

방음벽 및 저소음 포장에 대한 비용/편익 분석

Cost-benefit Analysis for Noise Barrier and Low Noise Pavement

조윤희* · 손정곤†

Youn Hee JO and Jung Gon SON

Key Words : Cost-benefit Analysis(비용/편익 분석), Noise Barrier(방음벽), Low Noise Pavement(저소음포장), Economic Feasibility(경제적 타당성)

ABSTRACT

A study on environmental noise hasn't fully researched yet. As society has developed and the quality of life has improved, people started to show a concern about an environmental noise. To ensure a economic feasibility of countermeasures of noise, it is necessary to apply a cost-benefit analysis on choosing optimum measurements. In this study, we addressed the estimation method of the environmental noise value and several domestic and oversea case studies. We also estimate economic value of noise reduction level which is gained from applying noise reduction measurements.

1. 서 론

교통환경(대기오염, 소음, 사고 등)으로 인한 사회적 비용은 2010년을 기준으로 평가한 결과 약 57조 원으로 나타났다. 이중 98%는 도로교통에서 발생하였으며, 도로소음으로 인한 사회적 비용은 약 3조 4천억으로 2000년 기준 약 1조 9천억에 비해 약 1조 5천억이 증가하였다.¹⁾ 교통망의 확장과 도시인구 과밀화로 이는 꾸준히 증가할 것으로 예상된다.

개발사업의 경우, 환경성분석은 환경영향평가 또는 사전환경성검토를 통해 진행되고 있으나, 사업의 경제적 타당성 분석에는 환경편익/비용이 고려되지 않는 것이 현실이다.²⁾ 미국 FHWA(연방도로관리청, Federal Highway Administration) 정책에서는 방음벽 설치시 합리적인지를 평가하는 비용/편익 분석을 적용하도록 하고 있다.³⁾

국내에는 소음에 대한 비용/편익분석의 연구가 미

흡한 실정으로 소음대책 수립 시 비용과 편익이라는 관점에서 경제적 타당성을 평가할 필요가 있다. 이 연구에서는 소음가치의 추정 방법 및 국내외 사례를 소개하고 도로변 방음대책을 비용과 편익의 관점에서 비교·분석함으로써 방음대책에 따른 소음저감을 경제적인 가치로 환산해보았다.

2. 소음가치 추정 방법 및 사례

2.1 비용/편익 분석

비용편익 분석(cost-benefit analysis)이란 여러 정책대안 가운데 목표 달성에 가장 효과적인 대안을 찾기 위해 각 대안이 초래할 비용과 편익을 비교·분석하는 기법을 말한다. 즉 어떤 프로젝트와 관련된 편익과 비용들을 모두 금전적 가치로 환산한 다음 이 결과를 토대로 가장 유리한 프로젝트를 채택한다.

2.2 소음가치 추정 방법

소음에 대한 평가에는 주로 유지비용법 및 속성가격모형, 조건부 가치추정법, 명시선호분석법이 사용된다. 유지비용법은 적정 환경수준을 유지하는 데 소요되는 비용을 환경재의 사회적 편익으로 간주하는 방법이다. 속성가격기법은 환경재에 대한 명시적

† 교신저자; 정회원, (주) 유신
E-mail : dwhand@hanmail.net
Tel : 02-2163-6585, Fax : 02-2163-6589
* (주) 유신

시장이 존재하지 않는 경우 환경제와 밀접한 관련이 있는 토지, 주택, 노동시장 등 대체시장에 내포되어 있는 환경가치를 추출해내는 방법이다. 조건부 가치 추정법은 환경제의 가치를 직접적으로 개인에게 질문하여 구하는 방법으로 최근 들어 가장 각광받고 있는 추정 방법론이다. 명시선호 분석법은 가상시장을 설정한다는 점에서 조건부 가치추정법과 유사하지만 조사자가 실험상황을 애초에 정밀하게 디자인할 수 있기 때문에 응답자의 전략적 행동을 상당부분 차단할 수 있다.4)

