

공동주택에 있어서 설비소음/진동의 현황과 대책

공동주택에 있어서 설비소음/진동 문제의 발생 원인, 저감대책 및 그 효과에 대하여 실례를 소개한다.

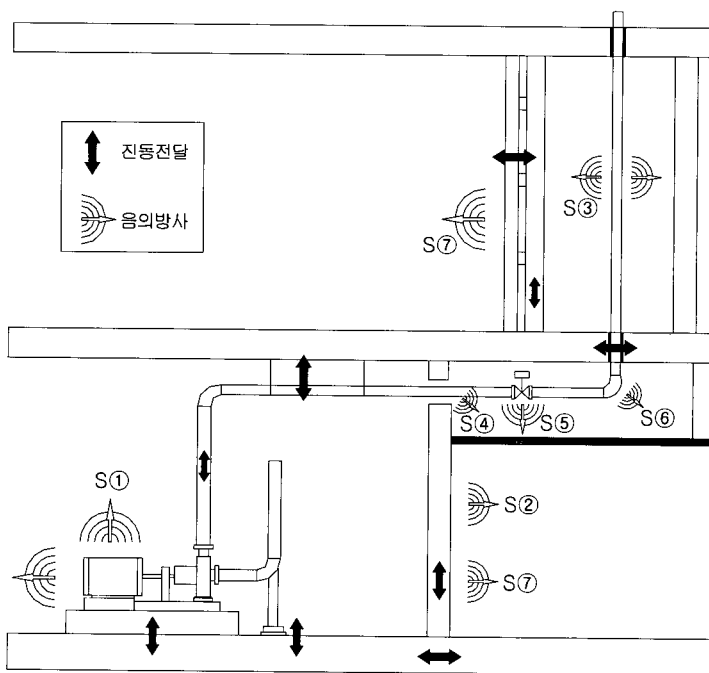
최 석 주

(주)세이빈엔지니어링 (sjchoi@sabeen.co.kr)

설비소음/진동의 현황

국내의 공동주택은 과거 1970년대 주택공사의 5층 규모로부터 시작하여 1980, 90년대 대중화 단계를 거쳐 최근에는 부동산 시장의 최대 상품의 하나가 되어 고급화됨은 물론 60층 이상의 주상복합건물이 등장하는 등 초고층화가 급속도로 진행되고 있다.

이에 따라 공동주택에 도입되는 설비시스템도 다양해지는 것은 물론 대형화와 고속의 엘리베이터가 출현하는 등 과거에는 문제되지 않았던 거주성능 특히 음환경성능에 대한 문제가 제기되기 시작하였다. 게다가 최근의 공동주택은 세대 평면계획상의 독자성이 중요시되고, 바닥슬래브가 장스팬화되며, 외부에 면한 창이 차음성능이 지나치게 강화됨으로써 실내



[그림 1] 펌프 관로계의 소음/진동 발생 구조

의 암소음레벨이 낮아지고, 입주민의 음환경 성능에 대한 요구가 고조되는 등 주변 환경조건은 더욱더 열악해지는 것이 현실이다.

일반적으로 공동주택에 도입되어 소음/진동문제를 일으키는 대표적인 설비는 급배수설비, 위생설비, 공조설비, 승강설비, 변전설비, 주차설비 등 발생 원인은 다양하며, 그 저감 대책 또한 다양한 방법으로 제시되고 있다. 따라서, 본 고는 상기 소음/진동문제를 일으키는 각종 설비 중에서 대표적인 것을 선정, 주요 발생원인과 대책방법 및 그 효과에 대한 실제 예를 소개하여 이분야 관련자의 조그마한 가이드로 활용될 수 있도록 하는데 목적이 있다.

