

# 급수설비

## 1. 개론

사람이 거주하거나 근무, 노동을 하는 건물에는 항상 깨끗한 물이 공급되어야 한다. 보통의 상태에서 하수대, 세면기, 변기등의 위생기구 및 이들의 부속품에는 그 기능을 수행하기 위한 충분한 수량(水量)과 적절한 수압(水壓)으로 급수되지 않으면 안된다. 급수설비는 이들의 목적을 수행하기 위하여 설치한 설비의 총칭이다.

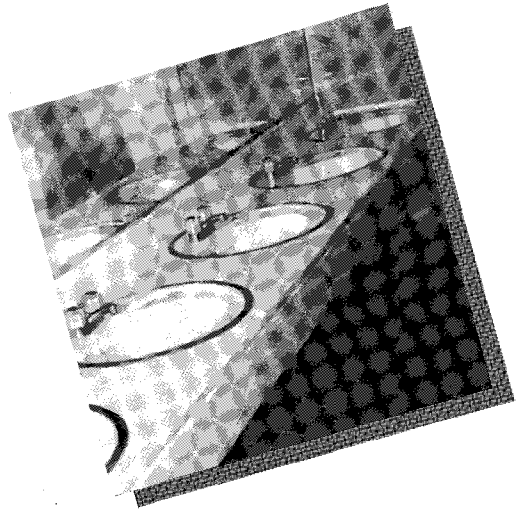
음료는 상수도에 의존하는 것이 최적이나, 상수도의 공급구역 외 혹은 높은 건물로서 직결급수(直結給水)가 어려울 때에는 그에 대응하는 설비가 필요하게 된다. 어떤 경우라도 급수계통에 높은 유수음(流水音)이나 워터해머(Water hammer, 水擊作用)의 발생에 의해서 설비기능이 마비되지 않도록 하여야 한다. 특히 급수설비에서는 음료가 오수(汚水)의 침입이나 역류에 의해서 오염되지 않도록 충분한 배려가 필요하다.

## 2. 사용수량(使用水量)

### 1) 생활과 사용수량 및 사용수량의 변화

(1) 생활과 사용량은 비례관계를 갖는다. 음용(飲用)을 비롯하여 요리, 세탁, 목욕, 청소용 이외에도 도시활동을 위해서는 공용수(公用水), 소화용, 공업용등에 많은 양이 소비되고 있으며 갈수록 이 경향은 더해질 것이다. 사용수량은 국민의 생활수준 습관에 의한 차이지만 그 나라의 문화정도를 나타내고 있다고 해도 과언은 아니다.

이러한 사용수량은 1년중에서도 월별, 요일별, 시간대별로 각각 다르다. 월별로는 기온의 영향이 커서 7~8월이 가장 많고 1월과 2월이 적다. 여름에는 목욕이나, 세탁의 회수가 많고, 또한 푸울이나 분수, 산수(散水) 등의 사용량이 많기 때문이다. 주택에서 급수사용 예를 보면 일요일에 최대로 사용된다.



