

서 문 이 기준은 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 시행규칙 제7조제1항 [별표2]의 설비인증심사기준 제2항의 설비심사기준으로 KS B ISO 13256-1 "수열원 열펌프-성능시험 및 평가-제1부 : 물-공기와 브라인-공기 열펌프"를 기반으로 작성한 것이다.

1. 적용 범위 본 기준은 주거용 또는 상업용 및 산업용 건물의 냉·난방을 위해 공장에서 제작되는 중기 압축식 물-공기 또는 브라인-공기 멀티형 열펌프의 표준용량(정격용량) 및 부분부하용량 산정 그리고 성능시험 등에 적용된다. 본 기준에서 언급되고 있는 열펌프 또는 열펌프 유닛은 시험 대상 물-공기 멀티형 열펌프(또는 브라인-공기 열펌프)를 의미하며, 열원 측 순환수 또는 시험용 액체는 열펌프의 냉매-물 열교환기를 순환하는 물 또는 브라인(brine)을 의미한다.

2. 인용규격 다음에 나타내는 규격은 이 기준에 인용됨으로써 이 기준의 일부를 구성한다. 이러한 인용 규격은 그 최신판을 적용한다.

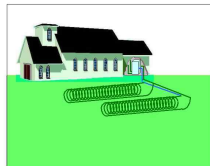
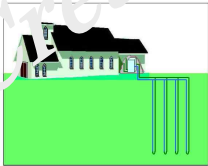
- KS C 9306 에어컨디셔너
- KS B ISO 817 유기냉매 - 번호부여
- KS M ISO 5221 공기분배 및 공기확산-공조 덕트에서 공기유량 측정법에 대한 규정
- KS B ISO 5167-1 만관 상태의 원형 관로에 삽입된 차압장치를 사용한 유량 측정 - 제1부: 일반 원리 및 요구사항
- KS B ISO 5167-2 만관 상태의 원형 관로에 삽입된 차압 장치를 사용한 유량 측정 - 제2부 : 오리피스 관
- KS B ISO 5167-3 만관 상태의 원형 관로에 삽입된 차압 장치를 사용한 유량 측정 - 제3부 : 노즐 및 벤튜리 노즐
- KS B ISO 5167-4 만관 상태의 원형 관로에 삽입된 차압 장치를 사용한 유량 측정 - 제4부 : 벤튜리 튜브
- KS B ISO 15042 멀티 에어컨디셔너 및 히트펌프의 성능 시험 방법
- ISO 3966 Measurement of fluid flow in closed conduits -- Velocity area method using Pitot static tubes

3. 정의 이 기준에서 사용되는 주된 용어의 정의는 다음에 따른다.

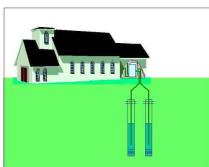
3.1 물-공기 멀티형 열펌프 유닛 (water to air multi heat pump unit) 또는 브라인-공기 멀티형 열펌프 유닛(brine to air multi heat pump unit)

- 1 -

- (1) 물-공기 멀티형 열펌프 유닛 또는 브라인-공기 멀티형 열펌프 유닛은 역흡입 와 상출이 분리되어 있는 경우 2대 이상의 실내기로 구성된 중기압축식 냉난방기를 의미한다. 실외기에는 냉매압축기, 냉매-물 열교환기(또는, 냉매-브라인 열교환기), 방향전환밸브, 팽창장치 등이 포함되어 있고, 실내기에는 핀-관 열교환기, 송풍기, 팬 코일 등으로 구성되어 있으며, 실외기와 복수대의 실내기에는 냉매배관으로 모두 연결되어 있다. 이러한 장비는 하나 이상의 부품으로 구성되며, 개개의 부품들이 함께 조립되어 사용된다.
- (2) 물-공기 멀티형 열펌프는 개방형 지하수 펌프 시스템(ground-water heat pump system) 그리고 밀폐형 지중 루프 열펌프 시스템(ground-loop heat pump system)에 모두 적용될 수 있으며, 각 시스템에 대한 기호는 그림 1에 주어진다.



(a) 수직 밀폐형 지중루프 열펌프 시스템 (b) 수평 밀폐형 지중루프 열펌프 시스템



(c) 개방형 지하수 열펌프 시스템

그림 1 열펌프 유닛의 적용.

3.2 개방형 지하수 열펌프 시스템(ground-water heat pump system)

- (1) 개방형 지하수 열펌프 시스템(이하 '지하수 열펌프 시스템')은 그림 1의 (b)에서 보는 바와 같이 지하수 등의 물을 열원이나 열싱크(heat sink)로 활용한다. 지중 루프 열펌프 시스템은 밀폐형 시스템(closed system)으로 되지만, 이 시스템은 개방형 시스템(open system)으로

- 2 -

분류된다. 열펌프로 유입되는 지하수 온도는 외기온도나 기후조건 등에 영향을 받지만 일반적으로 5~25℃의 범위에 있다.

- (2) 지하수 열펌프 시스템인 경우 지하수 이용에 따른 지하 환경오염에 특히 주의를 기울여야 한다. 아울러 시스템 시공에 앞서 지하수 탐사 보고서, 지하수 영향조사 보고서 등을 공인 인증기관에 제출해야 한다.

**3.3 밀폐형 지중 루프 열펌프 시스템(ground-loop heat pump system)** 본 시스템(이하 '지중 루프 열펌프 시스템')은 열펌프, 지중 루프 열교환기(ground-loop heat exchanger), 순환수 펌프 등으로 구성된다. 지중 루프 열교환기는 그림 1의 (a)와 (b)에서처럼 지중에 수직 또는 수평으로 매설된다. 열펌프와 지중 루프 열교환기를 순환하는 물 또는 브라인은 토양 혹은 지표수와 열을 교환한 후 열펌프로 다시 유입된다.

**3.4 총 냉방용량(total cooling capacity)** 물-공기 밀폐형 열펌프가 주어진 시간 동안 공조 공간(또는 시험실)에서 제거할 수 있는 현열(sensible heat)과 잠열(latent heat)의 총량을 의미하며, 단위는 W이다. 각 시스템별(지하수 이용, 지중 루프)로 주어지는 특정 시험조건과 방법에 따라 시험을 수행한 후, 열펌프의 총 냉방용량을 산정한다.

**3.5 정미 총 냉방용량(net total cooling capacity)** 공기 토출용 송풍기(fan)의 소비 전력(W)까지 고려한 용량이다. 송풍기가 열펌프에 장착되지 않은 경우(송풍기 외장형)와 장착된 경우(송풍기 내장형)에 대해 각각 다음과 같이 계산된다. 세부 사항은 6.1.3절을 따른다.

- 송풍기 외장형: 정미 총 냉방용량(W) = 총 냉방용량(W) - 송풍기 소비전력 보정(W)
- 송풍기 내장형: 정미 총 냉방용량(W) = 총 냉방용량(W) + 송풍기 소비전력 보정(W)

**3.6 난방용량(heating capacity)** 열펌프가 주어진 시간 동안 공조 공간(또는 시험실)으로 공급할 수 있는 총열량을 의미하며, 단위는 W이다. 각 시스템별로 주어지는 시험 조건과 방법에 따라 시험을 수행한 후, 난방용량을 산정한다.

**3.7 정미 난방용량(net heating capacity)** 공기 토출용 송풍기의 소비 전력(W)까지 고려한 용량이다. 송풍기 외장형과 내장형에 대해 각각 다음과 같이 계산한다. 세부 사항은 6.1.3절을 따른다.

- 송풍기 외장형: 정미 난방용량(W) = 난방용량(W) + 송풍기 소비전력 보정(W)
- 송풍기 내장형: 정미 난방용량(W) = 난방용량(W) - 송풍기 소비전력 보정(W)

**3.8 정격 전압(rated voltage)** 열펌프의 명판(nameplate)에 기재된 전압(V)을 의미한다.

**3.9 정격 주파수(rated frequency)** 열펌프의 명판에 기재된 주파수(Hz)를 의미한다.

- 3 -

**3.10 유효 전력(effective power)** 주어진 시험 시간 동안 열펌프에 공급되는 유효 전력(열펌프가 소비하는 총 전력)으로 단위는 W이다. 이때 다음 항목들이 모두 포함된다.

- (1) 열펌프의 냉매 압축기가 소비하는 전력.
- (2) 열펌프 제어 장치나 안전장치 등이 소비하는 전력.
- (3) 송풍기의 총 소비전력 중, 공기를 열펌프 내로 유동시키는 데 소요되는 부분만 포함된다. 이 값은 열펌프 흡입 측과 토출 측 양단에서 서브 회로와 풍량 등으로부터 간접 계산된다. 자세한 내용은 '6.1.3 덕트 접속형 열펌프에서 송풍기 소비 전력 보정'을 참조한다.
- (4) 열원 측 순환수 펌프의 총 소비전력 중 순환수를 열펌프의 냉매-물 열교환기 내를 유동시키는 데 소요되는 부분만 포함된다. 이 값 역시 별도로 측정될 수 없기 때문에, 열교환기 입·출구에서 순환수 유동 유량의 압력강하와 유량 등으로부터 간접 산정된다. 세부 내용은 '6.1.4 순환수 펌프 소비 전력 보정'에 주어져 있다.
- (5) 위 (3)항과 (4)항에서 두 기기의 열펌프 장착 여부는 고려하지 않는다.

