

연료비와 배관길이, 공사비를 반으로 줄일 수 있는 자동온도조절장치 **메모밸브**

이세산업주식회사 사업본부장 박승덕

국내에는 온돌이라는 독특한 난방을 하고 있으나 그 제어에 있어서는 외국의 기온감지식 난방제어를 그대로 도입 사용함으로써 온돌바닥구조체에서의 온도제어에 많은 문제점이 발생되어 왔다. 이세산업에서는 이러한 온돌난방에서의 문제를 연구하여 난방제어시스템인 온도조절밸브 메모밸브를 개발 제공하고 있어, 본지에서는 이세산업측의 자료를 바탕으로 수온감지식 온도조절밸브에 대해 소개하기로 한다.

메모밸브는 그간 정부 연구기관의 실험과 건설현장에서의 실증으로 통상산업부의 온도조절밸브 관계법령을 수정하는 역할을 했으며, 에너지절약효과 및 실온환경개선 효과의 우수성을 인정받아 에너지절약 우수기자재로 선정되어 주택공사를 비롯한 유수건설업체에 채용되고 있다. 또한 메모밸브의 설치에 필요한 자금은 정부의 에너지이용합리화자금으로 대출되고 있다. [편집자 주]

국내에는 온돌이라는 독특한 난방을 하고 있으나 그 제어에 있어서는 외국의 기온감지식 난방제어를 그대로 도입 사용함으로써 온돌바닥구조체에서의 온도제어는 많은 문제점이 발생되어 왔다.

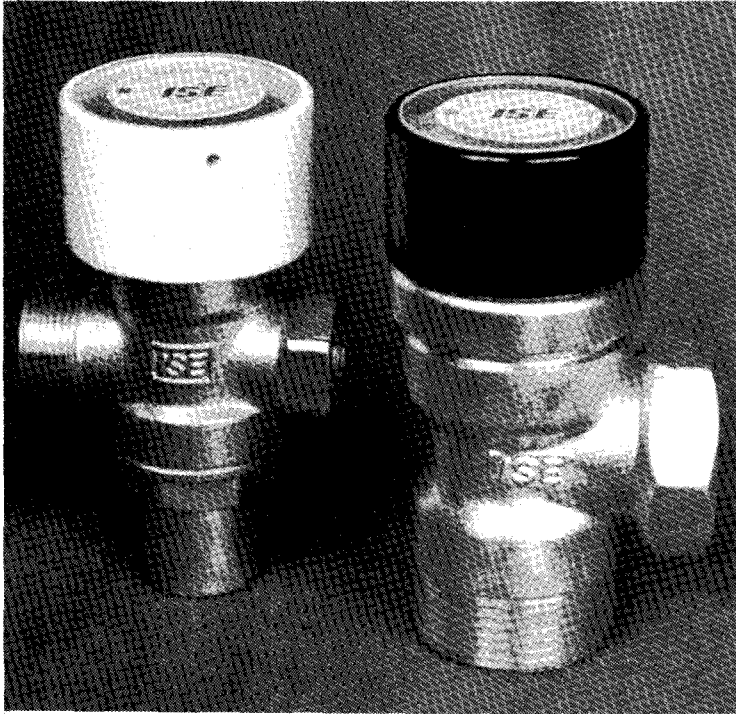
특히 온도조절밸브의 설치가 의무화된 공동주택에서는 주민

들의 최대 민원사항이 온도조절밸브에 대한 것이었으며, 고층부의 난방과다와 저층부의 난방불량이 심화되어 이른바 로얄층이라는 용어도 탄생되었다.

관계기관의 통계에 의하면 15층 아파트의 층별 온도차는 5~7℃이며, 같은 세대에서 방별 온도차는 3~6℃에 이르러

25% 이상의 에너지손실을 발생하는 온도편차를 나타내고 있다.

이러한 온돌난방에서의 문제를 연구하여 획기적인 난방제어 시스템을 개발·제공함으로써 과학기술처 선정 「국산 신기술 인증제도」인 「KS마크」를 획득한 업체가 있다. 온돌전용의 온



도조절밸브인 메모밸브를 생산하고 있는 이세산업이 바로 공동주택의 에너지소비율 35% 절감을 이룩하여 난방관계자로부터 비상한 관심을 받고 있는 업체이다.

최근 구미 선진국에서도 바닥복사난방에 대한 관심이 고조되면서 최적 제어에 대한 연구를 가속화 하고 있으나, 바닥복사난방의 종주국격인 국내에서 온돌난방에 대한 전용제어시스템이 전무하였던 부끄러운 현실에서 한 중소기업체에 의해 개발된 온돌전용의 제어시스템은 실로 반가운 일이 아닐 수 없다.

