스에 의한 부식 및 먼지퇴적으로 인하여 정기적인 유지관리가 필요하다. 또한 일부 알루미늄 흡음형의 경우에 자동차 조명등에 의한 반사음 영향이 문제될 경우 본 재질의 흡음형을 적용하며, 시각적 효과를 위하여 칼라 및 투명방음벽과의 조합으로도 많이 이용되고 있다.



〈그림 2.26〉 금속판(흡음형) 방음벽

③ 목재방음벽 (흡음형)

목재방음벽은 현재 도심지역 도로변지역에 많은 설치실적을 보이고 있으며, 특히 과천시와 올림픽 도로변에는 목재방음벽과 투명방음벽의 혼합된 형태도 많이 설치되고 있다. 목재방음벽은 최초로 독일에서 개발되었으며, 동아시아산 고밀도 목재인 아조베나무로 썩지 않는 나무로 주로 설치하는 것으로 알려져 있다.

일반 목재로도 방식처리하여 사용하게 되나, 방부제로 크롬 및 동 등이 인체에 해를 끼치는 것으로 알려져 사용시 문제점으로 부각되었고, 최근에는 수용성 금속염화합물을 이용하거나, 목재와 시멘트를 이용한 견고한 다공체 흡음재료 등을 이용하여 설치실적이 늘어가고 있다. 또한 본 목재방음벽은 환경친화적으로서 어떤 지역에서도 조화를 이룰 수 있어, 다양한 형태의 무늬와 타 방음시설과 혼합된 형태로 설치가 증가하고 있다.



〈그림 2.27〉 목재 방음벽

④ 투명방음벽(반사형)

최근 들어 도로주변에 가장 많은 설치실적을 보이며, 다양한 형태의 투명방음벽이 개발, 설치되고 있다.



〈그림 2.28〉 투명방음벽(반사형)

2.4.8 설치 시 준수사항

- (1) 방음벽 설치중 방음판의 파손, 도장부 손상등이 없어야 한다.
- (2) 방음벽 설치후 기초부와 방음판, 지주와 방음판 및 방음판과 방음판 사이에 틈새가 없도록 하여야 하며, 특히 기초부와 최하단 방음판 사이에는 옥외 기후에도 내구성이 우수한 재료 및 몰타르, 발포고무판 등의 자재로 밀폐하여 음의 누출을 방지하여야 한다.
- (3) 방음벽 설치에 사용되는 부품은 풀림방지용 너트 등을 사용하여 단단히 조립하여야 하고 녹 발생이 억제되는 제품을 사용하여야 한다.
- (4) 방음벽 외부에 날카로운 모서리 등 사람에게 상해를 입힐 수 있는 곳이 없도록 끝손질을 잘해야 한다.
- (5) 재난, 사고 등으로 인하여 방음벽이 파손되더라도 방음판이 분리되어 흐트러지지 않는 구조로 하여 방음판의 비산등으로 인한 2차 피해를 예방하여야 한다.
- (6) 방음벽의 교차부분 또는 방음벽 밑부분이나 방음벽과 나란히 배수로를 설치하는 등 도로의 배수흐름을 방해하지 않도록 하여야 한다.
- (7) 방음벽의 보호를 위하여 도로여건에 따라 필요한 경우에 한하여 방호책을 설치할 수 있다.

2.5. 방음벽의 미관대책

2.5.1 방음벽의 미관요소

방음벽은 도로상에 노출되어 운전자 및 연도주민에게 항시 조망되는 시설물로서 형태 및 색상의 변화만으로도 다양한 연출이 가능할 뿐 아니라, 지역적 특성을 반영하는 경우에는 간접적인 지리판단도 가능하고 주변에서 도로를 조망시 방음벽이 도로경관을 좌우하는 주요한 요소로 작용하게 되므로 내부미관, 외부미관의 검토가 필요하다.

국민의 생활수준 향상과 가속화된 여행문화로 쾌적한 도로환경에 대한 욕구가 증대되어 지역특성과 토사 또는 암, 사토등 현장여건을 종합적으로 분석하여 재질, 형태, 색상 등 변화를 모색하여 다양한 미관을 연출하는 것이 바람직하다.

(1) 미관 평가항목

- ① 음향적인 평가 : 방음벽의 높이, 방음벽의 길이, 방음벽의 위치, 방음벽의 재료 등
- ② 비음향적인 평가 : 안전성, 유지·보수, 미관 등
- ③ 경제성 평가