Table 1 Estimation methods of environmental values⁴⁾

| 구분 기준 | 방법론 | 추정방법 |
|------------------|---|--|
| 물리적 연계 모형에 의한 추정 | 유지비용법 (Maintenance Cost Approach) | 환경오염 저감 및 방지 활동을 위한 시설, 장치 비용의 명시적 시장가치를 환경가치로 환산(사용가치 중심) |
| | 손실함수법 (Damage Function Approach) | 환경오염피해로 인한 의료비 지출 등의 비용과 물건손실을 회귀분석으로 추정함 |
| 행태적 연계 모형에 대한 추정 | 회피행위모형 (Averting Behavior Model) | 가계생산함수에 기초하여 환경악화에 대한 소비자의 회피 비용(사적재 지불의사액) 추정 |
| | 여행비용모형 (Travel Cost Model) | 환경적 가치가 있는 관광휴양 시설에 지불되는 여행비용을 환경편익으로 추정 |
| | 속성가격모형 (Hedonic Price Model) | 주택, 토지시장 등 대체시장에 내재된 환경제의 알목가격을 회귀분석을 통해 추출 |
| 의한 추정 | 조건부 가치추정법 (Contingent Valuation Method) | 환경제의 가상시장을 설정하고 소비자의 직접적인 응답을 통해 지불의사액을 추정 |
| | 명시선호 분석법 (Stated Preference Method) | 환경제의 다양한 속성을 사전에 디자인하여 선호도를 표시하도록 함 |

2.3 소음가치 추정 사례

(1) 국내 소음가치 추정 사례

소음의 화폐가치화를 시도한 국내연구는 다음 <Table 2>와 같다. 임영태(2000)는 도로교통 소음의 가치를 속성가격추정법을 통하여 소음의 가치가 주택가격에 내재되었다고 전제하고 소음의 수준이 상이한 표본지역의 주택(아파트)가격을 통하여 소음의 가치를 추정하였다. 김강수(2000)는 명시선호법을 이용하여 거주자들에게 설문조사를 실시함으로써 교통소음으로 인한 가구당 지불의사액을 추정해 내었다. 대한교통학회 및 철도학회에서 연구수행한 철도 투자평가편람(2001)에서는 유지비용법을 통하여 도로건설시 소요되는 방음벽의 설계단가를 소음증가분과 내구연한, 도로설계연장에 따른 연산을 통해 소

음비용의 원단위를 산정하였다.5) 한국개발연구원에서 연구수행한 도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침(2008)에서는 유지비용법을 이용하여 소음비용의 원단위를 추정하였다.

Table 2 Estimation of social cost for road noise in domestic⁵⁾

| 연구 | 추정방법 | 추정결과 | 단위 |
|---|---------|--------|---------------------|
| 임영태(2000) | 속성가격추정법 | 85 | 만원/dB |
| 김강수(2001) | 명시선호법 | 6.74 | 만원/dB-년 (가구당 지불의사액) |
| 철도 투자평가편람 (2001) | 유지비용법 | 75,853 | 원/dB·km-년 |
| 도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구 제 5판(2008) | 유지비용법 | 1,903 | 원/dB·m-년 |

(2) 국외 소음가치 추정 사례

각국에서 추정한 소음의 사회적 비용은 다음 <Table 3>과 같다. 각국의 GDP 대비 % 분석결과 대체적으로 유지비용법이 낮은 반면 명시선호 분석법이 높게 나타나고 있다. 이는 유지비용법은 소음비용에 대한 가치가 반영되어 있지 않고 단지 물리적 평가만을 고려하였기 때문에 저평가되고 있다고 볼 수 있다. 소득 수준이 높아지면서 삶의 질을 중요하게 여기고 있는 경향을 고려한다면 국내 소음 평가방법론을 유지비용법이 아닌 속성가격모형이나 조건부 가치추정법 등을 적용함으로써 소음비용에 대한 가치를 높일 필요가 있다.6)

