

난방시 실별 연동형 세대자동유량제어 시스템

김 영 균^{*†}, 김 남 근, 서 범 석

(주)샘시스템^{*}, 삼양발브종합메이커(주)

Auto Flow Rate Regulating System Synchronized with Room Control

Young-Kyun Kim^{*†}, Nam-Gun Kim, Bum-Suk Seo

SEM System Co., Ltd.^{*}, Samyang Comprehensive Valve Co., Ltd., Bucheon, Korea

(Received May 15, 2009)

ABSTRACT: If we can supply accurate minute flow rate to the households, we can solve many problems that are occurring in consequences of uncontrolled flow rate for the households. Therefore, this paper presents an innovative solution to the source of the problems by illustrating how we can control the flow rate to the household. This paper proves such problems even can be solved in a case when there is a room turned off the heating.

Key words: Differential pressure & flow control valve(세대차압유량조절밸브), Auto flow control system(자동유량제어시스템), Synchronized regulating system(연동조절장치), Auto variable flow control valve(자동변유량밸브), Active auto flow regulating system(능동형자동유량조절시스템)

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

복사난방이 생활화 된 우리나라의 주거문화 특성에 맞춰 바닥 난방을 위한 다양한 연구와 상품이 개발되었고 또한 그에 따라 소비자의 욕구도 점차로 높아져 갔다. 이에 부응해 실별 유량 조절 기능이 탑재된 시스템분배기의 활성화로 우리 주거문화가 한 단계 업그레이드되었고 또한 그로 인한 에너지 절감효과가 극대화 되면서 시스템분배기가 우리 생활 속에 깊이 자리매김 하였다. 그러나 아직도 시스템분배기 자체만으로는 해결

하기 어려운 정확한 유량조절기능 미비등으로 발생하는 소음이나 운송동력등이 에너지 낭비의 요소가 여전히 남아있다. 이에 그 원인을 분석하고 해결방안을 찾아보고자 한다. 연구 목적을 설명하기 전에 정확한 유량의 조절이 가능한 분배시스템을 위해 시스템 분배기의 기본적인 개념부터 이해를 하고자 한다. 시스템분배기라 함은 세대 내에 난방을 위한 난방수를 각 실별 상태나 조건에 맞춰 필요한 유량을 적절히 공급해 주는 실별 유량 조절 밸브(수동밸런싱밸브) 및 각 실의 온도에 따라 난방수를 제어할 수 있는 구동기 그리고 실별 온도제어기 및 제어함으로 구성된 복합장치를 말한다. 그러나 이러한 시스템을 갖추고도 지역난방이나 중앙난방을 사용하는 다세대(공동) 주택의 경우 각 세대별로 일정한 난방수가 공급될 수 있도록 각 세대별로 정유량밸브나 기타 각 회사의 특징에 맞는 적절한 시스템을 구축하게 된다.

† Corresponding author

Tel.: +82-32-678-3121; fax: +82-32-672-0876

E-mail address: yk.kim@samyangvalve.com

그러나 이러한 시스템의 사용에도 불구하고 난방을 적게 하는 세대와 난방을 많이 하는 세대간의 난방비의 불확실한 차이로 인해 사용량의 형평성과 에너지 낭비로 사회적인 문제가 되고 있다. 따라서 본 연구로 이러한 불명확한 세대별 난방 사용량을 정확한 요금 체계와 과유량에 따른 소음이나 캐비테이션을 해소하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

시스템 분배기의 급수나 환수측에 설치되는 정유량밸브의 제어구동부와 그 제어를 할 수 있는 제어함 및 각 실별 필요유량을 입력할 수 있는 데이터 입력 장치를 연구의 범위로 하며 시스템분배기의 세대별 공급 유량을 실별 유량과 연동하여 정확하고 정밀한 유량제어로 최적의 난방이 되도록 시스템 분배기의 각 실별 필요 유량 데이터를 이용해 세대 정유량밸브를 제어한다. 연구는 최근 개선된 시스템의 하나인 세대차압유량조절밸브를 설치한 시스템과의 비교 실험에 이어 가장 널리 사용되고 있는 정유량밸브 시스템과의 비교 시뮬레이션을 통한 검증으로 진행하려 한다.

