

공동주택 소음저감 기술개발

정 갑 철

(주)대우건설기술연구소 건축연구팀장

1. 서론

주택에서 소음이 문제가 된 것은 고층아파트가 본격화된 80년대 중반부터이다. 그 이전까지는 5층의 단층아파트가 대부분이었으며, 주로 대한주택공사가 중심이 되어 아파트가 시공이 되었다.

아파트에서 발생될 수 있는 소음 문제는 크게 외부 발생 소음과 내부 발생 소음으로 구분할 수 있는데, 외부 발생 소음은 주로 교통기관에 의한 소음으로 도로, 철도 및 항공기 등에 의한 소음이 주를 이루고 있다. 반면에, 내부 발생에 의한 소음은 상하층간의 바닥충격음, 인접세대간의 벽체 차음성능, 급배수 설비소음, 계단실이나 복도를 통한 보행음 및 기타 소음 등으로 구분할 수 있다.

상기의 여러 가지 소음은 대부분이 저층아파트에서 고층아파트로 변화하면서 발생된 문제들로서 최근에는 초고층 철골조 아파트의 등장으로 지금까지와는 다른 소음(공조기, 진공청소기 등)이 발생되고 있으며 더욱 복잡화 되어가고 있다.

본 내용은 아파트에서 발생될 수 있는 소음 문제에 대한 일반적인 문제 검토와 주택 소음의 저감을 위한 연구에서 얻은 결과의 일부를 소개하고자 한다.

2. 공동주택 소음 발생의 문제점

2.1 외부 교통 소음

교통 소음은 아파트 고층부의 (10-15)층에서 소음이 가장 높으나 소음 저감을 위해 주로 사용하는 방음벽은 (3-5)층 이내의 저층부에만 효과가 있으므로 제한적일 수밖에 없다. 그러나 환경부나 건교부의 주택 소음에 관한 기준은 모두 외부 소음 기준이어서 문제점을 지니고 있다. 따라서, 국내의 주거 환경 현실이 도로변에 고층아파트를 밀집하여 지을 수밖에 없는 상태에서 기존 법에 문제가 있을 수밖에 없다. 정숙한 환경 조성을 위하여 외부 소음을 제한하고 있는 환경법에 있어서 일부 선진국의 경우 실내 소음 기준도 함께 사용하고 있음을 감안할 때 국내의 경우도 법 개정이 필요하다는 의미이다. 따라서 교통 환경 소음에 대해 외부 기준이 아닌 실내 소음 기준도 함께 사용할 수 있도록 함으로써 창호의 품질개선 유발로 입주자에게 실질적인 도움이 가능할 것이다.

현재 도심지 도로변에 시공된 아파트에서 소음진동규제법을 만족시킬 수 있는 고층아파트는 없다. 그럼에도 불구하고 교통 소음에 불만이 적은 이유는 고층아파트 준공 후 입주자가 발코니에 창호를 입주자 부담으로 설치함으로써 소음이 저감되었

기 때문이다. 따라서 창문을 여는 여름철이나 일부 시간을 제외하고 소음에 큰 영향을 받지 않는다. 또한 생활 수준의 향상으로 에어컨 설치가 확대되면서 여름철에도 창문을 열지 않고 생활할 수 있는 세대가 증가한 것도 하나의 원인일 수 있다.

최근에 시공되고 있는 초고층 아파트 중 일부는 발코니가 없이 침실 외벽을 창으로 설계하는 경우가 있다. 이 경우 대부분 기밀성 창호를 사용하므로 기존 창호보다 차음성이 높고, 실내에 환기 설비 장치에 의해 일정 수준의 암소음이 있게 되므로 큰 문제는 없다. 그러나 외부교통소음이 높은 지역에서는 특별한 주의가 필요하다.

