

온수분배기의 유량조절 및 밸런싱

온수분배기의 종류 및 특성을 비롯한 유량 밸런싱의 필요성과 온수분배기의 실제 적용결과를 소개하고자 한다.

조 성 환

전주대학교 기계자동차공학과(shcho@jj.ac.kr)

머리말

공동주택 건물에서 생활하는 거주자는 실내공간에서의 생활시간이 증대함에 따라 실내의 환경 수준을 쾌적하게 유지하고 싶은 요구가 증대하고 있다. 이러한 웰빙의 욕구는 동절기 난방에 있어서 생활공간의 쾌적성을 유지함과 동시에 에너지 절감도 동시에 고려하는 복합적인 요구로 제기되고 있다.

공동주택의 난방은 대부분 바닥복사 방식의 난방 시스템을 적용하고 있다. 바닥복사 방식 난방시스템의 경우 바닥 구조체의 축열 효과와 높은 평균복사 온도로 인해 온풍기나 라디에이터 등을 이용한 대류 방식의 난방과는 구별된다. 바닥복사 난방은 지속적으로 변화하는 외기조건에서 건물 및 열 손실량에 적합한 난방을 공급함으로써 실내환경을 쾌적하게 유지하는 것이 목표이다.

이를 위해서는 적절한 밸런싱과 온수 분배기가 필요하다. 따라서 본 고에서는 분배기의 종류와 특성 및 밸런싱의 필요성을 알아보고 국내에서 제품화된 분배기들의 실제 적용결과를 분석하여 보고자 한다.

온수분배방식의 종류

온수난방시스템은 온수를 순환시키는 배관을 바닥에 매설하고 열원기에서 온수를 바닥에 매설한 배

관에 공급하여 실내를 난방시키는 방법을 말한다. 온수난방방식을 분류하는 방식이 여러 가지가 있지만 일반적으로 온수순환방식, 온수온도, 순환배관 및 유량제어밸브에 의한 분류방법이 있을 수 있다.

이때 실내 쾌적성 향상과 에너지 절감 측면에 중요한 요소 중 하나가 유량을 정확히 조절하여 분배할 수 있는 기술이므로 유량제어 밸브 측면에서 분류하면 다음과 같다.

수동 유량제어밸브 방식

수동유량제어밸브는 주로 볼밸브, 글로브밸브 형태에 눈금을 표시하여 유량을 현장에서 제어하는 밸브이다. 유량 제어 밸브를 설치한 후에는 반드시 T.A.B. 작업(Test, Adjust & Balancing)을 통해 각 지관에 일정한 양의 유량이 흐를 수 있도록 조절하는 과정을 거쳐야 하며, 배관 내의 밸브개폐에 따른 압력의 변화에 대응할 수 있는 대책을 세워야 한다.

자동 유량제어밸브 방식

수동 유량제어밸브를 설치한 경우에 행하는 T.A.B. 작업의 번거로움과 배관 내의 급격한 압력변동 및 복잡한 배관시스템에서의 유량변동 등에 대처하기 위한 밸브이다. 자동 유량제어밸브는 내마모성 재질의 카트리리지 구조로써 스프링의 힘으로 자동적으로 수축, 팽창 조절되어 압력변동에 관계없이 일정한 유량을 조절하는 것으로 시스템 변경으로 설계



유량이 바뀔 경우는 오리피스 카트리지를 교환하여야 하는 단점이 있다.

온수분배기용 밸브의 종류

온수분배기용 유량 조절 밸브를 구조적인 측면에서 세부적으로 나타내면 다음과 같다.

밸런싱 밸브

수동으로 밸브의 개도를 조절하고 그 조절정도에 따라 유량을 조절하므로 개도를 인지할 수 있는 눈금과 눈금의 위치에 따라 정확한 유량이 보내질 수 있는 linear port가 내장되어 있어야 하며 조절 후 잠금장치를 할 수 있다.

정유량 자동조절 밸브

밸브내부에 orifice 또는 piston port가 내장되어 밸브전후에 발생하는 차압을 스프링이 흡수하고 스프링의 움직임에 따라 orifice의 개구면적이 변화하면서 차압이 높아지면 유속이 증가하므로 개구면적을 좁게 하고 차압이 낮아지면 개구면적을 넓게 자동조절하여 항상 일정한 유량이 흐르도록 제어하여 준다. 또한 유량을 재조절 할 수 있는 기능이 없으므로 유류에 따라 정확한 유량계산이 선행되어야 하며 유량의 변경이 요청되면 내부부품(orifice, 또는 spring) 등을 교체하여야 한다.

