

설비시설에서의 적정수압(水壓)유지의 필요성

A Necessity of Maintenance of Optimum Water Pressure in Piping System

김 영 호
Y. H. Kim
(주) 정우하이텍



· 1947년생
· 배관계통의 열적 배런싱과 적정압력 유지기법에 대한 실증적 연구에 관심을 가지고 있다.

1. 서 론

한정된 국토의 효율적인 이용을 위해서는 모든 건축물이 고층화 될 수밖에 없고, 주택 부문에서는 주택부족률을 만회하기 위한 효율적 수단으로서 단독주택보다는 공동주택을 많이 건설할 수밖에 없다.

건축물의 고층화는 건축기술이 그만큼 발전되어야 가능한 것이고, 이미 50층 이상의 고층건물이 생소하지 않는 점으로 볼 때 우리나라의 건축기술이 높은 수준에 올라 있다는 점은 부인할 수 없다.

그러나 건물만 고층화 되어서는 의미가 없다. 건물 내부의 각종 시설도 고층에 적합해야 한다. 10층인 건물은 5층의 건물 2동을 포개놓은 것이 아니다. 역시 50층의 건물은 10층건물 5개동을 포개놓은 것이 아니다. 5층보다는 10층 건물의 설계가 달라야 하고 10층보다는 50층 건물의 설계가 달라져야 한다.

그러므로 건물을 고층화함에 있어서는 배관시스템을 어떻게 구성하느냐 하는 것이 매

우 중요한 문제이다.

저층건물에서는 거의 상식적으로 처리되던 요소요소가 고층건물에서는 정밀검토 대상이 되어야 한다.

본고에서는 수많은 요소중에서 특히 「수압」에 국한하여 그 중요성을 확인하고 고려되어야 할 사항을 다루어 보고자 한다.

2. 대기압과 수압

2.1 대기압

압력이란 단위면적을 누르는 힘이다. 지구를 둘러싸고 있는 공기층은 대략 10,000Km 정도로서, 가로 및 세로가 1cm이고 높이가 10,000Km인 공기의 중량을 계산한 결과가 1.0332Kg이고, 이 공기 기둥이 해면에 작용하는 값인 1.0332Kg/cm²을 표준 대기압으로 정한 것이다.

2.2 수 압

대기압이 공기기둥의 중량으로 정해진 것과 같이 수압은 물기둥이 단위면적을 누르

표 1 물의 성질

t(溫度) [℃]	γ (比重量) [kg/m ³]	ν (比體積) [m ³ /kg]	ρ (密度) [kg·s ² /m ⁴]	Ps(飽和水蒸 氣壓)[mmAq]
0	999.8	1.0002×10^{-3}	101.96	62
5	1000.0	1.0000×10^{-3}	101.97	89
10	999.7	1.0003×10^{-3}	101.94	125
15	999.1	1.0009×10^{-3}	101.88	174
20	998.2	1.0018×10^{-3}	101.79	238
25	997.1	1.0029×10^{-3}	101.67	323
30	995.7	1.0043×10^{-3}	101.53	432
40	992.2	1.0079×10^{-3}	101.18	752
50	988.1	1.0120×10^{-3}	100.75	1,257
60	983.2	1.0171×10^{-3}	100.26	2,031
70	977.8	1.0227×10^{-3}	99.71	3,177
80	971.8	1.0290×10^{-3}	99.10	4,829
90	965.3	1.0359×10^{-3}	98.44	7,149
100	958.4	1.0434×10^{-3}	97.72	10,332

는 힘이다. 물의 물리적인 성질인 비중량, 비열, 팽창율, 포화압력 등은 표 1과 같이 물의 온도에 따라 변한다.

물 1m³의 중량이 1000Kg이라는 것은 5℃의 경우이고 그보다 높은 온도에서는 이보다 적은 값을 가진다. 물은 이와같이 큰 비중량을 가지기 때문에, 배관계통에는 물의 중량에 의해서 압력이 작용하는 것이다.

즉 수중의 압력=대기압+물의 비중량×물기둥의 높이와 같은 식이 성립한다.

이처럼 수압은 물기둥의 길이(높이)에 비례하므로 고층건물 일수록 수압이 높아지게 되어, 사용하려는 배관재료, 금구류, 위생도기류에 대한 정밀검토가 필요하게 되는 것이다.

