

# 공동주택 소음예측 방법에 관한 연구

## Study on the efficient noise prediction for an apartment house

고준희<sup>†</sup> · 김동준\* · 박수진\* · 장서일\* · 조만희\*\*

J. H. Ko, D. J. Kim, S. J. Park, S. I. Chang and M. H. Cho

**Key Words** : Road traffic noise (도로교통소음), Facade noise(벽면소음), Reflection sound(반사음), RLS-90, NMPB

### ABSTRACT

This paper studied the efficient noise prediction method for new apartment house near the road traffic noise. Three noise prediction software were compared by each prediction noise level using the simple model which is included the road, soundproofing wall and building. Two foreign national calculation models(RLS-90 and NMPB) were verified by comparison of measured sound level. Frequency of sound level was predicted by NMPB and compared by measured data. The sphere of noise source and facade reflection were proposed to accurate predict the road traffic noise in new apartment house.

### 1. 서론

도시의 인구 집중현상은 많은 환경문제를 발생시키고 있다. 도시의 거대화에 따라 다양한 편리한 공간이 창출된 반면에 대기오염, 수질오염 등 많은 환경적인 문제가 발생되고 있으며, 대도시에서의 인구의 증가는 자동차등 교통수단의 양적증가를 수반하는데 이에 따라 주거환경에서의 소음 문제로 인하여 생활의 불편함을 가중시키고 있다. 특히 도시에서의 주요한 주거형태인 공동주택의 경우 교통소음으로 인한 영향이 증대되어지고 있다.

공동주택의 경우 초고층화 되어감에 따라 방음벽, 방음림, 방음덕 등의 기존의 소음 저감 대책으로 영향을 저감하기에는 많은 한계를 내포하고 있다. 또한 소음문제로 인한 많은 민원이 발생함에 따라 현행 옥외 소음기준에 실내 소음 기준을 적용하여 적극적인 소음 대책의 수립이 가능토록 2007년 “주택건설 기준 등에 관한 규정”을 개정하여 실외 소음도가 65 dB(A) 미만이 되도록 규정하고 있으며, 특정한 경우에는 6층 이상에서는 창호를 닫은 상태에서 실내 소음도 45 dB(A) 이하로 유지할 것을 규정하고 있어 도로교통 및 철도 소음으로 인한 영향을 최소화 하도록 하고 있다<sup>1)</sup>.

실내외 소음기준의 적용을 위하여 건설교통부고시 제 2007-573호에 의거하여 공동주택의 소음측정기준을 고시

하여 표준화된 소음 예측 및 측정 기준을 제시하여 정온한 주거환경이 되도록 하고 있다<sup>2)</sup>.

한편 공동주택 소음 측정기준에 의거한 소음 예측 및 측정은 사업계획 승인단계의 공동주택 소음 예측과 사용검사 단계에서의 실외 및 실내 소음도 측정의 2단계로 구성되어 있으나 예측부분에 있어서는 예측의 방법이 전체적으로 명확하지 못하다. 또한 국내의 소음 예측식은 공동주택의 층별 소음예측에 적합하지 않고 소음의 회절 및 반사영향을 고려가 되어 있지 않으며, 프로그램화 되어 있지 않아 주변 건물 및 지형과 다양한 소음원에 대한 고려가 미흡한 실정이다.

본 논문은 국내에 소개 되어 있는 상용 소음 예측 소프트웨어의 비교, 다양한 소음 예측식의 검증, 소음원의 범위 설정 및 공동주택 벽면 반사음을 고려한 공동주택의 소음 예측 방법에 관하여 연구를 실시하였다.

### 2. 연구 배경

#### 2.1 공동주택 소음 예측의 문제점

공동주택의 소음 예측 방법의 순서를 요약하면 대상지역의 선택, 소음예측식의 선정, 실외 소음 예측 그리고 실내 소음의 예측 순서로 구성 될 수 있으며, 절차는 다음 Figure 1과 같다.

† 서울시립대학교 환경공학과 대학원  
E-mail : winky73@empal.com  
Tel : (02) 2210-2986, Fax : (02) 2210-2877

\* 서울시립대학교  
\*\* 삼우ANC



Figure 1. Procedure of sound prediction for apartment

공동주택의 소음 예측을 위하여 소음 예측 프로그램과 적합한 소음 예측식을 사용해야 하지만 국내의 소음 예측의 경우에는 10층이상의 층별 소음 예측이 가능한 공인된 예측식이 존재하지 않은 등 다음과 같은 예측과정 검증이 요구된다.