**3.11 에너지 효율비(energy efficiency ratio, EER)** 열펌프에 공급되는 유효 전력에 대한 정미 총 냉방능력의 비를 의미하며, 시험 대상 물-공기 열펌프의 냉방성능 척도를 대변한다.

$$EER = \frac{\text{정미 총 냉방용량(W)}}{\text{유효 전력(W)}}$$

**3.12 성능계수(coefficient of performance, COP)** 열펌프에 공급되는 유효 전력에 대한 정미 난방용량의 비를 의미하며, 시험 대상 물-공기 열펌프의 난방성능 척도를 대변한다.

$$COP = \frac{\text{정미 난방용량(W)}}{\text{유효 전력(W)}}$$

**3.13 표준 공기(standard air)** 20℃, 101.325 kPa에서 1.204 kg/m<sup>3</sup>의 밀도를 갖는 건조한 공기를 말한다.

**3.14 잠열 및 현열 냉방용량(latent and sensible cooling capacity)** 열펌프가 시험 시간 동안 공조 공간(시험실)에서 제거할 수 있는 잠열(latent heat)과 현열(sensible heat)의 양을 각각 의미하며, 단위는 모두 W이다.

#### 4. 규격 및 분류

- (1) 시험 대상 물-공기 밀폐형 열펌프의 규격은 제조사가 제공하는 제작도 또는 안내서를 따른다. 이 제작도 또는 안내서에는 열펌프의 가로, 세로, 높이가 치수로 명시되어 있어야 한다. 아울러 열원 측 순환수의 입·출구 위치 및 배관 연결 방법과 시험대상 실내기측의 냉매배관 연결방법 등도 함께 명시되어 있어야 한다.

- 4 -

- (2) 물-공기 멀티형 열펌프는 직접 토출형(non-ducted heat pumps)과 덕트 접속형(ducted heat pumps)으로 구분되며 냉매회로 구성에 따라 단일냉매회로 시스템, 기본멀티 시스템, 다중 냉매회로 멀티시스템, 모듈멀티시스템 등으로 구분된다. 또한 설치위치에 따라 바닥 상치형, 천정 고정형, 벽체 고정형 등으로 분류된다. 세부 사항은 열펌프 제조사의 제작도를 따른다.

**5. 평가 대상 및 기준**

**5.1 평가 대상 및 성능기준** 호칭용량 105 kW 이하인 물-공기 열펌프를 시험 대상으로 하며 다음 표 1에 명시된 최소 성능기준을 만족해야 한다.

표 1 물-공기 열펌프의 최소 요구 성능.

운전 모드	열펌프 적용 시스템	최소 성능기준*, W/W
냉방	지하수 시스템	4.80
	지중 루프 시스템	4.10
난방	지하수 시스템	3.60
	지중 루프 시스템	3.45

\* : 냉방인 경우 EER(W/W), 난방인 경우 COP(W/W).

**5.2 구조 및 외관**

- (1) 물-공기 멀티형 열펌프는 일반적으로 2대 이상의 실내기와 1대 이상의 실외기, 그리고 이 기기들을 연결하는 연결배관 등으로 구성된다. 실외기와 실내기는 일반적으로 분리되어 있으며 실외기는 냉매압축기, 물-냉매 열교환기(water to refrigerant heat exchanger), 방향전환밸브(reversing valve), 그리고 이를 연결하는 배관 등이 케이싱 안에서 조립된 기기이어야 하며 실내기는 냉매-공기 열교환기(refrigerant to air heat exchanger), 팽창장치, 송풍기 그리고 이들 요소기기를 연결하는 냉매배관 등이 케이싱 안에서 조립된 기기이어야 한다. 단, 열펌프가 적용되는 시스템에 따라 송풍기는 실내기 내부에 장착되지 않을 수도 있다. 각 기기에 대한 세부 사항은 제조사가 제공하는 열펌프 제작도 등을 따른다.
- (2) 시험 대상 열펌프 유닛의 실외기와 실내기는 공장에서 완전히 조립된 것이어야 한다. 다만 실외기와 실내기 사이의 배관길이가 길어질 경우 추가적인 냉매 충전이 가능하다.
- (3) 외부 케이싱은 아연도금 강판 또는 이에 상당하는 재질로 제작된 것이어야 한다. 단열 및 소음 흡수를 위해 케이싱 안쪽에 보온재나 흡음재가 적절하게 부착되어 있어야 한다.
- (4) 열펌프 운전 중 발생하는 응축수(condensate)가 용이하게 배수될 수 있도록 배수 팬(drain pan)이 장착되어 있어야 하며, 재질은 플라스틱 또는 이에 상당하는 것이어야 한다.
- (5) 열펌프의 냉매 순환 배관에 필터(filter)가 장착되어 있어야 한다. 필터의 크기 및 냉매 유동에 대한 평균저항 등은 제조사의 제작도 또는 안내서를 따른다.

- (6) 냉매 압축기는 고효율 로터리, 왕복동, 스크롤, 스크류 압축기 등이어야 한다. 압기 구동 시 발생하는 진동을 감쇄시키기 위해, 방진고무와 같은 진동 감쇄 장치 압축기 하단에 설치되어 있어야 한다.
- (7) 열펌프 외부 케이싱만으로 압축기에서 발생하는 소음을 줄일 수 없을 경우, 별도로 압축기 케이싱을 설치해야 한다.
- (8) 방향전환 밸브는 냉매의 유동 방향을 원활하게 전환할 수 있는 구조이어야 하며, 재질 및 부속 등은 시험 대상 열펌프의 제조사가 제공하는 제작도 또는 안내서를 따른다.
- (9) 부하 측 냉매 대 공기 열교환기는 동관(double pipe)의 외면에 핀(fin)이 기계적으로 접착된 기기이며, 제조사의 시험기준에 따라 성능 시험을 통과한 것이어야 한다.
- (10) 열원 측 물 대 냉매 열교환기로 이중 열교환 코일(double axis heat exchange coil)이나 판형 열교환기(plate heat exchanger)를 사용할 수 있다. 이에 대한 세부사항 및 최대 허용 압력 등은 제조사의 제작도 및 안내서를 따른다.
- (11) 직접 토출형 또는 덕트 접속형 열펌프의 송풍기는 구동 모터에 직접 연결된 구조이어야 하며, 또한 모터 견련 및 유지보수를 위해 결합과 분리가 쉬운 구조이어야 한다. 모터 사용 전원 및 제어 등 모터와 관련된 세부 사항은 제조사의 제작도 및 안내서를 따른다.

**6. 표준능력 및 부분부하용량 산정**

**6.1 용량 산정을 위한 기본 요소**

**6.1.1 일반사항**

- (1) 다음 '6.2 용량 산정 조건'에 명시된 조건과 절차에 따라 시험 대상 열펌프의 표준용량(standard capacity)과 부분부하용량(part-load capacity)을 산정한다.
- (2) 표준 냉·난방 용량은 정미 값(net values)으로 송풍기 구동으로 인해 발생하는 열은 포함되지만, 보조 가열기에 의한 영향은 포함되지 않는다.
- (3) 표준 냉·난방용량과 열펌프에 공급되는 유효 전력을 이용하여 시험 대상 열펌프의 에너지 효율비(또는 냉방 성능계수)와 난방 성능계수를 산정한다.

**6.1.2 직접 토출형 열펌프에서 송풍기 소비 전력 보정** 직접 토출형 열펌프인 경우, 열펌프 내부에 장착된 송풍기(fan)가 소비하는 전력을 포함시켜 정미 냉·난방 용량과 성능계수 등을 산정한다.

**6.1.3 덕트 접속형 열펌프에서 송풍기 소비 전력 보정**

(1) 덕트 접속형 열펌프에서 송풍기가 열펌프의 구성 요소가 아닌 경우 즉, 열펌프와는 별도로 시스템에 장착되는 경우 공기를 열펌프 내로 유동시키는 데 소요되는 부분( $\phi_{fa}$ )만을 유효 전력에 포함시킨다. 이 값은 열펌프 흡입 측과 토출 측 양단에서의 차압( $\Delta p$ )과 풍량( $q$ ) 등으로부터 간접적으로 산정되며, 냉방용량 산정 시 (-), 난방용량 산정 시 (+) 값이다.

$$\phi_{fa} = \frac{q \cdot 10^{-3} \cdot \Delta p}{\eta} \quad (1)$$

여기서,

- $\phi_{fs}$  : 송풍기 소비전력 보정, W
- $q$  : 실내로 공급되는 공기의 유량(풍량), l/s
- $\Delta P$  : 열펌프 흡입 측과 토출 측 사이의 차압(그림 12 참조), Pa
- $\eta$  : 상수, 0.3

- (2) 송풍기가 덕트 접속형 열펌프의 요소 기기로서 열펌프 내부에 장착된 경우, 송풍기 전체 소비 전력 중 공기가 내부 저항을 극복하는 데 소요되는 동력( $\phi_{fs}$ )은 유효 전력에 포함된다. 이 값은 다음과 같이 계산되며 냉방용량 산정 시 (+), 난방용량 산정 시 (-) 값이다.

