

워터햄머 흡수기 규격선정

Design of water hammer arresters

Don Gooch
Sioux Chief, USA

■ 정 의

워터햄머는 배관 및 기계설비 산업에 종사하는 기술자, 설계자 및 설비 관리자 와 기타 관계있는 사람들에게는 잘 알려진 용어이다.

워터햄머란, 배관계통을 흐르는 비 압축성 유체가 갑작스럽게 차단될 때 배관계통에 발생하는 파괴적인 힘, 소음, 진동 등으로 정의된다.

차단지점에서 생성되는 엄청난 힘은 실제로는 폭발시의 파괴력에 비유될 수 있다. 배관계통을 보호하기 위해 이러한 힘을 조절할 필요가 있고 소음도 줄일 필요가 있다.

1. 요 약

본고는 배관 및 기계설비분야에 종사하는 기술자, 설계자 및 설비관리자와 기타 관계 있는 사람들이 정확히 워터햄머 흡수기 규격을 선정할 수 있도록 기준을 제시하기 위한 것이다. 워터햄머 흡수기의 정확한 규격선정은 배관재, 밸브류, 계기규, 계량기 등 배관장비를 보호 할 수 있으며, 워터햄머로 인한 심한 소음을 감소시킬 것이다. 여기서는 물을 기준으로 한 설명으로 다른

비압축성 유체에도 동일하게 적용될 수 있음을 미리 밝혀둔다.

급폐쇄 밸브는 소음의 유무에 상관없이 어느 정도의 충격을 발생시킨다. 소음을 듣지 못했다 고해서 워터햄머가 없다고 말 할 수는 없다.

밸브차단 속도를 결정하는데는 다음의 식 (1) 이 사용된다.

$$\text{급폐쇄는 밸브차단속도} \leq \frac{2L}{a}(\text{sec}) \quad (1)$$

여기서 L : 배관길이

a : 압력파의 전파속도(소구경 동관 내에 물이 흐르고 있을 때 물속에서의 압력파 전파속도는 약 1,219 m/sec(4,000ft/sec)) 이다.

15m(50ft) 길이의 소구경 동관에서 최대충격은 밸브의 차단속도가 0.025초 보다 짧을 때 발생된다.

슬레노이드 밸브는 이보다 더 빨리 닫히며, 개별적인 싱글레버 혼합수전 혹은 1/4회전 수전류는 대부분 매우 빨리 닫힌다.

1.5~3 m/sec(5~10ft/sec)의 유속에서 급폐쇄 밸브는 20~40bar(300~600psi)의 충격압을 발생시킨다.

2. 기구급수단위계산

일단 충격압이 구해지면 배관 시스템을 보호하기에 필요한 워터햄머흡수기의 규격 과수량을 선정할 계산이 나올 수 있다.

주택이나 소규모 상업건물에 적용 할 워터햄머 흡수기 규격을 선정하는데 있어서 빠르고 편리하며 신뢰성이 있는 방법은 우리가 자주 들어온 기구급수단위를 기준으로 하는 것이다. 수십년간 이방법은 정확한 규격(A-B-C-D-E-F)을 결정하기위해 P.D.I 나 A.S.S.E에서 사용되어 왔다.

96년 4월 A.S.S.E는 아래표와 같이 "AA"라고 불리는 새로운 규격의 흡수기를 추가한 최신

판 규정을 발행할 예정이다.

(1) 기구급수단위

배관그룹은 워터햄머 방지와 워터햄머흡수기 설치를 논의 할 때 가끔 사용되는 용어이다. 배관그룹은 주방과 욕실에 설치된 기구로 정의 될 수도 있다.

(2) 아파트 급수, 급탕배관 계획

우리가 흔히 볼 수 있는 주택이나 아파트의 급수·급탕 시스템은 기구가 그룹화된 대표적인 형태이다. 주방그룹은 싱크 혹은 자동 식기 세척기에 급수·급탕을 공급하는 것, 욕실그룹은 샤워, 욕조, 세면기에 급수·급탕을 공급하는 것, 세탁기그룹은 세탁기에 급수·급탕을 공급하는 것이다.

