

도시가스 및 냉난방 V

글/김원종 <극동도시가스(주) 영업부장>

8. 냉온수기 설계와 유지관리

1. 냉온수기 사양의 결정

가스흡수 냉·온수기의 사양은 공조부하 계산에 의하여 산출된 냉난방 부하를 토대로 다음과 같은 방법으로 한다.

1) 냉방능력($H_{r,c}$, Kcal/h 또는 RT)

냉방능력($H_{r,c}$)은 냉방부하 집계치(Q_m)에 여유계수(K_1)를 곱하여 결정한다. 냉방능력이 100 RT 이하인 경우에는 사용기기의 예상 용량을 가정하고 Maker의 사양을 기준으로 검토한 뒤 냉방능력을 결정한다.

$$H_{r,c} = K_1 * Q_m$$

단, 전 공기방식 : $K_1 = 1.0$ FCU방식 : $K_1 = 1.05$

2) 난방능력($H_{r,h}$, Kcal/h)

난방능력($H_{r,h}$)은 난방부하 집계치(Q_h)에 배관손실계수(K_2) 및 여유계수(K_3)를 곱하여 결정한다.

단, 난방능력이 냉방능력에 극단으로 크게 되는 경우에는 사양 또는 여유계수를 재검토하여야 한다.

$$H_{r,h} = K_2 * K_3 * Q_h$$

단, 배관 손실계수 $K_2 = 1.05$ 여유계수 $K_3 = 1.1 \sim 1.35$

3) 출입구 온도(°C)

냉수, 온수 및 냉각수 출입구 온도는 Maker에 따라 각각 상이하나 일반적으로 다음과 같다.

구 분	냉 수	온 수	냉각수
입구 온도(°C)	12	약 45~55	32
출구 온도(°C)	7	50~60	32~39

냉수 출구온도는 대부분의 경우 7°C의 표준치가 사용되는데 표준치 이외의 것을 채용하는 경우에는 냉방능력 및 가스 소비량이 변하므로 주의하여야 한다.

한편 가스소비율은 냉방능력이 일정할 때 냉수출구 온도가 낮아지면 증가하고 높아지면 감소하는 경향이 있다.

4) 냉수량, 온수량, 냉각수량

가. 기본사항

- 100RT 이하의 경우에는 Maker의 사양에 따라 산정.
- 100RT를 넘는 경우에는 계산에서 구한 냉방능력에 따라 수량 결정
- 온수량은 냉·온수 겸용 펌프의 경우 냉수량과 같이한다.

나. 냉수량 (L_c l/min) 계산

$$L_c = \frac{H_{rc}}{60 * (T_{wc1} - T_{wc2})} \quad \begin{array}{l} T_{wc1} : \text{냉수 입구온도} (=12) \\ T_{wc2} : \text{냉수 출구온도} (=7) \end{array}$$

다. 온수량 (L_w l/min) 계산

$$L_w = \frac{H_{rh}}{60 * (T_{wh1} - T_{wh2})} \quad \begin{array}{l} T_{wh1} : \text{온수 입구온도} \\ T_{wh2} : \text{온수 출구온도} \end{array}$$

단, 냉·온수 겸용펌프일 경우에는 냉수량과 같은 수량이므로 위의 식에 의해서 온수 출·입구 온도차를 계산하여 입구온도, 출구온도를 결정한다.

라. 냉각수량 (L_{ct} l/min) 계산

$$L_{ct} = \frac{H_{ct}}{60 * (T_{ct1} - T_{ct2})} \quad \begin{array}{l} T_{ct1} : \text{냉각수 입구온도} (=32) \\ T_{ct2} : \text{냉각수 출구온도} (=37\sim39) \end{array}$$

단, H_{ct} : 냉각열량 (=1.95 * H_{rc})

마. 가스소비량 (Nm^3/h)

가스소비량(C)은 냉방능력 또는 난방능력을 열효율(Z)로 나누어 가열량(Q)을 구하고 이를 공급되는 가스의 총발열량(H)으로 나누어서 구한다.

$$Q = H_{rc} / Z_c \text{ (냉방)}$$

$$Q = H_{rh} / Z_h \text{ (난방)}$$

$$C = Q / H$$

국내 제품의 Maker별 가스 소비량은 각각 상이하나 LNG (10, 500 Kcal/ NM^3) 사용시 소비량 범위는 대체로 다음과 같다.

