

방음시설의 소음저감효과에 관한 연구

전기성 · 박영호

한국도로공사 도로연구소

Reducing Effect of Traffic Noise Soundproof Facilities

Jeon, Gi-Seong and Park, Young-Ho

Korea Highway Corporation, Research Center

ABSTRACT

In order to propose the design and installation information of vegetation belt, field investigation were carried out in the noise pollution control facilities of highway and the streets of a city for two years(1998~1999), and field tests were performed to analyze the noise attenuation effect of them.

The noise pollution control facilities were generally classified into three types (noise barrier and vegetation belt type, mounding and vegetation belt type, vegetation belt type only). Most soundproof facilities were proved the noise reduction effects. But according to width, height, structure, auditory distance and planting forms of them, difference of noise reduction effects were investigated.

The soundproof facility was suitable the mounding and vegetation belt type in the consideration of road environment, and the installation standard of vegetation was estimated that the width of vegetation was at least 20m and the length of that was 2 times in the distance from noise source.

Key words : *traffic noise pollution, soundproof facility, vegetation belt*

1. 서 론

도로교통소음은 주행하는 자동차에서 발생하여 도로 주변으로 전달하는 환경소음의 하나로, 소음발생원은 주행 자동차의 엔진음, 타이어 마찰음 및 배기음 등에 의하여 이루어진다(한국도로공사, 1994).

교통소음은 주행자 뿐만 아니라 주변 거주자에게 물리적·정신적인 영향(홍중수 등, 1985; 김용식 등, 1989; 박달곤·김용식, 1995)을 주게 되는데 소음을 방지하기 위해 방음시설이 이용

되고 있다(張廷濂, 1987). 방음시설인 방음벽과 방음독, 수림대의 방음기능에 대한 구체적인 연구결과는 일부 내외국의 선행연구(이종우 등, 1987; 鄭一錄 등, 1989; 서초구청, 1993)에 국한되어 있으며, 우리나라에서 방음시설의 유형분류에 대한 실험적 연구는 부족한 실정이다. 특히 고속도로 건설에 수반하여 환경문제가 첨예화되어 가는 시점에서 교통소음저감을 위한 방음독과 수림대의 중요성은 날로 높아지고 있다.

따라서 이 연구는 기존의 고속도로, 국도 및

시가지에도 조성되어 있는 방음벽, 방음둑과 방음수림대에 대해 조사를 통해 유형과 효과를 분석하여, 앞으로 방음둑과 수림대 조성의 설계 기준 및 조성기법의 자료로 제시하고자 한다.

II. 연구방법

1. 현장조사

문헌조사는 선행연구자료와 방음시설 관련자료, 국외 선행연구보고서 등을 수집·분석하였다.

조사는 50여개의 방음시설지를 조사하여 방음시설의 유형을 방음벽 + 방음림, 방음둑 + 방음림, 방음림의 유형을 구분하고, 자료 분석에 이용하였으며, 21개소에 대해 식생, 토지이용현황, 위치, 토양특성, 시설재료 등 환경조건 등을 정밀 조사하였다.

교통량조사는 소음측정시 병행하여 10분간 교통량을 조사하여 시간당 교통량으로 환산하였다. 또한, 차량의 주행속도는 거리 100m를 통과하는 시간을 측정하여 평균속도를 측정하였으며, 실측하여 산술평균하였다.

주간측정은 당해 지역 도로교통소음을 대표할 수 있는 시각에 2개 이상의 측정지점수를 선정하여 각 측정점에서 2시간 이상 간격으로 4회 이상 측정하여 산술평균한 값을 측정소음도로 하였다.

야간측정은 당해 지역 도로교통소음을 대표할 수 있는 시각에 2개 이상의 측정지점수를 선정하여 각 측정점에서 2시간 이상 간격으로 2회 이상 측정하여 산술평균한 값을 측정소음도로 하였다.

측정은 5분 동안 등가소음도(Leq)로 측정하였으며, 소수점 한자리에서 반올림하였고, 소음기는 영국제 CEL-593을 사용하였다.

2. 분석방법

소음계를 이용하여 방음시설의 종류별, 노선별, 위치별, 수림대 너비별 측정 소음도를 이용하여 방음시설의 유형별 특성을 분석하였으며,

방음시설로 조성된 수종을 자료를 통해 조사후 현지조사를 수행하였다.

