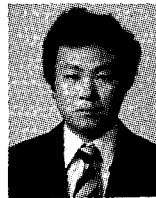


## 에너지 절약을 고려한 급수급탕 설비 설계

### A consideration on energy saving for plumbing design

김진현  
J. H. Kim  
삼진설비엔지니어링



- 1957년생
- 공기, 물 분배 시스템에 관심을 가지고 있다.

#### 1. 머리말

위생설비 중 급수, 급탕설비는 공기조화설비에 비해 상대적으로 간단한 설비로 인식되어 왔다.

물론 공사비 측면이나 자동제어의 복잡성 등 공기조화설비에 비해 단순한 설비인 것은 사실이지만 급수·급탕설비는 나름대로 시스템측면에서 고려하면 현재 우리가 적용하고 있는 시스템보다 조금이라도 나은 설계가 이루어질 것으로 사료된다. 본고에서는 급수급탕설비 시스템 설계의 일부분을 다루어 보고자 한다.

#### 2. Tankless booster 방식

##### 2.1 회전수 제어 적용

###### 2.1.1 적용시 장점

- ① 옥상 물탱크 청소 필요 없음  
- 위생적 수질 관리
- ② 최상층 최소 급수압 이상 확보
- ③ 동력비 절감

###### 2.1.2 기동 방식

1) 각 펌프에 인버터를 부착하기 보다는 초기 투자비를 경감할 수 있도록 기동하는 펌프에 인버터에 의해 조정된 주파수를 갖는 전력을 공급

한다.(그림 1) 즉 인버터 1대로 주파수를 조정(30~60Hz)하여 펌프 모터에 전력을 공급한다.

2) 급수압력은 토출압력 또는 최말단 급수공급 압력 일정제어를 시행하는데 압력 셋팅은 냉난방 보급수 계통 등 설비시스템 전체를 검토하여 필요 압력 중 최고의 압력을 충족할 수 있도록 한다.

3) 스타트하는 펌프는 매일 또는 일정시간 간격으로 교환하여 펌프 수명을 평준화 한다.

4) 인버터에서 error 발생시는 통상의 대수 제어가 가능토록 한다.

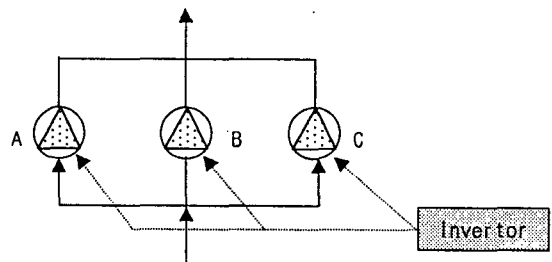


그림 1

##### 2.1.3 계통도

시스템의 일례는 다음 그림 2에 제시한다.

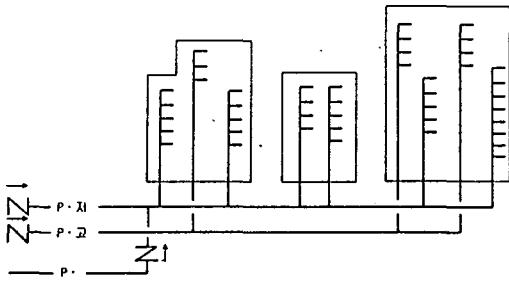


그림 2

- ① 고·저층부로 분할 공급
  - 급탕계통은 가능한 급수조닝과 일치할 수 있도록 구성함
  - 급탕계통은 1개 존에 열교환기와 순환시스템이 별도로 구성되어야 하므로 현장 상황에 따라 적절히 조우닝한다.
- ② 상기 그림은 시수압 증가시 압력에 의해 회전수 제어 펌프가 기동 정지되고 시수압 약화시 압력에 의해 회전수 제어 펌프 기동되도록 자동제어에 기능을 부여토록 한다.

2.1.4 빈번한 기동정지의 방지

펌프는 기동시 과대한 기동 Torque로 전력소모가 크므로 빈번한 기동정지는 에너지절약 차원에서 바람직하지 못하다.

이를 방지하기 위해 소유량시 어느정도의 유량을 충족할 수 있는 밀폐형 압력탱크가 필요하며 압력탱크를 설치하여 부가적으로 얻을 수 있는 이점은 다음과 같다.

