

# 배수관내의 공기압력 변동의 완화방법

배수관내의 공기의 압력변동을 완화시키는 방법의 하나인 통기밸브 등에 대해 소개한다.

유 건 석

STUDOR KOREA (lew1217@hanmail.net)

이 용 화

유한대학 건축설비과 (lyh@yuhan.ac.kr)

## 머리말

배수설비의 목적은 위생기구로부터의 오배수를 건물 밖으로 신속하게 배출함과 동시에 배수관내에 악취성분을 포함하고 있는 오염된 공기가 실내로 침입하여 실내공기가 오염되는 것을 방지하기 위한 역할도 한다.

하수가스의 침입을 방지하기 위해 각종 형상의 배수 트랩을 설치하는데, 여러 가지 원인에 의해 트랩내의 봉수는 파괴되기도 한다. 봉수파괴 원인 중에서도 가장 큰 영향을 미치는 사이폰 작용에 의한 봉수 파괴는 배수 수직관 및 수평주관내의 공기의 압력변동이 원인(유도사이펀 현상)이 되어 발생하거나 배수자신(자기사이펀 현상)에 의해 발생한다. 배수관내의 압력은 배수부하가 발생한 경우에는 그 배수에 의한 공기의 이동 등에 의해 변동하며, 배수가 없어도 배수관 접속부의 기압변동이나 상승기류에 의해 변동된다. 이와 같은 배수관내의 압력변동이 원인이 되어 트랩의 봉수가 파괴되는 것을 막는 것이 배수시스템 설계상의 포인트가 된다고 할 수 있다. 봉수파괴를 방지하기 위해 현재 통기수직관 및 각종 통기관을 설치하여 배수관내의 압력을 완화시키고 있기 때문에 이들 설비를 배수 통기설비라고 한다.

통기수직관 등의 설치는 경제성 및 시공성, 스페이스 소요 측면에서는 단점이 되지만, 다른 좋은 대안이 없었기 때문에 없어서는 안 되는 설비이다.

외국에서는 경제적인 이유 때문에 배수 및 통기방식을 단순화하는 추세에 있으며, 배수관은 오배수 통합 배관으로, 그리고 통기관은 통기수직관 없이 신정통기관만을 이용하는 방식으로의 변화를 추구하고 있다.

따라서 통기관을 단순화하거나 생략할 수만 있다면,

경제성 및 설계의 유연성을 확보할 수 있을 것이다.

## 배수 수직관내의 공기압력

위생기구로부터의 배수는 기구 배수관, 배수 수평지관, 배수 수직관, 배수 수평주관 및 부지 배수관을 거쳐 방류처로 흐르게 된다. 배수관내에는 배수와 배수에 의한 공기가 흐르게 되지만 그들의 흐름 상태는 배수관의 부위, 구배, 관경, 배수량 등에 따라 달라지며, 특히 배수 수직관 및 수평주관에서의 배수 유동 상태는 상당히 복잡하며, 배수시스템에 큰 영향을 미친다.

배수관내에는 보통 대기압이지만, 관내에 배수가 흘러들어오면 배수 수직관내를 흘러내리는 배수는 배수 수평지관과의 접속부에서 만수(滿水)로 되어 하강하거나 공기를 동반하여 흘러내리기 때문에 관내의 공기는 압박 또는 유인되어 일반적으로 배수수직관 상층부에서는 부압, 하층부에서는 정압이 발생한다. 그리고 여기에 접속된 트랩은 이들 공기 압력에 의해 봉수 파괴에 이를 수도 있다. 보통 7~10층 이상 건물의 배수 수직관 하부 쪽에는 정압이 발생한다고 알려져 있다. 그림 1에는 16층 건축물의 배수수직관내에서 측정된 압력분포의 예를 나타낸 것이다. 16층에서만 배수부하를 발생시켰을 때의 경우로서, 하층부에서는 순간적으로 정압과 부압이 동시에 발생함을 알 수 있다. 또한 배수부하유량이 증가하면 정압이 시작되는 층수도 높아질 것이며, 발생하는 정압의 크기도 증가할 것이다. 그런데 배수수직관내에서 공기압력에 의해 문제가 되는 것은 정압 및 부압의 한계로서, 트랩의 봉수깊이는 50 mm 이상으로 규정되어 있기 때문에 압력변동이  $\pm 50 \text{ mmAq}$  이상이 되어서는 안 된다. 그러나 50

mm는 정적인 압력에 대응하는 한계로서, 배수계통내에 일어날 수 있는 기압변화는 동적인 영향을 고려한 한계치인 25 mmAq 이내로 해야 한다.

