

공동주택의 음환경

공동주택에서의 옥외소음과 세대간의 공기전파음 문제, 바닥충격음과 급배수설비 배관계통의 교체전파음 문제 및 초고층공동주택의 소음문제를 설명한다.

주진수

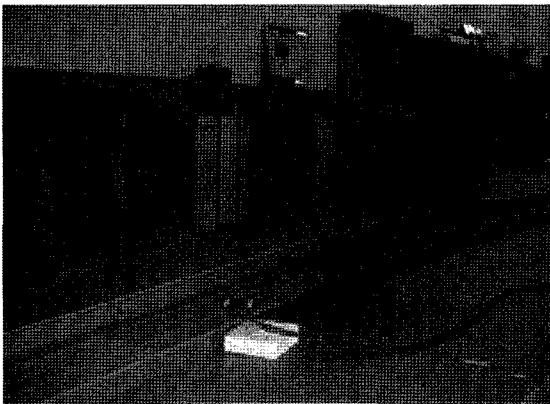
한일장신대학교 건축학부(joojs@mm.hanil.ac.kr)

현재 국내의 주택성능관련 규제에는 기 시행중에 있는 신축 공동주택의 실내 공기질 권고기준 설정을 주요 내용으로 하는 “실내 공기질 관리법”과 공동주택의 품질과 환경을 평가해 등급을 매기는 “주택성능등급 표시제도” 및 주택법 시행령의 공동주택 관리규약 준칙에서 입주자의 기본권리를 보장하기 위한 “공동주택 층간 소음 규제” 등이 있다.

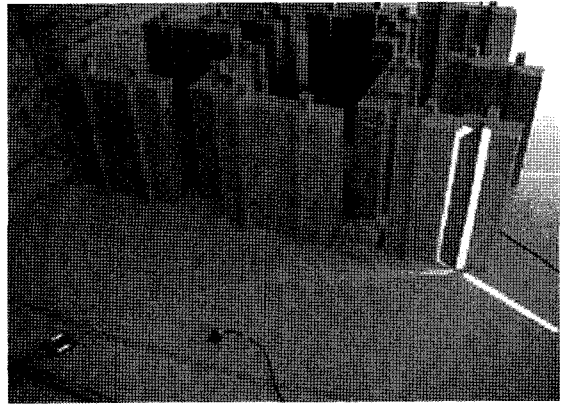
또한 건설교통부는 공고 2006-401호에서 주택건설 기준 등에 관한 규정의 개정 주요 내용으로 500세대 이상 단지의 에너지 등급 의무표시 및 도로변 고층 공동주택의 실내소음도 규제기준을 입법 예고하였다.

주택성능등급 표시제도는 2006년 1월부터 시행되고 있으며 분양단계에서 주택을 공급하는 사업주체가 주택소비자에게 건축물의 소음, 구조, 환경, 생활환경 및 화재·소방 등 5개 분야 20개 항목의 주택성능에 대한 객관적인 정보를 제공하게 된다. 이 가운데 소음에 관해서는 경량 바닥충격음·중량 바닥충격음·화장실 소음 등에 대하여 성능등급을 표시하게 된다.

이는 향후 주택에서의 에너지와 소음환경에 관련된 주거성능이 매우 중요하다는 것을 예고하고 있으며, 보다 높은 주거성능에 대한 국민의 욕구증대가 법적 규제로 나타나고 있다고 할 수 있다.