1. 소음 예측프로그램의 정확성 검증
2. 국외 소음 예측식의 검증
3. 소음원의 설정 범위
4. 공동주택 층별 외벽 소음도 예측방법

본 연구에서는 단순 모델을 이용하여 공동 주택 소음 예측 방법에 관하여 연구를 실시하였다.

### 3. 연구결과

#### 3.1 소음예측 프로그램의 정확성 검증

공동주택의 소음 예측을 위하여 사용되는 소음 예측 프로그램의 정확성을 검증하기 위하여 현재 유통되고 있는 3개의 프로그램으로 Figure 2와 같이 단순모델을 구성하여 예측 소음도의 정확성을 검증하였다.

소음원의 입력 인자로는 총 교통량 5500대로서 소형은 5000대, 대형 500대를 기준으로 속도는 50km/hr로 동일하게 입력하였으며, 도로는 2차선으로 소음 발생원은 각 차선의 중앙으로 선정하여 입력하였다. 방음벽 높이 5M 연장 100M를 모델링하여 프로그램의 수직 또는 수평 회절로 인한 영향을 고려하였으며, 프로그램 검증의 예측식은 독일의 RLS-90을 이용하였다.

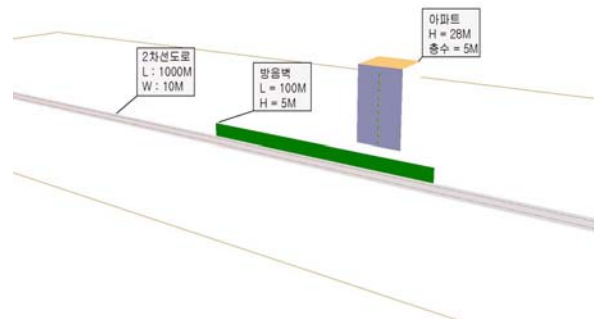


Figure 2. 3-d model of building, road and barrier

총 3개의 프로그램을 이용한 아파트의 10층의 소음도를 예측한 결과는 Figure 3과 같다

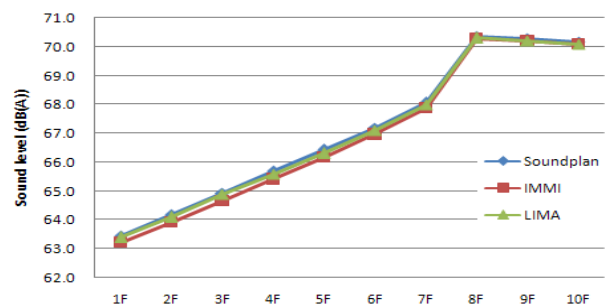


Figure 3. Comparison of noise predictions using the three softwares

소음 예측 프로그램을 이용한 공동주택의 층별 소음 예측을 실시한 결과 SoundPlan의 예측소음도를 기준으로 소음도의 차이는 최대 0.3dB(A)의 오차를 보여 프로그램에 따른 예측 소음도의 차이는 거의 없는 것으로 예측되었다.

#### 3.2 소음 실측값과 소음예측식의 검증

현재 국내의 도로교통 소음 예측식은 여러 가지가 개발되어 있으나 단순한 수평 소음도만을 예측할 수 있는 예측식으로서 공동주택의 층별 소음도를 예측에 많은 어려움이 따른다. 따라서 층별 수직 소음도의 예측이 가능한 국외의 소음 예측식을 사용해야 하나 이는 국내에서 공식적인 검증이 안 된 상태이기 때문에 공동 주택의 소음 예측에서는 실제 유사한 인근지역의 모델을 이용하여 검증하는 과정이 필수적이라 할 수 있다.

또한 건설교통부의 주택건설기준 등에 관한 규정에서 실내 소음도를 규정하고 있기 때문에 실내소음도를 예측하기 위해서는 주파수별 소음도가 필수적이라 할 수 있는데 주파수별로 소음도를 예측할 수 있는 예측식은 제한적이다. 국외의 예측식에 대한 예측식의 특징은 다음과 같다. 본 연구에서는 프랑스의 소음 예측식인 NMPB과 독일의 RLS-90식을 이용하여 비교하였다<sup>3)</sup>.