냉방시 : 0.272~0.276 $NM^3/RT, h$

난방시 : 0.112~0.114 $NM^3/1,000 \text{ Kcal, h}$

2. 특별사항

1) 난방능력 증강형

냉방부하에 비하여 난방부하가 클 경우에는 표준형의 냉·온수기로는 난방능력이 부족하므로 난방시에만 능력을 증가시켜야 하는 경우가 발생한다.

이 경우에는 어느 정도의 제약은 있지만 고온재생기를 큰 능력의 것과 교환함으로써 제작이 가능하다. 다만, 비례제어 방식의 경우에는 난방능력이 클수록 냉방시의 비례제어 범위가 좁아진다.

또한, 극단으로 난방부하가 클 경우에는 냉방부하를 기준으로 냉온수기를 선정하고 부족한 난방부하용으로 별도의 보일러를 설치하는 것이 효과적이다.

2) 냉온수 동시 공급형

냉방운전중에 온수를, 또는 난방 운전중에 냉수 공급을 동시에 할 필요가 있는 경우에는 온수 열교환기를 추가로 설치하면 가능하나 Maker에 따라서는 냉·온수를 동시에 얻을 수 없는 기종도 있으므로 주의하여야 한다.

3. 냉각탑 용량의 결정

냉각용량은 냉방 취득열량에 재생기 가열량을 더한 것으로서 다음과 같이 계산한다.

$$\begin{aligned} \text{냉각(탑)용량} &= 3,024 \text{ (Kcal/RT, h)} \\ &+ (0.272 \sim 0.276 \text{ NM}^3/\text{RT, h}) * 10,500 \text{ Kcal/NM}^3 \\ &= 5,894 \text{ Kcal/RT, h} \end{aligned}$$

4. 설치장소의 선정

설치는 옥내 기계실에 설치하는 것이 운전 및 보수상 좋으나, 설치장소의 협소 등 및 기타 사유로 옥내에 설치할 수 없는 경우에는 옥상 등의 옥외에 설치할 수도 있다. 특히 100RT 이하의 중, 소규모의 건물용으로 Package형이 제작되고 있으므로 옥외 설치에 적합하나 설치시 주의하여야 할 점은 다음과 같다.

- 1) 연돌로부터의 배기음 방음 대책 수립
- 2) 방진 대책
- 3) 동결 방지

냉온수기 본체는 Maker에서 동결에 대한 보온 조치를 하지만 겨울철 난방운전 상태에서의 온수배관 계통에 대하여는 다음과 같이 동결 방지조치를 하여야 한다.

- a. 배관의 보온을 두껍게 하거나 Band Heater를 감는다.
- b. 부동액(비 부식성 Glycol 수용액 등)을 넣는다.
- c. 동결방지 Thermo로 수온을 검출하여 온수펌프를 자동운전시킨다.

4) 적설 대책

5. 에너지절약 설계

가스흡수 냉·온수기는 이중효용형의 개발등 에너지절약기술이 비교적 빨리 진행되었지만 흡수식의 특성을 충분히 이해하지 못하면 생각하지 못한 장애가 생기거나 오히려 비에너지 절약 운전이 되어버리는 등 문제점에 직면하게 된다.

에너지절약 설계의 대표적인 것은 다음과 같으나 이 경우 사전에 Maker와 충분한 협의가 필요하다.

1) 대수제어 운전

필요한 냉방(난방)능력을 몇대의 냉온수기로 분할하여 부하에 대한 대수제어 운전을 할 때의 주의점은 다음과 같다.

- a. 기동, 정지의 빈도는 가급적 적게하도록 하여야 한다.
- b. 기계의 조정은 비교적 대용량일 경우에는 Calorie Meter등 열량에 의한 방법을, 소용량일 경우에는 냉(온)수의 입구 또는, 출구온도에 의한 방법으로 한다.
- c. 각각의 기계 운전시간은 가능한 한 평균화하는 것이 기계의 수명을 연장시킨다.
- d. 온도 검출단의 설치 위치는 온도가 균일한 장소에 하여야 한다.