펌프관로계 소음

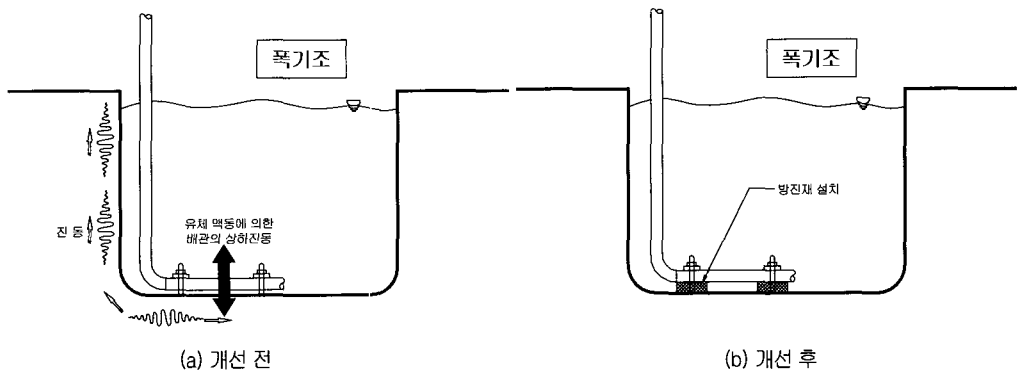
소음/진동 발생구조

펌프 관로계의 소음/진동 발생 구조를 모식화하면 그림 1과 같이 나타낼 수 있다. 이들 발생 소음은 그림의 항목S①~S⑦에 나타난 바와 같이 에너지의 전달 측면에서 공기전파음(Air-borne Sound)과 고체전파음(Structure-borne Sound)으로 대별할 수 있다. 그림의 S①~S⑥은 공기전파음으로써 각각 S①은 펌프 운전시의 발생음, S②는 펌프 운전음의 인접 실로의 투과음, S③은 배관 방사음, S④는 관통부의 틈새음 혹은 투과음, S⑤는 밸브 발생음, S⑥은 관내부의 유체흐름에 의하여 관벽이 가진되고 이 진동에 의하여 발생하는 방사음으로서 배관의 고유진동수와 유체흐름/와류, 밸브개폐에 따른 고유진동수와

공진과 관계되는 방사음으로 구분할 수 있으며, S⑦은 펌프 본체나 배관 진동이 구조체로 직접 전달되어 실내 벽이나 천장, 바닥에서 최종적으로 음으로 변환되는 고체전파음을 일컫는다.

사례1: 정화조 소음/진동

- (1) 발생 개요: 창원 소재 건물의 지하 2층에 설치된 우수 정화조 설비를 가동하는 경우, 지상 2층에 배치된 실에 40데시벨 이상의 순음성 소음이 발생하여 문제가 생겼다. 물론 정화조 설비의 가동을 중지하면 소음은 전혀 문제되지 않는다.
- (2) 경과 및 대책: 최초 소음문제의 원인이 그림 1의 S⑦에 해당되는 우수 정화조 펌프(모터 포함)와 배관 진동이 바닥이나 벽에 전달되어 지상 2층의 소음문제가 발생한다고 판단하였다. 하지만, 펌프와 배관 관통부위 벽을 충분히 방진하고 배관 중간에 신축 이음을 두는 조치를 취하여도 2층의 바닥진동은 물론 소음레벨도 개선되지 않았다. 이에 폭기조 관련 배관(내부는 고압, 고열의 공기)을 분해하여 내부 공기가 폭기조에 공급되지 않도록 조치하고 펌프를 가동시켰다. 그 결과 지상 2층의 진동과 소음레벨은 지하 1층의 우수 정화설비를 가동하기 전과 비슷하게 나타났다. 즉, 소음발생 원인이 그림 2(a)의 S⑥에 해당되는 폭기조 내부의 배관 특히 배관 내부 기체의 맥동에 의한 진동이 문제인 것으로 판명되었다. 대책으로써 그림



[그림 2] 폭기조 배관 방진 개요

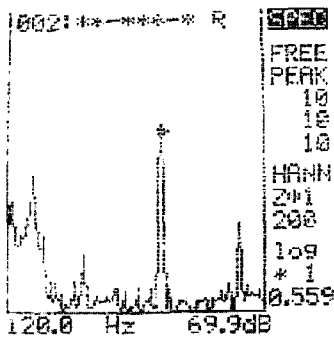


2(b)에 나타난 바와 같이 폭기조 내부 배관을 방진하였다.

