

공동주택의 급배수설비 소음측정 및 저감대책

조 창 근

(한양대학교 산업과학연구소)

I. 머리말

공동주택의居住性を 저하시키는 것으로서 내부소음이 있으며, 이 중에는 바닥충격음 등과 함께 급배수 설비소음이 중요한 위치를 차지하고 있다. 이 설비소음은 행위를 연상시키기도 하고, 계속시간이 긴 경우에도 있으며, 在室者에게 영향을 미치는 소음으로서 民願의 대상이 되고 있다.

공동주택의 거주성 향상을 위한 음향환경에 관한 연구의 범위는 대단히 넓지만, 이들을 크게 분류하면 측정법을 포함하여 벽·바닥·開口部의 遮音性能, 바닥의 충격음 차단성능, 급배수 소음의 저감 및 평가 방법 등으로 나눌 수 있다. 국내에서는 급배수 소음의 문제를 제외하고는, 공동주택의 건물 부위별 음향성능 설계법, 소음저감 방법, 혹은 실제 건물에서의 음향성능 평가법 등에 관한 연구가 진행되어 많은 성과를 얻고 있다.

현재까지 국내에 발표된 급배수설비 소음에 관한 연구의 현황은 실제 건물의 급배수 소음 실태 및 소음 저감방법의 몇가지에 관하여 그 효과의 측정이 이루어지고 있는 정도이다. 이처럼 급배수설비 소음에 대한 연구는 이제 겨우 시작된 상태라 할 수 있으며, 벽, 바닥 등의 차음성능과 같이 공동주택의 음향성능의 한 항목으로서 취급하려면 아직 많은 시간이 필요하다.

공동주택의 급배수설비 소음을 저감시키기 위해서는 이와 관련된 연구(설계)자료의 정립이 요구되고

있으며, 저감공법을 검토하려면 측정법을 통일시킬 필요가 있으나, 국내에는 아직 측정법이 설정되어 있지 않은 실정이다. 본 고에서는 급배수설비 소음에 대한 現場測定時의 문제점과 ISO(International Organization for Standardization, 국제 표준화기구)에서 제안한 방법을 소개하고, 定性的이기는 하지만 소음저감에 관한 기본적인 방법에 관하여 서술하고자 한다.

II. 급배수설비 소음의 발생 및 전달

급배수 설비소음은 배관내 유체의 운동에 의하여 발생하며, 발생음의 종류로서는 流水音, 진동, 캐비테이션(기포발생과 소멸)이나 워터해머(水擊作用)에 의한 음, 배수음, 세정음, 수면 및 氣器를 때리는 음 및 유체의 열적작용에 의한 배관 신축시의 음 등이 있다. 이들 발생음은 직접 공기를 전달하여 귀로 들어오는 것과 유체, 배관, 지지재료 및 구조체를 통하여 재차 공기로 전달되어 귀로 들어오는 固體傳達음이 있다.

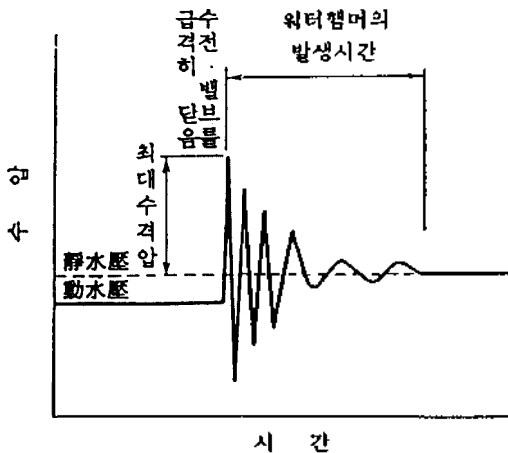
급배수관 계통에서 발생하는 소음을 發生源의 면에서 보면, 급수압, 管内流速과 관련하여 給水栓, 밸브, 변기, 트랩, 관의 이음, 分岐部分 등에서 유체의 산란에 의해 생기는 진동이 주된 원인이라고 생각된다. 또, 발생한 소음이 음원 세대만을 아니고, 인접세대 및 타세대까지 넓게 영향을 미치는 것을 고려하면, 배관방법 및 재료, 파이프사프트의 위치, 진축구

법, 실내마감, 음의 방사면적 등에 따라 실내로 방사되는 소음의 양은 다르게 된다.

