

본 SteamPeople의 모든 내용은 인터넷 홈페이지 <http://www.spiraxsarco.com/kr>에서도 만나실 수 있습니다.
본문 내용에 대한 문의사항이 있을 경우 홈페이지 Q&A 코너를 이용하시기 바랍니다.

NEW

SV60 시리즈 스프링 기압식 안전밸브

광범위한 산업설비에서 발생하는 과도한 압력으로부터 사람과 공정설비, 재산을 보호할 수 있도록 설계된 방호장치로서 증기 및 압축공기, 액체 공정에서 사용할 수 있는 플랜지식 안전밸브입니다.



■ 용도

증기 및 가스, 액체용 안전밸브

■ 적용공정

보일러 및 배관, 압력용기, 압축공기, 저장탱크,
기타 산업설비의 공정

■ 규격

TÜV to AD Merkblatt A2 and TRD421.

■ 밸브 기밀도

API 527 규격 적용

■ 형식 승인

한국산업안전공단 형식승인-증기용
TÜV to AD Merkblatt A2 승인
Lloyd's Register 선급협회 승인-선박용

■ 밸브 구경

DN20, 25, 32, 40, 50, 65, 80, 100

■ 밸브 재질

SV604 : 주강(GGG-40.3)
SV607 : 구상흑연주철(GSC-25)

■ 기타

선택사양으로 개방레버, 연질시트, 개방 및 밀폐형 보닛을
적용하여 다양한 공정조건에서 사용할 수 있다.



EasiHeat 가

: H /
 : ()
 EasiHeat : 2001 10



EasiHeat 가

EasiHeat 가 .

- 1
 6

가

- /

- : 300

- : EasiHeat 가

(: EH - 2 - ST - DHW - EL1)

- :

· SX 100

·

· EL 2270

·

- : 60 ±2

- : 40

- /

가

가

58 Q & A “ 가 ? ”

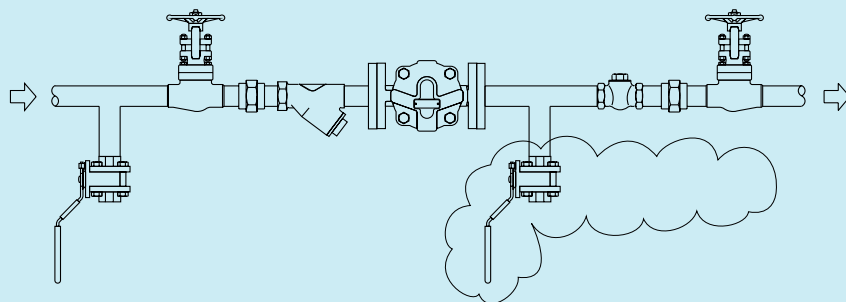
가

SPIRAX SARCO

가 가

가

가



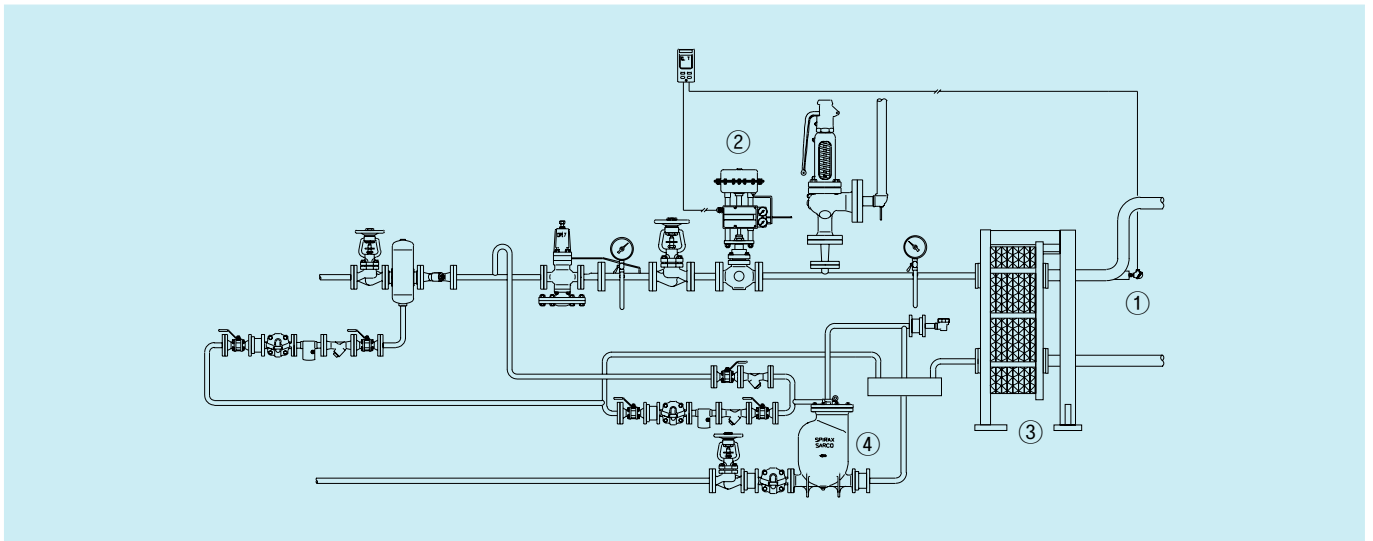
증기를 이용한 열교환기에서의 온도제어

- 시간지연 요소의 고찰 -

공정의 4대 제어변수인 온도, 압력, 유량, 액위 중에 제어가 비교적 어려운 것은 온도제어라 할 수 있다. 이것은 온도제어에서는 제어시스템의 구성 요소와 공정에 비선형적인 요소뿐만 아니라 시간지연의 요소가 있고 이러한 시간지연이 다른 제어변수보다 크기 때문이다.

시간지연을 일반적인 예를 들어 비교해 보면, 유량제어의

경우는 제어루프를 포함한 공정의 변화에 대한 전체 시정수가 4초라고 한다면 온도제어에 있어서는 일반적인 온도 센서의 시정수만 해도 그 값이 10초 정도로 유량제어의 2배 이상에 해당하는 시정수를 가지고 있을 뿐 아니라 공정과 다른 제어요소의 시간지연을 감안하면 매우 큰 시정수를 가지고 있다고 할 수 있다.

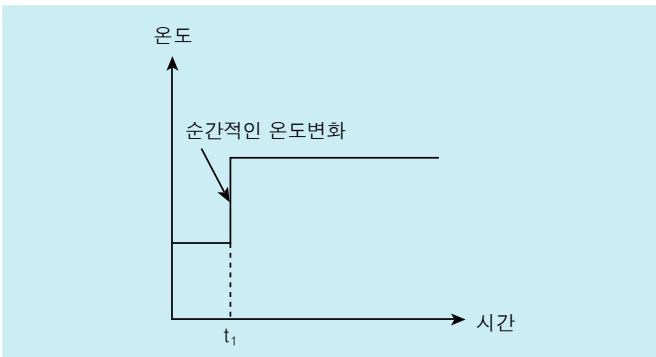


[그림 1] 온도제어 시스템에서의 시간지연 요소(①~④)

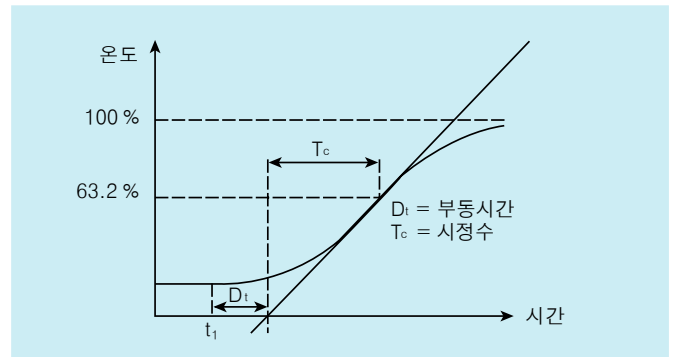
시간지연에는 [그림 3]에서 보듯이 시정수(Time Constant)와 부동시간(Dead Time)으로 구분할 수 있으며, 부동시간이 있는 고차지연은 제어를 더욱 어렵게 만든다. 따라서 이러한 시간지연 요소를 이해하고 현장에서 시간지연을 줄일 수

있는 방안을 강구한다면 보다 좋은 제어 결과를 얻을 수 있을 것이다.