2.3 적정 수압 유지의 필요성

급수나 급탕배관 계통의 수압이 적정하지 못하면 물사용이 불편하고 비경제적인 결과가 초래된다.

수압이 적정하지 않다는 것은 수압이 과

대하게 높은 경우와 너무 낮은 경우이다. 두 경우 각각 어떤 문제점이 있을 수 있는가를 살펴보면 다음과 같다.

① 수압이 과대하게 높은 경우

- 토수량이 과대하고, 손실되는 양이 많다.
- 유수 소음이 크고, 워터해머에 의한 소음과 진동으로 주거환경을 열악하게 한다.
- 배관계통의 이음부, 수전 금구류를 이완시키거나 또는 마모시키므로서 수명을 단축시킬 뿐만 아니라 결과적으로 경제적 손실 즉 유지관리비의 증가를 가져온다.

② 수압이 너무 낮은 경우

- 토수량이 부족하여 물사용이 불편하고, 특히 표 2의 수전류 기구류에서 필요로 하는 최저 수압이 유지되지 않으면 수전류나 기구류를 사용할 수 없게 된다.

따라서 쾌적한 상태로 적정량의 물을 사

용할 수 있고, 배관시스템과 기구류의 상태를 효율적으로 유지하기 위해서는 반드시 급수, 급탕배관내의 압력은 적정범위로 유지되어야 한다.

표 2 기구별 최저 필요압력

기 구	필요압력 (kgf/cm ²)
일반수전	0.3
자폐수전	0.7
대변기 세정밸브	
· 일반 대변기	0.7
· 플로우 아웃 대변기	1.0
소변기 세정밸브	
· 벽걸이형 소변기	0.3
· 벽걸이형 스톨소변기	0.5
· 스톨형 소변기용	0.8
샤 위	0.7
가스 순간 운수기	0.4~0.8

3. 배관계통 구성에 기준이 되는 압력

3.1 급수·급탕배관 계통

급수·급탕 배관계통에 적용되는 기준압력은 사용될 기자재의 수명과 시스템운전이 효율적으로 이루어짐을 전제로 하는 것이다.

그러므로 설계시는 이러한 기준이 확실하게 반영되어야 한다.

표 5 강관의 압력등급

기 호	내 용	적용규격 또는 기준			구 분
		Sch. No.	ANSI	KS	
LW	LIGHT WEIGHT	10	B16.19	D3507	제 압 용
ST	STANDARD WEIGHT	40	B36.10	D3562	중 압 용
XS	EXTRA STRONG	80	B36.10	D3562	고 압 용
XX	DOUBLE EXTRA STRONG	160	B36.10	-	초고압용

3.2 배관재

특히 배관재는 시스템 최고 사용압력이 배관재 자체의 최고 상용압력 범위내에 있도록 선정되어야 하므로 정확한 기준이 적용되고 있다. 표 4는 배관재 및 밸브류의 상용압력 등급, 표 5는 강관의 경우 압력등급의 예이며 표 6은 Sch No.별 두께이다.

표 3 급수·급탕 공급압력

구 분	기준압력 (kgf/cm ²)
주택, 호텔등 주거용 건물	3~4
오피스등 기타 건물	4~5

표 4 배관재 및 밸브류의 상용압력

구 분	상용압력등급(kgf/cm ²)
배관재류	5, 10, 16, (20), 20 ……
밸브류	5, 10, (16), 20 ……

주) ()는 유럽에서 적용되는 상용압력임.

표 5에서 스케줄 번호(Sch. No.)는 다음과 같은 공식으로 정해진 것으로, 설계시 시스템내 최고 사용압력을 기준으로 사용해야 할 배관재의 등급을 정하는데 사용하는 것이다.

$$\text{Sch. No.} = \frac{P}{S_w} \times 10$$

식에서 P : 최고 사용압력(Kgf/cm²)

Sw : 배관재의 허용응력(Kgf/mm²) 이다.

강관의 경우 허용응력이 8Kgf/mm²이므로 시스템의 최고 압력이 60Kgf/cm²으로 추정되는 경우라면 Sch. 80등급의 배관재를 사용해야 한다는 기준을 보여주는 것이다.