(2) 미관설계시 고려사항

- ① 내부경관에서는 폐쇄성, 압박감을 없애는 고려를 한다.
난간상에 설치된 방음벽의 낮은 위치에 라인을 넣은 것으로 라인의 위치로는 높은 부분보다도 안정감이 느껴진다. 방음벽의 소재와 감촉 등에 의해 라인을 표현하는 것이 필요하다.
- ② 외부미관에서는 주변환경과의 조화를 고려하여야 한다.
절판구조의 경우에는 내부미관만이 아닌 외부미관에도 종래의 패널타입에는 없는 양호한 미관을 얻을 수 있다. 이처럼 지역의 환경에 조화하는 형태, 소재, 색채 등의 검토가 필요하다.
- ③ 인접한 부지이용에 시각적 충격을 완화시키는 것이며, 기본적 요건들은 음향적인 방음벽과 인접지역의 역할사이에 규모관계를 포함한다.
특히 독립된 주거지역의 규모가 작은 한 채의 주택에 인접한 높은 방음벽은 시각적으로 심한 역효과를 낼 수 있다. 부가적으로 주거지역에 밀착되어 설치된 대규모의 방음벽은 역음영을 만들어 내며 미기후에 영향을 미칠 수 있다.

이러한 규모관계의 문제에 대한 하나의 해결방법은 전경에 있어서 조망의 도입을 통해 시각적 충격을 완화시켜 주기 위하여 높이 차이가 있는 벽을 이용하는 것이다. 이것은 주거지역에 있어서 일조와 통풍을 가능하게 한다.

- ④ 방음벽의 시각적 특성은 주변환경과의 관계를 고려하여야 하며 일반적으로 조경면적을 넓게 하는 것이 시각적으로 가장 좋다.

방음벽은 가능한 한 주변지역의 특성을 반영해야 하며 주변지역의 경관과 어울리도록 재료, 질감, 색채 등을 선택한다.

음향적인 방음벽에 접근하는 설계는 방음벽의 존재를 최소화하기 위해 이용되는 조경요소에 달려 있으며 일관된 색상과 표면마감을 이용함으로써 일부 성취될 수 있다.

- ⑤ 방음벽이 운전자에게 미치는 충격을 완화시켜 주는 것이다.

보통의 주행속도에서 방음벽에 대한 시각적 인지는 방음벽, 방음벽의 색깔, 질감이 전체적인 형태로 나타나는 경향이 있기 때문에 시각적으로 유익한 방음벽을 설계하기 위해 형태, 재료, 표면처리, 조경(식수)에 주의를 기울여야 하며 가장 바람직한 시각적 처리는 조경작업을 통해서 달성될 수 있다.

- ⑥ 방음벽은 미관과 안전성 측면에서 갑작스럽게 시작되거나 끝나서는 안된다.

지면으로부터 요구되는 높이로의 점차적인 변화는 방음벽을 방음둑으로 시작하거나 마무리하는 방법, 방음벽 끝을 도로 반대편으로 굽게 하고 지면으로부터 요구되는 높이까지 경사지게 하는 방법, 방음벽의 높이에 따라 차이를 두는 방법과 분재용 장식 용기로 벽을 마무리하는 방법이 있으며 마지막 방법은 방음벽 단부가 차량에 의해 충돌 가능성이 있는 곳에 적용된다.

- ⑦ 소재를 고려한다.

기본적으로 식재를 병용하여 사용이 되지만 지역특성에 따라서는 소재를 보이게 하는 등의 고려도 필요하다.

자연환경이 풍부한 지역에서는 나무 등의 자연소재를 이용하는 것도 주행공간의 쾌적성을 증가시키는 요인으로 생각되어질 수 있다. 또한 도시부나 주택에 인접한 지역에서는 일조문제의 해소 목적으로 투광판의 사용 등도 생각할 수 있다. 어느 것이나 그 지역의 특징이나 문제점을 충분히 파악함으로써 용도나 목적에 맞는 소재를 선정할 필요가 있다.

- ⑧ 방음벽의 기초나 천단은 부드러운 라인으로 한다.

땅깎기부의 방음벽에서는 기초가 노출되는 경우가 있다. 이와 같은 때에는 방음벽과 기초가 일체가 되는 방안이나 천단부에 입목이나 이음판을 대는 등 그 연속성을 확보 하는 방안이 중요하다.

- ⑨ 그림에 의한 대응은 피한다.

