

# 워터햄머 흡수기 규격 및 사용에 관한 최근의 동향

## A discussion on market, testing standards and practical application of water hammer arrestors

金 永 浩  
Y. H. Kim

아세아유니온, 씨엔티 코퍼레이션



- 1947년생
- 냉난방시스템의 밸런싱기술에 관심을 가지고 있다.

### 1. 워터햄머 흡수기 규격

#### 1.1 햄머 흡수기

물이 흐르는 배관계통에서는 마치 물로 망치질을 하는 것과 같은 파괴적인 힘이 발생하여 배관계통의 손상이나 심한 소음과 진동을 발생시킨다. 일정한 압력과 유속으로 배관계통을 흐르던 비압축성 유체의 흐름이 갑자기 차단 되었을 때 발생하는 것인데 파괴적인 힘과 소음 및 진동을 수반한다.

이러한 현상을 워터햄머라고 정의한다.

워터햄머 흡수기는 워터햄머 현상으로 발생하는 이상 압력을 흡수해 주는 기구로서 규격화 된 상품 이름이다.

사실상 워터햄머 현상은 오랫동안 수 배관시스템에 있어서 골치거리였으며, 배관 시스템에서 최초로 워터햄머의 파괴적인 힘(충격)을 조절하는데 사용된 방법은 에어챔버였다. 그러나 에어챔버는 극히 짧은 시간에 공기층이 상실되므로 이상 압력 흡수기구로는 효과가 없다는 것이 입증된지 오래다. 워터햄머로 인한 높은 압력이 곧바로 에어챔버 내부를 물로 채워 기체의 체적이 0이 되므로 에어챔버의 기능이 상실되기 때문이다.

그래서 현재는 규격화된 워터햄머 흡수기가 워터햄머로 인한 이상 압력을 흡수해 주는 가장 확실한 방법으로 적용되고 있는 것이다.

#### 1.2 미국의 워터햄머 흡수기 규격

1960년 위생배관협회(plumbing and drainage institute, PDI)는 배관재 제조업자로 구성된 특별위원회로 하여금 워터햄머로 인한 이상 압력을 흡수해 줄 수 있는 기계적 워터햄머 흡수기(machanical water hammer arrestors)에 대하여 규격을 포함한 전문적인 내용의 매뉴얼 작성 사업을 착수하도록 하였다.

그 결과가 PDI WH-201 규격으로 1965년에 완성된 것이다. PDI는 미국내 위생관계 제품 즉 지붕 및 바닥 드레인, 포집기, 대변기, 스트레이너, 트랩 및 크린아운 등의 제품을 제조하거나 판매하는 업체를 회원으로 가지고 있는 단체이다.

한편 PDI WH-201 규격이 제정된 이후, 미국 위생공학회(american society of sanitary engineers, ASSE)는 수많은 회원과 회원사(PDI 회원이 아닌)로부터 워터햄머 흡수기에 대한 위생공학회 규격의 제정을 요구받게 된다. 그래서 2년뒤인 1967년 위생공학회는 PDI의 양해 하에

PDI WH-201을 모체로한 학회 워터햄머흡수기 규격 ASSE-1010를 제정하게 된다.

또한 미국의 워터햄머 흡수기 제조업체들은 기계공학회(american society of mechanical engineers, ASME)를 통한 국가 규격(american national standard institute, ANSI)화를 추진하여 1969년 ANSI/ASME A112, 26, 1M로 워터햄머 흡수기도 국가 규격이 되었다. 역시 ANSI/ASME A112, 26, 1M의 내용도 PDI WH-201과 같으나, 전문 위원회(consensus group)에 의하여 체계적으로 재 작성 된 것이다. 하나의 단체 규격을 국가규격으로 인정받기 위해서는 여러단계의 성능 검증이 이루어져야 한다. 또한 인정작업에는 각분야를 대표하는 기술자, 관계공무원, 법률가, 제조업체 등 모든 이해관계자가 참여하게 되며 그들의 의견이 수렴 되어야만 한다. 이러한 회의는 공개적으로 이루어지며 모든 결정은 투표결과에 따른다.