Table 3 Estimation of social cost for road noise in overseas⁷⁾ (단위:GDP 대비 %)

| 국가 | 연구출처 | 연도 | 방법론 | | |
|------|-------------------|---------|--------|----------|-----------|
| | | | 유지 비용법 | 자산가치의 손실 | 명시선호 분석 |
| 프랑스 | Perez | 1990 | 0.03 | | |
| | Tefra | 1990 | | 0.06 | |
| | Lambert | 1986 | | 0.08 | |
| | CETUR | 1993 | 0.36 | | |
| | OECE, 1991 | 1990 | | | 0.20~0.60 |
| | Merlin | 1992 | | 0.75 | |
| 노르웨이 | Ringheim | 1983 | | 0.06 | |
| | Planco | 1985 | 0.15 | | |
| 서독 | Dickman | 1990 | 0.20 | | |
| | INFRAS/ IWW | 1995 | | | 0.70 |
| 독일 | Weinberger | 1992 | | | 1.40 |
| | INFRAS/ IWW | 1995 | | | 0.20 |
| 핀란드 | Himanen | 1992 | 0.30 | | |
| | quoted by Lambert | 1989~91 | 0.30 | | |
| 스위스 | Gean-Renaud | 1988 | | 0.30 | |
| 스웨덴 | Hansson, Markhamm | 1992 | | 0.40 | |

3. 연구 방법 및 결과

3.1 연구방법

(1) 소음예측 방법

소음예측은 한국도로공사에서 개발한 고속도로 소음 예측프로그램 KHTN(Korea Highway Traffic Noise prediction program)을 이용하여 분석하였다.

(2) 비용/편익 분석방법

유지비용법은 소음저감이라는 물리적 측면만으로 고려하기 때문에 환경가치를 반영하는 방법론보다는 다소 과소평가되는 경향이 존재하지만 이 연구에서는 방음대책별로 소음 1 dB를 낮추는 데 발생하는 경제적 비용만을 비교·분석하고자 하기 때문에 유지비용법을 사용하였다.

(3) 소음비용 추정방법⁴⁾

기본적으로 사업추진으로 인하여 소음도가 감소하는 경우에는 소음편익이 발생하였다고 분석됨이 타당할 것이고, 반면 소음도가 증가하는 경우에는 소음비용이 발생한 것으로 봐야할 것이다.

• 사업으로 인한 소음비용(편익)을 추정하기 위한 개념식은 다음과 같다.

$$EVN = EVN^0 - EVN^c$$

여기에서 EVN : 소음비용(편익)

EVN^0 : 사업시행전 소음비용(편익)

EVN^c : 사업시행후 소음비용(편익)

• 소음비용(편익)을 추정하기 위한 식은 다음과 같다.

$$\text{소음편익}(EVN^b) = \text{소음가치의 원단위}(\text{원}/\text{dB} \cdot \text{m}) \times \text{노선연장}(m) \times \text{소음수준}(dB)$$

• 소음가치의 원단위 추정식은 다음과 같다.

$$\text{소음가치의 원단위 추정 개념식}(\text{원}/\text{dB} \cdot \text{m}) = C/D$$

여기에서 C =단위거리당 방음시설의 설치비용(원/m)

D =방음시설로 인하여 감소되는 소음수준(dB)

• 시간가치를 고려한 연간균등화비용은 다음과 같다.

$$\text{방음시설 설치비용}(C) = \sum_{i=0}^n [\text{연간균등화비용}/(1+r)^i]$$

여기에서 C = 방음시설 설치비용

n = 방음시설의 내구연한(년)

r = 사회적 할인율

• 위 식을 연간균등화 비용으로 정리하면 다음 식

과 같다

$$\text{연간균등화비용}(\text{원}/\text{m} \cdot \text{년}) = C \times [1 - 1/(1+r)] \div [1 - (1/(1+r))^{n+1}]$$

• 이를 바탕으로 소음저감비용의 원단위를 추정하기 위한 식은 다음과 같다

$$\text{소음가치의 원단위}(\text{원}/\text{dB} \cdot \text{m} \cdot \text{년}) = \text{연간균등화비용}/D$$

• 이 연구에서는 m^2 당 방음시설 설치비용을 적용하였으며 그에 따른 소음가치원단위 추정식은 다음과 같다.

$$\text{소음가치의 원단위}(\text{원}/\text{dB} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{년}) = \text{연간균등화비용}/D$$

(4) 사회적 할인율

사회적 할인율이란 공공투자사업의 경제적 타당성 평가에서 편익과 비용의 추정치를 현재가치로 환산하는데 결정적인 파라미터이다. 사회적 할인율이 높다는 것은 사회전반의 성장률과 이자율이 높아 사업시행으로 인해 발생할 장래 비용 및 편익의 현재가치가 상대적으로 낮다는 것을 뜻한다. 이 연구에서는 국토해양부에서 수행한 교통시설 투자평가지침(2007)에 따라 도로, 철도, 항만, 공항 등 교통시설의 타당성 평가를 위한 사회적 할인율 5.5%를 적용하였다.

