

단지내 공동주택에서의 경관을 고려한 도로소음 분석

Analysis of Traffic Noise Considering Landscape at High-storied Apartment in Residential Complex

박영민* · 최진권** · 김경인*** · 고정용****

Park young min, Choi jin kwon, Kim kyoung in and Ko jung yong

Key Words : Residential Zone(주택단지), Traffic Noise(도로소음), Landscape(경관), Amenity(쾌적함), Quantitative Analysis(정량분석), Noise Prediction Model(소음예측모델)

ABSTRACT

This study was performed for make the plan of large residential zone considering reduction of the traffic noise and landscape, to meet the demand of resident who pursuit the amenity. For the first time, suitable traffic noise prediction model was selected and modified. Also, quantitative analysis of the traffic noise reductor was performed. These results are utilized plan of large residential zone efficiently.

1. 서론

소음 · 진동 관련 환경문제의 심각성은 여러 조사결과로부터 찾아볼 수 있다. “전국 주민의 소음 인식도 조사결과(환경부 2002년)”에 따르면 6개도시 주민들의 32.2%가 여러 가지 환경문제 중에서도 소음 · 진동 문제를 가장 시급히 해결해야 할 환경문제로 지적하고 있다. 또한 중앙분쟁조정위원회의 분쟁사례를 살펴보면, 1991년 7월 19일부터 2004년 5월 31까지 1,122건을 처리하였는데, 이 중 964건(85.9%)이 소음 · 진동 관련 문제이다.

이러한 현상은 국민의 삶의 질 향상과 더불어 어메니티(Amenity)를 추구하고자 하는 다양한 시민들의 욕구에서 그 근원을 찾을 수 있으며, 정온한 환경이 반드시 필요한 주택단지에서는 그 요구가 더욱 높고 절실한 실정이다.

주택단지의 정온함을 해치는 주요 소음원은 단지 내부 및 인접한 도로의 교통소음으로 대변되어 질 수 있는데, 이를 저감하기 위한 방안으로 방음벽 및 방음덕 등의 소음저감시설이 강구되어 지고 있다. 그렇지만 이러한 저감시설은 경관을 해치는 요소로 인식되고 있으며, 다양한 주택 수요자의 욕구에 부응하기 위해서는 주택단지 계획의 초기 단계부터 소음과 경관을 고려한 친환경적 주택단지의 계획수립이 필요하

다 하겠다.

주택단지 계획 초기에 소음과 경관을 동시에 고려하기 위해서는, 주택단지 내부나 인접 도로에 적합한 도로소음예측 모델이 필수적이며, 이와 동시에 경관을 해치지 않는 친환경적 저감시설의 활용방안이 중요하다. 본 연구는 소음과 경관을 동시에 고려한 친환경적 주택단지의 기본안 개발에 목적을 두고 있으며, 이를 위하여 세부적으로 단지내부의 도로교통모델의 정립, 소음저감시설의 감쇠치에 대한 정량화, 소음환경 및 경관분석을 통한 배치기준설정 등의 내용 등을 포함한다.

2. 도로교통소음 예측식의 고찰

도로교통소음 예측식은 국내 뿐만 아니라 국외 연구에서도 다양한 형태로 찾아볼 수 있다. 국내의 경우 국립환경연구원(NIER)의 소음예측식이 가장 빈번하게 사용되고 있으나 이는 고속도로(1989년)와 간선도로(1987년, 1999년)의 교통소음을 평가하는 식으로 대규모 주택단지 내부도로나 인접한 외부도로에 대하여 비교적 큰 오차를 발생시키고 있다. 한국도로공사(HW-Noise) 소음예측 모델 역시 고속도로에 사용하는 식으로 주택단지의 주요 소음 발생원이 고속도로가 아닐 경우 적용하기 힘들고, 그 외 일본 음향학회 해석모델이나, 미연방도로국(FHWA)소음예측모델 등은 국내실정과 달라 본 연구에 적용하기에 적절치 못하였다. 단지 내부도로와 인접도로만을 중심으로 실측을 수행하여, 이를 토대로 KEI에서 연구 수행한 한국토지공사 · KEI식(2002, 식1)

* 한국환경정책 · 평가연구원
E-mail : ymnpark@kei.re.kr
Tel : (02) 380-7676 Fax : (02) 380-7744