이세산업의 기술진은 「서양의 난방제어시스템으로는 국내

의 온돌공간을 제어하는 것은 비합리적이다」라고 밝히고, 「아파트와 같이 수직적인 구조에서는 더운 물은 위쪽으로 몰리게 되어 고층부에만 국부난방을 하는 식이다」라면서 「난방가동이 중단된 후에도 자연순환에 의해 더운 물은 위쪽으로 몰리고 차가워진 물은 아래층으로 몰려 층별난방 불균형은 가중될 수밖에 없다」고, 국내 온돌난방의 문제점을 지적했다.

또 「아파트와 이 수직적인 바닥복사난방에서의 난방제어는 첫째로 수온감지식이어야 하며, 둘째는 비례제어식이어야 하며, 셋째는 밸브의 개폐에 있어 수압에 영향을 받지 않는 구조이

어야 하며, 넷째는 센서의 감도가 정밀하며 작동이 신속한 것이어야 한다」면서 「이러한 밸브가 관말에 부착되어 제어를 수행하여야 온돌에서의 난방발랜싱을 이룩할 수 있다」고 밝혔다.

미국 냉난방공조학회(ASHRAE)에서도 바닥복사난방에 대하여 「바닥표면의 온도를 제어하므로써 난방하는 방식」이라고 규정하고 있다.

메모밸브는 그간 정부연구기관의 실험과 건설현장에서의 실증으로 통상산업부의 온도조절밸브 관계법령을 수정하는 역할을 했으며, 에너지절약효과 및 실온환경개선효과의 우수성을 인정받아 에너지절약 우수기재로 선정되어 주택공사를 비롯한 우수건설업체에 채용되고 있다. 또한 메모밸브의 설치에 필요한 자금은 정부의 에너지이용합리화자금으로 대출되고 있다.

[1] 메모밸브의 적용 및 사양

1) 메모밸브의 특징

① 정온밸브 : 핸들을 최대치에 놓았을 때 각 세대의 방바닥의 온도를 동일하게 유지시키며, 동 핸들의 위치에서 거주자가 원하는 온도로 핸들을 하향 조절하는 방식이다.

② 수온감지방식 밸브 : 환수 온도를 점검, 1.42초내에 제어를 수행하여 난방가동과 동시에 난방균배를 수행하는 방식이다.

③비례제어방식 밸브: 밸브 디스크의 ON-OFF 동작에 의한 실내온도 진폭이 발생하지 않도록 유입되는 온수온도에 따라 자동으로 개폐 범위를 조절하여 방바닥의 온도를 균일하게 유지하는 방식이다.

④압력순화용 밸브: 수압이 디스크 제어에 영향을 미치지 못하게 특수 설계된 방식이다.

⑤형상기억합금 밸브: 형상기억합금스프링이 감지소자이자 곧 작동소자인 「센서 및 구동소자 내장」방식이다.

2] 메모밸브의 적용

①난방용: 온돌방식에서 우수한 성능을 발휘한다. 특히 열전도도가 나쁜 배관이나 구간별 배관저항의 심한 차이로 난방균배에 이상이 있는 구간에서 난방효율과 쾌적도를 크게 높이는 기능을 발휘한다.

②산업용: 리드관의 설치가 필요없고 기존밸브에 비해 경박 단소하며 온도편차가 적어 정확한 제어를 요구되는 배관에서 정밀한 제어를 수행한다.

3] 메모밸브의 채택시 효과

(1) 반영구적 수명

①구조가 간단하여 고장요인이 적고, 주요부품인 구동부가 반복수명에서 어느 소재보다 뛰어난 형상기억합금으로 구성되어 있다.

②디스크 및 시트 부문에 고무제품을 사용하지 않고 메탈타

치에 의한 슬라이딩 방법을 사용했으며, 장기간 방치되어도 작동불능 상태가 없다.

③비례제어방식이라 ON-OFF에 의한 배관내의 해머현상이 발생치 않아 밸브에 충격을 주지 않으며, 배관이음쇠에도 무리한 충격이 가해지지 않는다.

④하부캡을 두어 이물질 제거가 쉬우고 고장시에도 배관을 뜯지 않고 수선이 가능하다.

⑤취약부분 수명

구 분	패 킹	스 프 링	
재 질	실리콘	Ni-Ti형상기억합금	Stainless 304
왜 곡 률	0.02	0.005 이하	0.005 이하
반복수명		10 ⁷ 회 이상	10 ⁶ 회 이상
사용년수	약 10년	100년 이상	약 30년

