

공동주택의 실내·외 소음도 예측 및 측정

글 | 박철용 | 기술개발부 과장 | 전화 : 02-3433-7731 E-mail : cypark@ssyenc.com

1. 서론

도로변 등에 공동주택 건설시 소음대책으로 방음벽 등을 설치하고 있으나, 고층 공동주택 건립 추세를 감안할 때 6층 이상의 고층 부분의 소음대책으로 방음벽을 높이는 것은 한계가 있어, 현실적으로 적용 가능한 소음기준 개선방안으로 방음시설 설치로 소음을 차단할 수 있는 5층 이하 부분은 현행과 같이 방음벽 등을 설치할 수 있도록 하되, 6층 이상은 창문을 닫고 생활이 가능한 설비 등을 갖춘 경우 실내소음도 기준을 적용할 수 있도록 하는 주택법 개정이 2007년 이루어졌다.

한편, 1986년 고시된 “공동주택의 소음측정기준”도 기존의 기준에 맞추어 실외소음도에 대한 예측 및 측정 방법만을 규정하고 있는 한계가 있어 최근의 이러한 기준 변화와 더불어 사업단계별 실내·외 소음도 예측 및 평가 방법을 구체화하는 방향으로 개정 고시되기에 이르렀다.

본고에서는 개정된 주택법과 “공동주택의 소음측정기준”에 따라 공동주택의 총별 실내·외 소음도 예측 및 측정을 통하여 예측 및 측정 방법에 대한 소개 및 현황을 살펴보고자 한다.

2. 관련 제도 및 기준

2-1. 주택건설기준 등에 관한 규정 제9조 (개정 2007. 7. 24 / 시행 2008. 1. 1)

공동주택을 건설하는 지점의 소음도(실외소음도)가 65dB(A) 이상인 경우 공동주택을 철도, 고속도로, 자동차전용도로, 폭 20m 이상인 일반도로 기타 소음발생시설(설치계획이 확정된 시설을 포함한다)로부터 수평거리 50m 이상 떨어진 곳에 배치하도록 하는 이

격거리 관련 규정은 일반적인 공동주택 사업특성상 충족시킬 수 없는 사항이므로 삭제되었고, 방음벽, 수림대 등의 방음시설을 설치하여 해당 공동주택의 건설지점의 소음도가 65dB(A) 미만이 되도록 조치하는 규정은 그대로 유지하되, 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제36조에 따른 도시지역(주택단지 면적이 300,000㎡ 미만인 경우로 한정한다) 또는 「소음·진동 규제법」 제26조에 따라 지정된 지역(주거지역, 상업지역, 녹지지역, 준공업지역, 취락지구 및 관광휴양개발진흥지구 및 종합병원, 공공도서관, 학교의 주변지역 등에 건축되는 경우로서 다음 2가지 기준(①거실의 실내소음도가 45dB(A) 이하, ②환기설비(시간당 0.7회 이상)을 모두 충족하는 경우에는 해당 공동주택의 6층 이상은 실외소음도 기준을 적용하지 않도록 개정되었다.

2-2. 공동주택의 소음측정기준

(건설교통부고시 제2007-573호, 2007. 12. 12)

기존 기준(건설부고시 제1986-463호)은 건설예정 지점에서 예상되는 1층의 측정 소음도와 5층의 예측 소음도를 대상으로 하고 있을 뿐만 아니라 사업단계별 측정 및 예측 방법에 대한 명확한 구분이 되어 있지 않아 사업승인계획 신청단계에서는 방음벽 설치계획을 수립하고, 사용검사단계에서 1층과 5층에서 측정된 소음도의 평균 소음도를 준공서류에 포함시켜 제출하고 있는 불합리성을 내포하고 있다. 따라서, 최근 개정된 주택법에 따라 실내소음도의 측정 및 예측 방법을 추가하는 것과 함께 기존 실외소음도의 이러한 측정 및 예측 방법의 불합리성도 개선시키는 방향으로 소음측정기준이 개정 고시되었다.

개정 고시된 기준에서는 사업계획 승인단계에서의 실내·외 소음도 예측방법과 사용검사단계에서의 실내·외 소음도 측정방법으로 명확하게 구분하고 있다.

사업계획 승인단계에서의 실외소음도 예측값은 교통영향평가의 데이터를 소음원으로 입력하여 구하며, 1층과 5층의 실외소음도 예측값이 65dB(A) 미만이 되는지, 6층 이상은 각각의 층에서 예측한 값이 모두 65dB(A) 미만이 되는지 검토한다. 실내소음도 예측값은 앞에서 구한 각 층별 실외소음도 예측결과를 이용하여 창호의 음향감쇠계수와 실내 흡음력 보정 등을 이용하여 구하며, 각각의 실에 대하여 45dB(A) 이하가 되는지 검토한다.

