

도로교통 소음지도를 이용한 소음저감시설의 비용 / 효과 분석방법 연구

A Study on Cost-Benefit Analysis of Noise Control Facilities
using Road Traffic Noise Map

김지윤* · 박상규†

Ji Yoon KIM, Sang Kyu PARK

Key Words : Road Traffic Noise Map(도로교통 소음지도), Noise Control Facilities(소음저감시설),
Cost-Effect Analysis(비용/효과 분석), Economic Efficiency Assessment(경제성 평가)

ABSTRACT

In Korea, the current noise impact assessment has not yet considered the vertical noise propagation property by buildings and other obstacles. And noise control plan has been established without conducting the economic assessment for the noise control facilities. A noise map is used to calculate the noise level based on a theoretical formula or an empirical formula, and also predict the characteristics of vertical propagation by linking with a geometry data. And It is possible to analyze cost-effect of noise control facilities by consider installation costs. In this study, we addressed the application of noise map for noise impact assessment and cost-effect analysis of noise control facilities.

1. 서 론

우리나라는 기존의 농업 중심의 경제 정책에서 벗어나 수출 중심의 공업을 육성하였다. 이러한 국가의 정책은 큰 성공을 거둬 세계 어느 곳에서도 유례를 찾을 수 없는 초고속 성장을 이루었지만, 단기간의 경제성장은 많은 사회적 · 환경적 문제를 야기하였다.⁽¹⁾ 성장에 따른 환경문제 중 도로교통 소음으로 인한 피해는 매우 심각한 수준으로, 「전국 주민의 소음 인식도 조사결과」에 따르면 2002년 전국 6개 도시 주민들의 32.2%가 여러 가지 환경문제 중에서도 소음 · 진동 문제를 가장 시급히 해결해야 할 사항으로 지적하였다.⁽²⁾ 또한 최근의 환경부 보도자료에 따르면, 중앙 환경 분쟁 조정위원회는 고가도로변 아파트 거주자들이 제기한 손해배상 청구소송에 대하여 도로관리기관과 아파트 승인

기관의 배상과 함께 방음벽, 방음덕, 저소음 포장면, 속도제한 등 적절한 방음대책을 강구하도록 하였다.^{(3),(4)} 이와 유사한 민원이 발생하는 신도시 개발, 도로확장 · 신설 등 특정 사업 수행 시에는 소음영향의 정확한 사전분석 및 소음저감대책 수립이 필수적이다.

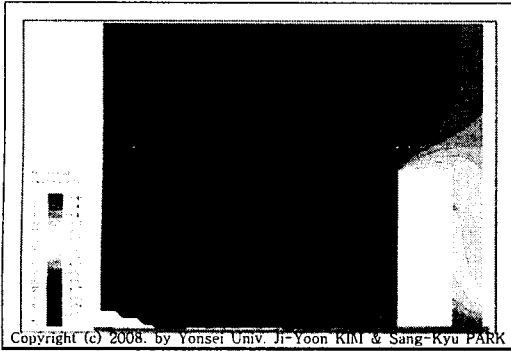
현재 우리나라의 「환경영향평가법」⁽⁵⁾에서는 특정 사업에 따른 도로교통 소음영향을 「간선도로 교통 소음 예측식」, 「고속도로 소음예측식」을 적용하여 평가하고, 저감대책을 수립하도록 규정하고 있다.^{(6),(7)} 그러나 현재 우리나라의 소음평가방법은 아래에 요약한 바와 같이 소음저감시설의 효과 등을 정확히 평가할 수 없다. 따라서 소음환경평가방법 개선을 위한 연구가 필요하다.

• 방음벽 등 소음저감시설의 효과 분석 시 Fig. 1과 같이 소음저감시설 유 · 무에 따라 건물의 높이별로 소음저감량이 다르게 나타남에도 불구하고, Fig. 2와 같이 높이에 관계없이 소음저감시설의 삽입손실치를 동일하게 적용하고 있다.

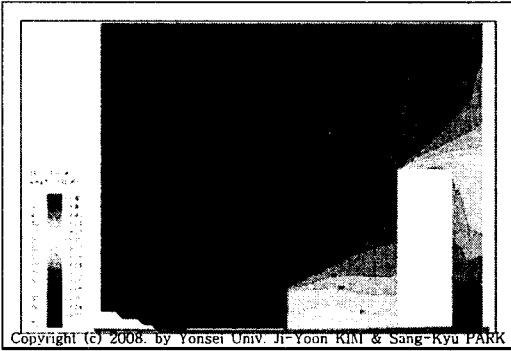
중신회원, 연세대학교 환경공학부

† E-mail : tankpark@yonsei.ac.kr
Tel : (033) 760-2442, Fax : (033) 760-2194

* 정회원, 국립환경과학원 교통환경연구소



(A) Before noise barrier installation



(B) After noise barrier installation

Fig. 1 Comparison of vertical noise propagation properties

저감시설 설치계획(일반도로)									
구간 번호	영향대상지점	영향	예측소음도(dB(A))		저감시설 높이(m)	저감후소음도(dB(A))		비고	
			주간	야간		주간	야간		
1	이파르		1	69.8	64.8	4.0	56.4	51.4	방음벽
			5	71.9	66.9		58.5	53.5	
			10	72.6	67.6		59.2	54.2	
			15	72.0	67.0		58.6	53.6	
2	이파르		1	69.5	64.5	4.0	56.1	51.2	방음벽
			5	71.6	66.6		58.2	53.3	
			10	72.3	67.3		58.9	54.0	
			15	71.7	66.7		58.3	53.4	
3	이파르		1	69.1	64.1	4.0	55.7	50.8	방음벽
			5	71.2	66.2		57.8	52.8	
			10	71.9	66.9		58.5	53.6	
			15	71.3	66.3		57.9	53.0	
4	이파르		-	60.5	55.5	2.0	55.2	50.2	방음벽
			1	68.2	62.7		56.3	50.8	
			5	70.3	64.8		58.4	52.9	
			10	70.3	64.8		58.4	52.9	