이와 같이 급배수설비 소음은 배관 내의 수압, 유량, 유속과 깊은 관계가 있으며, 水栓, 밸브 등의 사용에 의해 水擊音, 管内 流水音 등의 형태로써 발생된다.

1) 水擊音

水栓, 밸브 등에 의해 관내 유체의 흐름을 순간적으로 정지시키면 정지된 上流側의 압력은 급격히 상승한다. 이때, 상승압력은 압력파가 되어 그 집과 給水源과의 사이를 왕복하고, [그림 1]에 나타낸 바와 같이 점차 감쇠한다. 이 현상을 워터햄머(water hammer)¹⁾, 정상압력보다 상승한 압력을 水擊壓이라 한다. 과도한 워터햄머는 배관, 이음쇠, 밸브류, 기기류 등 진동시키거나 충격음(수격음)을 발생시킬 뿐만 아니라 漏水를 발생시키는 경우도 있다.



[그림 1] 워터햄머

수격음(워터햄머)은 水栓 등을 급격히 개폐했을 때, 수선과 上管까지의 길이가 길 때, 관내 유속이 과대하여 일시에 대량의 물이 흘러갈 때 발생하기 쉬게 된다. 즉, 일반 급수배관에서 수격압은 배관내 유속에 비례하여 큰 영향을 받기 때문에, 수격압(워터햄머)을 방지하기 위해서는 관내 유속을 가능한 한 완만하게 하는 것이 필요하다.

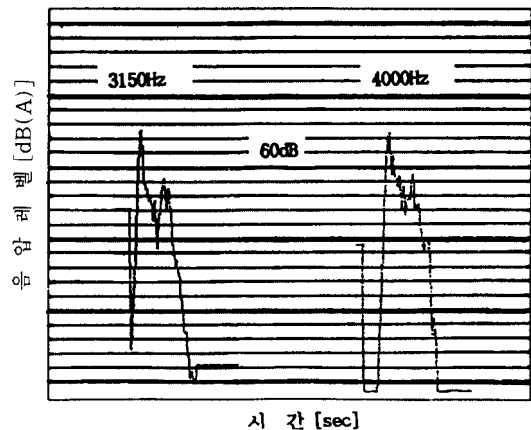
2) 排水管의 流水音

排水橫枝管에서 排水立管으로 유입된 배수는 입관 내를 낙하하는 사이에 속도가 증가하지만 무한히 증가하는 것은 아니고, 관 내벽 및 공기와의 마찰저항과 밸런스된 유속(terminal velocity, 종국유속)²⁾에 이를 때까지 밖에 증가하지 않는다. 따라서 배수입관의 높이가 높더라도 그 하부가 높이에 비례한 낙하충격압을 받는 것은 아니다. 또, 배수입관에 유입되고 나서 종국유속에 이를 때까지의 낙하길이를 종국길이(terminal length)라고 한다. 아파트의 경우 종국길이는 대략 1층 정도로서 2층 이상을 벗어나지 않게 된다.

Ⅲ. 현장측정시의 문제점

공동주택에서 급배수 소음에 대한 음향성능의 표시 등을 위해서는 측정방법의 설정이 필요하며, 현장에서의 측정법을 검토할 때에 우선 고려해야 하는 것은 다음과 같은 4가지를 들 수 있다.^{3),4)}

- ① 급수전이 일정한 조건으로 토수하고 있으면, 발생소음의 레벨변동이 작으므로 문제는 없으나, 유량이 많을 때에는 흐름 등에 의한 2차 소음의 발생이 있다.
- ② 변기와 욕조 배수시의 발생소음은 변동이 크고, 그 발생시간도 짧다. 특히, 욕조배수시의 발생소음은 배수관의 설계·시공조건이 크게 영향을 미치고, 배수시 공기의 흡입량에 의해 소음레벨은 불규칙하고 크게 변화한다.
- ③ 급수전의 발생소음 측정에는 시간경과가 그다지 문제시 되지는 않으나, 변기와 욕조배수시의 발생소음 등은 [그림 2]와 같이 시간에 따라 소음



[그림 2] 변기 배수시의 발생소음 예

레벨이 크게 변화하므로 시간적 경과가 특히 문제로 된다.