$$\phi_{fs} = \frac{q \cdot 10^{-3} \cdot \Delta P}{\eta} \quad (2)$$

여기서,

- $\phi_{fs}$  : 송풍기 소비전력 보정, W
- $q$  : 실내로 공급되는 공기의 유량(풍량), l/s
- $\Delta P$  : 열펌프 외부(대기)와 토출 측 사이의 차압(그림 11 참조), Pa
- $\eta$  : 상수, 0.3

#### 6.14 순환수 펌프 소비 전력 보정

- (1) 열원 측 순환수 펌프가 열펌프의 구성 요소가 아닌 경우, 순환수를 열펌프의 냉매-물 열교환기 내로 유동시키는 데 소요되는 동력( $\phi_{ms}$ )은 유효 전력 값에 포함된다. 이 값은 열교환기 입·출구에서 순환수 유동에 의한 압력강하( $\Delta P$ )와 유량( $q$ ) 등으로부터 다음과 같이 간접적으로 산정된다.

$$\phi_{ms} = \frac{q \cdot 10^{-3} \cdot \Delta P}{\eta} \quad (3)$$

여기서,

- $\phi_{ms}$  : 순환수 펌프 소비전력 보정, W
- $q$  : 순환수 유량, l/s
- $\Delta P$  : 열펌프 냉매 대 물 열교환기 입구와 출구 사이의 차압, Pa
- $\eta$  : 상수, 0.3

- (2) 열원 측 순환수 펌프가 열펌프 내부에 장착된 경우, 순환수 펌프의 총 소비 전력 중 순환수가 내부 저항을 극복하는 데 소요되는 동력( $\phi_{ms}$ )만이 유효 전력 값에 포함된다. 이 값은

다음 식(4)로 계산된다.

$$\phi_{ms} = \frac{q \cdot 10^{-3} \cdot \Delta P}{\eta} \quad (4)$$

여기서,

- $\phi_{ms}$  : 순환수 펌프 소비전력 보정, W
- $q$  : 순환수 유량, l/s
- $\Delta P$  : 열펌프 냉매 대 물 열교환기 입구와 외부(대기) 사이의 차압, Pa
- $\eta$  : 상수, 0.3

#### 6.15 실내기 풍량

- (1) 용량 산정 시 : 큰 공기를 실내로 공급해야 하며 단위는 l/s이다. 제조사가 명시한 풍량 및 정압 조건에 직접 토출형 실내기 또는 덕트 접속형 실내기를 시험한다. 이때 제시한 풍량 조건과 외부 정압차이가 0이 되는 풍량 조건 중 어느 쪽 풍량이 더 작은가는 고려하지 않는다.
- (2) 덕트 접속형 실내기 중 송풍기가 실내기 내부에 장착되어 있지 않은 경우 즉, 덕트 내부에 송풍기가 설치된 경우에도 위와 동일한 방법을 적용하여 시험을 수행한다. 반면, 필수적인 팬을 가지지는 않지만 공기 이송 장치의 종류로 일반적인 사용을 위해 평가된 덕트가 있는 열펌프는 제조사가 제시하는 공기 유량에서 용량 시험을 수행한다.
- (3) 직접 토출형 실내기는 외부 정압 차이가 0인 풍량 조건에서 표준용량을 산정해야 한다. 이때, 토출 풍량을 자동으로 조절할 수 없는 경우에는 열펌프 제조사가 제시하는 풍량 조건에서 표준용량을 산정한다. 단, 풍량 제어를 위한 제어 신호의 출력은 자동으로 조절되고 변환되어야 한다.

#### 6.16 순환수 유량

- (1) 열원 측 순환수 펌프가 시험 대상 열펌프 내부에 장착된 경우, 제조사가 명시한 순환수 유량으로 시험을 수행한다. 또는 외부 정압 차가 0이 되는 유량에서 시험을 수행할 수도 있다. 이때, 어느 쪽 유량이 더 작은가는 고려되지 않는다.
- (2) 열펌프 내부에 순환수 펌프가 장착되지 않은 경우에도 제조사가 명시한 유량에 맞추어 시험을 수행한다. 이때 순환수의 유량을 자동으로 조절할 수 없는 경우, 열펌프 제조사가 제시하는 유량 값에서 표준용량 산정과 성능 시험을 수행해야 한다. 단, 순환수 유량 제어를 위한 제어 신호의 출력은 자동으로 조절되고 변환되어야 한다.

#### 6.17 실외기와 실내기의 조합 조건

물-공기 멀티형 열펌프가 실내기 실외기로 조립되어 설치되는 경우, 다음 사항들을 고려해야 한다.

- (1) 냉매 배관의 수평 길이는 제조사가 지시하는 최대 길이로 한다.
- (2) 개별 부품들 중, 관이 부착된 부품에 대해서는 부착된 관을 제거해서는 안 된다.

- (3) 연결 냉매 배관 중 수직 배관의 길이는 50 m, 25 m로 한정한다.
- (4) 실외기와 실내기를 조합할 때의 용량비는 실외기 대비 실내기 용량을 100 ~ 120 %로 한정한다.
- (5) 실내기는 용량별, 설치위치별, 직접 토출형, 덕트 접속형 등으로 구분하며, 실외기와 조합할 때는 실내기 들의 용량 및 형태를 선택조합으로 한다.

**6.1.8 용량 제어 열펌프에 대한 성능 시험 조건**

- (1) 시험 대상 물-공기 멀티형 열펌프가 발휘할 수 있는 최대 성능보다 낮은 수준에서 각 단계별로 부분부하 시험(part-load tests)을 수행한다.
- (2) 단계별 용량 제어가 가능한 열펌프는 각 단계에서 시험되며, 가변 용량 제어 기능을 가진 열펌프는 최소한 두 개의 성능 수준(최대와 최소 성능)에서 시험되어야 한다.

**6.1.9 시험용 유체(열원측 순환수)**

- (1) 물-공기 열펌프의 표준용량 산정 및 성능 시험에 사용되는 유체는 표 2와 같다.

표 2 물-공기 멀티형 열펌프의 표준용량 산정 및 성능 시험용 유체.

	지하수 시스템	지중 루프 시스템
열원 측 (source)	물	물, 브라인

- (2) 순환수 내부에 공기 또는 외부에서 유입된 가스가 존재할 경우, 이들 가스는 전체 시험 결과에 영향을 미친다. 따라서, 시험 수행에 앞서 순환수에 존재하는 가스를 충분히 제거해야 한다.

**6.2 용량 산정 조건**

- (1) 열펌프 적용 시스템별로 주어지는 특정 시험 조건에 맞추어 시험을 수행한 후, 시험 대상 물-공기 열펌프의 표준 냉·난방용량을 산정한다. 표 3은 표준 냉방용량 및 부분부하 냉방용량 산정을 위한 시험 조건이며, 표 4는 표준 난방용량 및 부분부하 난방용량 산정을 위한 시험 조건이다.
- (2) 두 가지 이상의 복합 시스템에 적용되는 열펌프에 대해서는 각각의 시험 조건을 적용해야 한다.

**6.3 용량 산정 절차**

**6.3.1 시험 공간**

- (1) 시험 공간(시험실)은 주어진 허용 오차 범위 내에서 시험 조건이 유지될 수 있는 특정 공간이다.
- (2) 용량 시험 중 열펌프 주위의 공기 즉, 시험실 내 기류 속도는 2.5 m/s를 초과해서는 안 된다.

**6.3.2 시험 대상 열펌프 설치**

- (1) 제조사가 권장하는 방법과 절차에 따라 시험 대상 열펌프를 시험실 내에 설치한다. 열펌프가 다양한 방향으로 설치될 수 있는 경우, 가능하면 가혹한 운전 환경을 유도할 수 있는 방향으로 열펌프를 설치해야 한다.
- (2) 시험에 반드시 필요한 장비나 계기를 설치할 경우가 아닌, 시험 대상 열펌프를 개조해서는 안 된다. 제조사의 지시에 따라 냉매의 양을 조절하거나 교체할 수는 있다.

표 3 물-공기 멀티형 열펌프의 냉·난방 용량 산정을 위한 시험 조건.

시험 조건	지하수 시스템	지중 루프 시스템
열펌프로 흡입되는 공기		
-건구온도, °C	27	27
-습구온도, °C	19	19
열펌프 주위 공기		
-건구온도, °C	27	27
표준 용량 시험 열원 측 순환수의 열펌프 유입 온도, °C	15	25
부분부하용량 시험 열원 측 순환수의 열펌프 유입 온도, °C	15	20
주파수*	정격 값	정격 값
전압**	정격 값	정격 값

\* 이중 정격 주파수(dual rated frequencies) 열펌프인 경우, 각 주파수에서 시험한다.  
 \*\* 이중 정격 전압(dual rated voltages) 열펌프인 경우, 두 전압 값에서 시험한다.  
 혹은 하나의 시험 결과만 제시하는 경우라면, 두 값 중 낮은 전압으로 시험한다.

표 4 물-공기 열교환 열펌프의 난방용량 산정을 위한 시험 조건.