방음시설의 유형은 기존의 자료 및 보고서 등의 선행연구와 현장조사 결과 등을 바탕으로 하여 방음시설의 유형을 분류하였다. 또한, 방음시설의 유형별 환경특성의 조사자료를 이용하여 통계분석을 하여 소음에 영향을 미치는 인자를 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 방음시설의 환경특성

방음벽 + 방음림 유형, 방음둑 + 방음림 유형, 방음림 유형별 환경특성을 보면 표 1과 같다.

방음벽 + 방음림유형에서, 평균차량속도는 77.1km/hr, 방음벽 높이 4.3m, 수음거리 38.6m, 식재밀도는 0.14주/m²로 조사되었다.

방음둑 + 방음림유형은 조경수목의 식재를 위해 토사방음둑을 조성하는 경우로서, 비교적 소음감소효과도 높고, 주거민들에게 휴식공간과 산책로를 제공하여 호응도가 높았다.

방음림유형은 소음완화와 경관향상, 휴식시설 등을 목적으로 시공되며, 방음효과는 다른 유형에 비해 떨어지므로 공사의 설계시에는 주민의 의견을 수렴하고 설계목적의 설정을 명확히 하는 것이 필요하였다.

방음림지역에서 차량주행속도 67.1km/hr, 높이 8.9m, 수음거리 40m로 조사되었으며, 식재밀도는 0.17주/m²로 나타났다.

표 2에서와 같이 방음시설에 의한 소음감소효과는 높은 것으로 나타났으며, 방음벽 + 방음림 유형은 방음벽뒤(20m 이격)에서 13.9dB(야간 18.7dB), 방음둑 + 방음림 유형이 9.5dB(야간 10.9dB), 방음림 유형은 9.9dB(야간 9.8dB)로 소음감소 효과가 높게 나타났다.

특히, 방음림 유형이 기연구결과보다(홍중수 등, 1985; 김용식 등, 1989; 박달곤·김용식, 1995) 높은 감소효과를 보였는데 이것은 수목에 의한 교란 및 차단 등의 효과외에 마운딩후 식재를 하였기 때문에 소음저감효과를 높이는 것으로 분석되었다.

표 1. 방음시설 유형별 환경특성

방음시설 유형	위 치	교통량 (대/hr)	속 도 (km/hr)	높 이 (m)	수음거리 (m)	식재밀도 (주/m ²)	시설특성 (평가)	비고
방음벽 + 방음림	서초구 서초 제4동 삼호APT(경부선)	5200	90	4	30	0.11	양호	
	강남구 신사동 미성APT(올림픽대로)	4570	80	4	40	0.13	중간	
	수원시 권선구 구운동 강남APT	3800	70	4	40	0.08	불량	
	구마선 이현-성서확장구간(성서)	4090	90	4	50	0.17	중간	
	경기도 과천시 부림동 주공 10단지	4300	80	6	50	0.19	양호	
	노원구 상계동 주공 6단지	3950	70	4	30	0.12	중간	
광명시 철산동 한신 APT	3840	60	4	30	0.17	불량		
평 균		4250	77.1	4.3	38.6	0.14		
방음독 + 방음림	영동선 하행선 158km	3700	100	4	60	0.19	양호	
	구마선 이현-성서확장구간(성서)	4100	90	5	50	0.18	중간	
	구마선 이현-성서확장구간(용산)	4200	90	5	60	0.17	중간	
	강서구 목동 3단지	4500	60	4	30	0.18	중간	
	안양시 동안구 갈산동 우방 APT	4680	80	4	40	0.17	중간	
	강남구 일원동 수서 1단지	4450	80	4	30	0.18	중간	
올림픽대로 현대 APT	4450	90	4	40	0.18	중간		
평 균		4297	84.3	4.3	44.3	0.18		
방음림	경부선 양재시민의 숲	5120	80	11	60	0.16	중간	
	서초구 잠원동 반포주공APT	4970	80	10	40	0.18	양호	
	강서구 목동 2단지	4120	60	8	30	0.15	중간	
	강서구 목동 5단지	4160	60	8	30	0.16	중간	
	노원구 공릉동 태릉푸른동산	4270	60	8	50	0.17	중간	
	광명시 하안동 주공 6단지	4080	60	9	30	0.18	양호	
과천시 중앙동 주공 11단지	4350	70	8	40	0.19	양호		
평 균		4439	67.1	8.9	40	0.17		