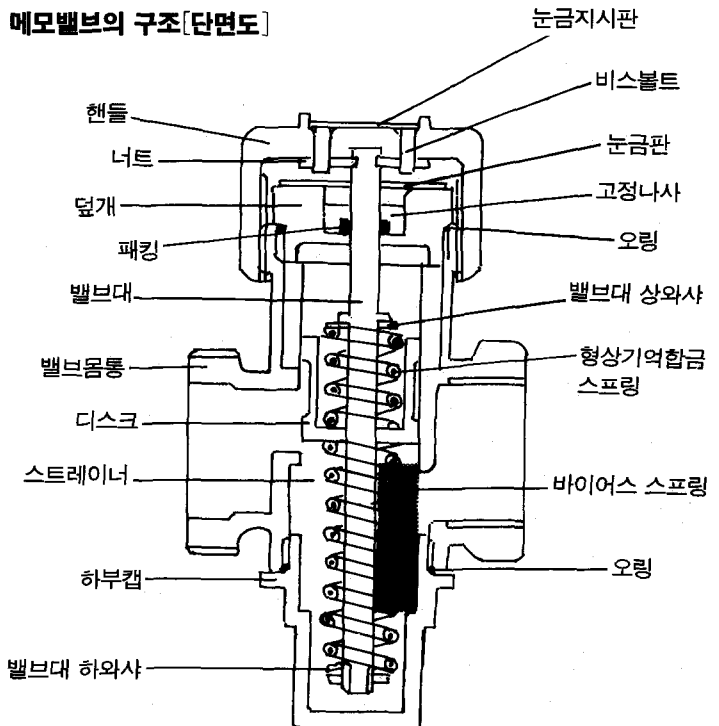
(2) 거주자의 편의성

①온돌형 온도조절밸브로서의 기능으로 바닥온도의 불쾌감이 해소된다.

②층별 난방발렌싱 기능이 탁월하여 민원 소지를 제거한다. : 현재 15층 아파트의 경우 층별 온도차 7℃, 같은 세대에서 실별 온도차 4.5℃ 해소에 의한 민원 해소.

③수온감지방식으로 실내온도 진폭 최소화로 거주자 쾌적도를 증진시킨다.

4] 메모밸브의 구조[단면도]



④ 취침기능(연속난방시 취침 후의 바닥온도상승 최소화)

⑤ 온도조절 연중 6회 내외

5] 메모밸브의 사양

① 방식

④ 구경

- 15mm : 수평형

- 20mm : 수평형

- 25mm : 수평형

- 대구경(大口經) : 주문제작

⑦ 메모밸브 15mm의 디스크 개도에 따른 유량 및 차압분포

디스크의 열림 번호 (mm)	눈금판 번호	차 압 (kgf/cm ²)	유 량 (l/min)
0	0	3.7	0
1	1	2.7	6.5
2	2	2.2	9.5
3	3.5	1.5	11.5
4	5.5	1.2	13.5
5	7	0.7	14
6	9.5	0.1	15

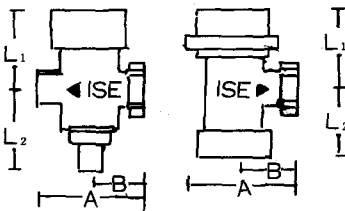
적용유체	HOT WATER	
적용압력	MAX 10kgf/cm ²	
최고온도	MAX 80℃	
접속방법	KS PT Screwed, Union Screwed	
수압시험	15kgf/cm ² 3min	
재질	BODY, COVER	Brass
	HANDLE	PC
	DISC	Stainless 304
	SPRING	SMA, Stainless 304

② 치수

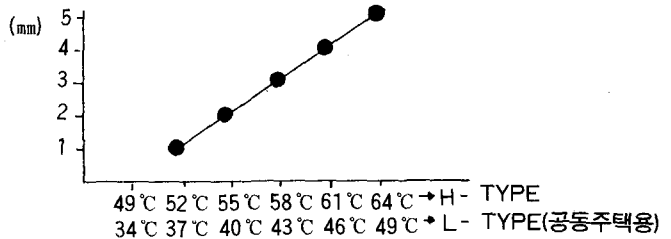
TYPE	SIZE	L ₁	L ₂	A	B
STRAIGHT	15	57	52	65	30
	20	57	52	65	30
	25	67	55	70	35
ANGLE	25	70	45	65	41

⑤ 온도조절범위

온도조절범위	최대허용온도	설정오차	비 고
30 ~ 50℃	80℃	± 1.5	공동주택용
45 ~ 65℃	80℃	± 1.5	개인주택용
0 ~ 99℃	110℃	± 1.5	산업용
이상 주문제작	120℃	± 1.0	



⑥ 메모밸브의 개도별 닫힘온도 그래프



③ 공동주택 면적별 밸브의 선정

면적	소요열량 (kcal/hr)	유량 (m ³ /hr)	적용규격		
			ΔP=0.1bar	ΔP=0.15	ΔP=0.2bar
6	19.8이하	1800	15mm소유량	15mm소유량	15mm소유량
7	23.1	2100	15mm소유량		
8	26.4	2400	15mm대유량	15mm대유량	15mm대유량
9	29.7	2700	15mm대유량		
10	33.0	3000	20mm	20mm	20mm
13	42.9	3900			
25	82.5	7500	25mm	25mm	25mm
40	132.0	12000	25mm	25mm	25mm

[2] 메모밸브의 작동원리

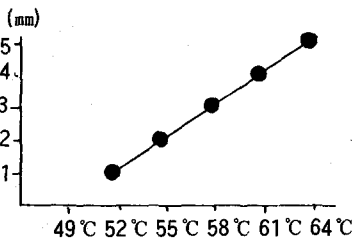
1] 형상기억합금의 작동

① 온도변화에 따른 형상기억합금 스프링의 변위에 의거 오리피스를 제어한다.