Table 1 아파트 층수에 따른 교통소음도 분포

측정 위치	소음도 [$L_{eq,10min}$ dB(A)]		비 고
	1 회	2 회	
도로단	76.9	75.6	- 10차선 도로 - 도로단에서 아파트 이격거리 36.4m - 아파트 1층높이 2m
3층		67.2	
4층	68.8		
5층		68.8	
6층	69.7		
7층		68.9	
8층	70.4		
9층		69.5	
10층	70.3		
11층		69.7	
12층	70.5		
13층		69.7	
14층	70.6		
15층		69.5	
16층	70.3		
17층		70.1	
18층	69.9		

* '도로교통소음 현황과 예측', 강대준, 소음진동공학회 세미나(2000. 9)

2.2 내부 발생 소음

1) 바닥충격음

바닥충격음에 의한 소음도는 아파트 바닥구조의 두께와 넓이에 좌우한다. 저층아

파트가 보편적이었던 시대에는 대부분 아파트의 평수가 작아서 세대가 협소하고 난방 중심의 생활이었으므로 아이들이 집안에서 뛰어다니기가 어려웠다. 또한, 당시의 난방방식이 중앙공급식 간헐난방임에 따라 축열기능을 많이 가지도록 하기 위하여 바닥의 온돌층에 콩자갈로 두껍게 깔아서 시공을 함으로 바닥의 두께가 두꺼워서 바닥충격음 문제가 발생될 요인이 적었다.

그러나, 80년대 중반이후 고층아파트로 바뀌면서 공동주택의 대부분이 거주면적이 커지고 핵가족화가 되면서 생활의 중심이 거실로 바뀌었다. 이에 따라 비좁은 저층과는 달리 넓은 거실을 아이들이 뛰어다니기 좋은 환경이 되었다.

또한 고층아파트가 되면서 아파트의 바닥 구조에서도 큰 변화가 있었다. 즉, 신도시 개발과 함께 지역난방이 보급되었고, 일반 아파트도 개별난방으로 모두 바뀌었다. 따라서 간헐난방시 필요했던 축열층이 없어지게 되어 바닥구조의 변화가 생기게 된 것이다. 그 중에서 대표적인 것이 바닥 슬래브의 두께가 얇아지고 축열층 대신 기포콘크리트를 이용한 충전층으로 대체되어 바닥이 경량화가 이루어진 것이다. 바닥의 경량화로 아이들이 뛰어다닐 때 바닥충격음에 의한 소음문제는 훨씬 커지게 되었다. 최근에 바닥충격음이 사회적 문제가 되면서 뜬 바닥 구조를 만들기 위한 단열완충재의 사용이 늘어나고 있지만 바닥 슬래브의 두께가 얇은 현재의 상황에서는 소음 저감에 한계가 많을 수밖에 없다. 따라서 소음 저감을 위해서는 슬래브를 두껍게 하면서 뜬 바닥 구조를 만들기 위한 적절한 단열완충재의 사용만이 그 대책이 될 것으로 보인다.

