

# 가변속 펌프시스템의 최고 성능에너지방법

[유량제어에 의한 약 25%의 성능에너지 실현]

(株)日本플로컨트롤즈 菅原 久光  
Hisamitsu Sugawara

본고는 日本의 建築設備와 配管工事 98年 9月호에 게재된 내용을 大韓設備建設協會 김성찬 設備技術研究所長이 翻譯한 것으로서 無斷으로 複製하거나 複寫 使用할 수 없음을 알려드립니다. [편집자註]

## 1. 머리말

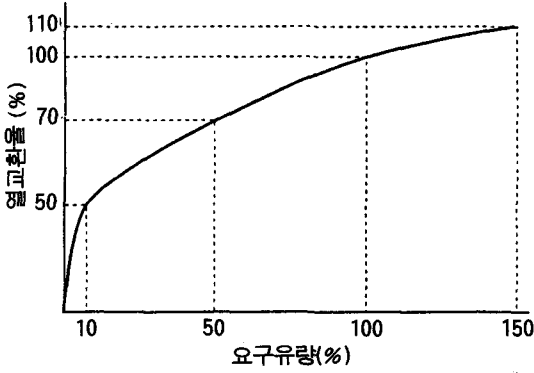
여러분도 기억이 새로울 것으로 생각되는데 1997년 12월, 온난화방지 교토회의에서 일본의 온난화가스삭감목표를 1990년 대비 -6%라고 하는 제법 심한 목표를 내세웠다. 잘 아시다시피 오일쇼크를 경계로 하여 일본의 성능에너지기술은 세계적으로 보아도 톱레벨이라고 생각되며 다른 선진국의 목표치와 비교하여 실질적으로 가장 심하다는 의견도 있다. 우리 건축설비의 분야에서도 온난화가스의 삭감대상에 대체냉매가 포함되는 등, 이 문제에 대해서 진지하게 대처할 필요가 있는 것은 분명한 일이다.

그러나 건축설비의 분야에 있어서도 아직 성능에너지가 가능하다고 폐사는 생각하고 있으며, 여기에 그 일례를 소개하고자 한다.

## 2. 배관계에 있어서 성능에너지

오늘날, 성능에너지를 도모하기 위하여 빌딩 등의 배관계에 가변속(可變速)펌프를 광범위하게 사용하고 있다. 이 가변속펌프를 최고 효율로 운전하여 많은 성능에너지를 얻기 위해서는 배관계의 정확한 유량밸런스가 대단히 중요하다. 일반적으로 가변속펌프와 2방조절밸브를 조합하여 온도제어 때문에 냉온수의 유량제어를 하고 있다. 그러나 자동제어밸브와 자동정유량(自動定流量)밸브(해외에서는 자동밸런싱밸브 또는 자동플로컨트롤밸브라고 부르고 있다)를 조합하여 사용하므로써 많은 성능에너지를 달성할 수 있다.

왜냐하면 2방조절밸브에서는 어느 정도의 유량제어밖에 될 수 없으며, 최고의 성능에너지를 달성하기 위해서는 자동정유량밸브를 조합할 필요



[그림 1] 열교환기특성

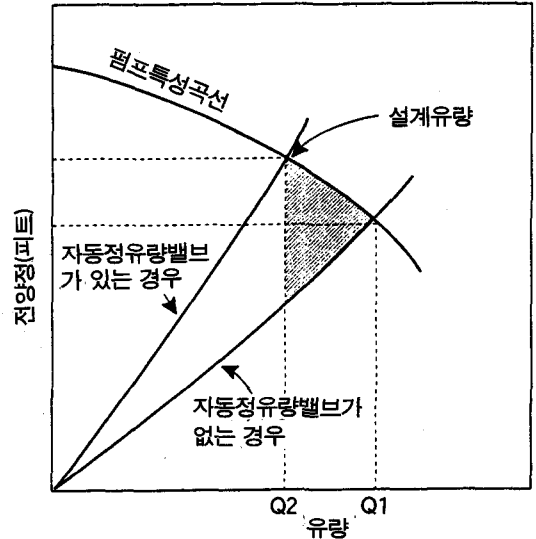
가 있다. 실제로 가변유량의 배관계에 2방조절밸브와 자동정유량밸브를 설치하여 가장 좋은 효율의 유량제어를 하여 상당한 동력을 절약한 성공사례가 보고되고 있다.