- 펌프 기동시 큰 압력 변화 흡수
- 배관내 충격 흡수

2.1.5 토출압력 일정제어

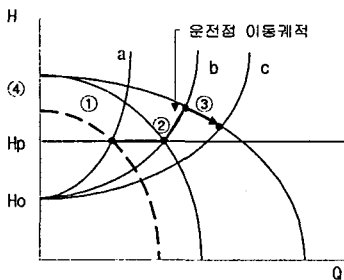


그림 3

- a : 소유량시 저항곡선
- b : 정속펌프가 기동되는 저항곡선  
(사실은 유량 또는 압력감지로 대체)
- c : 변속, 정속펌프 병렬운전 저항곡선
- ① : 소유량시 성능곡선(회전수 저하)
- ② : 1대 펌프의 100% 회전성능곡선
- ③ : 변속, 정속 펌프 병렬운전 성능곡선
- Hp : 펌프토출압력(회전수 제어시 일정)
- Ho : 실양정(actual head)

- 소유량시 회전수 제어(토출압력 일정 제어) : 동력절감
  - 기동펌프 회전수 100% 도달시 정속펌프 병렬운전
- 2.1.6 토출 유량 일정제어
- 기압 급수 시스템에서 회전수 제어를 적용할 경우(그림 4)

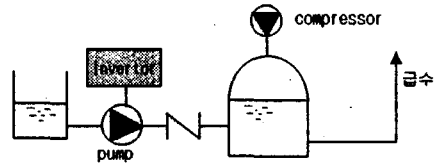


그림 4

- pump 기동정지는 수위로서 제어
- compressor 기동은 압력감지로 제어
- 운전곡선

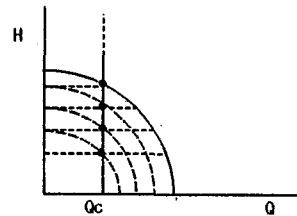


그림 5

- 기압 탱크 압력의 증감에 따라 회전수 제어 (그림 5)
- 토출유량 일정 제어

3. 고가수조 방식

3.1 기본 방식

- a. 펌핑관으로 옥상 물탱크에 충수하고 하향 공

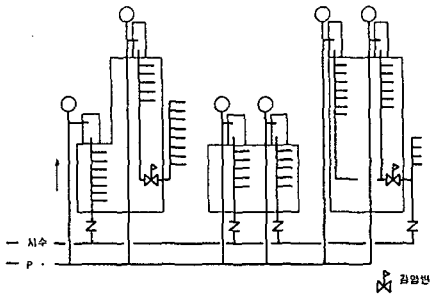


그림 6

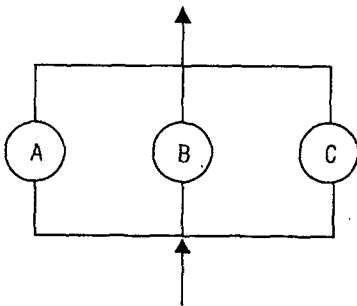


그림 7

급하는 급수방식(그림 6)

b. 시수압력이 충족되면 자연급수도 가능

### 3.2 통상은 펌프 기동에 PLC 공정 제어 도입

- 기동순서 ① A → B → C
- ② B → C → A
- ③ C → A → B

start하는 펌프의 순서를 매번 교환하여 1개 펌프의 수명이 단축되는것을 방지하는 자동제어 방식의 일종(그림 7)

### 3.3 회전수 제어 방식 도입 가능

고가수조 방식에도 초기투자비의 부담은 있으나 회전수제어 방식의 도입이 가능함.

#### 3.3.1 급수펌프 회전수 및 대수제어 조합 시스템

여기서는 1개 펌프에 inverter를 설치하고 그 펌프의 용량을 타 펌프에 비해 크게 하여 매번 스타트시 적용하는 방식을 고려함.(그림 8)

• 대수제어(PLC 공정제어)에 회전수 제어를 조

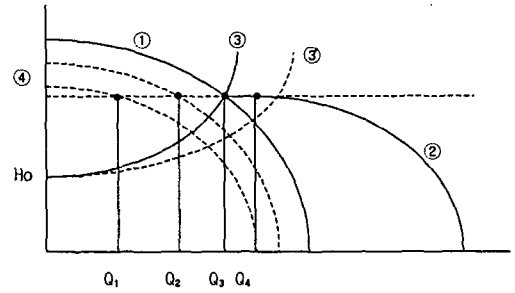


그림 8

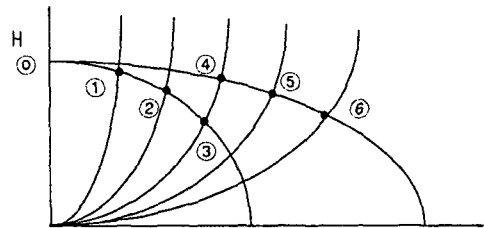


그림 9

합하여 심야 소유량 고양정시 전력요금 감소

- ① 최대 용량시 회전수 제어 펌프의 성능 곡선
- ② 정속펌프 성능 곡선
- ③ 배관 저항 곡선
- ④ 병렬 운전시 저항곡선

Ho : 정수두

Q<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub> 등에서는 회전수 제어에 의해 부분부하 운전

Q<sub>3</sub>에서 정속펌프 연합운전 START-STOP

Q<sub>4</sub>는 병렬 운전

#### 3.3.2 step control 방식 적용

정속 펌프 사용하여 대수제어(그림 9)

상기 그림과 같이 2대의 대수운전을 예로 들어 설명하면

- 소유량시 ⑥ → ① → ②으로 운전점 변경
- ③점에서 2대 병렬운전 기동하며 ④점으로 운전점 이동
- ④ → ⑤ → ⑥으로 운전점 변경 유량 증대

## 4. 최상층 급수압력 확보

### 4.1 개요

최상층 세대 샤워수전 압력 0.7kg/cm<sup>2</sup>의 확보를 위해 별도 배관방식을 채택 하였을 경우 배관

의 관경을 결정한다.