Copyright (c) 2004. by Korea Land Corporation

Fig. 2 Current noise impact assessment of Korea

또한 경제학 이론측면에서 볼 때, 환경정책이 효율적으로 시행되기 위해서는 환경정책으로 인한 비용과 편익의 분석을 통한 경제성 평가가 필수적이나, 우리나라의 경우 각종 환경규제시책에 대한 비용과 편익의 평가가 이루어지도록 요구할 수 있는 법적 근거가 명확히 제시되지 있지 않다.⁽⁸⁾ 실제로 환경영향평가를 통한 소음저감대책의 경우 소음 예측지점의 소음저감량만 고려하며, 소음저감시설의 경제성 분석은 소홀히 다루어지고 있는 실정이다.

따라서 신도시 개발, 도로확장·변경, 기존 도심의 재개발 사업 등 특정 사업의 시행에 따른 소음영향 평가 시 보다 효과적인 소음영향을 위한 방안과, 비용과 효과를 고려한 소음저감계획의 경제성평가에 관한 연구가 시급한 실정이다.

한편 소음지도는 이론적으로 증명된 예측식 또는 실험결과를 바탕으로 한 실험식을 이용하여 특정 소음원에서 방출되는 소음도를 예측하고, 이를 지형 정보 등 공간정보와 연계하여 소음전파특성의 분석이 가능하도록 한 지도이다.⁽⁹⁾ 현재 EU에서는 Directive 2002/49/EC를 통하여 2007년까지 전략소음지도(Strategic Noise Map)를 이용한 주요도로, 철도, 공항 및 산업시설 등 환경소음으로 인한 영향을 평가하고 저감대책을 수립하도록 규정하고 있다.⁽¹⁰⁾ 소음 지도 모델링을 통하여 건물 및 기타 장애물에 의한 소음의 수직 전파특성 분석이 가능하며, 소음저감 시설의 저감효과 예측이 가능하다.

본 연구에서는 소음지도를 활용하여 도로교통 소음저감시설의 소음저감효과를 분석하고, 소음저감 시설의 도입비용을 고려하여 소음저감시설의 비용 / 효과를 분석하는 방법을 제시하고자 한다.

2. 연구방법

연구진행 세부절차는 Fig. 3 과 같다.

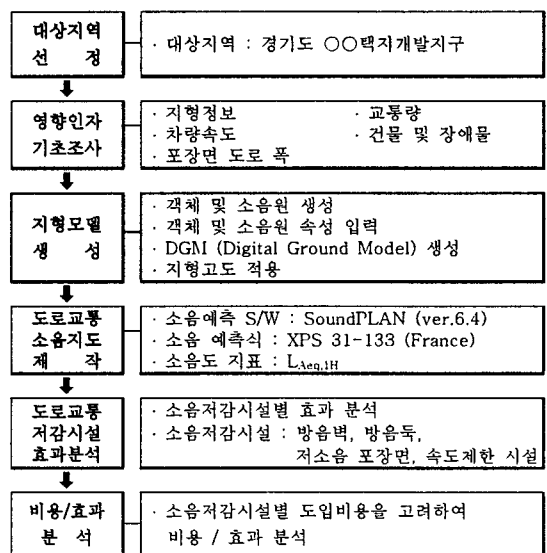


Fig. 3 Procedure for study

2.1 대상지역 선정

본 연구의 목적은 신도시 개발 등 특정 사업의 시행에 따른 도로교통 소음예측 및 소음저감시설의 비용 / 효과 분석이므로, 대상지역은 경기도 ○○택지 개발지구의 공동주택이 밀집된 일반주거지역을 선정하였다. Fig. 4 와 같이 주 소음원 Road A 와 Road B 방향을 향하고 있는 공동주택 중 소음저감시설로 인한 평균 소음저감 효과가 1 dB(A) 이상 나타나는 건물을 소음예측지점으로 선정하였다.

2.2 지형정보 및 영향인자

도로교통 소음도 예측을 위한 지형정보는 대상 지역의 택지개발계획에 따른 지형정보를 활용하였다. 대상지역의 소음원 (Road A, Road B) 의 교통량은 택지개발사업 시행에 따라 수행된 환경영향평가서에서 추정된 2017년의 교통량을 적용하였다.⁽¹¹⁾ 차량속도는 속도제한시설의 설치 후 효과를 반영하기 위하여 충분히 빠른 것으로 가정하였으며, 도로 폭은 환경영향평가서에 명시된 도로 표준 횡단면도를 참고하였다. 공동주택 건물의 층 고 및 층 수는 현재 개발이 완료되지 않은 점을 고려하여 가상의 정보를 적용하였다. 세부사항은 Table 1 과 같다.