열펌프 적용 시험 조건	지하수 시스템	지중 루프 시스템
열펌프로 흡입되는 공기 -건구온도, ℃ -습구온도, ℃	20 15	20 15
열펌프 주위 공기 -건구온도, ℃	20	20
표준용량 시험 -열원 측 순환수의 열펌프 유입 온도, ℃	10	5
부분부하용량 시험 -열원 측 순환수의 열펌프 유입 온도, ℃	10	5
주파수*	정격 값	정격 값
전압**	정격 값	정격 값

\* 이중 정격 주파수(dual rated frequencies) 열펌프인 경우, 각 주파수에서 시험한다.  
\*\* 이중 정격 전압(dual rated voltages) 열펌프인 경우, 두 전압 값에서 시험한다.  
혹은 하나의 시험 결과만 제시하는 경우라면, 두 값 중 낮은 전압으로 시험한다.

### 6.3.3 용량 산정 시험

- (1) 용량 산정에 필요한 데이터 획득에 앞서, 열펌프를 최소 1시간 이상 운전한다. 이때 모든 측정 데이터가 정상상태에 도달할 때까지 열펌프는 정지되는 일이 없어야 한다.
- (2) 주어진 시험 조건에서 최소 1시간 이상 운전된 열펌프가 정상상태에 도달하였을 때, 5분 간격으로 최소 30분 동안 데이터를 획득하여 저장한다(최소 6회 측정).
- (3) 측정 데이터의 오차는 '7.14절 최대 허용 오차'에 명시된 오차 범위 내에 있어야 하며, 이들 데이터를 이용하여 표준용량 및 부분부하용량을 산정한다.
- (4) 정격용량은 6.2절의 용량산정조건으로 시험하였을 때 제조사가 제시한 능력의 100 % 이상이어야 한다.

**7. 시험 장치 및 측정 방법** 물-물 열펌프의 총 냉·난방 용량은 실내 공기엔탈피법(indoor air enthalpy test method) 또는 실험 열량계법(calorimeter room test method)과 액체 엔탈피법(liquid enthalpy test method)을 적용해서 얻은 결과의 평균이어야 한다. 이때 부하측과 열원측에서 측정된 결과들은 ±5% 범위 내에서 일치해야 한다.

**7.1 실내 공기엔탈피법** 덕트 접속형 물 대 공기 열펌프의 용량 산정 및 성능 시험을 위해 실내 공기엔탈피법을 적용한다. 이 방법은 터널형 공기엔탈피법(tunnel air enthalpy test method), 순환형 공기엔탈피법(loop air enthalpy test method), 칼로리미터형 공기엔탈피법(enclosed air enthalpy test method), 실험 공기엔탈피법(room air enthalpy test method) 등으로 세분된다.

### 7.1.1 터널형 공기엔탈피법

- (1) 터널형 공기엔탈피법을 적용하기 위해 그림 2에 나타난 바와 같이 시험 대상 열펌프, 열교환 코일과 각종 측정기기 등이 장착된 공기 유동 터널(풍량 측정 장비(air flow measuring apparatus), 시험실 온·습도 조절 장비(room conditioning apparatus) 등으로 시험장치를 구성한다.

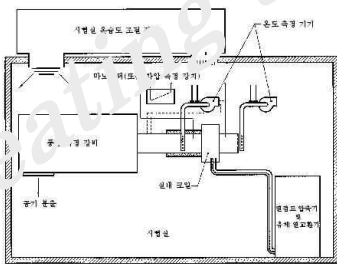


그림 2 터널형 공기엔탈피법 시험 장치.

- (2) 제조사의 지침에 따라 시험 대상 열펌프를 시험실에 설치한다. 이때 열펌프에 별도의 개조나 접속을 해서는 안 된다.
- (3) 공기 유동 터널에 설치된 실내 코일(냉매 대 공기 열교환기)로 유입되는 공기는 풍량 측정 장비를 거쳐 시험실 내로 다시 분출된다. 실내 코일로 흡입되는 공기의 건구 및 습구온도 조절을 위해 시험실 온·습도 조절 장비를 이용한다.
- (4) 온도 측정용 센서를 이용하여 실내 열교환 코일 전단과 후단에서 공기의 건구 및 습구온도를 측정하고, 차압 측정용 계기를 이용하여 양단에서의 압력 차를 측정한다.

### 7.1.2 순환형 공기엔탈피법

- (1) 순환형 공기엔탈피법(loop air enthalpy test method)을 적용하기 위해 그림 3의 시험 장치를 이용한다. 이 장치는 풍량 측정 장비의 출구가 시험실 온·습도 조절 장비에 연결되며, 다시 이 장비의 출구가 열펌프의 공기 흡입구에 연결된다는 점에서 터널형 공기엔탈피법의 시험 장치와 차이가 있다. 즉, 시험 대상 열펌프, 풍량 측정 장비, 시험실 온·습도 조절 장비 등이 모두 하나로 연결되기 때문에 일종의 순환회로를 이룬다고 할 수 있다.
- (2) 각 장비 또는 연결부에서의 누설량이 시험 풍량의 1.0%를 초과하지 않도록 기밀 유지에 각별한 주의를 기울여야 한다.
- (3) 시험 대상 열펌프의 주위 공기온도는 열펌프로 흡입되는 공기의 건구온도에 대해 ±3.0℃ 내에서 유지되어야 한다.

- (4) 규정된 정확도 및 허용오차를 갖는 계측기를 이용하여 습구 및 건구온도, 차압 등을 측정한다.

### 7.13 칼로리미터형 공기엔탈피법

- (1) 칼로리미터형 공기엔탈피법(enclosed air enthalpy test method)을 적용하기 위한 시험 장치의 구성은 터널형 공기엔탈피법의 시험 장치와 큰 차이는 없다. 단지, 그림 4에서 보는 바와 같이, 적절한 재료를 이용하여 시험 대상 열펌프를 완전히 밀폐시키는 점에서만 차이가 있다고 할 수 있다.
- (2) 열펌프로 흡입되는 공기가 자유롭게 유동할 수 있는 입구가 설치되며, 이 입구 전면에는 습구 온도측정용 계기가 설치된다. 아울러, 유입된 공기가 밀폐 공간 외부로 누설되지 않도록 밀봉과 단열처리를 확실히 한다.
- (3) 밀폐 공간의 안쪽 벽면과 열펌프 사이의 공간은 최소 15 cm 이상이어야 한다. 밀폐 공간으로 유입된 공기가 내부에서 자유롭게 순환될 수 있도록, 열펌프 흡입구와 최대한 거리를 두고 공기 유입구를 설치해야 한다.
- (4) 열펌프 토출 측에 풍량 측정 장비를 연결하고 공기의 누설 및 열손실을 최대한 줄이기 위해 단열처리 한다.
- (5) 규정된 정밀도와 오차를 갖는 차압 측정기를 이용하여 밀폐 공간 내부와 열펌프 토출 측 사이에서 발생하는 차압을 측정한다.

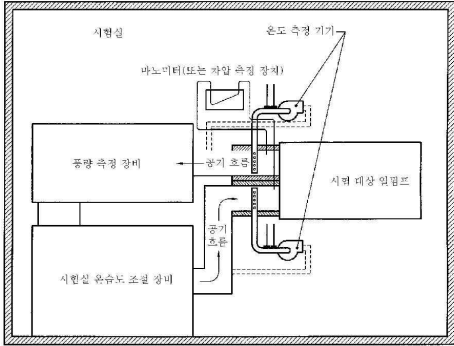


그림 3 순환형 공기엔탈피법 시험 장치.

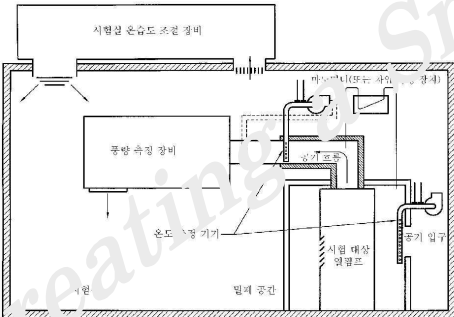


그림 4 칼로리미터형 공기엔탈피법 시험 장치.

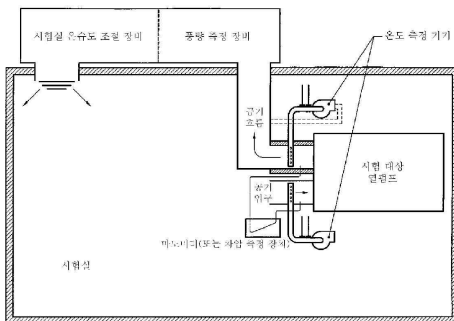


그림 5 실험 공기엔탈피법 시험 장치

### 7.14 실험 공기엔탈피법(room air enthalpy test method)

- (1) 그림 5에서 보는 바와 같이, 풍량 측정 장비의 한쪽을 열펌프 토출 측에 연결하고 나머지 한쪽을 시험실 온·습도 조절 장비에 연결한다. 열펌프에서 분출되는 공기는 풍량 측정 장비와 시험실 온·습도 조절 장비를 차례로 통과한 후, 시험실 내로 다시 분출된다.

- (2) 열펌프 흡입 측과 토출 측 전면에 적당한 거리를 두고 건구 및 습구온도 측정용 센서를 설치하고 차압 측정 계기도 설치한다.