② 난방수의 통과온도 제어는 핸들을 돌려 형상기억합금 스프링과 오리피스 사이의 이격거리를 변화시킴으로써 수행한다.

③ 핸들은 270°회전하며 270°회전에서 디스크의 이동 움직임은 6mm이다. 따라서 OFF점을 기준으로 매45°회전시마다 디스크는 1mm의 변위를 갖는다.

④ H타입 밸브의 경우 OFF점에 있던 핸들을 45°회전하여 놓으면 디스크는 1mm 개방되어 있는 상태이며, 이때 52°C의 물이 유입되면 밸브는 닫힌다. 핸들을 90 위치에 셋팅하여 놓으면 디스크는 2mm 개방되어 있으며 이때 55°C의 물이 유입되면 밸브는 닫힌다. 핸들을 180 위치에 셋팅하여 놓으면 디스크는 4mm 개방되어 있으며, 이때 61°C의 물이 유입되면 밸브는 닫힌다. 핸들을 최고치인 270 위치에 셋팅하여 놓으면 디스크는 6mm 개방되어 있으며, 이때 67°C의 물이 유입되면 밸브는 닫힌다.



② 사용 형상기억합금의 특성

- 반복수명 : 왜곡 0.005일 때 10⁷회이나 밸브에서 사용하는 형상기억합금 스프링의 왜곡률은 0.005 이하이므로 10⁷회 이상이다.

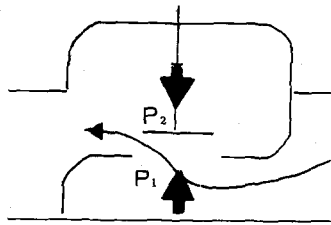
- 온도범위 : H형 35~65°C, M형 30~55°C, L형 25~50°C,

X형 0~110°C(산업용)

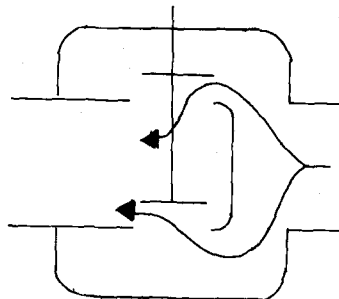
- 온도히스테리시스 : ±1.5°C

2] 압력순화방식

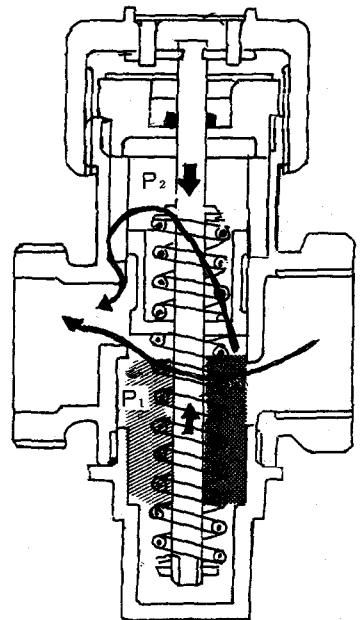
(A) 일반형 밸브단면도 : 오리피스 폐쇄시 입구압력증가에 따라 디스크 하부측압력 P₁이 커지나 P₂의 압력은 0가 되므로 폐쇄가 안되고 디스크가 밀리는 구조이다. 따라서 국내와 같이 관수량이 많고 차압발생이 높은 배관에서는 비례제어에 부적합한 구조이다.



(B) 기존 압력순화식 밸브 : 입구측에 압력전달통로를 두어 디스크 상부로 연결시킨 방식으로 디스크 상부면적이 하부의 면적보다 크므로 폐쇄에는 유리하나 폐쇄한 상태에서 개방하려고 하였을 시 많은 힘을 필요로 하게 된다. 따라서 밸브 구조상에서 발생하는 작동 히스테리시스가 커진다.



