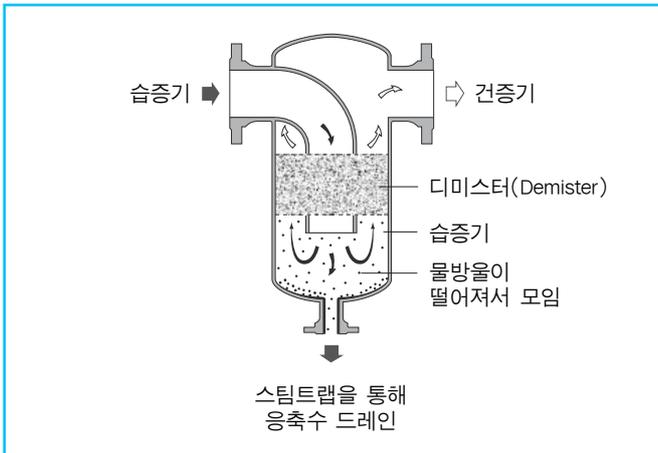


기수분리기(Separator)의 종류 및 응용

- 73호에 이어서 -

• **합체식(Coalescence type)** : 합체식 기수분리기는 증기의 통로에 장애물을 사용한다. 일반적으로 장애물은 데미스터(Demister)이고, 이 메쉬에 의해 물방울이 잡힌다. 이렇게 잡힌 물방울은 합체되는 경향이 있어, 가스 시스템에 의해서는 더 이상 이송되지 못할 정도로 큰 물방울이 형성된다. 물방울의 크기가 커짐에 따라 너무 무거워지게 되어 결국 기수분리기의 바닥으로 떨어진다.

합체식(Coalescence type)과 사이클론식(Cyclonic type)의 작동을 결합한 기수분리기도 있다. 두가지 방법을 결합함에 따라 전체적인 기수분리기의 효율이 향상된다.



합체식(Coalescence type) 기수분리기

기수분리기의 효율은 증기와 함께 유입된 전체 수분의 무게와 분리 배출된 응축수의 무게를 측정하여 그 비율을 계산한 값으로 나타낼 수 있다. 기수분리기의 효율은 유입되는 건도, 유체의 속도, 흐름의 형태에 따라 달라지기 때문에 실험실 외의 지역에서 정확한 기수분리기의 효율을 알기는 힘들다. 그러나 배관의 휘어짐, 와이어드로잉(Wiredrawing), 워터해머 등을 통해 증기 배관에 수분이 존재한다는 것을 알 수 있다.

차폐판식(Baffle type), 사이클론식(Cyclonic type), 합체식(Coalescence type) 기수분리기의 성능에 있어서 중요한 차이 중 하나는 차폐판식(Baffle type)이 넓은 배관 유속의 범위에서 보다 높은 효율을 유지할 수 있다는 것이다. 사이클론식(Cyclonic type), 합체식(Coalescence type) 기수분리기는 일반적으로 기수분리기 내에서 13 m/s의 속도까지는 98% 정도의 효율을 보이지만, 25 m/s의 속도에서 효율이 일반적으로 50% 정도로 떨어진다. 이 효율에 대

한 것은 영국의 리버풀(Liverpool) 대학에서 실험결과에 의해 나온 것이다.

이 실험결과 차폐판식(Baffle type) 기수분리기는 10~27 m/s의 범위에서 효율이 거의 100%에 근접한다는 것이 증명되었다. 결론적으로 부하변동이 있는 증기 응용처에는 차폐판식(Baffle type) 기수분리기가 가장 적합하다.

하지만 증기 사용처의 부하가 증가하여 증기의 속도가 27 m/s를 넘는 경우가 생길 수 있다. 이 문제를 해결하기 위한 하나의 방법은 사이즈가 큰 기수분리기를 사용하는 것이다. 이것은 기수분리기에 유입되는 증기의 속도를 감소시키는 효과가 있다.

예제) 90%의 효율을 갖는 기수분리기가 건도가 0.95인 증기를 수송하는 증기 주관에 설치된다. 기수분리기를 통과한 증기의 건도는 얼마인가?