Table 1 Factors of road traffic noise prediction

구분	내용				비고	
지형정보	대상지역 지형정보				지형도 및 가공된 등고선 적용	
교통량 및 속도	구분	소형		대형		환경영향평가서 2017년 추정교통량 적용 가상 차량속도 적용
		교통량 (veh/h)	속도 (km/h)	교통량 (veh/h)	속도 (km/h)	
	Road A	3,081	100	1,995	100	
Road B	2,882	80	1,865	80		
도로 폭	Road A	28m				환경영향평가서 도로표준 횡단면도 적용
	Road B	25m				
장애물	공동주택 층 수 및 높이				가상정보 적용 층 수 15~18층 / 층 고 3m	

2.3 소음저감시설

소음저감시설은 방음벽, 방음дук, 저소음 포장면, 속도제한 시설을 구분하여 적용하였다. 방음벽과 방음дук은 Fig. 5 (A) 와 같이 주 소음원 방향의 도로 전면에 설치하는 것으로 가정하였으며, 높이에 따른 저감효과를 충분히 고려하기 위하여 방음벽의 경우 3~15 m, 방음дук의 경우 1~4 m 로 구분 하였다. 저소음 포장면과 속도제한시설은 Fig. 5 (B)와 같이 주 소음원인 Road A 와 Road B 전체에 도입하는

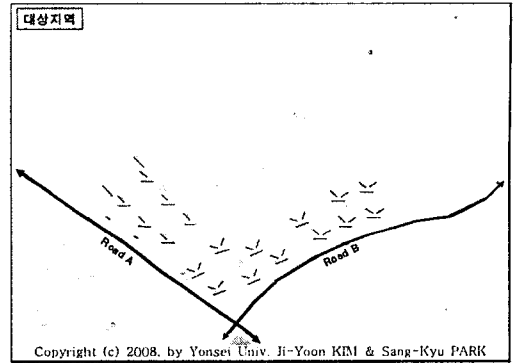


Fig. 4 Site for study

것으로 가정하였다. 속도제한 시설의 제한속도는 설치 전보다 20 km/h 를 낮게 적용하였다.

소음저감시설의 도입비용은 설치지역의 특성, 자재시세 등에 따라 변동되므로 「2008년 4월 물가 정보」⁽¹²⁾ 및 2008년 기준의 「건설공사 표준품셈」⁽¹³⁾, 「건설공사 기계의 기계경비 산출표」⁽¹⁴⁾, 「건설업 임금실태 조사보고서」⁽¹⁵⁾를 참고하여 산출하였으며, 「건설공사 표준품셈」에 명시되지 않은 경우 「2008년 건설공사 실적공사비 적용공종 및 단가」⁽¹⁶⁾에 명시된 실제 도입비용을 참고하였다.

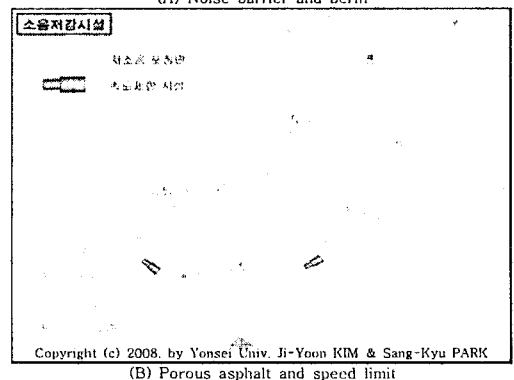
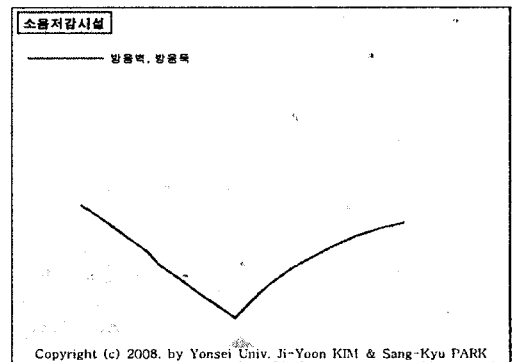


Fig. 5 Installation locations of noise control facilities

Table 2 Standard cost per unit : Noise barrier

height : 4m, width 2m (m²)

방음벽		내용	단위	단가 (원)
재료비	방음판	1,970×500×60T	m ²	120,000
	방음판 지주	194×150×6×9	m	96,000
	부속자재	앵커볼트, 스프링달림	m ²	11,000
설치비	Anchor Bolt 설치	철공 노무비 (0.38인)	m	39,255
		철공 노무비 (0.32인)		33,057
	방음벽 설치	트럭탑 시간당 손보	m ²	3,182
		주연료비		2,588
		참재료비		518
		운전원 노무비		3,796
합 계		m ²	309,396	