만약 배수 수직관내가 부압으로 되는 곳에 배수 수평지관이 접속되어 있으면 배수 수평지관내의 공기는 수직관쪽으로 유입되며, 봉수가 이동하여 손실되는 현상인 유도 사이펀 작용을 일으킨다. 또한 수직관내가 정압이 되는 부분에 배수수평지관이 접속되어 있으면, 기구 배수관을 통해 트랩내의 물이 위생기구쪽으로 분출한다. 또한 기구사용빈도가 많아져서 수직관 하부의 만류상태의 배수가 미처 배수되기도 전에 상부 수평지관으로부터 배수가 유입되어도 두 배수간에 존재하는 공기는 정압상태로 되어 봉수는 분출작용을 일으킨다. 그런데, 이와 같은 작용으로 인해 기구 등으로 분출된 물은 다시 모아져서 봉수로 되기 때문에 직접적인 봉수손실현상이라고는 말할 수 없지만, 단기적으로는 하수 가스를 침입시키고, 또한 기구 주위를 더럽히기 때문에 반드시 피해야만 한다.

이와 같은 이유로 인해 배수관내의 공기의 압력변동을 완화시키기 위해 통기관을 설치하고 있다. 또한 설계시, 1층과 같은 저층부의 배수는 수직관에 접속하지 않고 배수 수평 주관중 수력도약의 발생이 예측되는 지점 이후에 직접 접속시키고 있다. 또한 아파트와 같은 주거용 건물에서는 세제 등의 거품의 과도한 증가에 의해서도 봉수의 약화는 발생한다. 이러한 거품은 배수뿐만 아니라 통기력도 마비시킨다.

### 유도 사이펀 작용에 의한 봉수파괴 대책

배수수직관내의 공기가 과도한 부압 또는 정압으로 되는 것을 방지하는, 즉 수직관내의 압력을 완화시키는 방법으로 크게 두 가지를 생각할 수 있다.

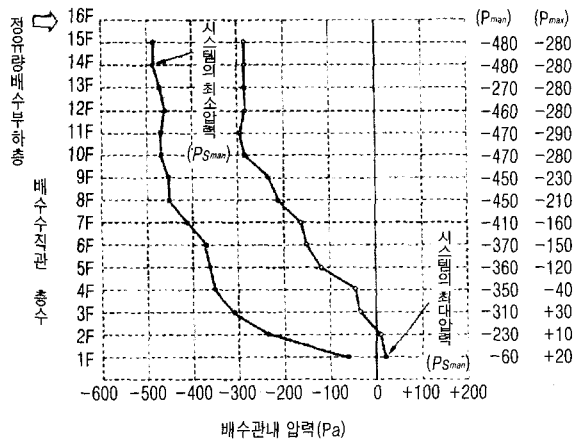
관내압력변동이 트랩의 봉수에 작용하여 봉수손실을 가져오기 때문에, 이에 대한 대책으로는 봉수손실의 원인이 되는 관내압력변동을 작게 완화시키는 방법과 트랩의 관내압력에 저항하는 성능(봉수강도)을 강화시키는 방법을 들 수 있으며, 본 고에서는 관내 압력변동을 완화시키기 위한 방법에 대해 설명한다.

#### 배수수직관내 압력의 완화

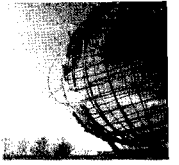
관내압력을 완화시키는 방법으로는 배수관경의 확대, 통기관의 사용, 배수관 이음쇠의 개량, 통기밸브의 설치를 들 수 있다.