[그림 1]에 요구유량과 냉난방코일의 열교환을 관계를 그래프로 표시한다. 이 그래프는 냉수를 요구유량 100%부터 50% 증가시켜도 열교환율은 10%밖에 증가하지 않는 것을 표시하고 있다.

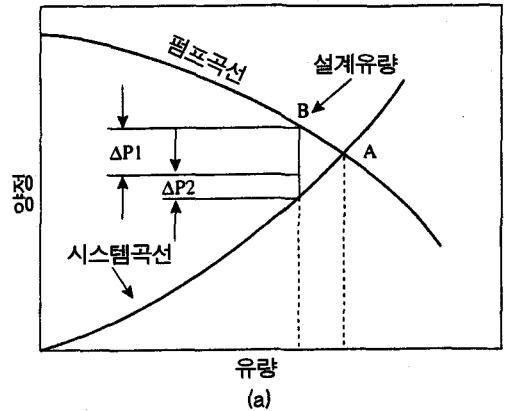
[그림 2]는 펌프의 유량-압력특성을 표시한다. [점 : Q1]은 자동정유량밸브가 없는 경우를 표시하고 [점 : Q2]는 자동정유량밸브를 사용한 경우의 유량-압력특성을 표시한다. 자동정유량밸브는 설계자가 희망하는 유량을 자동적으로 제한한다.

[그림 1]과 [그림 2]의 양쪽에서의 과잉유량은 매우 쓸데없는 동력과 코스트의 원인이 되는 여분의 마력을 소비하게 된다. 자동정유량밸브를 설치함으로써 [그림 2]의 사선부분의 유량에 상당하는 에너지를 절약할 수 있다.

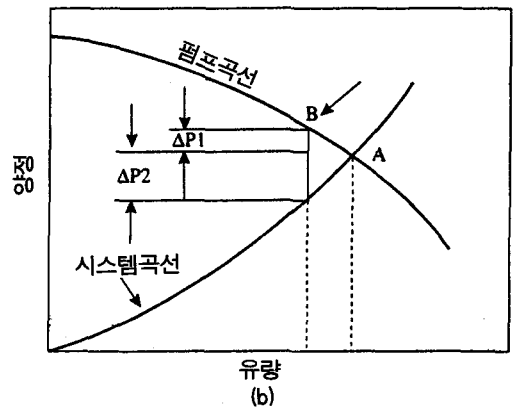
[그림 3(a)]와 [그림 3(b)]는 배관계에 온도제어를 위해 2방조절밸브와 자동정유량밸브를 조합하여 사용한 경우의 유량-압력특성을 표시한다. [그림 3(a)]는 2개의 밸브가 협력하여 설계유



[그림 2] 유량-압력특성

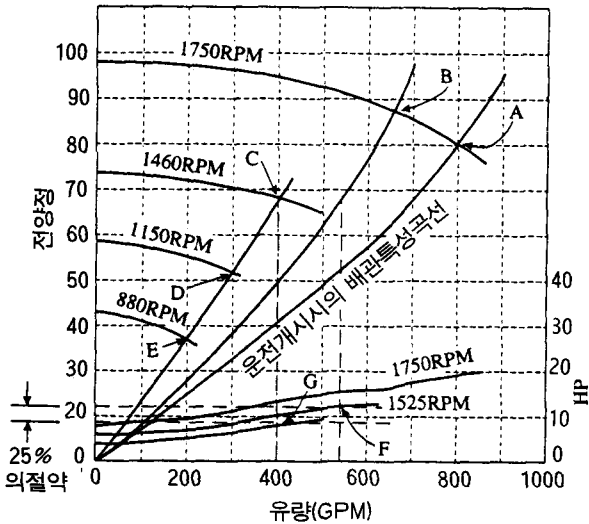


(a)



(b)

[그림 3]