* 시정수란?—일반적으로 1차 지연 시스템에서 스텝 입력을 가할 경우 전체의 63.2%로 상승하거나 하락하는데 걸리는 시간



[그림 2] 스텝 입력



[그림 3] 스텝 입력에 대한 응답

■ 온도센서의 응답속도

1) 센서의 선택

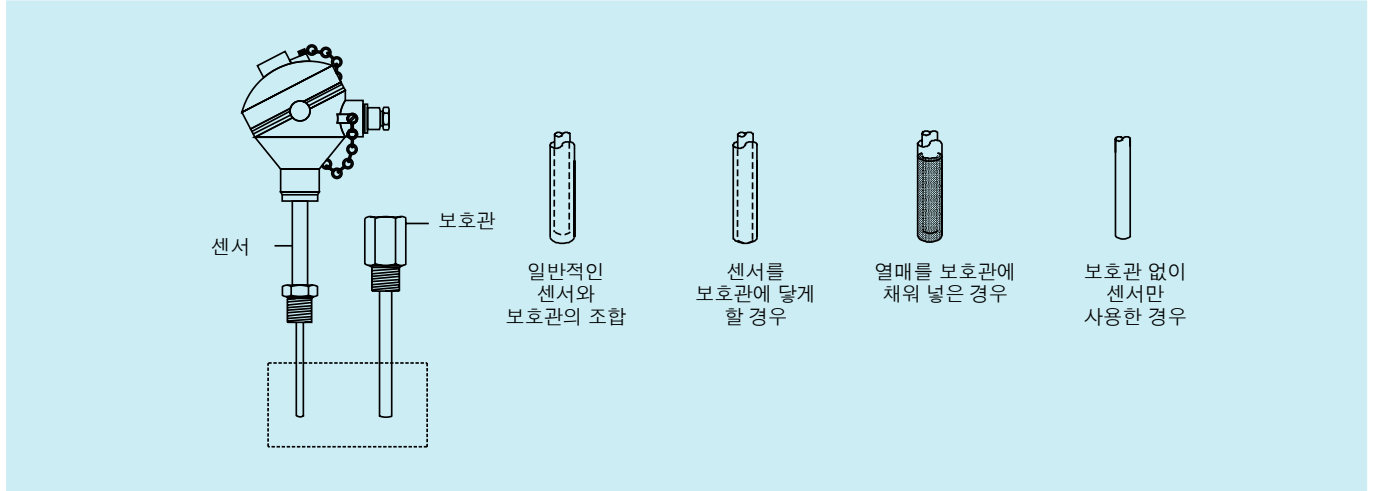
센서의 종류에 따라 시정수에 차이가 있다. 예를 들면 열전

대(Thermocouple)가 측온저항체(Resistance Temperature Detector)보다 시정수가 빠르다고 하지만 증기를 사용하는 일반적인 공정에서는 그러한 차이가 큰 문제가 되지 않으므로 운용에 편리한 측온저항체 센서를 주로 사용한다.

2) 센서와 보호관 결합 방법의 선택

열전도를 빠르게 하는 구조를 고려할 수 있다. 센서를 보호관(Pocket 또는 Well)에 넣어 사용하는데 보호관과 센서 사이에는 매우 양호한 단열재라고 할 수 있는 공기가 차 있으므로 이러한 공기를 대체할 열매유를 보호관 속에 채워 넣는 방

법을 강구함으로써 온도 측정에서의 시간 지연을 줄일 수 있다. 또한 센서를 보호관에 직접 접촉되게 함으로써 열전달을 빠르게 할 수 있으며, 필요시 아예 보호관 없이 센서를 설치함으로써 시정수를 빠르게 할 수 있다. 이러한 여러가지 선택은 공정의 특성이나 현장의 여건에 맞게 엔지니어가 선택할 수 있을 것이다.

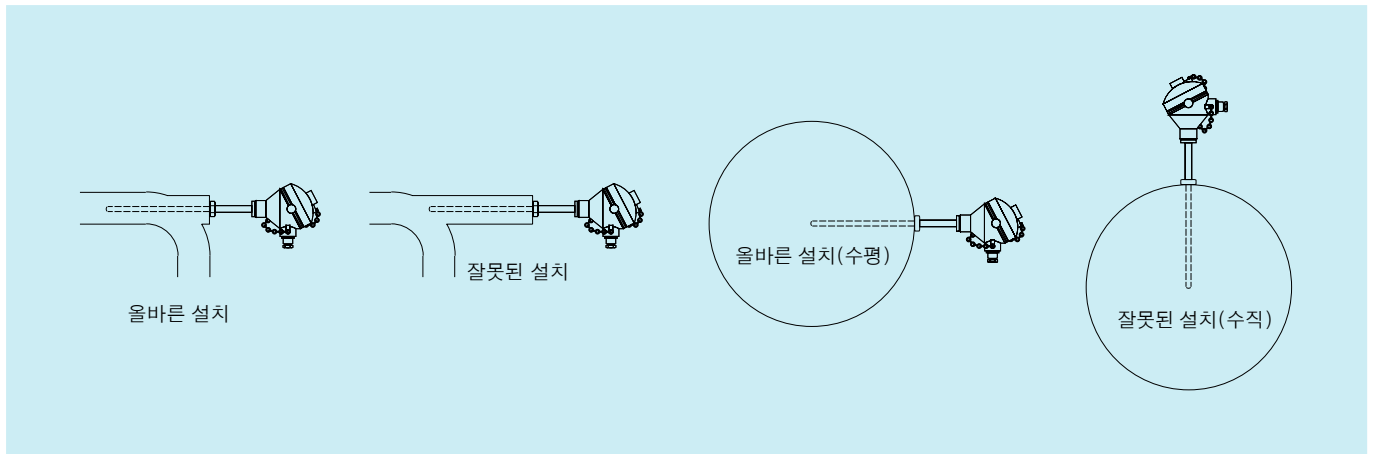


[그림 4] 온도 센서와 보호관의 결합 방법

3) 센서의 설치 방법 및 위치의 선택

센서를 폭이 좁은 배관에 수직으로 설치하는 것보다는 배관의 엘보 부분에 설치하여 열전달 면적을 크게 함으로써 열전달을 빠르게 하며 평균 온도를 측정할 수 있게 한다. 센서의 설치 위치는 열교환기와 가장 가까운 지점의 변화된 온도를

기준으로 제어하고 관리할 것인지, 아니면 열교환기에서 멀리 떨어진 실제 사용처의 온도를 기준으로 하여 제어하고 관리할 것인지에 대한 검토와 설치위치에 따른 시간지연을 고려하여 최적의 위치를 결정할 필요가 있다.



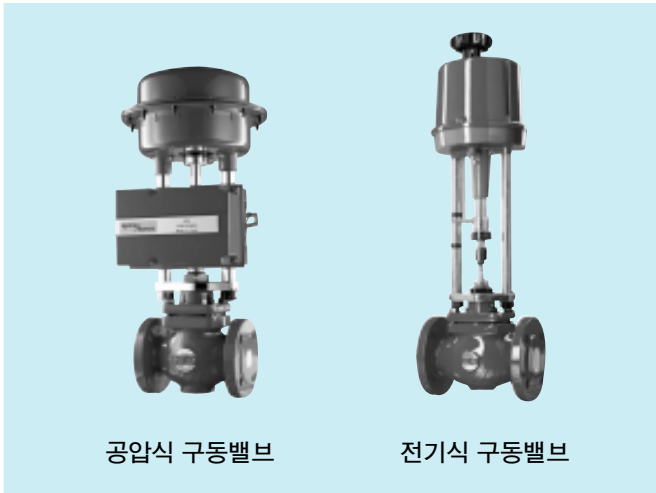
[그림 5] 온도 센서 설치 방법

■ 콘트롤 밸브의 구동속도

콘트롤 밸브는 공정의 변화하는 속도 즉, 공정의 시정수보다는 일반적으로 빨라야 제어가 원활하게 이루어 질 수 있다. 이러한 측면에서 본다면 부하가 급속히 변화하는 공정에서는 이에 대처할 수 있는 적절한 구동기의 속도가 고려되어야 할 것이다. 예를 들면 순간온수발생기에 적용하는 콘트롤 밸브를 구동 속도가 느린 전기식 구동기나 자율식 온도조절 시스템을 사용하게 되면 부하 변동에 미처 대처하지 못해 온도의

편차가 심하게 발생할 수 있다.