표 2. 방음시설지 소음도 측정치

일련 번호	방음시설 유형	위 치	거리별 소음도				비고
			도로변	20m	40m	60m	
방음벽 + 방음림		서초구 서초 제4동 삼호APT	78(80.4)	71.5(58.7)	70.9(55.5)	52(53.7)	
		강남구 신사동 미성APT	77.8(76.2)	65.2(61.8)	60.5(59.4)	61.2(50.9)	
		수원시 권선구 구운동 강남APT	71.6(71.9)	59.5(57.8)	56.7(54.2)	60.2(51.7)	
		구마선 이현-성서확장(성서지구)	86.2(85.7)	67.8(62.2)	64.1(61)	64.3(58.6)	
		경기도 과천시 부림동 주공 10단지	85.6(83.5)	65.6(63.5)	62.4(60.2)	60.5(58.7)	
		노원구 상계동 주공 6단지	-	-	-	-	
광명시 철산동 한신 APT	-	-	-	-			
평 균			79.8(79.5)	65.9(60.8)	62.9(58.1)	59.6(54.7)	
방음독 + 방음림		영동선 하행선 158km	75.6(76.9)	74.6(71.8)	59(53.4)	59.8(51.5)	
		구마선 이현-성서(성서지구)	81.2(85.7)	69.2(65.4)	64.7(62.2)	60.5(58)	
		구마선 이현-성서(용산지구)	81.7(81.1)	71.7(72)	62.6(59.7)	61.2(56.1)	
		강서구 목동 3단지	70.5(68.6)	62.3(65.2)	55.2(57.9)	60(57.1)	
		안양시 동안구 갈산동 우방 APT	79.5(76.7)	63.2(60.4)	62.1(60.5)	59(57.8)	
		강남구 일원동 수서 1단지	-	-	-	-	
올림픽대로 현대 APT	-	-	-	-			
평 균			77.7(77.8)	68.2(66.9)	60.7(58.7)	60.1(56.1)	
방음림		경부선 양재시민의 숲	82(83)	64.7(67.4)	63.9(65.7)	62.4(64.7)	
		서초구 잠원동 반포주공APT	77.7(80.3)	64.4(67)	61.8(59.4)	57.8(56.1)	
		강서구 목동 2단지	73.6(74.3)	71.4(70.7)	66.6(62)	58.4(63.6)	
		강서구 목동 5단지	74.5(73.7)	70.8(67.7)	61.5(59.5)	55.7(53.6)	
		노원구 공릉동 태릉푸른동산	78.2(74)	65(63.5)	60.4(58.7)	61.5(60.4)	
		광명시 하안동 주공 6단지	-	-	-	-	
과천시 중앙동 주공 11단지	-	-	-	-			
평 균			77.2(77.1)	67.3(67.3)	62.8(61.1)	59.2(59.7)	

2. 상관분석

표 3에서와 같이 현장조사자료를 이용해 소음도 및 환경인자들간의 상관분석한 결과, 소음도에 영향을 미치는 인자는 교통량, 속도, 방음시설높이, 수음거리, 식재너비 등이었다.

분석된 자료중 교통량, 속도는 소음발생원이므로 수음점의 소음예측에 미치는 인자는 도로변 소음도, 방음시설 높이, 수음거리, 식재너비를 소음저감 예측을 위한 영향인자로 판단하였다.

수음점에서 소음저감에 영향을 주는 인자는 방음시설의 높이, 수음거리, 방음림 식재너비가 유의성이 높게 분석되었다. 또한, 속도는 방음시설 높이, 방음림 식재너비가 상관이 높게 나타났으며, 교통량과도 상관이 높게 나타났다.

3. 조경수 현황

표 4에서와 같이, 방음시설을 위해 식재하는 조경수는 총 49종으로 조사되었다.

이 중에서 방음벽 + 방음림유형에서 조사된 수종은 33종으로 비교적 다양한 종류의 조경수를 식재하는 것으로 조사되었다. 이 유형에서는 교목류는 잣나무, 스트로브잣나무, 메타세콰이아 등 다양한 수종이 있으나 은사시나무와

메타세콰이아를 제외하고 모두 9m이하였다.

방음벽 + 방음림유형은 조경수를 식재할 수 있는 충분한 공간과 기반시설이 있음에도 불구하고 다양한 조경수가 식재되어 있지 못했다.

방음림은 비교적 다양한 조경수목이 식재되어 있어 주변 주민들과 통행자들이 휴식과 산책을 즐기면서 여유를 갖고 있었다. 그러나, 조경수목의 배식과 식재방법에서는 개선해야 할 문제점을 가지고 있었다. 상록수와 낙엽수의 혼식방법, 적절한 규격의 수목식재 등 다양한 고려사항이 반영되지 못했다.

