

## 도로환경에 따른 최적의 방음벽 높이 산정식 연구

### Development of an Optical Height Formula for Noise Barrier Considering the Road Environment

임유진 Lim, You-Jin

문학룡 Moon, Hak-Ryong

한국건설기술연구원 도로연구소 연구원 (E-mail : yjlim@kict.re.kr)

정희원 · 한국건설기술연구원 도로연구소 연구위원 · 교신저자 (E-mail : hymoon@kict.re.kr)

#### ABSTRACT

**PURPOSES :** A study on the efforts to minimize the road traffic noise has been underway. An attempt has been made to measure the noise level using a noise map; however, the attempt is limited to certain areas only. In general, a noise barrier is employed to prevent road traffic noise; however, unplanned noise barriers developed without considering the surrounding environment, including excessively high walls, cause problems such as infringement on prospect right. Noise ceiling at daytime in Korea is 68 dB(A), which is relatively higher than in other countries.

**METHODS :** The noise barrier used mainly for road noise reduction was analyzed to estimate the optimal height. Related variables such as road width, the height of the upper part, distance to the building, and angle (for instance, 30°).

**RESULTS :** A formula to calculate the optical height of the noise barrier, considering the road environment (i.e., parameters such as road width and distance to building), was developed in this study in an attempt to mitigate the noise generated from the road.

**CONCLUSIONS :** The formula to calculate the noise barrier is expected to lead to cost saving, accurate installation of barriers, and protection of the right of prospect.

#### Keywords

Road Traffic, Noise, Barrier, Optical Height, Formula

Corresponding Author : Moon, Hak-Ryong, Research Fellow  
Highway Research Division, Korea Institute of Civil Engineering  
and Building Technology 283, Goyangdae-ro, Ilsanseo-gu, Goyang-si,  
Gyeonggi-do, 10223, Korea  
Tel : +82.31.910.0476 Fax : +82.31.910.0338  
E-mail : hymoon@kict.re.kr

International Journal of Highway Engineering

http://www.ksre.or.kr/

ISSN 1738-7159 (print)

ISSN 2287-3678 (Online)

Received Jun. 09, 2015 Revised Aug. 04, 2015 Accepted Aug. 05, 2015

## 1. 서론

현대 사회에서는 경제발전과 더불어 발생되고 있는 생활소음, 도로교통소음, 항공소음, 철도소음 등의 문제가 대두되고 있다. 특히 도로교통 소음은 2010년 경제적 손실 3.4조원으로 2005년 대비 44% 증가하였으며, 2009년 민원발생건수는 42,400건으로 2005년 대비 46.5%가 증가하였다(KICT, 2013).

국내외를 막론하고 소음을 최소화하기 위한 노력은

계속되고 있다. 일부 지자체에서는 소음지도를 제작하여 소음의 정도를 파악하고 있으며, 최근 연구로는 저소음포장법 개발과 능동형소음저감기술(Active Noise Cancellation) 등의 다양한 연구를 수행하고 있다.

도로 내 소음을 저감하기 위하여 가장 많이 사용되는 방법은 방음벽 설치이다. 소음이 증가할수록 방음벽 높이 또한 높게 설치되고 있는 추세이다. 2011년에 설치된 방음벽의 높이별 현황을 살펴보면 6m의 방음벽이 42.6%로 가장 많은 비중을 차지하였으며, 7m 이상 설

치된 방음벽 또한 9.3%로 많은 비중을 차지하고 있다 (Ministry of Environment, 2012). 이에 본 연구에서는 방음벽 설치 시 각각의 도로 환경을 고려하여 알맞은 방음벽 높이 산정식을 제안하고자 한다.

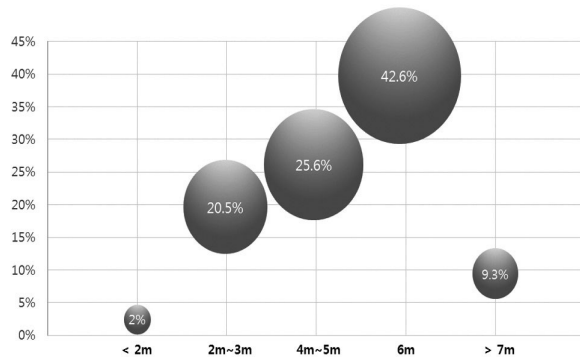


Fig. 1 Noise Barrier Wall by Height in 2011

## 2. 소음 한도 및 선행연구 분석

### 2.1. 소음 한도

국내의 「소음·진동관리법」 제26조에 의한 도로교통 소음관리 기준은 다음과 같다. 주거지역의 소음한도는 주간 68dB(A), 야간 58dB(A)이며, 상업지역의 소음한도는 주간 73dB(A), 야간 63dB(A)이다.

