

아파트 난방시스템의 자동정유량 밸브 채택에 대한 연구

검토 배경

공동주택 규모가 5층-15층 정도가 주종을 이루게 되었으나 단위면적당 건설비를 절감키 위해 이제는 16층이상 30층짜리의 초고층 아파트도 등장하게 되었다.

그러나 최근에 이르러서는 공동주택의 대형화, 고층화, 다양화 때문에 설비분야에서 부작용이 사회적인 문제로 대두되고 있다. 층수가 높아짐에 따라 고층부와 저층부간에 심한 온도편차가 발생되는등 다양한 문제점이 노출됨에 따라 건설업체 관리업체와 주민 상호간에 분쟁이 발생되는 사례를 종종 볼 수 있다.

이러한 근본적인 문제점을 해소코저 학계 및 산업계에서 소위 자동정유량 조절밸브의 사용을 적극권장하고 있으며 현행법규의 해석과 기존난방 방식의 문제점을 도출하고 자동정유량 밸브 특성을 이해하므로써 본제품을 채택했을시 공사원가등의 영향을 사전에 연구하는데 있다.

검토 범위 및 내용

우선 최근 학계의 검토의견인 공동주택 온수배관 시스템의 적정난방 열공급 기술개발보고서(에너지 관리공단 89연-4)의 이해검토를 토대로 핵심내용만 간략히 설명하고 가장 현실적인 공사절감에 접근하여 하기내용을 중점적으로 다루었다.

- 1) 현행법령과 개정추이
- 2) 기존난방 구획의 문제점
- 3) 자동 정유량 밸브의 구조와 원리
- 4) 채택시의 설계 방식
- 5) 공사비 대비

고층 APT의 기존 난방 방식

현행법령

주택건설 기준에 관한 규칙(1989. 7. 27 건설부령 제452호) 제12조 (1) 중앙집중난방 방식으로 공동주택을 건설하는 경우에는 난방열이 각 세대에 균등하게 공급될 수 있도록 난방구획을

구분하되, 4층이상 10층이하의 건축물인 경우에는 2개소 이상, 10층을 초과하는 건축물인 경우에는 10층을 초과하는 5개층마다 1개소를 더한 수 이상으로 난방구획을 구분하여야 하며, 각 난방구획마다 난방용 배관을 하여야 한다.

법령개정의 동향

현재 전기법령에 대한 민원사항이 제기된 상태이며, 특기할 것은 1990년 6월14일 감사원에서 건설부로 난방구획의 의무규정에 대한 적정여부를 질의하였고, 건설부는 이에 따라 동년6월20일 관련학계 및 협회, 관련부서에 내용검토 협조 공문을 발송하고 그 의견을 수렴하여 회신한 것으로 파악되는바, 주간학회인 한국 공기조화 냉동공학회 및 대한주택공사 등을 비롯한 대다수 관련 단체가 난방구획이 비효율적이라는 점을 밝힌 것으로 파악되고 있다.

또 한가지 주목할 사항은 본 보고서의 이론적 토대를 점하고 있

는 공동주택 온수배관 시스템의 적정난방 열공급 기술개발 보고서가 동력자원부 소관부서인 에너지 관리공단의 위탁용역 사업으로 이루어졌으며 난방구획에 따른 다구역 배관방식이 불합리한 점을 지적하고 있는 실제 사실을 감안컨대, 건설부가 본 법령을 개정할 것으로 믿어 의심치 않는다.

또한 저간의 사정으로 신도시 아파트사업을 주관하는 건설부에서 분당 지구부터 건설업체의 요구를 수락하여 난방구획의 강제 사항을 완화, 배제시키는 조건으로 이에 부수되는 특별한 보완책-유량조절밸브를 사용토록 기협 의된 사실은 본 판단을 충분히 뒷받침하고 있다.

기존 난방구획의 문제점

고려대 민만기 교수가 제출한 보고서에 의하면 기존 난방구획

의 하기 문제점을 열거하였다. (보고서 71-75P)

- (1) 온수공급관과 온수 회수관 사이의 밀도차에 의해 발생하는 수압력의 차에 의해 유동저항(부력효과)을 근본적으로 방지 불가
- (2) 구역을 나눈 효과가 전혀 나타나지 않고 각종의 유량이 15층에서 가장 큰 5층까지 선형적으로 감소됨. (15층 유량은 1층의 약 3배)
- (3) 펌프공급 유량이 작으면 부력효과에 의한 유량의 불균일성이 심화
- (4) 부력효과에 기인한 배관 유동저항의 불균일성
- (5) 펌프용량 증대하면 부력효과에 의한 열공급의 불균일성은 악화
- (6) 공급유량이 감소되면 부력의 효과가 크게 작용해서 각 층간의 온수 출구온수의 차가 현저히 커짐.