2. 원리 및 실험

2.1 원리

Fig. 1에서처럼 4개의 실을 기준으로 설명을 해 보면 각각의 실에서 요구되는 유량은 Table 1 과 같다고 보면, 모든 실에 난방이 필요로 한 경우 필요한 유량은 $(4.3 + 2.6 + 2.3 + 1.6) = 10.8 \text{ l/m}$ 가 필요하다. 이 경우 1번방이 적정 온도에 도달했거나 난방이 필요 없는 경우 1번방의 구동기가 작동하여 난방수의 공급을 차단하게 되고 이때는 이 세대에 필요한 실제 계산 유량은 1번방을 제외한 6.5 l/m 가 된다. 우리가 1번방의 필요 유량이 4.3 l/m 란 것을 알고 있기 때문에 이때 세대 환수측에 설치되어 있는 정유량 밸브의 유량 자체를 일정 비율로 돌려 세대 내에 들어오는 유량 자체를 원천적으로 6.5 l/m 만 세대내로 들어 올 수 있도록 제어 한다면 불필요한 과유량이 다른 방으로 추가 유입되어 필요 이상의 에너지가 낭비되거나 유속이 빨라져 소음이 발생하는

Table 1 Flow rate for each room

Room No.	Flow rate (l/m)
1	4.3
2	2.6
3	2.3
4	1.6

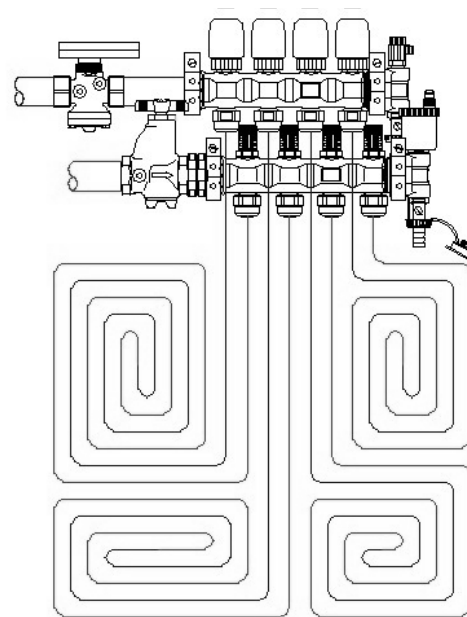


Fig. 1 Manifold with variable flow rate valve

것을 미연에 방지할 수 있게 된다. 이는 다른 한 개 또는 다수의 방이 난방을 불필요로 하는 경우에도 동일하게 적용될 수 있다.

2.2 실별 제어에 따른 세대유량실험

2.2.1 기계식 세대차압유량조절밸브와의 비교

실험은 전용 시험기를 이용한 5회 반복 테스트를 거친 평균값으로 데이터를 수집했고 그 결과값은 Table 2와 Fig. 2에서 나타나 있으며 테스트에 사용한 배관 개념도는 Fig. 3, Fig. 4에 표시되어 있다. (본 실험은 삼양발브종합메이커(주)에서 자체적으로 진행되었다.)

2.2.2 실험에 대한 요약 설명

실험은 Fig. 3의 배관도처럼 두 가지 방식으로

Table 2 Flow rate test

Case	Open room				Flow rate (ℓ/m)				
					Differential pressure & flow control valve Fig. 3 (b)	accuracy	This system (Proportional control system) Fig. 3 (a)	accuracy	Optimum calculation Value
1	O	O	O	O	10.8	0%	10.6	2%	10.8
2	O	O		O	10.0	18%	8.5	0%	8.5
3	O	O	O		10.2	11%	9.2	0%	9.2
4	O		O	O	9.3	13%	8.0	2%	8.2
5	O			O	7.8	32%	6.0	2%	5.9
6	O		O		8.2	24%	6.6	0%	6.6
7	O	O			8.8	28%	6.6	4%	6.9
8		O	O	O	7.9	22%	6.3	3%	6.5
9		O	O		6.7	37%	4.9	0%	4.9
10		O		O	6.2	48%	3.6	14%	4.2
11			O	O	5.5	41%	3.6	8%	3.9
12	O				6.1	42%	4.5	5%	4.3
13		O			4.3	65%	2.3	12%	2.6
14			O		3.0	30%	1.8	22%	2.3
15				O	2.1	31%	1.5	6%	1.6

Compare test with differential pressure & flow control valve and this system.