1994년까지 ASSE 1010과 PDI WH 201 양 규격은 수차례에 걸쳐 수정 및 보완 되었지만, 성능보증을 위한 시험과 인증이 양쪽기관에서 이루어져 중복될 뿐만아니라 이중 부담이 되어 왔다. 또한 위생 배관협회는 규정상의 제한 된 회원 자격, 즉 생산 및 판매업체가 회원이기 때문에 사실상 ANSI에서 요구하는 조건을 충족 시킬 수 없다는 문제를 안고 있다. 따라서 1994년

PDI 이사회는 위생공학회가 ASSE 1010에 성능검사 기준을 보장하고 이 기준으로 제품 인증 업무를 겸하도록 결정하였다.

이러한 배경으로 ASSE-1010 규격은 1996년 6월 개정되었고, 국가규격 ANSI/ASME A112, 26, 1M도 이에 맞추어 개정 되므로써, 이후로는 PDI와 ASSE에 이중으로 인증을 받을 필요가 없어졌다. 모든 제조업체들은 3년안에 개정된 ASSE-1010 규격에 의하여 재보증을 위한 성능 시험을 받아야만 한다. 일부 제조업체는 이미 모든 시험을 완료했고, ASSE별 부착승인을 받은 바 있다.

### 1.3 규격에 의한 제품의 예

현재 미국에는 PDI WH-201이나 ASSE-1010에 의해 인증된 여러 제조업체 제품이 있으나 대표적인 제품의 예는 표 1과 같다.

표 1의 제품의 형태는 그림 1과 같으며 내부의 구조는 그림 2와 같다.

## 2. 주요 국가별 사용 현황

### 2.1 북미지역

P.P.P사(미국 오레곤주 포틀랜드 소재)는 최초로 피스톤 타입의 워터햄머 흡수기를 개발하여 1972년 1월 미국 특허를 받았으며, 1976년 8월 피츠버그 실험실에서의 테스트를 거친후 1977년

표 1 워터햄머 흡수기(water hammer arrestors, WHA)의 대표적인 예

구 분	명 칭	규 격	용 도
급수급탕 배관전용	fluid hammer arrestors	3/8~6"	액체 및 가스
	sweet on water hammer arrestor	1/2~2"	급수, 급탕 동관 전용
	laundry-용	3/4	세탁기 전용
특수용 (산업용)	stainless steel WHA	1/2~6"	산성, 석유, 부식성 액체, 해수, 증류수 등
	C.P.V.C WHA	1/2~4"	음료수, 냉수를 사용하는 산업 설비용
	고압용 WHA	1/2~4"	음료수, 냉수를 사용하는 산업 설비의 고압용 (2,000PSIG)
	초고압용 WHA	1/2~6"	해수, 석유, 화공약품 등 부식성유체의 초고압용 (5,000PSIG)
	니켈도금된 WHA	1/4~6"	해수, 화공약품, 부식성유체, 증류수 등의 액체용

