

給水·給湯配管에서의 수격압 防止 技術

Prevention of Water Hammer in Cold and Domestic Hot Water Piping

金 永 浩
Y. H. Kim

(株)正友하이텍 代表理事, 技術士



- 1947년생
- 성균관대학교 졸업
- 배관계통의 제반문제 (밸런싱 부식, 소음, 진동 등) 및 공조기기 제조기술분야에 관심을 가지고 있음.

1. 現 況

1.1 國內現況

건설이나 프랜트 산업분야의 배관계에서 발생하는 수격압 문제는 사람에게 騒音과 振動을 전달 시킴에 따른 피해 뿐만 아니라, 최악의 경우에는 배관계를 파괴시켜 엄청난 사고를 일으킬 수 있다는 점에 더 큰 비중을 두고 있다.

과학적으로는 이미 1878년 수격압이 발생하는 원인이 규명되어, 방지방법 또한 표준화 되어 있으나, 그간 국내에서는 배관계통에서의 수격압에 대한 대책을 깊이 다루어 오지 못했다. 그러나, 점점 건축물이 고층화, 대형화 되고 있는 상황에서 수격압에 의한 피해는 매우 심각해지고 있고, 특히 고층아파트에서의 騒音과 振動 문제는 더 이상 방치해서는 안될 수준에 달하고 있어, 설비분야에 종사하는 기술자들의 올바른 판단과 적극적인 행동이 요구되고 있다.

필자는 그간 수격압 방지에 관계되는 기자재를 취급해 오는 관계상, 중공업분야를 비롯한 많은 산업공장으로부터 수격압에 대한 애로사항을 접한 바 있고, 이에 대한 조치방법을 조언한 바 있으나, 대부분의 질문요지는 어떻게 간단한

기구나 장치를 부착함으로써 수격압에 대한 衝擊壓을 吸收시킬 수 없는가? 라는 것이다.

프랜트설비나 냉·난방 계통의 대구경 배관계에서 발생하는 수격압은 근본적인 문제점부터 해결하지 않으면 안된다. 그러나 衛生(給水·給湯) 配管系에 대해서는 이미 國際規格으로서의 확실한 기준과 적용방법이 정해져 있으므로 본고에서는 위생배관에 수격압(壓) 吸收器(water hammer arresters)를 사용하여 衝擊壓을 조절하는 기술을 다루고자 한다.

특히 수격압 吸收器는 미국에서 최초로 연구되어 규격화 및 제품화 되었음을 감안, 미국사례를 주로 이용하였음을 밝혀 둔다.

1.2 수격압에 관한 主要研究 및 規格制定 經緯(國際現況)

1.2.1. 概 要

수격압에 관한 연구는 1878년 미국에서 처음으로 시작되었으며 고전적인 연구단계, 이론 및 실험결과 확인단계, 실용 공식출현 단계 및 1960년대 초의 표준규격 제정단계를 거쳐 현재에 이르고 있다.

표 1은 수격압 흡수기에 대한 국제규격을 요약한 것이다.

표 1 국제규격

규격	제정	개정
PDI WH-201	1965	1977
ASSE STANDARD NO. 1010	1967	1982
ANSI A112.26.1	1969	1975

給水·給湯 配管系統에 수격압 吸收器를 적용하여 워터햄머 현상에 의한 충격압력을 흡수시키는 방법은 표 1에서 처럼 이미 30여년 전에 보편화 된 기술이나 우리나라의 경우에는 1991년에 처음으로 규격해설이 이루어 졌다.

1.2.2 主要研究 및 規格制定 經緯

(1) 고전적 연구(1878~1905)

- * 1878년 J.M Michaud : 수격압에 관한 최초 연구
- * 1887년 Hugoniot
- * 1898년 Joukovsky : 실험에 의하여 급폐쇠와 완폐쇄에 대한 기준을 정의하고 수격압에 의한 충격압력 계산 공식을 유도함.(본문 식 (1) 참조)
- * 1900년 Rateau
- * 1903년 Lorenzo Allievi

(2) 수격압에 관한 심포지움 개최.(1933)

- * ASME¹⁾의 수격압 위원회가 주최하고 ASME 및 ASCE²⁾의 공동후원 하에 시카고에서 개최됨.
- * 학회에 제출된 포괄적인 이론과 실험결과에 의한 수격압의 특성과 거동에 대한 이론을 확인함.
- * 향후 전문적인 연구의 필요성이 지적됨.

(3) 위스콘신대학 수력 및 위생공학과 연구(1934~1937)

- * Louis H. Kessler 교수 지도
- * 미국수도협회지³⁾ Vol.30, No.1(1938년 1월)에 게재

(4) W.L.Borendants(네델란드)

- * 급수 배관계에서의 수격압에 의한 충격압력 계산공식을 유도함.
- * 연구결과는 1939년 네델란드 "WATER"지에(1월 27일, 2월 10일, 2월 24일)게

제되었고 Louis H. Kessler에 의해 영어로 번역되어 미국수도 협회지 Vol 31, No. 11(1939년 11월)에 게재.

(5) Dean, F.M Dawson⁴⁾과 A.A.Kalinske⁴⁾의 연구(1937~1939)

- * 수격 압력 계산방법에 관한 논문발표
- * 미국수도 협회지 Vol.31, No.11(1939. 11)에 게재.

(6) 전국 위생 및 냉·난방 공사 협회⁵⁾

- * 기술정보 No.3(위생설비에서의 급수공급관)발간⁶⁾
- * 적절한 규격의 공기챔버(Air Chamber) 계산 방법 제시

(7) Howare Moore⁷⁾의 연구서

- * Analysis and Control of Hydraulic Surge
- * 일반적인 시스템에의 적용은 어려움.

(8) 미국 위생배관협회⁸⁾ 설립.(1960)

- * 설비분야 제품 생산업체들로 구성
- * 모든 기술내용을 포함하는 "수격압 메뉴얼"제정 착수
- * 미국시험연구소⁹⁾와 합동으로 4년간의 실험과 연구를 거쳐 1965년 PDI규격 WH-201¹⁰⁾을 제정함.

(9) 미국 규격위원회 A112 조직¹¹⁾ (1955. 7. 27)

- * 배관재료 및 장비의 규격화 전담
- * 1964년 5월 1일, 수격압 흡수기(Water Hammer Arresters)에 대한 규격제정을 위하여 전문위원회(Panel No.26)조직. (PDI 소속 기술자들이 특별 전문위원으로 위촉됨)
- * 1966년 6월 29일 : PDI WH-201을 기초로 하는 규격초안 제출
- * 1966년 7월 27일 : 수정본을 Panel No.26에 상정, A112에서 승인.
- * 1969년 7월 8일 : 미국규격협회¹²⁾ 승인 미국국가규격(ANSI A112.26.1. Water Hemmer Arresters)으로 확정.
- * 1975년 2월 11일 : 위 규격을 1차 개정하여 현재에 이룸.