표 1 워터햄머 흡수기 규격

규격	AA	A	B	C	D	E	F
기구급수단위	1-3	1-11	12-32	33-60	61-113	114-154	155-330

표 2 기구급수단위(FIXTURE-UNITS)

FIXTURE	CONTROL	WEIGHT IN FIXTURE-UNITS					
		PUBLIC			PRIVATE		
		TOTAL	C. W.	H. W.	TOTAL	C. W.	H. W.
Water Closet	Flush Valve	10	10		6	6	
Water Closet	Flush Tank	5	5		3	3	
Urinal	1" Flush Valve	10	10				
Urinal	3/4" Flush Valve	5	5				
Urinal	Flush Tank	3	3				
Lavatory	Faucet	2	1.5	1.5	0.7	0.5	0.5
Bathtub	Faucet	4	3.0	3.0	1.4	1	1
Shower Head	Mixing Valve	4	3.0	3.0	1.4	1	1
Bathroom Group	Flush Valve Closet				8	6	3
Bathroom Group	Flush Tank Closet				3.6	2.7	1.5
Dishwashing Machine	Solenoid Valve				1.4		1.4
Kitchen Sink	Faucet	4	3	3	1.4	1	1
Service Sink	Faucet	3	2.25	2.25			
Washing Machine	Solenoid Valve	4	3	3	1.4	1	1
Laundry Tubs(1-3)	Faucet				1.4	1	1
Combination Fixture	Faucet				3	2.25	2.25

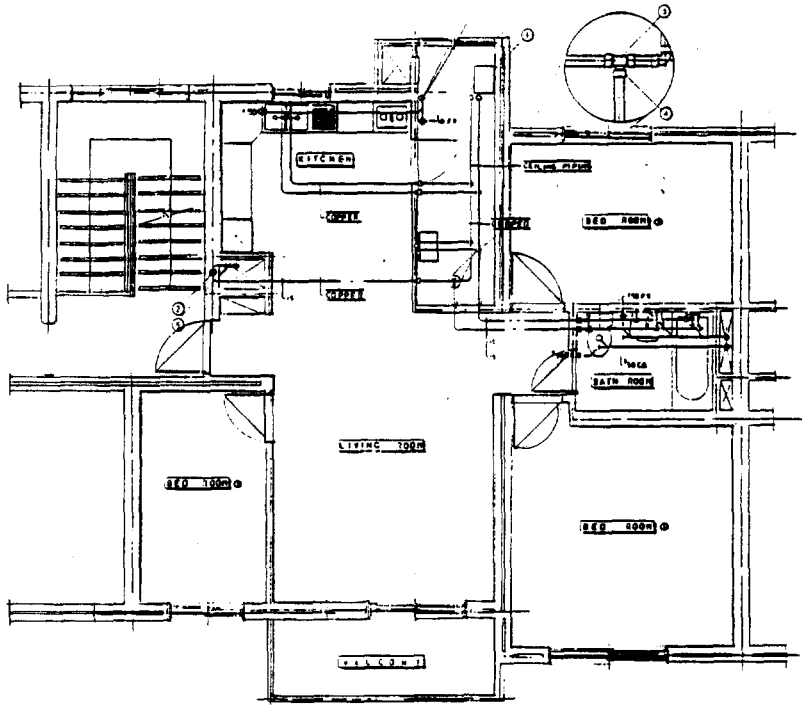


그림 1. 급수급탕 배관도

이러한 그룹에서 각각의 기구는 워터해머가 발생 될 수 있으므로, 이에 대한 보호책은 필요질 실한 것이다.

미국의 몇개주 위생설비기준에서는 급수·급탕 시스템의 배관 및 밸브를 보호하기 위해 이러한 그룹에 각각 워터해머흡수기의 설치를 규정하고 있다. 이러한 주에서는 에어챔버는 워터해머방지에 항구적인 해결책이 될 수 없다하여 사용이 허용되지 않는다.

그렇다면 어느정도의 보호책이 필요한가? 아마도 기대한 것보다 적을 것이다. 누군가 샤워중 혼합수전을 차단시켰을 때 바로 그 동시에 화장실 양변기의 급수밸브가 차단 될 가능성은 얼마나 될 것인가?

주요사항 : 단위세대의 동일한 배관그룹 내에서 하나의 기구 이상이 동시에 사용 될 수는 있으나, 동시에 급폐쇄 될 수 있는 확율은 거의 없다는 것이다.

이러한 사실은 어떤 배관그룹 내에 워터해머 방지를 위해서 필요로 하는 워터해머흡수기의 규격이나 수량을 산정할 때 매우 중요한 참고 자료이다.

기구부하 기준의 선정방법 만으로도 좋은 결과를 얻을 수있지만, 특수한 경우에는 흡수기 용량을 계산하는 물리적 공식을 사용할 수도 있다.