Table 1. Threshold Value of Noise in Korea

Subject area		Day	Night
Residential area	(dB(A))	68	58
Commercial area	(dB(A))	73	63
Industrial area			

유럽의 영국 및 스위스, 핀란드와 국제표준화기구 (ISO)의 도로교통 소음한도를 조사하여 비교해보았다.

Table 2. Threshold Value of Noise in UK, Switzerland, Finland

Category		Day	Night
UK	Suburban area	40	30
	Urban Suburban area	45	35
	Downtown area	50	35
Switzerland	Exclusive residential area	55	45
	Commercial area	60	50
	Industrial area	65	55
	Artery transportation road	70	60
Finland	Residential area	55	-
	Public building area	55	-
	24-Hour working area	45	40

Table 3. Recommended Figure of ISO Environment Standard

Category	Day	Evening	Night
Exclusive residential area, hospital	45	40	35
Suburban residential area	50	45	40
Urban residential area	55	50	45
Urban residential area mixed with commercial/industrial area and artery road	60	55	50
Commercial area	65	60	55
Industrial area	70	65	60

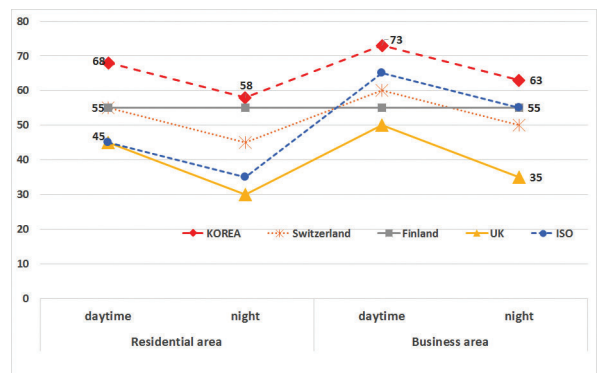


Fig. 2 Threshold Noise for each Country

각 나라의 소음한도를 살펴본 결과, 우리나라의 소음 한도 수치는 유럽 및 국제표준화기구보다 주간, 야간을 막론하고 높은 추세를 보였다. 세밀히 살펴해보려면 각 나라의 면적 및 자동차 보유대수 등의 특성을 살펴봐야 하지만 대체적인 수치로도 높은 소음한도임을 알 수 있었다.

### 2.2. 선행연구 분석

본 연구에서는 방음벽 설치단계에서 최적의 높이를 산출하는데 있어, 건축적 측면에서의 소음저감 방법에 관한 선행연구를 분석하였다.

한국토지공사(2002)는 공동주택단지 내 도로교통소음을 예측하고 개선하는 연구를 수행하였다. 택지조성 단계에서부터 교통소음의 영향을 최소화하기 위해 건물의 배치방법, 발코니 유리창 설치 유무, 이격거리정도 등에 대한 소음정도를 분석하였다. 김홍식(2004)은 환경친화적이며 정온한 주거단지를 조성할 수 있는 다양한 방법을 제안하였다. 그 중 주거단지는 간선도로와 80m 이상(100m 이격 권장)을 이격시켜 거리감쇠에 의한 소음도를 낮추고 사이 공간은 공원녹지 및 체육시설로 활용해야 한다고 하였다. 또한 자연지형을 최대한 활

용하여 평탄 지형의 경우에는 주거단지 건설 시 발생한 토사를 활용하여 도로측을 높여 방음벽 효과를 가질 수 있도록 계획하는 안을 제시하였다.

이렇게 건축물과 관련된 연구는 건축물 설치 시 방음벽의 조건과 연관되어 어떠한 효과를 가지는지 포괄적으로 분석하지 않았다. 본 연구에서는 건축물의 소음 피해 최소화를 위한 방음벽의 적정 높이 산정식을 개발 및 제안하여 적용하고자 한다.

### 3. 도로소음 해결안 및 방음벽 높이 산정식 제안

#### 3.1. 도로소음 문제 해결안

소음으로 인한 주거환경 악화가 예상되어도 물리적인 방음시설을 설치하는 수준에 불과하며 비용대비 소음피해 저감효과가 미약한 편이다. 또한 입체적으로 소음피해를 예방할 수 있도록 주거용 건축물의 높이를 관리하는 방안이 마련되고 있다.