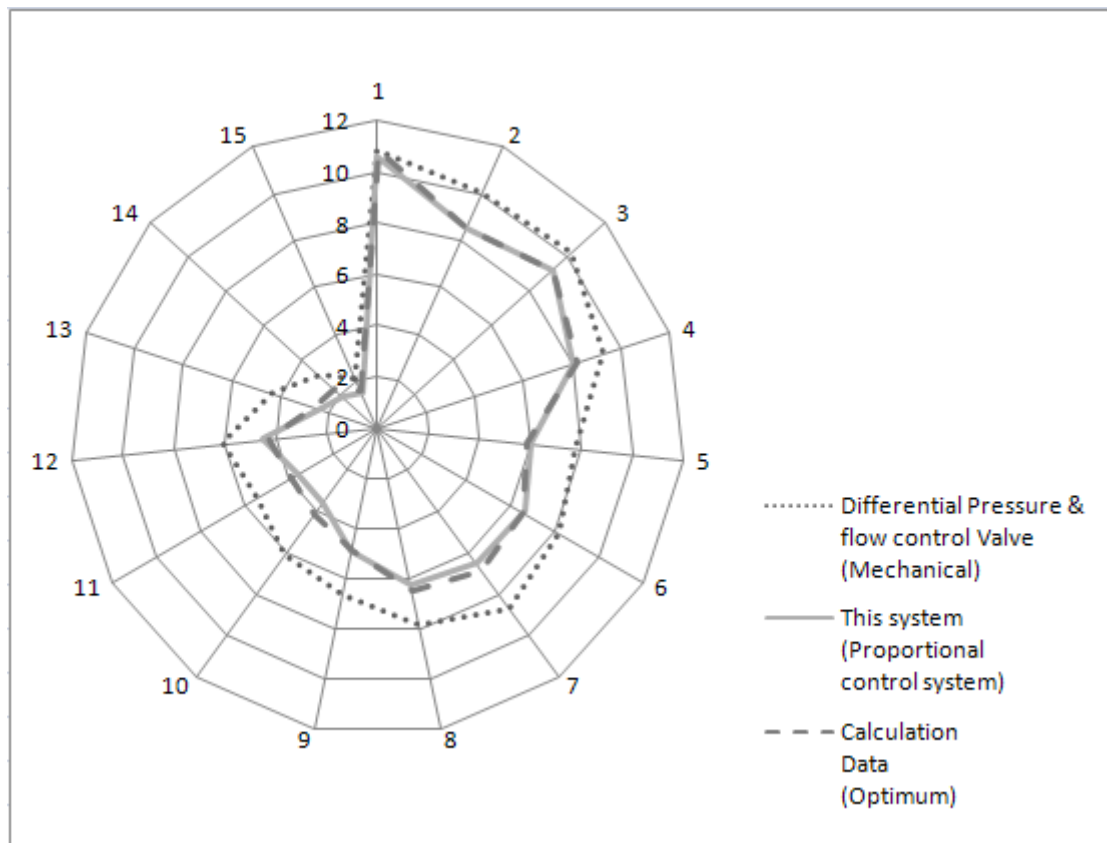


Fig. 2 Estrangement ratio of flow rate test

진행 되었다. 그 하나는 세대차압유량조절밸브를 설치한 시스템과 다른 하나는 본 연구의 실별 제어 연동형 변유량밸브를 설치하여 동일한 조건에서 각 실별 구동기를 개폐해가며 세대에 유입되는 유량을 직접 측정해 보았다.