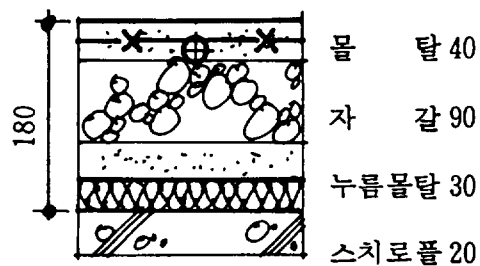


Fig. 1 주택공사 시공주택 바닥단면도

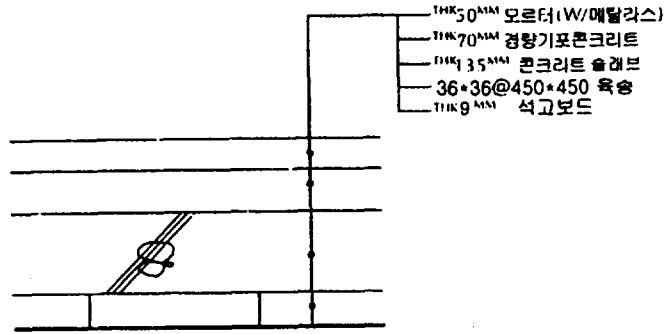


Fig. 2 일반 공동주택 바닥단면도

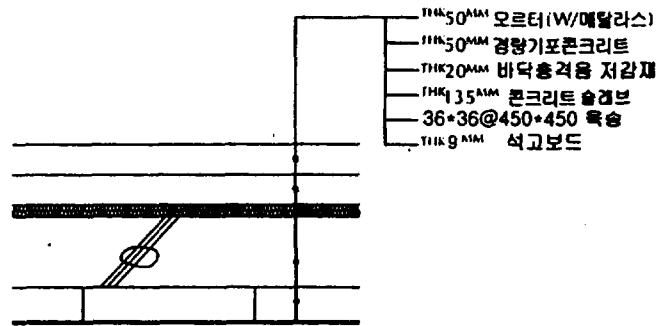


Fig. 3 바닥완충재 시공 바닥단면도

2) 벽체 차음 성능

저층아파트나 고층아파트에서 거의 변하지 않은 사항이 세대간 벽체를 RC구조로 한 것이다. 일반적인 RC구조의 벽체 두께는 (150~180)mm이고 개략적인 차음성능은 D-50 전후이다. D-50정도의 벽체인 경우에는 차음성능에 거의 문제가 없다는 것이 공통된 견해이다. 일부 문제가 되는 것은 전화, 전기 및 스피커 콘센트의 관통구를 통한 소음이 문제가 되기도 한다.

따라서 아파트 구조에서 상대적으로 가장 민원이 적게 발생한 사항이 벽체 차음 문제이다. 신도시 건설이 한창이던 90년대 초반 일부 건설사에서 PC공법을 선보였으나 시공상에서 문제로 많은 하자가 발생함에 따라 현재는 사용되지 않고 있다.

최근에는 철골조(SC, SRC) 구조의 초고층아파트가 많이 시공되고 있다. 철골조 아파트에서 가장 필수적인 사항이 부가하중을 줄이는 것과 벽체 구조를 조립식으로 하는 것이다. 따라서 현재보다도 향후에 초고층 철골조아파트에서 조립식 벽체 구조가 많이 사용될 것으로 보인다. 그러나 조립식 벽체 구조의 문제점은 충분한 차

음성능을 갖지 못한다는 것이고 장기 사용에 따른 크랙의 형성으로 차음성능 저하가 발생할 가능성이 있다는 것이다.

일반적인 RC구조의 벽체는 (150~180)mm이고 개략적인 차음성능은 D-50 전후이다. 또한 RC 구조는 장기간 사용에 따른 차음성능 저하가 없다. 그러나 일반적인 건식 벽체의 경우는 D-45정도의 벽체가 대부분이며, 이 또한 시공상의 결함으로 인해 입주 당시에는 D-40 전후가 보통이며 장기 사용에 따른 틈새의 형성으로 추가적인 차음성능 저하가 우려된다.

철골조 아파트에서 시공 후 RC구조와 동등한 차음성능을 유지하기 위해서는 D-55 정도의 차음성능을 가지도록 하여야 하지만 현실적으로 어려움이 많다. 또한, 건식 벽체의 경우 저주파 대역(125Hz)에서 공진에 의한 차음성 부족이 심각한 실정이다.

따라서 가장 분양가가 비싼 철골조 아파트가 차음성능상 가장 취약하다는 문제를 지니고 있으며 상당 기간동안 해소하기 어려울 것으로 보인다.