사용검사단계에서의 실외소음도 측정값은 낮시간대(06:00~22:00)에는 출근시간대와 퇴근시간대를 포함하여 2시간 이상 간격으로 1회 5분간 4회 이상 등가소음도를 측정하여 산술평균하고, 밤시간대(22:00~06:00)에는 자정을 포함하여 2시간 이상 간격으로 1회 5분간 2회 이상 등가소음도를 측정하여 산술평균한 후 낮시간대와 밤시간대 각각에 대하여 1층과 5층의 실외소음도를 합하여 산술평균한 값으로 65dB(A) 미만이 되는지, 6층 이상은 실외소음도가 가장 높게 예측된 층을 포함하여 상하 격층으로 1개층씩 총 3개층 각각에 대하여 65dB(A) 미만이 되는지 검토한다. 실내소음도 측정값은 전자와 같은 측정 시간 및 방법에 따라 실내소음도가 가장 높게 예측된 층을 포함하여 상하 격층으로 1개층씩 총 3개층 각각에 대하여 거실에서 창호로부터 1m 이격된 3개 지점에서 측정한 결과가 45dB(A) 이하가 되는지 검토한다.

3. 실내·외 소음도 예측 및 측정

3-1. 개요

대상 현장은 경기도에 위치한 사용검사단계인 현장으로, 예측 및 측정은 [그림 1]과 같이 45m 도로에 면해 있는 동 가운데 중앙에 위치한 동에서 도로에 가장 가까운 세대를 대상으로 하였다.

실외소음도를 예측하기 위하여 사용한 프로그램은 “ENPro 3.1(CREATECH, Korea)”이며, 소음원으로는 교통영향평가에 의한 데이터를 이용하지 않고 도로변에서 직접 측정된 값을 이용하였다.

실내·외 소음도 측정은 SC310(CESVA, France)과 SIP95(01dB, France) 2대를 이용하여 [그림 2]와 같이 도로변과 대상 동에서 동시에 측정하였다. 이 때 실외소음도는 전체 15개층 중 홀수층에서만 측정하였고, 실내소음도는 1층과 7층, 15층에서만 측정하였다.



3-2. 결과 및 분석

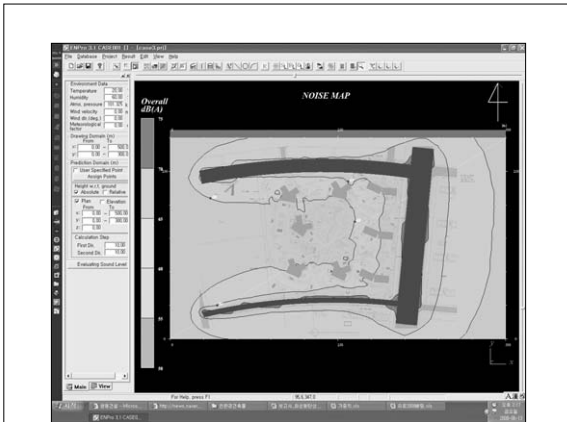
(1) 단지 경계조건에 따른 비교

대상 단지는 [그림 3]과 같이 외부 도로 레벨보다 2m 가량 높은 곳에 위치하고 있을 뿐만 아니라 단지 외곽 및 각 동의 주변에는 3m 내외의 수목들과 1m 내외의 관목들이 식재되어 있어, 1층을 비롯한 저층부에서는 방음효과 및 흡음효과로 인하여 도로교통소음이 어느 정도 저감될 것으로 예상된다. 단지 경계조건에 따른 이러한 효과를 고려하기 위하여 지면의 형태와 특성, 수목의 종류와 높이 등을 정확하게 모델링하고, 반사, 투과, 회절 등과 같은 음향적인 특징을 정확하게 고려하는 것은 사실상 불가능하기 때문에 본 연구에서는 단지 외곽을 따라 2m 높이의 방음벽이 있는 경우와 없는 경우로 단순화하여 예측을 실시하였으며, 실제 측정결과와 비교해 보

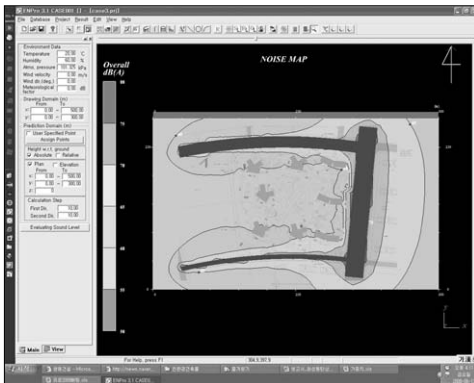
았다. 예측결과 [그림 4]와 같이 방음벽이 없는 경우 65~70dB(A) 범위의 소음도가 방음벽을 고려할 경우 60~65dB(A) 범위의 소음도로 5dB(A) 이상 감소하는 것으로 나타났으며, 실제 측정결과와 63dB(A) 정도로 방음벽이 있는 경우와 유사한 것으로 나타났다.