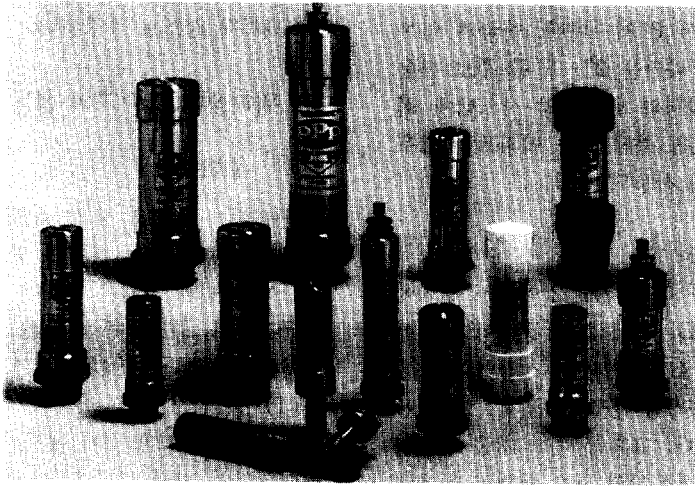


그림 1 워터햄머 흡수기의 대표적 형태

구 조

- Barrel : type "K" hard drawn copper
- Cap : standard wrought copper or CAD 360 brass
- Piston, Threaded Adapter, and Flanges; CAD 360 brass or bronze casting
- Seals : "O" rings, parker spec.(N951-75), (EPDM)
- Seal Lubricant : dow-corning silicone compound #111, FDA approved



그림 2 내부구조의 예

1월 첫번째 ASSE 쉘을 획득한 회사이다. 피스톤 타입의 흡수기가 처음으로 시장에 소개 되었을 때, 외형이 크고 수명이 짧은 다이아프람 및 벨로즈 타입의 흡수기에 의한 저항이 많았으나, 피스톤 타입의 흡수기는 다양한 규격과 적용압력 범위가 크므로 설계상의 선택 폭이 넓고, 외형이 콤팩트하고 설치가 간단할 뿐 아니라 수명이 반영구적이라는 등의 혁신적 장점으로 인하여 엔지니어링 회사의 즉각적인 호응을 받았다. 또한 기술보급을 통한 그들의 노력으로 현재는 피스톤 타입의 흡수기가 거의 북미시장을 장악하고 있다. 북미시장 규모는 연간 6,000,000~7,000,000개로 추정된다.

2.2 일본 및 동남아시아

1990년초 P.P.P사는 흡수기에 관심을 가지고 있는 일본시장의 진출을 시도하여, 1992년 일본시장을 위한 피스톤타입 흡수기에 특허를 받고, 이어 일본수도협회(J.W.W.A)의 쉘을 인증받았다. 그 결과 매년 수출량을 배가하고 있다. 일본시장은 대략 약 500,000개 정도로 추정된다. 미국산 피스톤타입 제품은 일본시장을 포함하여 타이완, 태국, 홍콩, 중국, 싱가포르, 인도, 호주, 동아시아와 한국시장에서 널리 사용되고 있다. 이

시장의 규모는 연간 약 15,000,000개 정도이며 사용규격은 1/2"에서 8"까지이다. 한국과 일본을 제외한 대부분의 나라는 2"~8"를 주로 사용하고 있는데, 고층빌딩의 급수가압 시스템에 적용하기 때문이다. 단독 주택 또는 아파트의 경우는 주로 1/2"~1"가 사용되고 있다.

### 2.3 한 국

1991. 8. 17 학회 하계 특별 강연회시 필자에 의하여 처음으로 PDI WH-201 규격이 국내에 소개되었고, 1992. 4. 3 위생부문 강연회(주제 : 워터햄머 방지기술)을 통하여 구체적인 적용 사례가 발표된바 있다. 그후 꾸준한 기술 정보가 소개되어 현재는 건설분야의 주요 자재로 사용되

고 있다. 아직 초기단계에 있어서 연간 수요는 500,000개 정도로 추정된다.

### 3. 워터햄머 흡수기의 성능

#### 3.1 일반사항

흡수기는 새로운 규격 ASSE-1010-1996 개정판의 실험영역과 성능에 맞게 설계되어야 한다. 이 실험의 영역은 대부분 현장 적용에 대한 평균값이다. 품질인증을 위한 검사는 성능검사와 내구성시험 및 총괄보증으로 나누어진다.