자동유량조절 밸브

자동유량조절밸브는 diaphragm식으로 회로에 발

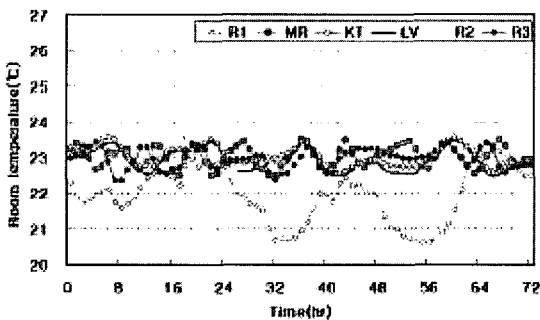
생하는 부하변동을 감지하여, 조절해 놓은 유량을 항상 일정하게 유지시켜 준다. 정유량 자동조절 밸브에 비해 정밀도가 높고 안정된 제어를 하며 사용차압범위가 넓으므로 APT 및 산업용기기의 유량조절 등에 폭넓게 사용할 수 있고 밸브자체에 설정된 유량을 재조절하여 사용할 수 있는, linear port가 내장되어 있으므로, 현장에서의 재조정이 가능하며 필요에 따라 차단밸브의 기능이 있으므로 밸브 앞에 별도의 글로브밸브가 필요 없다.

차압조절 밸브

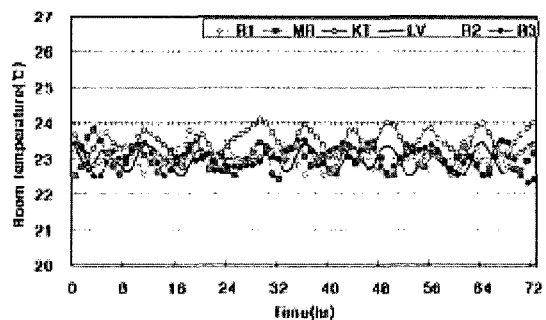
주로 두가지의 용도로 사용하게 되는데 supply header와 return header의 사이에 설치해서 system의 압력 밸런스를 유지하고 부하변동의 발생시에도 펌프의 설계 운전점을 보장하여 최적의 에너지 분배 효율 및 정밀하게 유지하는 유량조절용(차압유량조절밸브) 사용하는 방식이 있다.

유량 밸런싱 시 특성

국내의 경우에 지금까지는 주택의 난방제어시 대표실을 중심으로 제어를 수행하였지만 최근 대표실 제어의 문제점이 대두되면서 실별로 온도조절밸브를 설치하여 실온을 제어하는 실별 제어시스템의 개발이 활성화 되고 있다. 따라서 기존 실별 제어시 실내 환경을 평가하기 위해 유량 밸런싱을 하지 않고 실별 제어를 한 경우 그림 1과 유량 밸런싱을 하면서 실별 제어를 한 경우 그림 2에 대하여 Trnsys를 이용하여 실제 주택에서의 시뮬레이션 한 결과에 의



[그림 1] 유량밸런싱이 없는 경우에 실온제어 결과



[그림 2] 유량밸런싱이 있는 경우에 실온제어 결과

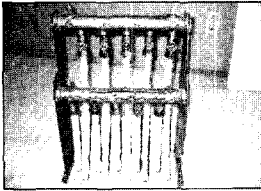
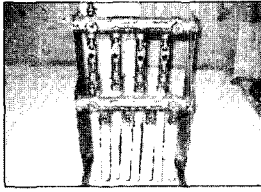
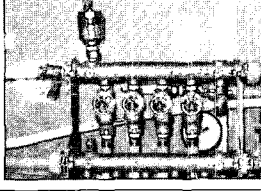
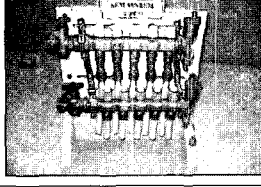
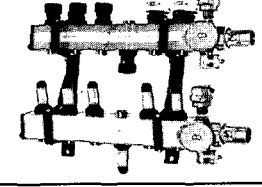
하면, 설정 실온을 23℃로 유지할 경우에 그림 1과 같이 실별로 실온이 평균 1.1℃ 정도, 최저로 2.4℃ 까지 낮게 유지되고 있음을 알 수 있으며 다른 실들은 설정 실온에 근접하게 유지하고 있음을 알 수 있다. 그러나 유량 밸런싱을 한 경우에는 대부분의 실들이 설정온도에 근접하여 유지하고 있음을 알 수 있다. 물론 이와 같은 경우는 실 사이즈가 크거나 과부하가 걸리는 경우이지만 최근에 주택들이 대형화 추세가 가고 있다는 것을 고려할 때 주택의 쾌적감 향상을 위해서는 유량분배와 실온제어가 동시에 이

루어지는 것이 유리함을 알 수 있다.

