

## 技術解説

## 고체전파음의 저감대책

## Noise Reduction of Structure-borne Sound

김 흥 식

(Heung Sik Kim)

(대한주택공사 주택연구소)

## 1. 머리말

주택의 내부 음환경은 고층·고밀도화에 따른 구조개혁의 합리화와 원가절감의 노력으로 바닥층과 벽 두께가 얇아지고 구조체가 경량화되며 내부 간막이벽 등이 전식화됨에 따라 점차 불리해지고 있다. 그 결과 '90년도 고층아파트 불만요인 조사에서는 내부소음문제가 가장 높은 불만 요인으로써 나타났으며, 내부소음중에서도 가장 문제시되고 있는 소음은 충격 및 진동이 건물의 구조체를 따라 실내, 천장, 벽, 바닥면에서 음으로 방사되어 발생하는 상하층간 바닥충격음 및 급배수 설비소음 등의 고체전파음으로 판명되었다.

본 고에서는 이러한 주거용 건물의 고체전파음 저감하기 위하여 설계단계에서부터 공사완료시까지 요소적으로 고려해야 할 기본적인 저감대책 및 국내·외 대책 사례를 설명하고자 한다.

## II. 주택내 고체전파음의 종류 및 설계목표치(안)

## 2.1. 고체전파음의 종류

공동주택에서 거주자에게 영향을 미치는 소음은 그 전파기구의 차이에 따라 공기전파음과 고체전파음으로 대별할 수 있다. 특히, 내부에서 문제시 되는 고체전파음은 건물의 구조체를 따라 진동에 의해

방사되어 실내, 천장, 바닥면에서 발생하는 음으로써 표 1과 같이 윗층의 어린이 뛰는 소리와 같은 충격음과 엘리베이터 등 기계설비 진동음등이 있다.

## 2.2. 고체전파음의 저감을 위한 설계목표치(안)

지금까지 정부(건설부, 환경처)에서 고시한 주택내 고체전파음에 대한 설계기준 이 없어서 설계 및 저감대책 수립시 어려움을 겪고 있으나, '90년 대한주택공사에서 학계와 공동으로 한국인의 청감반응과

표 1. 고체전파음의 종류

고체전파음	실외	<ul style="list-style-type: none"> <li>지하철등의 주행에 의한 진동음 및 인근 건설작업 진동음</li> </ul>
	실내	<ul style="list-style-type: none"> <li>아이들 뛰는 소리</li> <li>익사, 태어분들 설거지의 이동</li> <li>계단, 복도의 발자국 소리</li> <li>엘리베이터등 기계설비 진동음</li> <li>급배수설비 세면 내의 우수진동에 의한 소음</li> </ul>
공기전파음	실외	<ul style="list-style-type: none"> <li>차량소음</li> </ul>
고체전파음	실내	<ul style="list-style-type: none"> <li>냉방기 소음</li> <li>창호, 현관문 개폐음</li> <li>쓰레기 버리는 소리</li> <li>전기세탁기, 전기냉장고 등의 사용에 의한 소음</li> </ul>

표 2. 각 음원별 설계목표치(안)

소음원	인접세대간 실용도		설계목표치(안)
	음원실	수음실	
바닥충격음	-	거실 또는 침실	L-70 (경량충격원, L지수) L-50 (중량충격원, L지수)
급수설비소음	인접세대	화장실	침실 35 dB(A) 거실 40 dB(A)
		부엌	침실 30 dB(A)
	자기세대	화장실	침실 40 dB(A)
		부엌	거실 40 dB(A) 침실 35 dB(A)
창호개폐음	-	거실 또는 침실	충격음 L지수 50
엘리베이터소음	-	거실, 침실, 자녀실	35 dB(A)

국내 공동주택의 실태를 조사하여 설정한 바닥 충격음의 차음성능기준(안)과 동 공사에서 '89년 연구 발표한 급배수 설비소음, 창호개폐음 및 엘리베이터 소음에 관한 설계목표치(안)은 표 2와 같다.