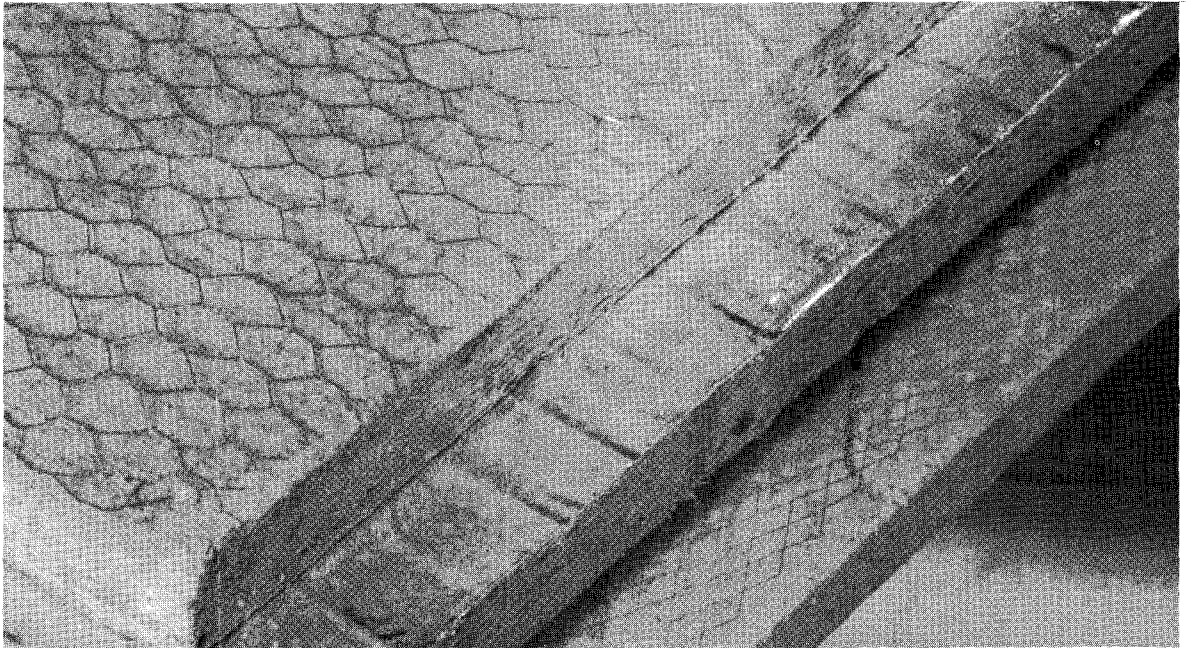
### 2) 건물별 기구(器具)별 사용수량

건물별의 사용수량은 규모나 설비의 내용등에 따라 차이가 있다. 냉난방설비의 보급이라든가 주택에 있어서는 화장실의 수세화, 세탁기의 보급, 자동차의 증가등으로 사용수량이 늘고 있다.

기구별 사용수량은 수압과 깊은 관계를 가지며 급수관은 수압에 따라 토수량이 다르다. 같은 구경이라도 일반적으로 수압이 높으면 급수량은 많아지나 싱크대, 세면기 등에서는 물이 튀게되는 경향이 있으며, 수압이 낮으면 필요수량을 받는데 오랜 시간이 걸리게 되어 사용상 불편하므로 관내의 수압을 적절히 하여야 한다. 기구에 따라서는 어떤 한정된 시간내에 필요한 수량을 급수하지 않으면 그 기능이 발휘되지 않는다. 그 예로서 대변기나 소변기의 세정밸브(Flush Valve)는 일정한 시간내에 필요한 수량을 토출(吐出)해야 비로소 변기의 세정이 가능한 것이다.

### 3) 수전류(水栓類)의 최저 필요 압력

급수기구류와 수전류에는 필요한 최저 수압이 확보되지 않으면 안된다. 수압이 너무 높을 경우에는 워터해머가 발생되거나 소음이 발생하는 등 장애가 있다. 또 급수압이 너무 낮으면 진술한 바와 같이 수량이 충분하지 못하여 사용상 지장이 있게 된다. 예를들면 대변기용 세정밸브에서 토출량(吐出量)이 충분하지 못하여 오물



(汚物)이 흘러 내리기 어렵게 되거나, 차압(差壓)에 의해서 작동하는 소형온수「보일러」라든가 가스순간온수기의 가스밸브가 열리지 않아 착화가 불가능하여 급탕이 불가능하게 되는 경우가 있다.