온수 분배기 적용 결과

온수분배기의 종합적인 성능을 판단하기 위하여 국내에서 시판되고 있는 분배기들을 분류하면 표 1과 같다. 국내에서 시판되고 있는 온수 분배기들은 설치초기에 유량 밸런싱만 가능하고 제어는 불가능한 것부터 실시간 실별 제어가 가능한 것 까지 다양하게 있다.

<표 1> 온수분배기의 종류

제조사	실물 사진	특징
A 방식 온수분배기		<ul style="list-style-type: none"> 회수측 차단밸브 기능 단순 분배관 구조 연결관 부재에 따른 불량 최소화
B 방식 온수분배기		<ul style="list-style-type: none"> 회수측 차단밸브 기능 회수측 유량계 부착 회수측 유량조절 기능
C 방식 온수분배기		<ul style="list-style-type: none"> 형상기억합금 방식 밸브 유량조절 기능
D 방식 온수분배기		<ul style="list-style-type: none"> 회수측 유량계 부착 회수측 유량조절 기능
E 방식 온수분배기		<ul style="list-style-type: none"> 실별 정확한 유량분배기능 자동공기배출 및 배수기능 실별 온도조절기능 압력손실 최소화

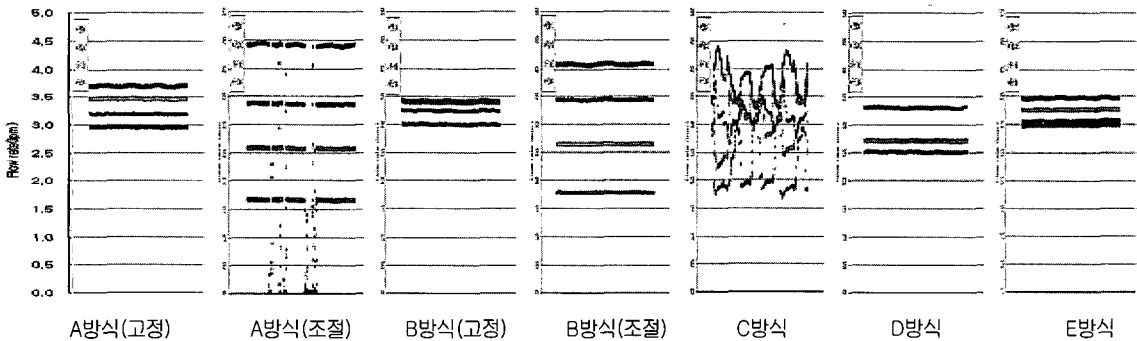


국내 유량밸브들의 적용성을 규명하기 위하여 실험을 수행한 결과를 나타내면 다음과 같다. 실험조건은 A, B분배기는 립 사이즈에 비례하여 Valve별 유량을 조절한 경우, 즉 립별 밸런싱을 한 경우와 Valve를 full open하여 Valve별 유량을 조절하지 않는 경우로 나누어 실험을 수행한 경우이며, C분배기는 형상기억합금에 의하여 자체적으로 유량이 조절되는 경우이며, D, E분배기는 유량이 조절기능은 있지만 조절이 되지 않는 상태로 실험을 수행한 결과를 그림 3에 나타내었다.

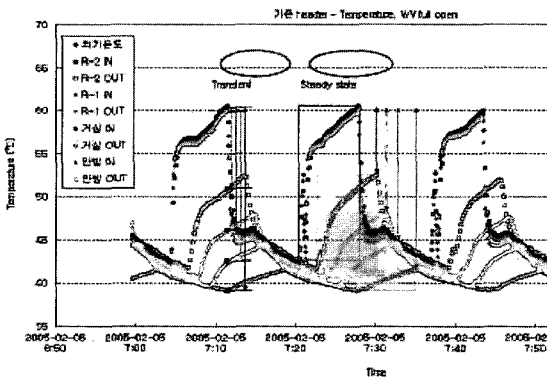
각각의 경우에 총 유량은 약 11~13 lpm으로 나타났으며 D 온수분배기의 경우에 총 유량이 11.23 lpm으로서 가장 적은 결과를 나타내었다. 완전개방의 운전과 달리 유량조절의 경우에는 난방코일의 길이에 비례하는 유량 결과가 확실하게 구분되며, C