### Ⅲ. 기본 저감방안 및 실례

#### 3.1. 바닥충격음

##### 가. 바닥충격음의 기본 저감대책

- ① 뜬바닥구조의 활용
- ② 바닥슬래브의 중량화 및 고강성화
- ③ 유연한 바닥마감재의 활용
- ④ 이중 천정의 설치

##### 나. 바닥구조의 설계방안 실례

바닥구조의 차음성능 실측치를 그림 1에서와 같이 기준치내의 바닥구조(A group), 바닥구조의 큰 변화 없이 기준치내로의 개선이 가능한 구조(B group), 바닥구조의 전면개선이 필요한 구조(C group)로 대별하여 설계방안을 검토하고자 한다.

##### (1) 기준치 내의 바닥구조(A group)

기준치내의 바닥구조인 A group의 대표적인 바닥구조로는 완충재로서 양면(rock wool)을 사용하는 구조와 방음블럭을 사용하는 구조 및 현재 주택공사에서 설계 반영하여 이용하고 있는 부공스치로판구

조가 있다.

양면을 사용하는 바닥구조는 차음성능상 저감효과를 현저히 높이는 측면에서 바람직하나 이 경우 시간의 흐름에 따른 침하와 국부하중에 의한 뜬바닥층의 흔들림(rolling) 현상에 관한 방지대책이 미비하고 공사비가 상승하는 문제점을 갖고 있다.

##### (2) 바닥구조의 큰 변화없이 개선이 가능한 구조(B group)

B group의 대표적인 바닥구조로는 대부분 슬래브 120mm의 스티로폼 완충재를 사용하는 바닥구조와 슬래브두께 150mm의 이중천장이 설치된 경량콘크리트(경량거포콘크리트, 리스폴콘크리트)류의 바닥구조가 있다. 이 group의 구조는 경량충격원의 경우 카펫트, 비닐펫트, 모노룸등의 유연한 바닥마감재를 설치함으로써 기준치내로의 개선이 쉽게 가능하고 중량충격원이 분제시되고 있는 스티로폼 완충재 사용구조의 경우에는 바닥슬래브 두께를 현행 120mm에서 150mm로 변화시키거나 슬래브상부 뜬바닥층(온돌구성층)의 면밀도를 증가시킴으로써 개선이 가능하리라 판단된다.

##### (3) 바닥구조의 전면개선이 필요한 구조(C group)

그림 1에서 C group에 해당하는 바닥구조는 현재 대부분의 건설업체에서 사용하고 있는 바닥구조이다. 이 그룹 바닥구조의 차음성능을 기준치범위로 하기 위해서는 기존 바닥구조를 활용할 경우 우선 슬래브두께를 150mm 이상으로 하고 거포콘크리트 상부나 하부에 스티로폼 방음보드류의 완충재 설치 및 이중천장을 설치하며 동시에 카펫트, 하이펫트, 모노룸등의 바닥치리를 하이 전면 개선하거나 차음성능이 좋은 다른 바닥구조로의 변성이 불가피하다.

#### 3.2. 급배수 설비소음

##### 가. 배관공법

##### (1) 급수음 저감

##### (가) 세대내 급수압력의 조정

보통 1개동으로 되어 있는 급수 공급계통을 상·하층부 분리공급방식을 시행하여 고층아파트의 지층별에서도 세대내 급수압력이 2.0kgf/cm<sup>2</sup> 이하가 유지 되도록 조정할 경우 분기모우탱크 급수음은 11dB