(5) 방음벽

이 연구에 적용된 방음벽은 도로변에 가장 흔히 사용되는 알루미늄 방음벽을 적용하였으며 그 단가는 다음과 같다. 방음벽의 내구연한에 대한 국내 규정이 없어 이 연구에서는 10년으로 가정하였다.

Table 4 Installation cost of noise barrier

| 구분 | AL흡음형 방음벽 단가 |
|---------------------|--------------|
| m^2 당 설치비용 | 225,570원 |

*출처:서울특별시, 2009.04, 자동차 전용도로 상 도로교통 소음 현황 조사 및 소음저감대책 용역 p.187

(6) 저소음포장

이 연구에서는 부천시 중동대로 구간의 저소음포장 실태를 조사한 측정데이터를 바탕으로 시간에 따른 소음도 변화를 추정된 결과 <Table 5>와 같으며 저소음포장의 내구연한은 4년인 것으로 추정되었다.

Table 5 Noise reduction level of low noise pavement

| 측정일 | 포장의 종류 | | 차이 (dBA) | 비고 |
|--------|-------------|----------|----------|--------------|
| | 일반 밀입도 아스팔트 | 배수성 아스팔트 | | |
| 2001.3 | 69.9 | 65.1 | 4.8 | 예측치 |
| 2002.3 | 70.8 | 66.9 | 3.9 | 실측치(국립환경과학원) |
| 2003.3 | 71.7 | 68.7 | 3.0 | 예측치 |
| 2004.3 | 72.6 | 70.5 | 2.1 | 예측치 |
| 2005.3 | 73.5 | 72.3 | 1.2 | 실측치(국토해양부) |
| 2006.3 | 74.4 | 74.1 | 0.3 | 예측치 |

*출처: 국토해양부, 2007.08, 친환경 4S 포장시스템 개발 연구 p.46

부천시 중동대로 구간에 설치된 저소음포장의 단가는 다음 <Table 6>과 같다. 이 연구에서는 기존 도로에 저감대책을 수립하는 것이므로 저소음포장의 단가는 138만원을 적용하였다.

Table 6 Installation cost of low noise pavement

| 포장의 종류 | 단가*(단위:1a) |
|--------|------------|
| 일반포장 | 850,000 |
| 저소음포장 | 1,380,000 |

* 표층 5cm에 대한 단가임.

3.2 소음예측 결과

(1) 대상지역 현황

대상지역은 올림픽대로(왕복 3차선)에 인접해 있으며 최고층(13 F)의 소음도는 70.4 dBA로 소음한도(68 dBA) 및 소음관리기준(65 dBA)을 초과하고 있다.

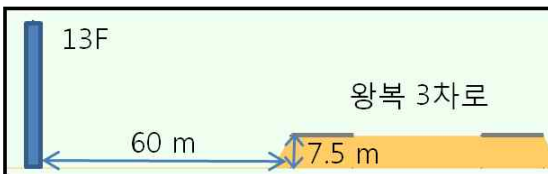


Figure 1 Conditions of prediction place

(2) 방음벽

대상지역의 방음벽 설치에 따른 소음도를 예측한 결과는 다음 <Table 2>와 같다. 소음저감효과는 저층부에서는 크나 고층부에서는 저조한 것으로 나타났다.

대상지역에서 소음도가 가장 높은 최고층(13 F)의 방음벽 설치 전·후 소음도를 비교한 결과는 <Table 7>과 같다. 소음저감량은 2.5~6.7 dBA로 방음벽 6 m 설치시 소음한도를 만족하며 방음벽 13 m 설치시 소음관리기준을 만족하는 것으로 나타났다.