2) 냉온수, 냉각수 변유량 제어

냉·온수펌프, 냉각수펌프를 복수로 설치하고 부하에 따라서 대수운전을 하거나 또는 Inverter나 극수변환방식으로 회전수를 연속적 또는 단계적으로 변화시킴으로써 펌프의 동력을 절감시키는 방식으로서 냉수나 온수를 변유량으로 하는 경우와 냉각수를 변유량으로 하는 경우 및 냉수, 냉각수 양쪽 모두를 변유량으로 하는 경우가 있다.

a. 냉수를 변유량으로 하는 경우의 유의할 점

유량변화의 하한은 단수 Relay가 작동하지 않도록 50%로 하여야 한다. 유량이 급격히 감소할 경우에는 냉수출구 온도가 급격히 떨어져 과 냉각이 될 위험성이 있으므로 사전에 가열량의 제한, 냉매펌프의 정지 등으로 냉방능력을 감소시키고 나서 전환하여야 한다.

연속제어시 제어속도는 100%에서 50%까지 최소한 20-30분 걸려서 서서히 하도록 한다.

b. 냉각수를 변유량으로 하는 경우의 유의할 점

냉각수 유량만을 변유량하게 되면 저유량시에 연소량이 100%가 될 경우 냉각수 출구온도가 너무 높아져서 고압 Relay가 작동할 가능성이 있으므로 냉수와 냉각수 양쪽을 동시에 제어하는 것이 이상적이다.

그러나 냉수, 냉각수펌프를 변유량 제어를 하면 펌프동력이 절감되어 에너지의 절약은 되지만, 기계적으로 보면 유속이 절반 정도로 떨어져 전열계수가 악화되고 또한 냉각수측으로는 출구온도의 상승으로 인하여 내부 Cycle이 고농도로 되므로 냉·온수기로는 그만큼 비에너지 절약이 된다. 또한 장기간 저유량으로 사용하면 냉각관에 이물질이 체류하기 쉽게되는 등의 결점에 유의하여야 한다.

c. 냉수 입구온도 제어

냉·온수기는 일반적으로 냉수출구 온도를 검지하여 가스버너의 연소량을 가감(비례제어)하는 냉수 출구온도 제어방식이 채용되고 있다.

그러나 최근에는 냉수 입구온도 제어방식이 채택되기도 하나, 이 경우 냉수 출구온도는 제어상 감시하고 있지 않으므로 냉수 유량이 크게 변동하여 냉수 출구온도가 이상으로 저하하여 냉수 저온이나 냉매 저온의 보호 Relay가 작동해서 정지할 염려가 있으므로 바람직하지 못하다.

d. 냉수 출구온도의 Cascade 제어

외기온도에 따라서 냉수 출구온도의 설정온도를 변경하는 방법으로서 여름철에 외기온도가 높은 경우에는 냉수는 냉수온도 설정치까지 낮추고 외기온도가 낮을 때는 냉수 출구온도를 높이는 복합제어를 말한다.

이 방식은 앞서의 냉수 온도제어와 비슷한 특성을 나타내는데, 차이점은 부하가 큰 경우에도 냉수 출구온도는 외기의 조건에 따라서 상승하게 되어 에너지절약 운전시간은 상승하게 된다.

이 방식의 채용은 냉수 출구온도를 어떤 조건에서 높이는가 그리고 냉수 출구온도의 상승이 System상에 문제를 일으키지 않는가를 검토할 필요가 있다.

6. 가공시 주의 사항

1) Damper 설치

연소시설이 1대인 전용 연도일 경우에는 Damper는 필요하지 않으나 다른 연소기와 병행하여 2대 이상으로 설치할 경우에는 운전중 비가동 연소기로 배기가스가 역류할 수 있으므로 각각의 연소기마다 반드시 설치하여야 한다.

2) 설치공간

- 전열관의 보수 및 교체가능 공간 확보
- Maintenance 공간 확보 : 냉온수기 주위에 1~1.5m 공간 확보
- 상부의 공간 : 최소 0.4m 이상 유지
 - 단, 고온재생기의 상부는 가연성 물질로부터 1m 이상 유지

3) 냉수, 냉각수 배관의 시공

- Air Vent Valve는 냉온수기 보다도 높은 위치에 설치
- 배관은 냉 온수기에 하중이 가하여지지 않도록 단독으로 지지
- 출입구 배관에 압력계, 온도계 설치
 - 냉온수기의 수실 Cover 개폐 및 전열관 청소와 교환을 고려하여 배관
- 입구측에 10Mesh 정도의 Strainer 설치