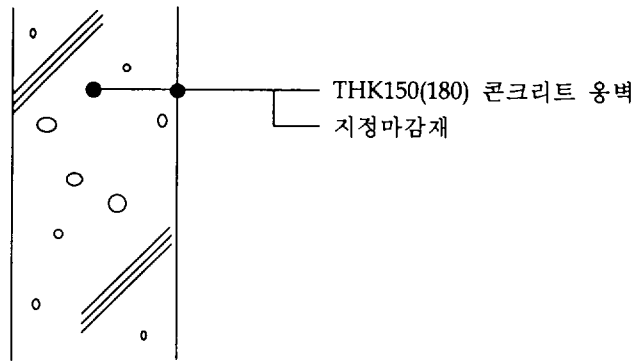


Fig. 4 일반 콘크리트 벽체 단면도

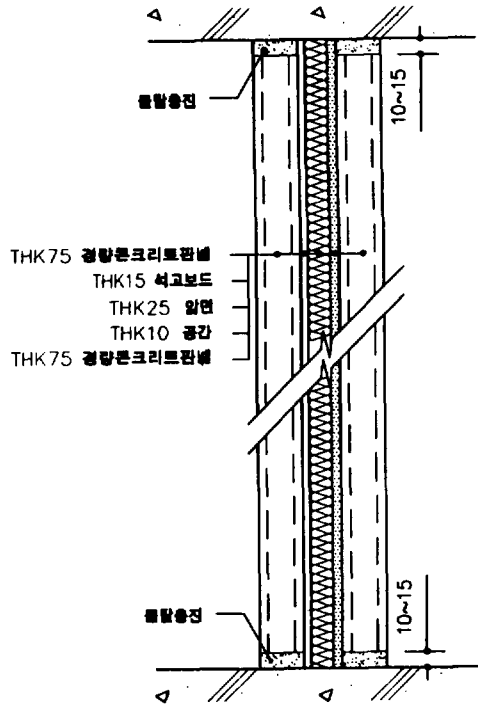


Fig. 5 아코텍 건식벽체 단면도

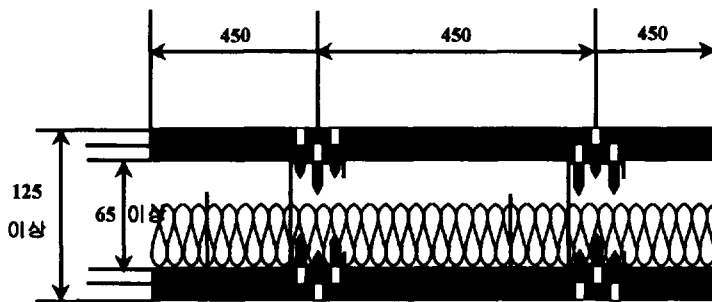


Fig. 6 석고보드 벽체 단면도

3) 급배수 설비 소음

설비 소음은 화장실을 중심으로한 배수 소음 문제와 화장실과 주방의 급수 소음 문제로 구분할 수 있다. 저층 구조에서는 화장실을 실의 한쪽에 배치하는 정도로 생각하였으며 실내에서 중요하지 않는 부분으로 여겨졌다. 따라서 실은 비좁고, 환

기도 되지 않았지만 두꺼운 슬래브 덕분에 소음이 문제시되지는 않았다.

최근의 화장실은 상대적으로 넓어지고, 환기를 기본적으로 하고 있다. 그러나 슬래브는 얇고 아래층 세대 상부에 배관을 설치하는 관계로 양변기 배수음과 행위음, 욕조의 낙수음과 대화음이 그대로 전달되는 구조가 되었다. 따라서 선진국과 같이 자기 세대 배수 방법에 대한 도입 검토가 절실하며, 과도기 적으로 소음 저감 방안에 대한 적극적인 검토가 필요하다.

급수소음 문제에 대해서는 이전의 저층아파트 구조에서는 옥상의 물탱크가 작고 층고가 확보되지 않은 관계로 수압이 매우 낮았다. 따라서 항상 물이 부족하고 수압도 약하여 소량이 흐르는 관계로 수압에 의한 소음 문제는 없었다. 그러나 고층아파트 구조에서는 수격(water hammering)현상이 발생하거나, 수압이 높아 수전에 맥동에 기인한 진동음이 발생한다거나 하는 소음 문제가 다수 발생한다.