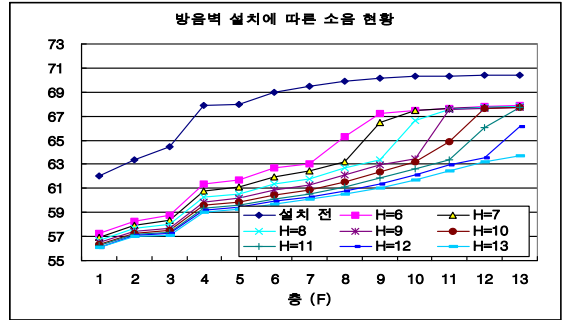


Figure 2 Noise level by noise barrier installation

Table 7 Noise level of the uppermost floor by noise barrier installation

| 방음벽 높이(m) | 최고층 소음도 (dBA) | 저감량 (dBA) | 비고 |
|-----------|---------------|-----------|-----------|
| 설치 전 | 70.4 | - | - |
| 6 | 67.9 | 2.5 | 소음한도 만족 |
| 7 | 67.8 | 2.6 | - |
| 8 | 67.8 | 2.6 | - |
| 9 | 67.8 | 2.6 | - |
| 10 | 67.8 | 2.7 | - |
| 11 | 67.7 | 2.7 | - |
| 12 | 66.1 | 4.3 | - |
| 13 | 63.7 | 6.7 | 소음관리기준 만족 |

(3) 저소음포장

대상지역의 저소음포장에 따른 소음도를 예측한 결과는 다음 <Table 2>와 같으며 전층에서 일정한 소음저감효과가 있는 것으로 나타났다. 예측값의 저소음포장의 내구연한은 <Table 5>를 참고하여 4년으로 가정하고 4년 동안의 소음도를 평균한 값이다.

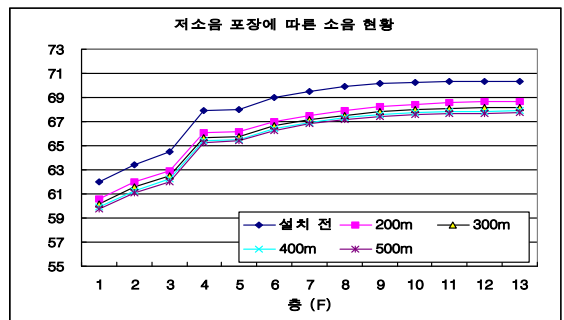


Figure 3 Noise level by low noise pavement

대상지역에서 소음도가 가장 높은 최고층(13 F)의 저소음포장 전·후 소음도를 비교한 결과는 <Table 2>와 같으며 소음저감량은 1.7~2.6 dBA로 나타났다.

저소음포장으로 소음한도를 만족하는 것은 가능하나 소음관리기준은 만족할 수 없는 것으로 나타났다.

Table 8 Noise level of the uppermost floor by noise pavement

| 저소음 포장(m) | 최고층 소음도(dBA) | | | | | | 평균 저감량 |
|-----------|--------------|------|------|------|------|------|--------|
| | 0년 | 1년 | 2년 | 3년 | 4년 | 평균 | |
| 설치 전 | 70.4 | | | | | | - |
| 200 | 67.8 | 68.2 | 68.6 | 69.1 | 69.6 | 68.7 | 1.7 |
| 300 | 67.0 | 67.6 | 68.2 | 68.8 | 69.4 | 68.2 | 2.2 |
| 400 | 66.5 | 67.2 | 67.9 | 68.6 | 69.3 | 67.9 | 2.5 |
| 500 | 66.2 | 66.9 | 67.7 | 68.5 | 69.3 | 67.7 | 2.6 |

(4) 방음벽 + 저소음포장

대상지역의 방음벽+저소음포장에 따른 최고층 소음도를 예측한 결과 다음 <Figure 4>와 같다. 방음벽 높이에 따른 효과는 12~13 m를 제외하고는 큰 차이가 없으며 설치연도가 0~4년의 경우 저소음포장의 연장이 길어질수록 소음저감량은 증가하는 것으로 나타났다.