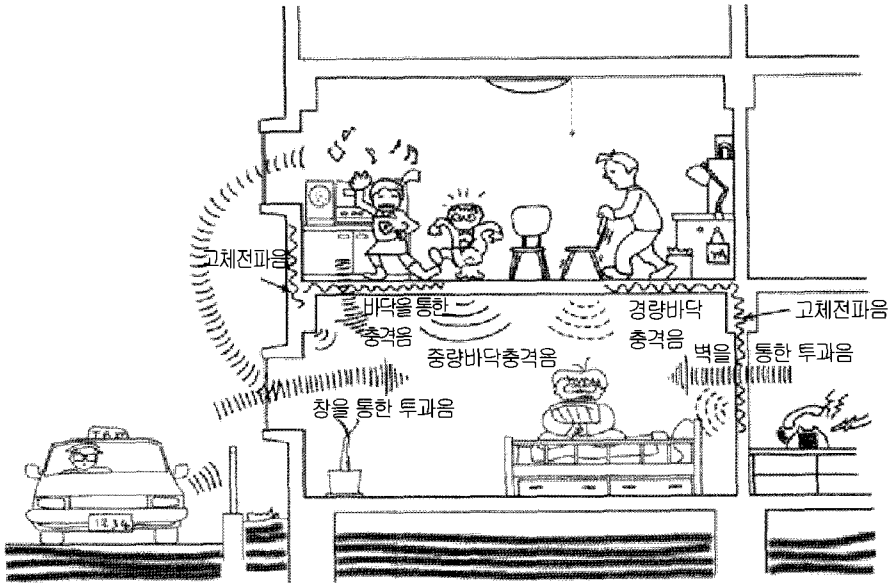


a) 고속도로 소음



b) 철도소음

[그림1] 교통소음 예측을 위한 공동주택단지의 축소모형실험



[그림 2] 공동주택에서 소음 전파경로 개념도

공동주택에서의 소음문제는 크게 공기전파음과 고체전파음으로 나누어 생각할 수 있으며 실제로는 2개 음은 함께 존재하는 경우가 많으므로 모두를 고려할 필요가 있다(그림 2).

차음

소음을 줄이는 방법은 흡음으로 반사음을 줄여서 음압을 낮추는 방법과 음원 또는 수음실을 차단재로 둘러싸 투과음을 저감시켜 음압을 낮추는 2가지 방법이 있다. 따라서 소음대책을 수립할 때에는 흡음재와 차음재를 함께 이용하는 것이 효과적이라 할 수 있다.

공동주택에서 차음문제에 대한 기본적인 생각은 소음원로부터 가능한 거리를 멀리하여 거리감쇠에 의하여 소음레벨을 낮추는 것이다. 다음으로 실내외로부터의 소음에 대하여 벽이나 바닥 등 각 부위별로 공기전파음과 고체전파음 차단을 위한 차음에 대한 계획의 수립이 필요하다.

공동주택에서 효과적인 차음설계를 위해 고려해야 할 사항으로는 ① 아파트의 동배치 계획 ② 실의 평

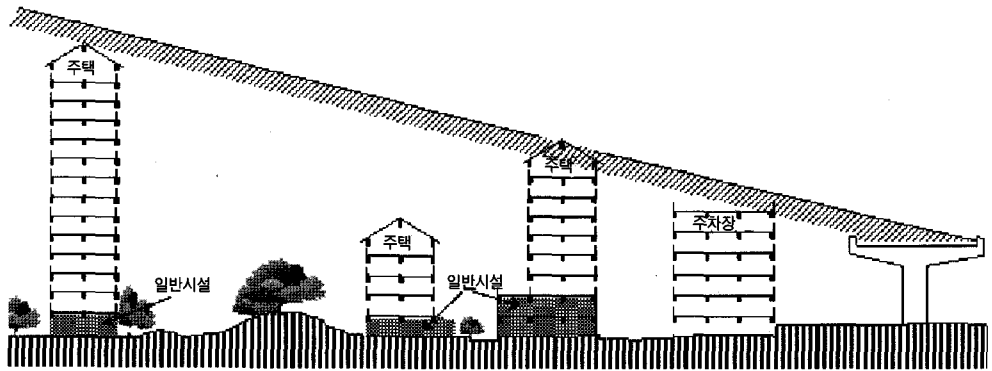
면계획 ③ 옥외소음에 대한 공기전파음 차단 ④ 이웃 세대와의 공기전파음 차단 ⑤ 고체전파음(바닥충격음) ⑥ 급배수의 배관계통에서의 고체전파음의 저감 등을 생각할 수 있다.