[그림 3] 1층에서 실외소음도 측정 전경



(a) 방음벽을 고려하지 않은 경우 1층 높이에서의 소음지도



(b) 방음벽(H=2.0m)을 고려한 경우 1층 높이에서의 소음지도

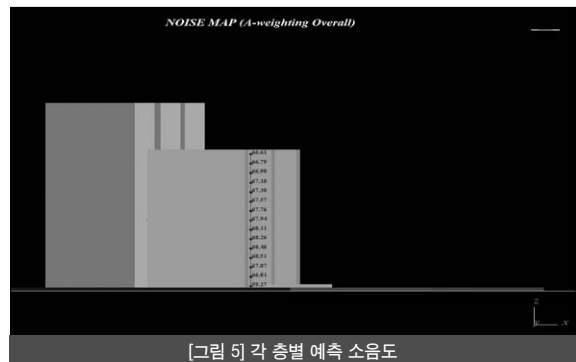
[그림 4] 단지 경계조건에 따른 예측결과 비교

(2) 층별 실외소음도 예측결과와 측정결과와의 비교

전체 층에 대한 예측결과를 측정점별 수직소음도로 나타내면 [그림 5]와 같으며, 이 값을 측정결과와 비교하면 <표 1>과 같다. 두 값을 비교해 보면 먼저, 측정결과는 전체 층의 중간 높이에 해당하는 7층 또는 9층에서 최대 소음도를 보이는 반면, 예측결과에서는 5층에서 최대 소음도를 나타내고 있어 5층에서 가장 큰 차이를 보이고 있다. 다음으로 1층의 소음도도 차이를 보이고 있는데, 이것은 앞에서 언급했듯이 단지 경계의 영향을 예측에서 2m 높이의 방음벽으로 단순 묘사했기 때문에 발생한 것으로 판단되며, 정확한 예측을 위해서는 이러한 단지 경계부의 모델링 방법에 대한 표준 절차가 제시되어야 할 것이다. 마지막으로 예측결과와 5층에서 최고값을 보이고 그 하부층으로 갈수록, 그리고 상부층으로 갈수록 소음도가 줄어드는 활모양의 레벨분포를 보이고 있지만 측정결과는 9층에서 최대값을 보이고 있지만 그 하부층과 상부층으로 가면서 비례적인 감소경향을 보이고 있지 않는 것으로 나타나는데, 이것은 각 층별로 똑같은 시간에 측정하지 않고 시간적인 간격이 있었기 때문에 각 층에서 측정하는 특정 시간 동안 도로교통소음의 변화에 따라 측정결과에 영향을 미쳤기 때문으로 판단된다. 따라서 예측결과와 측정결과를 비교하기 위해서는 각 층에서 동시에 측정된 소음도를 이용해야 할 것으로 판단된다.

<표 1> 각 층별 실외소음도 예측결과와 측정결과와의 비교

층 구분	결과 비교 [dB(A),Leq]		
	측정(A)	예측(B)	차이(B-A)
15층	66,5	66,6	0,1
13층	67,0	67,0	0
11층	65,7	67,4	1,7
9층	67,8	67,8	0
7층	67,6	68,1	0,5
5층	66,4	68,4	2,0
3층	67,0	67,9	0,9
1층	63,8	61,3	-2,5



[그림 5] 각 층별 예측 소음도

(3) 실내소음도 예측을 위한 실험적 고려

실내소음도 예측을 위해서는 창호의 음향감쇠계수를 KS F 2808:2001(건물 부재의 공기전달음 차단성능 실험실 측정방법)에 따라 측정된 시험성적서를 현장에서 측정된 결과를 이용하여 보정하여 사용하거나 또는 KS F 2235:2001(외벽 및 외벽 부재의 공기 전달음 차단성능 현장 측정방법)에 따라 현장에서 측정된 시험결과를 이용하는 방법이 있다.

본 연구에서는 후자의 방법을 이용하여 현장에서 스피커를 이용한 실험을 실시하였다.

실험방법은 [그림 6]과 같이 외부에 스피커를 설치한 후 1층과 2층, 3층 각 층 거실에서 창문을 모두 열었을 때, 거실 분합창만을 닫았을 때, 그리고 발코니 외부창까지 모두 닫았을 때 이상 3가지 경우에 대하여 측정을 실시하였다.