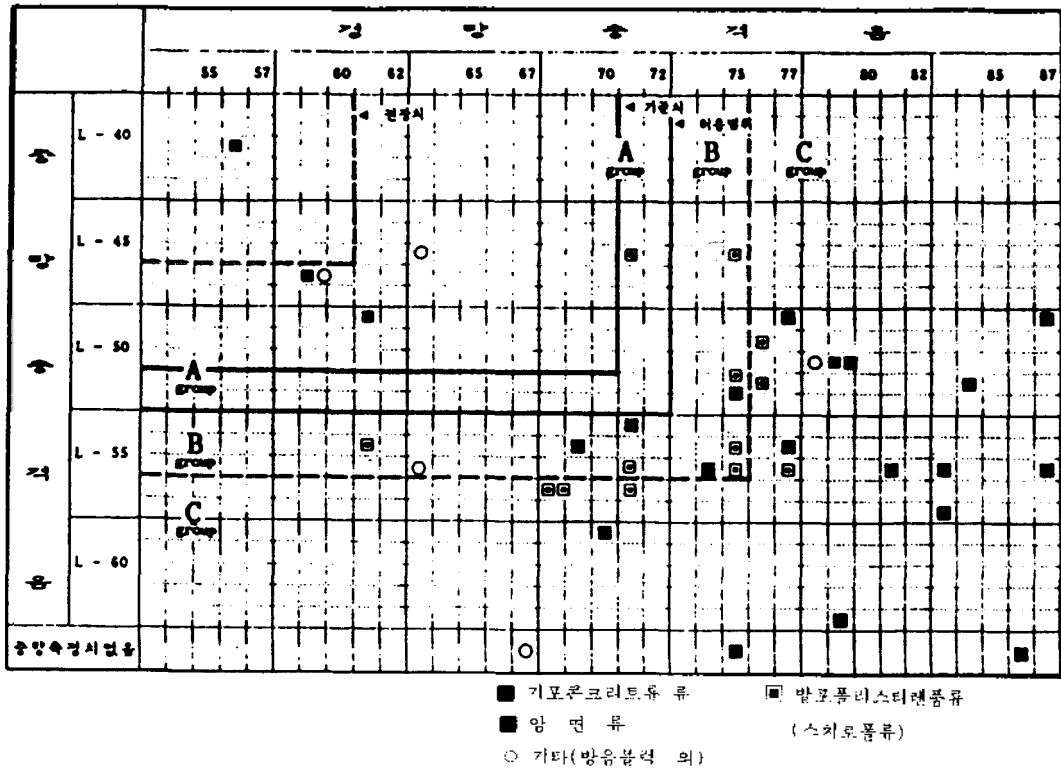


그림 1. 국내공동주택 바나구조의 충격음레벨 실측치

(A), 육조나 새면기는 3~4dB(A)정도 저감시킬 수 있는 것으로 판단된다.

(나) 매립급수관의 고체전파음 방지

급수관에 각각 두께 10mm의 폴리에틸렌카바와 두께 13mm의 글라스울카바를 씌워 매립함으로써 裸管에 비해 다소 공사비의 상승은 예상되나, 급수배출시 벽면에 나타나는 진동가속도레벨은 8~11dB 정도 감소되었다. 이 때 관표면과 건물구조체간의 음교(sound bridge)가 발생하지 않도록 완충재를 충실하게 피복하여야 한다.

(다) 水擊作用의 방지

관내를 흐르는 유체의 충격임력에 의하여 소음과 진동을 발생시키며 배관계통의 수명을 단축시키거나 진동에 급수관을 바레지키라 하는 수직자오의 바레지 벽으로만 보 3과 같이 관내를 흐르는 유체의 유속을 가능한 낮춰야 하며, 급수관 상단이나 管末부분에 air chamber를 설치하여 水撃壓을 완화시켜야 한다.

표 3. 수격작용 방지를 위한 한계유속

관경(mm)	15~50	65~125	150
한계속도(m/sec)	1.8	1.9	2.0

(2) 배수음 저감

(가) 당해층 배관방식

당해층 배관 방식은 바닥슬래브와 벽체의 차음효과에 의하여 배수소음의 전달을 방지하는 방식으로 PVC 관으로 시공된 천장배관방식보다 지하세대 욕실에서의 소음레벨이 약 11d(A) 정도 저감되었으며, 관련공사비도 세대당 약 3% 정도 절감되는 것으로 분석되었다. 그러나 이 방식은 평면계획시 파이프 샤프트(pipe shaft)를 일정위치(변기 바로 뒷편)에 배치하여야 하며, 기존시에는 배관부 부위의 배수처리에 대한 세심한 배려가 요구된다.

(나) 주철재 배수관 시공

비중이 큰 재료인 주철재배수관(다이슨접합식)은 PVC관의 경우보다 시공성은 다소 불리하며,

관련공사비도 약간 상승되나 지하옥실에서 배수소음레벨은 약 13dB(A) 정도 저감되는 것으로 나타났다.