#### (1) 성능검사

성능검사는 그림 3에 예시된 시험장비에 의해 수행되어야 한다. 각 검사에서는 그림 4에 나타

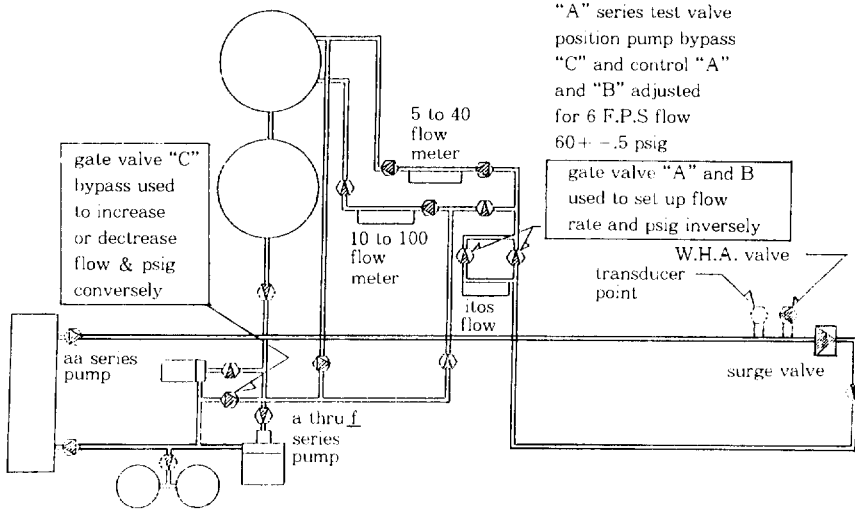


그림 3 워터햄머 흡수기 성능시험 장치

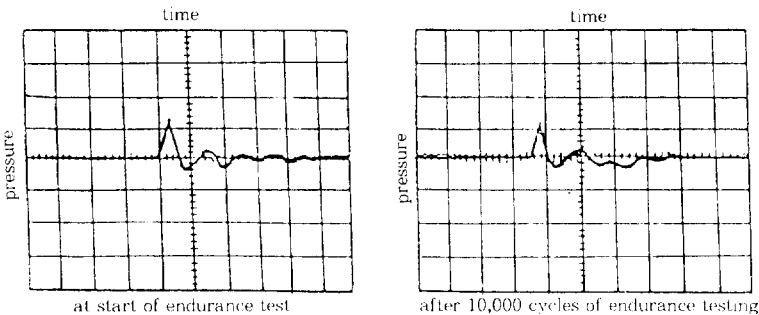


그림 4 오실로그래프

난 오실로그래프와 유사한 오실로그래프가 압력증가와 시간을 나타내 주는데 사용된다. 시험설비 배관계에는 물을 채우고, 내부의 공기 특히 변환기, 압력계, 밸브류, 관이음쇠류 등에서 공기트랩을 형성할 수 있는 곳의 공기를 완전히 제거한다. 시험대상 제품의 성능이 정상으로 나타날 수 있도록 시험설비에는 에어포켓이 형성되지 않아야 한다.

시험설비는 정해진 순서에 따라 결과치가 안정된 값으로 측정될 때까지 관내압력, 밸브의 개폐회수, 압력 흡수 상태 등을 계속 점검하면서 반복적으로 공압 밸브를 개폐한다. 최대 흡수압력은 5번째와 15번째 사이클 사이 임의의 두값을 구하고, 이 값의 평균을 보증시 적용하는 결과치로 한다.

(2) 내구성 시험(endurance test)

시험대상 제품은 성능시험에서와 같은 방법으로 시험설비에 설치하여, 상온의 물로 5,000사이클의 충격시험과 180°F(80°C) 이상의 물로

5,000사이클의 충격시험이 추가된다. 관내압력, 속도 및 밸브 개폐 회수는 시험기간 중 계속적으로 점검되며, 최대 흡수 압력은 5,000번째와 10,000번째 사이클에서의 값을 평균하여 보증값으로 한다.

(3) 총괄보증

성능과 내구성 시험에 합격한 제품에 대하여 그림 5와 같은 ASSE의 인증서가 발급된다.

(4) 보증씰 사용

ASSE에 의해 시험을 행하고 합격된 제품에 한하여 그림 5의 마크와 같은 보증씰의 부착이 허용된다.