### 7.1.5 실내 공기엔탈피법에 의한 냉·난방 용량 산정

- (1) 실내 공기엔탈피법은 시험 대상 열펌프로 흡입되는 공기의 온도와 습도, 시험실 내로 분출되는 공기의 온도와 습도를 측정하고 이때의 풍량을 측정하여 덕트 접속형 열펌프의 표준 냉·난방 용량 및 성능을 결정하는 방법이다.
- (2) 앞서 설명된 네 종류의 시험 장치 중 한가지를 적용하여 데이터를 측정된 후, 시험 대상 열펌프의 총 냉방용량과 현열 및 잠열 냉방용량 등을 다음과 같이 산정한다. 용량 산정 시, 열펌프 자체에 의한 열손실은 고려하지 않는다. 참고로 식(8)에서  $2.47 \times 10^6 \text{ J/kg}(15^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C} \text{ 기준})$ 은 물의 증발잠열이다.

$$\phi_{ksi} = \frac{q_{mi}(h_{a1} - h_{a2})}{v_n(1+W_n)} \quad (5) \quad \phi_{sci} = \frac{q_{mi}c_{pa}(T_{a1} - T_{a2})}{v_n(1+W_n)} \quad (6)$$

$$c_{pa} = 1006 + 1860 W_n \quad (7)$$

$$\phi_{kci} = \phi_{ksi} - \phi_{sci} = \frac{2.47 \times 10^6 q_{mi}(W_{a1} - W_{a2})}{v_n(1+W_n)} \quad (8)$$

여기서,

- $\phi_{ksi}$  : 열펌프의 총 냉방용량(공기 측 데이터 이용), W
- $\phi_{sci}$  : 열펌프의 총 현열 냉방용량(공기 측 데이터 이용), W
- $\phi_{kci}$  : 열펌프의 총 잠열 냉방용량(공기 측 데이터 이용), W
- $c_{pa}$  : 건공기의 비열, J/kgK
- $h_{a1}$  : 열펌프로 흡입되는 습공기의 엔탈피, J/kg
- $h_{a2}$  : 열펌프에서 분출되는 습공기의 엔탈피, J/kg
- $q_{mi}$  : 풍량 측정 장비에서 측정된 풍량, m<sup>3</sup>/s
- $T_{a1}$  : 열펌프로 흡입되는 공기의 건구온도, °C
- $T_{a2}$  : 열펌프에서 분출되는 공기의 건구온도, °C
- $v_n$  : 풍량 측정 노즐을 통과한 습공기의 비체적, m<sup>3</sup>/kg
- $W_n$  : 열펌프로 흡입되는 공기의 습도비(humidity ratio), kg/kg
- $W_{a1}$  : 열펌프에서 분출되는 공기의 습도비, kg/kg
- $W_{a2}$  : 풍량 측정 노즐을 통과하는 공기의 습도비, kg/kg

- (3) 실내 공기엔탈피법에 의한 열펌프의 총 난방용량은 다음 식으로부터 계산된다.

- 15 -

$$\phi_{hvi} = \frac{q_{mi}c_{pa}(T_{a2} - T_{a1})}{v_n(1+W_n)} \quad (9)$$

여기서,  $\phi_{hvi}$ 는 시험공간 내에서 측정된 데이터를 이용하여 산정된 총 난방용량(W)이며, 식(9)에서의 나머지 기호들은 냉방용량 계산에 사용된 기호들과 동일하다. 만약 배관 유동에 의한 손실이 무시할 수 없을 정도의 크기라면, 이 난방 용량 산정에 포함시켜야 한다.

### 7.2 액체엔탈피법

- (1) 액체엔탈피법은 열펌프의 냉·대 물 교환기 입구와 출구에서 순환수의 온도와 유량 등을 측정하여 용량을 산정한다. 여기서, 순환수의 유량 측정은 8.5절에 명시된 방법을 따른다.
- (2) 다음 식(5)와 식(6)을 적용하여 시험 대상 물 대 물 열펌프의 총 냉·난방 용량을 산정한다. 만약 배관 유동에 의한 손실이 무시할 수 없을 정도의 크기라면, 용량 산정에 이 값을 포함시켜야 한다.

$$\phi_{lco} = W_f c_{pf}(T_B - T_A) - \phi_f \quad (5)$$

$$\phi_{lbo} = W_f c_{pf}(T_B - T_A) + \phi_f \quad (6)$$

여기서,

- $\phi_{lco}$  : 열펌프의 총 냉방 용량, W
- $\phi_{lbo}$  : 열펌프의 총 난방 용량, W
- $c_{pf}$  : 열원 측 순환수의 비열, J/kgK
- $T_B$  : 열원 측 순환수의 열펌프 유입 온도, °C
- $T_A$  : 열원 측 순환수의 열펌프 유출 온도, °C
- $W_f$  : 열원 측 순환수의 질량유량, kg/s
- $\phi_f$  : 열펌프 총 소비전력, W

### 7.3 실험열량계법

- (1) 직접 토출형 물 대 공기 열펌프(non-ducted water-to-air heat pumps)의 표준용량 산정과 성능 시험을 위해 실험열량계법을 적용한다. 이 방법은 냉방에 있어서는 열펌프의 실내 측에서 냉각 및 제습 능력을, 난방에 있어서는 실내 측에서의 가열 능력을 각각 열펌프로의 입력 전력과 평형 시켰을 때, 그 입력을 측정함으로써 용량을 산정하는 방법이다. 이 방법에 적용되는 시험 장치에는 교정식 실험열량계(calibrated room-type calorimeter)와 평형식 실험열량계(balanced ambient room-type calorimeter)가 있다.
- (2) 열량계실(calorimeter room) 내부는 열펌프로 흡입 또는 열펌프에서 분출되는 공기가 자유

롭게 유동할 수 있을 정도의 크기여야 한다. 아울러 열펌프로 흡입되는 공기와 열펌프에서 분출되는 공기의 흐름이 서로 간섭받지 않도록, 열펌프 흡입구와 토출구 전면에 충분한 공간이 있어야 한다.

- (3) 열량계실 온·습도 조절 장비에서 분출되는 공기의 속도는 0.5 m/s를 넘어서는 안 된다. 이를 위해 다공 판(perforated plate)이나 적절한 크기의 격자(grille) 등을 설치한다.
- (4) 시험 대상 열펌프가 콘솔형인 경우를 제외하면, 열펌프의 모든 면과 열량계실의 벽면 사이는 최소 1 m 이상이어야 한다. 표 5에는 열펌프의 최대 냉방용량에 따른 열량계실의 최소 내부 치수를 나타낸 것이다. 표 5에 언급되지 않은 열펌프에 대해서는 위에서 언급한 최소 거리로 한다.
- (5) 열량계실 내 풍량과 공기 온도 등 시험 조건을 일정하게 유지하기 위해 온·습도 조절장비(reconditioning apparatus)를 이용한다. 그림 6과 그림 7에서 보는 바와 같이, 온·습도 조절장비는 공기 가열코일(heating coil; 현열 공급), 가습기(humidifier; 잠열 공급), 공기의 냉각과 제습을 위한 냉수코일(chilled water coil) 등으로 구성된다.
- (6) 시험자가 각 기기에 공급되는 전력을 조절할 수 있어야 하며, 또한 지시계나 측정계기 등이 부착되어 있어 그 양을 확인할 수 있어야 한다.
- (7) 열량계실에 설치된 송풍기는 시험 대상 열펌프가 분출하는 공기 양의 두 배 이상을 유동시키면서, 1 m/s 이하의 속도를 유지할 수 있어야 한다.
- (8) 열량계실 내 공기의 건구 및 습구온도를 측정하기 위한 온도 측정용 계기가 설치되어 있어야 한다. 열량계실 내에서의 온도구배와 공기 유동의 형태는 열량계실 온·습도 조절 장비와 시험 대상 열펌프 사이의 상호 작용에 영향을 받는다. 따라서 열량계실 크기, 열량계실 온·습도 조절장비를 구성하는 각 기기의 크기와 배열, 시험 대상 열펌프의 공기 토출 특성 등은 상호 의존적이다.
- (9) 열량계실 내부 표면에 다공성 재료를 사용해서는 안 되며, 모든 결합 부분에서 공기의 누설이 없도록 밀봉한다. 또한 열량계실 입구에서 공기가 누설되지 않도록 개스킷이나 기타 적절한 방법을 이용한다.
- (10) 열량계실 내에서 측정되는 온도는 시험 대상 열펌프 주위의 온도를 대표할 수 있어야 한다. 따라서, 열량계실 내에서 측정되는 온도가 시험 대상 열펌프가 분출하는 공기에 의해

표 5 열량계실(calorimeter room) 치수.

시험 대상 열펌프의 최대 냉방용량, W(RT)	열량계실의 최소 내부 치수		
	폭, m	높이, m	길이, m
3,000(0.9)	2.4	2.1	1.8
6,000(1.7)	2.4	2.1	2.4
9,000(2.6)	2.7	2.4	3.0
12,000(3.4)	3.0	2.4	3.7

영향을 받지 않도록, 열량계실 상부에 온도 측정용 계기를 설치하기, 시험 대상 열펌프의 건구온도와 습구온도를 측정한다.