배수관경의 확대에 대해서는 배수관 자체를 큰 직경으로 하여 관내 공기의 유통 단면적을 증대시켜 과도한 압력의 발생을 미연에 방지하는 방법이다. 관경을 증대시키는 것은 스페이스, 시공성, 경제성 등을 고려하여야 하기 때문에 무조건 크게 하는 것은 현명한 방법은 아니다. 따라서 현재 설계시, 적절한 관경 선정이론에 근거한 방법으로 배수관의 관경을 결정하고 있다. 일반적으로 관경산정시, 수직관 단면의 충수율이 30%를 넘으면 압력변동과 소음 및 진동이 현저해지기 때문에, 허용유량은 배관 단면의 30% 정도를 한도로 하고 있다. 이와 같은 방법으로 관경을 결정하더라도 브랜치 간격이 많은 경우, 배수수직관내의 압력은 크게 변화되어 트랩의 봉수에 영향을 미치게 된다.

따라서 배수관로의 필요로 하는 곳에 통기관을 접속하여 관내의 공기를 자유롭게 유통시켜 관내 압력의 편중 현상을 없애고 있다. 접속위치나 관로 형태에 따라 각종 통기방식이 있으며, 대부분의 건물에서는 통기수직관을 설치하는 2관식의 배수·통기 시스템을 이용하고 있다. 그런데 신정통기방식만에 의한 1관식 시스템으로 할 수만 있다면, 경제성 및 시공성에서 아주 큰 잇점을 갖게 될 것이다. 따라서 섹스티어나 소벤트 등과 같은 특수 배수이음쇠를 이용하여, 관내압력이 과도하게 발생하지 않도록 배수·공기의 흐름방식을 변화시키면 될 것이다. 현재 아파트 등에 섹스티아 이음쇠가 사용되고는 있으나, 최근의 20층 이상 규모의 아파트에 시공되기에는 여러 가지로 실증실험이 필요하다고 생각되며, 보다 개량된 배수이음쇠의 개발 및 섹스티어 이외에도 외국에서 개발된 특수이



[그림 1] 오배수 파이프의 레깅



음쇠의 도입도 고려해 볼 단계라고 생각된다.

또 한가지 방법으로, 유럽 및 미국 등지에서는 배수관내 압력 완화책으로 통기밸브가 개발·보급되어 배수관내의 부압을 제어하는데 사용되고 있다.

## 통기밸브

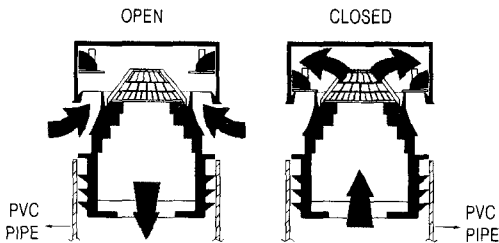
신정 통기관이나 통기수직관은 지붕이나 외벽을 관통하여 대기중에 개구하여야 하기 때문에, 과거에 공기압으로 작동되는 일종의 체크밸브, 또는 공기를 배관내 공급해 주는 기능을 갖는 장치들을 고안하여 이러한 문제들을 해결하려 노력해왔다.

1970년대 초 스웨덴의 Sture Ericson은 통기밸브(air admittance valve)를 발명하였으며, 그에 의해 개발이 시작된 통기밸브는 유럽에서 사용되기 시작하여, 현재 미국에서도 통기배관에 적용하고 있으며, 통기밸브의 성능에 대한 규격도 제정하고 있다(미국내 규격은 수직관은 ASSE 1050에, 수평지관은 ASSE 1051에 규정되어 있다).

통기밸브는 배수관내의 부압의 완화에 사용되며, 배수수직관 하부의 정압의 완화에는 사용할 수 없기 때문에 하층부의 압력완화에는 도피 통기관을 설치하여야 한다. 그러나 최근에 정압의 완화도 가능한 Positive Air Pressure Attenuator라는 제품이 개발되어, 정부압의 압력제어가 가능함과 동시에 배수통기 시스템을 보다 단순화 시킬 수 있게 되었다.