4. 방음시설 유형구분

가. 방음벽과 방음림 유형

이 유형은 방음벽에 의한 소음저감효과가 뛰어난데 방음벽의 재질과 반사형 및 흡음형종류에 따라 다소 차이가 있다.

이 유형은 소음이 특히 심하고, 주택가에 인접하여 소음영향을 최소한으로 줄이고자 할 때 필요한 유형이다. 또한, 소음완화를 위한 공간이 부족하거나 경제성이 낮은 경우에 도로변에 적용하여 효과를 높일 수 있다.

수음점에서 거리별 소음도를 분석해 보면 그림 1, 2와 같다.

표 3. 현장조사 자료를 이용한 상관분석

	소음도	교통량	속도	높이	수음거리	식재밀도	식재너비	토양습도	토양산도	수종
소음도	1									
교통량	-0.2554**	1								
속도	0.1360**	0.1871*	1							
높이	-0.0426**	0.3416	-0.3349**	1						
수음거리	0.5617*	-0.0903	0.6712*	0.0674	1					
식재밀도	0.3725	-0.1613	0.1095	0.0971	0.3305	1				
식재너비	-0.1198**	0.6599	0.2094**	0.4138	0.1577**	-0.0169*	1			
토양습도	0.1418	0.1762	0.3718	0.2946	0.4178	0.4948**	0.3751*	1		
토양산도	-0.1396	0.0973	-0.0958	0.0083	-0.1347	-0.1792*	0.2053	0.0860	1	
수종	0.1666	0.0864	-0.1229	0.1726	-0.1208	0.1304	0.3637	0.2107	0.0702	1

* Significance : *(90 ≤ x < 95), ** (95 ≤ x < 99), *** (99 ≤ x)

표 4. 방음시설용 조경수목 현황

조경수목	규격 (m)	방음벽 + 방음림	방음독 + 방음림	방음림	비고
소나무	0.1 × 4 × 7		○	○	
젓나무	0.2 × 4 × 7	○	○	○	
섬잣나무	0.1 × 3 × 5		○	○	
스트로브잣나무	0.1 × 4 × 6	○	○		
메타세콰이아	0.2 × 5 × 12	○		○	
수양버들	0.05 × 1 × 2	○		○	
산수유	0.07 × 1.2 × 2.5	○		○	
자작나무	0.1 × 3 × 6	○		○	
생강나무	0.06 × 2 × 6	○			
플라타너스	0.15 × 4 × 5	○	○	○	
은사시나무	0.25 × 5 × 13	○	○	○	
회화나무	0.2 × 4 × 7	○			
벗나무	0.2 × 5 × 6	○	○	○	
신갈나무	0.1 × 4 × 5	○		○	
꽃사과나무	0.08 × 2 × 3	○		○	
철쭉	0.06 × 0.5 × 1		○	○	
향나무	0.15 × 3 × 7	○	○	○	
축백나무	0.06 × 4 × 6	○	○	○	
층층나무	0.05 × 2 × 3			○	
은행나무	0.2 × 4 × 9	○	○	○	
느티나무	0.2 × 5 × 9	○	○	○	
살구나무	0.1 × 2 × 5	○	○	○	
가중나무	0.07 × 3 × 6			○	
단풍나무	0.06 × 3 × 6	○		○	
칠엽수	0.1 × 3 × 5	○		○	
당단풍나무	0.2 × 4 × 7	○	○	○	
매화나무	0.1 × 3 × 6	○		○	
대추나무	0.1 × 2 × 3.5		○	○	
모과나무	0.1 × 2 × 5	○	○		
명자꽃나무	0.05 × 0.5 × 1	○		○	
감나무	0.1 × 3 × 6	○		○	
개나리	0.03 × 1 × 1.5			○	
박태기나무	0.08 × 3 × 4			○	
말발도리	0.05 × 2 × 2	○		○	
회양목	0.05 × 0.5 × 0.5	○	○	○	
영산홍	0.04 × 0.5 × 1			○	
주목	0.08 × 1.5 × 2.5		○	○	
복숭아나무	0.05 × 2 × 3.5			○	
무궁화	0.05 × 1.5 × 2	○	○	○	
족제비싸리	0.03 × 0.5 × 1.2	○		○	
조팝나무	0.05 × 0.5 × 1	○		○	
퀴똥나무	0.05 × 0.5 × 1	○	○	○	
아까시나무	0.25 × 5 × 11	○		○	
앵두나무	0.04 × 2 × 3		○		
국수나무	0.04 × 0.5 × 1		○		
서어나무	0.1 × 2 × 4		○		
용가시나무	0.02 × 0.3 × 1		○		
밤나무	0.15 × 5 × 9			○	
말채나무	0.04 × 1 × 2			○	

