

자동 정유량 온도조절밸브의 스프링 길이가 밸브 용량에 미치는 영향

유선학* · 강승덕* · 박경암**

Spring Length Effect on the Flow Capacity of automatic Flow-Temperature Control Valve

Seon-Hak Yoo*, Seung-Duk Kang*, Kyung-Am Park**

Key Words : Automatic temperature control valve(자동온도조절 밸브), Spring(스프링), Flow rate(유량), Constant flowrate control valve(정유량 밸브), Cartridge shape(캐트리지 형상)

ABSTRACT

The automatic temperature control valve is used to control the flow rate of heating water in the large apartment complex and buildings. It is important to have similar heating flow rate in the apartments, even though the apartment is top or bottom floors. To achieve those purposes, the automatic flow-temperature control valve was developed.

The performance of this control valve is effected by the cartridge shape and spring length. The flow capacity of this control valve is obtained with the different shape of cartridges and with change of spring length.

1. 서론

자동온도조절밸브는 공급되는 난방수 유량을 직·간접적으로 조절하여 각 수요처에서 선정한 실내온도를 자동으로 유지하도록 하는 온도조절밸브이다. 이는 제한된 공간에 설치되는 관계로 좁은 공간에 여러 개의 밸브를 설치하여야 하므로 유효공간 확보의 어려움이 있고 유지 및 관리가 불편하며 밸브 연결부위가 많은 관계로 연결부속이 많고 연결부위의 누수 등의 하자의 발생요인이 많다. 이에 대한 개선점에 착안하여 최소

한의 공간에서도 시공이 가능하고 설치 및 해체가 용이하여 시공성을 향상시킬 수 있고 유지보수가 용이하고 설치비 절감으로 인한 원가절감의 효과를 기대할 수 있는 제품으로 국내에서 설계·개발되고 있다.

자동온도조절밸브에는 형상합금식이나 왁스 팽창식 구동방법 등 전기를 사용하지 않는 방법과 전기의 힘을 이용하여 밸브를 구동시키는 전기식이 있는 데 국내에서는 전기식이 많이 사용되고 있다. 전기식에는 밸브의 열고 닫힘에 의한 온도조절과 실내온도에 따라 밸브의 개폐를 비례로 제어하는 비례제어 방식이 있다.

현행 지역·중앙 난방지구의 아파트에 세대 온수 분배기 주위에는 세대별로 균등한 난방수가 공급될 수 있도록 하는 정유량밸브와 세대 내에 공급되는 난방수의 유량을 조절하여 선택된 온도를 유지하도록 하는 온도조절밸브 및 여과기가 설치되어 있으나 온수 분배기는

* 신한콘트롤밸브(주)

** 한국표준과학연구원

E-mail : kapark@kriss.re.kr

대개 싱크대 하부 등 제한된 공간에 설치되는 관계로 좁은 공간에 여러 개의 밸브를 설치하여야 하므로 유효공간 확보의 어려움이 있고 유지 및 관리가 불편할 뿐더러 밸브 연결부위가 많은 관계로 연결부속이 많고 연결부위의 누수 등의 하자의 발생요인이 많아 이에 대한 개선점에 착안하여 여과기·유량·온도조절밸브를 일체화하여 최소한의 공간에서도 시공이 가능하고 설치 및 해체가 용이하여 시공성을 향상시킬 수 있고 유지보수가 용이하며 설치비 절감으로 인한 원가절감의 효과를 기대할 수 있다.

이러한 정유량밸브는 산업 사회의 발달과 택지 규모의 대형화 추세에 따른 대형아파트, 주상복합건물 등의 대규모 집단 주거시설의 냉·난방설비에 각 단위 규모의 사용자가 실내 온도를 항상 적정온도로 조절하기 위한 냉·난방시스템의 구축에 사용된다.

정유량밸브의 성능에 영향을 미치는 주요인자는 온수가 통과하는 카트리지의 구멍 형상과 크기, 스프링의 자유장 길이 및 스프링 설치 장소의 깊이에 따라 설치된 스프링 길이이다. 카트리지 유로 구멍의 크기를 변화시키고, 스프링 길이를 변화시키면서 유동특성 실험을 수행하여 자동 정유량 온도조절 밸브의 성능개선에 본 연구의 목적이 있다.