건물의 배치계획 및 평면계획

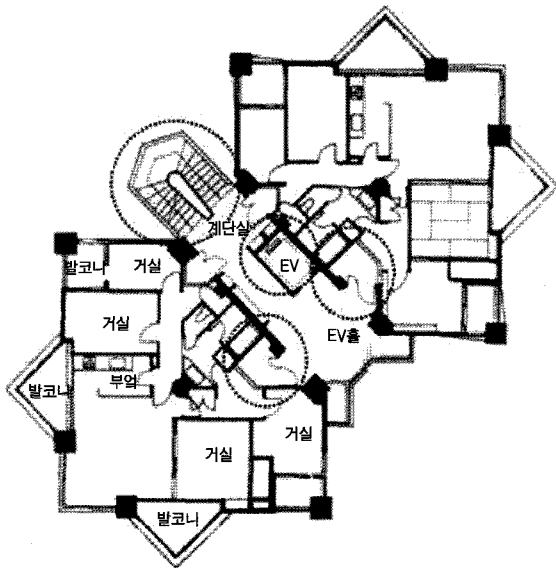
주요 도로나 철도에 인접한 지역에 공동주택을 건설하는 경우 건물의 배치에 의하여 소음분포가 크게 달라지므로 그 효과를 계획적으로 이용하면 많은 세대에서 창에 의한 차음 부담을 줄일 수 있다.

일반적으로 자동차 소음에 대해서는 가능한 도로에서 아파트 동을 멀리 배치하고 도로에서 직접음이 창으로 직접 전파되지 않도록 건물의 방향을 조정하여 회절감쇠를 시키는 등 실내로 전파되는 소리를 가능한 작게 하는 배치계획을 한다(그림 3).

건물 내부에서도 인접하는 실의 용도나 계단, 엘리베이터, 급배수관에 관계하는 공용공간의 배치를 적절히 계획해야 하며 이러한 방법으로 개별 부위에 대한 차음의 요구성능이 과도하게 되는 것을 방지할 수 있다(그림 4).



[그림 3] 완충건물과 동배치 계획의 개념도



[그림 4] 공용부분(접선부분)을 외부에 배치한 탐상형 공동주택

내부 마감재와 차음성능

차음성능의 관점에서 실내 마감은 콘크리트벽에 직접 마감벽지를 시공하면 콘크리트 두께에 의한 차음효과가 그대로 얻어진다. 그러나 경우에 따라서는 단열재가 있는 마감이 필요하기도 하고 목재 마감으로 하고자 하는 경우가 있어 콘크리트벽의 내장공사는 피할 수 없다. 내장재로서 보드류를 사용하는 경

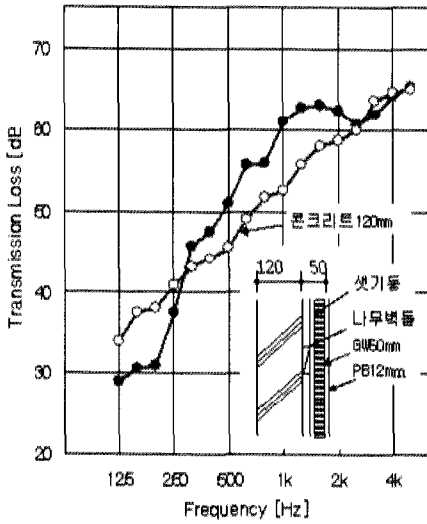
우 콘크리트 벽과 보드의 공기층에 의한 공명과 보드의 코인시던스 효과에 의하여 차음성능 저하가 발생하므로 충분히 고려 해야 한다.

그림 5 a)는 목재 셋기등이 콘크리트벽의 나무벽돌로 고정되어 공기층이 50 mm로 작아져 공기층에 의한 공명투과와 석고보드의 코인시던스효과에 의하여 차음성능이 저하된 사례를 나타낸다. 그림 5 b)는 콘크리트벽에 접하지 않도록 세운 셋기등에 보드를 붙인 공법으로 콘크리트벽에서의 진동전파를 차단하고 공기층을 크게 하여 공명주파수를 저주파수 쪽으로 이동시켜 차음 저하를 막고 필요한 주파수 범위의 차음성능을 증가시킨 예를 나타낸다.