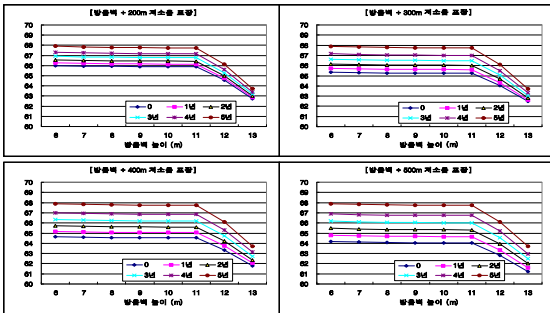


Figure 4 Noise level by noise barrier and low noise pavement

방음벽+저소음포장의 최고층 평균저감량을 산출한 결과는 다음 <Table 9>와 같다. 저소음포장의 연장이 길어질수록 최고층 소음저감량은 증가하는 것으로 나타났지만 설치기간이 길어질수록 그 차이는 미미하고 10년 평균 저감량으로 산정하였을 경우 그 차이는 없는 것으로 나타났다.

3.3 원단위 추정 결과

(1) 방음벽

방음벽의 설치비를 연간 균등화 비용으로 산정하고 전층 소음저감량에 따른 원단위를 추정한 결과는 다음 <Table 10>과 같다. 방음벽의 높이가 높아질수록 원단위 추정가격은 증가하는 것으로 나타났다.

Table 9 Noise level of the uppermost floor by noise barrier and low noise pavement

| 포장 길이 (m) | 방음벽 높이 (m) | 최고층 소음도 | | | | | | 10년 평균 저감량 | |
|-----------|------------|---------|-----|-----|-----|-----|-------|------------|-----|
| | | 0 | 1년 | 2년 | 3년 | 4년 | 5~10년 | | |
| 200 | 6 | 4.4 | 4.1 | 3.8 | 3.4 | 3.1 | 2.5 | 3.0 | |
| | 7 | 4.4 | 4.2 | 3.9 | 3.5 | 3.1 | 2.5 | 3.1 | |
| | 8 | 4.5 | 4.2 | 3.9 | 3.6 | 3.2 | 2.6 | 3.2 | |
| | 9 | 4.5 | 4.2 | 3.9 | 3.6 | 3.2 | 2.6 | 3.2 | |
| | 10 | 4.5 | 4.2 | 3.9 | 3.6 | 3.2 | 2.6 | 3.2 | |
| | 11 | 4.5 | 4.2 | 3.9 | 3.6 | 3.2 | 2.6 | 3.2 | |
| | 12 | 5.8 | 5.6 | 5.4 | 5.1 | 4.8 | 4.3 | 4.7 | |
| | 13 | 7.6 | 7.5 | 7.4 | 7.2 | 7.0 | 6.7 | 7.0 | |
| | 300 | 6 | 5.0 | 4.6 | 4.2 | 3.7 | 3.2 | 2.5 | 3.0 |
| | | 7 | 5.1 | 4.7 | 4.3 | 3.8 | 3.3 | 2.5 | 3.1 |
| | | 8 | 5.1 | 4.7 | 4.3 | 3.8 | 3.3 | 2.6 | 3.2 |
| | | 9 | 5.1 | 4.7 | 4.3 | 3.9 | 3.3 | 2.6 | 3.2 |
| | | 10 | 5.1 | 4.8 | 4.3 | 3.9 | 3.4 | 2.6 | 3.2 |
| 11 | | 5.1 | 4.8 | 4.3 | 3.9 | 3.4 | 2.6 | 3.2 | |
| 12 | | 6.3 | 6.0 | 5.7 | 5.3 | 4.9 | 4.3 | 4.7 | |
| 13 | | 7.9 | 7.7 | 7.5 | 7.3 | 7.0 | 6.7 | 7.0 | |
| 400 | | 6 | 5.7 | 5.2 | 4.6 | 4.0 | 3.4 | 2.5 | 3.0 |
| | | 7 | 5.8 | 5.3 | 4.7 | 4.1 | 3.4 | 2.5 | 3.1 |
| | | 8 | 5.8 | 5.3 | 4.7 | 4.1 | 3.5 | 2.6 | 3.2 |
| | | 9 | 5.8 | 5.3 | 4.8 | 4.2 | 3.5 | 2.6 | 3.2 |
| | | 10 | 5.8 | 5.3 | 4.8 | 4.2 | 3.5 | 2.6 | 3.2 |
| | 11 | 5.8 | 5.3 | 4.8 | 4.2 | 3.5 | 2.6 | 3.2 | |
| | 12 | 7.0 | 6.6 | 6.1 | 5.6 | 5.1 | 4.3 | 4.7 | |
| | 13 | 8.6 | 8.3 | 8.0 | 7.6 | 7.2 | 6.7 | 7.0 | |
| | 500 | 6 | 6.2 | 5.6 | 4.9 | 4.2 | 3.5 | 2.5 | 3.0 |
| | | 7 | 6.3 | 5.6 | 5.0 | 4.3 | 3.5 | 2.5 | 3.1 |
| | | 8 | 6.3 | 5.7 | 5.0 | 4.3 | 3.6 | 2.6 | 3.2 |
| | | 9 | 6.3 | 5.7 | 5.0 | 4.3 | 3.6 | 2.6 | 3.2 |
| | | 10 | 6.3 | 5.7 | 5.0 | 4.4 | 3.6 | 2.6 | 3.2 |
| 11 | | 6.3 | 5.7 | 5.1 | 4.4 | 3.6 | 2.6 | 3.2 | |
| 12 | | 7.6 | 7.0 | 6.4 | 5.8 | 5.2 | 4.3 | 4.7 | |
| 13 | | 9.2 | 8.8 | 8.4 | 7.9 | 7.4 | 6.7 | 7.0 | |