Table 1. Characteristic of noise calculation models (NMPB and RLS-90)

model	NMPB	RLS-90
Spectral resolution	1/1 Octave band	only overall
facade reflection	YES	YES
meteorological effects	YES	NO
slope	YES	YES
atmospheric attenuation	YES	YES
Vehicle class	light and heavy truck (>3.5ton)	light and heavy truck (>2.8ton)

본 연구에서 사용한 소음 예측식인 프랑스의 NMPB와 독일의 RLS-90식의 소음 예측에 관한 특징적인 사항은 Table 1과 같다. 세부적인 사항을 살펴보면 주파수별 소음도를 예측할 수 있는 NMPB는 1/1 Octave band (125 Hz -4000Hz)를 예측할 수 있도록 하고 있으며, 독일의 RLS-90은 Overall 소음도만을 예측할 수 있도록 하고 있으며, 차량 분류는 두 개의 식 모두 2차종 분류를 기본으로 하고 있으며, NMPB의 경우 대형차는 3.5TON 이상으로 분류하고 RLS-90은 2.8TON을 기본으로 하고 있어 RLS-90의 경우 우리나라의 경우 대형을 2.5TON을 기준으로 하는 것을 감안하면 비슷한 것으로 조사되었다. 또한 벽면 반사를 고려하며, 도로의 경사 및 공기 감쇠를 고려하고 있다.

이러한 두식을 이용하여 figure 4와 같이 모델을 구성하여 실제 도로변 주변의 공동주택을 대상으로 실측 및 예측 소음도를 비교하여 소음 소음도의 정확성을 검증하였다.



Figure 4. 3-D model of noise measurement site

Table 2. Comparison of measured data and prediction data (NMPB and RLS-90)

소음도 dB(A)	RLS90 dB(A)	NMPB dB(A)	ERROR (RLS90)	ERROR (NMPB)
71.2	71.1	72.5	0.1	-1.3
71.1	70.7	71.8	0.4	-0.7
70.6	69.9	71	0.7	-0.4

Table 2는 21층의 공동주택을 대상으로 5층, 10층, 15층에서 동시 소음을 측정하였으며, 교통량은 소음도 측정과 같은 시간에 동시에 비디오로 녹화하여 각 식에 맞는 차량 분류를 실시하였으며, 차량의 속도는 레이저 속도계로 소음 측정시간 동안 측정하여 평균하여 사용하였다. 층별 측정 소음도와 두 가지의 소음 예측식에 의거한 예측소음도를 비교한 결과 RLS-90의 경우 0.1 ~ 0.7dB(A)의 오차를 보였으며, NMPB의 경우 -0.4 ~ -1.3 dB(A)의 오차를 보여 비교적 정확한 예측 소음도인 것으로 예측되었다. Figure 5는 공동주택 벽면 소음도의 경우 실내 소음도 예측을 하기 위해서는 주파수별 소음도가 필수적이므로 공동주택 5층에서의 NMPB의 주파수별 예측소음도와 실측 주파수별 소음도를 비교한 결과 주파수별로 -0.4 - 4.1 dB(A)의 오차가 있는 것으로 예측되었다.

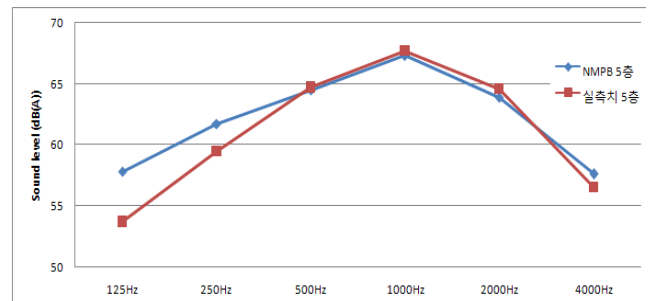


Figure 5. Comparison of sound frequency level between measured data and predicted data by NMPB

향후 주파수별 소음도를 예측할 수 없는 예측식을 사용할 경우 인근 주변지역의 소음도를 실측하여 주파수 기여율에 의한 주파수별 소음도를 보정하는 방법도 타당할 것이라 판단된다.