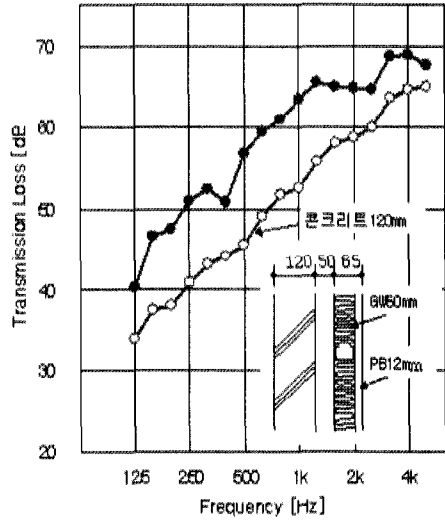
측로 전파음과 차음성능

인접하는 두 실간의 소리의 전파경로는 ① 경계벽 (칸막이벽)을 직접 투과하여 오는 경로 ② 창이나 문 등의 개구부를 돌아 들어오는 경로 ③ 측벽이나 슬래브를 진동하여 전해오는 경로 ④ 벽과 벽이 교차하는 부분의 틈새를 전파해 오는 경로 ⑤ 스틸구조의 보, 기둥과 같이 다른 부위에 비해 차음성능이 약한 부분을 전파하여 오는 경로 ⑥ 천정 속으로 전파하는 경로 등을 생각할 수 있다.

경계벽을 직접 투과 전파하는 ① 이외의 전파경로의 소리를 측로 전파음이라 한다. 공동주택이 RC구조라면 보통 ②, ③의 경로가 쉽게 문제가 된다. 두 실간에는 경계벽의 차음성능만으로 실내 소음레벨이 결정되기보다는 경계벽보다 차음성능이 낮은

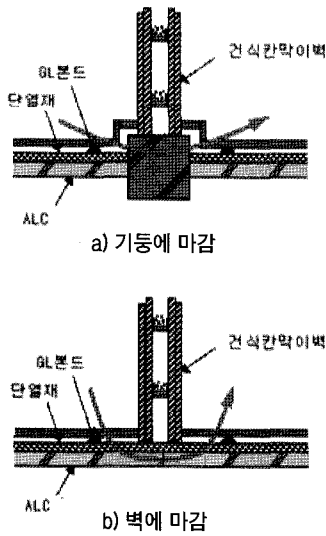


a) 차음저감



b) 차음증가

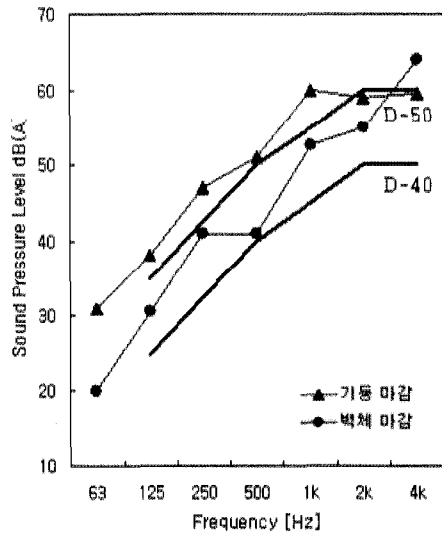
[그림 5] 콘크리트벽의 내장에 의한 차음성능 변화 사례



a) 기둥에 마감

b) 벽에 마감

[그림 6] 경계벽 마감 차이에 따른 측로전파음에 의한 차음 저하



창으로부터의 소음전파로 인하여 실간 차음성능이 저하하게 된다(그림 6).

바닥충격음

윗층에서 들려오는 발소리 등의 충격음을 총칭하

여 바닥충격음이라 하며 충격력이 큰 중량바닥충격음과 충격력이 작은 경량바닥충격음으로 구분된다.

바닥충격음은 공동주택에서 불만발생이 가장 많은 소음으로서 중량바닥충격음은 바닥 슬래브를 얇게 한 것이 원인이며, 경량충격음은 목재 플로어링, 타일 또는 석재 등의 경질성 마감재 사용의 증가가 원

인이라 할 수 있다.

중량바닥충격음은 낮은 주파수 성분의 소리가 많고 바닥표면 마감재의 부드러운 정도와는 거의 관계가 없다. 그 크기는 바닥 전체가 진동하기 어려운 정도(구조체가 RC조 인가 철골조인가, 바닥 두께, 보로 둘러 쌓인 슬래브 면적, 슬래브 주변 보가 큰보인가 작은보인가 등)에 의한다. 따라서 같은 두께에서도 슬래브 면적이나 주변 고정조건에 의하여 바닥충격음이 다르게 된다.