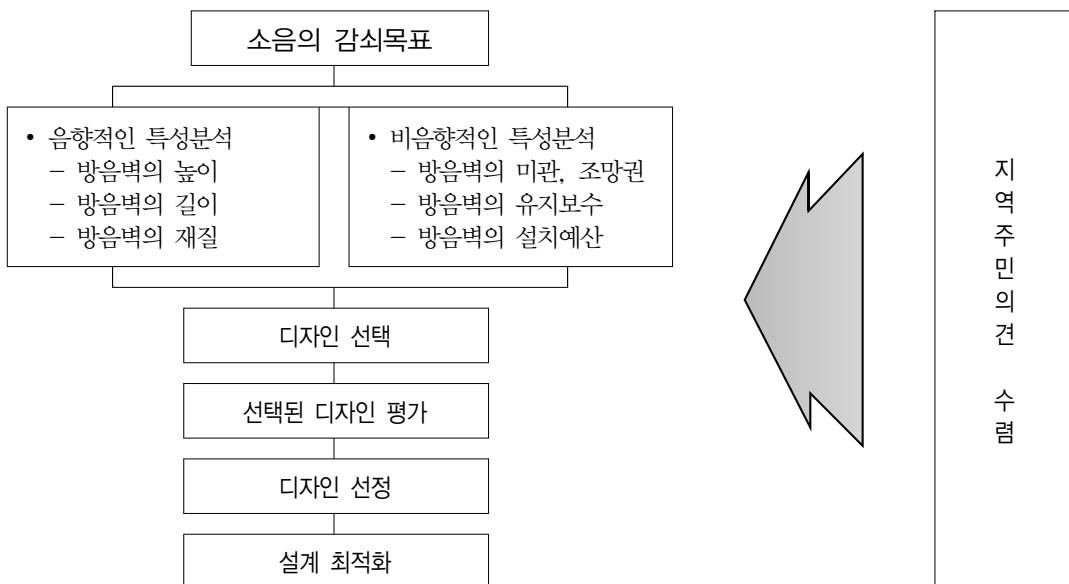
자연경관이 탁월한 지방의 도로에서 방음벽의 앞면을 식재에 의한 주변경관과의 조화를 이루도록 하는 것이 기본이며 그림에 의한 대응은 피해야 할 것이다. 왜냐하면 그림에 의한 표현은 지역의

특색을 인식하기도 전에 지나쳐 버리고 강한 인상이 위화감을 준다. 또한 도로의 외부경관에서는 방음벽이 눈에 띄게 되므로 주의할 필요가 있다.

인공적 경관이 탁월한 도시지역에서는 색에 의한 대응도 생각할 수 있으나 그와 같은 디자인은 충분히 세련된 것이어야 한다. 기본적으로는 방음벽의 구조형식을 생각하여 소재가 가진 색을 이용해야 할 것이다.

방음벽의 색은 그 소재가 가진 색을 이용하여야 하며 그 이후의 안이한 채색은 방음벽을 더욱 강조하는 것으로 만들게 되므로 많은 색을 사용하면 결과적으로 번잡하게 된다.

(3) 형식별 미관설계 방안



〈그림 2.29〉 미관 방음벽 설계 과정

① 흡음형 방음벽

흡음형 방음재중 한국산업규격(KS)에서 정하는 기준에 합격한 제품을 대상으로 재질이나 색상 및 형상 등의 변화로 다양한 디자인을 구상한다.

② 반사형 방음벽

재질이나 형태 등에 제약조건이 없으므로 시판되는 반사형 방음재 외에도 흙이나 벽돌, 콘크리트, 목재 등 활용가능 한 모든 재료를 대상으로 다양한 디자인을 구성한다. 단, 불투명 방음벽 설치시 일조권 침해나 도로결빙 및 시거부족 등으로 교통안전에 문제가 예상되는 구간이나 주변경관 조망에 의한 간접적 미관증진 기여가 예상되는 지점 등에는 투명형 방음벽 설치를 고려할 수 있다.

2.5.2 방음벽 식재

토공부의 방음벽에 대해서는 수목 등에 의한 수경식재를 하고 주변경관과 조화를 도모한다. 수경 식재시에는 상록수를 기조로 하고 꽃이나 단풍 등의 특징적인 수종을 섞어 식재함으로써 경관을 연출하는 것이 중요하다. 또한 방음벽의 외측에서도 외부경관을 개선하는 식재가 필요하다.

(1) 방음벽 식재를 설계시 다음사항을 고려하여야 한다.

- ① 내부경관에서는 녹색의 양과 리듬감이 있는 녹화를 행한다.
- ② 콘크리트(금속)판넬을 차폐함으로써 색채 및 질감의 개선, 인공적인 형태를 무너뜨리는 것이 개선의 목표가 된다. 높이 3m의 방음벽에 대해 표준적인 설치조건으로 풍부한 식재를 한 예로서, 방음벽의 앞면에는 낙엽수를 섞어심고 뒷면에는 방음벽의 높이보다 높은 고목을 배치할 수 있다. 앞면에 식재지가 없는 경우에도 후면에 키 높은 나무를 간헐적으로 식재함으로써 방음벽 천단의 인공적인 직선을 완화시킬 수 있다.
- ③ 방음벽 자체의 디자인을 보이게 하는 방안도 필요하다.
절판구조의 방음벽 앞면에 하나의 형태를 반복하도록 식재하면 차폐 식재가 아니라 나무리가 좋은 방음벽으로 보이게 된다. 예를 들면 포인트를 맞춘 요소에 식재나 방음벽의 뒷면의 식재 등을 생각할 수 있다.
- ④ 외부경관에서는 녹색의 양과 계절감 있는 녹화를 한다.
연도에 인접한 주택지가 있는 경우에 쌓기 비탈면 매몰면 전체에 수림을 형성시키면 외부에서는 쌓기 비탈면 길어깨부에 녹음이 짙은 식재로 인해 방음벽이 전혀 보이지 않는다. 단점으로는 측도가 수림에 의해 어두운 분위기에 몰리기 쉬우나 낙엽수의 화목을 섞어 심는 등 밝은 분위기를 만드는 방안이 요구된다.