표 6 Sch. No.별 관의 두께(mm) 비교

관 경	Sch. 20	Sch. 40	Sch. 80
15	-	2.8	3.7
50	3.2	5.4	5.5
100	4.9	6.0	8.6
150	5.5	7.1	11.0
200	6.4	8.2	12.7

3.3 기구류

위생도기나 기구류 역시 사용상 압력제한이 불가피하다. 이러한 기준을 초과하여 사용하는 경우에는 누설이 나타나기 시작하다가 결국에는 파손될 수밖에 없다. 사용압력에 대한 기준을 준수하지 않아서 파손된 도기나 수전류를 제품상의 결함으로 오인하는 사례는 실무적으로 흔히 있는 일이다.

3.4 워터해머에 의한 충격압력

워터해머란 일정한 압력과 유속으로 배관 계통을 흐르던 非壓縮性 유체의 흐름이 갑자기 차단되었을 때 발생하는 파괴적인 힘과 쿵쾅하는 소음 및 수반되는 진동을 정의하는데 쓰이는 용어이다. 遮斷시점에서 발생하는 충격은 엄청난 힘으로 실제로 폭발시의 파괴력에 비유할 수 있다.

표 7 동관의 압력등급

호칭경	압 력 등 급					
	M		L		K	
	두께 (mm)	상용압력 (Kgf/cm ²)	두께 (mm)	상용압력 (Kgf/cm ²)	두께 (mm)	상용압력 (Kgf/cm ²)
15	0.71	51.5	1.02	74.5	1.24	95.3
50	1.47	30.7	1.78	38.5	2.11	46.1
100	2.41	26.6	2.79	31.5	3.40	38.7
150	3.10	23.3	3.56	27.3	4.88	38.1
200	4.32	24.8	5.08	29.7	6.88	41.2

표 8 각종 기구류의 압력기준

기 구 류	내 압		최고사용압력		비 고
	Kgf/cm ²	PSI	Kgf/cm ²	PSI	
급수용기구류	17.5	250	7.5	110	수도직결용 탱크이후 배관용
배수용기구류	-	-	3.5	50	
수전류(A)	17.5	250	-	-	
수전류(B)	7.5	110	-	-	
위생도기구류	-	-	4.0	-	

길이 L인 관로 말단에 설치된 밸브의 閉鎖에 걸리는 시간이 $2L/a$ 초 이하인 경우를 急閉鎖로 정의하고, 이런경우 배관내 압력이 최대로 상승하며, 상승되는 압력 Pr은 Joukowsky 공식으로 계산된다.

$$Pr = \frac{\gamma \cdot a \cdot v}{10,000g} \text{ [kgf/cm}^2\text{]}$$

식에서 Pr : 상승압력[kgf/cm²]

γ : 유체의 비중량[kgf/m³](물 일 때는 1,000)

a : 壓力波의 전파속도[m/s](물에 대해서 1,200~1,500을 평균치로 한다)

v : 유속[m/s]

g : 중력 가속도[9.8m/s²]이다.

식에 의해서 계산된 압력은 유체속도의 약 14배에 해당한다. 따라서 설계자는 일반적으로 유속을 1.5~3.0m/s 범위로 하여 발생하는 충격 압력을 20~40kgf/cm² 정도로 제한 할 필요가 있다.

4. 결 론

건물이 고층화 될수록 배관내 압력이 높아질 수 밖에 없고, 압력이 높아짐에 따라 사용배관재의 사용등급이 상향조정 되어야 하며 결과적으로는 설비공사비가 증가되어야 한다.

과거에는 상수도 사정이 좋지 못했기 때문에 수압을 최대한 높일 수 있도록 설계하였으나, 지금은 높은 수압을 어떻게 적정하게 조정하느냐를 생각해야 하는 실정이다.

배관을 분리하는 것은 스페이스 상으로나 경제성 측면에서의 검토를 필요로 하지만, 성능이 좋은 감압밸브를 사용하는 것은 배관계통을 단순화 할 수 있으면서도 매우 경제적인 방법으로 판단된다.

어떤 시스템이 되더라도 사용자입장에서 불편하지 않게 급수·급탕을 사용할 수 있도록 설계가 이루어져야 할 것이다.