Table 3 Installation Cost : Noise barrier

방음벽높이 (m)	방음벽 길이 (m)	방음벽 면적 (m ²)	설치단가 (원/m ²)	총 설치비용 (원)
3	1.078	3.234	309,396	1,000,707,328
4	1.078	4.313	309,396	1,334,276,438
5	1.078	5.391	309,396	1,667,845,547
6	1.078	6.469	309,396	2,001,414,657
7	1.078	7.547	309,396	2,334,983,766
8	1.078	8.625	309,396	2,668,552,876
9	1.078	9.703	309,396	3,002,121,985
10	1.078	10.781	309,396	3,335,691,095
11	1.078	11.859	309,396	3,669,260,204
12	1.078	12.938	309,396	4,002,829,314
13	1.078	14.016	309,396	4,336,398,423
14	1.078	15.094	309,396	4,669,967,533
15	1.078	16.172	309,396	5,003,536,642

Table 4 Standard cost per unit : Noise berm

방음벽	내용	단위	단가 (원)
흙쌓기 (토사)	· 흙의 포선 및 다짐비용 포함	m ³	1,366

Table 5 Installation Cost : Noise berm

방음벽 높이 (m)	상부 폭 (m)	하부 폭 (m)	방음벽 길이 (m)	방음벽 체적 (m ³)	설치 단가 (원/m ³)	총 설치비용 (원)
1	3	9	1.078	6,469	1,366	8,836,353
2	3	9	1.078	12,938	1,366	17,672,707
3	3	9	1.078	19,406	1,366	26,509,060
4	3	9	1.078	25,875	1,366	35,345,414

Table 6 Standard cost per unit : Porous asphalt

저소음포장	내용	단위	단가 (원)
무수성 콘크리트 포장	· 부수 콘크리트, 모래, 쇄석 등 재료구입 및 운반비용 포함	m ²	18,434

Table 7 Installation Cost : Porous asphalt

포장도로 길이 (m)	포장도로 폭 (m)	설치단가 (원/m ²)	총 설치비용 (원)
1.078	20	18,434	397,437,040

Table 8 Standard cost per unit : Speed limiter

속도제한 시설	내용	단위	단가 (원)
무인 교통단속장비	· 카메라, 속도검지 LOOP 포함 설치비 포함	대	25,000,000

Table 9 Installation Cost : Speed limiter

설치 대수 (대)	설치단가 (원/대)	총 설치비용 (원)
2	25,000,000	50,000,000

2.4 소음저감효과의 경제적 가치 환산

비용 / 효과 분석을 위하여 소음저감효과를 경제적 가치로 환산하였다. 주택 가격에 내재된 도로교통 소음에 의한 주택 가격 변동에 관한 연구결과를 적용하여, 개별 지점에서 소음저감시설의 설치로 인하여 나타나는 소음저감에 따른 주택가격 변동금액을 고려하였다. 국내 · 외 연구결과는 Table 10⁽¹⁷⁾ 과 같다.

소음 1 dB(A) 변화에 따른 편익비용 산출을 위한 주택의 평균가격은 대상지역 공동주택의 2008년 기준 공시가격과 실(實)면적을 참고하였다.⁽¹⁸⁾ 대상지역의 공동주택 실(實)면적은 현재 공동주택 건설이 완료된 건물의 실(實)면적을 평균하였다.

Table 10 Research results about economic value conversion of noise

구분	연구자	소음 1 dB(A) 변화에 따른 주택가격 변화
영국	Collins Evans	소음 1dB(A) 상승 시 주택가격의 0.74% 하락
스위스	Soguel	소음 1dB(A) 상승 시 주택 임대가격의 0.91% 하락
미국	Hokanson	임계값 55dB(A) 이후 1dB(A) 상승 시 주택가격의 0.4% 하락
일본	内山久雄	소음 1dB(A) 상승 시 1m ² 당 주택가격 1,284원 하락
한국	임영태	소음 1dB(A) 상승 시 주택가격의 0.3% 하락

Table 11 Variation of house price per unit noise level

구분	내용	비고
공시지가	1,800,000 원/m ²	· 대상지역 공동주택의 2008년 공시지가
면적	150 m ²	· 대상지역 공동주택의 실면적
소음 1dB(A) 당 주택가격 변화	810,000 원	· 주택가격의 0.3%

2.5 일반사항

연구를 위한 S/W 운영환경은 Table 12 과 같다. 도로교통 소음예측식은 EU Directive 2003/613/EC⁽¹⁹⁾에서 표준식으로 제시된 프랑스의 XPS 31-133 (舊 NMPB) 를 사용하였으며, 소음지도 제작을 위한 S/W는 상용소프트웨어인 SoundPLAN (ver. 6.4, SoundPLAN 社) 을 사용하였다.

Table 12 PC operating systems for study

Noise Prediction S/W	O/S
SoundPLAN ver.6.4	Windows XP Home edition
CPU	RAM memory
Intel Quad-core Q6600, 2.40GB	PC6400, 4GB
Main Board	Graphic Card
ASUS P5K PLC	GE Force 8600GT

3. 연구결과 및 분석

3.1 소음저감시설 효과

소음저감시설 도입에 따른 효과를 분석하기 위하여 전체 지점 (330지점, 공동주택 건물 22개소 × 15층) 의 소음저감량을 모두 합산하여 총 소음저감량을 산출하였고, 소음저감시설별 효과를 간단히 비교하기 위하여 총 소음저감량을 전체 지점의 개수로 나누어 지점별 평균 소음저감량을 산출하였다. 또한 공동주택 건물 22개소 중 소음원에 가장 근접한 공동주택 A 의 층 별 소음저감량을 고려하여 높이에 따른 소음저감특성을 분석하였다. 소음저감시설별 효과는 Fig. 6~15 와 같다.