[그림 4] 가변속펌프의 유량-압력특성

량을 어떻게 유지하고 있는가를 [점 : B]와 펌프 곡선의 교점에 따라 표시하고 있다. 이 2방조절 밸브의 밸브의 개도가 전개(全開)의 상태까지 가지 않은 경우에는 2방조절밸브의 제어하에 있으며 자동정유량밸브의  $\Delta P_2$  보다도 큰 차압  $\Delta P_1$ 을 표시하고 있다. 더욱 차압이 크게 되면 통상적으로 유량은 [점 : A]까지 증가하는 것이나, 그 여분의 차압은 자동정유량밸브에 의하여 흡수되어 버린다[그림 3(b) 참조]. 이 자동정유량밸브는 최고유량을 설계유량까지 제한하기 때문에 여분의 차압을 흡수하여 제어한다.

[그림 4]는 가변속형의 펌프를 사용한 경우, 펌프속도의 변화에 대한 펌프곡선과 시스템의 압력곡선의 교점을 표시한다. [점 : A]는 자동정유량밸브가 없는 경우 펌프의 운전개시시의 시스템이 넓게 열려 있을 때의 특성곡선이다. 배관계에 자동정유량밸브를 설치하지 않은 경우에는 설계유량의 약 25%의 여분인 유량이 흘러서 펌프동력으로는 10~15%의 에너지가 여분으로 소비되고 있다. [점 : B]는 동일한 시스템에 자동정유량밸브를 설치한 경우이다. [점 : C, D 그리고 E]

는 동일한 시스템에서 펌프의 속도가 감소한 경우의 운전점이 된다. 펌프의 양정이 변화하여도 자동정유량밸브에 의하여 밸런스가 취해진 시스템으로 되어 있는 것에 주의하기 바란다. 자동정유량밸브는 가변유량시스템의 배관계에 있어서도 유량을 제한(制限)시킬 수 있다. 시스템의 운전곡선은 자동정유량밸브와 온도제어밸브가 펌프양정을 증가시키므로 어느 정도 이동한다.

이 자동정유량밸브를 적용하므로써, 부하의 피크시가 아닐 때에는 유량을 제한하고, 또한 부하의 피크시에는 오버플로와 유량부족 현상을 방지하는 것이 가변유량시스템 전체의 장점이다. 이러한 운전상황에 따라서 최고의 성능에너지가 비로서 달성된다.