건도가 0.95인 증기는 1,000 kg의 증기에 다음과 같은 양의 물이 포함되어 있다.

$$(1 - 0.95) \times 1,000 \text{ kg} = 50 \text{ kg의 물}$$

기수분리기의 효율이 90%이기 때문에 45 kg의 물(= 50 kg × 0.9)이 제거된다. 따라서 기수분리기를 통과한 증기의 건도는 다음과 같다.

$$1 - \left(\frac{50 - 45}{1,000} \right) = 0.995$$

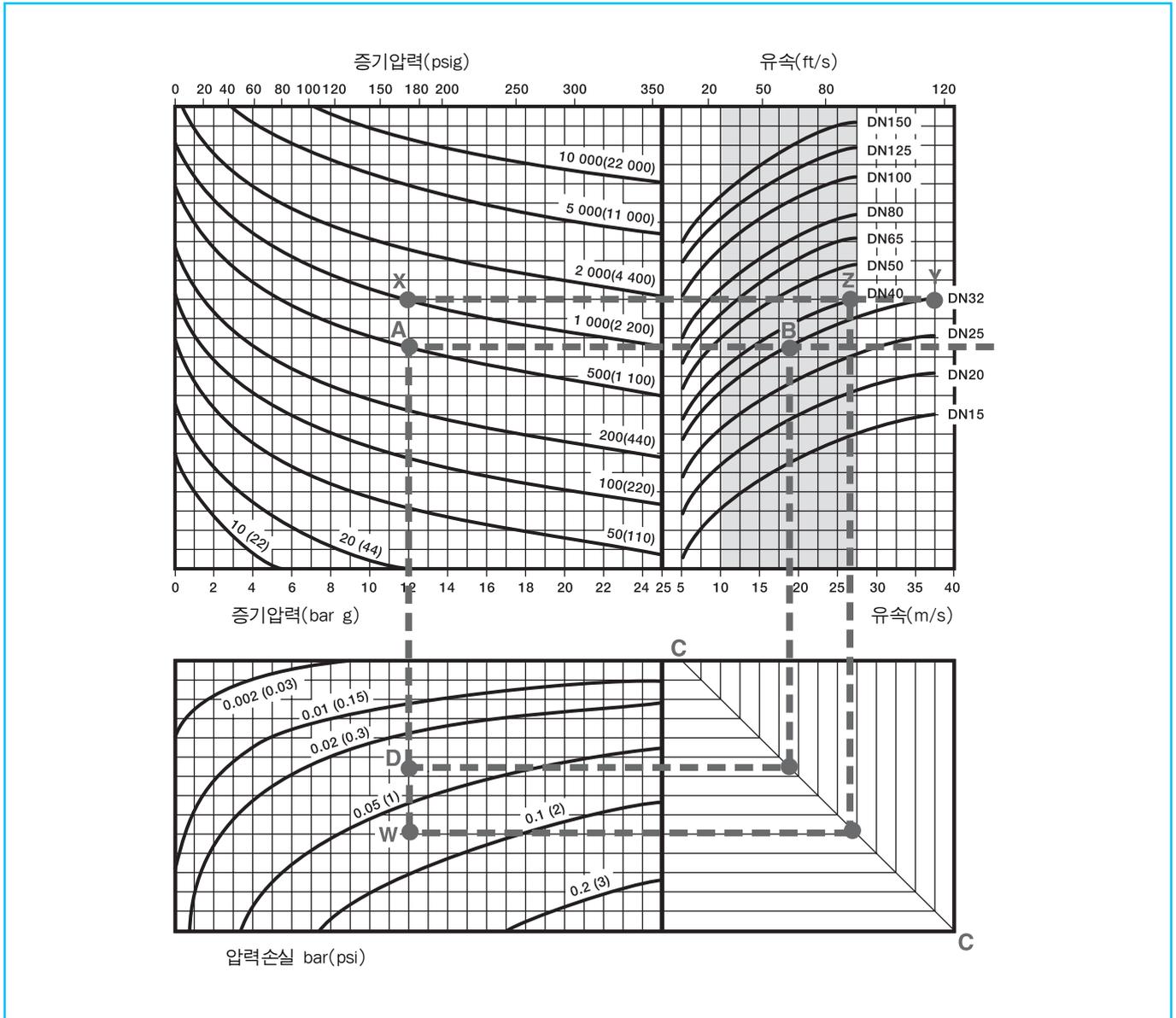
이 정도의 건도는 실무적으로 완벽하게 건조한 것으로 볼 수 있다.