3. 규격선정을 위한 공식

(1) 공식의 정의

흡수기 용량을 계산으로 구하기 위해서는 다음의 식(2)를 사용한다.

$$C = \frac{1,775 \times \text{length} \times \text{LPM}^2}{d^2 \times (\text{pressure factor})} \quad (2)$$

식에서

C = arrester capacity(cubic inches)

Length = Effective Length of Pipe(Meters)
 LPM = Flow(Litres per Minute)
 d = Diameter of Pipe(Millimeters)
 Pressure = Calculation of Pressure
 Factor Difference/Limit(See Chart)

(2) 예제계산

$$C = \frac{1,775 \times \text{length} \times \text{LPM}^2}{d^2 \times (\text{pressure factor})}$$

$$C = \frac{1,775 \times 20 \text{ metres} \times (30\text{LPM})^2}{(14\text{mm})^2 \times (18,269) [\text{from chart}]}$$

$$C = \frac{1,775 \times 20 \times 900}{196 \times 18,269}$$

$$C = \frac{31,950,000}{3,580,724}$$

C=9cubic inches

길이 = 20m(이 길이는 입상판으로부터 수전류까지 지관의 총 길이이다.)

관경 = 14mm(I.D. 가능하다면, 좀 더 정확한 계산을 위해 실제의 내경을 사용한다.)

유량 = 30 LPM(이 값은 실제로 속도의 변화를 말하는 것이다. 수전류가 닫혔을 때 속도는 항상 "0"이며 이 값은 공식에서 가장 중요한 요

소이다.)

유체압력 = 4 bar(이 값은 수전류가 열렸을 때 수전류에서의 게이지 압력이다.)

최대허용압력 = 10 bar(이 값은 결정된 규격의 흡수기가, 배관내에 충격이 일어나지 못하게 할 압력이며, 특별한 경우에는 설계자에 의해 변경 될 수 있다. 미국에서는 대부분의 배관계통과 사용되는 장비가 10Kg/cm²로 설계되어 있다. 이러한 수준에서는 소음이 아주 미약하거나 또는 거의 발생하지 않는다.)

계산결과 워터햄머 흡수기의 용량을 공기실체적이 9m³인 제품이 필요함을 알 수 있다.

(3) 압력비 차트 선도

흡수기 규격은 제품 카탈록의 용량표 참조.

계산된 요구용량과 맞거나 한단계 큰 규격의 흡수기를 선정한다.

예제에서는 11 in3의 용량을 가지는 "C"규격이 된다.

4. 역류에 대한 적용

워터햄머흡수기는 역류가 생길 경우에도 사용된다. 가장 적절한 예는 옥상에 고가수조가 있는

표 3 압력비선도(Pressure Factors)

(kpa/bar)

Maximum Shock Pressure (psi)	Maximum Shock Pressure (bar)	LINE PRESSURE-FLOWING									
		20psi	30psi	40psi	50psi	60psi	70psi	80psi	90psi	100psi	100psi
		1.3bar	2bar	2.7bar	3.3bar	4.0bar	4.7bar	5.4bar	6.0bar	6.7bar	6.7bar
100	6.7	17,235	14,684	11,927	8,721	6,067	3,068	1,586			
110	7.3	19,855	17,166	14,305	11,720	8,342	5,377	3,481	1,586		
120	8.0	21,440	19,303	16,683	13,650	10,513	7,652	5,550	3,171	896	
130	8.7	23,646	21,440	18,890	15,684	13,305	10,134	7,583	4,757	2,585	1,103
140	9.3	26,059	23,646	21,130	24,818	15,684	12,306	9,548	6,205	4,136	2,585
150	10.0	28,128	25,715	23,543	21,165	18,269	14,891	12,133	9,031	6,205	4,378
160	10.7	29,713	27,576	25,853	23,233	20,544	17,580	14,684	11,444	8,238	6,170
170	11.3	31,712	29,506	27,404	25,818	22,923	19,855	17,063	13,788	11,134	8,238
180	12.0	32,471	31,368	29,885	27,783	25,508	22,612	19,751	16,373	13,099	10,513
190	12.7	34,746	33,160	32,195	29,989	27,714	25,094	21,751	18,752	15,580	12,892
200	13.3	34,056	34,746	33,781	32,195	30,196	27,404	24,543	21,371	18,373	15,374

고층빌딩이다. 일반적으로 부스터 펌프는 고가수조로 물을 공급하는데 사용된다. 고가수조가 만수가 되면 펌프는 자동적으로 정지하며 이때 입상관에서 흐르던 유체는 펌프쪽으로 역류하므로 배관 내 역류나 임펠라의 역회전을 막기위해 펌프 토출측에 체크밸브가 설치되어 있다.