- ④ 급수전의 핸들 開度를 全開로 했을 때, 반드시 발생소음이 가장 크게 된다고는 할 수 없기 때문에 급수전의 발생소음을 측정할 때의 조건으로서 핸들 開度의 설정이 필요하게 된다.

1) 측정대상 세대의 선정

준공된 건물에서 급배수설비 소음을 측정하는 경우 적당한 세대수를 샘플링하거나, 대상건물 내의 모든 세대에 관하여 측정하는 방법이 있다. 물론, 후자의 방법이 입주자의 입장에서는 가장 바람직하지만, 벽·바닥의 공간 평균 음압레벨차 또는 바닥충격음 레벨의 측정과는 달리, 급배수 소음의 경우에는 발생소음에 크게 영향을 미치는 給水壓이 층에 따라 달라지므로, 이를 고려한 전체 세대의 측정은 실제로는 불가능에 가깝다.

현장측정에서는 측정대상 세대의 샘플링 방법이 중요과제로 되지만, 벽·바닥의 차음성능을 측정하는 경우와는 다른 샘플링을 할 필요가 있다. 예를 들면, 급수압이 서로 다른 층마다 샘플링을 하는 등의 층별 샘플링의 방법을 검토할 필요가 있다.

2) 급수기기류의 사용조건

(1) 급수전

급수관 계통에 접속되어 있는 급수기기류를 음원으로 하여 측정하는 경우에는 기기류의 조작조건을 설정하여 놓을 필요가 있다. 급수전을 일정한 조건으로 하고 吐水하는 경우 발생소음의 레벨변동은 작아서 문제가 되지 않으나, 급수압 및 핸들 開度와 관련하여 그 발생소음의 레벨에는 큰 차이가 생긴다. 이 때문에 급수전이 음원인 경우에는 핸들 開度의 설정이 필요하며, 핸들 開度의 조건으로서는 다음의 3가지를 들 수 있다.

- ① 핸들 開度를 全開한다. : 이 방법에 의한 조건설정이 가장 간단하지만, 급수전은 핸들 開度를 全開했을 때가 발생음이 최대로 된다고는 할 수 없다. 또, 급수압은 층에 따라 달라지며, 토수량이 많은 경우 싱크, 세면기 등에서는 2차적인 발생음이 있으면 동시에 물방울의 반복도 많아, 준공된 건물에서의 측정조건으로서 바람직하지는 않다.
- ② 핸들 開度를 발생소음이 가장 크게 되는 開度로 한다. : 이 방법은 그 건물의 음향성능을 나타내

는 양으로서 가장 엄격한 방법이라고도 생각되지만, 타세대와의 영향을 고려했을 때 레벨의 최대점 설정방법을 간단하게는 결정할 수 없는 것이므로 채용할 수 없을 것이다.

- ③ 標準吐水量을 결정하고, 그 토수량이 되도록 핸들 開度를 조절한다. : 이 방법은 간단하게 토수량을 측정할 수 있으며, 싱크, 욕조, 세면기, 세탁기용 급수전의 동상 사용상태를 고려하여 발생소음 측정을 위한 표준토수량을 정함으로써 조건의 설정이 용이하게 된다. 이 조건에 의해 측정을 하면, 건물의 음향성능 표시를 위한 조건으로서도 실제 상태에 적합한 방법이라고 할 수 있다.

(2) 변기의 세정밸브

변기 세정밸브의 경우에는 변기의 세정 및 오물의 반송능력을 고려한 필요수량이 있으므로, 세정밸브의 水量調節 밸브 혹은 기타 방법에 의해 수량을 조절한 후에 측정을 행한다. 단, 이 핸들조작은 시간을 정하여 일정 조건으로 행하지 않으면, 발생소음의 레벨에 차가 생기는 경우도 있으므로 주의할 필요가 있다.