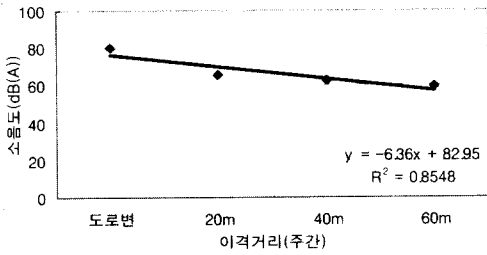


그림 1. 방음벽 + 방음림유형의 주간 소음도 저감효과

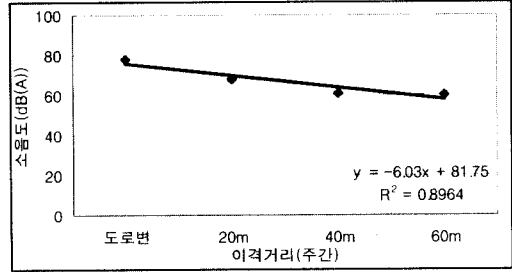


그림 3. 방음독 + 방음림유형의 주간 소음도 저감효과

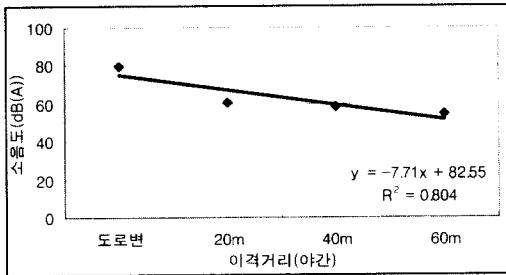


그림 2. 방음벽 + 방음림유형의 야간 소음도 저감효과

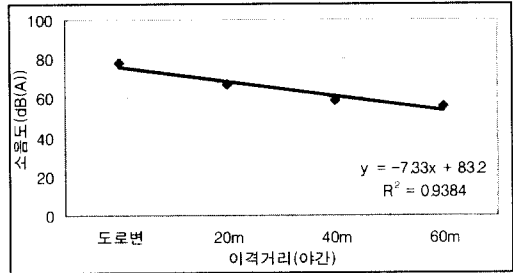


그림 4. 방음독 + 방음림유형의 야간 소음도 저감효과

나. 방음독과 방음림 유형

방음독의 구성에 의한 소음저감효과는 독에 조성하는 조정수의 식재간격과 배열수, 수종배합, 침·활엽수의 혼합여부 등 다양한 변수를 갖는다(김용식 등, 1989; 박달곤과 김용식, 1995). 이러한 조정수 식재는 기본적으로 침·활엽수의 혼식을 원칙으로 하고, 식재너비를 충분히 하며, 식재배열을 소음원과 배치되는 식재를 해야만 소음저감효과를 높일 수 있다.

현장 조사자료를 이용한 분석결과, 거리별 소음도는 그림 3, 4와 같다.

이 유형도 소음이 심하고 주택가에 인접하여 소음영향을 최소한으로 줄이고자 할 때 필요한 유형이며, 여유공간이 비교적 확보되었거나 경제성이 있는 경우에 도로변에 적용하여 효과를 높일 수 있다.

다. 방음림 유형

현장조사 결과, 방음림은 도로보다 하부에 위치하거나 또는 낮은 마운딩의 구성으로 소음의

차단을 돕고 있어 효과가 높게 나타나 도로변에서는 10dB(A) 이상의 감소효과를 가져 왔다.

식재에 의한 음향감소는 단위면적당 수목밀도, 배열방법, 수종, 수고, 지하고, 지염밀도 등에 따라 달라지고, 음파의 주파수에 따라서도 달라진다. 4,000사이클/초의 소리는 조밀한 잎의 경우, 30m 거리에서 5dB이 감소하고, 초당 1,000사이클/초의 소리는 2dB이 감소한다(한국도로공사, 1994). 수림대의 경우, 다공질의 지표면에 의한 흡수효과와 초지의 흡수효과도 주파수에 따라 차이가 있으나 1,000사이클/초에서 2.5dB의 감소효과가 있다(박달곤과 김용식, 1995).

현장조사 결과를 이용한 분석결과, 그림 5, 6과 같다.