#### (다) 특수배수기구(섹스티아) 설치

배수입관의 각층마다 섹스티아를 연결했을 경우 입관에서의 배수음레벨이 결합통기방식에 비하여 7~9dB(A) 정도 저감되는 것으로 나타났고 관련공사비는 세대당 약 12% 정도 절감되는 것으로 분석되었다. 그러나 고려되어야 할 것은 섹스티아의 규격이 동일호칭의 관경보다 크기 때문에 파이프샤프트(pipe shaft)의 내부공간이 최소 300mm×300mm 이상이 되어야 한다.

#### (라) 변기의 하부와 바닥사이 완충재 설치

변기배수음이 변기를 통하여 바닥으로 전달되는 고체전파음을 저감시키기 위하여 변기의 하부와 바닥사이에 5mm 고무 sheet를 설치하고 볼트접합시 고무를 삽입하여 변기와 배수세로관 사이에 flexible 관을 설치한 저감방법을 사용함으로써 직하층 화장실 내에서 변기소음을 5~10dB(A) 정도 저감시킬 수 있다.

### 나. 평면계획

(1) 평면계획시 옥실내의 위생기구는 소음방지를 고려한 배치가 이루어져야 한다. 즉, 옥실내의 배관이나 기기로부터 고체전파음을 감소시키기 위해서는 반침이 있는 침실벽 쪽으로 기구를 설치하여 방음효과를 기대할 수 있다.

(2) 급·배수관이 포함된 파이프샤프트(pipe shaft)의 위치는 거실이나 침실로부터 가능한 멀리 떨어지게 배치하며, 칸막이는 차음성능이 우수한 재료(시멘트벽돌 등)를 선택하여 아음부분에 틈새가 생기지 않도록 밀실하게 시공한다.

### 다. 발생원

급수기구나 위생기구류는 저소음형의 제품을 사용한다. 구미 선진외국과는 달리 우리나라에서는 현재까지 급수기구나 위생기구의 저소음형식 승인제도가 시행되고 있지 않으나 이 제도의 조속한 시행이 요구된다.

### 3.3. 창호 개폐음

#### 가. 동작조건의 억제

기본적으로 창호개폐시 인접세대를 고려하여 주의가 필요하며 현관문의 경우에는 작동이 잘 되는 도어체크(door check) 등을 설치하고 창호의 개폐가 원활하도록 적당한 저항과 중량 및 기밀성을 갖는 건구류틀 이용한다.

#### 나. 완충재에 의한 발생음 및 충격력의 완화

기밀성의 향상과 함께 고주파음의 발생억제를 위하여 창틀 부분에 고무패킹과 같은 완충재를 설치한다.

### 3.4. 엘리베이터 소음

#### 가. 건축계획시 고려사항

- (1) 엘리베이터 기계실은 단면도상 주택상부를 피하고 가능한 침실 또는 거실과 격리시켜 배치한다. 단, 기계실이 엘리베이터 샤프트 상부관으로 부족한 경우에는 계단실등의 상부를 확장하여 이용하도록 한다.
- (2) 기계실 바닥은 슬래브두께를 가능한 180mm 이상으로 하고 슬래브 면적이 15m<sup>2</sup> 이하가 되도록 보를 설치하며 높은 차음성능이 요구될 때에는 슬래브 위 습식튼바닥 구조를 이용하도록 한다. (예: 슬래브+방진고무, 글라스울 50mm+콘크리트 100mm)
- (3) 기계실 벽면은 콘크리트 두께 150mm 이상으로 하고 엘리베이터 샤프트벽은 콘크리트 두께 200mm를 확보하도록 하며 높은 차음성능이 요구될 때에는 엘리베이터 샤프트벽에 인접한 세대내에 독립 차음벽을 설치한다.

#### 나. 권상기 등의 설치시 고려사항

- (1) 권상기는 방진고무나 방진스프링 등을 이용하여 방진시키고 엘리베이터 전체의 1차 고유진동수는 20Hz 이하로 한다.
- (2) 권상기 설치용 machine beam은 벽면에 매입되지 않도록 하며 바닥판에서의 지지는 보 일부의 같은 강성이 높은 부분에서 한다.
- (3) 레이빙은 방진처리하며 공전주파수는 20Hz 이하

로 한다.