(2) 방음벽 식재 순기능

- | | |
|-----------|----------------|
| ① 생태서식지제공 | ⑥ 불법 광고물 부착 차단 |
| ② 복사열 감소 | ⑦ 도시 녹화 |
| ③ 매연 흡수 | ⑧ 경관 양호 |
| ④ 미관수려 | ⑨ 시간적 긴장감 완화 |
| ⑤ 소음 저감 | ⑩ Land Mark |



〈그림 2.30〉 방음벽 식재

2.6. 사후 유지관리

2.6.1 방음벽의 점검

방음벽의 환경친화적인 유지관리를 위하여 수시·정기점검을 통하여 환경오염물질을 제거하고 파손 및 손상이 발생할 경우에는 원상복구를 수행하여 방음기능을 충분히 유지할 수 있도록 한다.

(1) 방음벽 기본 점검 사항

- ① 방음벽의 외형 및 미관상태 확인
- ② 방음판의 이음새 부분의 볼트 조임 상태
- ③ 방음벽에 사용된 볼트 및 너트 등의 녹 발생 여부 확인
- ④ 방음판과 방음판, 기초부와 방음판, 지주와 방음판 사이의 틈새 여부확인
- ⑤ 기초부와 최하단 방음판 사이에 설치되어 있는 고무판, 접착제 실런트 등의 밀폐용 재질의 관리 상태 확인
- ⑥ 방음벽의 미관용 넝쿨식물의 상태 확인
- ⑦ 투명방음벽 유지상태 확인

(2) 수시 · 정기점검 사항

- ① 방음판의 파손이나 도장부의 손상이 발생하였는지를 확인한다.
- ② 방음판의 외부에 날카로운 모서리 등 사람에게 상해를 입힐 수 있는 곳이 있는지를 수시로 확인한다.
- ③ 방음벽의 교차부분 또는 방음벽 밑부분이나 방음벽 구간에 설치된 배수시설이 도로의 배수흐름을 방해하는지를 점검한다.
- ④ 방음판의 틈새와 볼트조임 등을 수시로 점검하여 소음의 유출이 없는지를 확인한다.
- ⑤ 방음벽 후면에 설치되어 있는 흠뻑기부분에 침식이 발생하였는가를 확인한다.
- ⑥ 방음벽 설치구간의 청소, 유지관리, 교통사고시 대피 및 비상통로 이용을 위한 출입문의 상태를 확인한다.
- ⑦ 방음벽 설치후 방음벽 구간내 침하가 발생하는지를 확인한다.
- ⑧ 강풍 · 진동 등으로 인한 방음벽의 변형 및 파괴 혹은 방음벽의 색상 변형 등의 외관상 변화가 발생하였는지를 확인한다.
- ⑨ 방음벽 자체 및 방음벽 주변에 비점오염물질(비산먼지, 토사, 비점폐기물 등) 및 노면폐기물(비닐, 플라스틱, 강통, 담배 등) 등으로 인한 환경오염 발생여부를 확인한다.

2.6.2 방음벽의 유지 및 보수

방음벽의 유지관리는 소음에 대한 방음의 주요 기능뿐만 아니라 주변환경의 미(경)관적인 측면을 고려하여 정기적으로 점검 및 청소를 수행하고 문제가 발생할 경우에는 신속히 당초 설계에 적합하도록 복구조치를 수행하여야 한다.

(1) 방음벽 자체에 흙먼지, 우수 중에 녹아 있는 먼지, 자동차 매연 등에서 나온 분진 등이 투명판의 표면에 부착, 축적된 경우

- ① 도로 미관의 악화 및 투명방음판 광선투과율의 저하가 발생하므로 신속히 먼지 및 분진 등을 제거하도록 청소한다.
- ② 방음판의 도색 및 상태가 미관상 보기 좋지 않은 경우에는 깨끗이 청소 후 주위 환경에 적합하도록 도색하거나 신규교체를 할 수도 있다.

(2) 방음벽 주변에 비점오염물질 및 노면폐기물 등으로 인한 환경오염이 발생한 경우

- ① 폐기물로 인한 방음벽 주변 환경오염이 우려되므로 이에 유의하여 정기적으로 점검 및 청소를 실시한다.
- ② 우수 및 바람에 의하여 폐기물들이 분산되거나 주변 도로 배수시설을 막을 수 있으므로 기상여건이 나쁠 경우에는 신속히 청소를 한다.