우리는 水頭가 가지고 있는 이 압력에 의해 밸브의 차단시 팽하는 귀청이 떨어질 듯한 소리를 자주 들을 수 있다. 어떤 경우에는 체크밸브가 이러한 갑작스러운 힘에 의해 깨어지기도 한다. 통상적인 설치는 판형 혹은 볼형 체크밸브 보다 silent 체크밸브를 설치한다.

Silent 체크밸브는 다른형의 체크밸브 보다 더 빠르고 조용하게 닫히도록 설계되었다. 체크밸브

제조업체와 그동안의 경험으로 부터 수집된 자료에 의하면, silent 체크밸브가 닫힐 때에는 어느 정도 시간이 필요하고, 완전히 닫히기 전에 입상배관으로부터 물이 속도에 의해 운동에너지를 발생 시킨다는 것을 알았다. 배관 내에 유속이 존재하고 급폐쇄밸브가 있을때 워터햄머는 발생된다.

다른나라에서는 기술자 또는 빌딩 소유자들이 공급관에 있는 체크밸브 직후에 워터햄머흡수기를 설치하고 있다.

(1) 고층건물의 급수가압

그림 2는 고층건물에서 역류에 의한 워터햄머를 흡수하기 위하여 체크밸브 부근에 워터햄머흡수기를 설치한 예이다.

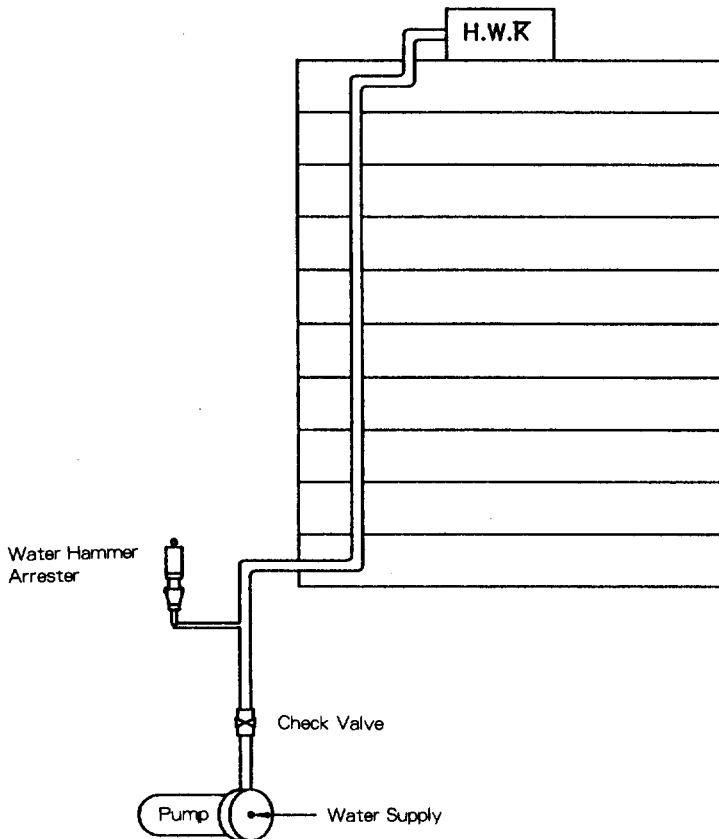


그림 2. 고층건물의 급수가압 배관계통도

5. 맺음말

결론적으로 우리는 워터햄머의 힘이 배관, 밸브류, 계량기, 기타 배관시스템에 장치된 설비시설에 손상을 입힐 수 있다는 것을 알게 되었다.

주택이나 소규모 상업용 건물에 대한 워터햄머 흡수기 적용에 있어서, 기구급수단위에 의한 선정방법은 빠르고 편리하며, 정확한 워터햄머 흡수기 규격을 정하는 실용적 방법이다. 이 방법은 적절한 규격선정을 위해 기술자나, 설계자들에 의해 오랜기간 동안 사용되어 오고있다. 상업용

장비 등과 같은 특별한 적용을 위해서는 요구되는 워터햄머 보호장치의 계산을 위해 수학적인 공식들의 사용이 필요할 수도 있다.

본고에서는 공식에 기초한 용량계산과 역류배관에 적용하는 기본적인 공식들을 소개했다.

한 번 더 강조하자면, 이러한 기본적인 공식들은 우리들의 이해를 돕기위해 설명된 것이며, 대부분의 주택이나 소규모 상업용 건물의 경우에는 기구급수단위를 기준으로 하는 선정방법이 가장 최선의 선택이라는 것이다.