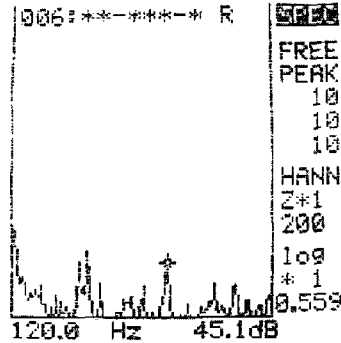
- (3) 결과 및 효과: 그림 3은 폭기조 내부 배관 방진을 실시 전후의 지상 2층 바닥의 진동측정결과를 나타낸다. 즉, 배관 방진을 실시함으로써 펌프의 인페라 날개수와 회전수로 결정되는 기본 진동수 및 배진동(음) 성분이 매우 작아진 것을 확인할 수 있으며, 그 결과 소음문제는 완전하게 해결되었다. 이 사례에서 정확한 발생원인을 쉽게 찾기 어려웠던 점은 폭기조 내부에 대한 상세도면이 없어 현장 담당 기사의 구두진술에 의존할 수 밖에 없었던 점과 폭기조가 오수이기 때문에 육안으로 내부 상태를 확인할 수 없었다는 점이다.

사례2: 급수관 소음/진동

- (1) 발생 개요: 사례 1과 유사한 예로써 잠실소재 주상복합건물의 지하6층에서 옥상 저수탱크로 양수하면 13층 주거 세대에 60데시벨 정도의 심한 소음이 발생하는 문제다. 물론 이 경우도 사례1과 마찬가지로 지하 6층의 양수 펌프를 가동하지 않으면 소음은 전혀 발생하지 않는다.
- (2) 경과 및 대책: 설비 업체가 소음발생의 주요 원인이 배관진동이라 판단하여 펌프 토출구 부위와 12층 배관에 신축 이음(flexible joint)을 설치하였으나 13층 세대의 소음레벨은 전혀 줄어들지 않았다. 이 상황에서 필자는 현장을 방문하여 소음발생 원인을 어렵게 찾을 수 있었다. 원인은 그림 4(a)에 나타난 바와 같이 천장 내