3) 급수기기류의 標準吐水量

급배수설비 소음원이라 할 수 있는 급수전, 밸브 등의 표준토수량 설정방법으로서는 환경 결정을 위한 설계수량이나, 일반 가정에서 사용하고 있는 평균적인 토수량을 채용하는 2가지로 생각할 수 있다. 전자는 관련학회, 협회 등의 設計基準으로서 주어지고 있으나, 이 값은 통상의 사용상태에 비하여 지나치게 토수량이 많아 측정시에 지장을 초래한다. 일반가정에서는 욕조, 세탁기용 급수전이 거의 全開에 가까운 상태에서 사용되며, 싱크, 세면기용의 급수전은 설계수량보다 적은 범위의 토수량으로 사용되고 있다고 생각된다. 통상적인 사용상태의 토수량을 알기 위해서는 많은 가정에서의 實態調査가 필요하게 되며, 변기용 세정밸브, 세정탱크용 물탱크의 표준토수량은 변기의 세정능력, 오물 반송능력 면에서 필요수량이 각각 정해져 있으므로, 이에 관해서는 그 규정 수량을 참고하는 것이 바람직하다.

현장에서는 버킷 등의 용기에 받은 수량과 시간과의 관계로부터 토수량을 구하는 것이 일반적이므로 연속적으로 토수량을 변화시켜 표준토수량으로 조절하기는 어려우며, 수많은 세대를 측정하는 경우 시간

적인 면에서 채용할 수 없다. 이 때문에 도수량이 많은 경우에도 눈금을 보면서 급수기기의 행동을 조절하여, 단시간에 표준토수량으로 정도높게 설정할 수 있는 流量計를 이용하면 토수량의 측정이 용이하게 되며, 표준토수량을 정함으로써 소음측정이 간단하게 된다.

4) 급수압의 측정방법

급수압은 급배수 소음의 측정시 반드시 측정하여 놓아야 하는 항목의 하나이다. 급수기기의 급수압은 급수기기 설치 배관중 급수기기에 가까운 위치에서 靜水壓를 측정하든가, 측정대상 급수기기에서 직접 측정할 수 없는 경우에는 동일 세대 내에서 측정대상 급수기기에 가장 가까운 기타 급수기기에서 측정한다. 일반 공동주택에서의 배관길이, 관경 등을 고려하면, 이에 따른 차는 대단히 작이 문제가 없는 것을 알 수 있다. 급수압 측정기는 급수기기의 吐水口 형태가 원형이면, 토수구에 水壓計를 간단히 설치하여 측정할 수 있는 것이 시판되고 있으므로 이를 이용하면 좋으나, 형태는 원형으로 한정되어 있지 않으므로, 새로운 기구를 고안할 필요가 있다.

5) 발생소음의 측정방법

급수기기를 標準吐水機으로 토수하도록 조절한 후, 급수전이 유원인 경우에는 연속하여 토수하고 있는 상태에서 세정밸브나 분배의 경우에는 여러번 반복하여 레버를 조작하고, 湧源 세대, 受給 세대 내 각室的 중앙, 바닥면위 1.2m 점에서 소음레벨, 옥타브 밴드레벨을 측정한다.

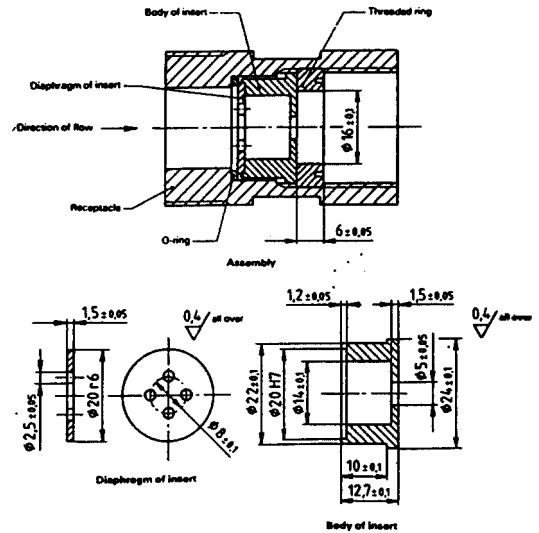
IV. 실험실 측정

1) 실험실 측정법의 필요성

실제 건물에서 측정되고 있는 급수전·세정밸브 등에 의한 발생소음은 특성 조건 하에서 측정되는 狀態量이며, 그 값을 가지고 다른 건물에서의 값을 추정하는 것은 불가능하다. 공동주택에서 주된 소음원인 급수전·세정밸브로부터 발생하는 소음을 設計資料로 정립하기 위해서는 적어도 급수전·세정밸브의 형식에 따른 給水壓, 流量과의 관계로 상리할 필요가 있다.⁴⁾