(C) 메모밸브 압력순화방식 : 디스크의 윗면과 밑면의 면적이 같은 구조로 되어 있으며 디스크의 밑면에는 4개의 구멍이 뚫려 있다. 따라서 밸브를 통과하는 물줄기는 「디스크 밑면 구멍을 통과하여 올라간 뒤 디스크 외부부를 통과하여 내려오는 제1흐름」과 「디스크 밑면에서 외부로 빠져나오는 제2흐름」으로 나뉘어져 있다. 두 가지 흐름은 디스크의 개방 및 폐쇄에 따라 같은 정도로 늘고 또한 같은 정도로 줄게 된다. 제1흐름의 수압은 디스크를 닫으려는 방향으로 작용되며, 제2흐름의 수압



은 디스크를 열려고 하는 방향으로 작용하여 두 가지 흐름에 의한 수압이 서로 상쇄된다. 따라서 작동소자의 힘이 아주 미

세하여도 큰 수압에 의해 닫혀 있는 배관을 열거나 닫을 수 있다. 즉, 폐쇄시나 개방시 어느 경우에도 $P_1 = P_2$ 이므로 수압이 아무리 커도 형상기억합금의 변위에 영향을 주지 않는다.

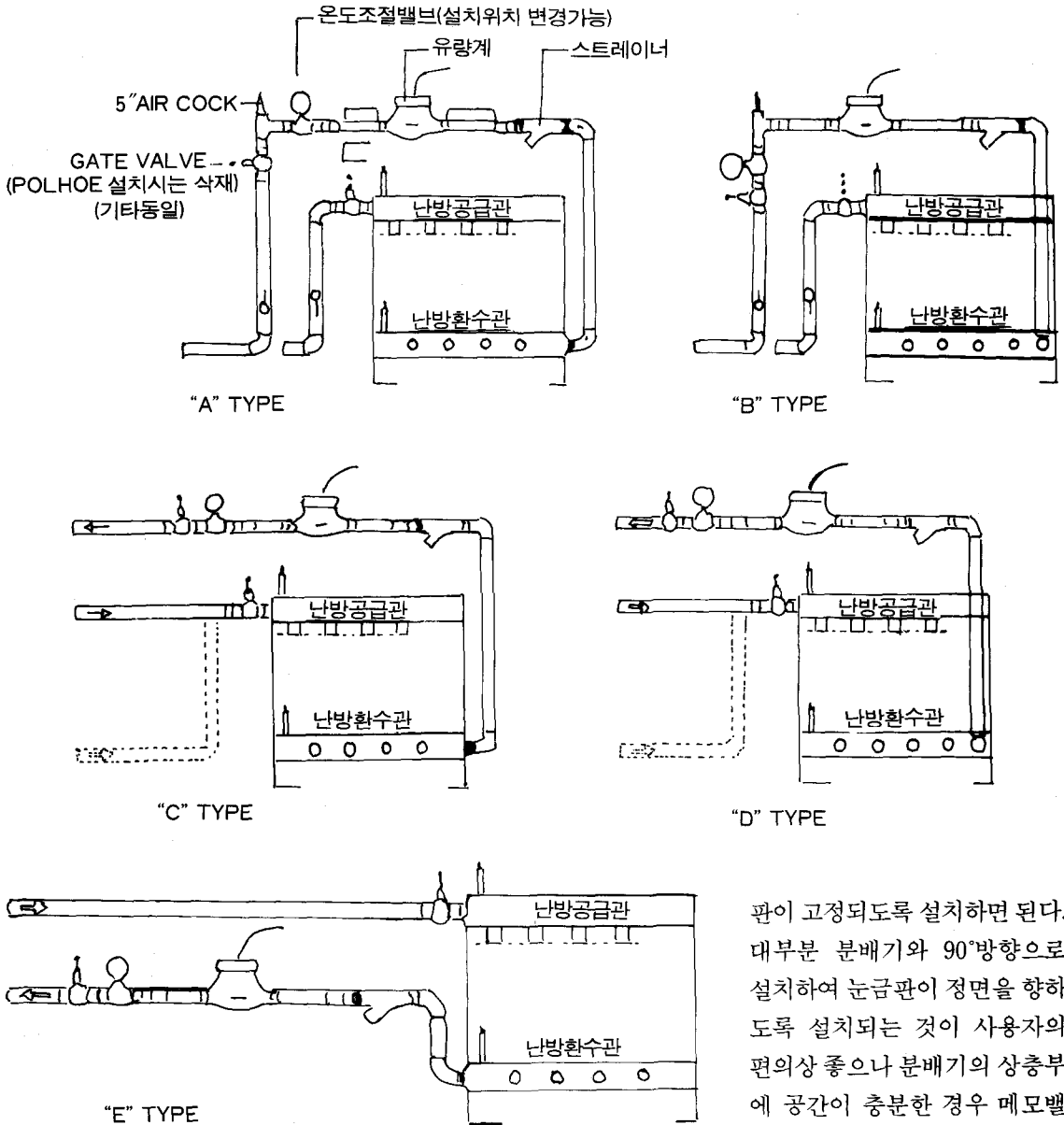
[3] 메모밸브의 설치 및 사용방법

1] 메모밸브 설치방법(25mm TYPE 「A」의 경우)

① 에어코크의 입구측에 후크너트와 니플을 연결한다.