Table 10 Noise unites of noise barrier

(단위 : 천원/dB²·년)

| 방음벽 높이(m) | 방음벽 면적(m ²) | 전층 평균 저감량 | 방음벽 설치비 | 연간 균등화 비용 | 원단위 추정 |
|-----------|-------------------------|-----------|---------|-----------|--------|
| | | | | | |
| 7 | 2,100 | 5.1 | 473,697 | 55,483 | 10,933 |
| 8 | 2,400 | 5.7 | 541,368 | 63,409 | 11,198 |
| 9 | 2,700 | 6.2 | 609,039 | 71,335 | 11,540 |
| 10 | 3,000 | 6.6 | 676,710 | 79,262 | 11,921 |
| 11 | 3,300 | 7.1 | 744,381 | 87,188 | 12,245 |
| 12 | 3,600 | 7.7 | 812,052 | 95,114 | 12,415 |
| 13 | 3,900 | 8.1 | 879,723 | 103,040 | 12,780 |

(2) 저소음포장

저소음포장의 설치비를 연간 균등화 비용으로 산정하고 전층 소음저감량에 따른 원단위를 추정한 결과는 다음 <Table 11>과 같다. 저소음포장의 연장이 길어질수록 원단위 추정가격은 증가하는 것으로 나타났으며 방음벽에 비하여 낮게 나타났다. 이는 방음벽의 경우 저층부에만 효과가 있는 반면 저소음포장의 경우 음원의 저감으로 전층에 효과가 있기 때문에 고층인 본 대상지역에서는 이러한 결과가 나타나는 것으로 사료된다. 저소음포장이 방음벽에 비하여 비

용/편익 분석에서 더 효과적인 것으로 나타났지만 4년마다 포장을 새로 하여야 한다는 단점이 있고 이로 인한 교통체증 등이 유발되므로 이에 대한 비용/편익의 복합적인 평가가 이루어져야 할 것이다.

Table 11 Noise unites of low noise pavement
(단위 : 천원/dB·m²·년)

| 저소음포장 | | 전층 평균 저감량 | 저소음 포장 설치비 | 연간 균등화비용 | 원단위 추정 |
|-----------|-------------------------|-----------------|------------------|-------------|-----------|
| 길이 (m) | 면적 (m ²) | | | | |
| 200 | 2,880 | 1.8 | 39,744 | 8,821 | 5,024 |
| 300 | 4,320 | 2.2 | 59,616 | 13,232 | 6,038 |
| 400 | 5,760 | 2.4 | 79,488 | 17,643 | 7,207 |
| 500 | 7,200 | 2.6 | 99,360 | 22,054 | 8,468 |

(3) 방음벽+저소음포장

방음벽+저소음포장은 방음벽만 설치한 경우와 비교한 결과는 다음 <Table 12>와 같다. 소음저감량은 0.5~0.8 dBA로 크게 증가하지 않는 것으로 나타났다.