(3) 방음판 사이의 틈새가 발생할 경우

- ① 방음판 사이에 틈새가 발생하면 옥외 기후에 내구성이 우수한 재질을 사용하여 틈새를 막는다.
- ② 방음판 풀림방지 체결상태가 불량한 경우에는 풀리지 않도록 단단히 조립한다.

(4) 방음벽 설치구간에 노면수 처리를 위한 배수구가 막힌 경우

- ① 방음벽 구간에 배수구멍 뚫기는 음의 유출이 없도록 길어깨면에서 20cm 이상 아래로 설치한다.
- ② 배수구멍이 토사 및 비산 먼지, 이물질 등이 퇴적되어 막힌 경우에는 신속히 청소를 실시한다.
- ③ 배수구의 파손시에는 배수구멍 크기에 적합한 배수구로 교체한다.
- ④ 배수구 주변에 비점오염물질이 발생될 경우에는 환경오염이 우려되므로 이에 유의하여 정기적으로 점검 및 청소를 실시한다.

(5) 방음판의 변형, 파손 등이 발생할 경우

- ① 방음벽이 파손 되었을 경우에는 방음판이 분리되어 흐트러지지 않도록 신속히 청소를 한다.
- ② 재난, 사고 등으로 인하여 방음벽이 파손되더라도 방음판이 분리되어 흐트러지지 않는 구조로 하여 방음판의 비산 등으로 인한 2차 피해를 예방하도록 한다.
- ③ 방음벽 외부에 동물 또는 사람에 피해를 줄 수 있는 날카로운 모서리 등이 발생하면 즉각 보수한다.
- ④ 투명방음판이 옥외에서 자외선, 태양열 및 배기가스등의 영향을 받아 화학적 변화에 의해 황색으로 변화하여 투명성을 떨어뜨리는 경우 및 방음판의 변형이 초래할 경우에는 주변경관의 시각환경을 충분히 고려하여 도시경관전문가의 자문을 받아 환경친화적인 재질 및 기능의 방음판으로 교체한다.

(6) 식생방음벽 설치의 경우

- ① 식생방음벽에 대하여는 수목 등에 의한 수경식재를 하고 자연재료의 방음벽(목재, 덩굴성 식재)을 선정하여 주변경관과의 조화를 이루도록 한다.
- ② 식생방음벽의 설치시에는 식재설치 후 주변 공간 활용성이 충분한가를 판단하여 식생의 종류 및 크기를 고려하도록 한다.
- ③ 수경 식재시에는 상록수를 기초로 하고, 설치지역의 특성에 맞는 꽃이나 단풍 등의 특징적인 수종을 혼식하는 것이 바람직하다.
- ④ 식생성장에 충분한 물과 햇볕 등이 충분한가를 고려하며 식물의 성장에 따른 가지정돈, 잡초제거, 질병관리 등의 유지관리를 수행한다.

(7) 방음벽의 적절한 환경친화적 유지관리를 위하여 <표2.4>과 같은 점검표를 작성하고 이를 정기적으로 조사하여 지속적으로 관리한다.

〈표 2.4〉 방음벽 유지관리 점검표

1. 관리주체 명기 유무			
2. 설계 및 시공 일반사항 검토서 비치상태			
- 설계 및 시공주체, - 설계 및 시공 감독기관 - 설치년도 및 비용, - 설치위치(지역주소, 약도) 및 주변조건(지역구분, 대향건물의 설치유무 등)			
3. 방음벽 성능 평가서의 비치상태			
- 일반사항 기입서 (방음벽 설계 및 감리자 인적사항, 부지 도면, 설치지점의 지반상태, 도로 상황 및 교통량) - 음향설계서, - 설치 전후의 차음성능평가서 - 방음판 음향성능서 - 구조설계서, 시공도면 - 미관 검토서 - 안전설계서			
4. 교체여분 보유여부			
- 방음판, 지주 등 구성요소의 10% 정도의 교체여분 보유			
5. 유지관리사항 점검항목			
구 분	항 목	점검 사항	보수 판단기준
안전성	기초부 및 방음판의 상태	기초부의 파손여부	방음벽이 구조적 보존성을 상실할경우 또는 방음벽의 구성요소들이 보행자나 자동차의 방해물이나 위험요소가 될 경우
		방음판의 파손여부	
	연결부위 상태	기초부와 방음판넬 연결장치의 파손 여부	
		지주와 방음판넬의 연결부 파손 여부	
	방음벽 보호장치의상태 조명사태(터널형의 경우)	가드레일의 파손여부 적정조도의 유지여부	
내구성	표면 및 재료의 노후화 상태	재페인팅 및 재코팅 여부	방음벽의 구성요소가 내구성이나 예상수명이 다했을 경우
		크랙의 발생 여부	
		뒤틀림의 발생여부	
		형태변형 여부	
성능	흡음성능 감소상태	흡음재의 처짐 및 표면기공의 막힘 여부	방음벽의 방음시스템에 있어서 요구성능을 상실할 경우
	차음성능 감소상태	방음판넬의 틈새 및 크랙발생 여부	
미관	청소상태(투명방음벽, 터널형 방음벽의 경우)	주기적인 청소실시 여부	보기 흉한 모습을 나타낼 정도로 손상되었을 경우
	식재 조성상태	식재의 성장 여부	
	방음벽의 색상및 낙서상태	표면 재처리 여부	
기타관리	배수 상태	배수처리의 원활성 여부	배수 및 환기가 원활치 않거나 방음벽의 주변이 지저분한 경우
	쓰레기 상태	쓰레기의 처리 여부	
	터널형의 경우 환기상태	원활한 환기상태 유지여부	