최근에는 수압을 조절하기 위하여 감압변을 사용한 층별 구획을 통해 압력이 적정 수준 정도(2kgf/cm^2)에 머물도록 하고 있으나 감압변 자체가 물속의 이물질에 의해 막힘 현상이 발생하여 구획 구분에 적극적이지는 못하다.

3. 소음 저감 기술

3.1 바닥충격음 완충재

공동주택의 상부층에서 아이들이 뛰어다니면서 발생하는 소음 때문에 생기는 상하층 세대간의 문제를 해소하기 위해서는 바닥충격음 완충재 적용이 필수적이다. 그러나 지금까지의 제품은 가격대가 높고, 인력에 의한 시공으로 시공성이 떨어짐에 따라 일부 건설업체를 제외하고 적용하는 경우가 매우 드물었다. 이에 따라 당 연구소에서는 타이어 고무칩과 접착액을 기계장치를 이용하여 고층부로 압송한 후 혼합 분사하는 바닥완충재를 개발 시공하였다. 타이어 고무칩을 사용한 완충재 공법은 이미 선진국에서는 20여년 전부터 적용되어온 공법이나, 외국의 경우 국내의 온돌문화와는 차이가 있어 대량 수용을 갖지 못함으로 인해 수요에 한계가 있었다. 국내에서는 수년 전부터 대형 건설업체를 중심으로 거의 무한한 자원인 타이어 고무를 이용한 바닥완충재 개발에 관심을 기울여 왔으며 최근에 본격적인 적용을 시작하고 있다.

바닥완충재를 시공한 바닥구조와 바닥완충재를 미시공한 기존 바닥구조를 비교해 볼 때 약 5-15dB정도의 소음저감을 가져왔으며, 일본건축학회 기준으로 중량충격음 L-50, 경량충격음 L-(60-65)의 음향성능을 보이고 있다.

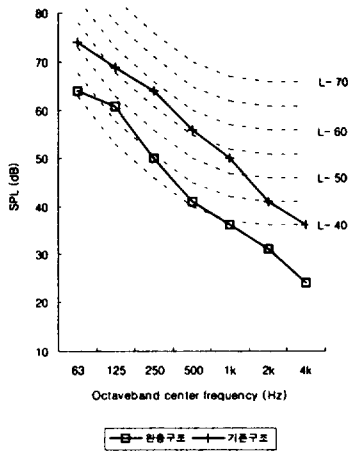


Fig. 7 바닥충격음레벨(중량충격음)

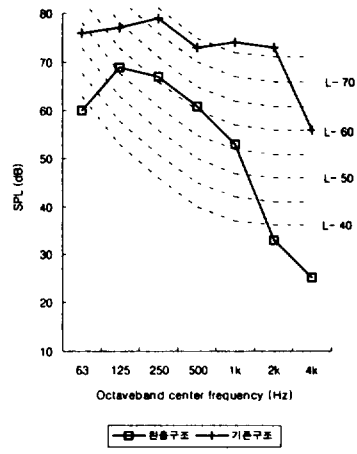


Fig. 8 바닥충격음레벨(경량충격음)