2. 수격압이 配管系에 미치는 影響

2.1 流體의 流動狀態에 따른 配管系의 變化

그림 1은 배관계에 충격압력이 발생하는 원리를 설명하는 것이다. (a)에서처럼 관내유체가 정지된 상태에서는 정압만이 작용할 것이고 (b)와 같이 관내유체의 유동이 시작되면 일정한 동압이 작용된다. (c)에서와 같이 어느 구간에서 흐름이 차단되면 압력파가 발생하고, 급폐쇄 지점을 기준으로 왕복운동하게 된다. 이때의 압력과 전파속도는 1,200~1,500m/sec에 달한다는 것을 1898년 Joukovsky가 실험으로 입증하였다.

그림 2는 이와같은 압력파가 왕복함에 따른 배관계의 변화를 보여주는 것으로,관이 풍선처럼 팽창되었다 수축되었다 하는 과정을 반복하므로써 관과 관이음쇠 접합부를 약하게 만들어 이완 또는 파손시키거나 누수를 발생시키는 외에도, 배관계통의 각종 밸브류, 계량기, 계기류 및 장비류를 조기에 파손시키며 배관에 진동과 소음을 발생시킨다.

2.2 수격압에 의한 衝擊 強度

길이 L 인 관로 말단에 설치된 밸브의 폐쇄에 걸리는 시간이 $\frac{2L}{a}$ 초 이하인 경우를 급폐쇄로 정의하는데, 이런 경우에 배관내 압력이 최대로 상승된다. 상승되는 압력 P_s 은 다음의 Joukovsky 공식으로 계산된다.

$$P_s = \frac{w a v}{10,000} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \dots\dots\dots (1)$$

- 식에서 P_s : 상승압력(kg/cm²)
 w : 유체의 비중량(kg/m³ 물의 경우 1000kg/m³)
 a : 압력파의 전파속도 (m/s. 물에 대해서는 1,200~1,500m/s를 평균치로 한다)
 v : 변화된 유속 (m/s)
 g : 중력가속도 (9.8m/s²)이다.
- 식에 의해서 계산된 압력은 유체속도의 약 14

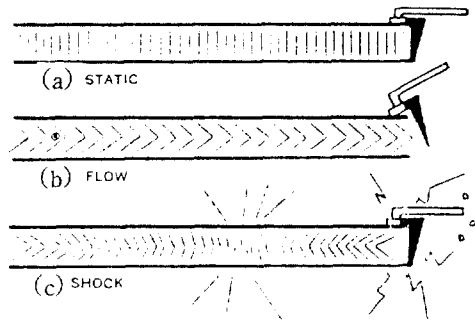


그림 1 관내 유동상태에 따른 압력의 변화

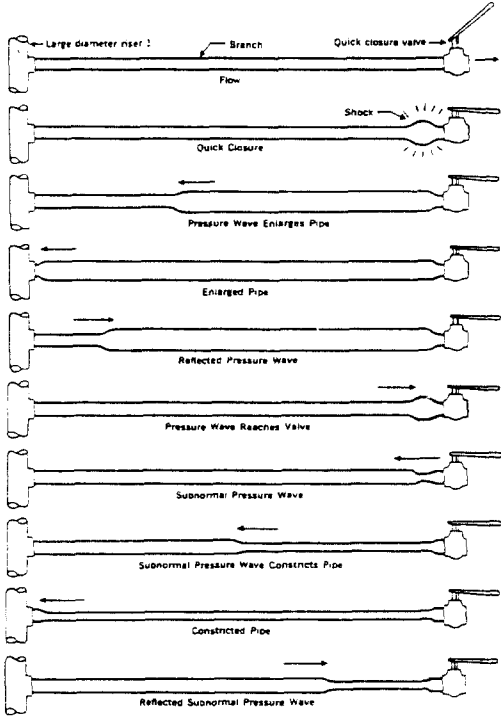


그림 2 충격파에 따른 배관계의 변화

배에 해당한다. 따라서 설계자는 일반적으로 관내 유속을 1.5~3.0m/s 범위로 제한하여 발생하는 압력을 20~40kg/cm² 정도로 제한 할 필요가 있다.

일반적으로 수격압이 곧 소음으로 생각되기 쉬우나, 실제로는 가청음이나 소음을 동반하지 않는 수격압도 있다. 급폐쇄의 경우 충격압은

항상 발생되지만 소음은 발생할 수도, 발생하지 않을 수도 있기 때문에 소음이 없다고 해서 배관계에 수격압이나 충격압이 발생하지 않는다고 생각할 수는 없다.

3. 공기챔버(air chamber)와 수격압 吸收器(water hammer arresters)

3.1 공기챔버

3.1.1 構造

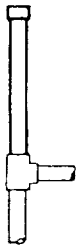
공기챔버는 그 동안 배관계에 발생하는 충격압을 조절하는 한가지 방법으로 이용되어 왔다. 이것은 그림 3~그림 6에서와 같이 사용된 배관과 동일구경으로 0.3~0.6m 정도를 연장하고

윗부분에는 캡을 씌우거나 다른 방법으로 끝을 막아서 공기나 물이 새어 나가지 않도록 한 것이다.

그림 3, 4는 기구나 장치에 공급되는 급수관에 설치하는 일반적인 형태, 그림 5는 공급주관용 그림 6은 공기를 재충전 할 수 있는 형태로 분기관 끝 또는 공급주관에 설치하는 형태이다. 이들은 모두 관과 관이음쇠로 구성되었다.