2.6.3 출입문 설치

(1) 방음벽 구간내 출입문 설치기준

방음벽 설치시 이에 대한 유지관리 및 교통사고시 통로로서 이용하기 위한 출입문이 요구되며 설치하는 도로공사 설계자료를 근거로 계획하며 현장여건에 따라 변경하도록 한다.

① 설치기준

- 교량구간 : 방음벽이 교량 시·종점보다 50m 이상 길게 설치된 경우
 - 연장 30m 미만 교량 : 진행방향 시점 1개소
 - 연장 30m 이상 및 철도, 하천 등으로 하부횡단이 불가능한 교량 : 진행방향 시·종점 각 1개소
- 토공구간 : 방음벽 길이 300m 이상인 경우 최소 150m마다 1개소

〈표 2.5〉 출입문 설치위치

출입구 설치개소 산 정 식	방음벽 길이별	설치개소(n)	설치위치
$n = (L - 150) / 150$ - n : 개수 - L : 방음벽길이(m)	$300m \leq L < 450m$	1개소	중간
	$450m \leq L < 600m$	2개소	-----□-----□----- VAR 150 VAR (잔여연장 / 2)
	$600m \leq L < 750m$	3개소	-----□-----□-----□----- VAR 150 150 VAR
	$750m \leq L < 900m$	4개소	-----□-----□-----□-----□----- VAR 150 150 150 VAR
	연장 150m당 1개소 추가		

② 설치방법

- 방음벽 옹벽 상단에 출입문(H2.0×W1.0m : 방음판 4단과 일치) 설치
- 도로후면 비탈면측에 콘크리트 계단설치
- 출입문은 방음판재질 또는 용융아연도금 이중철판 구조로 하고 손잡이 부착
- 출입문 개폐는 미닫이 방식으로 함
- 출입안내표지판 : 출입문 상단 2m 높이로 수직안내표지 및 출입문 상단에 양측 50m 간격 2m 지점에 평행안내표지 설치

2.6.4 방음벽의 성능평가

(1) 방음벽의 성능평가

방음벽 발주자는 방음벽을 설계 · 시공한 자로 하여금 방음벽의 성능평가서를 제출하도록 하여 적정시공 여부를 검토하여야 하며, 방음벽 시공후의 성능평가는 보호대상지역의 소음환경기준 적합여부를 판단한다. 방음벽 설치목표를 환경기준에 두지 않는 경우에는 삽입손실측정으로 방음벽의 성능평가를 할 수 있다

(2) 사후관리

방음벽은 적절한 유지관리를 통하여 설치초기의 음향특성, 안전성, 가시광선투과율(투명방음벽에 한한다) 및 미관 등이 설계목표년도까지 항상 유지되도록 하여야 하며, 그 소유 및 관리주체를 명확히 하고 관리주체는 수시로 방음벽을 점검하여 이상을 발견할 때에는 당초 설계에 적합하게 보수하도록 조치하여야 하며 정기적으로 청소를 실시하여 방음벽의 미관이 저해되지 않도록 하여야 한다.

〈표 2.6〉 방음벽의 성능평가서

평가항목	검토항목	세부검토항목
일 반 사 항		1. 방음벽 설계자(감리자)인적사항 - 음향 및 구조 - 예술분야 2. 부지도면(수음점과 소음원과의 위치관계) 3. 방음벽 설치지점의 지반상태 4. 도로상황 및 교통량(대/Hr)
음 향 설 계 서		5. 방음벽의 높이, 설치길이 6. 방음벽 설치에 따른 차음효과(고층일 경우 층별계산) 사용된 소음도 예측식 및 계산과정
성 능 평 가		7. 동일 수음점 · 동일조건에서의 설치전 · 후 소음도 - 설 치 전 : 낮 dB(A), 밤 dB(A) - 환경기준 : 낮 dB(A), 밤 dB(A) - 설계기준 : 낮 dB(A), 밤 dB(A) - 설 치 후 : 낮 dB(A), 밤 dB(A)
방음판	투 과 손 실	8. 시험성적서 및 검토자료
	흡 음 율	
	기 타	9. 재질, 충격강도, 빛의 반사도, 가시광선투과율등
구조	구 조 설 계 서	10. 풍하중, 기초공법, 통로 설치여부등
시공	시 공 도 면	11. 시공계획서
미관	주 위 경 관 고 려	12. 수림대조성, 덩굴식물 식재, 화분설치여부 등
	시각적 효과고려	13. 방음벽 전 · 후면에 대한 색채 및 형태
안전성	안 전 설 계 서	14. 방호시설 설치여부 등



3. 방음터널

방음터널의 적용은 불가피하게 도심지를 통과하는 도로를 건설하게 될 경우 도로변에 고층의 건물 등이 밀집되어 방음벽의 설치로 환경목표치를 달성하기 어려운 특수한 경우에 신중히 검토하여 적용한다.