이 유형은 주택가에 인접하여 있어 소음으로 인한 문제발생의 여지가 있거나 도로변에 여유공간이 있고, 기반시설을 위한 성토재가 충분할 경우 적용하는 것이 좋다. 이 유형의 효용으로는 주민들에게 소음완화 뿐만 아니라 휴식시설, 놀이시설, 산책로 등을 제공하여 여유로운

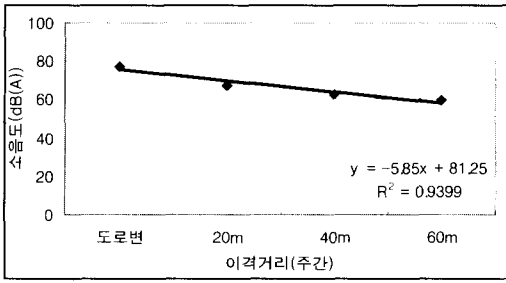


그림 5. 방음림유형의 주간 소음도 저감효과

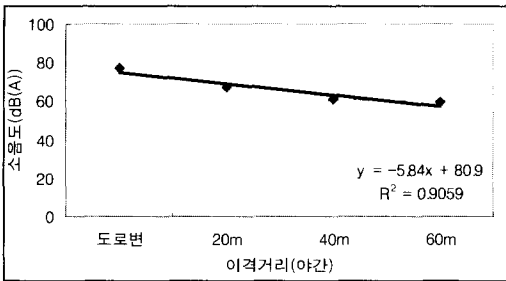


그림 6. 방음림유형의 야간 소음도 저감효과

생활공간을 제공해 줄 수 있는 장점이 있다.

IV. 결 론

본 연구는 1998년 1월부터 1999년 12월까지 문헌조사를 통해 자료수집을 하고, 고속도로 및 시가지도의 21개소의 방음시설을 현장조사·분석하였다.

조사 및 분석결과, 방음시설의 유형은 방음벽 + 방음림 유형, 방음독 + 방음림 유형, 방음림 유형으로 구분하였다.

방음을 위해 식재되는 조경수는 총 49종이 조사되었으며, 방음벽 + 방음림 유형이 33종, 방음독 + 방음림 유형 24종, 방음림 유형 39종으로 조사되었다.

3가지 방음시설유형에서 가장 높은 소음감소효과를 보인 것은 방음벽과 방음독유형으로 분석되었으며, 방음림은 소음감소와 경관향상 등을 위해 시공하는 것으로 조사되었다.

상관분석 결과에서 소음도에 교통량, 속도, 방음시설 높이, 수음거리, 식재너비 등이 영향

을 미치고 있어 효과를 높이기 위해서는 방음시설의 높이와 식재너비, 식재밀도 등을 고려해야 할 것이다.

참 고 문 헌

강남구청. 1995. 올림픽대로(동호대교-성수대교) 방음시설 설치공사 기본 및 실시설계 보고서.

김용식 · 장호경 · 김예현. 1989. 조경수목의 소음감쇠효과에 관한 연구. 한국임학회지 78(1) : 30-34.

박달근 · 김용식. 1995. 식생에 의한 소음감쇠효과. 한국조경학회지 23(2) : 205-212.

서초구청. 1993. 올림픽대로 방음시설 설치공사 기본 및 실시설계 보고서.

이용운. 1981. 도로변 주거단지의 자동차교통소음에 관한 연구. 서울대학교 환경대학원 석사학위논문.

이종우외 6인. 1987. 도로교통소음 저감을 위한 종합대책에 관한 연구(Ⅰ). 국립환경연구원보 9 : 77-93.

이종우외 5인. 1985. 소음방지시설의 성능과 구조기준에 관한 조사연구(Ⅱ). 국립환경연구원소보 7 : 85-93.

張廷濂. 1987. 소음완화를 위한 도로변 완충녹지조성기법에 관한 연구. 서울대학교 환경대학원 석사학위논문.

鄭一錄외 6인. 1989. 道路交通 騒音 低減을 위한 綜合 對策에 관한 研究(Ⅲ). 國立環境研究院報 11 : 97-107.

한국도로공사. 1994. 고속도로 소음대책에 관한 연구.

한국도로공사. 1997. 고속도로 주변 소음현황 조사·분석 연구.

한국도로공사. 1998. 업무통계.

洪宗守 · 孫英模 · 鄭永觀. 1985. 사철나무 樹壁에 의한 騒音 減殺效果. 韓國林學會誌 84(4) : 409-414.