- (4) 가이드레일의 단차는 전면방향의 경우 0.05mm 이하로 하고 가이드레일과 벽체의 접촉부는 맞지 처리 한다.
- (5) 엘리베이터 샤프트벽은 수직 시공오차를 최소화 하여 가이드레일에서 발생하는 소음을 저감하도록 한다.

### 3.5. 피아노음

- (1) 방생원에서 대책으로는 햄머와 현 사이에 펠트를 늘어뜨려 타격력을 저하시키거나 9mm 정도의 석고보드와 합판을 붙인 차음성의 안 뚜껑을 설치하는 방법이 있으나 음색이 변화하는 단점이 있다.
- (2) 간편한 대책으로서 피아노를 둘러싼 차음덮개를 설치하는 방법이 있으며 주로 내면을 흡음성으로 한 차음패널을 이용하거나 차음시트의 내측에 글라스 크로스(glass cloth)등의 흡음재를 붙인 카텐을 사용한다.
- (3) 건축적인 대책으로는 우선 창문의 크기를 최소로 하고 기밀형 이중창을 설치하며, 바닥, 벽, 천장의 구조체는 뜬구조(floating structure)로 하여 공기전파음의 가진과 고체전파음의 전달을 방지하도록 한다.

## IV. 맺음말

바닥충격음, 급배수 설비소음 등 주거용건물의 고체전파음 문제는 거주자의 생활의식 수준 향상에 따른 주택의 질적 요구수준의 증가와 함께 점차 증가될 것으로 예상된다.

아울러 앞으로 조립식 공업화주택의 건립추세와 부재의 경량화 등에 따라 점차 음향성능상의 문제점은 더욱 가중될 것으로 판단된다. 따라서 이를 해결하기 위한 효율적이고 실용적인 저감대책과 급배수

설비소음 및 엘리베이터 소음 등 주요 고체전파음의 평가방법및 설계목포치(기준치)의 설정이 시급히 이루어져야 한다고 판단된다. 이러한 주거용 건물의 고체전파음에 대한 저감대책과 평가방법 및 기준은 현재로서는 다소 미흡하지만 이에 대한 연구가 학계 및 연구소를 중심으로 활발히 진행중에 있기 때문에 금후 좋은 결과가 기대된다.

## 參 考 文 獻

1. 김홍식, 지용균, 윤세철 : 공동주택 급배수 설비 소음의 실태 및 저감방안에 관한 연구, 한국음향학회지 9권 4호, 1990.
2. 오영인, 김홍식, 김하근 : 공동주택 세대내에서의 소음전달실태와 저감방안, 한국음향학회지 9권 4호, 1990.
3. 김홍식 : 공동주택의 내부소음 실태 및 저감방안, 한국음향학회지 (기술정보) 9권 3호, 1990.
4. Kim Heung Sik, Song Yong Sik : Research on the Floor Impact Sound of Apartment Houses in KOREA, The International Symposium on Building-Urban Environmental Eng., 1989.
5. 대한주택공사 : 공동주택의 내부소음 기준설정 연구 (I) - 바닥충격음의 차음성능 기준 -, 1990.
6. 대한주택공사, 락키개발주식회사 : 공동주택의 내부소음 저감방안에 관한 연구, 1989.
7. 김선우 : 공동주택 바닥충격음 차음성능 평가에 관한 연구, 서울대, 석사학위 논문, 1989.
8. 대한주택공사 : 공동주택 바닥충격음 저감방안에 관한 실험연구, 1987.
9. 대한주택공사 : 공동주택의 내부소음 기준설정에 관한 연구, 1986.
10. 한국건설기술연구원 : 공동주택 세대간의 차음성능 평가에 관한 연구, 1988.
11. 日本建築學會 : 建築物の遮音性能基準と設計指針, 1979.
12. 立林昌弘 : 集合住宅, elevator 設備騒音對策の研究, 調査研究期報.
13. 安岡正人 : 住宅におけるピアノ音の轉搬防止法, 建築技術, 1978.