3. 실험결과 및 고찰

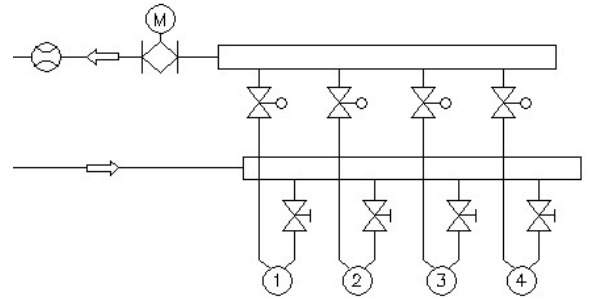
3.1 실험 결과

Table 2에서처럼 세대차압유량조절밸브를 사용하여 각 실별 개폐를 하여 세대에 인입되는 유량을 통제하는 방식과 본 연구에 사용된 방식으로 실별 유량을 제어하는 방식간의 실험적인 비교를 통해 결과를 분석해 보면 Table 2에서처럼 전자의 경우 평균 24%의 오차가 발생하고 후자의 경우 평균 3%대의 오차만이 발생하는 것을 확인할 수 있다. 또한 Fig. 2를 분석해 보면 전자의 경우 전체적으로 과유량이 발생하는 것을 볼 수 있다. 반면 후자의 경우는 과유량이 거의 발생되지 않는 것을 볼 수 있다. 즉, 세대차압유량조절밸브의 경우 각 실별 제어가 발생하는 경우 내부적인 차압으로 세대내로 인입되는 유량을 조절할 수 있으나 실험에서 보는 바와 같이 20% 이상의 오차가 큰 결과가 도출되었다. 이는 여러 가지 원인이 있을 수 있으나, 기구적인 밸브의 직선성이나 반복성의 한계를 극복하기에는 다소 무리가 있는 정밀도를 요구하는 부분이라고 판단된다. 즉, 밸브의 구성품인 스프링이 가지고 있는 비직선성 뿐만 아니라 금속 자체가 가지고 있는 변위량의 그것과도 무관하지 않기 때문이다. 따라서 단지 기구적인 부분에서 정밀한 제어를 얻기 보다는 유량 제어성이 우수한 연동밸브를 이용해 전기적인 제어를 함으로서 고정밀도를 추구하는 것이 실험적으로 좀 더 확실하다는 사실을 유추해 냈다.

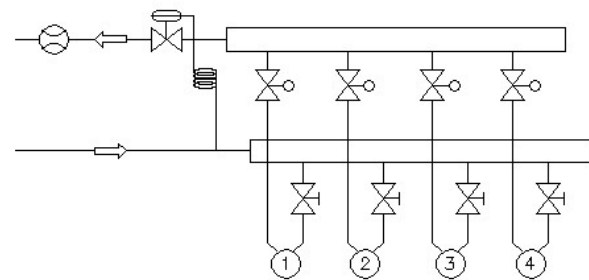
3.2 실험에 대한 고찰

따라서 앞에서도 언급했듯이 이러한 세대차압 정유량밸브 외에도 일반적으로 행해지고 있는 설계방식 등을 추가로 검토해 볼 필요가 있음을 확인하고 그 방법으로 2007년 5월 하계학술대회에 발표되어 실증적으로 그 정밀도를 인정받은 열,

유체 해석 프로그램인 Flownex를 통해 다른 시스템에 대한 시뮬레이션을 통해 추가적인 비교 검증작업을 하기로 하였다.