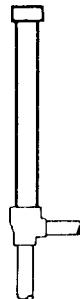
3.1.2 流動狀態에 따른 空氣室 體積 變化

그림 7에서 물의 흐르는 과정을 살펴보자. 배관내 물이 흐르지 않을 경우에는 관과 공기챔버내에 공기가 꼭 차게 된다. 물이 채워진 상태에서 물의 유동이 없을 때는 공기가 일정한 체적을 가지나 물이 흐르기 시작하면 일시적으로 공기



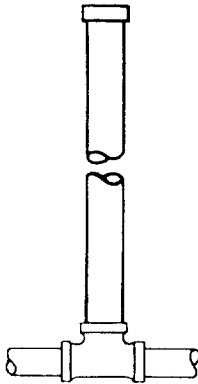
Plain Type(동일구경)

그림 3



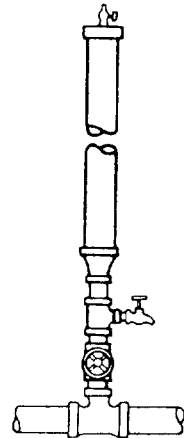
Plain Type(큰 구경)

그림 4



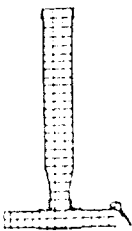
Stand pipe Type

그림 5

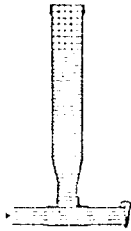


Rechargeable Type

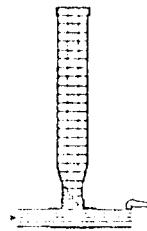
그림 6



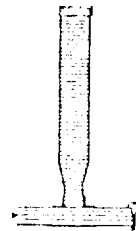
(a) 관내에 물이 없을 때



(b) 관내에 물이 채워졌을 때



(c) 유체의 유동이 시작될 때



(d) 유동이 활발하여 난류가 되었을 때

그림 7 유동상태에 따른 공기실 체적 변화

의 체적이 커졌다가 난류유동에 의해 공기가 고갈된다. 충격압이 발생하면 모든 공기가 물에 흡수되며, 공기가 차지하던 부분이 물에 잠기면서 충격압 흡수능력은 상실된다.

3.1.3 공기챔버의 性能

미국시험연구소¹³⁾는 공기챔버가 배관내 압력이 10kg/cm²를 넘지 않도록 충격압을 조절해 줄 수 있는 시간과, 배관계에서 심한 소음과 진동이 발생함으로써 입증되는 충격압 조절이 불가능해지는 시점까지의 시간을 측정하는 시험을 실시하였다. 그 결과가 표 2이며 정확한 규격으로 만들어진 공기챔버라해도, 충격압을 안전한 압

력한계로 흡수해 줄 수 있는 것은 일시적임을 알 수 있다. 공기챔버 내에 최초로 충전된 공기의 양이 계속 보존될 수 있다면 지속적으로 충격압을 흡수해 줄 수 있는 성능을 가질 것이나, 실제로 공기는 쉽게 소멸 되기 때문이다.

따라서 공기챔버가 충격압을 적절하게 조절할 수 있으려면, 충분한 공기를 포함할 수 있도록 넓어야 하며, 없어진 공기를 재충전할 수 있어야 한다. 그러나 정확히 규격이 정해졌다고 해도 공기챔버는 일시적으로만 배관계에 발생하는 최대 충격압을 안전된 한계로 감소시켜 줄 뿐이다. 결과적으로 공기챔버로 배관내 충격압력을 흡수한다는 것은 불가능 한 것이다.

표 2 공기 챔버의 성능유지 가능시간

시료 번호	공기 챔버의 체적		관경 (B)	공기 챔버의 규격		성능유지	
	in ³	cm ³		직경 (B)	길이 (m)	10kg/cm ² 이하	총 합
1	30	490	1/2	3/4	1.44	최초 1시간	2일
2	50	820	3/4	1	1.48	~	3일
3	75	1230	1	1 1/4	1.27	~	2일
4	110	1800	1 1/4	1 1/2	1.37	~	2일
5	170	2790	1 1/2	2	1.28	~	1일
6	300	4920	2	3	1.03	~	2일

주) 총합은 10kg/cm²을 넘더라도, 부분적으로 충격압을 흡수하는 모든 범위를 말함.

3.2 수격압 吸收器

3.2.1 構造

수격압 흡수기의 구조는 그림 8에서와 같이 3종류로 대별된다.

공통적으로 물이 접촉되는 부분과 공기 또는 질소가스실이 분리되어 있으며, 공기실 체적이 변화됨으로써 충격압력을 흡수해 주는 원리이다.

즉 그림 8의 (a)·(b)와 같은 구조의 제품은 다음과 같은 보일의 법칙에 의해 배관내의 충격압력을 흡수하는 것이다.

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 = \text{일정} \dots\dots\dots (2)$$

식에서 P₁, P₂ : 수격압 흡수기의 최초 및 최종

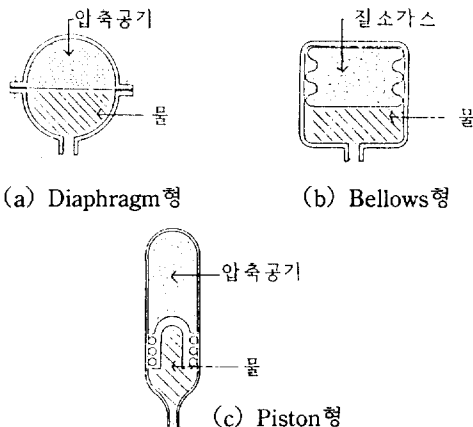


그림 8 수격압 흡수기의 구조

상태에서의 압력(kg/cm²)

V_1, V_2 = 공기 또는 질소가스실의 체적(m³)이다.

3.2.2 基本要件

給水·給湯 配管材와 밸브류는 사용압력 10 kg/cm²(150 psig)으로 설계 및 제조된다. 따라서 형태와 구조는 다르더라도 수격압 흡수기는 그림 9의 표준 시험장치에 부착하여 상온의 물로 5,000 사이클, 80°C 이상의 물로 5,000사이클, 도합 10,000사이클 시험결과 충격압력을 10kg/cm² 이

하로 유지시켜야 한다.

시험조건은 표 3과 같다.

표 3 시험조건

배관길이 : 15m
관내수압 : $4 \pm 0.03 \text{ kg/cm}^2$
유속 : $3 \pm 0.06 \text{ m/s}$
배관차단속도 : 0.025S