** 한국환경정책 · 평가연구원

*** (주) 바이 아이 랜드

**** 한국수련환경연구소

은 주택단지의 소음예측을 수행하는데 있어 가장 적합할 것으로 판단되며, 위 식은 “단지내 도로 교통소음 예측 및 개선에 관한 연구(2002, 한국토지공사)”에 그 정확성이 기술되어 있다.

$$L_{eq} = 20 \log \left(\frac{Q \times V}{L} \right) - 20 \log \left(\frac{L/2 + d}{L/2} \right) [dB(A)]$$

(공동주택 1층에 적용)

$$L_{eq} = 20 \log \left(\frac{Q \times V}{L/2} \right) - 20 \log \left(\frac{L/2 + d}{L/2} \right) [dB(A)]$$

(공동주택 2층 이상에 적용)

층별 보정(dB) : 3층(-1.2), 5층(-0.5), 7층(-0.3), 10층(0), 13층(-1.9), 15층(-1.7)

Q : 한시간 동안의 차량통행량(대/h)

V : 한시간 동안의 차량 평균주행속도(km/h)

L : 도로의 차도폭(m)

d : 차도끝단에서 수음점까지의 거리(m) (식 1)

그렇지만 (식 1)은 도로교통소음의 주요 인자인 거리, 교통량, 차속만을 사용한 식으로 도로소음 저감시설의 감쇠치 등의 다른 주요 인자에 대한 연구가 추가적으로 필요하다. 따라서, 본 연구에서는 위식을 목적에 맞게 개선하고, 이와 동시에 경관 환경에 대한 분석을 수행하였다.

3. 도로교통소음의 현황 및 분석

3.1 소음예측모델 개선을 위한 실측 및 결과

소음 예측모델 개선을 위한 측정지점은 환경영향평가시 사용 목적을 고려하여, 비교적 도로교통소음에 취약한 주택단지의 공동주택을 선정하였다. 선정된 측정지점은 D시 H아파트로 인접한 도로의 차량 통행량이 많은 지역이고, 또한 차속이 비교적 일정하며, 반사음의 영향이 없고 특별한 소음저감시설이 없는 곳이다. 측정은 모델명 CR:812A 광대역(Broad band)소음기 8대를 사용하여 도로단, 공동주택의 1층, 3층, 5층, 7층, 10층, 13층, 15층에 설치하여 수행하였다. 측정시기는 2004년 10월, 2005년 1월, 2005년 2월이며, 각각 8시간, 6시간, 5시간 연속측정으로 3회 수행되었다. 본 측정은 측정소음도와 예측소음도의 비교 및 도로교통 소음도와 교통량, 차속과의 관계를 규명하기 위함이며 부가적으로 일변동 교통량을 측정하였다.

Fig. 1은 D시 H아파트에의 측정결과와 예측결과를 비교한 그래프이다. 3회에 걸친 측정결과가 일관성을 보이므로 1차 측정 결과만을 그림으로 첨부 하였다. Fig. 1에서 보는 바와 같이 D시 H아파트의 도로소음 측정결과와 (식 1)을 사용한 예측결과는 대부분의 경우 1~2dB(A) 범위 안에서 일치함을 알 수 있다. 몇몇 부분의 3dB(A) 정도의 큰 오차가 나타나는 범위는 대형차의 영향 등을 파악하는 방법으로

그 원인분석을 수행하고 있다.

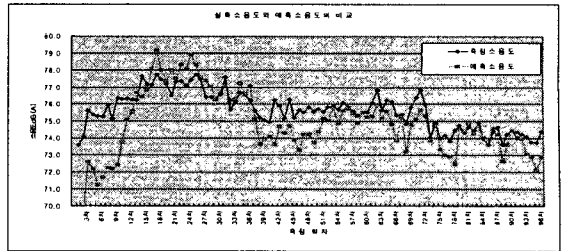
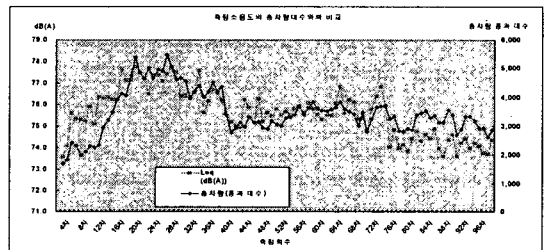


Fig. 1 D시 H아파트의 실측소음도와 예측소음도(식 1 사용)와의 비교-1차 측정

예측식의 정확도를 개선하기 위하여 측정소음도와 교통량과의 관계 및 측정소음도와 차량속도와의 관계를 살펴보았다. 1차~3차의 결과가 비슷하므로 1차 측정의 경우를 중심으로 살펴보면 다음과 같다.