## 통기밸브의 작동원리

통기밸브는 배수작동시 관내에 대기압 이하의 압력이 발생하면, 밸브가 개방되어 주위의 공기가 배수관내로 유입되어 부압을 완화시키도록 설계되었다. 이것은 순간적으로 배관내의 압력을 외부와 같아지게 함으로써 트랩의 봉수를 보호하며, 압력이 같아지면 밸브가 완전히 닫혀 냄새가 외부로 새어나가는 것을 방지한다. 그림 2에는 작동 원리를 나타내었다.



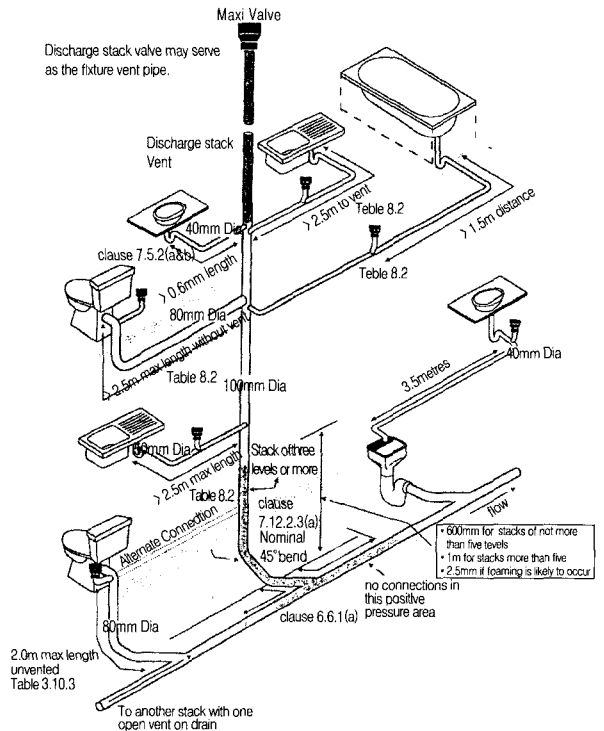
[그림 2] 통기밸브의 작동원리

## 통기밸브의 설치장소

통기밸브는 대기의 공기를 배수관내로 유입할 수만 있는 구조로 되어 있는데, 배수관내의 정압이 발생할 수 있는 부분에 설치해서는 효과가 없다. 통기밸브의 설치시, 점검, 보수 및 교환이 가능한 장소에 그리고 통기밸브내로 적절한 공기를 보급해줄 수 있는 곳으로서 다음의 장소에 설치한다.

- 신정 통기관 상부(배수관 상부의 부압완화)
- 기구배수관(자기사이펀 작용의 완화)
- 배수수평지관(유도사이펀 작용에 의한 부압완화)
- 그리스 포집기의 유출측 배관

그림 3에는 오배수 통합배관에서 통기밸브의 설치 위치를 나타내었다. 그림에 나타난 바와 같이 통기밸브는 배수수직관 상부인 신정 통기관에 설치된다. 설치높이는 배수수직관의 최상층부 수평지관에 연결된 위생기구의 오버플로우선 보다 최소 150 mm 위에 설치되며, 지붕을 뚫고 배관을 지붕위로 노출할 필요가 없다. 또한 트랩 유출측 기구배수관에 설치하여 배수자신의 사이펀 현상에 의해 트랩의 봉수가 파괴되는 것을 방지할 수도 있다. 또한 배수수직관에 의해



[그림 3] 통기밸브의 설치 예

유도된 부압에 의해 수평지관내의 부압을 제어하기 위해 루프통기관의 대체용으로도 사용가능하다.

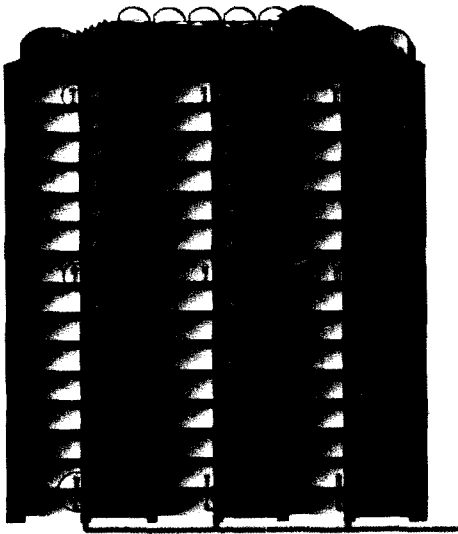
### 통기밸브의 구비요건

통기밸브 선정시, 통기밸브가 갖추어야 할 성능요건을 보면, 다음과 같다.