경량충격음은 보행이나 의자·책상 등을 끌어당길 때나 손가락 등의 낙하로 발생하는 소리로서 중·고주파수 성분이 많다. 그 크기는 표면재의 부드러운 정도에 따라 크게 변한다. 즉 바닥 마감재가 부드러운 경우에는 거의 문제가 발생하지 않으며 플로어링이나 타일, 석재의 경우에 문제가 발생하게 된다. 또한 경량바닥충격음은 중량바닥충격음과는 다르게 슬래브의 지지조건(슬래브 면적, 주변 구속조건 등)의 영향이 매우 적다.

바닥충격음 저감방법

중량바닥충격음과 경량바닥충격음은 그 발생 구조가 다르기 때문에 그에 대한 대책방법도 서로 다르다. 바닥충격음을 저감시키는 방법으로는 ① 충격원의 특성을 변화시키는 방법 ② 충격에너지를 구조체에 전달하기 어렵게 하는 방법 ③ 충격에 대하여 바닥을 진동하기 어렵게 하는 방법 ④ 바닥 슬래브에서 방사되는 소리를 차단하는 방법 등으로 요약할 수 있다.

①의 방법은 경량바닥충격음에 유효한 방법으로 방음성 완충재를 붙인 플로어링이 많이 사용되고 있다. 그러나 이 바닥마감재를 사용할 때에는 완충재의 탄력성이 제조사에서 표기하고 있는 값보다 작은 경우가 많아 그 사용에 주의가 필요하다. ②는 대표적인 방법으로서 습식 뜬바닥 공법을 들 수 있다. 유리면이나 암면을 이용한 방진공법으로 그 위에 콘크리트 뜬바닥 층을 시공하는 방법이다. ③은 바닥 중량이나 강성을 높여서 바닥을 진동하기 어렵게 하여 발생음을 작게 하는 방법으로 슬래브 두께를 증가시키거나 슬래브를 중공 또는 리브형식으로 하여 경량화하고 강성을 증가시키는 방법이 있다. 중량바닥충

격음에 효과적이나 경량바닥충격음에 대해서는 ①, ②의 방법에 비하여 개선량이 작다. ④는 방진한 차음천정을 만드는 것으로 바닥 슬래브에서 방사되는 소리를 저감하는 방법이다. 차음천정은 천정재 질량을 석고보드 15 mm 2장 이상으로 하고 공기층을 300 mm 이상 크게 하여 공진주파수를 30 Hz 이하로 하면 효과적이다.

급배수설비 소음

공동주택에서 급배수설비 소음은 유체운동에 의한 것으로 물이 흐르는 소리·캐비테이션음·수격작용에 의한 음·배수음·세정음·물이 수면이나 위생기구에 떨어져 발생하는 소리 이외에 유체의 온도에 따른 배관 신축으로 인하여 발생하는 소리 등이 있다.

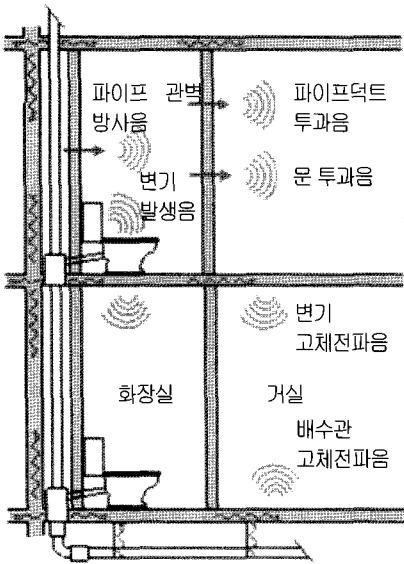
이들 발생음은 직접 공기를 전파하여 들려오는 공기전파음과 유체기구 배관·지지재·내장재 및 골조를 통하여 다시 공기로 전파하여 들려오는 고체전파음이 있다.

급수소음은 급수압과 토수량에 비례하므로 급수압과 토수량을 적절히 설정하는 것이 중요하다. 급수소음은 급수관을 전파하는 진동·음향에 의해 발생하므로 급수관 지지방법에 주의가 필요하다. 급수소음은 벽 등을 통과하여 오는 공기전파음으로 잘못 알기 쉬우나 실제로는 배수소음과 같이 고체전파음이라는 사실에 유의하여 대책을 세워야 한다.