<Fig. 2> 측정소음도와 통행량과의 관계(1차 측정)

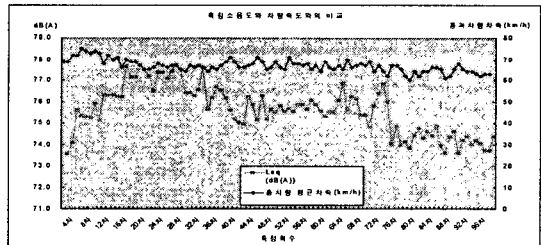


Fig. 3 측정소음도와 평균차속과의 관계(1차 측정)

Fig. 2에서 보는 것처럼 차량통행량과 측정소음도는 변화 패턴이 거의 일치하는 것을 보였다. 특별히 잘 일치하는 이유는 이 지역의 차량속도가 Fig. 3에서 보는바와 같이 거의 일정하기 때문이라 판단된다. 환경영향평가 도로소음 산정시 차량속도는 도로의 통행속도에 맞추어 평가를 하게 되므로 환경영향평가에 사용하기에 (식 1)이 상당히 타당함을 알 수 있다.

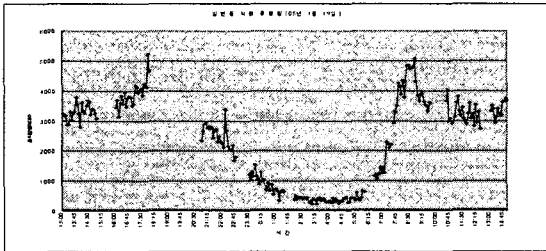
추가적으로 측정소음도와 대형차 혼입율과의 관계, 측정소음도와 대형차 속도와의 관계를 파악하고 이를 (식 1)에 포함하는 방안을 진행 중이다.

(2) 주·야간 교통량 변화분석

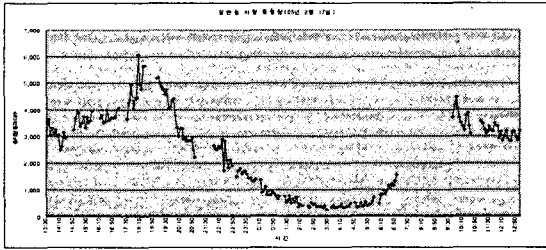
환경영향평가의 도로교통소음 산정시 주·야간의 교통량은

예측소음도를 결정하는 주된 인자이다. 현재는 야간 교통량을 주간대비 일정비율로 적용하여 산정하고 있지만, 이는 많은 문제점을 내포하고 있다. 개선방안 마련을 위해서 24시간 교통량 변화를 2회 측정하였다. 측정장소는 비교적 교통량이 크고, 차속이 일정한 D시 H아파트로 일반동 도로소음도를 측정하였던 장소이다.

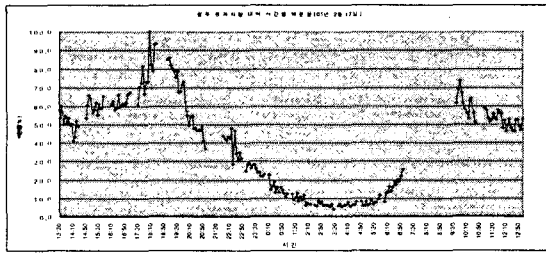
<Fig. 4>에서 보듯이 출·퇴근시간인 오전8시 30분경과 오후 6시경에 최고의 통행량을 보였다. 이와 반대로 새벽 1시에서 5시까지는 침묵 교통량의 10%에도 미치지 못하는 교통량이 관찰 되었다. 교통량의 변화가 점진적으로 이루어지는 현황에서 주·야간이 나누어지는 오전6시와 오후10시를 기준으로 교통량을 정하는 방법은 개선할 필요가 있다고 판단된다.