(5) 사후 관리

ASSE-1010에 적합함을 지속적으로 보증하기 위하여 시험 및 검사가 정기적으로 이루어지며 이 시험은 육안 검사와 물리적 시험으로 구분된다. 각 제조업체는 최초 인증서를 발급받은 날로부터 3년 이내에 그 이후는 매 1년마다 사후관리 검사를 받아야 한다.

AMERICAN SOCIETY OF SANITARY ENGINEERING



This certifies that Precision Plbg. Prods. is authorized to display the A.S.S.E. Seal on its

Copper Sweat Arrestors - #SWA-500 1/2," SWA-750 3/4," SWA-1000 1," SWA-1250 1-1/4," SWA-1500 1-1/2," and SWA-2000 2"  
in the manner and under the conditions stated herein and any supplemental description sheets,

in accordance with A.S.S.E. Standard Number 1010 - 1982

This authorization is issued for one (1) year from date hereon and is renewable annually or a period of five (5) years subject to the conditions printed on the reverse side of this certificate.

The SEAL displayed on a product indicates that the product has been tested for compliance with an appropriate and accepted A.S.S.E. Standard for performance in a system of plumbing.

The American Society of Sanitary Engineering has created the SEAL program to encourage improvements in plumbing products and systems in the interests of greater protection of public health and safety.

DATE November 6, 1990

CHAIRMAN Clifford L. Starn  
A.S.S.E. SEAL BOARD

그림 5 제품에 관한 성능인증서

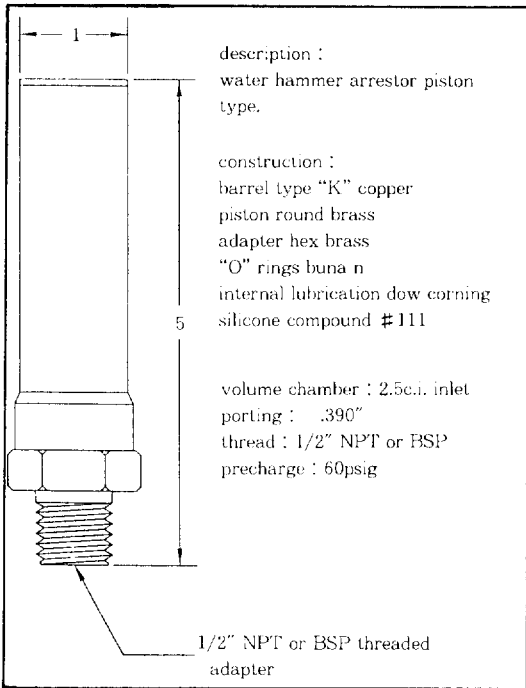



그림 6 검사용 시편의 예

### 3.2 검사 결과의 예

그림 6과 같은 제품 1/2"와 3/4"을 대상으로 규정된 실험 설비에서 시험한 결과는 그림 7~그림 11과 같다.


### 3.3 워터해머 흡수기 설계자료

현재 PMI(plumbing manufacturers institute, 워생배관 제품 제조협회)는 모든 주거용 건물에 주로 사용되는 규격인 1/2" 워터해머 흡수기에 대하여만 특별한 기준을 정하고 있다. 이 규격에 대해서는 반드시 물리적 시험, 유량, 밸브 차단 속도, 정압, 배관 재질과 길이, 충격 정도, 충격의 감소, 열팽창, 건축재료 등을 고려하여 설계되어야 하고 모든 미세한 변화에 대해서도 성능이 발휘될 것을 요구한다. 모든 제조업체들의 워터해머흡수기는 이 규격에 부합 되어야 한다. 그러나 사용빈도가 크지않은 2 1/2"~8" 흡수기는 특별한 규제가 없이 제조업체 자체의 기준이 그대로 인정되고 있다. 제조업체가 제품 설계 및 제조시 고려하는 내용은 표 2와 같다.



**PRECISION PLUMBING PRODUCTS, INC.**

Div. of C. H. PERROTT, INC.  
Airport Business Center • 7021 NE 79th Court  
Portland, Oregon 97218 • 503-256-4010  
\*Specify with confidence — install with pride\*  
FAX # 503-253-8165



---

TEST DATE: JANUARY 16, 1997

PIPE SIZE: 3/4" AIR CHAMBER

TEST PIPE SIZE: 96 1/2" OVAL LENGTH 1" DIA.