- 응답성 - 배수관내가 부압이 되었을 때 트랩에 영향을 미치지 않기 위해서는 충분한 응답속도를 가져야 한다.
- 밀폐성 - 배수관내의 공기압력이 대기압보다 높거나 정적인 상태하에서는 배수관내의 하수가스가 실내로 누출되지 않는 성능을 보장할 수 있어야 한다. 또한 배수관과의 접합부에서도 누기가 되지 않는 성능을 가져야 한다.
- 수명 및 신뢰성 - 배수관내의 통기 기능유지와 주위환경에 미치는 영향을 고려하여 밸브에 사용되는 자재, 특히 실(seal)용으로 일반적으로 사용되는 고무는 충분한 수명과 일정한 성능을 유지할 수 있어야 한다.

### Positive Air Pressure Attenuator

그동안 통기밸브라고 하면 부압완화용인 Air



No roof penetrations ..... Unnecessary piping  
Refer to local regulations for open vent requirements

[그림 4] 통기밸브 및 Positive Air Pressure Attenuator에 의한 배수관내의 압력제어 개념도

Admittance Valve를 일반적으로 지칭하였으며, 지붕 및 외벽으로 통기관이 관통되므로서 발생하는 문제의 해결과 배수관내에 발생하는 부압의 완화용으로 그리고 기구배수관 쪽의 자기사이폰 현상의 방지를 위한 목적으로 일반적으로 사용되어 왔다. 그러나 건축물이 10층 이상이 되면 배수관 하층부에 정압이 발생하여 이곳에는 필연적으로 도피통기관을 사용하여야 하는 등 배수시스템 전체를 통기밸브로 제어하는 것은 불가능하였다. 또한 하나의 장소에 정압과 부압이 동시에 발생할 수 있는 경우, 통기밸브만으로 이들을 제어할 수 없기 때문에 전통적인 방식인 통기관의 사용이 보다 좋은 해결책이 될 수도 있다.

그런데 정압을 도피시킬 수 있는 Positive Air Pressure Attenuator라고 부르는 압력도피용기가 최근에 유럽에서 개발되어, 배수시스템 전체의 압력을 Positive Air Pressure Attenuator와 통기밸브를 이용하여 제어하는 것이 가능하게 되었다.

따라서 Positive Air Pressure Attenuator와 Air Admittance Valve를 결합하여 사용하면, 배수관내의 정부압의 제어가 가능하고, 배수시스템의 단순화가 가능하여 설계의 유연성 등을 확보할 수 있을 것으로 생각된다. 그림 4에는 Positive Air Pressure Attenuator와 통기밸브를 이용한 배수관내의 압력을 제어하기 위한 개념도를 나타내었다.

### 맺음말

건축물이 고층화되면서 배수관경 산정이나 배수통기 시스템이 부적절한 경우에는 사이폰 작용에 의한 트랩내의 봉수가 파괴되어 기구 주위가 더럽혀 지거나 냄새를 발산하게 되고 배수소음도 유발하게 된다. 따라서 배수통기 시스템을 설계 시공할 때는 배수부하유량과 배수관경, 통기시스템에 대해 충분한 검토가 있어야 할 것이다.

유럽 및 미국 등에서는 경제성 및 시공성을 고려하여 단순한 배수통기 시스템을 추구하고 있으며, 이에 대한 방법의 하나로 통기밸브를 20년 이상 사용해오고 있다.

물론 우리나라에서도 이들 기구의 성능 및 설치효과에 대한 실증실험이 필요하겠지만, 배수시스템의 단순화를 위한 방법의 하나로 이들 밸브의 적용성에 대한 검토가 필요하지 않나 생각된다. \*