회절에 의한 감쇠효과를 이용한 방음벽으로 목표치를 달성할 수 없는 경우, 차음성능이 큰 재료로 도로를 터널모양으로 덮음으로서 소음을 차폐하는 방법이다.

특히 도로변에 고층건물이 있는 면과 지형상 도로를 내려다보는 높은 위치에 있는 수음점에 대한 소음방지대책으로서 방음터널은 효과적으로 이용할 수 있다.

그러나, 방음터널은 음향학적으로 큰 효과를 기대할 수 있는 대책수단이나 대규모의 구조물이고, 여러 가지 부대공사가 필요하기 때문에 건설 공사비가 높아지고, 또 화재 등의 재해시 피난유도의 안전성과 자동차의 배출가스 처리 등 몇 가지의 문제가 있다.

따라서 방음터널의 적용은 불가피하게 도심지를 통과하는 도로를 건설하게 될 경우 도로변에 고층의 건물 등이 밀집되어 방음벽의 설치로 환경목표치를 만족하기 어려운 특수한 경우에 한하여 신중히 검토하여 적용하며 터널에 해당하는 안전시설물 설치를 권장한다.



〈그림 3.1〉 방음터널



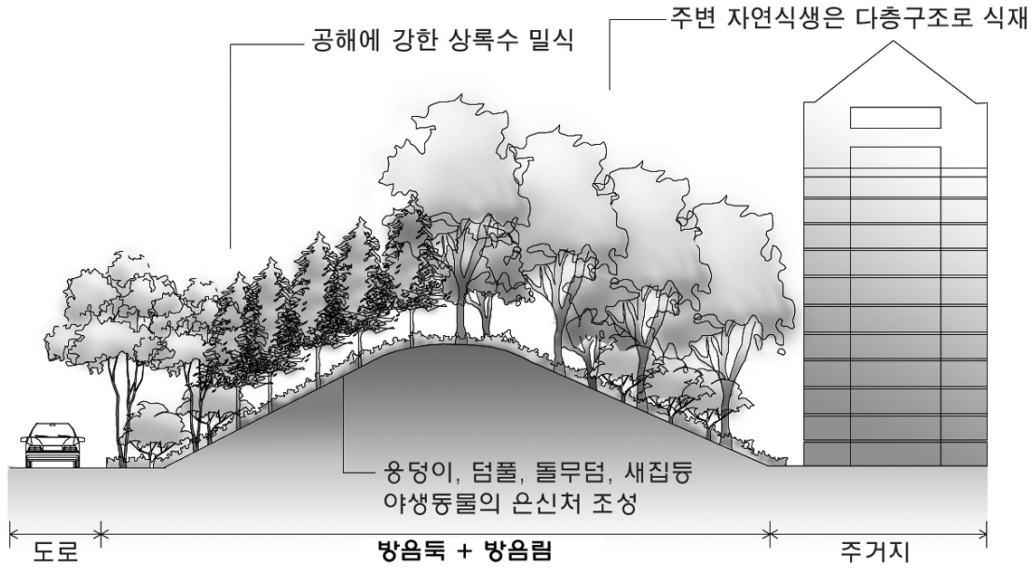
4. 방음дук 및 방음림

계획도로 공사 시 사토가 발생되며 도로변에 충분한 여유부지의 확보가 가능한 지역을 대상으로 적용성을 검토한다.