급수기기의 발생소음을 기기 고유의 값으로서 계통적으로 구하려면, 현장 측정법으로는 불가능하며, 측정방식을 변모로 하여 실험실에서의 측정에 의한

필요가 있다. 실험실 측정법으로는 標準水栓(標準水流發生器)의 발생음과 상호비교에 의해 급수전 등의 발생소음의 크기를 표시하는 ISO 3328/1에 의한 방식이 있다. [그림 3]에 표준수전의 구조를 나타낸다.



[그림 3] 표준수전의 구조⁵⁾

표준수전의 이용은 건축 및 설비적으로 보아 다음과 같은 면에서 광범위한 정보를 얻을 수 있으며, 저감공법의 개발에는 이 표준수전의 적극적인 이용이 요구되고 있다. 이를 위해서는 표준수전의 간단한 설치방법의 검토 및 발생소음의 전달성상에 관한 자료의 축적이 필요하게 된다.

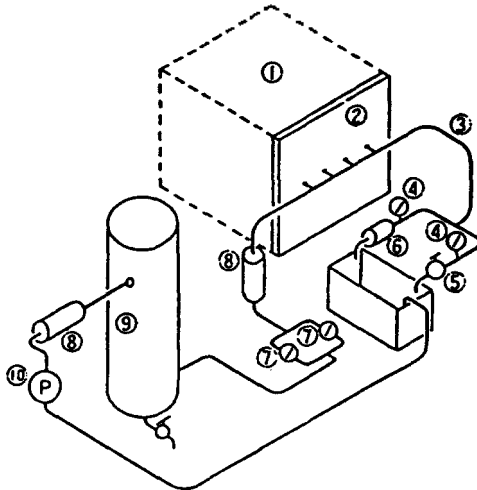
- ① 파이프사프트의 위치, 부양, 욱실 위치의 검토
- ② 建築構法의 영향
- ③ 관의 재료 및 공법, 배관지지용 부속품 등의 영향
- ④ 배관에 삽입하는 방진이음의 효과
- ⑤ 관의 시공정도에 대한 관점

2) ISO에 의한 실험실 측정법

(1) 측정법의 원리

급수관 세동에 부착되어 급배수시에 소음을 발생 한 우려가 있는 급수전, 세정밸브 등의 급수기기류를 대상으로 하여 [그림 4]에 나타낸 실험실의 시험벽에 고정된 실험용 급수관의 관말에 公試給水機器를 부착하고, 일정 조건으로 급수기기로부터 토수했을 때 발생하는 소음·진동이 급수관에 진동으로서 입사된

다. 이 진동은 급수관에 의해 시험벽으로 전달되고, 시험벽을 진동시켜 실험실 내에 공압음으로서 재방사된다. 이를 급수기기의 발생음으로서 측정하며, 이 측정법을 일종의 標準音源 置換法이라 생각할 수 있다.



- ① 실험실
- ② 시험벽
- ③ 시험용급수관
- ④ 수압계
- ⑤ 공시수전
- ⑥ 표준수전
- ⑦ 유량계
- ⑧ 소음장치
- ⑨ 압력센크
- ⑩ 펌프

〈그림 4〉 실험장치의 기본구성 예⁴⁾

(2) 급수기기 발생음의 산출

측정된 값은 그 실험실에서 측정된 각종 급수기기 간의 발생소음의 대소를 비교하는 경우에는 측정치 그대로도 좋으나, 다른 기관에서 측정된 값과의 비교, 혹은 기기 고유의 값으로서 표시하기 위해서는 다음 방식에 의해 급수기기의 발생소음을 산출한다.