온수분배기를 사용한 경우에는 형상기억합금을 이용한 유량조절이 가능하므로 실내온도를 설정값으로 유지하기 위해 시간에 따라 유량이 변화하는 결과를 나타내었다. 즉 위의 결과, A, B분배기와 C분배기의 결과를 보면 립별 밸런싱한 경우와 하지 않는 경우에 립별 유량이 크게 차이가 나게 되며 이는 실내 환경에 크게 영향을 미치리라 사료된다. 그리고 립별제어가 되는 경우에는 밸런싱의 영향이 적지만 대표실에 의한 제어의 경우에는 영향이 크게 될 것이라 사료된다.

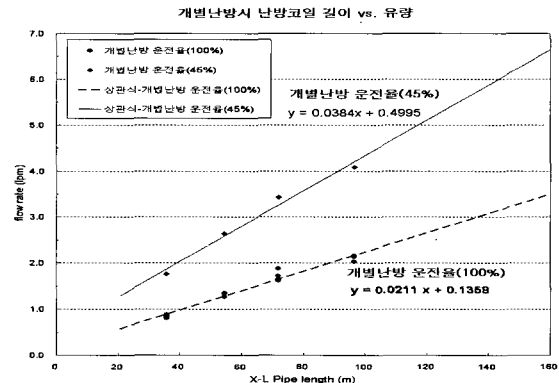
그림 4는 온수분배기별 공급열량을 비교한 것이다. 각각의 결과는 과도상태(transient state) 및 정상상태(steady state)의 결과로 구분하여 볼 수 있다. 난방코일에서 전달된 열량의 계산은 열전달의 기본식을 이용하였다. 그림에서 보면 분배기별 열량 차



[그림 3] 온수분배기별 유량비교



[그림 4] 과도상태 및 정상상태의 온수분배기별 열량 비교



[그림 5] 개별난방방식 시 난방코일 길이 vs. 유량의 관계

이는 크지 않으며 공급유량은 코일의 길이에 비례함을 알 수 있다.

난방코일 길이와 유량의 상관식

앞선 개별난방 실험에서는 동절기 난방부하에 상응하는 열량을 공급하기 위하여 각 난방코일의 길이에 비례하는 유량이 각 실마다 공급되는 것이 환경 제어에 중요함을 알 수 있었다.

그림 5는 난방방식의 난방상태를 기준으로 난방코일의 길이와 유량과의 관계를 나타낸 것이다. 일반적인 경우 보일러의 펌프용량 때문에 공급하는 유량의 한계 등으로 인하여 공급유량을 크게 설계하는 것은 거의 불가능하므로 공급 가능한 유량범위 내에서 난방코일의 길이를 선정하는 것이 필요하다. 따라서 그림에서 나타낸 난방코일 길이와 유량과의 관계를 이용함으로써 적절한 초기 설계기준으로 할 수 있을 것이다.

맺음말

최근 실내공간에서의 생활시간이 증대함에 따라 실내의 환경 수준을 쾌적하게 유지하고 싶은 요구가 증대하고 있다. 이러한 웰빙의 욕구는 동절기 난방

에 있어서 생활공간의 쾌적성을 유지함과 동시에 에너지 절감도 동시에 고려하는 복합적인 요구로 제기되고 있다.

따라서 본 고에서는 분배기의 종류와 특성과 유량밸런싱의 필요성을 알아보고 국내에서 제품화된 분배기들의 실제 적용결과를 분석하여 보고자 하였다. 분석결과 룸 사이즈가 크거나 과부하가 걸리는 경우 등 특이한 상황을 위해서는 유량밸런싱이 필요하며 실별 온도편차를 상당히 줄일 수 있는 것으로 나타났다. 또한 적절한 난방제어를 위해서는 난방코일의 길이에 따른 난방수의 유량이 중요한 인자이며 설계시 이를 제대로 반영하는 것이 필요한 것으로 나타났다.

참고문헌

1. 구용현, 온수난방 배관시스템이 유량배분에 관한 실험적 연구, 석사학위논문
2. 김오봉 외, 바닥복사 난방에서 유량밸런싱을 통한 실별제어시스템의 열성능, 대한설비공학회 2004 하계학술대회
3. 조성환 외, One Header heating System 성능평가 연구, 현대산업개발연구보고서 ㉔