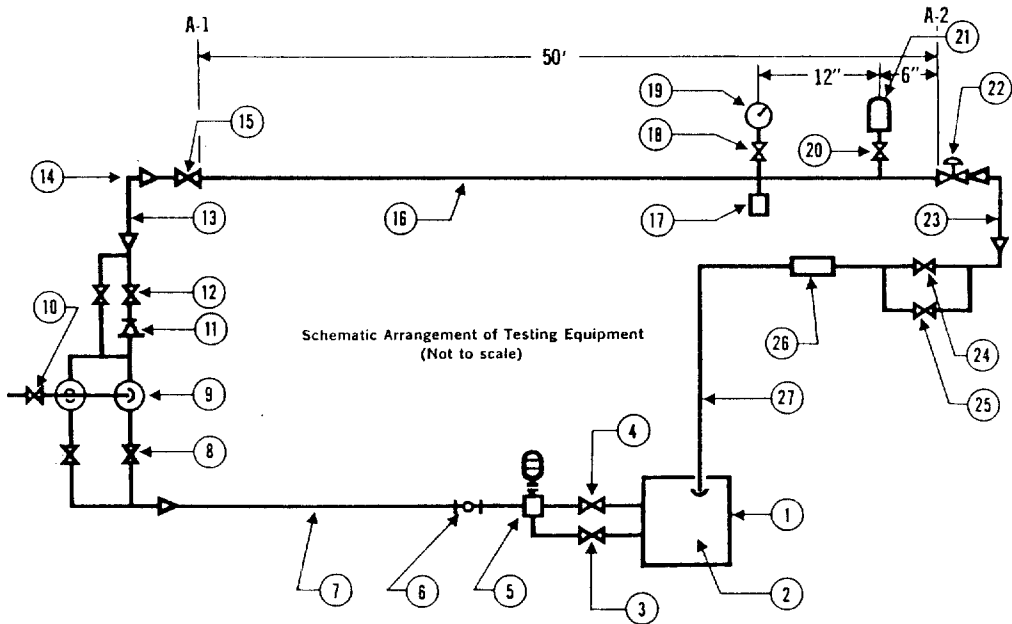


그림 9 시험장치¹⁴⁾

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 1 — Sump tank 3'x3'x3'. 2 — Heating element in tank. 3 — 2" gate valve. 4 — 1½" gate valve. 5 — 160 G.P.M., 110 P.S.I.G. Pump. 6 — Tee and elbow for return. 7 — 1½" pipe. 8 — Two 2" gate valves for inlet to pneumatic tanks. 9 — Two 30 gal. pneumatic water tanks (12" dia.) equipped with 24" sight glass. 10 — ½" air line and globe valve. 11 — 3" check valve. 12 — 3" gate valves. 13 — 10" header — 2 feet in length. 14 — Pet cock (air bleed), installed at top of header fitting. 15 — 2" gate valve. | <ul style="list-style-type: none"> 16 — Test length steel pipe (sizes 2", 1½", 1¼", 1", ¾" and ½" to fit between A1 and A2.) 17 — Pressure transducer. Endevco Model 2501 — 500 18 — Globe valve. 19 — 100 P.S.I. gauge to measure flow pressure. 20 — Gate valve, size to be same as outlet size of unit to be tested. 21 — Water hammer arrester. 22 — 2" pneumatically activated hydraulic valve. 23 — 10" header — 2 feet in length. 24 — 2" metering valve. 25 — ½" metering valve. 26 — Flow meter assembly. 27 — 2" pipe line. |
|--|---|



(a) 품질보증 표식

(Name of Independent Testing Laboratory)

(Street, City, State, and Zip Code)

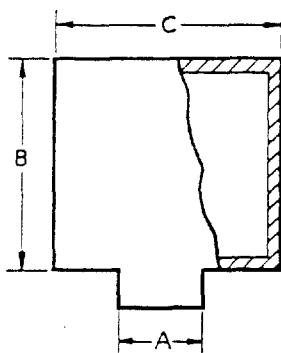
WATER HAMMER ARRESTER CERTIFICATE

This is to certify that a production Water Hammer Arrester, Model No. _____, manufactured by, or for _____, which conforms to the drawing and dimensions illustrated herein, has been tested by us as of this date in accordance with the testing procedures established by the Plumbing and Drainage Institute, in P.D.I. Standard WH-201 for size _____ Water Hammer Arresters. We further certify that when such arrester was tested on a _____ inch pipe line of fifty feet effective length, flow pressure of 60 P.S.I.G. and flow velocity of 10 feet per second, such arrester limited the surge pressure created by sudden valve closure to 150 P.S.I.G., maximum, which is the acceptable limit in such Standard.

DIMENSIONS

DESCRIPTION

A =
B =
C =



Subscribed and sworn to (or affirmed) before me at _____,
this _____ day of _____, 19_____
Notary Public _____
My commission expires _____

The statements made herein are certified to be true and correct.
Name _____
Title _____
Date _____
Test No. _____

(b) 품질보증서 서식

그림 10 품질보증 표식 및 서식

3.2.3 수격압 흡기의 규격

그림 8에서 처럼 어떤 구조나 형태를 취하던 충격압 흡수능력별 6개규격으로 통일되어 있으며, 규격을 구분하는 데에는 FU(fixture unit, 기구단위)를 기준으로 한다.

표 4 수격압 흡수기의 규격

규격	A	B	C	D	E	F
용량 (FU)	1-11	12-32	33-60	61-113	114-154	155-330
접속구	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2

3.2.4 제품 성능의 보증

PDI는 다음과 같은 과정을 거쳐 제품의 품질과 성능을 보증하고 있다.

(1) 시험장치

그림 9와 동일한 장치를 사용한다.

(2) 시험항목

1) 성능시험

표 3과 동일한 시험조건에서 상온의 물을 사용하여 5,000사이클의 충격시험을 실시하고, 5번과 15번 사이클 사이의 임의의 두 값의 평균이 10kg/cm²이하이어야 하며, 이 값을 보증서에 성능시험 값으로 표시한다.

2) 내구성시험

표 3과 동일한 시험조건에서 80℃.이상의 물을 사용하여 다시 5,000사이클의 충격시험을 실시하고 5,000번과 10,000번제 사이클의 평균값(역시 10kg/cm² 이하이어야 한다)을 보증서에 내구성시험 값으로 표시한다.

(3) 총괄보증

성능시험과 내구성시험에 합격한 제품에 대하여 그림 10과 같은 품질보증서를 발급한다.

(4) 보증마크 부여

PDI WH 201에 의한 앞의 모든 시험에 합격한 제품에 대하여 식별이 용이하도록 그림 11과 같은 품질보증 또는 승인표식을 부착한다.

(5) PDI 보증 제품에 대한 사후관리

PDI WH-201에 적합함을 지속적으로 보증하기 위하여 정기적으로 육안검사와 물리적인 시험을 실시한다.

각 제조업체는 PDI로부터 최초의 보증서를 발급받은 날로부터 3년 이내에 그 이후는 매 1년마다 육안검사와 물리적 시험용으로 2개의 제품시료와 제품의 재질 규격 등을 확인할 수 있는 상세도 및 PDI WH-201의 기준과 성능에 충족함을 입증하는 서류를 제출하여야 한다.