현재 도로교통 소음피해 집단민원 예방대책 수립의 일환으로 국민권익위원회에서는 Fig. 3과 같이 소음피해지역의 건축물 높이를 축소하는 방안을 제시하고 있다(국민권익위원회, 2011).

도로변에 단독주택 등 저층의 주거용 건축물을 배치하고 배후에 고층의 주거용 건축물을 배치하여, 환경기준에 만족하는 주거 공간 확보를 통해 소음으로 인한 피해를 줄이는 방안이다.

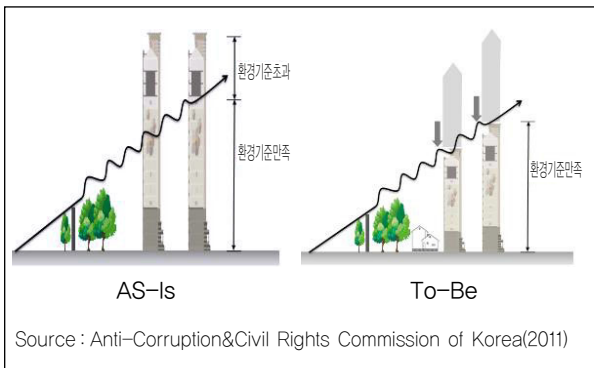


Fig. 3 Changing the Height of the Building Plan for the Noise Problem Solution

앞서 설명한 국민권익위원회에서 진행 중인 소음 저감 대책의 일환으로, 소음 피해지역의 건축물 높이를 낮추는 방안을 제시하고 있다. 이를 보다 더 효과적으로 환경기준을 만족시킬 수 있도록 Fig. 4와 같이 방음벽

상단부의 각도를 기울이는 방법을 사용하면 도로소음으로 인한 피해범위를 줄일 수 있다.



Fig. 4 Slanting the Top (Noise Barrier)

#### 3.2. 방음벽 적정 높이 산정식 제안

Fig. 5는 도로소음원과 방음벽, 건물을 도식화한 그림이다. 같은 방음벽의 높이라 하더라도 상단부(D)를 기울여 설치함으로써 소음저감 효과를 볼 수 있다.

일반적으로 방음벽 상단부의 기울기는 30°를 사용하고 있으며, 고속도로와 같이 소음이 큰 지점에는 30° 이상의 각도를 사용하는 경우도 있지만 무리하게 기울일 시에는 안전상의 문제가 발생할 수 있으니 유의해야 한다.

Fig. 5와 같이 도로소음원에서 도로폭(A)만큼 떨어져 있는 방음벽에 대하여, 방음벽을 상단부(D)와 하단부(C)로 나눠 상단부(D)를 적정 기울기인 30°로 기울였을 때, 방음벽에서 H만큼 떨어진 건축물에 미치는 소음의 영향정도를 분석해 보고자 한다.

제안된 Eq. (1)~(7)은 도로폭(A)과 방음벽 높이(B, C, D), 방음벽과 건물의 거리(H)를 알면, 건물에서 확인할 수 있는 소음 저감 효과를 확인할 수 있는 산정식이다.

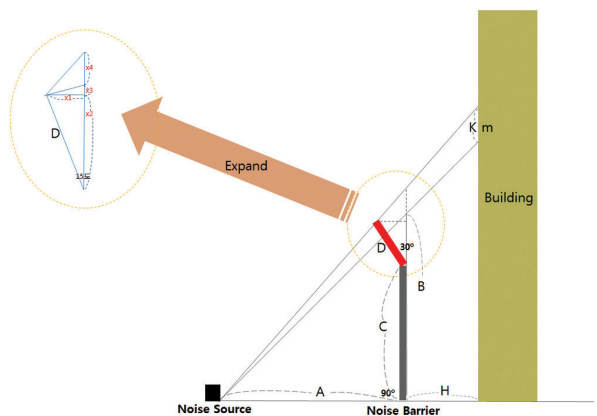


Fig. 5 Conceptual Diagram

$$E = \tan^{-1}\left(\frac{B}{A}\right) \quad (1)$$

$$\begin{aligned} x_1 &= \sin(30^\circ)D \\ x_2 &= \cos(30^\circ)D \\ x_3 &= D - x_2 \\ x_4 &= \frac{Bx_2 - Ax_3}{A - x_1} \end{aligned} \quad (2)$$

$$F = C + D + x_4 \quad (3)$$

$$G = \tan^{-1}\left(\frac{F}{A}\right) \quad (4)$$

$$I = \frac{AB + BH}{A} \quad (5)$$

$$J = \frac{AF + FH}{A} \quad (6)$$

$$\therefore K = J - I \quad (7)$$

Eq. (1)~(7)에 사용된 변수는 다음과 같다.