그러나 기수분리기의 효율이 50% 밖에 되지 않는 경우, 단지 25 kg의 물만이 제거된다. 따라서 기수분리기를 통과한 증기의 건도는 다음과 같다.

$$1 - \left(\frac{50 - 25}{1,000} \right) = 0.975$$

원래의 건도 0.95에 비해서는 건도가 향상되었지만, 증기는 여전히 상당한 양의 물을 가지고 있다.

차폐판식(Baffle type) 기수분리기는 몸체 내부의 체적이 매우 크기 때문에 증기 속도가 떨어져, 차폐판식(Baffle type) 기수분리기에서의 압력 손실은 매우 작다. 일반적으로 압력 손실은 동일한 공칭구경 배관의 상당거리에 비해서도 작다. 그러나 사이클론식(Cyclonic type)



차폐판식(Baffle type) 기수분리기에 대한 제작사의 선정 차트

기수분리기는 사이클론 효과를 만들어 내기 위해 유체의 속도가 유지되어야 하기 때문에 압력 손실이 다소 크다.

중요하지 않는 응용처에서, 차폐판식(Baffle type) 기수분리기는 일반적으로 배관의 구경에 따라 선정된다. 그러나 선정된 기수분리기의 구경이 최대의 기수분리 효과를 가지고 있는지, 압력 손실이 허용되는 한계 내에 드는지 확인해야 한다. 중요한 응용처에서, 적절한 효율 및 압력 손실을 위해 운전압력과 유량을 기준으로 기수분리기를 선정하는 것이 더욱 일반적이다. 사이클론식(Cyclon type) 기수분리기는 기수분리기 내에서의 속도가 기수분리기의 효율을 높게 유지하는 데 있어 중요한 요소이고, 기수분리기에서의 압력손실이 허용 범위 내에 있어야 하기 때문에 선정이 더 복잡하다.

앞의 예는 일반적인 제작사의 선정 차트를 이용해 차폐판식(Baffle type) 기수분리기를 선정하는 방법을 보여 준다.

예제) 감압시스템의 1차측에 12 bar g, 500 kg/h의 증기가 32 mm 배관을 통해 흐를 때 기수분리기의 구경은?

1. 증기 압력과 유량이 만나는 곳에 점 A를 찍고, 이 점으로부터 수평선을 긋는다. 색깔이 있는 영역 내에서 이 선에 의해 양분된 기수분리기의 커브는 100% 근처의 효율을 보인다.
2. 배관의 구경과 동일한 B 점의 32 mm 기수분리기를 선정한다.
3. 기수분리기의 배관 유속은 이 교차점 B에서 수직선을 그어 알 수 있다. 이 경우 유속은 18 m/s이다.
4. 기수분리기에서의 압력 손실을 알기 위해, B 점에서 연장된 수직선과 C-C 선의 교차점으로부터 수평선을 긋는다. 그런 후 A 점에서 수직선을 긋고, 이 수직선과 수평선이 만나는 점 D가 기수분리기에서의 압력 손실이다.

다음의 표에는 차폐판식(Baffle type)과 사이클론식(Cyclonic type) 기수분리기의 중요한 차이점이 정리되어 있다.

표. 차폐판식(Baffle type)과 사이클론식(Cyclonic type) 기수분리기의 비교

	차폐판식(Baffle type)	사이클론식(Cyclonic type)
압력 손실	상대적으로 낮다	상대적으로 높다
효율	넓은 유속 범위에서도 높다	좁은 유속 범위에서 높다
물의 재유입	약간	유속이 빨라지면 상당히 많다
구경 선정	배관의 구경에 따라 선정	최대 효율을 보이도록 선정

생증기의 손실 없이 응축수의 효과적인 제거를 위해서는 적합한 스팀트랩을 기수분리기의 응축수 출구측에 설치해야 한다. 여기에 가장 적합한 스팀트랩은 볼후로트 타입으로서, 응축수를 생성 즉시 배출하는 특성을 가지고 있다. 일부 기수분리기는 기수분리기 몸체 내부에 스팀트랩의 메커니즘을 가지고 있는 경우도 있다.