시료중 1개는 육안검사 용으로 절단된 상태, 1개는 성능시험 용의 완전한 상태로 제출되어야 한다. 절단된 시료에 의해 치수, 재료 등이 검사되며 재료는 제시된 상세도와 일치 하는지의 여부를 검사하되, PDI기준과 상위할 경우에는 정밀분석이 이루어진다.

완전한 상태의 시료는 PDI WH-201에 의한 성능시험 용으로 사용된다. 검사 및 시험된 시료와 상세도는 사후관리 용으로 보관된다.

검사 및 시험과정에서 PDI 기준과의 상위점은 PDI 사무총장에게 보고되며, 사무총장은 제조업체 담당자와 PDI의 전문가 간에 충분한 협의를 거치도록 하고, 그 결과에 따라 결정된 사항을 제조업체에 통보한다.



WH-201

Certified by the Plumbing and Drainage Institute, Lifetime cycle tested by independent lab. 10,000 shock cycles at 60PSI flow pressure, 10 ft./sec. flow velocity and a 25 millisecond shut-off valve.



ASSE 1010

Approved by the American Society of Sanitary Eng.



ANSI A112-26-1

Conforms to the American National Standards Institute

그림 11 품질보증(승인) 표식

3.3 성능시험 결과

3.3.1 공기챔버

표 3과 동일한 조건에서 상온의 물을 사용하여 5,000사이클의 시험을 실시한 결과는 그림 12와 같다.

공기챔버는 3/4B 강관 1.5m 끝에 캡을 씌운 형태이며 초기에는 충격압을 150psig 이하로 조절하였으나 250회의 사이클에 도달하기 전에 이미 150psig를 초과하였고, 약 4400번의 사이클에서 관내 수압이 250psig(17kg/cm²)를 넘어 급격히 성능이 저하되었다.

3.3.2 수격압 흡수기

표 3과 동일한 조건에서 PDI가 보증하는 제품(그림 13 참조)를 대상으로 실시한 시험결과는 그림 14와 같다.

냉수상태의 5,000사이클과 온수(80°C) 상태에서의 5,000사이클 모두 관내 압력을 10kg/cm²(150psig) 이하로 유지시켜 제품의 성능이 균일함을 알 수 있다.

3.3.3 여러가지 제품의 비교시험 결과

그림 15는 PDI보증제품을 비롯한 여러가지 제품을 비교시험한 결과이다.

①은 일반적으로 사용하는 공기챔버로 길이가 0.6m, 사용되는 관경보다 한 단계 큰 구경이다. 최초에는 240psig(16kg/cm²)으로 압력을 조절하였으나, 점점 압력 조절기능이 상실된다.

②는 PDI보증을 받지 않은 제품으로 처음에는 210psig(14kg/cm²)로 압력을 조절하였으나 점진적으로 조절기능이 상실된다. 점선부분은 실제의 5000사이클 시험이후 예상되는 결과이다.

③은 PDI보증을 받지 않은 또다른 제품으로 처음에는 185psig(12.5kg/cm²)로 압력을 조절하였으나 역시 점진적으로 조절기능이 상실된다. 점선부분은 실제의 5,000사이클 시험이후 예상되는 결과이다.

④는 계산된 규격의 공기챔버 평균성능을 대표한다. 처음에는 145psig(9.8kg/cm²) 이하로 압력을 조절하였으나 급격히 조절기능이 상실된다.

⑤는 표준의 PDI 보증제품 성능을 대표한다. 처음부터 10,000사이클 시험에 이르기까지 압력을 150psig 이하로 정확히 유지시킴을 알 수 있다.

그림 15에서 시험 사이클은 10,000번이었으나, PDI가 보증하는 제품은 동일조건에서 수십만번의 충격사이클 시험에서도 항상 150psig 이하로 압력을 조정하였다.

4. 수격압 吸收器 規格選定 및 設置方法

4.1 規格選定 方法

4.1.1 FU¹⁵⁾ 基準

과거에는 수격압 흡수기 규격을 선정하는 방법이 다양하여 설계나 시공기술자들에게 많은 혼동을 주었다. PDI WH 201에서는 규격 선택

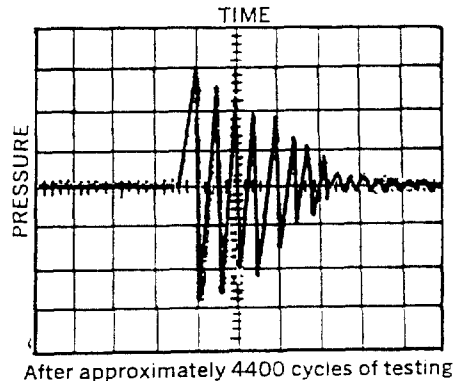
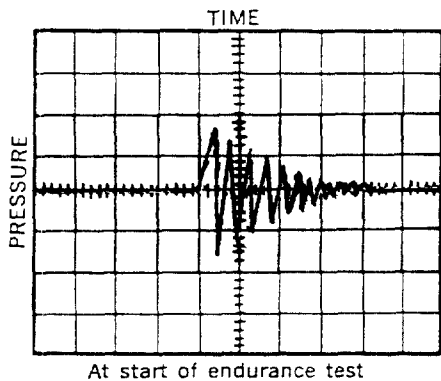
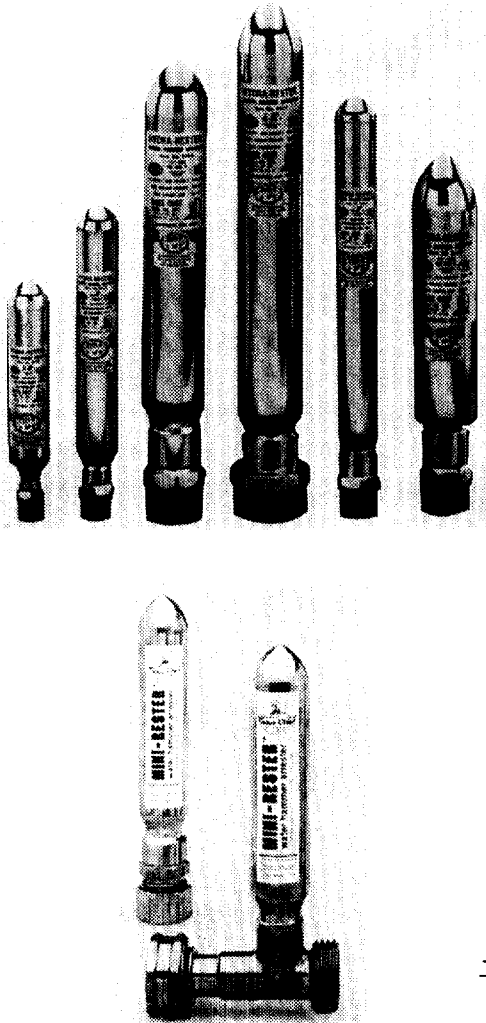