WHA SIZE, CU IN.: 5.0 CUBIC INCHES

WHA PRE-CHARGE PSIG: 60

WHA INLET C.V. SIZE INCHES: 1.750

COMMENTS:  
SIZED PER PDI WH201 AIR CHAMBER  
SIZING CHART, 1994

**HYDRAULIC CONDITIONS**

FLOW RATE 6FPS  
VALVE SPEED 25MS

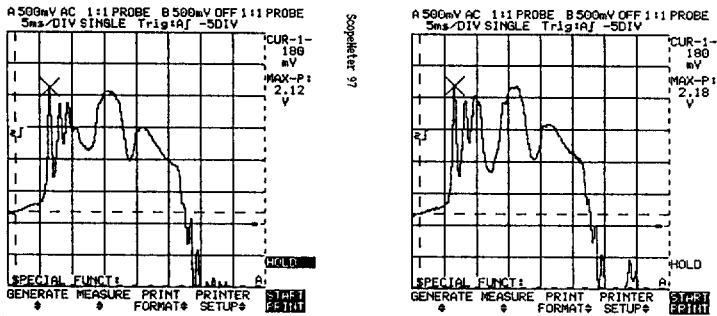
FLOWING STATE: 4 137 BAR(60PSIG)  
HIGH STATE 4 171 BAR(60 5)  
LOW STATE 4 102 BAR(59.5)

SURGE CONDITION: 23 448 BAR(340PSIG)  
HIGH SURGE: 24 137 BAR(350PSIG)  
LOW SURGE: 22 758 BAR(330PSIG)

SLPRESSION CONDITION: 6 206 BAR(90PSIG)  
SLPRESSION HIGH: 6 896 BAR(100PSIG)  
SLPRESSION LOW: 5 517 BAR(80PSIG)

**INSTRUMENTATION SETTINGS**  
A CHANNEL 580MV AC  
SCOPE SPEED: MS/DIV  
PROBE: 1 TO 1  
TRIGGER: EXTERNAL WITH -5 DELAY; LOW TO HIGH.

그림 7 시편의 개요와 시험조건



TEST DATE: JANUARY 16, 1997

PIPE SIZE: 3/4" AIR CHAMBER  
 TEST PIPE SIZE:  
 WHA SIZE, CU.IN.:  
 WHA PRE-CHARGE PSIG:  
 WHA INLET C.V. SIZE INCHES:

COMMENTS:

TESTING WITHOUT AIR CHAMBER INSTALLED

**HYDRAULIC CONDITIONS**

FLOW RATE 6FPS  
 VALVE SPEED 25MS

FLOWING STATE: 4.137 BAR(60PSIG)  
 HIGH STATE: 4.171 BAR(60.5)  
 LOW STATE: 4.102 BAR(59.5)

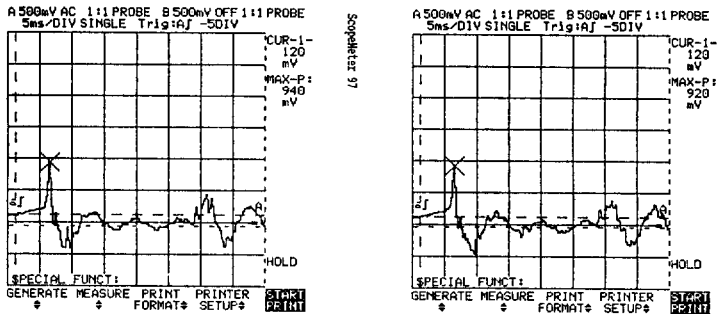
SURGE CONDITION: 23.448 BAR(340PSIG)  
 HIGH SURGE: 24.137 BAR(350PSIG)  
 LOW SURGE: 22.758 BAR(330PSIG)

SUPPRESSION CONDITION: 6.206 BAR(90PSIG)  
 SUPPRESSION HIGH: 6.896 BAR(100PSIG)  
 SUPPRESSION LOW: 5.517 BAR(80PSIG)

**INSTRUMENTATION SETTINGS**

A CHANNEL 500MV AC  
 SCOPE SPEED: MS/DIV  
 PROBE: 1 TO 1  
 TRIGGER: EXTERNAL WITH .5 DELAY; LOW TO HIGH.