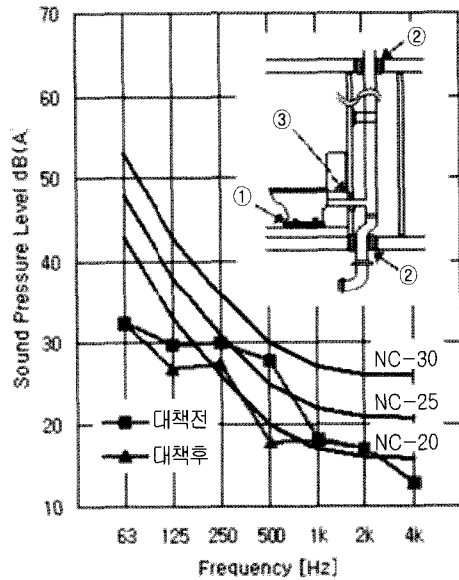
배수소음은 변기세정에 의한 고체전파음, 배수관으로부터의 방사음, 배수관 지지부·골조 관통부에서의 고체전파음이다(그림 7). 배수관벽 방사음의 저감대책으로는 파이프덕트 벽체의 차음성능을 향상 시키거나 파이프 자체를 피복재로 차음하는 방법이 효과적이다. 배수관으로부터의 고체전파음은 배수관을 방진지지하는 방법으로 저감시킬 수 있다. 배수소음의 저감대책으로는 발생음이 관벽에서의 발생음인지 변기, 배수관의 진동에 의한 소음인지 구분하는 것이 중요하다.

화장실 발생음은 소변음, 대변 행위, 플러시밸브 작동음, 배관의 유수음 등으로 대별되며 소음레벨이 낮아도 불쾌감을 느낄 수 있으므로 화장실 배치, 위생기구의 선택 및 골조계획에 주의가 필요하다.

그림 8은 화장실 소음대책(① 고무시트, ② 암면



[그림 7] 공동주택의 배수소음 개념도



[그림 8] 대책전후 소음측정결과

채우기+내회퍼티, ③ 배수관의 내장벽과의 절연)의 한 예를 나타낸다.

초고층아파트의 소음환경

국내에서도 초고층아파트 건설이 활발하게 이루어지고 있으며 이 건물들은 조망을 중시하여 창이 매우 넓으며, 경량화를 위한 경량기포콘크리트나 건식 보드벽 등이 사용되며, 공용설비의 증가와 대용량화 고속화와 같은 특이성을 갖게 된다. 따라서 일반 중저층 공동주택과 다른 소음·진동 발생요인을 지니고 있다.

건물이 높아지면 구조재료나 외장재료는 전체적으로 변형량이 커지게 된다. 지진에 의한 변형, 바람에 의한 변형, 열에 의한 변형 등이 원인이 되며 이러한 요인들이 부재를 어긋나게 하고 신축에 영향을 주어 소음을 발생하기 쉽게 할 가능성이 있다.

초고층아파트의 상층부는 일조시간이 길어지며 건축부재의 온도차를 크게 하여 부재의 열신축 변형을 크게 한다. 부재변형이 커지면 일명 열신축음이라

하는 소리가 발생하기 쉬워진다. 열신축에 의한 소음은 저층에서는 발생하지 않는 재료에서도 발생할 가능성이 높아지며 그 회수가 증가할 수 있다.

건물구조에서도 크보와 구조벽으로 지지되는 슬래브 면적이 커지는 경향이 있어 바닥충격음 레벨에 영향을 주게 된다. 또한 중공 슬래브 등의 특수한 구조나 보가 적은 구조로 이루어져 골조로부터도 바닥충격음레벨에 영향을 받는다.

초고층아파트에서는 설비용량이 증가하게 되어 차음 및 고체전파음 방지에 주의가 필요하며, 특히 주차시설, 편의시설, 식당, 체육시설 등이 복합시설화 될 가능성이 높으므로 건축계획상 각 시설의 차음을 충분히 고려해야 한다.

초고층아파트와의 직접적 관련성은 적으나 대형 새시를 사용하는 것이 유행이 되어 외부소음의 차음이나 새시의 변형에 의한 소음 등에 영향을 준다.

또한 초고층아파트에서는 바람이 강하게 불면 새시의 바람소리, 베란다 난간에서의 바람소리, 건물 모서리에서의 바람소리 등의 소음문제가 발생할 수도 있다. (10)