### 3. 케이스 스터디

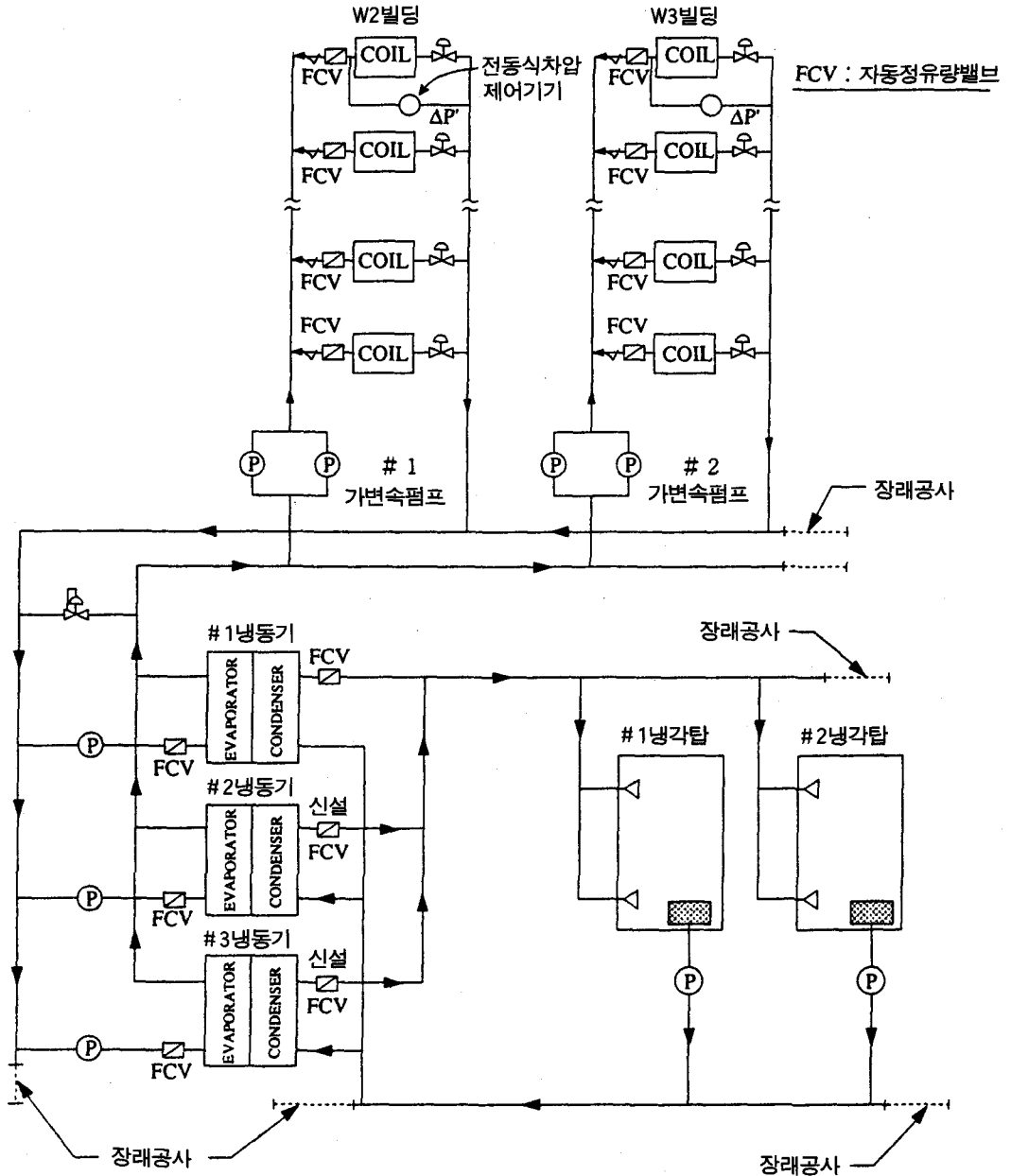
미국의 NASA와 국방계약관리지부가 주체가 되어 플로리다주의 멜보론에 있는 기존시설에 2동의 신축빌딩, W2동과 W3동을 추가한 사례를 소개한다.

제1기 공사에서는 공사를 완성하자마자 그 빌딩을 사용하였고, 새로운 2동의 빌딩은 15A로부터 600A까지 약 50대의 자동정유량밸브를 사용하여 기존의 배관계에 접속시켰다.

이 증축공사에 새로운 냉동기 2기를 추가하게 되었다[그림 5 참조]. 자동정유량밸브로 인하여 3대 전체의 냉동기가 냉방부하의 변화에 관계없이 병렬로 이용할 수 있었다. 4대의 자동정유량밸브를 새로운 2대의 냉동기에 설치하고 나머지 자동정유량밸브는 컴퓨터실과 기타 사무소 구역의 냉수제어를 위하여 사용하였다.