### 3. 급수방식

#### 1) 수도직결방식(水道直結方式)

상수도본관에서 수도관을 인입하여 건물내의 소요개소에 직접연결 급수하는 방법으로 다음의 식(3-1)이 만족되는 경우에만 이용될 수 있다.

$$P \geq P_1 + P_2 + P_3 \quad (3-1)$$

여기서 P : 수도본관의 압력(kg/cm<sup>2</sup>)

P<sub>1</sub> : 수도본관에서 최고위 등 최악의 조건인 급수전이나 기구까지의 높이에 상당하는 압력(kg/cm<sup>2</sup>)

P<sub>2</sub> : 수도본관에서 최고위 등 최악의 조건인 급수전이나 기구까지의 밸브류 이음쇠류 직관 등에 의한 압력손실(kg/cm<sup>2</sup>)

P<sub>3</sub> : 최고위 등 최악의 조건인 급수전이나 기구의 필요압력(kg/cm<sup>2</sup>)

따라서 이방식을 적용하기 위해서는 해당 지역의 상수도국으로부터 통상의 수압을 확인할 필요가 있다. 일반적으로 2층 이하의 주택이나 소규모 건물에 적용되나 1층의 경우라도 가스연소용 또는 경유연소용의 직접가열식 순

간온수기 또는 보일러를 사용하는 경우에는 충분한 검토가 필요하다.

#### 2) 고가(高架) 탱크방식

상수도압이 부족한 경우, 고층 건축물 혹은 주택단지에 적용되고 있는 급수방식이다. 일반 인입관에 의해서 물을 저수(貯水) 탱크에 저수하고 건물내의 제일 높은 위치등 최악의 조건인 수전 또는 기구에 필요한 압력이 얻어질수 있는 높이에 설치된 고가탱크에 양수(揚水) 펌프로 양수하고 고가탱크로부터는 중력에 의해서 건물내 각 수전이나 기구에 급수한다.

즉, 고가탱크의 각 수전 및 기구의 최저 필요수압과 배관, 밸브류의 관마찰 손실(管摩擦損失)을 고려해서 설치높이를 결정하지 않으면 안된다. 따라서 고가「탱크」의 설치높이는 다음 식(3-2)를 만족하여야 한다.

$$H \geq H_1 + H_2 \quad (3-2)$$

여기서 H : 최고위등 최악의 조건인 급수전이나 기구와 고가탱크저수위까지의 높이(m)

H<sub>1</sub> : 최고위등 최악의 조건인 급수전이나 기구의 필요압력에 상당하는 높이(m)

H<sub>2</sub> : 고가탱크에서 최고위등 최악의 조건인 급수전이나 기구까지의 밸브류 이음쇠류, 직관 등에 의한 압력손실수두(壓力損失水頭, m)

또 초고층 건물에서는 낮은 층일수록 수압이 높아질

경우가 있으므로 중간탱크나 감압장치(減壓裝置)를 설치하여 수압을 조절할 필요도 있게 된다.

### 3) 압력「탱크」방식

고가탱크를 설치하는 대신 비압축성(非壓縮性)으로 취급되는 물과, 압축성인 공기의 특성을 이용하는 압력탱크를 사용해서 급수하는 방식으로, 대규모 건축물 보다는 가정용 급수방식으로 적용되고 있는 방식이다.

공기층이 형성되어 있는 밀폐탱크속에 펌프로 물을 가압유입시키면 탱크내의 공기가 압축되고 물에 압력이 작용하여 높은 곳까지 물을 공급할 수 있다.

물이 사용되면 탱크내의 압력이 내려가므로 항상 일정한 범위의 압력이 유지되도록 자동제어에 의하여 펌프를 작동시킨다.

이 방식은 전기부품의 고장이 많거나 혹은 탱크내의 공기가 감소하기 때문에 계속적으로 공기층을 유지시키지 않으면 안되는 등의 결점이 있으며 탱크내의 압력변동에 따라서 수전의 급수압력이 항상 변동되는 경향이 있다.

### 4) 부스터방식(Booster方式)

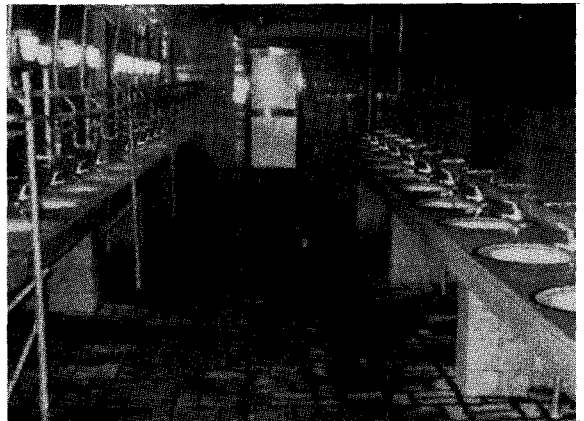
고가탱크를 설치하지 않고 저수탱크에서 급수펌프로 건물내의 급수전에 직접 가압 급수하는 방식이다.