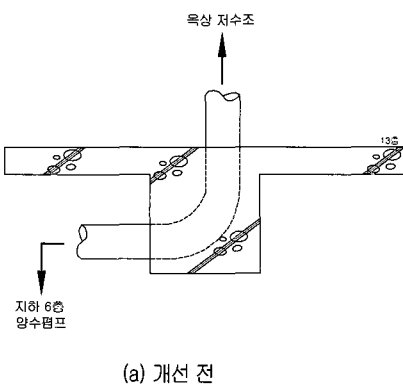


(a) 배관방진 실시 전

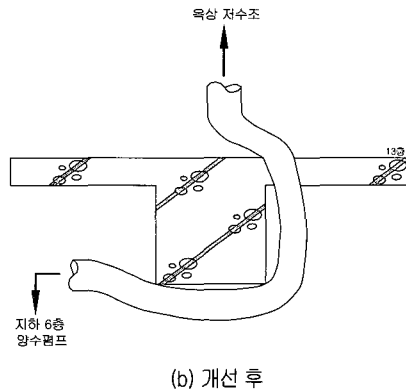


(b) 배관방진 실시 후

[그림 3] 폭기조 배관방진의 효과



(a) 개선 전



(b) 개선 후

[그림 4] 급수배관 방진

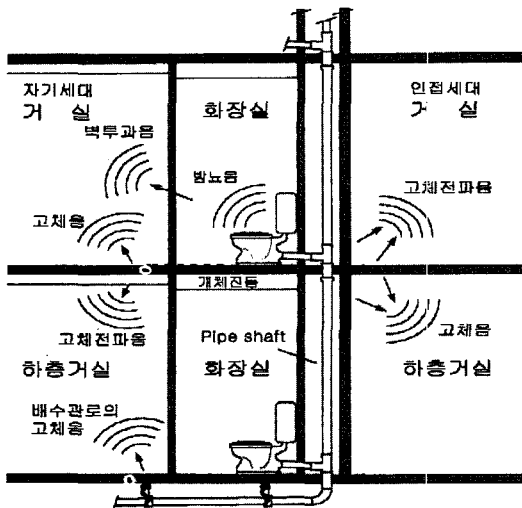
부의 큰 보에 매설된 직경30cm 정도의 급수관 때문이었다. 이 급수관은 지하 6층에서 건물 측면 지상 12층까지는 수직배관, 12층 건물 측면에서 건물 중앙까지 수평배관, 12층 천장에서 옥상 물탱크까지는 수직배관으로 되어있다. 즉, 12층의 수평배관이 수직으로 바뀌는 기억 (기)자 부위 큰 보가 배관과 물 하중을 담당하도록 되어있었다. 결국 소음발생원인이 그림 1 의 S⑥ 급수관 내부에서 발생하는 유체의 맥동에 의한 진동 때문이므로 그림 4(b)와 같이 배관이 큰 보에 매설되지 않도록 조치하였다.

(3) 결과 및 효과 : 대책 후 측정이 필요 없을 정도로 소음문제가 완전하게 해결되었다.

양변기 소음

소음 발생구조

양변기 사용시에 발생하는 소음은 소변과 대변에 따라 다르나 일반적으로 변기 유수면 낙하음, 급수음, 세정음, 배수관 유수음 등으로 구분할 수 있으며, 발생구조를 모식화하면 그림 5와 같다. 이들 양변기 관련 소음 발생을 억제하기 위해서는 설계사, 주택시공사, 양변기 제작사, 방진업체 각각의 노력이 필요하다. 이하 양변기 소음 저감 대책예를 소개한다.



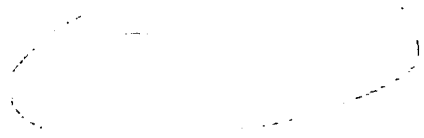
[그림 5] 화장실 발생음의 전파경로

저감대책 및 그 효과

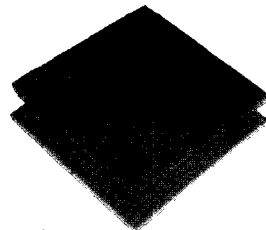
표 1은 국내 아파트를 중심으로 상층 양변기 사용시 하층 화장실 내부, 거실 및 침실에서 측정한 결과를 비교하여 나타낸다. 표에서 양변기 하부의 방진은 그림 6의 방진패드를 양변기와 슬래브 사이에 삽입한 경우, 욕실내부 천장 흡음은 그림 7의 특수하게 제작한 흡음재를 욕실 천장 속에 삽입한 경우를 나타낸다. 결과를 보면, 양변기 하부의 방진패드 설치하는 하층 안방과 거실 소음의 저감에 큰 효과가 있으며, 욕실 내부 천장 흡음은 하층 욕실내부의 소음저감에 약간의 효과가 있는 것으로 나타났다. 최근에는 양변기 소음을 저감시키기 위하여 상상배관을 채택하거나 벽에 부착하는 양변기를 채용하는 현상도 가끔 있다.

