



# 방음벽을 이용한 공동주택의 도로소음 대책

김 철 환

(한국도로공사 도로교통연구원)

## 1. 머리말

우리나라의 방음벽이 외국에 비해 높다고 이야기 하는 사람들이 많이 있다. 하지만, 2010년 인구주택총조사에 의한 통계에 따르면 우리나라의 도시화율은 85%로 OECD 평균 47%에 비해 확연히 높은 편이고, 아파트 거주인구의 비율이 58%로 특히, 경기도는 10명 중 약 7명이 아파트에 거주하고 있는 것으로 보고되었다. 더욱이, 최근 들어서는 아파트 건축에 필요한 용지가 부족하다는 이유로 고속도로 인근까지 주택용지가 개발되고 있는 실정이며, 최근 건축되는 아파트의 높이 또한 날이 갈수록 높아져 가고 있어 소음대책을 위한 방음벽의 높이도 따라서 증가하고 있고, 중분대 방음벽을 비롯하여 터널형 방음벽도 설치되고 있는 실정이다.

## 2. 공동주택의 도로소음 대책 관련 규정

공동주택의 도로소음 대책과 관련된 규정은 환경정책기본법의 『환경정책기본법 시행령』, 주택법의 『주택건설기준 등에 관한 규정』, 그리고 소음·진동관리법에 의한 『소음·진동관리법 시행규칙』에서 그 근거를 찾을 수 있다.

『환경정책기본법 시행령』에 따르면 주거지역 중 도로변 지역은 주간 65 dB(A), 야간 55 dB(A) 이

하이며, ‘도로변 지역’의 범위와 소음측정 지점 및 방법은 ‘소음진동공정시험기준[환경부 고시 제2015-85호]’에서 규정하고 있다. 환경정책기본법은 환경보전을 위한 국민의 권리·의무와 국가의 책무를 명시 하는 법률로서 국민이 건강하고 쾌적한 삶을 누릴 수 있도록 하는 것을 목적으로 하는 것이기 때문에 환경영향평가의 대상이 되는 도로 및 공동주택 건설 사업은 환경영향평가 협의 시 이 규정을 적용하도록 요구하고 있다. 공동주택의 경우 단지면적 300,000 m<sup>2</sup> 이상의 건설사업이 환경영향평가 대상이기 때문에 그 이하 규모의 건설사업은 이 규정의 적용을 받지 않는다.

『주택건설기준 등에 관한 규정』에 따르면 공동주택의 사업주체는 전 층의 실외 소음도가 65 dB(A) 미만이 되도록 해야 한다. 단지면적이 300,000 m<sup>2</sup> 미만이거나 해당지역이 교통소음·진동 관리지역으로 지정된 경우에는 5층 이하의 실외 소음도가 65 dB(A) 미만이 되도록 하고 6층 이상에서는 창문을 닫은 상태의 실내소음도가 45 dB(A)을 초과하지 않도록 해야 한다. 단지면적 300,000 m<sup>2</sup> 이상의 공동주택은 환경정책기본법 시행령에서 정한 규정에 따르도록 환경영향평가 과정에서 협의된다. 주택건설기준 등에 관한 규정과 관련된 소음측정 지점 및 방법은 ‘공동주택의 소음측정기준[국토교통부 고시 제2014-608호]’에서 규정하고 있다. 또한, 단지면적



그림 1 고속도로 인근의 공동주택 단지에 대한 소음대책 사례

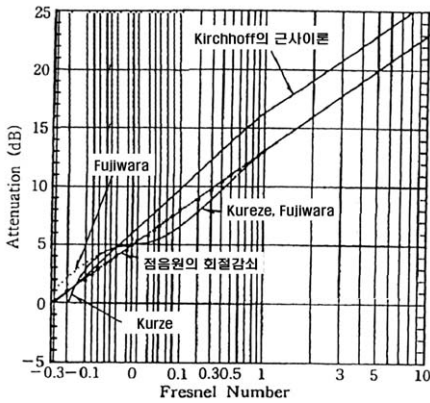
300,000 m<sup>2</sup> 미만으로 환경영향평가 대상사업이 아닌 경우에는 고속도로에서 300 m 이내, 일반국도 중 자동차 전용도로 또는 왕복 6차선 이상 도로에서 150 m 이내 지역에 공동주택을 건설할 때에는 사업계획 단계에서 도로 관리청과 소음방지대책을 미리 협의하여야 한다.