② 후크너트와 메모밸브를 연결한다.

메모밸브가 고정되는 방향이 메모밸브의 성능에 미치는 영향은 없으므로 외부에서 확인하기 좋은 방향으로 메모밸브의 눈금



판이 고정되도록 설치하면 된다. 대부분 분배기와 90°방향으로 설치하여 눈금판이 정면을 향하도록 설치되는 것이 사용자의 편의상 좋으나 분배기의 상층부에 공간이 충분한 경우 메모밸

브의 눈금판이 상층부를 향하도록 설치되어도 무방하다.

③ 메모밸브의 입구측(육각부)에 유량계를 연결한다.

설치 위치 TYPE 「A~E」의 어떠한 경우에서나 상기 설치순서는 동일하며, 역순에 의해서 설치하여도 무방하다. 또한, 메모밸브 전후에 직관부를 두지 않아도 무방하므로 TYPE 「A~E」와는 달리 현장여건에 따라 메모밸브의 위치 변경 적용이 가능하다.

2] 메모밸브 사용방법

① 세대별 설치 및 셋팅(「L」타입 기준)

환수측분배기 출구측 $\phi 25\text{mm}$ 배관에 설치되며 시공시 핸들의 화살표를 눈금판 2번에 위치하게 조절하여 놓으면 온돌바닥의 온도가 30°C (실내온도 20°C) 내외를 유지한다. 이후 사용자의 취향에 따라 상향(눈금판 「4」이상) 혹은 하향 조절하여 쾌적온도를 선택할 수 있으며, 장기간 외출시 눈금판 OFF에 셋팅하면 난방수 유입이 차단된다. 실평수 25평 이하의 세대에서는 $\phi 15\text{mm}$ 메모밸브로 충분한 유량이 가능하며 25평 이상의 경우 호칭경 $\phi 20\text{mm}$ 이상의 밸브를 사용하여야 한다.

② 실별 설치 및 셋팅

환수측분배기의 각 난방구획별 분지관에 설치되어 자동온도조절 및 실별 층별 발랜싱을 유

지시켜준다. 설치 및 사용방법은 상기 「세대별 설치시」와 동일하다. 실별 난방균배가 안되고 있던 기존건물에 설치할 경우 더운방은 눈금판 「1」에, 추운방은 눈금판 「3」에 셋팅하고, 이후 정확한 셋팅은 각 환수관 표면의 온도차로 조절한다.

③ 점검

난방능력이 현격히 저하되고 있다고 판단될시 25mm 메모밸브의 하부측에 위치한 하부캡을 회전하여 메모밸브에 내재되어 있는 여과망을 청소하여야 한다. 여과망의 청소는 평균 5년 간격으로 한다. 메모밸브의 내부는 메탈 슬라이딩 구조이므로 점검이나 중간 셋팅시 핸들을 끝까지 돌린 후 하향 조절하면 벽면의 스케일이 제거된다.

[4] 메모밸브의 시험분석결과

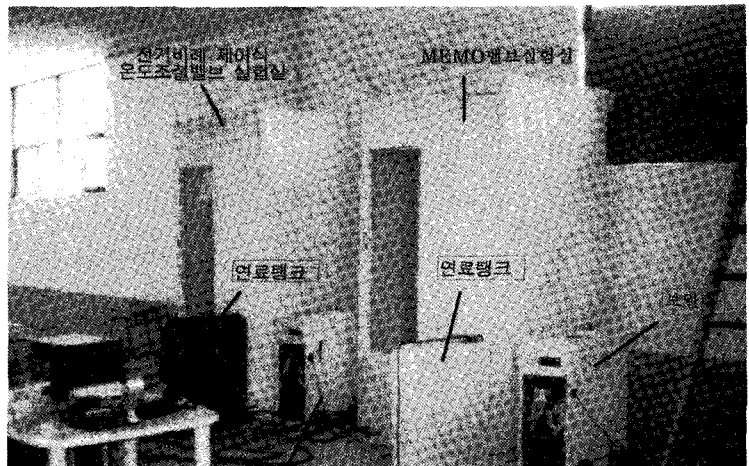
이제산업은 형상기억합금을 이용한 환수온도조절밸브와 온도감지식 온도조절밸브를 동일 조건의 실험실에 설치하고 실내 온도를 일정하게 유지시켰을 때 난방조절효과에 따른 연료소비량 비교실험을 시행한 시험분석 결과를 한국에너지기술연구소로부터 인정받았다. 다음은 시험분석 결과 내용을 간추린 것이다.

1] 실험실 조건

[사진 1]과 같은 동일 크기의 실험실(가로 1.1m, 폭 1.1m, 높이 2.2m)에 [표 1]과 같은 동일 길이의 방열관을 [사진 2]와 [사진 3]과 같이 실내(시멘트 처리 하였으므로 사진상에 나타나지 않음)와 실외에 설치하였다.