일반적으로 공압식 구동기는 모터에 의해 작동되는 전기식 구동기에 비하여 구동속도가 빠르다고 할 수 있으나 최근에는 전기식 구동기도 기술 개발로 인하여 최고 초당 5mm를 움직일 수 있어 밸브의 행정이 20mm인 경우 4초면 완전히 열거나 닫을 수 있으며, 이에 따라 압축공기가 공급되지 않는 장소에 그 응용범위가 다양하게 확대되고 있는 추세이다.



공압식 구동밸브

전기식 구동밸브

[그림 6] 공압식 구동기와 전기식 구동기

공압식 구동기의 경우는 구동기의 체적과 공급 압력에 따라 구동기에 압축공기가 채워지는 속도가 달라질 수 있으며, 이러한 속도가 곧 구동 속도가 될 수 있다. 따라서 동일한 밸브 구경이라도 구동기에서 요구하는 압력이 동일한 경우에는 구동기가 작을수록 구동속도가 빠르다. 공압식 구동기는 일반적으로 구동 속도를 증가시키기 위한 방법으로 포지셔너를 사용하거나 볼륨 부스터(Volume Booster)를 사용하기도 한다.

온도제어 시스템에서 부하의 변화나 열교환기의 종류, 공정에서 허용하는 온도의 편차 등을 고려하여 적절하게 대응할 수 있는 구동기의 속도와 구동기의 종류를 선택해야 할 것이다.

■ 열교환기의 열전달속도

1) 열교환기 종류의 선택

열교환기의 열전달속도는 열교환기의 전열계수와 전열면적 그리고 대수평균온도차(LMTD)의 변수인 총괄전열계수($U = \text{kcal/m}^2 \text{ h}^\circ\text{C}$)에 의하여 결정된다. 일반적으로 총괄전열계수는 증기를 사용하는 경우에 있어서, 판형열교환기가 쉘/튜브식 열교환기보다 3~5배 높게 나타나므로 열전달속도의 관점에서 이러한 계수를 감안한다면 판형 열교환기와 쉘/튜브식 열교환기로 대별되는 2종류의 열교환기에서 공정 요구 조건에 맞는 열교환기의 선택은 매우 쉬울 것이다. 즉, 판형열교환기의 열전달속도가 쉘/튜브식 열교환기보다 3~5배 빠르다.

2) 공기의 제거

증기 시스템에 사용하는 열교환기에서 부가적으로 고려해야 할 사항은 열전달을 방해하는 공기이다. 앞의 온도센서에서도 언급했지만 공기는 매우 양호한 단열재로서 열교환면에서의 공기의 양은 열전달속도에 큰 영향을 미치고 온도제어에 있어서 시간지연 요소로 작용하므로 가능한 한 신속히 배출시켜야 한다.

■ 응축수의 원활한 배출

열교환기를 이용한 온도제어 시스템에서 응축수의 정체는

또 하나의 시간지연 요소로 볼 수 있다. 원활하지 못한 응축수의 배출로 인한 정체는 온도제어의 시간지연뿐만 아니라 열교환기의 전열면적을 감소시킴으로써 열교환기 용량의 부족을 초래할 뿐 아니라 워터해머로 인한 열교환기의 손상을 초래할 수 있으므로 열교환기의 응축수 수위를 제어하는 경우를 제외하고는 어떠한 운전 조건에서도 응축수가 원활하게 배출될 수 있도록 해야 한다.

결국은 아무리 좋은 제어시스템을 구성하더라도 원활한 응축수의 배출이 이루어지지 않는다면 원하는 제어 결과를 얻을 수 없고 또한 불규칙적인 응축수 배출의 패턴은 PID튜닝으로도 적절하게 보상하기란 결코 쉬운 일이 아니다.

증기를 이용한 온도제어 시스템에서 일반적으로 현장에서 흔히 간과하고 있는 것은 열교환기 전단에 콘트롤 밸브가 설치된 경우 부하의 변화에 따라 열교환기 내부의 증기압력이 변화한다는 사실이다. 이는 부하에 따라 열교환기에서 요구하는 대수평균온도차(LMTD)가 바뀌며 이에 따라서 콘트롤 밸브의 개도 변화와 아울러 콘트롤 밸브 2차측의 압력, 즉 열교환기 내부의 압력이 바뀌게 된다. 따라서 이러한 사실을 인식하고 응축수가 원활하게 배출될 수 있는 전반적인 시스템을 신중하게 고려해야 할 것이다.

■ 기타 시간지연의 보상

온도제어 시스템에서 시간지연을 보상할 수 있는 하드웨어적인 시스템 구성이외에 고려할 수 있는 것은 제어의 방식이라 할 수 있다. 이러한 제어 방식은 물론 하드웨어적인 구성 요소도 달라지지만 선행제어(Feed Forward제어)나 종속제어(Cascade 제어)방식 등을 고려할 수 있다. 일반적으로 이러한 제어 방식은 간단한 온도제어 시스템에서는 별로 사용하지 않지만 실내 난방의 경우 외기 보상을 선행제어 방식으로 채용할 수 있다. 그 외에는 보일러의 수위제어에 이러한 선행제어와 종속제어의 개념을 도입한 제어방식을 활용하고 있다.

온도제어에 있어서 시간의 지연은 PID동작모드에서 D(미분)모드를 채택하여 시간지연을 보상할 수 있지만 열용량이 매우 크거나 열교환이 매우 더디게 이루어지는 온도제어를 제외한 일반적인 단일 루프형 시스템으로 구성된 열교환기에서는 미분 모드를 채용하지 않고 PI(비례, 적분) 모드에서도 적절한 튜닝을 한다면 좋은 제어 결과를 얻을 수 있다.

온도제어 시스템의 구성 요소와 공정에서 시간지연 요소와 그것을 줄일 수 있는 방법에 대하여 전반적으로 살펴 보았지만 어느 한 구성 요소만의 시간지연을 줄인다고 해서 제어 결과가 크게 개선되지 않는다. 각각의 구성 요소에 대하여 시간지연 요소를 파악하여 전체적인 시간의 조화를 검토해야 하며, 시스템 구성요소 중에 제어에 걸림돌이 될 수 있는 시간지연 요소를 발견하여 이를 개선한다면 보다 좋은 제어 결과를 얻을 수 있을 것이다.

증기 엔지니어링 기초

- ① 단위 및 열전달
- ② 증기(Steam)란 무엇인가?

③ 증기의 기본적인 요구조건

증기가 사용처에 공급될 때 다음 조건을 만족해야 한다.

- ✓ 정확한 온도와 압력으로 공급해야 한다.
- ✓ 공기와 비응축성 가스가 없어야 한다.
- ✓ 깨끗해야 한다.
- ✓ 건조해야 한다.

이들 증기의 기본적인 요구조건에 대해 차례대로 알아보기로 한다.

■ 정확한 온도와 압력

증기는 사용처에서 요구하는 압력으로 도달해야 한다. 그렇지 않으면 성능에 영향을 주게 된다. 정확한 온도와 압력은 정확한 배관 선정을 통해서 얻을 수 있다.