2. 실험장치

2.1. 자동 정유량 온도조절 밸브

자동 정유량 온도조절 밸브의 형상은 Fig. 1과 같으며 밸브 내부의 유로는 Fig.1과 같이 카트리지에 원형의 큰 고정 포트와 작은 고정 포트가 있으며 쇠기형의 조정포트로 구성되어 있다. 카트리지에 연결되는 스프링은 차압이 증가하면 스프링 길이가 압축되어 쇠기형 조정포트의 일부가 밸브 본체에 의해서 닫히게 되어 유로가 축소된다. 따라서 차압이 커져도 유량은 일정하게 되어 정유량을 유지하게 된다.

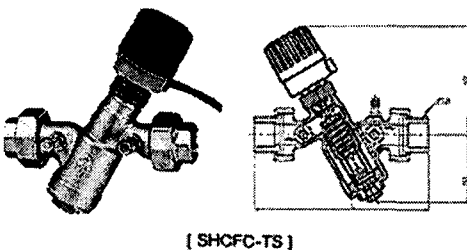


Fig. 1 Automatic flow-temperature control valve



Fig. 2 Schematic of flow path

쇠기형 조정포트의 단면적은이며 카트리지의 이동이 커지면 즉 차압이 커지면서 유로의 감소는 작아진다. 카트리지의 최대 이동거리는 쇠기형 조정포트가 밸브 본체에 완전히 닫히는 지점까지 이동한다.

고정형 포트의 큰 구멍 직경은 1.50 - 4.40 mm까지이며 작은 구멍의 크기는 1.30 - 2.00 mm까지 이다. 작은 구멍은 1개 혹은 2개인 경우가 있다.

스프링의 길이는 약 30 mm이며 스프링의 길이 변화, 즉 카트리지 이동하기 위한 초기 차압의 크기 영향을 실험하기 위하여 스프링의 두께를 0.1 mm 씩 변화시켰다.

2.2 유량실험장치

실험장치는 Fig. 3(간략도)과 같이 설치되어있으며 실험에 필요한 적절한 펌프(120×1.6 m³/h 1대, 70×1.6m³/h 2대)에서 토출된 물은 압력조절밸브에서 실험압력을 압력계와 차압계(2, 5, 10, 20 kg/m²)를 바탕으로 조절한다. 시험부 전·후단에는 각기 밸브가 설치되어있는데 전단에는 throttle valve, 후단에는 gate valve 가 설치되어있으며, 유동율은 온도조절밸브의 후단에 설치된 바이패스 밸브와 유동율 제어밸브로 조절되며 유동율은 대·중·소용량 전자기 유량계 3대로 측정한다. 이는 시험부 전단에 설치되어 있는 throttle valve 의 조절로 실험의 전면에 대한 압조절과 유량의 조절을 바탕으로 이루어진다.

온도조절밸브의 크기와 용량에 따라 3개의 시험판로 중에서 선택하여 실험용 밸브를 설치하게 되어 있다.

측정되는 값은 1:2차 측의 test plug를 이용하여 밸브에 미치는 압력과 유량의 관계를 측정할 수 있으며, 테스트 플러그에는 computer와 연결된 단자를 통해 실시간 압력의 변화량 등의 통계량이 자동으로 기록되어진다. 1:2차 측의 압력과 차압 그리고 유량은 미세하게나마 변동이 생기며 이에 대한 평균량을 기록하게 된다. 이것은 0.7초당 3회를 계속하여 평균값을 산출하게 되어있으며 평균량은 20회를 기준으로 측정 기록하였다.