(1) 방음벽 (Fig. 6)

- 방음벽 높이에 따른 차이는 있으나 1~4층의 저층부의 소음저감효과가 비교적 크며, 10층 이상의 고층부의 소음저감효과가 적은 것으로 나타났다.

(2) 방음독 (Fig. 7)

- 방음독은 동일 높이의 방음벽에 비하여 약 1~2 dB(A) 정도 큰 소음저감 효과를 보였다. 방음독 높이에 따른 차이는 있으나, 1~2층에서의 소음저감효과가 두드러지며, 3층 이후부터는 소음저감효과가 급격하게 저하되는 것으로 분석되었다.

(3) 저소음 포장면, 속도제한시설 (Fig. 8, 9)

- 발생원 저감시설의 경우 소음원에서 2.0~2.1 dB(A) 의 소음이 저감되어, 대부분의 수음점에서 거의 일정한 소음저감효과를 보였다.

(4) 방음벽 + 저소음 포장면, 방음벽 + 속도제한 시설 (Fig. 10, 11)

- 방음벽 높이에 따른 차이는 있으나, 1~5층의 저층부에서 3 dB(A) 이상의 소음저감효과를 나타내며, 10층 이상 고층부의 소음저감량은 높이에 관계없이 비교적 일정함을 알 수 있다.

(5) 방음벽 + 저소음 포장면 + 속도제한 시설 (Fig. 12)

- 모든 높이에 약 3 dB(A) 의 소음저감량을 보여, 청각을 통해 소음저감 효과를 인지할 수 있을 것으로 판단된다.

(6) 방음독 + 저소음 포장면, 방음독 + 속도제한 시설, 방음독 + 저소음 포장면 + 속도제한 시설 (Fig. 13, 14, 15)

- 방음독 높이에 따른 차이는 있으나, 1~2층에서의 소음저감효과가 두드러지며, 3층 이후부터는 소음저감효과가 급격하게 저하되나 대부분의 층에서 약 3 dB(A) 의 소음저감효과가 나타나는 것으로 분석되었다. 이는 방음독에 의한 효과보다는 저소음 포장면과 속도제한시설에 의한 소음저감효과인 것으로 판단되며, 방음독을 설치하는 경우 안전성을 고려하여 비교적 넓은 여유 부지를 필요로 하기 때문에 비교적 고층부에서는 방음독에 의한 소음저감효과가 나타나기 어려울 것으로 판단된다.

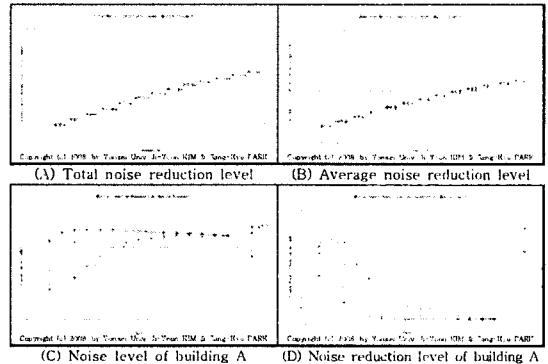


Fig. 7 Analysis of noise reduction effect : Noise barrier

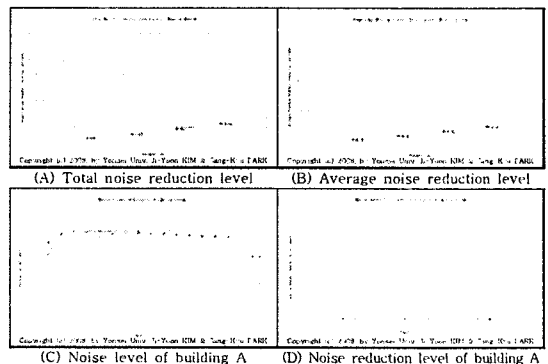
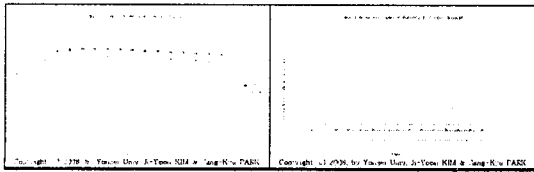
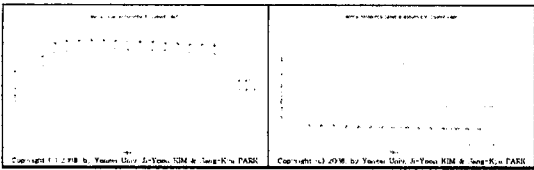


Fig. 8 Analysis of noise reduction effect : Noise berm



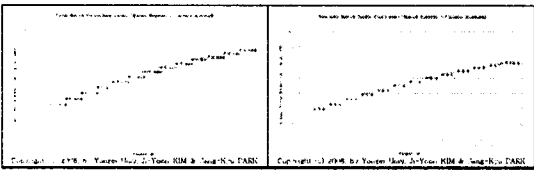
(A) Noise level of building A (B) Noise reduction level of building A