<표 1> 상층 양변기 사용시 하층 세대에서의 소음레벨 측정결과

	[단위:dBA(Lmax)]			
	공용욕실		부부욕실	
	내부	외부(거실)	내부	외부(침실)
기준안	50.8~52.6	36.6~38.4	50.9~51.9	37.7~41.9
양변기 방진	-	29.4	48.7	26.1
양변기 방진+ 욕실 천장흡음	41.7	28.7	-	-



[그림 6] 양변기 방진패드



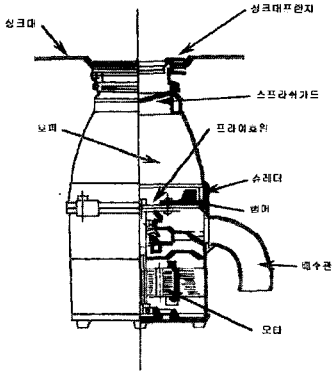
[그림 7] 욕실 천장용 특수 흡음재



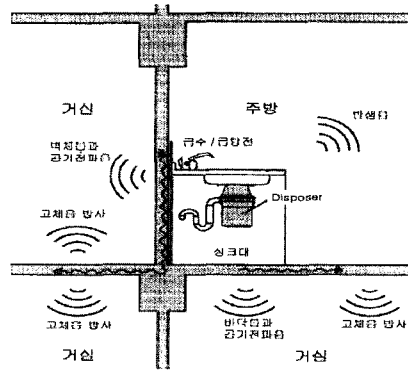
디스포저(Disposer) 소음

디스포저는 주방 싱크대 밑에 설치하여 음식물 쓰레기 등을 분쇄하여 배수관에 물과 함께 흘려 보내는 장치이다. 이것은 미국의 보편적인 가정에서 많이 사용되고 있으나, 국내는 아직 보편화되지 않은 실정이다. 하지만, 국내의 공동주택에도 이미 사용되고 있으며, 향후 사용하는 세대가 늘어날 추세에 있다. 그림 8은 디스포저의 일반구조, 그림 9는 소음발생 모식도를 나타낸다.

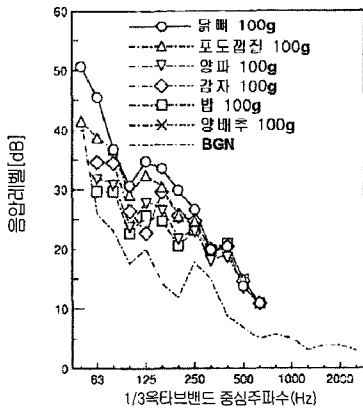
한편, 디스포저 소음에 대한 그림 10 ~ 12의 실험결과를 보면 제작사와 투입 쓰레기의 종류 및 투입량에 따라 특성이 달라지는 것을 알 수 있다.



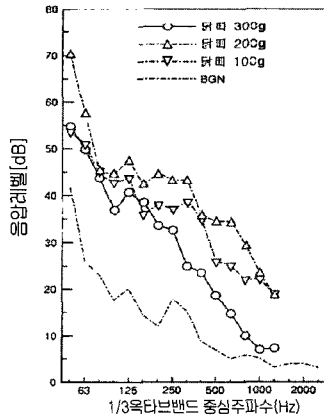
[그림 8] Disposer의 일반구조(예)