2] 비교대상 밸브의 설치

밸브의 설치는 한쪽의 실험실은 [사진 4]와 같은 전기비례



[사진 1] 전기비례제어식밸브 실험실과 메모밸브 실험실의 전경

<표 1> 각 실험실의 방열관 길이

전기비례제어식 온도조절밸브		MEMO밸브	
실내	10m	실내	10m
실외	30m	실외	30m

제어식 온도조절밸브(기온감지식)를 설치하였으며, 다른 한쪽의 실험실은 [사진 5]와 같은 형상기억합금을 이용한 환수온도조절밸브(이하 메모밸브)를 설치하였다.

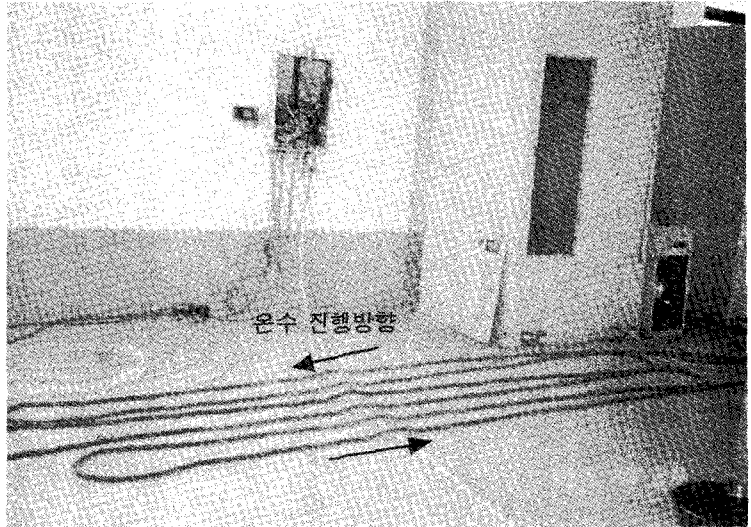
3] 실험의 준비 및 온도측정을 위한 Thermocouple의 설치

밸브의 설치가 끝난 후 각각의 실험실에 설치된 기름연소보일러를 가동시켜 전기비례제어식 온도조절밸브를 사용한 실험실의 경우 [사진 6]과 같은 실내온도조절기에 의하여 밸브의 작동이 자동으로 개폐되도록 하였고, 메모밸브 실험실의 경우 환수온도의 감지에 의하여 형상기억합금을 이용한 환수온도조절밸브가 자동으로 개폐되도록 하였다.

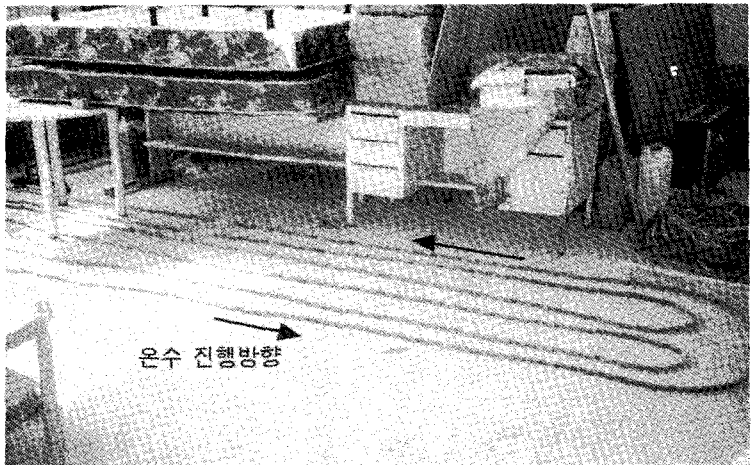
각 실험실의 공급, 환수, 실내, 바닥온도 변화를 측정하기 위하여 각 실험실의 동일한 부위에 Type thermocouple을 설치하였다.

4] 실험방법 및 실험결과

밸브의 설치 및 Thermocouple의 설치가 끝난 후 각각의 실험실에 설치된 기름연소보일러를 가동시켜 실내온도조절기에 의하여 실내온도를 설정하여



[사진 2] 전기비례식 온도조절밸브(기온감지식) 실험실의 외부배관 광경



[사진 3] 메모밸브 온도조절밸브 실험실의 외부배관 광경

놓고, 이를 이미 설치된 Thermocouple로 측정하면서 양쪽 실험실내 온도가 동일하게 유지되는 것이 확인되었을 때 연료탱크의 무게를 측정하여 놓고 실험을 시작하였다.

이때 햇빛, 바람 등에 의한 외기의 영향을 극소화시키기 위하

여 창문을 모두 닫은 상태에서 단열재와 합판 등을 차단하였으며, 실험실문과 연료탱크의 연료주입구는 밀봉하여 각인하였다.