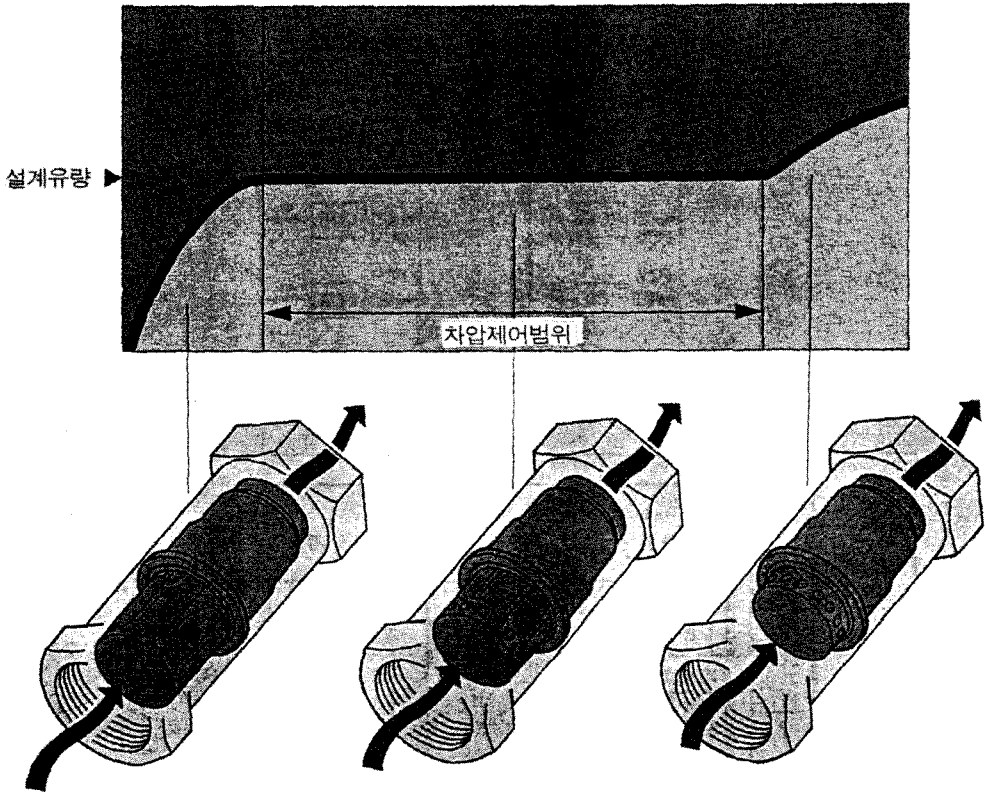
[그림 5]는 W2동과 W3동의 냉각수계통을 표시하고 있다. 500냉동톤의 냉동기는 1,000 GPM(3,780 l/min)의 냉각수가 필요하며 냉각용량을 제어하기 위하여 온도제어용 2방조절밸브를 각각의 냉수계통에 설치하였다. 말단의 냉

## 가변속 펌프시스템의 최고 상에너지방법



수회로의 차압( $\Delta P$ )식 모터회전수 제어기기에 의하여 가변속펌프의 모터속도를 제어하고 있다. 각 계통의 냉각부하를 만족시키도록 2방조절밸

브가 유량을 가감한다. 차압( $\Delta P$ )식 모터회전수 제어기가 차압( $\Delta P$ )의 상승을 감지하면 가변속펌프에게 속도를 떨어뜨려 배관계의 유량을



차압이 제어범위보다 낮은 경우 : 유량제어 카트리지는 설계유량 이하에서 변화하는 변유량장치로서 작동한다.

차압이 넓은 제어범위내의 경우 : 유량제어 카트리지는 설계유량의  $\pm 5\%$  이내의 제어로 유지시키기 위하여 차압의 변화에 따라서 조정한다.

차압이 넓은 제어범위를 초과한 경우 : 유량제어 카트리지는 완전히 밀고 들어가서 차압의 상승에 대응하여 유량이 상승한다.

[그림 6]

줄이도록 신호를 보낸다.

사무소 시설내의 냉수회로는 야간과 주말에는 완전히 운전을 정지하지만 온도변화에 민감한 컴퓨터실의 냉수회로는 24시간 운전한다. 컴퓨터설비는 W2동에 있으며, 이 시설의 총 요구냉수량에 따라 펌프 2대가 풀회전으로 운전시 1,000GPM(3,780 l/min)으로부터 펌프 1대로 회전수를 떨어뜨려서 약 400GPM(1,514 l/min)까지 유량을 감소시킨다.

[그림 4]는 펌프 1대 운전시의 풀회전과 회전

수를 감소시킨 경우를 나타낸다. 전체의 냉수회로에 자동정유량밸브가 설치되어 있어서 W2동내의 펌프는 약 1,460RPM의 회전수로 400GPM(1,514 l/min)을 공급하면 [점 : G], 불과 약 9마력(HP)밖에 소비되지 않는다. 자동정유량밸브가 없으면 그 냉수회로는 제어할 수 없게 되며 고려하지 않으면 안될 여분인 유량을 소비하여 버릴 것이다. 펌프회전수가 약 1,525RPM으로 되어 약 550(2,081 l/min)의 냉수를 공급하면 [점 : F], 약 25% 여분의 동력을 소비한다. 이

것은 자동정유량밸브가 없으면, 연간동력비의 25%가 증가하는 것을 의미한다.