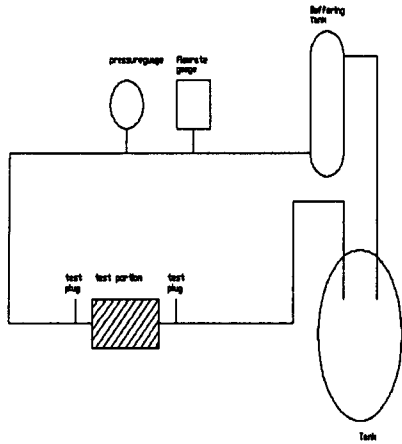


Fig. 3 Schematic of experimental test rig

test plug는 시험부와 시료간의 간섭을 최소화하여 측정할 수 있는 정도(KS B 2101)의 간격을 두었다. 이는 밸브의 2차 측으로부터 발생될 수도 있는 cavitation, vortex, turbulence, pulsatory motion 등의 간섭요인을 최소화하는데 목적이 있다.

3. 실험결과

스프링길이가 31.0 mm이며 카트리지 고정포트 큰 구멍의 직경이 4.55 mm, 작은 구멍의 직경이 2.30 mm 인 경우에 스프링의 두께를 0에서부터 1.0 mm까지 변화시키면서 실험한 결과가 Fig. 4이다.

차압이 약 0.8 bar까지는 차압이 증가하면 유량이 증가하지만 0.8 bar에서 1.8 bar까지는 유량이 일정한 정유량 구간이다. 차압이 약 1.8 bar 이상이 되면 캐비테이션이 발생하면서 차압이 2.1 bar에서 유량이 많이 감소하다가 차압이 더 커지면 유량은 완만하게 증가를 한다. 스프링의 두께가 1.0 mm인 경우 즉 스프링이 1.0 mm 초기에 압축되었을 때 정유량 구간에서 유량이 약 15% 증가한다. 스프링의 두께가 증가하면 초기 유량이 증가하며 차압증가에 따른 유량 증가율이 감소하며 스프링의 두께를 적당히 선정하면 주어진 오차범위 내에서 정유량 구간을 증가시킬 수 있다.

Fig.4에서 사용한 같은 스프링을 사용하면서 고정포트의 큰 구멍의 직경이 2.55 mm. 작은 구멍의 직경이 1.30 mm인 카트리지가 부착된 정유량 밸브의 실험결과가 Fig. 5이다.

Fig. 4와 Fig.5에서 고정포트의 구멍크기에 따라 유

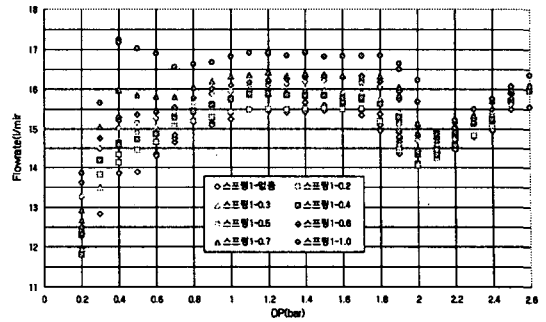


Fig. 4 Experimental results of cartridge having 4.55 and 2.30 mm diameter holes

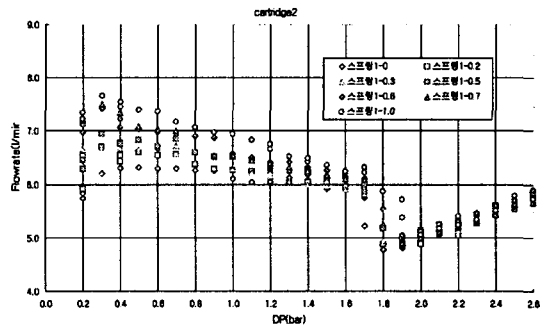


Fig. 5 Experimental results of cartridge having 2.55 and 1.30 mm diameter holes

량이 크게 변화하는 것을 알 수 있다. 고정포트의 유로 단면적이 조절포트의 단면적에 비하여 상대적으로 작은 Fig. 5의 경우에 차압증가에 따른 유량증가 보다는 유로 단면적 감소 영향이 더 크다는 것을 알 수 있다. 고정 포트의 단면적이 작은 경우에 스프링을 넣어 스프링을 압축시키면 정유량 범위가 감소되어 스프링의 두께가 1.0 mm가 되면 차압이 증가하면 유량이 계속 감소하는 현상이 발생한다.