그림 8 에어챔버를 사용한 경우의 압력변화



TEST DATE: JANUARY 16, 1997

PIPE SIZE: 3/4" WATER HAMMER ARRESTOR  
 TEST PIPE SIZE: 96 1/2" OVAL LENGTH 1" DIA.  
 WHA SIZE, CU.IN.: 50 CUBIC INCHES  
 WHA PRE-CHARGE PSIG: 0  
 WHA INLET C.V. SIZE INCHES: .750

COMMENTS:

WITH AIR CHAMBER INSTALLED

**HYDRAULIC CONDITIONS**

FLOW RATE 6FPS  
 VALVE SPEED 25MS

FLOWING STATE: 4.137 BAR(60PSIG)  
 HIGH STATE 4.171 BAR(60.5)  
 LOW STATE: 4.102 BAR(59.5)

SURGE CONDITION: 23.448 BAR(340PSIG)  
 HIGH SURGE: 24.137 BAR(350PSIG)  
 LOW SURGE: 22.758 BAR(330PSIG)

SUPPRESSION CONDITION: 6.206 BAR(90PSIG)  
 SUPPRESSION HIGH: 6.896 BAR(100PSIG)  
 SUPPRESSION LOW: 5.517 BAR(80PSIG)

**INSTRUMENTATION SETTINGS**

A CHANNEL 500MV AC  
 SCOPE SPEED: MS/DIV  
 PROBE: 1 TO 1  
 TRIGGER: EXTERNAL WITH .5 DELAY; LOW TO HIGH.

그림 9 WHA를 설치한 후의 압력변화

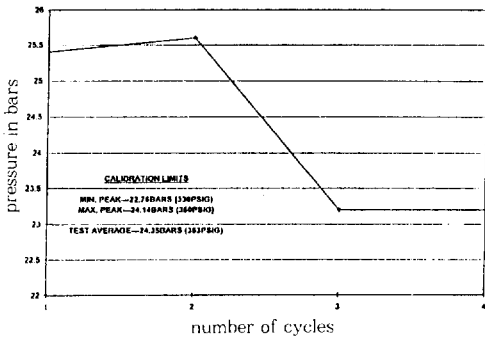


그림 10 PPP'S "A" arrester calibration 결과

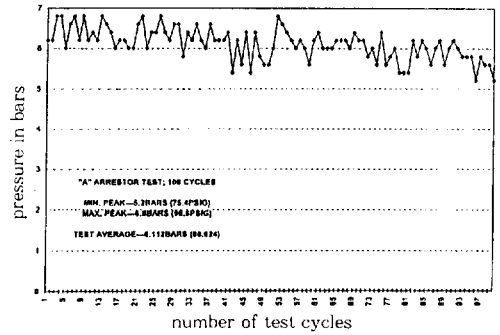
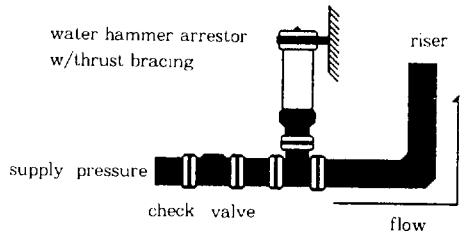