■ 공기와 비응축성 가스

증기 공간내에 공기가 존재하면 문제가 발생하는데 그 이유는 압력계에서 유체의 온도를 유추할 수 없으며 공기는 열흐름의 방해막으로서 역할을 하기 때문이다. 이 사항에 대해서는 다음 호에서 언급될 것이다.

증기 속에 공기 또는 비응축성 가스가 존재하게 되면 압력계에서 보여주는 증기의 압력은 잘못된 것이 된다. 이때의 증기 온도는 포화증기표에 있는 포화온도와 일치하지 않게 된다.

증기가 공기와 혼합되어 있는 상태에서의 열량은 순수한 증기의 열함량에 비해 낮다. 이것은 온도가 더 낮다는 것을 의미하며 이 효과는 달톤의 분압법칙을 따른다.

1) 달톤의 분압법칙

달톤의 분압법칙은 “증기와 공기의 혼합물에서 각각의 기체가 독립적으로 부피를 차지하여 전체부피를 구성하고 있다면, 전압은 각각의 기체가 나타내는 분압의 합과 같다”는 것이다.

증기/공기 혼합물의 전압이 1 bar g(=2 bar abs)이고, 혼합물의 3/4은 증기이고 1/4은 공기라면

$$\text{증기의 분압} = 3/4 \times 2 \text{ bar a} = 1.5 \text{ bar abs}$$

$$\text{공기의 분압} = 1/4 \times 2 \text{ bar a} = 0.5 \text{ bar abs}$$

포화증기표에서 1.5 bar abs(=0.5 bar g)에서 포화증기의 온도는 약 111.6 °C이다. 1.0 bar g를 나타내는 압력계로부터 기대할 수 있는 온도는(오직 증기만이 존재한다는 가정 하에서) 120 °C이다.

그러나 이 경우 압력계는 1 bar g를 지시한다고 해도, 이 증기/공기 혼합물이 공급되는 증기 가열장치는 0.5 bar g의 증기가 공급되는 것과 같이 운전된다. 그러므로 장치에서 필요한 생산량을 얻기 위해 1 bar g를 필요로 한다면, 필요한 생산량을 얻을 수 없게 된다.

병원의 살균기 및 오토클레이브와 같은 많은 공정에서, 공정의 최하온도가 필수적으로 유지되어야 한다. 또한 증기/공기 혼합물의 압력이 상승한다고 하여도 공기가 존재하게 되면 적절한 살균을

방해하게 된다.

2) 공기와 비응축성 가스의 원천

공기는 초기 가동시 증기 공급 배관 및 장치내에 존재한다. 심지어 시스템이 운전된 후 마지막에 순수한 증기만으로 가득차 있었다고 하여도, 가동이 중단되면 증기는 응축하여 그 결과 발생한 진공에 의해 공기가 유입된다. 또한 공기는 보일러 급수 속에 녹아 있는 상태로 시스템에 유입될 수 있다. 80 °C에서, 물은 5.9 ppm에 해당되는 공기를 용해시킬 수 있다. 산소의 용해도는 질소의 용해도에 비해 약 2배 정도 크기 때문에, 대기중의 공기에는 산소 1에 질소 4의 비율로 존재하나, 물 속에 녹아있는 공기에는 산소 1에 질소 2의 비율로 존재한다.

이산화탄소는 더 높은 용해도를 가져, 산소에 비해 약 30배 정도의 용해도를 갖는다. 대기에 노출된 보충수와 응축수는 쉽게 이러한 가스를 흡수할 수 있다. 물이 보일러에서 가열될 때, 이들 가스는 증기와 함께 배출되어 증기 배관시스템 속으로 이송된다.

만약 보충수에서 광물질 및 가스를 완전하게 제거하지 않는다면, 연화처리된 보충수에는 수용성 탄산나트륨(탄산칼슘과 나트륨 지올라이트의 반응에 의해 형성)이 있어 보일러 내부에 경화칼슘 스케일이 형성되는 것을 방지하는 긍정적인 면이 있지만, 다른 한편으로 탄산 나트륨은 보일러 내부에서 열을 받아 어느 정도 분해되어 이산화탄소를 방출하게 되는 부정적인 면이 있다. 고압 보일러에서, 통상적으로 급수를 보일러에 공급하기 전에 탈기기(deaerator)를 통과시킨다. 매우 효율이 좋은 탈기기는 산소의 함량을 물 1리터 당 0.003 cc이하로 감소시킬 수 있고, 이 잔류 산소는 화학처리에 의해 처리될 수 있다.

그렇지만, 그와 같은 양의 산소는 0.006 cc의 질소를 동반하며, 이것은 화학처리에 의해 처리될 수 없다. 10,000 kg/h의 증기를 생산하는 중간 정도 크기의 보일러에서 시간당 약 10,000리터의 물을 사용하며 이것은 60 cc 정도의 질소를 동반한다.

1,000 시간(약 6주 동안 연속운전) 운전시, 60리터의 질소가 유입된다. 전체 열전달 면적이 50 m²인 열교환기에 질소가 공급될 때 대기압에서 1 mm 두께의 층을 형성하고 이는 압력에 따라 비례적으로 작아진다. 7 bar g에서 시스템에 균일하게 분포된 질소는 열교환기 표면에 2 m 두께의 구리와 비슷한 영향을 준다. (실제로 1 mm 두께는 결코 쌓이지 않는다. 단지, 공기가 심각한 문제를 일으킨다는 점을 부각하기 위해 학술적으로 예를 든 것뿐이다.)

아무리 좋은 화학적, 물리적 처리를 하여도 약간의 처리가 되지 않은 비응축성 가스가 증기와 함께 보일러에서 공급된다.

열교환기에 온도제어를 통해 증기가 공급되고 저부하운전에서 원활한 응축수 배출을 위해 진공 해소장치를 사용할 때, 밀폐시스템 내부로 더 많은 공기가 유입될 수 있다.

공기는 추측하는 것 이상으로 증기시스템에 널리 분포되어 있다. 공기의 존재를 무시하거나 방치하면, 모르는 사이에 생산성을

떨어뜨리고 부식을 일으키는 원인이 된다. 증기시스템에서 공기를 완전 제거하기 위해 자동에어벤트를 장착하는 작은 투자는 항상 가치가 있을 것이다.

■ 청 결

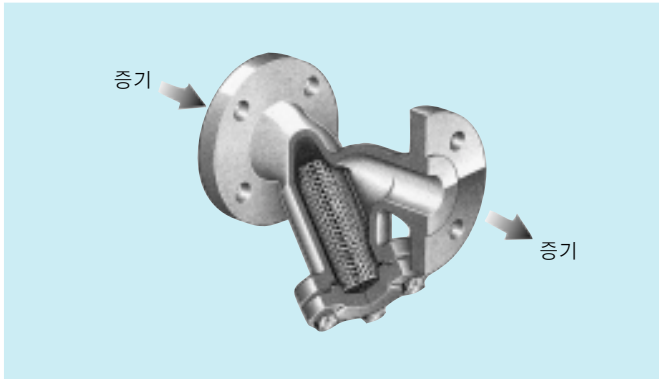


그림 1. Y타입 스트레너

증기시스템에서 이물질의 출처는 다음과 같다.

- 부적절한 보일러 운전으로 인한 보일러에서 고형물의 캐리오버
- 배관 스케일
- 용접 찌꺼기
- 잘못 적용되거나 과잉으로 사용된 배관 연결용 가스켓
이러한 모든 원하지 않는 물질은 증기시스템의 효율적인 운전
에 좋지 못하다. 그 이유는 다음과 같다.
- 보일러에서 과잉으로 공급된 수처리 약품이 열전달표면에 쌓
여 열전달속도를 저하시킨다.
- 배관 스케일 및 기타 이물질은 콘트롤 밸브와 스팀트랩의 운전을
방해할 수 있다. 그와 같은 배관 이물질에 대해 기본적인 보호방
법은 배관에 스트레너(그림 1)를 설치하는 것이다.
- 배관에 스트레너를 사용하여도 캐리오버된 수처리 약품을 막
을 수는 없다. 대신 기수분리기를 사용하여 물방울 내에 녹아있
는 물질을 물과 함께 배출함으로써 캐리오버된 물질을 감소시
킬 수 있다.