### 7.3.1 교정식 실험열량계

- (1) 그림 6은 교정식 실험열량계(calibrated room-type calorimeter)의 개략도를 보여주고 있다. 열량계실 자체에 의한 열손실이 열펌프 총 냉방용량의 1% 내에서 발생하는 경우, 이 영향은 무시될 수 있으며 이를 위해 열량계실 외면을 충분히 단열처리 한다. 열량계실 외면을 통한 열손실은 다음과 같은 방법으로 측정된다.
  - 열량계실의 모든 열려있는 부분을 단열 처리된 코일을 이용하여 열량계실 내 공기의 온도가 주위보다 적어도 11°C 이상 높도록 가열한다.
  - 열량계실 주위 온도는 열량계실 외부 여섯 면에서 측정된 온도이며, 이 값들은 ±1°C 편차 내에서 일정해야 한다.
- (2) 열량계실 내 시험 기기가 자유롭게 유동할 수 있는 통로는 열량계실 바닥에 설치된다.
- (3) 교정식 실험열량계는 한국산업규격이 명시하고 있는 교정장비(calibrating device)와 방법에 따라, 최소 6개월마다 그 성능이 검증된 것이어야 한다. 또한 국가가 인정한 검·교정 기관이 검증한 교정장비를 사용해야 한다.

### 7.3.2 평형식 실험열량계

- (1) 그림 7에 나타낸 평형식 실험열량계(balanced ambient room-type calorimeter)는 열량계실 내의 건구온도와 온도 조절 공간의 건구온도를 같게 유지한 상태에서 시험 대상 열펌프의 냉·난방용량을 산정하는 방법이다. 여기서, 공기누설에 의한 영향을 없애기 위해 온도 조절 공간 외부와 열량계실 내의 습구온도를 같게 유지하고 시험할 수 있다.
- (2) 시험 중, 온도 조절 공간 내의 온도는 균일하게 유지되어야 하며, 이를 위해 열량계실과 조절 공간 사이의 거리를 모든 면에서 0.3 m 이상으로 한다.

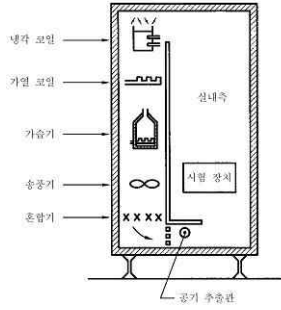


그림 6 교정식 실험열량계.

- (3) 온도 조절 공간 내에서 온도 성층화(stratification)가 발생하지 않도록 적절한 방법으로 공기를 순환시킨다.
- (4) 열량계실에 의한 열손실이 열펌프 총 냉방용량의 10% 이내가 될 수 있도록 열량계실 외면을 충분히 단열처리 한다. 열량계실 외면을 통한 손실 열량의 산정은 앞서 교정식 실험열량계에서 언급된 방법과 동일하다.

### 7.3 실험열량계법에 의한 냉·난방 용량 산정

- (1) 실험열량계법을 적용하여 직접 토출형 열펌프의 냉·난방 용량을 산정할 때, 공기 측에서 측정된 데이터를 이용한다. 또한 앞서 언급한 것처럼, 액체엔탈피법에 의한 측정 데이터와 실험열량계법에 의한 측정 데이터는 ±5% 내에서 일치해야 한다. 최종적으로 이 두 방법에 의한 결과를 평균하여 시험 대상 열펌프의 냉·난방 용량을 산정한다.
- (2) 교정식 또는 평형식 열량계법에 의한 직접 토출형 열펌프의 총 냉방용량은 식(12)로 계산된다.

$$\phi_{ci} = \sum \phi_r + (h_{wi} - h_{we})w_r + \phi_b \quad (12)$$

여기서,

- $\phi_{ci}$  : 열펌프의 총 냉방용량, W
- $\sum \phi_r$  : 열펌프에 공급되는 총 유효 전력, W
- $h_{wi}$  : 가습기 입구에서 물 또는 증기의 엔탈피, J/kg
- $h_{we}$  : 가습기 출구에서 응축수의 엔탈피, J/kg
- $w_r$  : 가습 과정을 통한 증기의 응축수량, kg/s
- $\phi_b$  : 교정시험에서 결정되는 열량계실의 총 열손실량, W

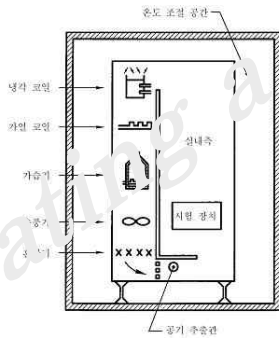


그림 7 평형식 실험열량계

- (3) 직접 토출형 열펌프의 총 난방용량 계산은 다음과 같다.

$$\phi_{hi} = \phi_{ci} + \phi_b - P_i \quad (13)$$

여기서,

- $\phi_{hi}$  : 열펌프의 총 난방용량, W
- $\phi_{ci}$  : 열펌프에 의해 열량계실에서 제거되는 총 열량, W
- $\phi_b$  : 열량계실 표면을 통해 유입되는 열량, W
- $P_i$  : 열량계실로 공급되는 기타 전력량, W

**7.4 풍량 측정법** 시험실 내로 분출되는 공기의 풍량(air flow)은 7.4.1절~7.4.4절 또는 7.5절에 따라 명시된 방법과 절차에 따라 측정한다.

**7.4.1 직접 풍량 측정** 호칭 표준용량 117 kW 또는 그 이하인 덕트 접속형 물 대 공기 열펌프를 대상으로 실내 공기엔탈피법을 적용할 경우, 직접 풍량 측정법(direct air flow measurement)을 이용한다. 이 방법은 풍량 측정 장비의 유로 중앙에 설치된 노즐을 기준으로 전단과 후단 사이에서 발생하는 차압(differential pressure)을 직접 측정함으로써, 공기의 속도와 유량을 구하는 방법이다. 구체적으로 다음 절차에 따라 풍량을 측정한다.

- (1) 노즐 전단과 후단에서의 정압(static pressure)과 노즐 목(nozzle throat) 내부에서의 동압(dynamic pressure) 측정을 위해 차압 측정 계기(디지털 차압계 또는 마노미터)를 설치한다. 여기서, 차압 측정 계기는 지시 값의  $\pm 1.0\%$  내로 교정된 것이어야 한다. 또한 차압 측정 계기의 최소 눈금은 이 계기가 지시하는 값의  $2.0\%$ 를 초과해서는 안 된다.
- (2) 덕트 내에서 공기 유동에 의한 정압변화는  $\pm 2.5$  Pa의 정확도를 갖는 차압 측정 계기를 이용하여 측정한다.
- (3) 노즐 단면적을 계산하기 위해 노즐 목 출구에서 그리고 출구 근처 안쪽에서 각각 지름을 측정한다. 이때  $\pm 0.2\%$ 의 정확도를 갖는 계기를 이용하여 지름을 달리하면서 지름을 측정해야 한다.

#### 7.4.2 직접 풍량 측정에 의한 풍량 산정

- (1) 풍량 측정 장비 내부의 노즐 전·후단에서 측정된 차압을 이용하여 풍량을 산정한다. 이때 장비 내부에 1개의 노즐(single nozzle)이 설치된 경우, 풍량 계산은 다음과 같다.

$$q_{mi} = 1.414 C_d A_n \sqrt{1000 p_v v_n} \quad (14)$$

$$v_n' = \frac{101.3 v_n}{(1 + W_n) p_n} \quad (15)$$

여기서,

- $q_{mi}$  : 측정에 의한 풍량, m<sup>3</sup>/s
- $A_n$  : 노즐 단면적, m<sup>2</sup>
- $C_d$  : 노즐 유량계수(coefficient of discharge)
- $p_n$  : 노즐 목에서의 절대압력(absolute pressure), kPa
- $p_v$  : 노즐 목에서 측정된 동압 또는 노즐 전단과 후단 사이의 정압 차(static pressure difference), kPa
- $v_n$  : 노즐 출구에서 공기의 비체적, m<sup>3</sup>/kg
- $v_n'$  : 노즐에서 습공기의 비체적, m<sup>3</sup>/kg
- $W_n$  : 노즐에서 습공기의 절대습도(humidity ratio), kg/kg건공기

- (2) 풍량 측정 장비 내부에 1개 이상의 노즐(multiple nozzles)이 설치된 경우, 위에서 언급한 방법으로 개개의 노즐을 통과하는 풍량을 측정한 후, 이 값들을 모두 합하여 풍량을 산정한다. 표준공기(standard air)의 풍량은 다음과 같이 계산된다.

$$q_s = \frac{q_{mi}}{1.2 v_n} \quad (16)$$

- 21 -

#### 7.4.3 간접 측정에 의한 풍량 산정

- (1) 직접 풍량 측정법을 적용할 수 없을 때, 다음의 식(17)과 식(18)로 표현된 '저' 시험 대상 열펌프의 총 냉·난방용량과 습공기의 엔탈피 등을 이용하여 간접적으로 풍량을 계산한다. 이때 그림 9의 풍량 측정 장비를 이용하여 온도를 측정하 후, 필요한 엔탈피 데이터를 결정한다.