Table 12 Noise reduction level by noise barrier and low noise pavement

| 방음벽 높이(m) | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 방음벽 | 4.6 | 5.1 | 5.7 | 6.2 | 6.6 | 7.1 | 7.7 | 8.1 |
| 방음벽+200 | 5.0 | 5.5 | 6.0 | 6.5 | 6.9 | 7.3 | 7.8 | 8.2 |
| 방음벽+300 | 5.1 | 5.6 | 6.1 | 6.6 | 7.0 | 7.4 | 7.9 | 8.2 |
| 방음벽+400 | 5.3 | 5.8 | 6.3 | 6.7 | 7.2 | 7.6 | 8.1 | 8.4 |
| 방음벽+500 | 5.4 | 5.9 | 6.4 | 6.9 | 7.3 | 7.7 | 8.2 | 8.6 |

방음벽+저소음포장의 설치비를 연간 균등화 비용으로 산정하고 전층 소음저감량에 따른 원단위를 추정 한 결과는 다음 <Table 13>과 같다. 방음벽+저소음포장의 경우 방음벽 설치에 비해 소음저감량이 미미하고 저소음포장 연장 증가에 따른 소음저감량도 미미하여 방음벽의 높이 및 저소음포장의 연장이 길어질수록 원단위 추정 가격은 증가하는 것으로 나타났다.

Table 13 Noise unites of noise barrier and low noise pavement
(단위 : 천원/dB·m²·년)

| 방음벽 높이(m) | 방음벽 | 방음벽 +200 | 방음벽 +300 | 방음벽 +400 | 방음벽 +500 |
|--------------|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 6 | 10,445 | 10,477 | 10,658 | 10,746 | 10,903 |
| 7 | 10,933 | 11,012 | 11,192 | 11,254 | 11,378 |
| 8 | 11,198 | 11,346 | 11,530 | 11,573 | 11,672 |
| 9 | 11,540 | 11,737 | 11,928 | 11,955 | 12,034 |
| 10 | 11,921 | 12,156 | 12,353 | 12,367 | 12,428 |
| 11 | 12,245 | 12,520 | 12,725 | 12,728 | 12,774 |
| 12 | 12,415 | 12,739 | 12,955 | 12,951 | 12,985 |
| 13 | 12,780 | 13,137 | 13,362 | 13,348 | 13,370 |

4. 결 론

올림픽 대로에 인접한 아파트를 대상으로 방음대책(방음벽 및 저소음포장)에 따른 비용/편익을 분석한 결과는 다음과 같다.

이 연구에서는 비용/편익 분석 방법 중 유지비용법을 적용하여 과업대상지가 소음한도(68 dBA)를 만족하기 위해 필요한 방음대책의 원단위를 추정한 결과 방음벽은 10,445천원/dB·m²·년이고 저소음 포장은 7,207천원/dB·m²·년으로 저소음포장이 비용과 편익의 측면에서 효과적인 것으로 나타났다. 하지만 저소음포장의 내구연한은 4년으로 4년마다 저소음포장을 해야 하는 단점이 있다.

방음벽+저소음포장의 경우 방음벽만 설치하였을 경우와 비교하여 소음저감효과가 1 dBA 미만으로 미미하여 과업대상지에서는 비용과 편익의 측면에서 불합리한 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

- 1) Korea Environment Institute, 2002, A Comparative Study on the Environmental Aspects of the Surface Transportation
- 2) Korea Environment Institute, 2009, Integration of Environmental Values in Developing Policy Evaluation Techniques I I
- 3) National Research Council, 2010, Technology for a Quieter America
- 4) Korea Development Institute, 2002, A Study on Environmental Cost Estimation in Pre-feasibility Study of Transportation Projects
- 5) Park, B. E, Jang, B. H, Han, S. W., Kim, D. G., Park, K. H., 2006, A Study of The Benefit Cost of The Railway Noise, Proceedings of the KSNVE Annual Spring Conference
- 6) The Korea Transport Institute, 2009, Research for Revising the Evaluation Criteria of Socio-Economic Values in the Transportation Sector
- 7) ECMT, 1998, Efficient Transport for Europe p.185.