### 3.3 소음원의 범위 설정

공동주택의 소음 예측에 있어서 소음원의 범위를 설정하는 것이 매우 중요하다. 최근의 경향인 초고층화되는 공동주택의 경우에는 인접 소음원 뿐만 아니라 주변의 도로망 및 철도망을 고려하여야 한다. 이러한 이유는 공동주택이

고층이 될수록 주변의 도로망 및 철도망에 의한 소음영향을 받을 수 있기 때문이다. 또한 방음벽 등 저층의 소음 저감 시설을 설치할 계획한 경우에는 공동주택의 소음도가 고층에서 소음도가 다양하게 변할 수 있기 때문이다.

이러한 소음원의 범위에 따른 고층에서의 소음의 영향정도를 파악하기 위하여 소음 범위에 따른 소음예측 변화량을 소음 시뮬레이션을 통하여 살펴보았다.

공동 주택에서의 소음원별 층별 소음도의 변화를 통한 소음원 범위 설정을 위하여 소음 모델은 서울시의 Y구의 주요도로를 소음 모델을 구성한 후 Y구 중간에 위치한 공동주택을 대상으로 층별 소음도의 변화를 예측한 결과는 Figure 6 과 같다.

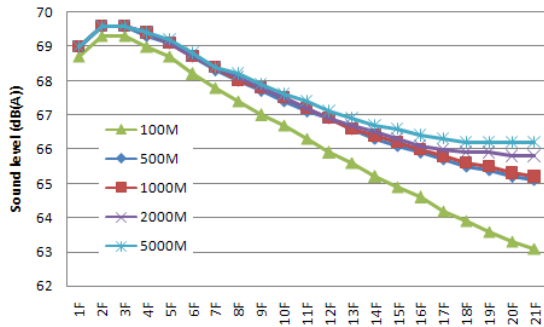


Figure 6. Result of noise prediction according to the sphere of sound source

Figure6은 3층에서 최고 소음도를 보이는 것으로 조사되었다. 3층부근에서의 소음도는 모든 경우에서 1dB(A) 이내의 오차를 보여 소음원 범위에 따른 영향을 받지 않고 인접 도로 소음의 영향이 주된 요인인 것으로 판단된다. 그러나 예측지점이 고층으로 이동 할수록 인접도로의 영향뿐만 아니라 주변의 도로망에 의한 영향이 있는 것으로 예측되었다. 이러한 현상은 공동주택 주변에 다양한 도로 및 소음원이 존재 할 경우 적절한 소음원, 지형 및 건물을 모델화 하여 예측해야 실제 교통 소음으로 인한 영향을 적절하게 평가 할 수 있을 것으로 판단된다.

### 3.4 공동주택 층별 외벽 소음 예측

소음지도 작성에 따른 소음도 평가에 있어서 EU의 경우 지표에 노출 되는 소음도 뿐만 아니라 건물 외벽에 노출 되는 소음도를 주요한 평가 방법으로 채택하고 있다<sup>5)</sup>. 이는 실제 건물에 거주하는 사람들이 노출 될 수 있는 소음도를 층별로 예측하여 정량적인 노출 정도를 평가하기 위해서이다. 이러한 평가방법에 적합하도록 개발된 기존의 소음지도 제작 프로그램의 경우 벽면 반사의 유무에 따라 3 dB(A)의 반사 보정치 선택 할 수 있도록 하고 있다<sup>3)</sup>.

벽면에서 소음의 반사에 의한 보정치 확인을 위하여 음의 물리적인 전과과정을 소음예측의 원리로 하고 있는 Raynoise를 이용하여 창문의 개폐에 따른 소음도 예측을

실시하였다.