『소음·진동관리법 시행규칙』에 따르면 주거지역에 대한 도로교통소음진동의 관리기준은 주간 68 dB(A), 야간 58 dB(A)로 규정하고 있으며, 이 규정에 따른 소음측정 지점 및 방법은 ‘소음진동공정시험기준[환경부 고시 제2015-85호]’에서 규정하고 있다. 공동주택 인근 도로에서 발생하는 소음·진동이 관리기준을 초과하거나 초과할 우려가 있는 경우에는 해당 공동주택이 있는 지역을 지방자치단체장이 ‘교통소음·진동 관리지역’으로 지정할 수 있고, 이 지역에서 ‘교통소음·진동 관리기준’을 초과할 경우에는 해당 시설기관의 장에게 대책을 요청할 수 있다.

### 3. 방음벽의 소음저감 성능

방음벽은 도로교통소음에 대한 가장 일반적인

저감 수단이다. 투과손실을 고려하지 않을 때 방음벽의 소음저감성능은 회절감쇠에 의해 결정된다. 도로와 수음점(대책지점) 간의 거리에 비해 방음벽의 연장이 충분히 길 경우에는 방음벽 상부에 의한 회절이 일어나지만 그렇지 않을 경우에는 방음벽 측부에 의한 회절도 고려해야 한다. 소리의 파장이 짧을수록 회절되기 어렵기 때문에 소음의 주파수가 높을수록 방음벽에 의한 소음저감효과가 커진다. 두께를 무시할 수 있는 방음벽의 회절감쇠를 산정하는 계산식은 ISO 9613-2(1996)에 규정되어 있지만 처음으로 방음벽에 의한 회절감쇠를 모델링한 사람은 일본의 Maekawa(前川)이다. 1962년 실험을 통해 정리한 도표(Maekawa's chart)를 발표한 이후 독일의 Kurze는 Keller의 기하 회절이론에서 유도한 회절효과의 근사식을 제안하였고, 일본의 Fujiwara(藤原)는 자신의 실험결과와 비교하여 Kurze의 식에서  $N(\text{Fresnel number}) < 0$ 의 범위를 수정한 계산식을 제안하였다. 하지만 이러한 계산식은 점음원에 의한 회절감쇠를 모델링한 수식이므로 실제 도로에서 차량이 주행하는 상황에서의 회절감쇠를 완벽하게 모델링 할 수는 없



(a) Maekawa 도표

$$\cdot \text{Kurze } \Delta L_{KU} = \begin{cases} 5 + 20 \log_{10} \frac{\sqrt{2\pi N}}{\tanh \sqrt{2\pi N}} & N \geq 0 \\ 5 + 20 \log_{10} \frac{\sqrt{2\pi|N|}}{\tan \sqrt{2\pi|N|}} & 0.02 \leq N < 0 \\ 0 & N < -0.2 \end{cases}$$

$$\Delta L_{FU} = \begin{cases} 5 \pm 20 \log_{10} \frac{\sqrt{2\pi|N|}}{\tanh \sqrt{2\pi|N|}} & N \geq -0.4345 \\ 0 & N < -0.4345 \end{cases}$$

· Fujiwara  
(식에서 N>일 때 "+", N<일 때 "-")

(b) 회절감쇠 계산식 제안 사례

그림 2 회절에 의한 감쇠량 계산식 사례



그림 3 방음벽의 차음성능과 흡음성능

표 1 KS 방음판 흡음률 등급

등급	1급	2급	3급	4급
흡음률의 산술 평균값	0.85 이상	0.80 이상 0.85 미만	0.75 이상 0.80 미만	0.70 이상 0.75 미만

다. 그리고, 실제 현장에서는 방음벽에 의한 회절 감쇠 이외에 공기에 의한 흡음, 지면에 의한 흡음, 대기의 온도차 및 바람에 의한 굴절 등 다양한 변수들이 작용하므로 방음벽에 의한 소음저감효과를 계산하여 측정값과 일치시키는 것은 매우 어려운 일이다.

#### 4. 방음벽에 요구되는 음향성능

방음벽의 음향성능은 기본적으로 차음성능이 요구되고, 경우에 따라 흡음성능이 부가적으로 요구되기도 한다. 방음벽의 차음성능은 방음벽 재료에 의한 투과손실과 음원과 수음점의 위치

관계에 의한 회절감쇠에 의해 결정되며, 투과손실이 충분히 큰 재료로 구성된 방음벽일 경우 방음벽의 소음저감성능은 높이와 연장에 의해 결정된다. 방음벽의 흡음성능은 방음벽의 설치에 의해 반사음의 영향으로 맞은편 민가의 소음이 높아질 경우 요구된다.