우선, 표준화레벨차(Ds)를 공시급수기기와 표준수전의 발생소음 측정치로부터 다음 식에 의해 구한다.

$$Ds = Ls - L \tag{1}$$

s : 3 bar의 급수압일 때에 표준수전에 의한 발생음의 소음레벨 [dB(A)], 또는 중심주파수 125~4,000 (Hz)의 옥타브밴드 레벨

L : 규정조건 하에서 공시급수기기에 의해 측정된 소음레벨 [dB(A)], 또는 중심주파수 125~4,000Hz의 옥타브밴드레벨

또한, 표준화레벨차와 표준레벨로부터 급수기기 소음레벨(L_{AP})을 다음 식에 의해 구한다.

$$L_{AP} = L_{SR} - Ds = L + (L_{SR} - Ls) \tag{2}$$

L_{SR} : 표준레벨로서의 소음레벨 [dB(A)], 또는 중심주파수 125~4,000(Hz)의 옥타브밴드 레벨

이때 L_{AP}의 값이 클수록 시끄러운 급수기기가 된다.

〈표 1〉 실험장치의 사양

항 목	사	양
실험실의 형상	대향벽 사이 2.5m 이상	
실험실의 용적	최소 30m ³ (50m ³ 권장)	
간 향 시 간	옥타브밴드 125~2000Hz에서 평균치가 1~2초, 최대치와 최소치가 평균치의 ±10% 이내	
시 험 벽	① 면밀도 100~250 kg/m ² ② 면적 8~12 m ² ③ 석조 또는 콘크리트 製 1 重壁	
시험벽에 배관의 설치	시험벽의 중앙에 수평으로 4개소 부등간격으로 고정	
급 수 시 스템	① 급수압 1~5 bar ② 유량 2ℓ/s ③ 시험용 정압기 10 bar 까지 ④ 급수시스템 자체에 의한 소음은 시험용 급수관과 실험실에 영향을 미치지 않도록 고려할 것	
수 압 측 정 기	① 정밀도 ±1% ② 측정범위 5 bar 이하 ③ 공시 급수기기의 상류 0.15 m 이내에 설치	
유 량 계	정밀도 ±3% 이상	
발생음 측정기기	① 소음계는 IEC규격 179에 적합할 것, 미터기 지시속도는 Slow할 권장 ② 소음계 이외의 기기는 IEC규격 179의 해당규정에 따르는 모든 전기음향특성을 갖고 있을 것	

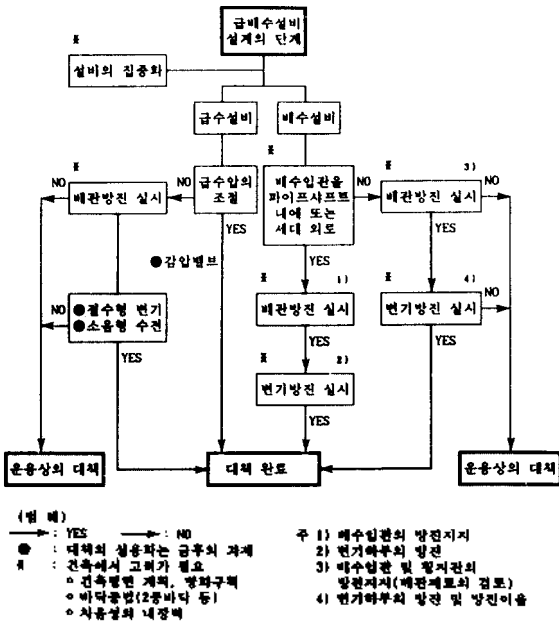
(3) 실험 장치

실험장치의 기본적인 구성은 이미 [그림 4]에 나타냈으나, ISO에 표시되어 있는 구성요소의 대략적인 사양은 <표 1>과 같다.