■ 증기의 질

“증기의 질”이라는 용어는 증기 내에 있는 수분의 정도를 나 타내기 위해 사용된다. 증기의 질은 증기배관 시스템과 공정에 영 향을 준다. 이것의 측정 방법은 건도이고, 물방울이 함유된 증기를 “습증기” 라고 한다.

1) 습증기와 건도

100% 건조상태라는 것은 최대 보유 가능한 증발잠열의 양을 가지고 있는 증기를 의미하며, 이를 건포화증기라고 한다. 대부분의 증기보일러는 약 95~99% 정도의 건도를 갖는 증기를 생산한다. 100% 건포화증기를 건도(χ) 1.0인 증기라고 말한다. 질량으로 5%의 물을 함유하고 있는 증기는 95% 건조하다고 하고, 0.95(=1-0.05)의 건도를 갖고 있다고 말한다. 건도를 실험실 외에서 측정하는 것은 어렵기 때문에, 주로 일반적인 조건에서 경험있는 기술자에 의해 추정된다. 그림 2는 대기압 하에서 물에 공급된 열량과 건포화증기의 생성과정을 보여주고 있다.

그림 2의 'A' 와 'B' 점 사이의 선에서, 물이 가열되어 끓는점

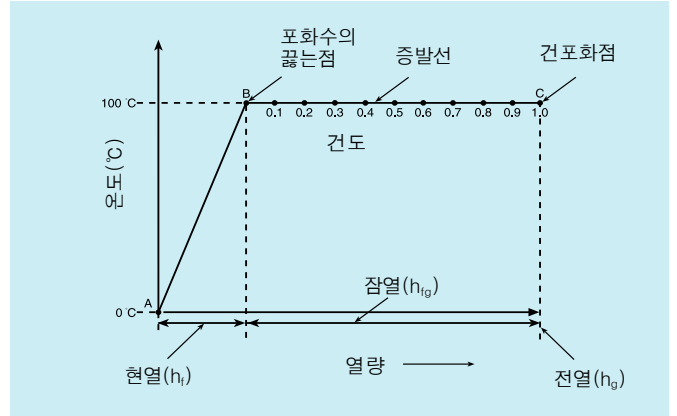


그림 2. 대기압에서 증기의 생성과정

(100 °C)인 'B' 점까지 온도가 상승된다. 'B' 점에서는 증기가 증발하지 않기 때문에 건도는 0이다. 더 가열되면 100 °C의 일정 온도에서 증발하여 증기가 되고, 'C' 점에서 증기는 100% 건조해진다. 'B' 점과 'C' 점의 중요한 차이점은 물이 완벽히 증발하기 위해 흡수한 증발잠열의 양이다. 'B' 점에서 1kg의 물은 419 kJ (=100 kcal)의 열량을 가지고 있고, 'C' 점에서 1kg의 건포화증기는 2,676 kJ(=639 kcal)의 열량을 가지고 있다. 두 점 사이의 차이는 공급된 증발잠열의 양이고, 대기압에서 1kg당 2,257 kJ (=539 kcal)만큼 차이가 난다.

그림 2는 오직 하나의 압력 즉, 대기압에서만 다루어진 것이다. 시스템의 압력이 다르면, 포화증기표에서 볼 수 있는 것과 같이 포화온도 및 엔탈피, 비용적이 바뀐다.

2) 증기 열량에 대한 습증기의 영향

포화증기표는 포화수와 건포화증기의 성질을 보여준다. 실제로, 과열기가 장착되어 있지 않은 보일러에서는 약간의 수분이 함유된 증기(일반적으로 1~5%)를 생산한다. 이 물(포화수)은 증발잠열을 가지고 있지 않다(증발잠열을 가지고 있으면 증기로 바뀐다). 결과적으로 1kg의 습증기가 가지고 있는 증발잠열은 함유된 물의 양에 비례하여 감소한다.

5%(질량)의 물이 함유된 7 bar g의 습증기를 고려해 보자. ($\chi=0.95$)

이 습증기 1kg은 모든 양의 현열을 가지고 있지만, 오직 0.95kg의 건포화증기만 존재하기 때문에 습증기에 의한 열전달에 이용 가능한 증발잠열의 양은 “0.95×포화증기표에 나와 있는 증발잠열(h_{fg})”이다.

$$=0.95 \times 2,047.7 \text{ kJ/kg} (=489.4 \text{ kcal/kg})$$

$$=1,945.3 \text{ kJ/kg} (=464.9 \text{ kcal/kg}) \text{ ----- (예)}$$

이는 포화증기표에 나와 있는 7 bar g 증기가 가지고 있는 증발잠열에 비해 102.4 kJ/kg(=24.5 kcal/kg)의 열량이 감소됨을 보여준다. 즉, 동일 압력에서 건포화증기가 가지고 있는 증발잠열에 비해 습증기가 가지고 있는 증발잠열이 적다는 것을 나타낸다.

3) 증기 질량유량에 대한 습증기의 영향

습증기는 건포화증기에 비해 적은 증발잠열을 가지고 있기 때문에, 보일러에서 습증기가 발생된다면 같은 부하를 충족시키기 위해서는 배관을 통해 더 많은 양의 증기가 공급되어야 하는가? 답은 질량 면에서는 Yes이지만, 부피 면에서는 No이다. 이와같은 현상은 다음과 같이 설명된다. 즉, 질량 유량이 증가한다고 하여도, 응축수가 보일러 급수탱크로 회수된다면 증기를 생산하는

비용에 큰 영향을 미치지 못하는 것 같다. 앞장의 (예)에서, 0.95의 건도를 가진 1kg의 습증기는 동일 압력에서 건포화증기 1kg에 비해 약 5% 적은 증발잠열을 가지고 있다는 것을 보여 주었다. 즉 7 bar g 증기의 실질적인 잠열(h_{fg})은 2,047.7 kJ/kg (=489.4 kcal/kg)이 아니라 1,945.3 kJ/kg (=464.9 kcal/kg)이다.

4) 1MW(=860 kcal/h)의 공정 부하

건도가 1.0인 7 bar g의 증기(건포화증기)에서, 요구되는 증기의 질량유량=(1,000 kJ/s × 3,600 s/h)/2,047 kJ/kg

$$\begin{aligned} & \text{또는 } 860 \text{ kcal/h} / 489.4 \text{ kcal/kg} \\ & = 1,758 \text{ kg/h의 건포화증기} \end{aligned}$$

건도가 0.95인 7 bar g의 증기(습증기)에서, 요구되는 증기의 질량유량=(1,000 kJ/s × 3,600 s/h) / 1,945.3 kJ/kg

$$\begin{aligned} & \text{또는 } 860 \text{ kcal/h} / 464.9 \text{ kcal/kg} \\ & = 1,851 \text{ kg/h의 습증기} \end{aligned}$$

위의 예는 건포화증기와 비교할 때, 같은 열부하를 공급하기 위해서는 습증기의 질량유량이 증가되어야 함을 보여준다. 보일러에서 습증기가 생산되면, 증기의 생산원가는 상승하게 된다. 사실, 증기의 생산원가는 연료에서 증기를 생산하기 위한 물에 전달된 전체 열량과 관련 있다.

보일러에서 습증기를 생산하는 경우 kg당 증발잠열은 감소하기 때문에, 습증기의 질량 유량은 열부하를 만족시키기 위해 커져야 한다.