Fig. 9 바닥완충재 시공사진

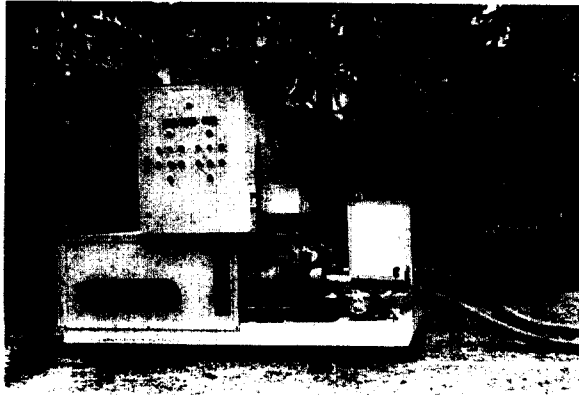


Fig. 10 바닥완충재 시공 기계장치

3.2 배수 소음 저감 대책

화장실 급배수 위생설비 중에서 양변기 배수시 발생하는 소음을 저감시키기 위한 방안으로 배수배관에 대한 기술검토를 수행하였다. 양변기 배수소음 문제는 기구자체에서의 발생소음과 함께 배수시 관로에서의 유수충돌에 의한 진동이 벽체로 전달되어 하부세대로 방사되는 소음이 큰 주(主)를 이루고 있으며, 이의 저감을 위해서는 저소음형 배관기구의 적용이 가장 효과적이라 판단하고 기존의 유리보온면을 감싼 단관형태의 엘보 이음관에서 3중엘보 이음관으로 대체 시공하는 방안을 검토하였다.

그 결과 유리보온면의 시공유무에 따른 소음도차이는 없는 것으로 판명되어 시공 측면이나 경제적측면에서 유리보온면의 제거가 효과적이라 판단되었으며, 양변기 하부 배관라인 중 3중엘보 이음관의 적용은 소음저감에 매우 효과적으로 최대 7dB(A)까지의 소음저감량을 나타내어 하부세대에 미치는 영향을 상당량 해소시켰다.

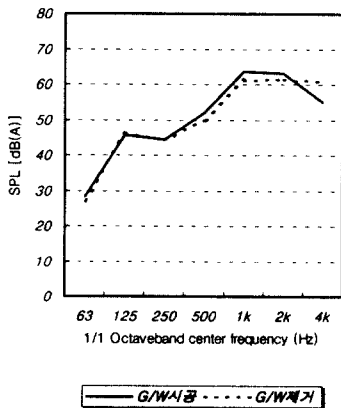


Fig. 11 G/W 시공유무에 따른 소음도 변화

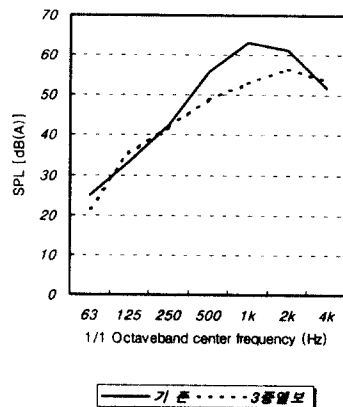


Fig. 12 3중엘보 시공에 따른 소음도 변화

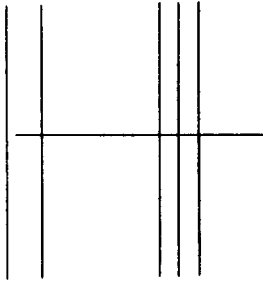


Fig. 13 기존 배관방식



Fig. 14 3중엘보 배관방식

4. 주택 소음 저감을 위한 방안

1) 제도의 정비

- ▶ 소음진동규제법의 환경법과 주택건설촉진법 등의 건축법에 차이점 개선을 위한 법적 정비가 있어야 한다.
- ▶ 주택건설기준, 건축법 시행령 및 KS 기준 등에 표시된 소음 기준을 현실화시켜야 한다.

2) 소음 기준의 법제화

- ▶ 소음저감 기술의 확대를 위하여 공동주택의 소음기준에 의한 자재사용을 의무화하여야 한다.

참 고 문 헌

- 1) 정갑철, 이주원, 2000, "페타이어의 활용방안에 대한 연구", 환경공학회 학술대회
- 2) 이주원, 정갑철, 1998, "공동주택 바닥충격음 완충재의 개발 및 성능평가", 한국소음진동공학회 추계학술대회, p. 98.
- 3) 정갑철, 2000, "건축물의 차음성능에 대하여", 한국소음진동공학회 학술세미나, p.67,
- 4) 이주원, 정갑철, 2000, "화장실 배수소음 저감연구", 한국소음진동공학회 학술대회, p.165,