Fig. 9 Analysis of noise reduction effect : Porous asphalt

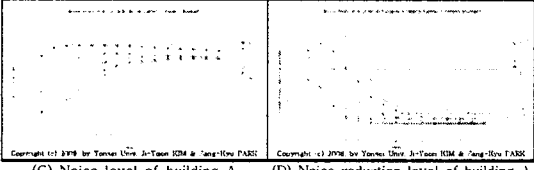


(A) Noise level of building A (B) Noise reduction level of building A

Fig. 10 Analysis of noise reduction effect : Speed limiter

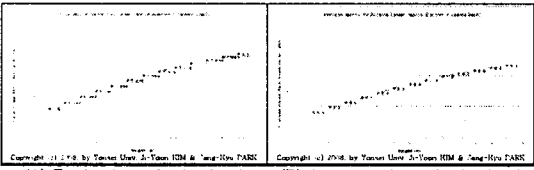


(A) Total noise reduction level (B) Average noise reduction level

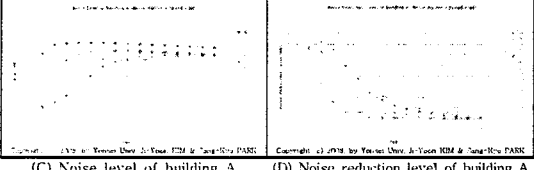


(C) Noise level of building A (D) Noise reduction level of building A

Fig. 11 Analysis of noise reduction effect : Noise barrier + Porous asphalt

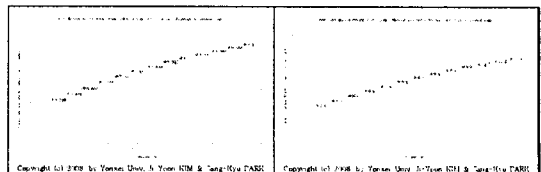


(A) Total noise reduction level (B) Average noise reduction level

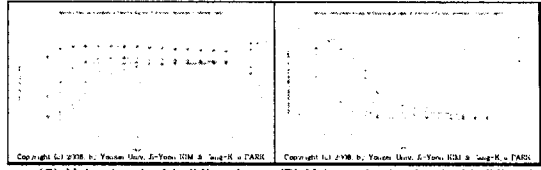


(C) Noise level of building A (D) Noise reduction level of building A

Fig. 12 Analysis of noise reduction effect : Noise barrier + Speed limiter

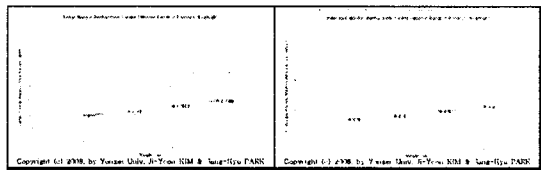


(A) Total noise reduction level (B) Average noise reduction level

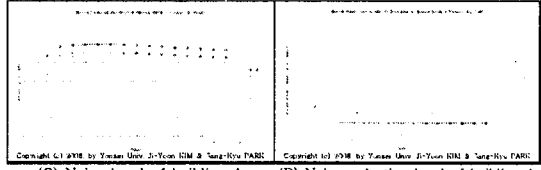


(C) Noise level of building A (D) Noise reduction level of building A

Fig. 13 Analysis of noise reduction effect : Noise barrier + Porous asphalt + Speed limiter

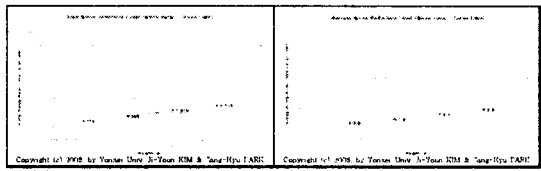


(A) Total noise reduction level (B) Average noise reduction level

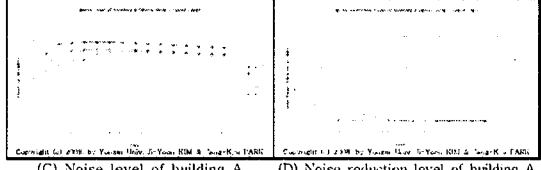


(C) Noise level of building A (D) Noise reduction level of building A

Fig. 14 Analysis of noise reduction effect : Noise berm + Porous asphalt



(A) Total noise reduction level (B) Average noise reduction level



(C) Noise level of building A (D) Noise reduction level of building A

Fig. 15 Analysis of noise reduction effect : Noise berm + Speed limiter

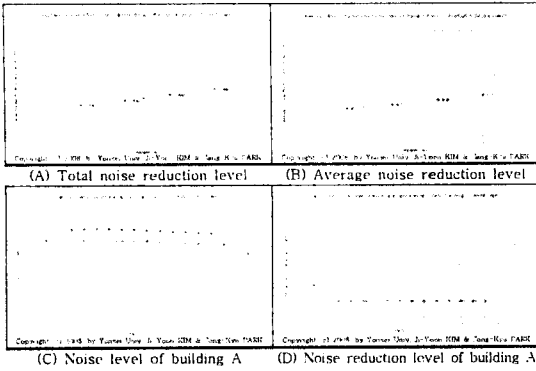


Fig. 16 Analysis of noise reduction effect
: Noise berm + Porous asphalt + Speed limiter

3.2 소음저감시설의 비용 / 효과 분석

(1) 방음벽의 비용 / 효과 분석

• 방음벽을 ① 방음벽 ② 방음벽 + 저소음 포장면 ③ 방음벽 + 속도제한 시설 ④ 방음벽 + 저소음 포장면 + 속도제한 시설로 구분하여 도입비용에 대한 소음저감 효과를 분석한 결과는 Fig. 16 (A), (B) 및 Table 13 과 같다.