베르누이 방정식에 의해 상하부의 수두에 대한 식을 세워 보면 다음과 같다.

- 상부위치 수두 = 하부위치 수두 + 방사 수두 + 마찰저항 수두
- 마찰저항 수두 = 물탱크 높이 - 방사수두 = 물탱크 높이 - 샤워수두(7m)

4.2 관경 결정(일례)

- 물탱크 높이 : 물탱크실 높이 = 5.2  
물탱크 기초 높이 = 0.6  
물탱크 최저 수위 = 1  
헤드 샤워 높이 = 2.6 - 1.5 = 1.1m  
7.9m

- 마찰저항수두 = 7.9m - 7m = 0.9m

• 따라서 단위길이당 압력강하는

$$\frac{0.9m \Delta q}{\text{유하배관총길이}} = \frac{0.9m}{L}$$

• 단위길이당 압력강하와 유량에 의해 동관 저항선도로 결정

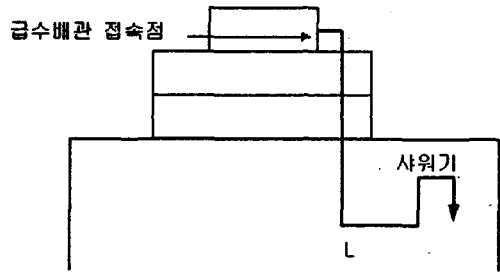


그림 10

5. 급탕 배관 방식

5.1 급탕배관에 있어서 상하향식의 장단점 비교검토 및 순환펌프와 급탕보급수 접속위치의 배열에 따라 급탕수전 압력이 변화하는 것을 아래에 예시한다.

비교 항목	상향 급수	하향 급수	비고
1. 계통도			
2. ㉔지점 부압발생 가능성 (급탕보급수 접속점 위치)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 다음식 우변이 '음'일 경우 ㉔지점 부압발생 <math>P=h</math>-급탕보급수 접속점으로 부터 ㉔지점까지 마찰손실 압력강하</li> <li>• 상향공급으로 상부 환탕 배관 유량이 적으므로 압력강하가 적음</li> <li>• 우측보다 급탕압력 증가</li> <li>• 상부배관 관경축소 가능 (공사비 절감)</li> <li>• ㉔지점 압력                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 실선 접속시 h- 접속점으로부터</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 하향공급으로 상부 급탕 배관유량이 크므로 압력강하가 큼</li> <li>• 상부배관 관경 증가 (공사비 증가)</li> </ul>	

비교 항목	상향 급수	하향 급수	비고
	<ul style="list-style-type: none"> <li>㉞지점까지의 배관 압력강하</li> <li>- 점선 접속시 h+ 순환펌프의 양정</li> <li>- 접속점으로부터 ㉞지점까지의 배관 압력강하</li> <li>- 실선접속과 점선 접속시의 압력차이는 급탕수전의 토출압력이 순환펌프의 양정만큼 차이가 발생하므로 접속위치는 순환펌프 흡입측이 합당하다.</li> </ul>		
3. 상부배관 Air 발생정도	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 용존공기 함유량은 물의 온도가 증가할수록 낮아지므로 급탕수에는 상당량의 Air가 발생되며 이를 처리하기 위한 공기처리장치가 필요</li> <li>· 상향공급되면서 급탕수전으로 일부 공기가 유출되므로 상부 배관유입 공기량이 적어짐</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 상향입상배관에 공기 유출구가 없으므로 상부공기 처리량이 많아짐</li> <li>· 이 배출 공기는 하향 배관에서 동력비 증가로 나타남</li> </ul>	
4. 공기흡인 가능성	<ul style="list-style-type: none"> <li>· ㉞지점은 급탕 순환계통 내에서 가장 정압이 약한 지점으로서 ㉞지점 근방의 급탕수전 압력이 대기압보다 낮을 경우 급탕수전으로 공기가 유입되고 급탕순환량이 감소됨</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· ㉞지점 정압감소를 방지하기 위하여 상기 그림 h의 증가가 요구되며 아파트 건축구조의 한계로 급탕 보급수계통에 booster 설치가 필요한 경우도 있음</li> </ul>	
5. 산정	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 공사비, 유지관리비(에어처리) 등 전반적으로 유리한 상향식 배관을 선정하는 것이 유리할 것으로 판단</li> </ul>		

## 6. 맺음말

위생설비의 설계에 있어서 고려해볼만한 항목은 얼마든지 있을 것으로 생각된다.

급탕보급수 접속점위치에 따른 급탕순환펌프의 용량변화등 기타 사항은 추후 기회가 있을 때 서술해 보고자 한다.