그림 12 계산에 의한 공기챔버 성능시험결과¹⁵⁾

(a) 외형



(b) 구조

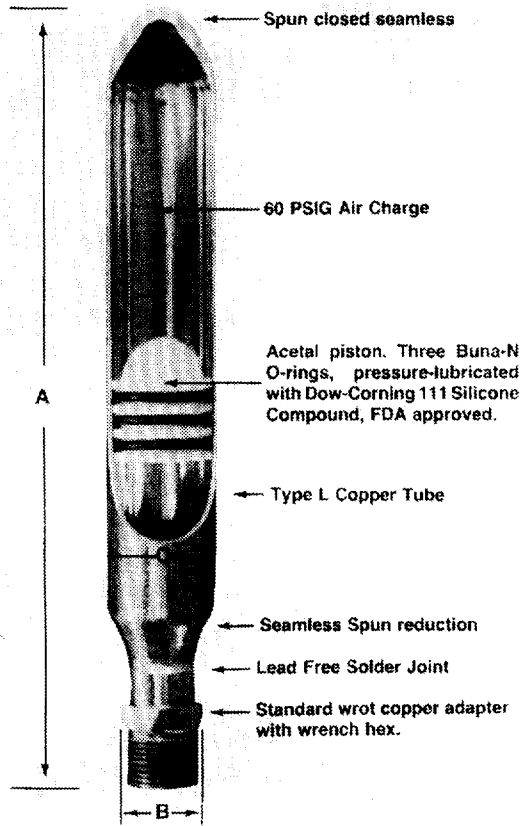
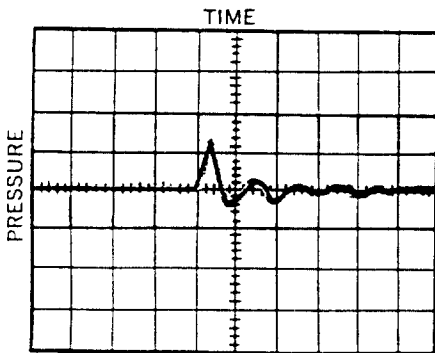
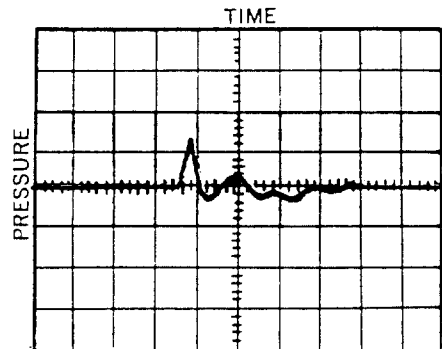


그림 13 PDI 보증품의 예



At start of endurance test



After 10,000 cycles of endurance testing.

그림 14 수격현상 흡수기의 성능시험결과¹⁶⁾

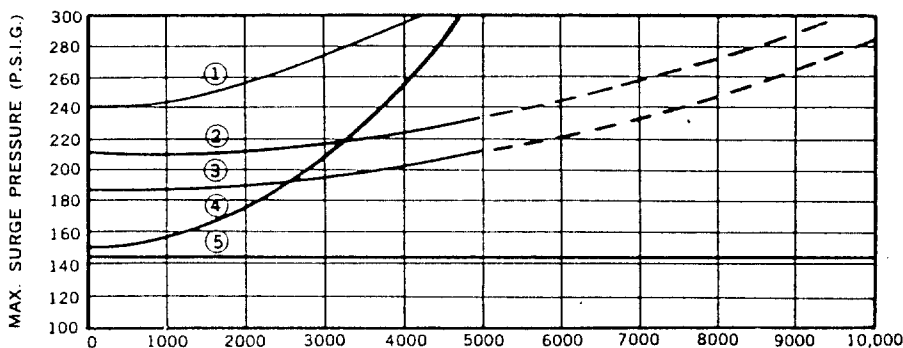


그림 15 여러 제품의 비교시험 결과¹⁷⁾

표 5 기구급수 단위

위 생 기 구	공급량조절기구	기 구 단 위					
		공 용			개 인 용		
		계	급 수	급 탕	계	급 수	급 탕
대 변 기 (서양식)	세정 밸브	10	10	—	6	6	—
〃	세정 탱크	5	5	—	3	3	—
Pedestal 소 변 기	세정 밸브	10	10	—	—	—	—
스틀 또는 벽부형 소 변 기	세정 탱크	5	5	—	—	—	—
〃	세정 밸브	3	3	—	—	—	—
세 변 기	수 전	2	1.5(2)	1.5	1	1	—
욕	조	4	2(4)	3	2	1.5(2)	1.5
샤	위	4	2(4)	3	2	1(2)	2
생	크	3	3	3	—	—	—

주) ()는 국내기준을 표시함.

방법을 FU기준으로 통일함으로써 혼동없이 규격 선정이 가능하다.

표 5는 수격압 흡수기 규격 선정의 기준이 되는 위생기구별 기구급수단위이다. 그러나 미국기준과 국내기준이 차이가 있어서 국내기준을 적용할 경우에는 과대 선정될 우려가 있으므로 설계시 주의를 요한다.

여러가지 위생기구가 설치되어 있는 대부분의 경우 기구중 어떤 것은 수전이 닫혀 있을 것이다. 또한 동시에 여러개의 수전이 잠겨 있을 수도 있다.

표 6은 이와 같은 모든 설계조건 즉 동시사용율, 관경, 배관길이, 수압 및 유속 등이 감안된

수격압 흡수기 선정기준이다.

표 6 PDI 규격별 적용기구 급수 단위(FU)

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

4.1.2 配管内 壓力基準

위생기구에 연결되는 배관내 이상적인 압력은 55psig(4kg/cm²)이하이다. 수압이 너무 높을 때에는 감압밸브를 설치하여 기구를 보호해야 한다.

배관내 압력을 기준으로 수격압 흡수기를 선정하는 기준은 표 7과 같다.

표 7 관내 압력기준 수격압 흡수기 선정기준

수압이 65psig(4.5kg/cm ²) 이하 일 때	FU 기준 규격을 그대로 선정한다(표준규격)
수압이 65psig(4.5kg/cm ²)을 초과 할 때	표준규격보다 1단계 큰 규격을 선정한다.