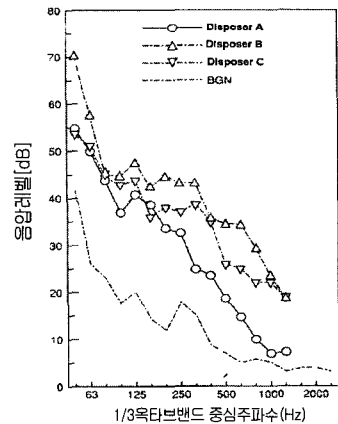
[그림 9] Disposer 소음발생 모식도



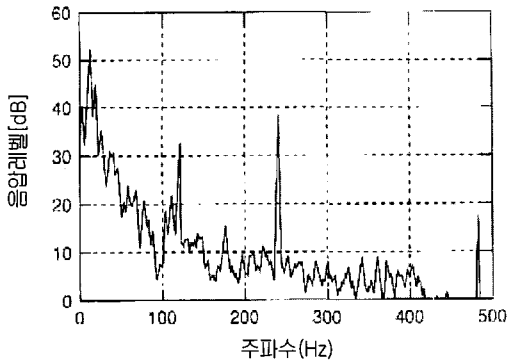
[그림 10] 쓰레기 종류에 따른 발생음 비교



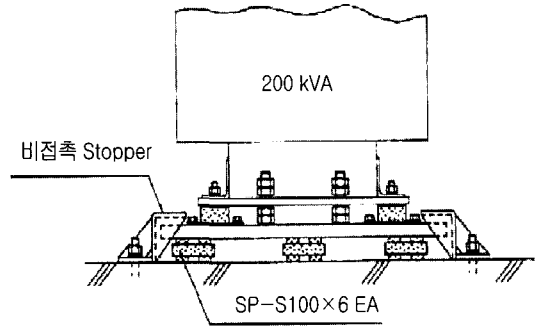
[그림 11] 쓰레기 투입량에 따른 발생음 비교



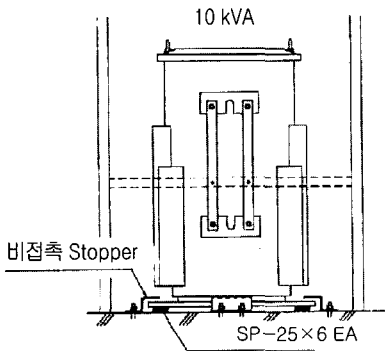
[그림 12] Disposer 제작사에 따른 발생음 비교



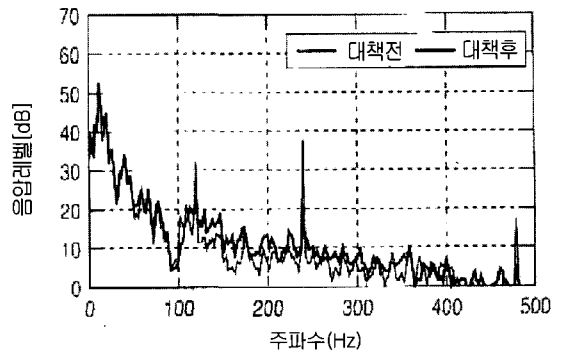
[그림 13] 소음레벨 분석결과



[그림 14] 200 kVA 변압기 방진



[그림 15] 10 kVA 변압기 방진



[그림 16] 변압기 방진 효과

그림 13에 나타낸다. 결과를 보면, 120 Hz 성분을 기준주파수로 하는 배음(240 Hz, 480 Hz) 성분이 명확하게 나타나 있다.

- (2) 대책 및 효과: 변압기의 용량(200 kVA, 10 kVA) 별로 그림 14, 15에 나타낸 방진방법으로 전체 변압기를 교체하였다. 그림 16에 대책 전후 소음측정결과를 비교하여 나타낸다. 결과를 보면, 240 Hz 성분은 38데시벨에서 22 데시벨로 낮아져 16데시벨의 저감효과가 있는 것으로 나타났으며, 이후 변압기로 인한 소음 문제는 발생하지 않았다.

기타설비의 소음/진동

이외에 공동주택에 있어서 소음/진동문제를 일으키는 것으로는 고속 엘리베이터 설비, 냉난방 설비, 주차설비 등을 들 수 있으며, 최근에는 Home theater설비, 골프연습장은 물론 건물 중간에 각종 헬스기구(실)를 배치하는 경우도 많아 새로운 소음/진동문제를 야기하고 있다. 이들 소음/진동 문제에 대해서는 현장 데이터를 좀더 많이 축적하여 기회가 주어지면 소개하겠다. (*)