$$q_i = \frac{\Phi_{th} V_{a1}}{h_{a1} - h_{a2}} \quad \text{냉방} \quad (17)$$

$$q_i = \frac{\Phi_{th} V_{a1}}{h_{a2} - h_{a1}} \quad \text{난방} \quad (18)$$

여기서,

- $q_i$  : 계산에 의한 풍량, m<sup>3</sup>/s
- $h_{a1}$  : 열펌프로 흡입되는 습공기의 엔탈피, J/kg
- $h_{a2}$  : 열펌프에서 분출되는 습공기의 엔탈피, J/kg
- $\Phi_{th}$  : 열펌프의 총 냉방용량, W
- $\Phi_{th}$  : 열펌프의 총 난방용량, W
- $v_{a1}$  : 열펌프로 흡입되는 건공기의 비체적, J/kgK

#### 7.4.4 수정 풍량 측정법에 의한 풍량 산정

- (1) 덕트 접속형 물 대 공기 열펌프의 표준용량이 117 kW(30 RT) 이상인 경우, KS M ISO 5221, ISO 3966 및 KS B ISO 5167-1 ~ 5167-4에 명시된 방법과 절차에 따라 시험실 내부 분출되는 풍량을 측정한다.
- (2) 또는 그림 8의 수정 풍량 측정 장비로 데이터를 측정하 후, 식(19)~식(22)를 적용하여 간접 계산한다.

$$w_{a1} = \frac{\Phi_{th}}{1006} + 1860 W_2 (T_{a5} - T_{a1}) \quad (19)$$

- 22 -



에서의 속도 범위는 15~35 m/s이다.

- (8) 노즐 목 지름이 12.5 cm보다 클 경우, 유량계수로 0.99의 값을 사용한다. 반면, 지름이 12.5 cm보다 작거나 정확한 유량계수가 필요할 경우, 표 6에 명시된 값들을 이용하여 보정한다. 여기서, 레이놀즈 수는 다음 식(23)과 같이 계산되며, 온도에 따른 계수  $f$  는 표 7에 명시된 값들을 이용한다. 노즐의 형상은 그림 10과 같다.

$$Re = fV_n D_n \quad (23)$$

표 6 레이놀즈수에 따른 노즐 유량계수.

레이놀즈수, Re	노즐 유량계수, $C_d$
50,000	0.97
100,000	0.98
150,000	0.98
200,000	0.99
250,000	0.99
300,000	0.99
400,000	0.99
500,000	0.99

표 7 온도에 따른 계수  $f$

온도, °C	계수 $f$
- 6.5	78.2
4.5	72.0
15.5	67.4
26.5	62.8
38.0	58.1
49.0	55.0
60.0	51.9
71.0	48.8

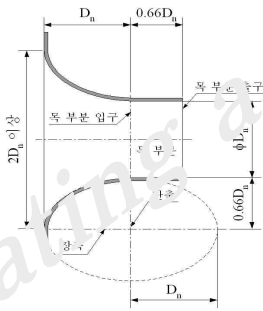


그림 10 풍량 측정 노즐의 형상 및 치수.

**7.6 온도 측정** 시험 대상 열펌프의 표준용량 산정 및 성능시험에 수은 온도계, 열전대 (thermocouple), 저항 온도계(resistance temperature detector, RTD), 써미스터(thermistor) 등을 이용하여 온도를 측정한다. 이때, 온도 측정에 사용되는 계기의 정확도 및 정밀도, 측정범위 등을 표 8에 나타내었다. 온도 측정 방법 및 관련 사항들은 다음과 같다.

표 8 온도 측정용 계기의 허용 오차.

항목	계기 정확도	계기 정밀도	측정 범위
공기 건구온도	±0.1°C	±0.05°C	-29~60°C
공기 습구온도	±0.1°C	±0.05°C	-18~32°C
순환수 온도	±0.1°C	±0.05°C	-10~50°C

- (1) 시험 대상 열펌프의 표준용량 산정 및 성능 시험 시, 덕트 내를 유통하는 공기의 온도는 필수적인 데이터이다. 덕트 단면의 3 지점 이상에서 온도를 측정하여 평균한 값을 사용한다. 시험 대상 열펌프 또는 시험장치에 부착되는 모든 온도 측정계기를 통한 열손실이 열펌프 최대 용량의 1%를 초과하지 않도록 단열처리 한다.
- (2) 시험 대상 열펌프로 흡입되는 공기의 온도는 최소한 3 지점 이상에서 일정한 간격으로 열펌프의 흡입구 상에 설치된 온도 측정용 계기로 측정되거나 또는 이에 상당하는 표준추출

방법으로 측정될 수 있다.

- (3) 반면, 열펌프 흡입구가 덕트와 연결되지 않기 때문에 직접 실내의 공기가 열펌프로 흡입되는 경우, 열펌프로 흡입되는 공기의 온도는 흡입구에서 대략 15 cm 떨어진 위치에서 측정된다.
- (4) 습구온도 측정 계기의 감지부 주위를 흐르는 공기의 속도는 약 5 m/s 정도이어야 한다. 흡입 공기와 토출 공기의 습구온도 측정에도 동일한 공기 속도가 권장된다.
- (5) 온도 측정계기의 최소 눈금은 위에서 언급된 기기 정확도의 2배를 초과해서는 안 된다. 예를 들면 시험에 요구되는 정확도가  $\pm 0.05^{\circ}\text{C}$ 일 때, 온도 측정용 계기의 최소 눈금은  $0.1^{\circ}\text{C}$ 보다 작아야 한다.
- (6) 만약, 시험에 요구되는 온도 측정용 계기의 정확도가  $\pm 0.05^{\circ}\text{C}$ 인 경우, 측정에 사용하고자 하는 계기는 국가가 지정한 검·교정 기관에서 교정된 계기이어야 한다.
- (7) 시험장치에 부착된 온도 측정용 계기에 이상이 발생하거나 또는 성능이 보다 우수한 계기로 교체할 경우를 대비하여, 온도 측정계기는 설치와 계기가 용이해야 한다.
- (8) 온도 측정계기를 관 내부로 직접 삽입하여 관 내부를 유통하는 액체의 온도를 측정한다. 만약, 수은 온도계가 유체가 유통하는 관 안으로 삽입되었다면, 압력에 의한 영향을 고려해야 한다.
- (9) 주위의 열원에 의한 복사열로부터 온도 측정계기가 영향을 받지 않도록 단열과 보호에 주의할 것을 기술훈다.

## 7.7 압력 측정

- (1) 수은 원주(mercury column), 보던 압력계(bourdon pressure tube), 전자식 압력 변환기(electronic pressure transducer) 등을 이용하거나 또는 이들을 조합하여 압력을 측정한다.
- (2) 압력 측정용 계기의 요구 정확도는 계기가 지시하는 값의  $\pm 2.0\%$  이내이어야 하며 아울러 계기의 최소 눈금은 요구 정확도의 2.5배를 초과해서는 안 된다.

## 7.8 전기 측정

- (1) 전기와 관련된 물리량을 측정할 경우, 계기가 직접 지시하거나 또는 측정된 값을 적산하여 나타낼 수 있는 계기를 사용한다.
- (2) 히터에 필요한 전기적 입력량의 측정이나 또는 기타 열부하의 측정에 사용되는 계기의 정확도는 측정된 양의  $\pm 1.0\%$  이내이어야 한다.
- (3) 웬 구동용 모터, 압축기 구동용 모터 그리고 기타 전기가 필요한 구성기기 등에서 전기와 관련된 물리량을 측정하기 위해, 계기가 지시하는 값의  $\pm 1.0\%$  이내의 정확도를 갖는 측정 계기를 사용한다.

## 7.9 순환수 유량 측정

- (1) 열원 및 부하 측 순환수 유량 측정에 지시 값의  $\pm 1.0\%$  이내의 정확도를 갖는 질량 유량계 또는 체적 유량계 등을 이용한다.
- (2) 지시 값의  $\pm 1.0\%$ 의 정확도를 가지면서 질량이나 부피를 측정할 수 있는 계기를 이용하여

- 27 -

응축수량(condensation rate)을 측정한다.

## 7.10 시간, 질량, 속도 등의 측정

- (1) 시간, 질량, 속도 등의 측정에  $\pm 0.2\%$ 의 정확도를 갖는 계기를 사용한다.
- (2) 속도측정에  $\pm 1.0\%$ 의 정확도를 갖는 적산 회전계(revolution counter), 회전 속도계(tachometer), 스트로보스코프(stroboscope) 또는 오실로스코프(oscilloscope) 등을 이용한다.

## 7.11 정압 측정

### 7.11.1 정압 측정 관련 일반 사항

- (1) 압력 측정용 탭(tap)을 설치하기 위해 덕트 외면에 지름 1 mm의 구멍을 가공한다. 가공 중 덕트 안쪽 면에 생성되는 돌기나 기타 불규칙한 면을 매끄럽게 처리해 준다. 다음으로, 외경 6.25 mm 튜브가 삽입될 수 있는 튜브 연결구(니플; nipple)를 압력 측정위치의 덕트 외면에 용접한다.
- (2) 공기가 유입될 수 있는 곳에 밀봉을 한다. 특히, 시험 대상 열펌프와 압력 측정계기 연결부를 잘 밀봉한다. 또한 열펌프의 분출구로부터 온도 측정 지점까지의 공간에서 열이 외부로 손실되는 것을 방지하기 위해 단열처리 한다.