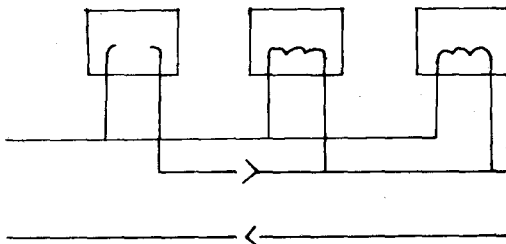
이외에 에너지 낭비 및 난방열의 불균형으로 인한 잦은 민원이 있다.

자동정유량 밸브 난방방식

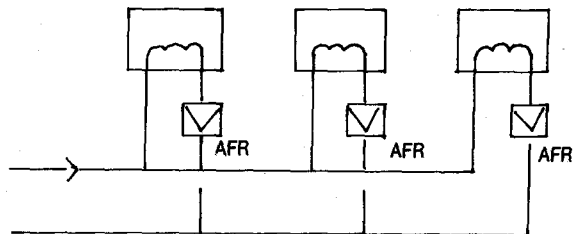
자동정유량 밸브의 필요성

냉난방 시스템의 설계목적은 다양한 조건의 변화속에서도 에너지의 적절한 분배를 통하여 가장 효율적인 냉난방 시스템을 운영하는 것이다. 이 목적을 위해 일반적으로 역환수 배관(REVERSE RETURN) 방식을 채용하고 있는데 최근의 건축물이 대형, 고기능화 됨에 따라 소정의 목적을 달성하는데 많은 결점이 발생되어 설계유량이 확보가 명확한 자동 정유량 밸브의 필요성이 점증되고 있다.

아래 그림에서 보듯이 역환수 배관방식에 비해 직환수 배관+정유량 밸브 설치 방식은 공사비



(역환수 배관)



(직환수배관+자동정유량밸브)

용과 설계시간 단축의 효과를 가져온다.

자동정유량 밸브 구조와 원리

◎ 제어 범위 이하

이 CUP은 최대 위치로 확정되어 ORIFICE 면적이 최대로 됩니다.

이 압력 범위에서는 밸브는 변유량기구로 작용되며 통과 유량은 입력차에 따라 변하게 됩니다. 그러나 정격 유량에 도달하면 이 CUP은 압축되기 시작하여 ORIFICE 면적이 감소되고 통과 유량을 제한하게 된다.

◎ 제어 범위 이내

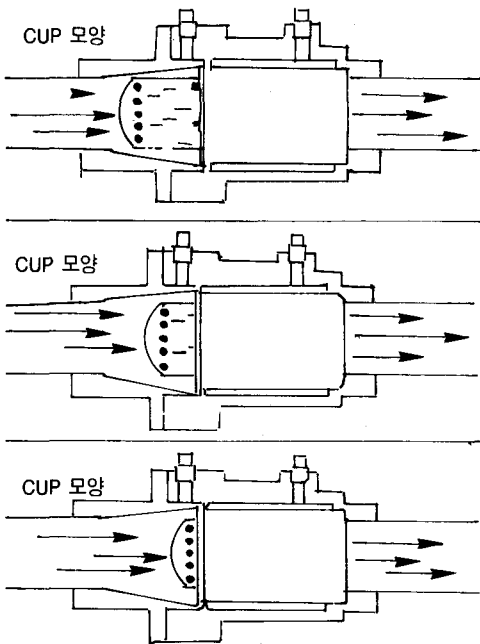
CUP이 밸브전후의 압력차의 변동에 따라 확장, 수축하여 ORIFICE 면적을 조정합니다. 이에 따라 유량은 설계치의 ±5% 이내로 일정하게 유지된다.