A = 도로폭

B = 총 방음벽 높이

C = 하단부 방음벽 높이

D = 상단부 방음벽 높이

E = 방음벽과 도로의 각도

F = 상단부를 30° 기울일 때의 방음벽 높이

G = 상단부를 30° 기울일 때의 방음벽과 도로의 각도

H = 방음벽과 건물까지의 거리

I = 기존 방음벽의 소음 커버 높이

J = 변경 방음벽의 소음 커버 높이

K = 각도변경으로 인해 커버되는 높이

x1~x4 = 변수

최적의 방음벽 높이 산정을 위한 기본조건으로 방음벽 기울기 30°, 지면과 방음벽의 각도 90°로 설정하였으며, 나머지 변수는 주변 환경에 맞게 자유로이 선택이 가능하다.

최적의 방음벽 높이 산정 시, 높이를 좌우하는 변수로는 상단부의 높이(D), 건물까지의 거리(H), 기울이는 각도(예 30°)를 들 수 있다.

## 4. 개발된 방음벽 높이 산정식 활용 실험

위치별 도로환경이 다른 구간들에 대하여 적절한 방음벽 높이를 산정하기 위한 산정식 (1)~(7)을 제안하였다. 이에 여러 상황에서 수식을 사용하여 방음벽을 적용하면 도로소음으로 인한 피해범위가 얼마나 줄어드는지 확인해보고자 한다.

### 4.1. 도로폭(A) 변경

Table 4와 같이 상단부 높이 1m, 하단부 높이 5m, 방음벽과 건물까지의 거리가 10m인 도로 환경에서 도로폭을 변경하여 비교해 보았다. 도로폭 3m일 때 기존보다 커버되는 높이 효과는 4.503m로 나타났으며, 도로폭이 6m일 때는 기존보다 1.065m 더 커버되는 것으로 나타났다. 도로폭이 넓어질수록 방음벽 상단부를 기울여서 적용하는 효과는 줄어들었다.

Table 4. Change the Road Width

Road width (A)	Total height (B)	Upper part (D)	Existing noise cover height (I)	Changed noise cover height (J)	Cover height (K)
3	6	1	26,000	30,503	4,503
4	6	1	21,000	23,464	2,464
5	6	1	18,000	19,553	1,553
6	6	1	16,000	17,065	1,065
7	6	1	14,571	15,342	0,770
8	6	1	13,500	14,078	0,578
9	6	1	12,667	13,112	0,446
10	6	1	12,000	12,350	0,350
11	6	1	11,455	11,732	0,278
12	6	1	11,000	11,222	0,222

### 4.2. 상단부 높이(D) 변경

도로폭, 방음벽 총 높이, 건물과의 거리 등의 변수를

Table 5. Change the Upper Part Height

Road width (A)	Total height (B)	Upper part (D)	Existing noise cover height (I)	Changed noise cover height (J)	Cover height (K)
6	6	0.5	16,000	16,509	0,509
6	6	1.0	16,000	17,065	1,065
6	6	1.5	16,000	17,673	1,673
6	6	1.8	16,000	18,067	2,067
6	6	2.0	16,000	18,343	2,343
6	6	2.2	16,000	18,629	2,629
6	6	2.5	16,000	19,082	3,082

고정하고 방음벽 상단부 높이(D)를 변경하여 커버되는 높이를 살펴보았다. 상단부의 높이가 늘어날수록 소음 저감 범위는 점점 증가하였다. 이는 방음벽을 기울일 수 있는 길이가 증가함에 따라 건물에서의 소음을 커버할 수 있는 범위가 넓어지는 것으로 분석되었다. 하지만 상단부 높이를 지나치게 많이 기울이다보면 안전성에 큰 문제가 생기므로 총 방음벽 길이에 비하여 적당한 수준으로 설정해야 한다.

### 4.3. 건물까지의 거리(H) 변경

도로폭, 방음벽 총 높이, 상단부 높이를 고정하고, 방음벽과 건물까지의 거리(H)를 변경하여 살펴보았다. 분석 거리는 10m부터 80m까지 분석하였으며, 선행연구에서 김홍식(2004)은 주거단지는 간선도로와 80m 이상 떨어져 설계되어야 한다고 하였다(Kim, H. S, 2004).