방음벽을 구성하는 방음판에 요구되는 음향성능은 투과손실과 흡음률이며 이에 대한 기준 및 평가방법은 한국산업규격(KS)에 규정되어 있다. 방음판의 투과손실은 KS F 2808에 규정된 방법으로 측정하며 500 Hz에서 25 dB 이상, 1,000 Hz에서 30 dB 이상의 성능이 요구된다. 흡음률은 KS F 2805에 규정된 방법으로 측정하며 250 Hz,

500 Hz, 1,000 Hz, 2,000 Hz에 대한 흡음률의 산술 평균이 최소 0.7이상 되어야 한다. 또한 KS에서는 방음판의 흡음률에 따라 등급을 다음과 같이 규정하고 있다.

## 5. 방음벽 설치를 위한 소음해석 방법

방음벽 설치에 의한 소음저감효과를 계산하여 도로소음 대책을 위한 방음벽의 연장과 높이를 산정하기 위해서는 기본적으로 『음원』, 『차폐물』, 『수음점』에 대한 위치와 물성(property)의 설정이 필요하다.

『음원(noise source)』 설정에 필요한 인자는 차종, 차종별 교통량과 주행속도, 포장의 종류가 기본적으로 필요하다. 차종은 발생하는 소음의 특성에 따라 대형차와 소형차로 분류하기도 하고 승용차, 버스, 소형화물차, 대형화물차 등으로 분류하기도 한다. 하지만, 동일 차종이라 하더라도 사용연수, 타이어 종류 그리고 화물차의 경우 화물적재 상태 등에 따라 발생소음의 특성이 달라지므로 해석상 오차를 유발할 수 있는 요인이 된다. 교통량은 일반적으로 시간당 통행하는 차량 대수를 설정하므로 계산되는 소음도는 한 시간 등가소음도( $L_{Aeq,1h}$ )가 된다. 도로소음과 관련된 환경부 기준이 주간 시간대(06:00~22:00)와 야간 시간대(22:00~06:00)로 나뉘기 때문에 각 시간대별로 입력되는 교통량이 달라야 하며 시간대별로 평균 교통량을 적용하느냐 침두시 교통량을 적용하느냐에 따라 산정되는 방음벽의 규모가 달라진다. 대부분 소음민원은 최대 교통량일 때 발생하므로 침두시 교통량을 적용하여 방음벽 규모를 산정하는 것이 바람직하다. 포장의 종류 또한 음원특성에 중요한 영향을 미치는 인자인데, 대부분의 도로가 아스팔트 포장이지만 고속도로의 경우에는 콘크리트 포장도 많은 부분을 차지한다. 그리고 최근에는 ‘저소음 포장’이라고 불리는 배수성 아스팔트 포장이 도로소음 대책수단으로 주목을 받고 있어 이에 대한 음원특성의 확보가 요구된다. 특히, 배수성 아스팔

트 포장은 사용 환경과 연수에 따라 음원특성이 달라지기 때문에 소음해석 적용하는 음원특성을 어떻게 할 것인지에 대한 결정이 필요하다.

『차폐물(obstacle)』이란 소음전파에 영향을 미치는 지형 또는 지물을 의미하며 방음벽도 이에 해당된다. 차폐물에 의해 소음은 흡수, 반사, 회절되기도 한다. 차폐물은 아니지만, 지면에 의한 흡음, 공기에 의한 흡음도 소음전파 경로상에서 발생하므로 이에 의한 소음감쇠 효과도 차폐물과 함께 고려해야 하며 이를 위한 방법은 ISO 9613에 규정되어 있다. 하지만, 모든 계산에 고려할 수 있는 조건들에 한계가 있으므로 계산된 소음도에는 반드시 오차를 포함하고 있다.

『수음점(receiver)』은 예측점 또는 예측지점이라고도 하며 소음대책이 필요한 민가 등이 이에 해당한다. 일반적으로 방음벽 설치를 위한 수음점은 공동주택의 경우 각 층의 바닥으로부터 1.2 m ~ 1.5 m, 외벽으로부터 0.5 m ~ 1 m 떨어진 지점에 설정한다.

## 6. 현행 제도의 문제점과 제언

우리나라는 세계적으로도 공동주택 거주인구의 비율이 높은 나라이다. 공동주택은 좁은 국토에서 많은 사람들에게 주택을 보급할 수 있는 효율적인 건축물이지만 인구 밀집적인 건축 형태이기 때문에 소음문제에 있어서도 입주민간의 이해와 합리적인 제도의 뒷받침이 필요하다. 특히 환경과 관련된 제도에 있어서는 조금만 소홀히 해도 많은 사람이 피해를 볼 수 있고 대책을 위해서는 많은 예산이 수반된다. 현행 도로소음과 공동주택이 관련된 제도에 대해 평소 생각하고 있던 문제점을 고찰하고 개선을 위한 몇 가지 제언을 하고자 한다.