위의 예에서, 1,851 kg의 습증기에는 1,758 kg의 건포화증기와 93 kg(=1,851-1,758)의 물이 포함되어 있다.

$$\begin{aligned} & 7 \text{ bar g에서 } 1,758 \text{ kg의 건포화증기가 가지고 있는 열량은} \\ & = [721.4 \text{ kJ/kg(현열)} + 2,047.7 \text{ kJ/kg(잠열)}] \times 1,758 \text{ kg} \\ & = 4,868,078 \text{ kJ} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 7 \text{ bar g에서 } 93 \text{ kg의 물이 가지고 있는 열량은} \\ & = 721.4 \text{ kJ/kg} \times 93 \text{ kg} \\ & = 67,090 \text{ kJ} \end{aligned}$$

그러므로 7 bar g에서 같은 1 MW의 열부하를 공급하기 위해, 습증기를 공급하는 보일러는 건포화증기에 비해 67,090 kJ의 열량을 추가로 공급해야 한다.(이 예에서, 1.7%의 추가적인 열이 연료에 의해 공급되어야 한다.)

그러므로 보일러에서 습증기를 생산하기 위해서는 더 많은 비용이 소모될 것이다. 그러나 이 사항에 대해서는 검정되어야 한다. 이 습증기는 증기배관 시스템을 통해 이동하지만, 습증기에 함유된 물은 기수분리기 또는 드레인 포인트에서 제거되어야 한다. 이 물이 응축수 회수시스템을 통해 급수탱크로 회수되는 경우, 연료에 의해 초기에 공급된 열량(방열에 의해 손실된 약간의 열량을 제외) 또한 회수된다. 결론적으로, 이 물이 기수분리기에서 급수탱크로 회수되는 경우 습증기를 생산하는 비용은 거의 무시할 만하다.

증기 분배의 관점에서, 증기 배관의 구경을 선정하는 표는 질량 유량을 이용한다. 그러나, 보일러에서 최종 사용처에 열량을 전달하는 것이 중요하다. 이것은 건도의 변화에 영향을 받지 않는다는 것이 다음에서 설명된다.

먼저, 증기 부피에 대한 습증기의 영향을 이해할 필요가 있다.

5) 증기 부피에 대한 습증기의 영향

건도는 아래에 보이는 것과 같이, 습증기의 부피에 영향을 준다. 건도 ' χ ' 인 1kg의 습증기를 고려해 보자. 이 증기는 χ kg의 건포화증기와 (1- χ)kg의 포화수로 구성되어 있다.

$$\therefore \text{ 습증기의 kg당 부피}(v) = \chi \times v_g + (1 - \chi) \times v_l$$

여기서,

v_g : 건포화증기의 비용적

v_l : 포화수의 비용적

증기가 가열을 위해 사용되는 일반적인 압력에서, 포화수의 부피(v_l)는 증기의 부피(v_g)에 비해 매우 작다. 또한, (1- χ)는 일반적으로 χ 에 비해 작다.

그러므로, [(1- χ)× v_l]는 무시될 수 있다. 이 경우,

$$\text{습증기의 kg당 부피}(v) = \chi \times v_g$$

건도(χ)가 0.95인 7 bar g의 증기의 경우, 건포화증기의 비용적은 0.24 m³/kg_{dry}이다. 7 bar g 습증기의 부피=0.95×0.24 m³/kg=0.228 m³/kg_{wet}

증기를 수송하는 배관 구경을 선정할 때 이것은 어떠한 영향을 미치는가?

건포화증기를 이송하기 위해 선정된 배관은 증기 내의 수분량이 증가한다고 해도 여전히 최종 사용처에 필요한 양의 열을 이송할 수 있다. 이것은 악조건 하에서 에너지를 공급할 때, 증기만의 고유한 유연성에 의한 것이다.

그러나, 증기시스템에서 습증기는 위와는 또다른 이유로 인해 좋지 않기 때문에, 보일러 및 사용처 또는 배관 사이의 어느 지점에서든지 물방울을 제거하는데 모든 노력을 해야 한다.

6) 열 수송에 대한 습증기의 영향

증기의 궁극적인 목적은 증기가 가지고 있는 유용한 열(증발잠열)을 보일러에서 사용처로 수송하는 것이며, 사용처에 도착했을 때 열전달 과정은 가능한 한 효율적이어야 한다. 증기가 건포화증기이든지 습증기이든지, 공급해야 하는 열부하는 변하지 않는다. 앞의 예에서 1 MW(=860 kcal/h)의 열 부하와 7 bar g 압력에서 부피 유량도 변하지 않는다.

요구되는 건포화증기의 부피유량

$$= 1,758 \text{ kg/h} \times 0.240 \text{ m}^3/\text{kg} = 422 \text{ m}^3/\text{h}$$

요구되는 습증기($\chi=0.95$)의 부피유량

$$= 1,851 \text{ kg/h} \times 0.228 \text{ m}^3/\text{kg} = 422 \text{ m}^3/\text{h}$$

포화증기 시스템에서 건도의 관점에서 보면, 동일 압력과 동일한 열 부하 조건에서 공급되는 증기의 부피유량은 건포화증기나 습증기에 관계없이 동일하다. 그리고 배관을 선정하는데 기준은 어느 유체든지 부피유량이기 때문에, 건포화증기를 기준으로 선정된 증기배관 구경은 습증기에 대해서도 요구되는 부피유량을 계속적으로 공급할 수 있다. 따라서 질량유량을 기준으로 만든 표를 통해 선정된 배관을 이용하여 건포화증기 배관을 선정하면 된다. 추후 이 배관에 습증기가 흐른다고 해도, 배관이 작게 선정된 것은 아니다.

주의) 습증기를 수송하는 배관은 좋지 않다. 질량 면에서 보면, 습증기는 과잉의 물이 같이 이동하기 때문에 건포화증기에 비해 무겁다. 습증기가 30 m/s(건포화증기에는 안전한 속도)의 속도로 이송될 경우, 과잉의 물은 증기에 비해 더 많은 운동량을 가지고 있기 때문에 배관, 피팅류 및 밸브 내부부품을 침식시킨다. 이러한 이유 때문에, 습증기를 이송하는 배관은 건포화증기에 비해 더 낮은 속도로 구경이 선정되어야 한다. 증기배관에 기수분리기를 설치하면 건포화증기가 공급될 수 있도록 하여 문제를 해결할 수 있다.

표 1은 비용적 $v_g=0.24 \text{ m}^3/\text{kg}$ 인, 7 bar g의 보일러에서 생산된 건포화증기와 습증기($\chi=0.95$)를 비교하여 보여준다.

표1. 건포화증기와 습증기의 열 수송 비교

증기의 조건 및 압력	7 bar g 건포화증기	7 bar g 습증기
건도(χ)	1.0	0.95
㉔ 증발잠열 (비엔탈피, h_{fg})	2,047.7 kJ/kg	1,945.3 kJ/kg
	489.4 kcal/kg	464.93 kcal/kg
㉕ 증기 kg당 부피 (v_g) \times (χ)	0.24 m ³ /kg	0.228 m ³ /kg
증발잠열(부피)	8,532 kJ/m ³ (㉔/㉕)	8,532 kJ/m ³ (㉔/㉕)
	2,039 kcal/m ³ (㉔/㉕)	2,039 kcal/m ³ (㉔/㉕)

표 1은 습증기 1 m³가 건포화증기 1 m³와 동일한 양의 증발잠열을 수송한다는 것을 나타낸다. 포화증기 시스템에서 건도를 생

각할 때, 동일 압력에서 건포화증기와 습증기에 관계없이 동일 압력에서 필요한 열을 전달하는데는 건도의 변화에 의한 영향을 받지 않는다는 것을 의미한다.

문) 증기의 질이 열의 수송에 영향을 주지 않는다면, 증기분배 배관에 기수분리기와 드레인 포켓을 설치하는 이유는 무엇인가?

답) 증기시스템에서 절대로 습증기를 허용해서는 안되는 이유는 이들의 존재를 무시한다면 안전과 시스템 효율을 감소시키고 정비비용을 증기시키는 이유가 되기 때문이다.

Q&A

증기 주관의 응축수 회수 방법은 ?