• 비용 / 효과 계수(Cost Benefit Coefficient, 이하 CBC)는 저감시설 설치로 인한 소음저감 효과를 가격으로 환산한 값을 설치비용으로 나눈 것으로, CBC가 클수록 소음저감시설의 효율이 높고, 경제성이 좋은 것으로 판단할 수 있다.

• CBC 는 방음벽의 경우 0.37 ~ 0.44, 방음벽 + 저소음 포장면의 경우 0.50 ~ 0.76, 방음벽 + 속도제한 시설의 경우 0.49 ~ 0.83, 방음벽 + 저소음 포장면 + 속도제한 시설의 경우 0.54 ~ 0.89로 분석되었다.

• 저감시설 비용에 따른 효과를 분석한 결과, 저소음 포장면과 속도제한 시설 등 2가지 발생원 저감시설을 함께 설치한 경우의 소음저감 효과와 CBC 가 가장 크게 나타났다.

• 방음벽의 높이를 높이는 것보다 저소음 포장면 또는 소음저감 시설 등 발생원 저감시설을 함께 설치하는 것이 경제적인 것으로 분석되었다. 예를 들어, 7m 높이의 방음벽을 설치하는 경우와 3m

방음벽과 저소음 포장면을 함께 설치하거나 4m 의 방음벽과 속도제한시설을 함께 설치하는 경우를 비교하면, 소음저감 효과는 유사하나 저소음 포장면과 속도제한시설을 함께 설치하는 경우에 약 40%의 도입비용을 절감할 수 있을 것으로 분석되었다.

(2) 방음벽의 비용 / 효과 분석

• 방음벽을 ① 방음벽 ② 방음벽 + 저소음 포장면 ③ 방음벽 + 속도제한 시설 ④ 방음벽 + 저소음 포장면 + 속도제한 시설로 구분하여 도입비용에 대한 소음저감 효과를 분석한 결과는 Fig. 16 (C), (D) 및 Table 14 와 같다.

• CBC 는 방음벽의 경우 9.01 ~ 14.90, 방음벽 + 저소음 포장면의 경우 1.90 ~ 2.82, 방음벽 + 속도제한 시설의 경우 9.81 ~ 12.11, 방음벽 + 저소음 포장면 + 속도제한 시설의 경우 2.20 ~ 3.02로 분석되었다.

• 방음벽과 발생원 저감시설을 함께 설치하는 경우, 속도제한 시설과 저소음 포장면의 소음저감 효과는 큰 차이를 보이지 않으나, 속도제한시설의 CBC가 더 큰 것으로 분석되었다. 이는 저소음 포장면과 속도저감 시설의 소음저감 효과가 비슷하지만, 저소음 포장면의 설치비용이 속도제한 시설에 비해 약 8배 정도 높기 때문인 것으로 판단된다.

• Table 15 와 같이 소음저감시설의 설치방법에 따라 방음벽과 방음벽의 소음저감효과는 유사하게 나타나는 경우에도, 설치비용의 차이로 인하여 CBC는 큰 차이를 나타내는 것으로 분석되었다.

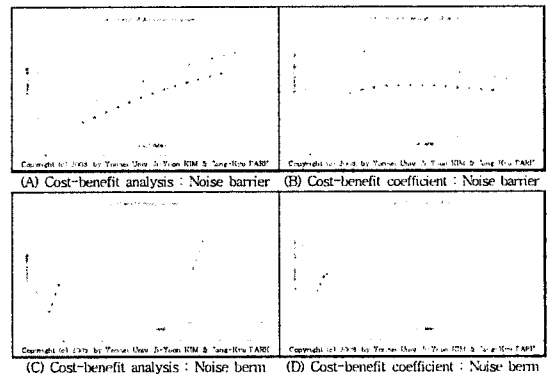


Fig. 17 Cost-benefit analysis of noise control facilities
: Noise barrier and Noise berm