첫째, 관련 규정의 통일이 필요하다고 생각한다. 주택법의 ‘주택건설기준 등에 관한 규정’에는 1층과 5층의 외부 소음도가 65 dB(A) 미만이 되고 6층 이상에서는 외부 소음도가 규정을 초과할 경우 창문을 닫은 상태에서 내부 소음도가 45 dB(A)

이하가 되면 사용 승인을 받을 수 있도록 되어 있다. 하지만, 단지면적이 300,000 m<sup>2</sup> 이상의 환경영향평가 대상이 되는 공동주택은 전층의 외부 소음도가 주간 65 dB(A), 야간 55 dB(A)이 되도록 협의하고 있다. 동일한 구조의 공동주택이라 하더라도 단지면적에 의해 적용되는 기준이 다른 것은 입주민의 입장에서서는 형평성이 어긋난다고 생각할 수 있다.

둘째, 환경부 고시의 '소음·진동공정시험 기준'에는 공동주택에서 도로소음을 측정할 경우 외벽으로부터 0.5 m ~ 1 m 떨어진 지점에서 측정하도록 규정하고 있다. 하지만, 실제 입주민이 거주하지 않는 공간의 소음도를 기준으로 방음벽을 설치하면 그 규모가 커질 수밖에 없고 예산도 많이 투입되어야 한다. 연구결과에 따르면 외벽으로부터 1 m 떨어진 지점의 소음도와 외벽과 동일한 위치의 창호면에서 측정한 소음도의 차이는 대략 1.5 dB(A) ~ 2 dB(A) 정도인 것으로 알려져 있다. 이를 위해서는 1 m ~ 2 m 높이의 추가적인 방음벽 설치와 예산이 필요하며, 특히 최근에는 고층의 공동주택이 건설됨에 따라 10 m 가 넘는 방음벽도 자주 눈에 띄고 있다. 물론, 공동주택의 입주민 입장에서야 방음벽이 높아져 도로소음의 차단효과가 클수록 좋겠지만, 도로를 이용하는 사람들에게는 위압감과 불안감을 준고 시간이 지날수록 노화되어 도로경관을 저해하는 요인이 된다. 따라서 공동주택의 입주민과 도로 이용자의 입장을 모두 고려한 합리적인 평가지점에 대해 논의되어야 한다고 생각한다.

셋째, 공동주택 분양시 분양되는 주택에서 예상되는 소음도를 예측하여 공개하도록 해야 할 필요가 있을 것 같다. 우리나라는 공동주택을 건설계획 단계에서 선분양하기 때문에 입주전에는 분양받은 주택의 소음도를 입주민이 알 수가 없고 입주 후에 소음이 심하다고 생각되면 그때 민원을 제기하는 경우가 대부분이다. 물론 환경영향평가 대상 사업일 경우에는 소음도가 기준을 초과하지 않을 수 있지만 그렇지 않을 경우에는 입주민이 피해를 볼 수 있다. 따라서, 입주

전에 예상 소음도를 분양 시에 공개하여 입주민이 분양을 받을 것인지를 사전에 판단할 수 있도록 하는 것이 바람직하다고 생각한다.

공동주택이 우리나라의 주택 보급률을 높이는 데 기여한 것은 누구도 부인할 수 없는 사실이다. 그리고 좁은 국토에서 효율적으로 토지를 사용하기 위해서는 도로로부터 많은 거리를 두고 공동주택을 건설하는 것도 무리가 있을 것이다. 따라서 입주민과 도로 이용자 그리고 주택 사업자와 도로 관리자가 모두 합의할 수 있는 합리적인 제도와 정책에 대한 연구가 필요하다고 생각한다. **KSNVE**

### 참고문헌

- (1) KS F 4770 방음판 - 금속재, 비금속재, 플라스틱, 목재.
- (2) KS F 2805 잔향실법 흡음율 측정방법.
- (3) KS F 2808 건물 부재의 공기 전달음 차단 성능 실험실 측정 방법.
- (4) KS A ISO 10847 음향 - 옥외 방음벽의 삽입 손실 측정.
- (5) ISO 9613-2 Acoustics-Attenuation of Sound During Propagation Outdoors.
- (6) 환경정책기본법 [법률 제13894호, 2016. 1. 27., 일부개정].
- (7) 환경정책기본법 시행령 [대통령령 제24203호, 2012. 11. 27., 일부개정].
- (8) 주택건설기준 등에 관한 규정 [대통령령 제27062호, 2016.3.29., 타법개정].
- (9) 소음·진동관리법 시행규칙 [환경부령 제628호, 2015.12.22., 타법개정].
- (10) 소음진동 공정시험기준 [환경부고시 제2015-85호, 2015.6.30., 일부개정].
- (11) 공동주택의 소음측정기준 [국토교통부고시 제2014-608호, 2014.10.15., 일부개정].
- (12) 도로소음 정책 및 실내 소음 측정방법 개선(안) 마련 연구, 한국토지주택공사, 2015.