(a) Auto flow control valve synchronized with room control method



(b) Differential pressure & flow control valve method

Fig. 3 Schematic drawing of test

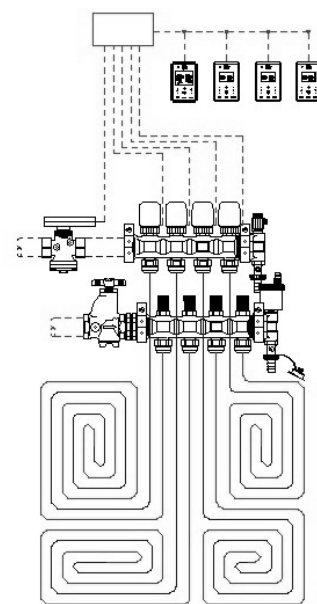
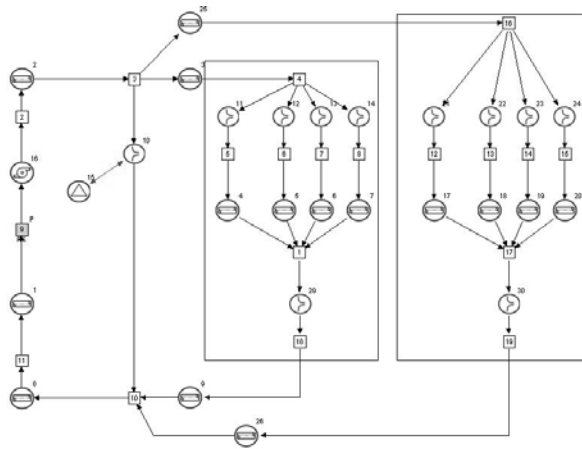
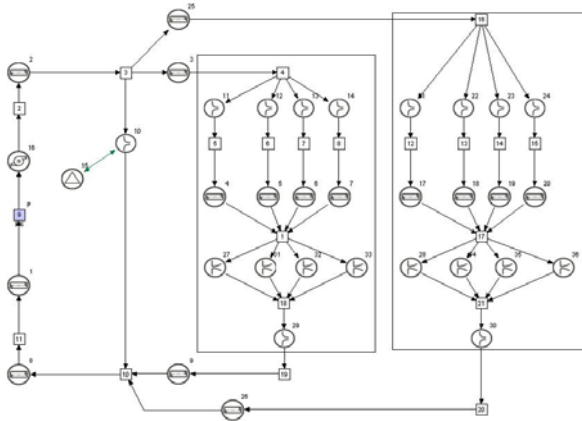


Fig. 4 Control diagram of test system



(a) Constant flow valve method



(b) Variable flow valve method of this study

Fig. 5 Modeling for Flownex simulation

4. 열 유체 해석을 통한 검증

4.1 해석을 위한 시스템 모델링

Fig. 5처럼 두 가지의 계통도를 통해 세대별 유량의 유입량을 검증해 본다.

Fig. 5의 (a)를 보면 차압밸브를 공급수와 환수간에 설치하여 추가유량을 바이패스 시킬 수 있도록 구성해 놓았고 또한 각 세대 입구에는 정유량밸브로 유량을 제어할 수 있도록 모델링 하였다.

반면 (b)의 경우 본 연구에서처럼 정유량밸브에서 각 실별 소비 유량을 미리 입력시켜 놓은 제어기를 통해 적정 유량만을 공급할 수 있도록 변유량을 할 수 있도록 구성해 놓았다.

Table 3 Flow rate simulation data

CASE	Open Room				Flow rate (l/m)				
					Constant flow valve	accuracy	This system (Proportional control system)	accuracy	Calculation Data (Optimum)
1	○	○	○	○	3.96	3%	3.96	3%	4.10
2	○	○		○	3.66	23%	3.00	1%	2.98
3	○	○	○		3.72	15%	3.12	4%	3.24
4	○	○	○		3.66	25%	2.94	0%	2.93
5	○			○	2.94	62%	1.74	4%	1.81
6	○		○		3.18	54%	1.98	4%	2.07
7	○	○			3.24	53%	2.04	4%	2.12
8		○	○	○	3.72	18%	3.06	3%	3.15
9		○	○		3.36	47%	2.16	6%	2.29
10		○		○	3.18	57%	1.92	5%	2.03
11			○	○	3.06	55%	1.92	3%	1.98
12	○				1.92	102%	0.96	1%	0.95
13		○			2.28	95%	1.14	3%	1.17
14			○		2.16	93%	1.08	4%	1.12
15				○	1.74	107%	0.84	0%	0.84