문

저희는 주 증기관에 설치된 기수분리기에서 배출되는 응축수를 회수하고자 하나 현장조건이 여의치 않아 현재 피트로 버리고 있습니다. 스팀트랩은 25 mm FT14-10을 사용하고 있고 마침 주 증기관 옆으로 응축수 수송배관이 지나가고 있습니다. 이 응축수 배관은 각 현장의 응축수 탱크에 모인 응축수를 원심펌프를 이용하여 보일러실의 급수 탱크로 수송하는 배관으로 내부 압력은 약 2 bar g 정도됩니다. 주 증기관의 증기 압력은 7.5 bar g, 기수분리기 트랩에서 응축수 배관까지의 높이는 약 1 m정도이며 응축수 배관의 구경은 100 mm입니다. 기수분리기에서 배출되는 응축수를 현재의 트랩을 이용하여 응축수 수송 배관으로 직접 연결하여 회수가 가능한지요?(그림 참조)

답

먼저 고객님의 언급하신 내용 중에서 제일 중요한 것은 원심펌프를 이용한 수송배관이라는 점입니다. 원심펌프로 수송하는 배관은 물로 가득찬 배관으로서 스팀트랩에서 나오는 응축수를 이 배관으로 직접 회수할 경우 아래와 같은 문제점이 있습니다.

7.5 bar g의 증기압력에서 2 bar g로 배출될 때 약 7%의 재증발 증기가 발생하며, 이 재증발 증기는 비교적 큰 부피를 가지고 있어 주 회수관내에 이미 존재하고 있는 응축수를 밀어내고 재증발 증기의 방울들이 배관을 따라 흐릅니다. 이 재증발 증기가 차가운 응축수와 접촉하면서 빠르게 냉각되어 응축하면 크게 차지했던 공간이 축소되고 주변의 물이 그 자리로 유입되면서 워터해머가 발생하여 배관이 손상되는 원인이 됩니다.

따라서, 이와같이 물로 가득찬 배관으로 스팀트랩의 응축수를 직접 회수하는 것은 피해야 합니다.

이를 해결할 수 있는 최선의 방법은 스팀트랩에서 배출된 응축수를 회수하는 별도의 물로 가득차지 않는 응축수 배관이 있으면 이 곳에 연결하는 것인데 별도의 배관이 없다면 안 될 것입니다. 일부에서는 응축수의 온도가 일정온도까지 떨어지지 않으면 응축수를 배출하지 않는 온도조절식 스팀트랩을 사용하기도 합니다. 이 경우 응축수가 트랩에서 배출될 수 있는 정도의 온도로 냉각되기 위한 충분한 용량을 가진 냉각관을 트랩 1차측에 설치해야 합니다. 그러나 냉각관의 부피가

커야 하므로 이 또한 문제가 됩니다.

따라서 이 경우에는

- ① 물로 가득차지 않은 응축수 회수배관으로 연결하거나,
- ② 저압의 증기 배관이 있다면 고압의 응축수를 직접 저압 증기 배관으로 배출하도록 하여 재증발 증기를 이용하고 이때 남은 저압의 응축수는 저압 증기 배관에 설치된 스팀트랩을 통하여 배출하도록 하는 것입니다. 그러나 이때도 기존에 설치된 스팀트랩의 배출 용량이 충분한지 검토를 하셔야 합니다.

만약 위의 2가지 경우가 다 해당되지 않는다면 주 증기관에 설치된 스팀트랩 중에서 응축수 회수가 안되는 트랩의 숫자를 파악하여 새로 응축수 회수배관을 설치하는 것을 검토할 수도 있습니다.

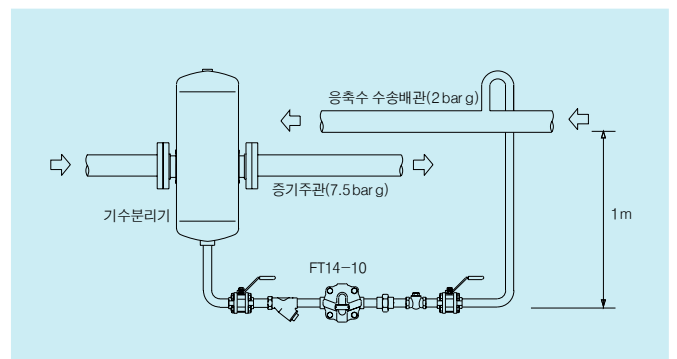


그림. 물로 가득찬 배관으로 직접 회수 : 워터해머 발생

밀폐 순환식 수배관 시스템의 가압-(2)

2) 펌프 토출측에서의 가압

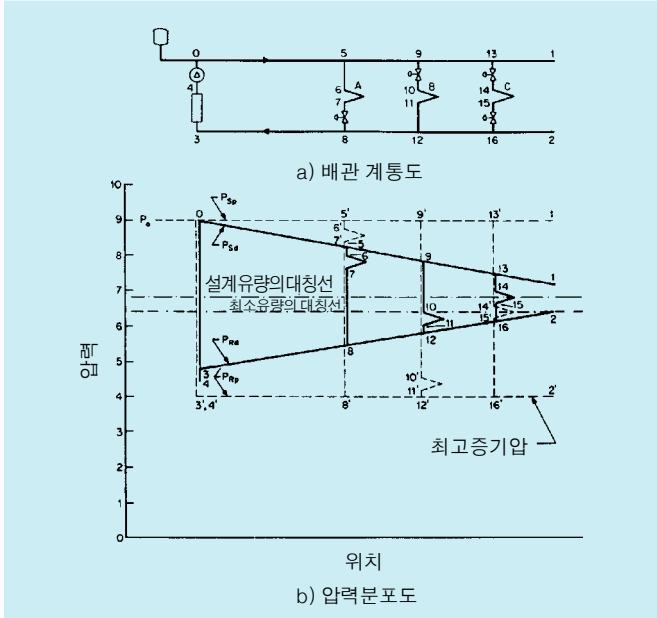


그림 2. 펌프 토출측에서 1차 회로의 가압

그림 2는 펌프 토출측에서 가압되는 시스템의 압력분포를 나타내고 있다. 이 시스템은 앞서 살펴본 ‘펌프 흡입측에서 가압’에서와 같은 동일한 높낮이의 압력분포 및 차압을 형성하고 있다. 그러나, 이 시스템에서의 가장 높은 압력은 시스템의 외부에서 가해지는 압력으로서 펌프의 기동 및 정지에 관계없이 항상 P_a 를 유지할 것이다.

정상적인 운전상태에서 각 설비에서의 압력분포는 펌프 흡입측에서 가압한 그림 1에서 달라진 것은 없으나 단지 가열기 또는 냉동기가 펌프의 흡입측에 위치하기 때문에 전체적으로 약간 상향 이동할 것이다.

최저유량으로 운전중일 때의 압력분포는 그림 1의 압력분포와 동일한 구조를 갖는다. 외부에서 가해지는 압력 P_a 는 설계유량을 초과하는 최대 유량조건에서 설비중 가장 높은 지점 또는 가장 멀리 떨어진 지점에서의 압력이 시스템에서 유지해야 하는 최저압력 이상을 유지할 수 있는 충분한 압력이어야 한다. 이 압력은 증온수 및 고온수 시스템에서 재증발 현상이 발생하는 것을 방지하기 위해 요구되는 증발압력이 될 것이다. 실제로 50년전에 설치되었던 고온수 시스템에서는 고온에 견딜 수 있는 펌프가 없었기 때문에 펌프의 토출측에서 가압을 하는 것이 일반적이었다. 따라서 환수를 공급수와 혼합하여 물의 온도를 낮춰 증기압력을 감소시켰으나 심한 워터해머가 발생하는 문제점이 있었다. 적절한 고온 고압용 펌프가 개발되면서부터 펌프 토출측에서 가압하는 방법은 일부 2차측 회로를 제외한 대부분의 시스템에서는 더 이상 적용하지 않고 있다.

3) 환수관에서 멀리 떨어진 장소에서의 가압

그림 3은 환수관으로부터 멀리 떨어진 장소에서 가압을 하는 수평분배 시스템이다. 이 시스템은 캠퍼스형 냉수 시스템으로서 시스템과 연결된 고층빌딩에 위치한 개방식 팽창탱크에 의해서 가압되고 있다.