대부분의 수직형 기수분리기는 몸체의 상부에 구멍을 가지고 있다. 이것은 증기용 에어벤트를 설치하기 위한 것으로서, 초기 가동 시 증기 공간에서 공기를 제거하기 위한 것이다.

■ 기수분리기의 보온(Insulation)

기수분리기를 보온하지 않으면 외기로 노출된 큰 표면적으로 인해 많은 양의 물방울이 생성된다. 또한 기수분리기의 표면으로부터 많은 양의 열손실이 발생한다. 예를 들어, 150℃의 증기가 있는 기수분리기를 보온하고 15℃의 외기에 노출될 경우 연간 8,600 MJ 정도의 에너지를 절감한다.(연간 8,760 시간 사용, 정체 공기, 복사에 의한 열손실만 고려) 기수분리기를 보온하면 이 열손실은 매우 효과적으로 감소하여 보온을 위한 초기 투자비용은 매우 짧은 기간 내에 에너지 절감에 의해 회수된다.

기술자료 II

냉난방 순환펌프 및 냉각탑의 동력비 절감을 위한 인버터 제어의 필요성

난방순환펌프의 유량을 보면, 동절기 한밤 중에 추울 때 필요한 유량과 낮시간에 덜 추울 때 필요한 유량이 다르므로 요구되는 유량에 따라서 펌프운전을 달리한다고 설계자가 의도한다면, 이는 펌프관련 동력비를 절감하려는 의도에서의 출발이라고 볼 수 있다. 사실 건물 유지관리 비용 중에서 가장 큰 비중을 차지하는 부분이 전기 사용료이고, 실제로 일반 HVAC 분야에서 이러한 절감효과는 매우 크다. 백화점의 경우 전체시설 유지관리 비용 중 전기료가 차지하는 부분이 전체 운전비용의 약 70%에 이른다고 한다.

그래서 최초 설계자는 어느 정도 그 건물의 부하에 대한 성격을 판단하여 냉난방 혹은 급수 시스템 등에서 부분부하 운전의 가능성을 판단해야 할 것이다. 예를 들면 24시간용과 8시간용, 간헐 운전용, 온도차가 다른 용도 등으로 존(Zone)을 구분하여 이에 맞는 부분부하 성격의 운전이 가능토록 시스템을 구성해야 한다.

예를 들어 냉방부하의 경우 냉방부하에 필요한 만큼 냉동기의 대수가 가동되고 이와 연동되어 필요한 만큼

의 냉수 순환펌프를 병렬로 운전하는데, 펌프를 병렬로 운전한다는 것은 펌프 대수제어를 통한 동력비 절감을 하기 위함이고, 더 나아가 유량과 양정이 결정되어 있는 1대의 펌프에서 좀더 동력비 절감을 해 보겠다는 의도로 시작하는 것이 회전수 제어(Inverter Control System)이다.

펌프의 회전수(펌프의 임펠러 회전수, 단위 : RPM)를 줄이면 동력이 엄청나게 줄기 때문에 최근 적용 추세가 증가하고 있다.

원심 펌프에는 유량과 양정, 동력이 펌프의 회전수와 일정한 규칙을 갖는 “펌프의 상사 법칙”이 있다. 예를 들어 회전수 3500 RPM인 펌프의 유량이 1000 LPM, 양정이 50 M, 동력이 10 kW라고 할 때 회전수를 반으로 줄여 1750 RPM으로 조정하면 유량은 500 LPM, 양정은 12.5 M, 동력은 1.25 kW로 감소한다. 즉 회전수의 변화에 따라 유량은 비례하며, 양정은 제곱으로 비례하고, 동력은 세제곱으로 비례한다. 이를 정리하면 다음과 같다.