◎ 제어 범위 이상

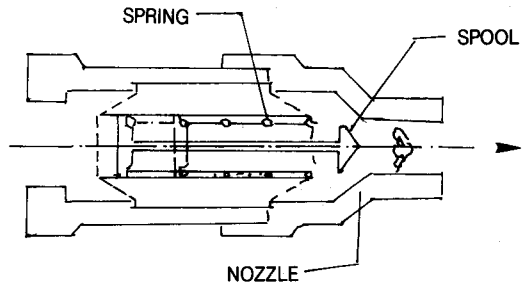
밸브 전후의 압력차가 제어 상한치를 넘게 되면 CUP은 최대한 수축하여 정지하게 됩니다. 이때 ORIFICE 면적은 최소로 되고 밸브는 고정 ORIFICE와 같은 역할을 하게 되어 유량을 억제하게 된다.

그림은 제어범위 이하, 제어 범위 이내, 제어범위 이상의 원리 도이다. 화살표 방향으로 유체가 흐르면 SPOOL이 우측으로 힘을 받아 이동한다. 이때 SPOOL의 (전·후)좌·우 압력 P1 P1가 SYSTEM 혹은 LINE 상에서 서로 변하면 차압(ΔP-P1-P1)도 변화한다. 즉 차압(ΔP)이 커지면 SPOOL에 작용하는 힘이 커져 밸브 내부의 SPRING 압축력과 대응하여 SPOOL이 NOZZLE의 우측으로 움직이게 된다. 이때 특수하게

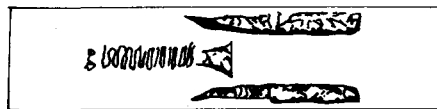
제어범위 이하



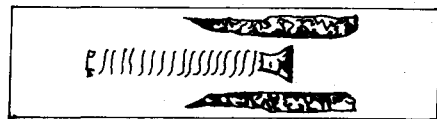
제어범위 이내



제어범위 이상



입력치가 적을때



입력치가 클때

설계된 NOZZLE은 가변외개구 면적을 유지하여 밸브내부를 흐르는 유체를 일정유량(Q)이 흐르게 하는 원리이며 관계식은 다음과 같다.

◎ 작동원리

밸브에 내장된 카트리지가 정유량기구에 입구압력이 변동해도 출구압력과 압력차 ΔP가 제어 범위 압력내에 있으면 자동적으로 일정유량을 계속 공급한다. 압력차가 적어지면 유량조절디스크는 그림(1)의 위치에서 개구면적을 크게하고 압력차가 커지면 <그

림2>의 위치로 이동하여 개구면적을 축소하여 송출유량 증가를 제한한다.

자동정유량 밸브특성

배관내 압력변화에 상관없이 아무리 복잡한 배관망에 설치하더라도 정확한 설계유량을 공급할 수 있는 특성을 갖고 있다.

배관망의 저항과 자동정유량 밸브의 제어 범위

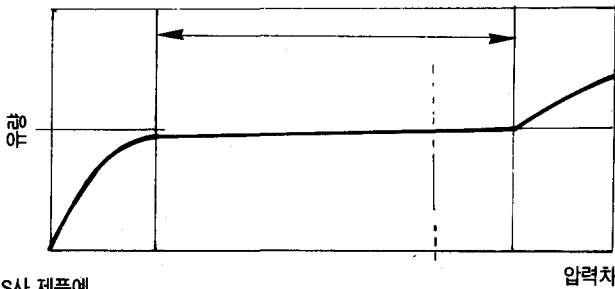
자동정유량 밸브의 특성(3-4항)을 검토해 보면 각 회사의 표

준품마다 어느 일정한 차압구간 내에서 설정유량을 유지하는 특성을 갖고 있음을 알수 있다. 따라서 자동정유량 밸브의 성패는 밸브입출구 사이의 차압범위가 적정구역내에 위치하는지를 검토할 필요가 있다.

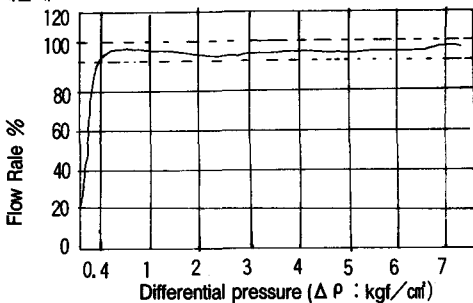
◎ 구간별 배관저항 검토

세대별 난방코일의 배관재 재질을 X-L 또는 PPC 배관재로 선정할 때 통상적인 내압력이 5-6 KG/CM2 이므로써 불가피하게 2구역(저층부, 고층부)으로 구획하였다. 배관망의 각 구간별로 저항값을 검토해 보면 저층부와 고층부의 주배관(회주관)에서 가장 인접한 세대와 최원거리 세대에서 당연히 최대 및 최저압이 산정된다(표 1, 2) 이때 배관망에 주어지는 외력은 순환펌프의 양정크기에 따라 달라지므로 이론적인 필요양정과 실제 선정양정은 상이하므로 실상황을 가정하여 고려해 보았다.