4.1.3 配管 길이 基準

멀리 떨어져 있는 단일의 위생기구나 장비류의 공급배관에 설치할 규격 선정방법은 표 8과 같다.

표 8의 (a)는 위생기구에 연결되는 지관의 수압이 55psig(4.0kg/cm²)이하로 유지된 이상적 배관계통에 적용하며 표 8의 (b)에서와 같이 관내 수압이 65psig초과 85psig 이하인 배관계통에서는 65psig 이하인 배관계에서 보다 1단계 큰 규격을 선정해야 한다는 것에 유의할 필요가 있다.

4.2 設置基準

4.2.1 支管의 길이가 20'(6m)이하 일 때 (原則1)

그림 16에서와 같이 마지막 2개의 위생기구에 연결되는 공급지관의 중간에 설치한다.

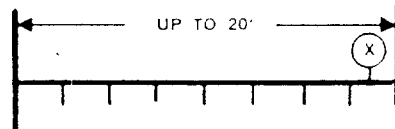


그림 16 원칙 1에 의한 설치위치

(예 1) 그림에서와 같은 급수·급탕배관계에 필요한 수격압 흡수기의 규격을 선정한다.

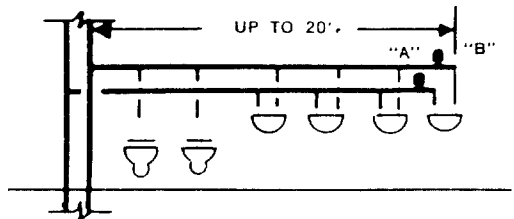


표 8 장거리 위생기구에 대한 적용 기준

(a) 수압이 65psig(4.5kg/cm²) 이하인 배관의 경우

관경(B) 배관길이	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2
25ft (10m)	A	A	B	C	D	E
50 (15)	A	B	C	D	E	F
75 (20)	B	C	D	A.E	F	E.F
100 (30)	C	D	E	F	C.F	F.F
125 (40)	C	D	F	A.F	E.F	E.F.F
150 (45)	D	E	F	D.F	F.F	F.F.F

(b) 수압이 65psig(4.5kg/cm²)초과 80psig(kg/cm²)이하인 배관의 적용기준

관경(B) 배관길이	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2
25ft (10m)	B	B	C	D	E	F
50 (15)	B	C	D	E	F	C.F
75 (20)	C	D	E	F	C.F	F.F
100 (30)	D	E	F	C.F	E.F	E.F.F
125 (40)	D	E	C.F	D.F	F.F	B.F.F.F
150 (45)	E	F	C.F	F.F	D.F.F	F.F.F.F

해) FU와 선정결과

기 구	급수용	급탕용
대변기(F.V)	$10 \times 2 = 20$	-
세 면 기 계	$1.5 \times 4 = 6$ 26	$1.5 \times 4 = 6$ 6
선 정	B	A

4.2.2 支管의 길이가 20'(6m)를 초과 할 때
(原則2)

그림 17과 같이 구간을 나누어 2개의 수격압
흡수기를 설치한다. X와 Y가 담당하는 범위는
행당구간 전체 FU수의 1/2이상으로 한다.

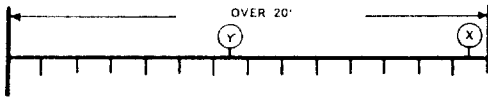


그림 17 원칙 2에 의한 설치위치

(예 2) 그림에서와 같은 급수 · 급탕배관계에
필요한 수격압이 흡수기의 규격을 선
정한다.

해) FU와 선정결과

기 구	급 수	급 탕
대변기(F.V)	$10 \times 4 = 40$	-
세면기(F) 계	$1.5 \times 8 = 12$ 52	$1.5 \times 8 = 12$
선 정	B 2개	A 2개

그림 18은 설계자가 흔히 사용하는 위생배관
계통도이다. 입상관과 지관의 관경을 정하기 위
해서는 각 구간별로 설치되는 위생기구의 수량
에 따른 기구급수 단위를 구하여야 한다. 마찬
가지로 1개 구간에 설치되어야 하는 수격압 흡
수기의 규격을 선정할 때에도 기구급수 단위를
계산해야 하고, 그 결과를 표 6에 적용하는 일만
남는 것이다.

정확한 규격이 선정되면 그림 18에서와 같이
도면상에 PDI기호를 표시 하므로서 혼동을 피
하도록 하면 제조업체에서도 올바른 규격의 제
품을 만들 수 있게 된다.

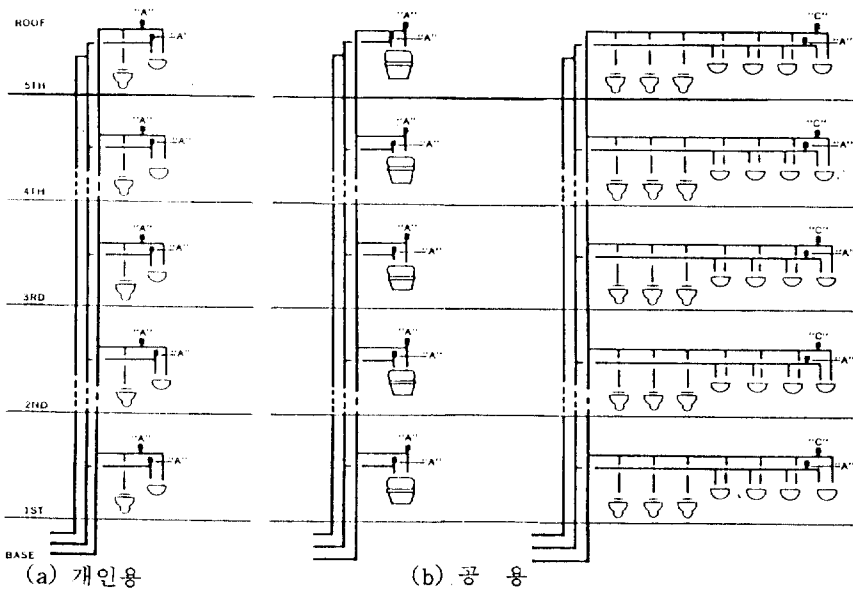
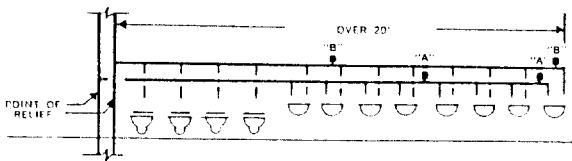