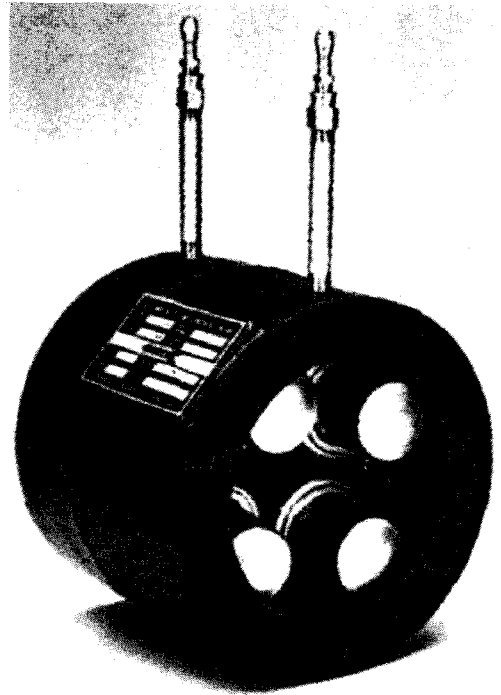
자동정유량밸브를 사용하게 되면 펌프의 동력비를 삭감하게 되고 성능에너지효과로 인하여 2년 간에 감가상각이 가능하게 된다.

#### 4. 기타 메리트

자동정유량밸브를 사용하므로써 가변속펌프의 성능에너지효과를 최고로 하는 이점에 추가하여 다음과 같은 이점(利點)도 얻어진다.

① 각 구역의 공사를 완성함과 동시에 새로운 시설을 사용하는 것이 가능하다. 자동정유량밸브는 압력의 변동을 자동적으로 조정할 수 있으므로 빌딩의 기술자는 각 구역을 완성할 때마다 밸브의 조정을 하여야 하는 종래의 문제를 피할 수 있다.

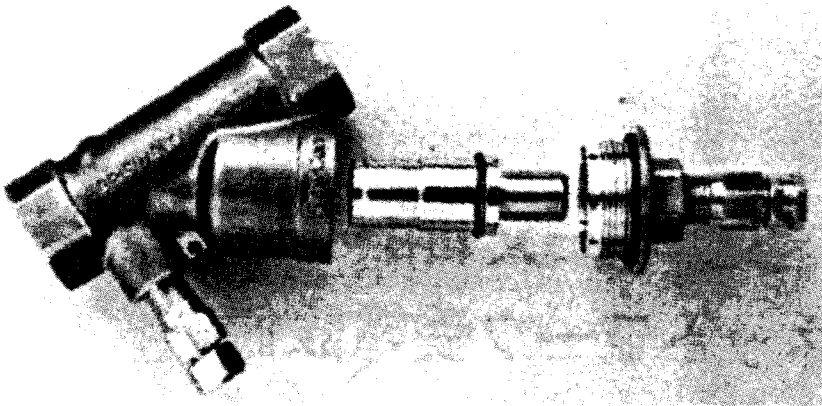
② 어느 시설은 주말에 사용하지 않으므로 월요일 아침 업무를 시작할 때 온도변화에 민감한 컴퓨터실에 냉수를 공급하고 있는 회로는 유량



[사진 2] CL150/300 웨하형(80~800A)

는 일정량을 공급한다.

③ 최후로 배관계의 밸런스는, 이 자동정유량밸브에 의하여 항상 유지된다. 따라서 이제까지 일본에서 습관적으로 채용하여 온 리버서리턴 배관방식으로 시공할 필요가 없게 되었으며 이니셜코스트를 저감시킨다.



[사진 1] FlowCon K형(15~40A)

이 부족하게 될 것이다. 만약 자동정유량밸브가 없으면 민감한 컴퓨터 시설은 심각한 대미지를 받을 가능성이 있다. 시설내의 어느 구역에 있어서 급격한 시동과 정지에 관계없이 자동정유량밸브는 시스템 전체의 회로에 밸런스를 유지하

#### 5. 자동정유량밸브의 구조

자동정유량밸브의 심장부는 정밀하게 제조되고 1개마다 조정과 유량테스트를 시행하고 있는 스테인리스강제의 유량제어 카트리지로 되어 있다. 이 카트리지에는 컴퓨터로 설계된 오리피스

와 스프링작동의 캡이 포함되어 있다. 유량이 자동정유량밸브의 제어범위 이하의 경우에는 캡은 완전히 늘어난 상태에 있으며 최대의 오리피스 면적을 제공한다. 이 범위내에서는 자동정유량밸브는 유량을 변화시키는 변유량장치로서 작동한다[그림 6, 사진 1, 사진 2 참조].