고정포트 구멍의 작은 Fig5의 경우 캐비테이션이 차압 1.8 bar에서 발생하여 2 bar부터 차압이 증가하면 유량이 점진적으로 증가한다.

스프링을 넣지 않은 경우에 카트리지의 구멍 크기가 유량에 미치는 영향을 보여주는 것이 Fig. 6이다. 카트리지 1의 고정포트 단면적은 20.4 mm², 조절포트의 단면적은 27.3 mm², 카트리지 2의 고정포트 단면적은 6.4 mm², 조절포트의 단면적은 27.3 mm²이다. 따라서 스프링이 압축되지 않은 차압이 작은 경우 유로 단면적의 비는 1.4, 스프링이 최대로 압축된 경우 고정포트

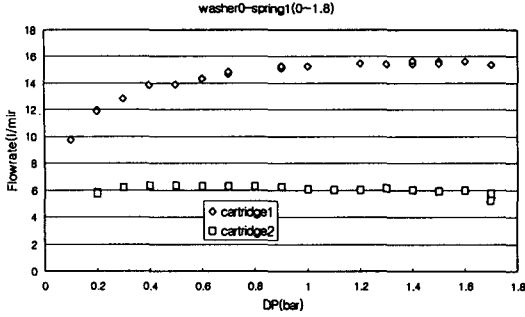


Fig. 6 Test results without snap-ring

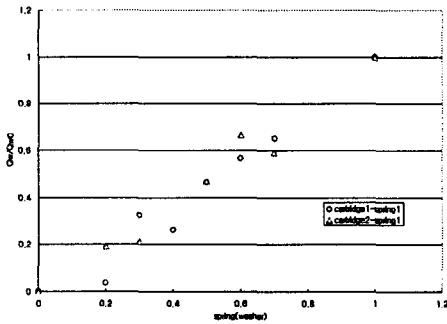


Fig. 7 Effects of snap-ring thickness

의 단면적비는 3.2 이다. 유량의 비는 약 2.5로서 단면적비의 사이 값이다.

정유량 범위에서 스냅링을 넣지 않은 경우의 유량에 대한 스냅링을 넣었을 경우 유량의 비를 카트리지가 구멍의 크기가 다른 경우의 결과를 도시한 것이 Fig. 7이다. 스냅링의 두께에 따라 고정포트의 단면적에 관계없이 유량이 직선적으로 증가하고 있다는 것을 알 수 있다.

4. 결론

자동 정유량 온도조절 밸브의 유량특성 실험을 유로 크기와 스프링 길이 변화의 영향에 관한 실험을 수행하였다.

- 1) 스프링 길이를 변화시키기 위해서 넣은 스냅링의 두께, 즉 초기에 압축된 스프링 길이가 유량에 미치는 영향은 매우 크며 스냅링의 두께 변화로 밸브 용량을 15% 조절할 수 있다.
- 2) 스냅링의 두께에 따라 유량이 직선적으로 증가한다.
- 3) 유로 단면적에 따른 유량의 증가는 카트리지의 고정포트의 단면적과 총 유로 단면적을 증가시키는 비의 사이에 있다.
- 4) 자동 정유량 온도조절 밸브의 성능을 향상시키기 위해서는 앞으로 더 많은 실험이 필요하다.

참고문헌

- (1) Griswold Controls, Technical note, operation of direct acting spring-loaded Flow control valves. F2055
- (2) 인하대학교 산업과학기술연구소, 1997, 4차년도 산·학·연 컨소시엄 결과발표 최종보고서, '정유량조절밸브개발' pp29-42
- (3) EN 60534-1 Industrial control valve : control valve terminology and general considerations
- (4) EN 60534-2-3 Industrial control valve : Flow capacity - test procedure
- (5) EN 215 Thermostatic radiator valve Part1 : requirement and method
- (6) KS B 2101 밸브용량계수 시험방법