V. 저감대책

1) 저감계획의 순서

급배수 설비소음의 방지대책으로서는 발생음 자체를 작게 하는 것과, 발생된 음을 다른 세대 등으로 전달시키지 않을 것, 또 소음이 발생하는 장소를 차음하는 것 등을 들 수 있다. 실제 설계·계획상으로는 [그림 6]에 나타낸 바와 같은 흐름도가 된다.⁶⁾



[그림 6] 급배수설비 소음 방지계획의 순서

2) 평면계획상의 고려

공동주택뿐만 아니라 정숙한 환경을 요구하는居室로부터 소음원을 멀리 떨어지도록 건물의 평면계획상에서 충분히 검토를 할 필요가 있으며, 이는 설계의 기본사항이기도 하다. 평면계획이 음향환경에 영향을 미치는 것은 다음과 같다.

- ① 파이프샤프트의 위치: 파이프샤프트, 특히 변기 급배수관이 들어가는 샤프트가 거실, 침실에 인

접되어 있으면 소음에 의한 영향이 발생하기 쉽다. 기실부분으로부터 떨어진 부분, 예를 들면 계단실, 복도에 빈한 위치에 있는 경우에는 영향이 작게 된다.

- ② 배관방법: 급수관이 벽 또는 바닥에 매입되어 배관되어 있으면, 소음에 의한 영향이 크고, 노출배관의 경우가 작게 된다.

- ③ 설비코아의 위치: 부엌, 욕실이 기실로부터 떨어진 위치에 있는 편이 소음으로부터의 영향이 작게 된다.

- ④ 변기의 설치: 변기가 경계벽 또는 경계벽 근처의 벽에 부착되어 있을 때에는 소음에 의한 영향이 우려된다.

3) 發生源의 고려

급수기기에서 발생하는 소음·진동의 크기는 급수기기에 가해지는 급수압에 의해 실상되며, 급수압이 낮으면 소음·진동의 발생은 적어진다. 또, 배관의 分岐点, 단면변화가 급격한 곳에서는 유속과의 관계에서 발생하는 소음·진동의 대·소가 결정되므로 설계시에는 적절한 급수압과 유속의 채용이 필요하게 된다.

배관계의 소유원인 급수기기, 변기 등의 채용에 있어서는 발생소음이 작은 형식의 것을 선정하도록 유의한다. 그러나, 배관계통에 입사하는 소음·진동을 고려한 측정은 이미 시술한 바와 같이 ISO에 의한 실험 측정법이 있으나, 국내에는 이에 의해 측정된 급수기기의 예가 전문한 실정이다.

배수사에 실내로 방사되는 소음의 크기는 변기의 세정방식, 세정수량에 따라 차이가 적으나, 불답에 의한 발생소음의 크기는 소위 在來型과 節水·低騒音型의 경우에는 그 차이가 명확하게 된다. 따라서, 설수·저소음형의 변기를 채용함으로써 다른 세대로 전달되는 소음을 상당량 저감시킬 수 있다.

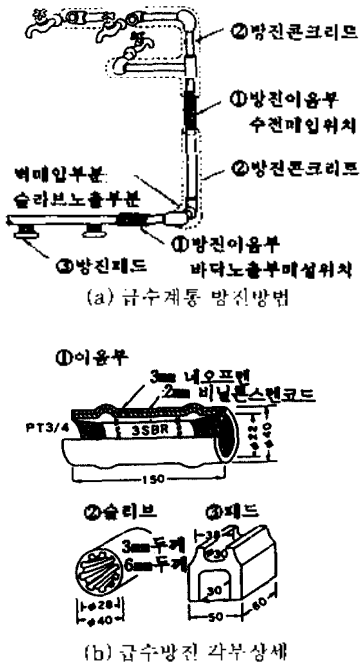
4) 배관 공법상의 고려⁴⁾

파이프샤프트의 위치는 건물의 평면계획시에 고려되고 있고, 거실, 침실의 벽에 면하여 설치되지 않는다고 하는 선제 아래, 파이프샤프트로부터의 橫枝管에 대하여, 시공사 고려해야 할 사항은 다음과 같다.

- ① 기실, 침실의 벽에 배관을 고정하는 것을 피한다. 이것이 불가능한 경우에는 배관지지용 부속품을 관벽으로부터 진동을 저감시킬 수 있는 것으로 교체한다.