측정은 1/1 옥타브 밴드가 아니라 dB(A) 값을 이용하였다.

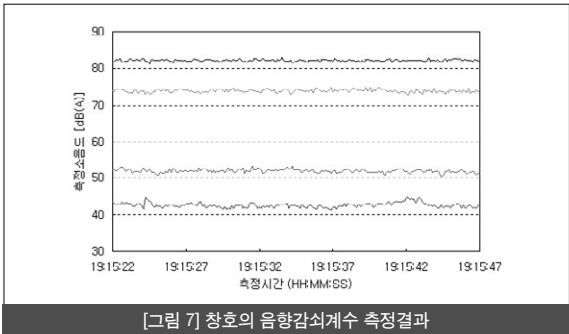
측정결과 [그림 7]과 같이 외부소음도를 82dB(A) 정도로 일정하게 발생시켰을 때, 창문을 모두 연 경우에는 74dB(A) 내외, 거실 분합창만을 닫았을 경우 52dB(A) 내외, 발코니 외부창까지 모두 닫았을 경우 43dB(A) 정도로 나타나, 거실 분합창을 닫을 경우 20dB(A), 발코니 외부창까지 닫으면 30dB(A) 정도의 감쇠효과가 발생함을 알 수 있다.

그러나, 실제 도로교통소음에 대한 창호의 음향감쇠효과는 거실 분합창만을 닫았을 경우 15dB(A) 내외, 발코니 외부창까지 닫았을 경우 25dB(A) 정도로 간이실험결과와는 5dB(A) 정도 차이를 보이고 있으므로 이에 대한 고려가 있어야 할 것이다.

앞 장에서 실외소음도 예측결과 중 최대값은 5층에서 68.4dB(A)이므로, 거실 분합창에 의한 음향감쇠계수 15dB(A)을 적용할 경우 53.4dB(A) 수준이며, 발코니 외부창까지 설치되었다고 가정할 경우 25dB(A)의 감쇠효과를 적용하면 43.4dB(A) 수준으로, 실내소음도 기준 45dB(A) 미만을 만족하는 것으로 나타났다.



[그림 6] 창호의 음향감쇠계수 현장 측정 전경



[그림 7] 창호의 음향감쇠계수 측정결과

4. 결론 및 제언

이상과 같이 공동주택의 소음측정기준 및 제도 변경에 따라 실제 준공된 현장을 대상으로 실내·외 소음도를 예측해 보았으며, 예측결과를 측정결과와 비교해 보았다.

- (1) 소음을 예측 및 측정 함에 있어서 가장 중요한 요소는 '소음원'이라 할 수 있다. 특히 도로교통소음은 교통량, 도로상태 등 소음도에 영향을 미치는 요소의 변동성이 매우 크므로 예측업무를 수행할 때 이에 대한 고려가 있어야 할 것이다.
- (2) 본 연구에서 언급했듯이 낮은 언덕, 수목의 높이 및 수종, 수목의 배치 간격 및 형태 등과 같은 단지 경계의 실제 상태를 얼마나 정확하게 묘사하느냐에 따라 저층부의 예측값이 달라질 수 있으므로 이에 대한 예측방법의 표준화가 이루어져야 할 것이다.
- (3) 예측에 의한 최대 소음도 층과 측정에 의한 최대 소음도 층이 서로 다를 수 있음을 확인했으며, 이에 대한 대책이 마련되어야 할 것으로 판단된다. 특히 5층 이하의 층에서 최대 소음도가 나타나는 것으로 예측될 때 기준을 어떻게 적용해야 되는지 명확한 해설이 필요할 것이다.
- (4) 본 연구에서는 창호의 음향감쇠계수를 적용함에 있어서 Over All 값을 이용하였는데, 기준에서는 1/1 옥타브 대역 값을 이용하도록 규정하고 있다. 실무적으로 사용함에 있어서 1/1 옥타브 대역 값을 이용하는 것보다는 Over All 값을 이용하는 것이 간편하므로 이에 대한 고려도 있어야 하지 않을까 생각한다.
- (5) 실외소음도 기준 65dB(A) 미만을 만족시키기 위하여 소음원을 인위적으로 조절할 수 없을 뿐만 아니라 단지 배치를 도로변과의 이격거리를 길게 하는 방안도 한계가 있을 수 밖에 없다. 따라서 실내소음도 기준 45dB(A) 이하를 만족시키기 위하여 창호의 종류와 성능에 대한 고려가 설계단계에서부터 이루어져야 할 것이다. **SS**