Table 13 Cost-benefit analysis : Noise barrier unit : millionW

구분	방음벽			방음벽 + 저소음 포장면			방음벽 + 속도제한 시설			방음벽 + 저소음 포장면 + 속도제한 시설		
	비용	효과	CBC	비용	효과	CBC	비용	효과	CBC	비용	효과	CBC
3m	1,001	368	0.37	1,398	1,061	0.76	1,051	871	0.83	1,448	1,294	0.89
4m	1,334	532	0.40	1,732	1,227	0.71	1,384	1,039	0.75	1,782	1,465	0.82
5m	1,668	699	0.42	2,065	1,395	0.68	1,718	1,210	0.70	2,115	1,637	0.77
6m	2,001	863	0.43	2,399	1,561	0.65	2,051	1,378	0.67	2,449	1,807	0.74
7m	2,335	1,023	0.44	2,732	1,722	0.63	2,385	1,539	0.65	2,782	1,969	0.71
8m	2,669	1,174	0.44	3,066	1,874	0.61	2,719	1,693	0.62	3,116	2,124	0.68
9m	3,002	1,315	0.44	3,400	2,017	0.59	3,052	1,835	0.60	3,450	2,268	0.66
10m	3,336	1,445	0.43	3,733	2,147	0.58	3,386	1,965	0.58	3,783	2,399	0.63
11m	3,669	1,565	0.43	4,067	2,268	0.56	3,719	2,086	0.56	4,117	2,520	0.61
12m	4,003	1,678	0.42	4,400	2,382	0.54	4,053	2,200	0.54	4,450	2,634	0.59
13m	4,336	1,782	0.41	4,734	2,486	0.53	4,386	2,303	0.53	4,784	2,739	0.57
14m	4,670	1,879	0.40	5,067	2,584	0.51	4,720	2,401	0.51	5,117	2,837	0.55
15m	5,004	1,970	0.39	5,401	2,676	0.50	5,054	2,492	0.49	5,451	2,928	0.54

Table 14 Cost-benefit analysis : Noise berm unit : millionW

구분	방음벽			방음벽 + 저소음 포장면			방음벽 + 속도제한 시설			방음벽 + 저소음 포장면 + 속도제한 시설		
	비용	효과	CBC	비용	효과	CBC	비용	효과	CBC	비용	효과	CBC
1m	9	80	9.01	406	774	1.09	59	577	9.81	456	1,002	2.20
2m	18	203	11.56	415	897	2.16	68	703	10.34	465	1,127	2.42
3m	27	370	13.59	424	1,064	2.51	77	873	11.44	474	1,298	2.74
4m	35	526	14.96	433	1,222	2.82	85	1,034	12.11	483	1,459	3.02

Table 15 Cost-benefit analysis of noise control facilities unit : millionW

구분	방음벽(7m)	방음벽(3m) + 저소음포장	방음벽(5m) + 속도제한	방음벽(4m) + 속도제한
비용	2,335	1,398	1,384	85
효과	1,023	1,061	1,039	1,034
CBC	0.44	0.76	0.75	12.11

4. 결론

본 연구에서는 소음지도를 이용하여 도로교통 소음저감시설의 효과를 분석하고, 각종 사업의 경제성 평가에 사용되는 비용 / 효과 분석기법을 활용하여 소음저감시설의 비용 대비 효과를 분석하는 연구를 실시하였다.

분석결과 방음벽과 방음독의 높이가 높아질수록 회절감쇠치가 증가하여 소음저감효과가 크게 나타났으나 비교적 저층부에서 비교적 큰 소음저감효과를 보였으며, 고층부에서의 소음저감을 위하여 저감시설의 높이를 상승시키는 경우 도입비용이 크게 증가하여

경제성이 떨어진다. 따라서 방음벽 또는 방음독의 높이를 증가시키는 것보다는 저소음 포장면 또는 속도제한 시설 등 발생원 저감시설을 혼합하는 것이 보다 효율적이고 경제적인 것으로 분석되었다.

본 연구에서 제시한 소음저감시설의 비용 대비 효과 분석방법은 도로교통 및 철도 등 교통소음 뿐만 아니라 건설현장 또는 산업지역 등 다양한 소음원에 대한 소음저감시설 도입 추진 시 적용이 가능할 것으로 판단된다.

참고문헌

- (1) 박영민, 2005, 주택단지 및 택지 등 도시개발 시 도로소음 저감방안에 관한 연구, 환경부, p 3
- (2) 환경부, 2002, 전국 주민의 소음인식도 조사결과, p 2~6
- (3) 환경부 보도자료, 2008.04.15
- (4) 환경부 보도자료, 2007.07.16
- (5) 법률 제9037호, 환경영향평가법, 2008. 3, 제4조
- (6) 국립환경과학원, 도로교통소음(I), 1999, p 20~21
- (7) 장 현 외 10명, 1996, 환경영향평가, 동화기술, p 195~196
- (8) 환경부, 2003, 환경정책의 비용 / 편익분석 지침서, p 3~4
- (9) 박상규 · 박인선, 2003, 정온한 도시환경을 위한 소음지도 개발 및 응용 연구, 한국소음진동공학회 2003년도 춘계학술대회 논문집 p 1182~1186
- (10) Official Journal of the European Communities, Directive 2002/49/EC, 2002.06
- (11) 한국토지공사, 2002, 화성동탄지구 택지개발사업 환경영향평가서
- (12) 사단법인 한국물가정보, <http://www.kpi.or.kr/>
- (13) 한국건설기술연구원, 2008, 2008년 건설공사 표준품셈, p 413~415
- (14) 대한건설협회, 2007, 2007년도 건설기계의 기계 경비 산출표
- (15) 대한건설협회, 2008, 2008년 상반기 적용 건설업 임금실태 조사보고서, p 6~10
- (16) 건설교통부, 2008, 2008년 상반기 건설공사 실적 공사비 적용공종 및 단가, 토목-20, 68
- (17) 임영태, 2006, 도로교통 소음의 경제적 가치 추정, 한국학술정보, p 129
- (18) 국토해양부 부동산공시가격 알리미, <http://www.realtyprice.or.kr/index.asp>
- (19) Official Journal of the European Communities, Directive 2003/613/EC, 2003. 8