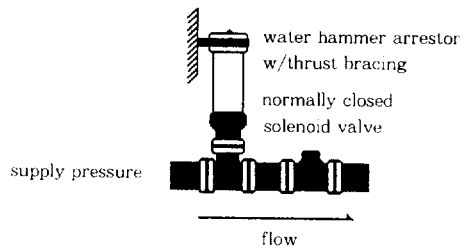
그림 11 PPP'S "A" arrester test 결과

표 2 이론적 물리적 실험에서 보정되어야 하는 값들

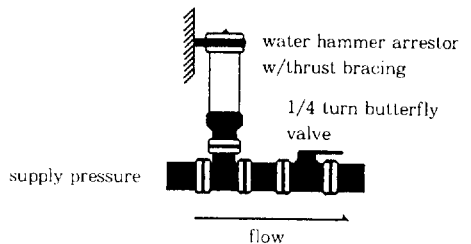
- 건축재료	- 위치 에너지
- 배관재의 탄성 계수	- 최대 충격 흡수 압력
- 배관재의 D/E 계수	- 온도 변화 범위
- 배관길이	- 가스 충전 압력
- 정압	- 운동에너지
- 밸브 차단 속도	



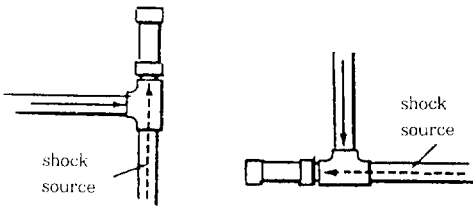
(a) riser protection



(b) process protection

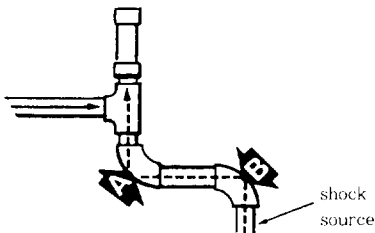


(c) fill station protection



a. 수직배관

b. 수평배관



c. 꺾인배관

그림 12 WHA의 설치위치

그림 13 Typical water hammer arrester system installations



#### 4. 효과적인 설치 방법

워터햄머 흡수기는 충격파를 발생시키는 원천(예 : 밸브류, 펌프 등등)으로부터 가장 가까운 위치에 설치한다. 그림 12에서 올바른 설치 위치를 보여준다. 즉, 워터햄머 흡수기는 충격파가 합쳐지는 위치에 설치해야 충격압을 완전하게(100%) 흡수해 줄 수 있다. 급수 가압 배관상에 설치 할 때에는 배관경과 동일한 규격, 수직 라인 또는 수평라인에 관계 없이 50'(15M) 간격으로 설치 할 것을 권장한다. 흡수기의 위치는 분기관과는 별개로 체크밸브 다음에 설치 되어야 하며 이런 설치형태는 1/2"~2" 배관계 에서 실험 되었고 흡수기는 체적과 유량에 맞도록 설계 되었다. 3"~8"의 대규격 제품도 같은 기준으로 선정 할 수 있다.

특히 대용량의 워터햄머 흡수기를 주배관(대규격 배관)에 설치한 경우에는 그림 13과 같이 충격 흡수시 파괴를 고려한 지지를 권장하고 있다.

#### 5. 맺음말

교통수단과 통신의 발달로 세계의 모든 정보를 쉽게 받아 볼 수 있다고 하지만, 특수한 기술분야에서 만큼은 상황이 다르다. 미국에서는 1960년대부터 사용하기 시작한 것이지만, 우리는 최근에서야 사용의 필요성을 인정하고 있는 것이다.

이미 앞서가는 기술자들에 의하여 일부 급수, 급탕 계통과 급수 가압펌프 라인에 설치하여 이상압력으로 인한 소음과 진동 문제를 해결하고 있는 사례가 늘고 있다는 것은 다행스러운 일이다.

건물의 고층화에 비례하여 수압의 문제가 심각해지고 있는 상황에서 국내 규격화를 통한 사용상의 근거를 마련해야 할 필요성이 인정된다.

#### 참 고 문 헌

1. 金永浩, 1996. 3, 워터햄머 흡수기. (주)정우하이텍.
2. PPP, 1997. 3, market focus on water hammer.
3. ASSE 1010, 1996, water hammer arrester.