방음벽과 건물까지의 거리가 10m인 경우, 기존의 방음벽은 16m를 커버하며 변경된 방음벽은 17.065m만큼 커버되어 1.065m의 추가 효과를 볼 수 있었다. 또한 건물까지의 거리가 20m일 때에는 1.730m 차이의 효과를 보았으며, 30m일 때에는 2.396m, 60m일 때에는 4.392m, 80m일 때에는 5.723m의 차이 효과를 보였다.

Table 6. Change the Distance to Building

Road width (A)	Total height (B)	Distance (H)	Existing noise cover height (I)	Changed noise cover height (J)	Cover height (K)
6	6	10	16.000	17.065	1.065
6	6	15	21.000	22.398	1.398
6	6	20	26.000	27.730	1.730
6	6	25	31.000	33.063	2.063
6	6	30	36.000	38.396	2.396
6	6	35	41.000	43.729	2.729
6	6	40	46.000	49.061	3.061
6	6	45	51.000	54.394	3.394
6	6	50	56.000	59.727	3.727
6	6	55	61.000	65.060	4.060
6	6	60	66.000	70.392	4.392
6	6	65	71.000	75.725	4.725
6	6	70	76.000	81.058	5.058
6	6	80	86.000	91.723	5.723

## 5. 결론

소음방지를 위해 설치된 방음벽으로 인하여 도로 인근 주민의 조망권 침해, 예산낭비 등의 문제가 지속적으

로 발생하고 있다. 본 연구에서는 도로 내 발생하는 소음을 최소화하기 위한 방안으로 가장 많이 사용되는 방음벽에 대하여 적절한 설치 높이를 산정하는 수식을 제안하였다.

제안한 산정식을 기반으로 여러 상황에서 분석을 수행하여 도로폭, 방음벽 상단부 높이, 방음벽과 건물까지의 거리 등의 변수를 조정하여 어느 정도 소음이 커버되는지를 분석하였다.

본 산정식을 활용하였을 때 추가로 4~5m 소음 커버 효과를 볼 수 있다면, 아파트 한 층의 높이가 약 2.5m인 것을 감안하여 볼 때 큰 경제적 효과가 발생한다.

보다 더 정확한 방음벽 높이를 산정하기 위해서는 소음의 반사음, 투과음, 회절음 등이 고려해야 할 부분이다. 반사음 영향에 따른 보정계수를 산정하기 위해서는 반사음의 영향이 작용하지 않는 현장에서 측정을 해야 한다. 하지만 이러한 이상적인 장소는 존재하지 않아 반사음 영향에 따른 소음 저감 효과를 정량화하기는 어렵다. 따라서 향후 지속적인 연구를 통해 반사음이 도로교통소음에 미치는 영향정도를 파악해야 할 것이다.

본 연구에서는 최대한의 효과를 보기 위하여 방음벽 상단부를 기울여 최대 소음저감효과를 볼 수 있도록 산정하였으며, 가장 많이 사용되고 있는 적정 기울기인 30°를 적용하였다. 30°보다 더 크게 기울일 수 있는 방음벽 조건이라면 높은 소음 저감 효과를 확인할 수 있지만, 소음의 이탈현상 및 주변 환경의 안전을 고려하여 결정해야 한다.

실제 방음벽 설치 시 환경에 따라 주요 변수(도로폭, 건물까지의 거리 등)를 확인하면 적절한 방음벽 높이 산정이 가능하다.

### 감사의 글

본 연구는 한국건설기술연구원 주요사업 '전자식 도로교통 소음 저감 기술 개발'의 지원으로 수행하였습니다.

## REFERENCE

- Anti-Corruption & Civil Rights Commission of Korea (2011), Road traffic noise affected population established civil prevention.
- Ministry of Environment (2010), How to create a noise map(Noise and Vibration Control Act, Article 4-2, Appendix 1), Ministry of Environment Notice Article No.2010-72.
- Ministry of Environment (2012), Evaluation of Performance by Region for Noise & Vibration, Attached file 1.
- Kim Hong-Sik (2004), Noise Reduction Method for Environment Friendly Housing Estate, The Korea Society for Noise and

Vibration Engineering.

Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology  
(2013), Development of Electronic Road Traffic Noise

Reduction Technology, p.1.

Korea Land & Housing Corporation (2002), Study on the road  
traffic noise prediction and improvement.