펌프의 운전은 정속과 변속 또는 이 두가지를 조합시킨 방법이 있다. 펌프의 토출측에 압력 또는 유량의 변화를 감지하는 장치를 설치하여 이로써 펌프의 운전 대수를 증감하든가, 펌프의 회전수를 변화시켜서 유량이나 압력을 변화시키는 방식이다.

고층건물의 경우는 건물의 각층 높이를 고려하여 여러 층으로 급수 구역을 나누어서 높이 별로 설치하는 방법을 취하는 수도 있다.

## 4. 급수부하(給水負荷)

급수 설비에서 기기용량이나 급수관경을 결정하는데는 건물내에서 물이 어떠한 상태로 쓰이는가를 추정할 필요가 있다. 이것을 양적으로 표현한 것이 급수부하이며 예상급수량(豫想給水量)이라고도 한다. 즉, 일 예상급수량을  $Vd(\ell)$ 라 하고 이 1일 예상급수량을 그 대부분이 쓰이는 시간  $T(\text{hr})$ 로 나눈 값을 시간평균예상급수량  $Q_h(\ell/\text{hr})$ , 1일중 가장 많은 물이 쓰인다고 추정한 1시간중에 급수되는 시간최대 예상급수량을  $Q_m(\ell/\text{hr})$  및 1일중



물이 가장 많이 순간적으로 흐르는 순시 최대 예상급수량을  $Q_p(\ell/\text{min})$ 라 하고, 이러한 값이 설계에 이용된다. 식으로 표시하면 다음과 같다.

$$\text{시간평균예상급수량 } Q_h = \frac{Vd}{T} \dots\dots\dots (3-3)$$

$$\text{시간최대예상급수량 } Q_m = k_1 Q_h \dots\dots\dots (3-4)$$

$$\text{순시최대예상급수량 } Q_p = \frac{k_2 Q_h}{60} \dots\dots\dots (3-5)$$

여기서  $k_1$  :  $Q_m$ 의  $Q_h$ 에 대한 비율(=1.5~2.0)  
 $k_2$  :  $Q_p$ 의  $Q_h$ 에 대한 비율(=3~4)을 표시한다.

학교, 공장, 영화관 등 물 사용이 단시간에 집중되는 건물에서는  $k_1, k_2$ 의 값을 더욱 크게 잡아야 한다. 급수부하를 구하는 데는 다음과 같은 방법이 있다.

### 1) 물사용 시간율과 기구 급수단위에 의한 방법

동시 최대 사용기구수를 구하고 그 값에 그 기구 1개당의 유량을 곱해서 순시최대유량을 산출하는 방법이다.

### 2) 기구급수 부하단위에 의한 방법

미국의 ROY B. HUNTER에 의해 제안되어 미국에서 많이 쓰이는 방법이다.

어떤 종류의 기구에서  $T$ 초마다  $t$ 초간 물이 쓰인다고 하면 그 종류의 기구가  $n$ 개 있다고 할때  $r$ 개의 기구의 물이 쓰이고 있는 확률은  $nCr(1-\frac{t}{T})^{n-r} \cdot (\frac{t}{T})^r$  이므로, 초과확률을  $k$ 라고 하면 부하유량을 발생시키는 대상기구 수  $n$ 은 식(3-6)에 의해 구할 수 있고, 이  $n$ 에 그 기구 1개당의 표준유량을 곱하면 부하유량을 구할 수 있다.

$$\sum_{r=m+1}^n nCr \left(1 - \frac{t}{T}\right)^{n-r} \cdot \left(\frac{t}{T}\right)^r \leq k \dots\dots\dots (3-6)$$

헌터는 초과확률로서 0.01을 채용하고 있다.