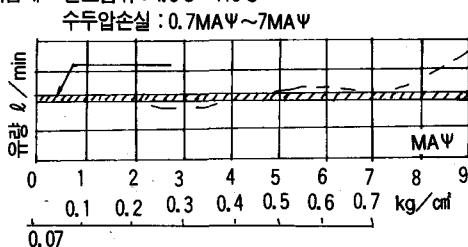
외산 C사 제품에



국산 S사 제품에



국산 J사 제품에



이론양성과 선정양성

배관저항은 고층부 6.446MAq 저층부 7.896MAq로서 이론적인 필요양정이 산출된다. (표 3, 4) 그러나 실제현장에서 설치시공되는 순환펌프의 양정은

- 양정계산의 안전률 감안
- 배관 갱년변화에 기인한 저항

치 상승예상 등의 이유로 약간 과
대하게 선정되는 것이 통례이므
로 50% 여유율을 감안하여 12
MAq의 양정을 갖는 펌프로 선정
한다고 보았다.

이 선정된 양정의 펌프가 운전
될 때 배관계의 최소, 최대차압은
아래와 같이 산출된다.

ΔP 는 MIN-MAX 범위가
3-6MAq 정도이므로 자동정유량

밸브의 적정제어 범위는 전기 차
압범위가 가장 적정하다는 것을
알수 있다. 만약 이보다 펌프 양
정을 과대한 것으로 사용할 경우
에는 일부 구간(MAX 구간)에서
차압제어 범위가 상회하는 공차
범위를 상회하는 과유량이 흐를
수 있으나 이에 대한 보완책으로
써는 현장에서 그 구간내 설치된
게이트 밸브등을 약간 조여주어
국부적인 저항값을 상승시켜 압
력감소를 피할 수 있을 것이다.

조 건	구 분	고 층부	저 층부
이 른 양 정	최원세대(MIN ΔP)	0 MAq	0 MAq
	최근세대(MAX ΔP)	1.702MAq	1.548MAq
12MAq 양 정	최원세대(MIN ΔP)	*3.554MAq	*4.104MAq
	최근세대(MAX ΔP)	*5.256MAq	*5.652MAq

공사비 비교표

방 식	REVERSE RETURN+3 ZONE	DIRECT RETURN+세대정유량 밸브	비 고
호칭형식	A-TYPE	B-TYPE	
특 기	종래의 방식으로 3개 구획화 1# 1-3층 2# 4-9층 3# 10-15층	1개 구획화 1#-15층	
	REVERSE RETURN	DIRECT RETURN 각 세대 RETURN+자동유량 밸브	

본 비교에서는 한동의 난방 배
관방식을 1개 ZONE으로 축소
세대내 자동정유량 밸브를 설치
하고 공사비 증감 내용을 검토코
져 하였다.

· 기존 APT : 안양평촌 1차 아파
트

· 규모 : 501동 14평형×150세대
×15층

배관량	한국지역난방시설지침서 (관경선정표) 기준을 참고해야 함.		비 고
공사비	7,746,749	6,034,045	대비
%	100	79%	
	A TYPE	B TYPE	
자재비	4,619,984	4,157,986	90%
인건비	3,126,765	1,876,059	60%
총 액	7,746,749	6,034,045	79%
주	감소요인 : (1) 3 ZONE을 1 ZONE으로 축소기인 (2) REVERSE RETURN 배관제 자동정 유량 밸브 설치로 감소기인 (3) 대구경 관경조정 설계부 재반영 되어 야 함.		자동정유량 밸브 및 적산열량계 설 치 시에는 배 관 FLUSHING- (CLEANINS) 에 더욱 신경을 써 야함.