(a) 일반동 교통량(1차측정, 2005년 1월 19일)



(b) 일반동 교통량(2차측정, 2005년 2월 17일)



(b) 일반동 교통량 백분율(2차측정, 2005년 2월 17일)

Fig. 4 일반동 교통량

4. 도로소음 저감시설의 정량적 저감량 산정

4.1 도로소음 저감시설의 감쇠치 측정 및 분석

도로소음 저감시설의 감쇠치를 산정하기 위하여 기본적으로 도로소음 저감시설이 없는 지역의 실측결과가 필요하다. 도로소음 저감시설이 없는 지역의 측정결과는 “단지내 도로

교통소음 예측 및 개선에 관한연구(2002, 한국토지공사)”에서 인용하였다.

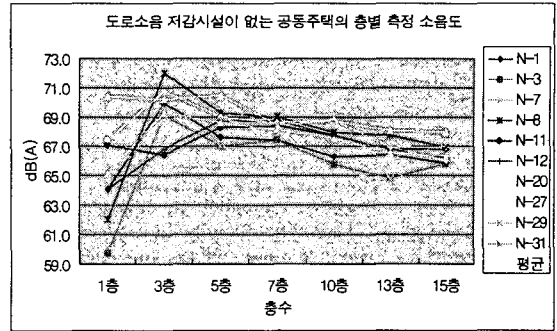


Fig. 5 도로소음 저감시설이 없는 공동주택의 층별 측정 소음도

Fig. 5에서 보는 것처럼 각 측정지점의 결과는 도로폭이나 주변여건에 따라 각각의 특징을 나타내고 있다. 그렇지만 세부적인 사항을 모두 고려한다면 무한의 경우의 수가 존재하므로, 본 연구는 거시적으로 접근하는 방법을 취하여 평균적인 값을 이용하였다.

방음벽, 방음독, 방음림의 저감량을 산정하기 위하여 각 저감시설이 위치한 대규모 택지개발지역을 사전 조사하여 측정지점으로 총 17개 지점을 선정하였다. 소음저감시설로서 방음벽이 설치된 지역의 측정결과는 <Fig. 6>과 같다.

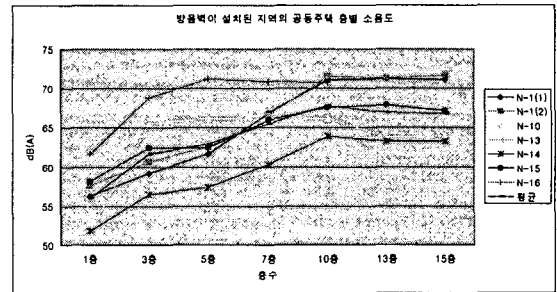


Fig. 6 방음벽이 설치된 지역의 공동주택 층별 소음도

같은방법으로 방음독, 방음림이 설치된 지역의 공동주택 층별소음도를 측정하여 각각의 결과를 비교하면 <Fig.7>과 같다.

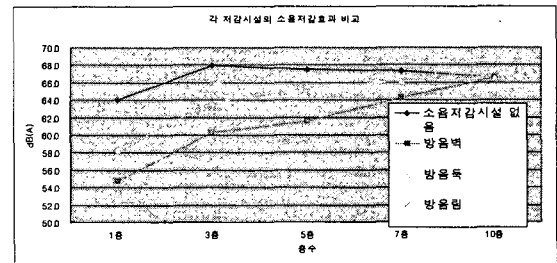


Fig. 7 각 저감시설의 소음저감효과 비교

Fig. 7에서 보는바와 같이 각 저감시설의 소음저감효과는 방음벽이 가장 크고 다음으로 방음둑, 방음림의 순으로 측정되어졌다. 나타난 결과는 현재 우리나라에 설치되어 있는 각 저감시설의 평균적인 값으로서, 각 저감시설의 정량적인 감쇠치는 <Table 1>과 같다

Table 1 각 저감시설의 공동주택 층별 정량적인 감쇠치(dB)

	1층	3층	5층	7층
방음벽	9.3	7.6	5.9	3.1
방음둑	5.7	4.3	1.6	1.2
방음림	0.0	2.0	0.6	0.1

Table 1의 결과에서 보듯이 방음림의 실제적인 소음 저감 효과는 거의 없는 것으로 나타났다. 그렇지만 경관요소로서의 가치가 높으므로 방음둑과 방음림의 적절한 조화가 필요할 것으로 판단되며, 이는 친환경적인 주택단지 개발에 적극 활용되어 질 수 있을 것이다.