이종기구가 혼재하는 경우에 대해서는 대변기 세정밸브, 대변기세정탱크, 양식욕조에 대해서 어떤 일정 유량을 발생시키는 각 기구별의 개수를 산출하여 대변기 세정밸브의 기구급수부하단위를 10으로 한 경우에, 다른 2종류의 기구급수부하단위를 결정한 것이다.

### 3) 평방근법(平方根法)

식<3-7>과 같은 계산식에 의한 방법으로 유럽에서 많이 쓰인다.

$$Q = b(aq \sqrt{E + CE}) \dots\dots\dots (3-7)$$

여기서 Q : 부하유량(ℓ/sec)

a : 건물종류에 의한 계수(1.0~3.0)

b : 급탕의 유무에 의한 계수(급탕계통에도 급수할때는 1)

q : 급수단위 1의 유량(0.2ℓ/sec, 또는 0.25 ℓ/sce로 국가별, 경우에 따라 다름)

E; 급수단위의 합계

## 5. 급수관경의 선정

### 1) 유량

전술한 바와 같이 「하젠-윌리암」의 공식 즉 식<2-30>에 의한 계산이나, 식에서의 변수를 선도화한 <도2-6>을 사용하거나, 기존의 설계 데이터를 활용한다.












### 2) 관마찰 저항

배관은 관과 각종 이음쇠로 이루어지는데, 관에 걸리는 저항을 관마찰손실이라 하고 밸브류, 엘보, 티등 이음쇠류에 의해서 발생하는 저항을 국부저항 또는 부차적손실이라고 한다. 관마찰손실은 2편에서 다룬 식<2-27>에 의하여 구하며, 부차적손실은 관이음쇠에 대한 것을 일일이 계산하기가 번거로운 일이므로, 실험에 의하여 각각의 밸브 및 이음쇠를 그것과 같은 구경의 관에 대한 관마찰 저항으로 환산한 값인 상당장을 사용한다. <표3-7>은 동 또는 동합금 이음쇠류 및 동합금 밸브류의 상당장을 표시한 것이다.

관마찰손실과 상당장을 합산하면 전체적인 마찰저항이 된다.

<표3-7> 이음쇠 및 밸브류의 상당장

(단위 : m)

호칭명 (in)	순 동 이 음 쇠					동합금 이음쇠 및 밸브					
	90도 엘보우 	45도 엘보우 	티 	티 	소켓 	90도 엘보우 	45도 엘보우 	티 	티 	그로브 밸브 	스톱 밸브 
3/8	0.5	0.1	0.05	0.2	0.05	0.3	0.2	0.15	0.4	1.2	0.03
1/2	0.3	0.2	0.1	0.5	0.1	0.6	0.4	0.2	1.0	2.3	0.06
3/4	0.4	0.2	0.12	0.6	0.12	0.8	0.4	0.24	1.2	3.0	0.08
1	0.5	0.3	0.15	0.8	0.15	1.0	0.6	0.3	1.6	4.0	0.11
1·1/4	0.6	0.4	0.18	0.9	0.18	1.2	0.8	0.35	1.8	5.5	0.12
1·1/2	0.8	0.5	0.25	1.1	0.2	1.6	1.0	0.5	2.2	7.0	0.15
2	1.1	0.6	0.3	1.5	0.3	2.2	1.2	0.6	3.0	8.5	0.2
2·1/2	1.2	0.8	0.4	1.8	0.4	2.4	1.6	0.8	3.6	10.0	0.25
3	2.0	0.9	0.5	2.3	0.5	4.0	2.0	1.0	4.6	12.0	0.3
4	2.2	1.2	0.6	3.2	0.6	4.4	2.4	1.2	6.4	19.0	0.45
5	2.8	1.5	0.8	4.0	0.8	5.6	3.0	1.6	8.0	21.0	0.5
6	3.0	1.8	0.9	4.6	0.9	6.0	3.6	1.8	9.0	26.0	0.6