유량이 제어범위내의 경우는 스프링 작동의 캡이 밀고 들어가 넓은 차압의 변동에 대응하여 조정한다. 이 동작에 의하여 노출하는 오리피스의 면적이 변화하고 정밀도  $\pm 5\%$ 의 범위내에서 일정유량을 유지한다.

이 밸브에 걸리는 차압이 제어범위의 상한을 초과하는 경우에는 캡은 완전히 밀고 들어가서 최소의 오리피스면적이 노출되고 오리피스를 고정화하여 차압에 대응한 유량을 흐르게 한다.

이 자동정유량밸브는 미국의 Griswold Contros사와 덴마크의 Frese사와의 협동출자에 의하여 설립된 Flow Con International사의 제품이며, 미국과 유럽을 대표하는 2개의 큰 자동정유량밸브 메이커의 기술과 경험으로부터 여러 가지 종류의 자동정유량밸브를 제조하고 있다. 접속구경 15A부터 800A, 유량으로 0.18 l/min부터 63,900 l/min까지의 제품을 모두 갖추고, 고정형자동정유량밸브, 가변형자동정유량밸브 등 용도에 따라서 고객의 요구에 100% 응하고 있다.

### 6. 맺음말

폐사가 자동정유량밸브의 수입판매를 시작하여 거의 20년의 세월이 지나고 있다. 이제까지 폐사는 해외와 일본의 시스템에 대한 유량밸런스의 사고방식이 틀리다는 것을 실제 몸으로 느껴왔다. 일본의 유량밸런스에 대한 사고방식은 기본적으로 리버스리턴 배관방식을 채용하면 문제가 없다는 인식이 유감스럽지만 일반적이라고 말한다. 그러나 이제까지 설명한 바와 같이 부하의 변동과 운전상황의 변화에 따라서 유량을 제

어하는 것은 자동정유량밸브가 아니면 불가능하다. 자동정유량밸브는 팬코일유닛 등의 단말코일의 간단한 부속품이 아니고 시스템 전체의 성능에 에너지에 관계되는 매우 중요한 열쇠를 쥐고 있다. 지금 한 번 배관계의 유량밸런스라고 하는 가장 기본적인 부분에 눈을 돌리는 시기가 오고 있다고 폐사는 강하게 느끼고 있다.

#### <参考文献>

- (1) How to maximize energy savings in your variable-volume hydronic system / by Oscar T. Walker & David Phillips. Copyright 1989 Griswold Controls.
- (2) Variable Speed CW Booster Pumping / by A. L. Utesch. PE - HEATING / PIPING / AIR CONDITIONING May, 1989

#### 【筆者紹介】

菅原久光 (昭和38年9月17日生・宮城県出身)

株日本フロー・コントロールズ 環境部

営業技術室課 担当課長

〒151-0053

東京都渋谷区代々木1-57-2

ドルミ代々木707

TEL : 03-3375-2360

FAX : 03-3320-1481

〈趣味〉 写真・旅行

〈定期購読誌・紙〉

日本経済新聞

〈家族構成〉 妻、長男



株式会社日本フロー・コントロールズ

〈代表者〉 菅原久良

〈本社住所〉 〒151-0053 東京都渋谷区代々木1-57-2

ドルミ代々木707

TEL : 03-3375-2360 FAX : 03-3320-1481

〈資本金〉 10 (百万円)

〈年商〉 120 (百万円)

〈従業員数〉 5名

〈主要取引先〉 高砂熱学工業、新菱冷熱工業、他

〈業務内容及び会社近況〉

空調関連機器 (自動定流量弁・水処理装置・自動脱気装置) 輸入販売。

当社の主力製品である自動定流量弁の認識をさらに高める為、再度市場の開拓を行っている。