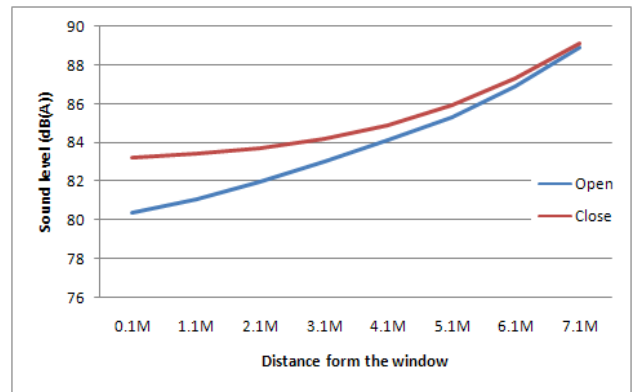


Figure 7. Comparison of Noise level between open window and close window

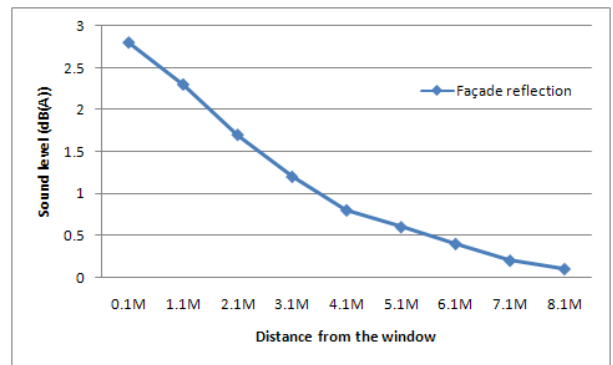


Figure 8. Reflection effect of facade

Figure 7은 창문을 닫았을 때와 열었을 때의 창문 0.1m 에서부터 1m 단위로 소음을 예측한 결과를 나타낸 것이다.

Figure 7에서 나타난 소음도의 차이를 거리별로 Figure 8에서 나타낸 것이다. 0.1m에서 창호를 열고 닫았을 경우 2.8dB(A)의 소음도 차이가 있는 것으로 확인 되었으며, 창문에서 이격거리 2m에서는 1.7 dB(A)의 소음도 차이가 있는 것으로 예측되었다.

한편 건설교통부의 실외 소음도 예측 방법으로는 창문이 닫힌 상태에서 공동주택 외벽의 소음도 예측에서는 외부소음도를 기준으로 창호의 음향감쇠계수를 적용하게 되므로 0.1m에서의 반사음 2.8 dB(A)를 고려하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

## 4. 결 론

현재 사용되고 있는 상용 소음 예측프로그램의 정확성을 RLS-90식으로 검증한 결과 프로그램간의 차이는 최대 0.3 dB(A)로서 소음 예측 프로그램간의 정확성 차이는 거의 없는 것으로 예측되었다.

또한 공동주택의 정확한 층별 소음 예측을 위하여 실측치와 다양한 국외 소음 예측식의 검증을 통하여 소음 예측에 적합한 방법론을 제시하였다. 또한 이러한 소음 예측식의 사용에는 장래의 교통량 증가에 따른 소음의 영향을 평가해야 하므로 차종의 분류에 있어서 국내의 차종 분류와 유사한 차종 분류의 소음 예측식 사용이 유리 할 것으로 판단된다.

한편 실내 소음도의 예측을 위해서는 주파수별 소음도가 필요하므로 주파수별 소음도는 측정에 의한 주파수별 소음 기여율을 이용하거나 주파수별 소음 예측이 가능한 소음 예측식의 사용이 유리 한 것으로 연구되었다.

공동주택의 초고층화 경향에 따라 소음원의 범위 또한 인접 도로 및 철도등 소음원 만을 고려하면 소음이 저평가 되는 경향을 확인 하였으며, 소음원 뿐만 아니라 주변 지형 및 건물을 실제와 최대한 유사하게 모델링 하여야 정확한 공동주택의 소음 예측이 가능할 것이다.

마지막으로 공동주택 층별 외벽 소음도 예측방법으로는 창문의 개폐에 따라 창호 근처에서 약 2.8 dB(A)의 반사음의 영향이 있는 것으로 확인 되었으며, 공동주택의 소음 예측시에는 반사음을 고려한 소음 예측이 타당 할 것이다.

## 참 고 문 헌

- 1) 대통령령 제20289호, “주택건설기준 등에 관한 규정” , 건설교통부(2003)
- 2) 건설교통부고시 제 2007-573호, 공동주택의 소음 측정기준” , 건설교통부(2007)
- 3) Margreet Beuving, "Improved Methods for the Assessment of the Generic Impact of Noise in the Environment-State of the Art", IMAGINE Working Group (2004).
- 4) Uif Sandberg, "Vehicle Categories for Description of Noise Sources", HARMONOISE (20003).
- 5) Directive 2002/49/EC, "Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 Jun 2002 relating to the assessment and management of environmental noise", Official Journal of the European Communities (2002)