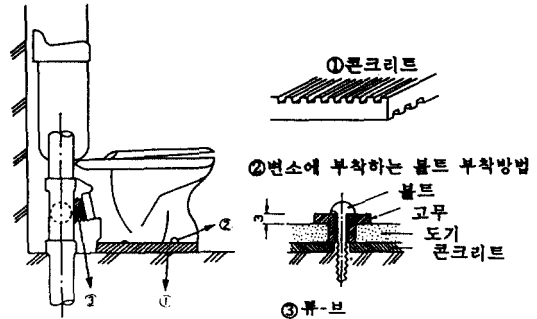
- ② 발생원으로부터 가까운 배관제동에 防振用 이음을 설치한다.
- ③ 매입배관을 피한다. 이것이 불가능한 경우에는 글라스울, 록울, 고무 등의 완충재로 관벽을 피복하고 매입한다. 이 경우에도 관벽과 벽체 사이에 Sound Bridge가 생기지 않도록 시공한다.
- ④ 벽, 바닥을 배관이 관통하는 경우에는 그 부분의 관벽을 완충재 등에 의해 절연한다.
- ⑤ 변기, 욕조 등을 설치할 때는 변기의 급배수시에 발생하는 소음·진동, 또, 욕조 급수시에 욕조가 급수전으로부터 토수하는 유수에 의해 충격을 받을 때 발생하는 소음·진동이 바닥, 벽에 입사되지 않도록 변기, 욕조의 하부와 바닥과의 사이에 완충재를 설치한다. 욕조의 단이 벽에 접해 있는 경우에는 이러한 고려방법이 필요하다.

[그림 7]은 ②, ③의 항목에 의한 소음저감 공법의 예를 나타낸 것으로서 배관과 콘크리트 구조체를 절연하기 위하여 고무슬리브나 고무패드를, 관과 관과의 진동을 절연하기 위하여 방진이음을 이용한 것이다. [그림 8]은 ⑤의 항목에 의한 변기의 소음저감 공법의 예를 나타낸 것이다.



[그림 7] 급수관계통의 소음저감 공법 예

어느 경우에도 현장에서의 측정에는 조건의 설정, 측정대상 전달경로 이외로부터의 소음·진동의 영향 등의 문제가 있으며, 공법의 효과를 명확히 하기 위해서는 실험실에서의 측정이 우선되어야 할 것으로 생각된다.



[그림 8] 변기의 소음저감 공법 예

VI. 맺음말

국내에는 공동주택의 급배수설비 소음에 대한 측정법, 평가법이 아직 설정되어 있지 않으며, 대책공법에 대한 定量的인 효과 등에 관해서도 자료가 매우 부족한 실정이다. 공동주택의 居住性 향상을 위한 급배수설비의 음향 성능 표시 및 예측설계가 가능하게 되기 위해서는 業界에서도 이들에 대응하는 노력이 필요하며, 이와 관련된 연구를 조기에 진행할 필요가 있다고 생각한다.

참 고 문 헌

1. 空氣調和·衛生工學會編: 給排水衛生設備の實務の知識, オム社, 昭和46年, p.24.
2. R. S. Wyly and H. N. Eaton: Capacities of Stacks in Sanitary Drainage System for Building, NBS Monograph, 31 (1961).
3. 千野 弘, 大川平一郎: 特集 集合住宅の設備/給排水·集合住宅の給排水騒音, 空氣調和·衛生工學, 第51卷 第9號, p.p.25~31, 昭和52年 9月.
4. 大川平一郎, 千野 弘: 特集 住宅の遮音, 遮音工法とその效果-給排水騒音の測定法と低減方法の現状-, 建築技術, p.p.185~195, 1978.12.
5. ISO 3822/1: Acoustics-Laboratory tests on noise emission from appliances and equipment used in water

supply installations-Part 1: Method of measurement.

6. 早川 豊, 淺見次郎: 給排水設備の騒音対策 集合住宅の場合-, 建築技術, No.392, p.p.95~104, 1984.4.

▲조 창 근(정회원) 1958년 4월 4일생

1984년 8월: 단국대학교 건축공학과 졸업(공학사)

1986년 8월: 한양대학교 대학원 건축공학과 졸업(공학석사)

1993년 8월: 한양대학교 대학원 건축공학과 졸업(공학박사)

1993년 9월 ~ 현재: 한양대학교 산업과학연구소 연구원