### 7.11.2 단일 분출구 및 단일 송풍기를 갖는 열펌프

- (1) 그림 11은 열펌프 토출 측과 외부와의 차압측정을 위해 열펌프 토출 측에 짧은 챔버(chamber)가 부착된 형상을 보여주고 있다. 이 챔버를 통과한 공기는 풍량 측정 장비로 유입되며, 챔버의 단면 치수와 열펌프 토출 측 단면치수는 동일해야 한다. 반면, 간접 풍량 측정법이 적용되는 경우에는 열펌프 토출 측과 덕트 사이에 연결되는 댐퍼(damper)에 위에서와 동일한 방법으로 차압 측정계기를 설치한다.
- (2) 규정된 정확도를 갖는 차압 측정계기(또는 마노미터)를 이용하여 열펌프 토출 측과 외부(열펌프 흡입 측) 사이의 압력 차이를 측정한다. 차압 측정계기의 한쪽을 챔버 외면에 부착된 4개의 압력 측정용 탭에 연결한다(그림 11 참조). 열펌프 흡입 측에 덕트가 연결되지 않는 경우에는 차압 측정계기의 나머지 한쪽을 외부에 노출시킨다. 반면, 열펌프 흡입 측에 덕트가 연결되는 경우, 흡입 덕트 외면에 부착된 4개의 압력 탭에 차압 측정계기의 나머지 한쪽을 연결한다(그림 12에서 흡입 덕트부분 참조).

- 28 -



- (8) 주파수, Hz
- (9) 송풍기 내장형 열펌프인 경우, 열펌프 토출 측과 외부 사이의 압력 차이, Pa
- (10) 송풍기 외장형 열펌프인 경우, 흡입 덕트와 토출 덕트 사이의 압력 차이, Pa
- (11) 속도 조절형 송풍기인 경우 송풍기 회전수, rpm
- (12) 열펌프로 흡입되는 공기의 건구온도, °C
- (13) 열펌프로 흡입되는 공기의 습구온도, °C
- (14) 열펌프에서 분출되는 공기의 습구온도(°C); 냉방 시험에 대해서만 측정
- (15) 공기의 체적 유량(풍량, l/s)과 풍량 계산에 필요한 데이터
- (16) 열원 측 순환수의 냉매-물 열교환기 유입 온도, °C
- (17) 열원 측 순환수의 냉매-물 열교환기 유출 온도, °C
- (18) 열원 측 순환수 유량, l/s
- (19) 열원 측 순환수 펌프가 열펌프에 장착된 경우, 외부 정압 차이, Pa
- (20) 열원 측 순환수 펌프가 열펌프에 장착되지 않은 경우, 내부 정압 차이, Pa

**7.14 최대 허용 오차**

- (1) 측정 데이터의 최대 허용 오차는 표 10에 명시된 값을 초과해서는 안 된다. 측정 데이터를 평균하여 값을 결정하는 경우, 최대 허용 오차는 표 10의 두 번째 열에 명시된 값을 초과해서는 안 된다.
- (2) 성능 시험 데이터의 최대 허용 오차는 표 11에 명시된 값을 초과해서는 안 된다.

**7.15 시험 결과** 다음 항목에 대한 내용으로 시험 결과를 나타낸다.

표 9 측정 데이터의 요구 불확실도.

측정 데이터	단위	요구 불확실도
순환수 측		
- 온도	°C	±0.1°C
- 온도 차	°C	±0.1°C
- 체적 유량	l/s	±1%
- 정압 차이	Pa	±5 Pa (차압 ≤100 Pa) ±5% (차압 >100 Pa)
공기 측		
- 건구온도	°C	±0.2°C
- 습구온도	°C	±0.2°C
- 체적 유량	l/s	±5%
- 정압 차이	Pa	±5 Pa (차압 ≤100 Pa) ±5% (차압 >100 Pa)
전압	W	±0.5%
시간	s	±0.2%
질량	kg	±1.0%
속도	m/s	±1.0%

표 10 물-공기 밀티형 열펌프 용량 시험 데이터의 최대 허용 오차.

계측 값	측정 데이터의 최대 허용 오차	계산 최대 허용 오차
열펌프로 흡입되는 공기		
- 건구온도	±1.0°C	±0.3°C
- 습구온도	±0.5°C	±0.2°C
풍량	±1.0%	±5%
전압	±2%	±1%
열원 측 순환수의 열펌프 유입 온도	±0.5°C	±0.2°C
열원 측 순환수의 체적 유량	±2%	±1%
외부 정압 차이(Pa)	±10%	±5%

표 11 물-공기 밀티형 열펌프 성능 시험 데이터의 최대 허용 오차.

계측 값	명시된 각 성능 시험 조건에서 측정 최대 허용 오차
최저 운전조건 시험	
- 공기 온도	+1.0°C
- 순환수 온도	+0.6°C
최고 운전조건 시험	
- 공기 온도	-1.0°C
- 순환수 온도	-0.6°C
기타 시험	
- 공기 온도	±1.0°C
- 순환수 온도	±0.6°C

- (1) 총 냉방용량, W
- (2) 난방용량, W
- (3) 측정된 값으로 시험 대상 열펌프가 소비하는 총 전력, W
- (4) 펌 구동 동력, W
- (5) 시험용 액체 순환펌프의 구동 동력, W
- (6) 열펌프에 공급되는 유효 전력 또는 모든 기기에 공급되는 전력, W
- (7) 정미 냉방용량, W
- (8) 정미 난방용량, W

- (9) 냉방 모드인 경우 에너지효율비 또는 냉방 성능계수, W/W
- (10) 난방 모드인 경우, 난방 성능계수, W/W

**8. 표시사항** 제품에는 쉽게 지워지지 않는 방법으로 적당한 곳에 다음 사항을 표시한 명판을 부착하여야 한다.

**8.1 인증제품에 대한 표시**

- a) 설비기준명 또는 번호  
[보기] 물-공기 지열 열펌프 유니트, NR GT 102
- b) 용량 열펌프의 표준 냉·난방용량을 kW 단위로 표시하고, 다음 보기와 같이 열전달 매체와 시험조건 등을 함께 표시한다. 여기서, 열전달 매체가 공기인 경우 'A', 물인 경우 'W' 그리고 브라운인 경우에는 'B'를 사용한다. 또한 열펌프가 적용되는 시스템 별로 시험이 수행되었다면, 각각의 시험 조건과 결과를 함께 표시한다.

[보기]  
냉방 : A27-W15/B25 12/11 kW  
A27: 열펌프로 흡입되는 공기의 온도, 27℃  
W15: 지하수 이용 시스템에 적용되는 경우, 순환수의 유입온도, 15℃  
B25: 지중 루프 시스템에 적용되는 경우, 순환수(브라운)의 유입온도, 25℃  
12/11 kW: 각 조건에 대한 총 냉방용량(소숫점 둘째자리까지 표기)

난방 : A20-W10/B0 9/8 kW  
A20: 열펌프로 흡입되는 공기의 온도, 20℃  
W10: 지하수 이용 시스템에 적용되는 경우, 순환수의 유입온도, 10℃  
B0: 지중 루프 시스템에 적용되는 경우, 순환수(브라운)의 유입온도, 0℃  
9/8 kW: 각 조건에 대한 총 난방용량(소숫점 둘째자리까지 표기)

- 8.2 제품규격** (열펌프의 유형, 모델, 개별 요소기기로 조립된 열펌프 사항 등)
- 8.3 제조년월 또는 약호**
- 8.4 인증자의 상호 또는 약호**
- 8.5 신재생에너지 설비인증표지**
- 8.6 열펌프의 최대용량, 정격전압 및 정격주파수**
- 8.7 열펌프에 주입된 냉매의 종류와 주입량**
- 8.8 사용 냉매 표시** 열펌프에 주입된 냉매의 표시는 'KS B ISO 817 유기냉매-번호부여'를 따른다.

## 부속서

\* 물 - 공기 지열 열펌프 유니트 설비심사 기준에서 주 · 항목별 구분에 따른 적용규격

항목별 적용규격

구분	설비심사기준 해당 적용항목	적용 규격
정의	적용범위 및 구조	KS B ISO 15042
표준 및 부분부하 냉방용량 시험 조건	표 3	KS B ISO 13256-1
표준 및 부분부하 난방용량 시험 조건	표 4	
시험 장치 측정 방법	실내 공기엔탈피법 액체 엔탈피법 실형열량계법	KS B ISO 13256-1 KS C 9306
온도 측정용 계기의 허용 오차	표 8	KS B ISO 13256-1
측정 데이터의 요구 불확실도	표 9	
용량 시험 데이터의 최대 허용 오차	표 10	
성능 시험 데이터의 최대 허용 오차	표 11	

\* 비교 : 6. 1. 7 (3) 항의 수직패널 길이에 대한 인증시험은 2011년 1월 1일 부터 적용한다.

부 칙<2011.07.01>

이 기준은 2011년 7월 1일부터 시행한다.