5. 소음과 경관을 동시에 고려한 주택단지 계획

대규모 주택단지에서 경관을 구성하는 요소는 여러 가지로 나누어 질 수 있다. 단지의 건물배치, 스카이라인의 형태, 도로소음 저감시설의 유무, 단지내부의 공원 및 녹지율 등이 주요 요소이다. 본 연구에서는 경관계획이 시행된 주택단지를 선정하여 소음환경의 분석 및 경관개선 방안을 연구 중에 있다. 주택단지 특성상 규모가 크고 소음의 동시측정이 어려우므로 소음환경은 시뮬레이션을 이용하였다. 다양한 형태의 건축배치 및 스카이라인 등에 대하여 시뮬레이션을 수행하였으며, 대표적인 형태는 <Fig. 8>과 같다.

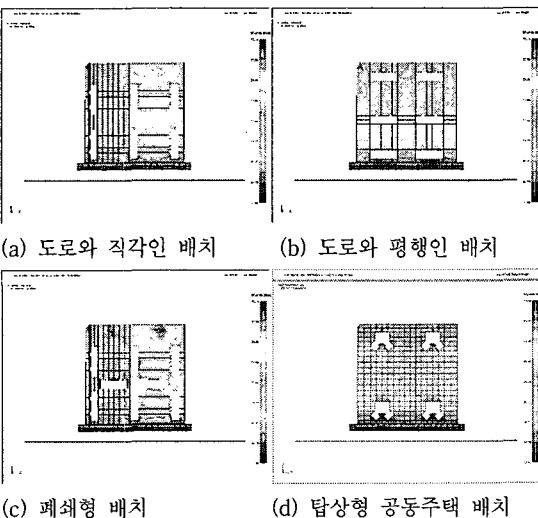


Fig. 8 공동주택 배치에 따른 소음환경 시뮬레이션 결과

<Fig. 8>의 결과 이외에도 많은 배치형태에 대한 시뮬레이션이 진행되었다. 각 배치별 소음환경 기준 만족세대와 미만족 세대의 비교 분석을 통하여, 소음환경에 최적화되고 경관에도 유리한 건물배치형태를 모색하고 있다. 부분적인 결과로서 평행배치일 경우(b) 도로변에서 저-고형 배치가 소음환경이나 경관에 유리하고 직각배치인 경우(a,c) 개방형이 폐쇄형보다 소음, 경관적인 측면 모두 유리하였다.

5. 결론

본 연구는 진행중인 상황으로서 최종 연구목적을 이루지 못하였지만 현재까지의 결과를 다음과 같이 요약할 수 있다. 첫째로, 2002년 개발된 한국토지공사·KEI식은 환경영향평가 등의 도로와 인접한 공동주택에서 소음예측에 상당한 정확성을 보인다. 둘째로 주·야간의 도로소음예측을 시간대별로 교통량을 세밀히 구분하여 예측할 필요가 있다. 셋째로 각종저감시설의 정량적 감쇠치를 많은 실측자료로부터 대표값으로 나타낼 수 있으며 이를 기존의 예측식에 적용할 수 있을 것이다. 마지막으로 소음환경의 향상에 있어 경관을 고려하므로 주택수요자의 요구에 부합하는 공동주택 계획방안을 마련할 수 있을 것이다.

후 기

본 연구는 환경부 주관아래 한국토지공사, 대한주택공사의 지원으로 한국환경정책·평가연구원에서 수행 중에 있는 연구입니다.

참 고 문 헌

- (1) 박영민 외2인, 2005, “도로변 공동주택의 층별 소음보정계수 산정에 관한 연구”, 한국환경영향평가학회, 14 (1)
- (2) The 33rd International congress and exposition on noise control engineering(Inter-noise2004), “Development and Verification of a Model for Predicting Traffic Noise in Large Scaled Apartment Development Areas”
- (3) 한국토지공사, 2002, “단지내 도로교통소음 예측 및 개선에 관한 연구”
- (4) 한국도로공사, 1994, “고속도로 소음대책에 관한 연구”
- (5) 국립환경 연구원, 1997, “도로교통소음(I)”
- (6) S. A. Petruszewicz & D. K. Longmore, 1974 “Noise and Vibration Control for Industrials”, Elek Science
- (7) Higashi 외, 1995. 二重回折效果の簡易計算方法に關する檢討, 日本音響學會
- (8) 국립환경 연구원, 1989, “도로교통소음 저감을 위한 종합대책에 관한 연구(III)”