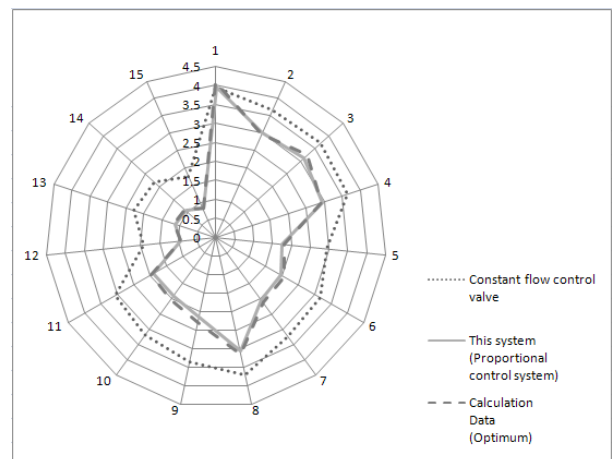


Fig. 6 Result graph of Flownex simulation

4.2 해석 결과 및 고찰

Table 3 과 Fig. 6에서 보이는 것처럼 두 가지의 계통도를 통한 세대별 유량의 유입량을 시뮬레이션 해 본 결과 위에서 실험으로 얻은 값과 유사한 결과를 볼 수 있다. 특히 본 연구에 사용된 실별 연동형 세대차동유량제어시스템의 경우 평균 오차율이 실험과 똑 같이 3%를 유지하는 결과를 얻을 수 있다. 반면 세대차압유량조절밸브를 사용한 경우와 정유량밸브만을 사용한 경우 정유량밸브만 사용한 경우가 더 많은 평균오차(40%)를 나타내는 것을 확인할 수 있다.

이로서 정유량밸브만 사용한 시스템 보다는 세대차압유량조절밸브를 사용하는 경우가 실내의 유량오차 범위를 좀 더 감소시킬 수 있는 시스템으로 확인되었으며 그 평균오차 역시 40%에서 24%로 다소 줄기는 했으나 여전히 본 연구의 결과물(3%)에 비해서는 확연한 차이를 보여주는 결과들이란 것을 실험적으로나 시뮬레이션으로 모두 확인 시켜주고 있다.

5. 결론

결론적으로 본 연구에서 다음과 같은 결론을 도출할 수 있다.

(1) 공동주택이나 다세대주택의 경우 단순히 정유량밸브만의 설치로는 난방의 특성이 다른 각 세대별 유량을 정확히 계량한다는 것은 불가능하며 그로 인해 유량계에 의한 난방비 부과 방식은 정확한 난방비 산정이 불가능하다. 따라서 실별 유량에 따른 세대 난방유량의 유입단계에서부터 근본적인 제어가 필요하다.

(2) 일반적인 기계식 세대차압유량조절밸브의 기구적인 특성상 실별 유량의 사용량에 따른 정확한 세대 난방 유량 제어가 다소 미흡하다는 사실이 실험적으로 입증 되었다. 이는 난방을 적게 하는 세대와 난방을 많이 하는 세대간의 난방비 산정에 큰 차이가 없음을 나타내며 이로 인한 여러 문제점을 미연에 방지할 수 있도록 좀 더 정밀한 세대난방 유량제어 시스템의 필요성을 인식하여 본 연구를 진행함으로써 최적의 세대난방

시스템을 검증할 수 있었다.

(3) 추후 각 시스템별로 실제적인 에너지 절약이 수치화 되도록 연구를 계속 진행할 필요가 있다.

참고 문헌

1. Construction mechanical equipment standard Jan. 2003 SAREK pp. 76-77
2. Frank M. White. FLUID MECHANICS, 5d ed., McGraw-Hill, Korea, 2003 Translation. K. R. Jo., J. Y. Yoo., S. H. Kang.
3. Korea Grundfos., Inc, Catalog p.8 Grundfos Comfort UP-N, UP-B Series 100.
4. G. K. Wislicenus., Flues Mechanics Of Turbomachinery, 2d ed., McGraw-Hill, New York, 1965.
5. D. Japikse, R. Furst, and W. D. Marscher, Centrifugal Pump Design and Performance, Concepts, ETI Inc., Hanover, NH, 1997.
6. Raymond J. Roark., Warrenc. Young., 1966 Formulas for Stress and Strain, 5d ed., McGraw-Hill, New-York.
7. M. C. Roco, P. Hamelin, T. Cader, and G. Davidson "Animation of LDV Measurements in a Centrifugal Pump," in Fluid Machinery Forum-1990, U.S. Rohatgi (ed.), FED, vol. 96, American Society of Mechanical Engineers, New York, 1990.