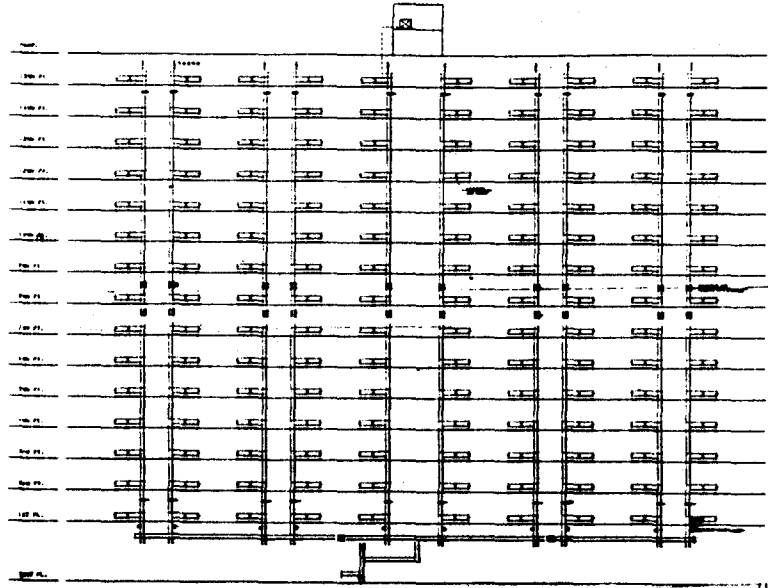
결론

공동주택의 난방용 온수공급
배관망 설계방식에서 종래의 다
구역 배관방식은 공사비 과다 투
입효과만큼 열량 균등분배 효과
가 크지않다. 최근에 이러한 문제
점을 해소키 위해 절충방식으로

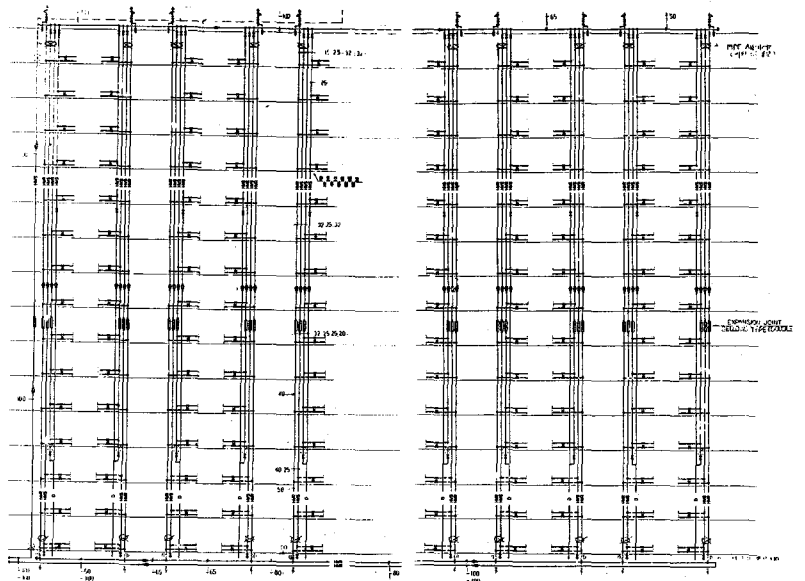
써 RIEYERSE RETURN의 MAIN RISER에 자동정유량 밸브를 설치하는 방식은 공사비 증가의 불리를 초래하고 반면에 각 세대 적정 열량공급의 보증이 뚜렷하지 않아 채택하기가 주저된다.

*이미 검토한 바와 같이 B-TYPE 형태의 설계방식은 (공사비 절감+세대별 난방효율 극대)의 잇점을 갖고 있어 아래와 같은 내용을 설계와 시공시 감안한다면 가장 충실하고 적절한 한국형 난방배관 방식으로 자리잡을 수 있을 것으로 믿어 의심치 않는다.

1. 단구역 배관망 설계화(배관재의 내압강도 고려시 구획분할)
2. 단구역 배관의 결점인 유량편중문제 해소책으로 세대별 자동정유량 밸브 채택
3. 자동정유량 밸브의 성능(압력변화와 유량관계 선도) 대한 충실한 사전 검토로 모델 선정
4. 자동정유량 밸브의 제어범위에 대한 사전검토
5. 자동정유량 밸브의 설정유량도면 명기 및 일람표 작성
6. 순환펌프의 과대양정 배제
7. 배관 공사후 청관작업을 시공자가 필수적으로 시행하는 제도의 보완과 강화



난방배관계통도 세대(자동정유량밸브 채택방식) "B" TYPE 1개구획화



난방배관계통도(기존방식배관) "A" TYPE 3개 구획화