그림 18 선정된 규격의 설치위치 및 표기

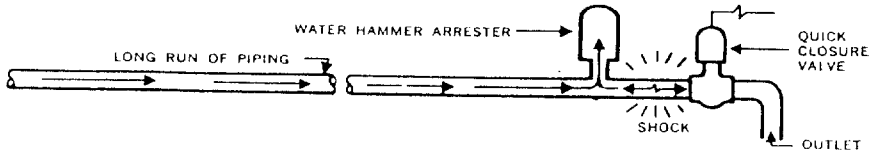


그림 19 원거리에 있는 개별 위생기구 배관의 수격압 흡수기 설치방법

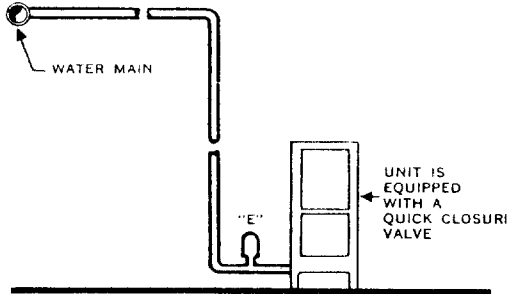


그림 20 긴급차단 밸브가 부착된 장비

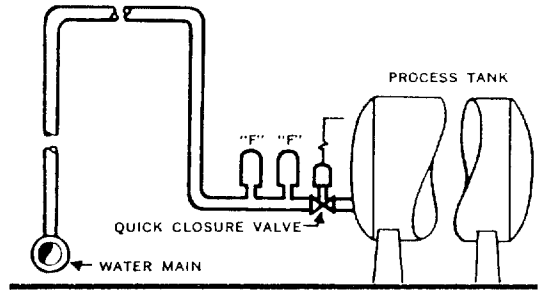


그림 21 긴급차단 밸브가 사용되는 용기

4.2.3 器具까지의 거리가 먼 配管系統

멀리 떨어진 개별 위생기구까지의 배관길이가 긴 경우, 수격압 흡수기는 그림 19에서와 같이 가급적 급폐최점에 가깝게 설치하여야 급폐시 수격압으로 발생하는 충격에너지를 조절하여 충격파가 배관계에 전파되는 것을 용이하게 방지할 수 있다.

(예 3) 그림 20 및 그림 21과 같은 배관계(조절밸브, 진공브레이커 및 기타 배관에 설치되는 장치)에 설치된 단일의 기구나 장비에 대한 수격압 흡수기 규격을 선정한다.

해) 그림 20과 그림 21에 대한 조건과 선정결과

구분	그림 20	그림 21
조건		
관경(B)	1	2
배관길이(m)	28	30
수압(kg/cm ²)	3.74	4.08
유속(m/s)	2.44	3.05
선정	E 표8(a)참조	F.F 표8(a)참조

(예 4) 그림 22와 같은 배관계에 설치된 단일 기구에 대한 수격압 흡수기 규격을 선정한다.

해) 조건과 선정결과

조건	선정
관경 : 3/4B	C 표 8(a) 참조
배관길이 : 23m	
수압 : 3.4kg/cm ²	
유속 : 1.8m/s	

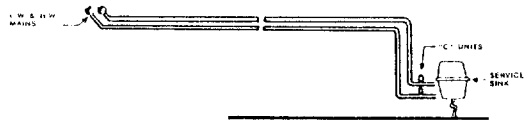


그림 22 서비스 싱크

(예 5) 그림 23 및 그림 24와 같은 배관계에 설치된 기구에 대한 수격압 흡수기 규격을 선정한다.

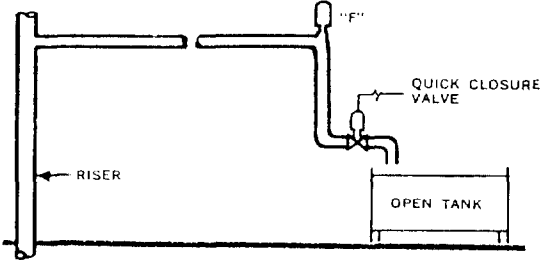


그림 23 개방형수조

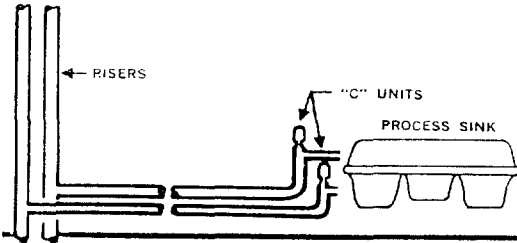


그림 24 공정싱크

해) 그림 23과 그림 24에 대한 조건과 선정결과

구분	그림 23	그림 24	
조건	관경(B)	1 1/4	2
	배관길이(m)	30	15
	수압(kg/cm ²)	3.6	3.1
	유속(m/s)	2.44	2.44
선정	E	F.F	
	표8(a)참조	표8(a)참조	

이상에서 미국의 PDI WH 201을 기준하여 급수·급탕배관계에서의 수격압 압력을 흡수하는 방법을 검토하였다.

통일된 규격과 선정방법에 의하여 혼동없이 설계나 시공 할 수 있고 간단히 위생배관에서의 수격압에 의한 피해를 없앨 수 있다는 것은 새로운 사실이 아님을 인식할 필요가 있다.

이러한 외국의 사례가 국내에도 하루빨리 받아들여져서 진정한 주거문화 향상에 기여되기를 기대하는 바이다.

引用文

- 1) The american society of mechanical engineers(미국기계공학회)
- 2) The american society of civil engineers(미국토목공학회)
- 3) The journal of the american water works association.
- 4) Iowa시의 수리학 연구소 연구원.
- 5) The national association of plumbing, heating, cooling contractors.
- 6) Technical bulletin No.3.(Water supply piping for the plumbing system)
- 7) Project engineer for the cook flectric company
- 8) The plumbing & drainage institute
- 9) The uniter states testing laboratiry
- 10) Standard PDI-WH 201. water hammer arresters.

(이 규격은 1991. 8. 17. 본회 주최 하계 특별강연회에서 해설된 바 있음.)

- 11) Usa standards committe A112.
- 12) American national standards institute (Usast)
- 13) United States Testing Laboratory
- 14) PDI WH 201 P7
- 15) PDI WH 201 P8
- 16) PDI WH 201 P8
- 17) PDI WH 201 P8
- 18) Fixture unit : 각기 다른 위생기구가 배관계 통의 부하로 작용되는 정도를 숫자로 표현한 것(National plubing code)

參考文獻

1. PDI WH 201, Water hammer arresters. - Certification, sizing, placement and reference data -
2. ASSE. STANDARD NO.1010. Water hammer arresters.
3. ANSI A112. 26. 1. Water hammer arresters.