각부(실내, 공급, 환수, 외기)의 온도와 연료소비량의 변화는 온도측정의 경우 Thermocou-

ple을 Yokogawa hr 1300 hybrid recorder에 연결하여 5분 간격으로 측정하였고, 연료 소비량은 [사진 7]과 같은 저울을 사용하였다.

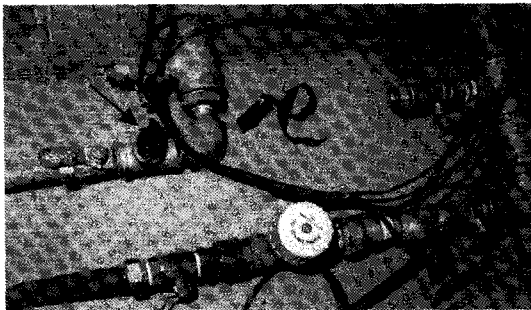
상술한 바와 같은 실험방법에 의하여 92시간 실험한 결과 [표 2]와 같이 나타났다.

<표 2> 온도측정 및 연료사용량 측정결과

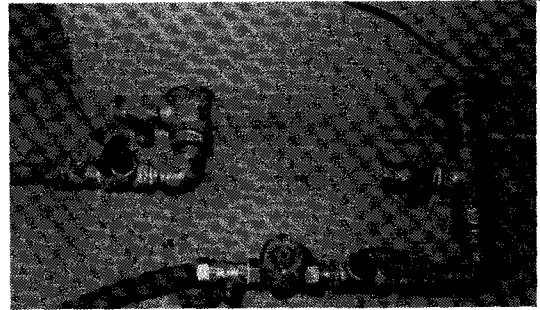
전기비례제어식 온도조절밸브 실험					MEMO밸브 실험실					
공급 온도 (°C)	환수 온도 (°C)	실내 온도 (°C)	바닥 온도 (°C)	연료 사용량 (kg)	공급 온도 (°C)	환수 온도 (°C)	실내 온도 (°C)	바닥 온도 (°C)	연료 사용량 (kg)	외기 온도 (°C)
67.4	66.5	35.1	52.3	17.56	78.9	40.5	35.4	50.5	12.28	19.9

* 온도측정결과는 92시간 평균값이며, 연료사용량은 92시간의 총연료 사용량임.

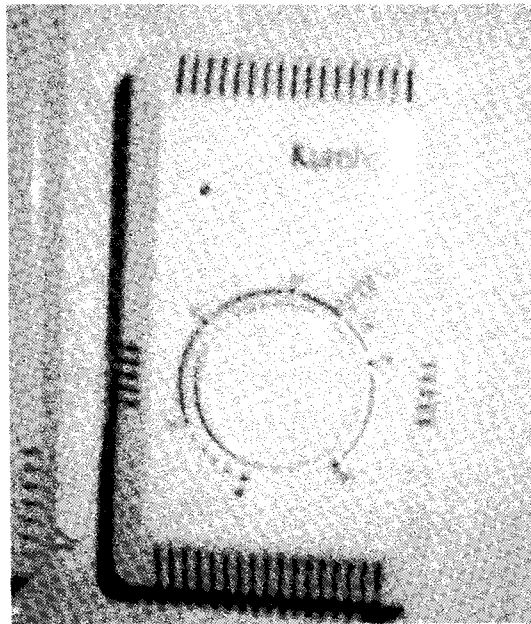
문의전화 : 749 - 2102



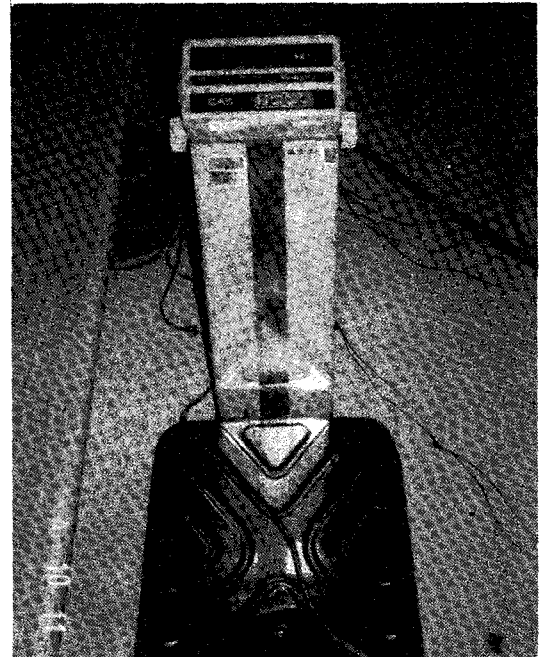
[사진 4] 전기비례식 온도조절밸브의 설치



[사진 5] 형상기억합금을 이용한 환수온도조절밸브의 설치



[사진 6] 전기비례식 온도조절밸브설치 실험실의 실내온도 조절기



[사진 7] 연료사용량 측정용 저울