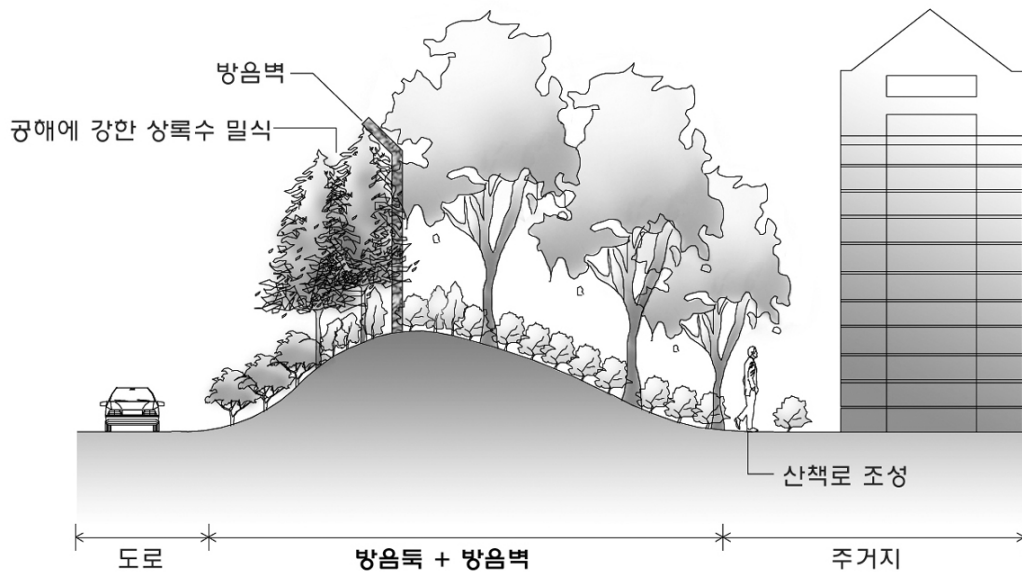
도로 교통소음 차단을 위한 방음시설에는 인공적 구조물이 많이 사용되어 왔으나, 주로 주거밀집지역 등에 경관적·시각적 요소를 중시하는 일부 지역에서는 방음дук과 방음림(혹은 조경림)이 사용되고 있다. 방음림은 차음 효과는 적으나, 물리적 완충효과 외에 심리적 압박감을 완화시켜주는 효과가 크다. 방음림의 소음저감 요인으로는 입과 줄기에 의한 흡음·지면에 의한 산란·수림에 의한 음의 산란 등이 있으나, 실제로 저감효율이 낮고, 저감치를 추정하기가 어렵다. 이에 방음림은 그 자체로서 방음시설로 이용되기보다는 인공 구조물에 대한 심리적·경관적 완충의 보조역할로 이용되고 있다.

4.1 설치장소

- ① 원지반과 도로 계획고와의 높이차이가 적은 지형으로 고속도로 용지편입이 적어 토지이용을 극대화 할 수 있는 지역에 적용성을 검토한다.
- ② 방음дук 설치에 필요한 일정 폭원의 부지가 확보되어야 하므로 편입용지 비용이 적은 지역이 바람직하다.
- ③ 현장발생 사토를 최대한 활용할 수 있고, 운반거리 등이 짧은 지역이 바람직하다.
- ④ 장래확장계획이 있어 우선 용지확보가 가능한 지역이 바람직하다.
- ⑤ 경관, 도시미관, 환경적 측면 등의 자연경관 요소와 연계되어야 하는 지역이 바람직하다.



〈그림 4.1〉 주거지 주변 자연생태 보전형 방음둑



〈그림 4.2〉 주거지 거주자 이용형 방음둑



〈그림 4.3〉 토사 및 자연석을 이용한 방음벽 설치



〈그림 4.4〉 식생옹벽을 이용한 방음벽 설치

4.2 설치방법

- ① 방음벽 형식은 토사 · 자연석 · 식생옹벽 등에 대하여 적용성을 검토하는 것이 바람직하다.
- ② 방음벽 경사는 1:1.5를 표준으로 하고 비탈면 안정해석결과에 따라 조정하여 적용한다.
- ③ 방음벽 천단 폭원은 2.0m를 표준으로 하고, 천단 활용성을 고려 조정할 수 있다.
- ④ 방음벽 높이는 회절감쇠 분석결과에 의하여 산정한다.
- ⑤ 지역별 식재가능 수종은 〈표 4.1〉을 참고하여 산정한다.

〈표 4.1〉 지역별 식재수종

구분	수종분류	지 역 별 수 종	
		중부지역	남부지역
사철 나무	생울타리 (저목, 소목)	노간주나무, 서양측백, 측백, 기타	노간주나무, 서양측백, 측백, 사철나무 등
	중목	소목 및 화백, 스트로브잣나무, 기타	소목 및 편백, 화백, 기타
	대목	화백, 스트로브잣나무, 낙우송 메타세쿼이아, 기타	편백, 화백, 히말라야시다, 메타세쿼이아, 낙우송, 기타
활엽수	중대목	은행, 양버즘, 아까시아, 가중, 단풍 나무, 침엽수, 유실수, 기타	가시나무, 은행, 양버즘, 아까시아, 가중, 단풍나무, 유실수, 기타

4.3 설치효과

- ① 경관측면에서 주변 지역과의 조화로 여러 형태의 방음독 창출이 가능하다.
- ② 유지관리가 용이하다.
- ③ 사토 구간인 경우 공사 시 발생하는 잉여토사를 이용함으로써 경제성이 증대된다.
- ④ 확장 공사 시 또는 선형개량으로 인하여 발생하는 폐도 활용이 가능한 구간은 토지이용 효율을 증대시킬 수 있다.
- ⑤ 꽃길산책로, 각종 시설물 수용 공간 활용 등으로 공간기능을 극대화 한다.