이 시스템의 압력분포도를 살펴보면 설계유량에서 환수압력(점 2)은 적용압력 P_a 보다 현저하게 낮다. 부분부하에서 환수압력 P_{RP} 는 상

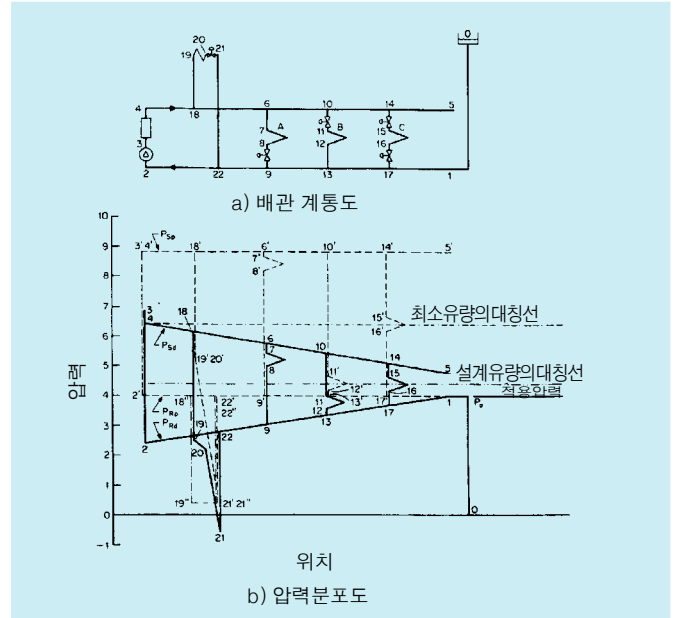


그림 3. 환수관의 원거리에서 1차 회로의 가압

향으로 이동하여 최저유량인 점 2의 압력은 P_a 압력선까지 도달한다.

결과적으로 이러한 불안정한 압력분포도는 시스템에 연결된 빌딩이 다른 사용설비에 영향을 줄 수 있다는 관점에서 볼 때 원거리 가압 시스템은 수평식 캠퍼스형 분배시스템 또는 지역 분배시스템에는 적합하지 않다. 또한 이 시스템의 높은 지점에서 요구하는 최소압력을 유지하는 것도 불가능할 수 있다. 높이 H에서 부하 19~20이 요구하는 최소압력을 유지할 수 없는 것이 바로 그 예이다. 1차 펌프가 정지되면 전반적으로 정압(Static Pressure)을 받아 점 21에서의 압력은 점 21'로 표시되며 양(+)값을 가진다. 그러나 설계유량에서 이 지점의 압력은 음(-) 즉, 진공상태가 된다. 이는 단일고층빌딩 시스템에서 환수에 대한 가압은 빌딩의 압력을 떨어뜨린다는 수직분배 시스템과는 대조적이다. 그러므로 이 가압방식은 항상 한 개의 고층빌딩에서 수직분배를 하는 경우 적용할 수는 있으나 고층빌딩을 포함하고 있는 수평분배 시스템에는 적용하지 않는 것이 좋다.

4) 분할 가압

그림 4는 펌프의 흡입과 토출 양쪽에서 또는 직렬로 설치된 두 펌프 사이, 즉 한쪽 펌프의 토출측과 다른 한쪽 펌프의 흡입측에서 가압을 하는 시스템이다.

A) 냉수(CHW) 및 저온수(LTW) 시스템

그림 4에서 보면 순환펌프는 가열기 또는 냉동기의 입구쪽에 설치되어 있다. 소량의 유체를 공급헤더의 점 1에서 빼내 직렬로 설치된 2개의 오리피스를 통해 압력을 떨어뜨린 후 점 4에서 환수와 혼합하여 펌프로 공급된다. 일반적으로 두 개의 오리피스는 동일한 구경으로 동일한 압력 손실이 발생한다. 두 개의 오리피스 사이에 있는 점 0에서의 압력은 가열기 또는 냉동기를 통과하면서 감소하고 남은 펌프양정의 반은 점 0의 상류쪽 오리피스에서 소비되고 나머지 반은 하류쪽 오리피스에서 소비되기 때문에 공급과 환수압력의 중간값을 갖는다.

점 0에는 외부에서 압력이 가해지고 이 압력을 P_0 라고 하자. 잔여 펌

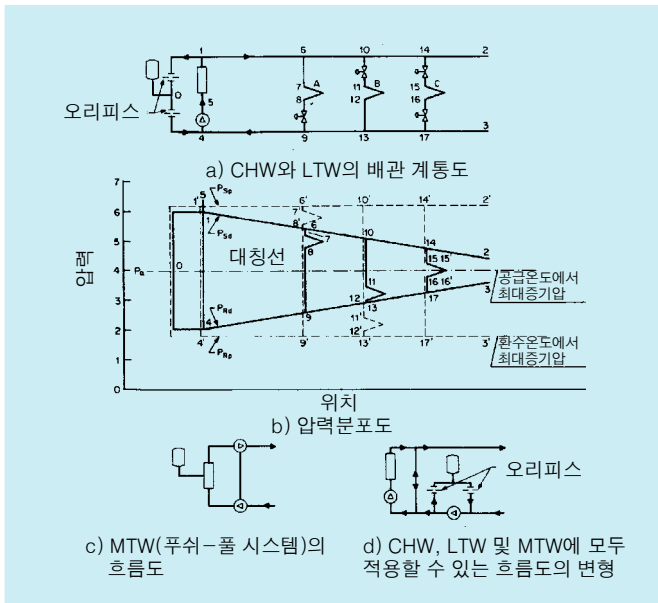


그림 4. 1차 회로의 분할 가압

프양정을 H(점 1의 압력에서 점 4의 압력을 뺀 값)라고 하면 점 1의 압력은 $P_0 + 1/2H$ 가 되고 점 4에서는 $P_0 = 1/2H$ 가 된다. 공급 시스템과 환수 시스템의 압력손실을 동일하다고 가정하면 공급과 환수의 압력분포는 적용압력 P_a 에 대칭이 되고 이 경우 P_a 가 대칭선이 된다. 그림 4b는 이 분배시스템의 압력분포도를 나타낸 것이다. 펌프가 정지되면 모든 압력은 P_a 가 된다. 설계유량이 흐르는 경우 P_a 선은 P_{SD} 선과 P_{RD} 선의 대칭선이 된다. 부분부하에서 P_a 선은 여전히 P_{SD} 의 대칭선이 된다. 사용 설비 A의 압력은 공급에 의해 가압되며 펌프가 정지되면 P_a 가 된다. 펌프가 운전되면 압력이 상승하여 압력점 7~8 및 7'~8' 사이에서 변동된다. 그렇지만 압력점의 이동은 펌프양정의 반으로 국한된다. 그림 4b에서의 압력점 이동은 압력단위 4와 6.2사이가 되는 반면에 그림 3과 같이 다른 시스템에서는 펌프양정이 4와 8.8의 압력단위 사이에서 이동하는 것을 볼 수 있다.

설비 입구측에 콘트롤 밸브가 있는 설비 B에서의 압력도 펌프양정의 반에서만 변하며 펌프가 정지된 P_a 에서 최저유량 지점인 P_{RD} 로 낮아진다.

분할계어 시스템에서 설비 C의 압력은 전혀 변화하지 않을 것이다. 펌프가 정지되었을 때의 압력은 P_a 와 같으며 펌프가 운전중인 상태에서는 최대 또는 최저 부하에 관계없이 압력은 공급과 환수의 중간에 놓여 있으면서 여전히 P_a 가 된다. 참고로 이 압력을 반반씩 분할되기 위해서는 가압 바이패스 시스템의 오리피스에서 발생하는 압력강하가 반드시 동일해야 한다. 만약 상류측 오리피스에서의 압력강하가 하류측 압력강하보다 증가하면 P_a 값은 적용압력과 동일하므로 변하지 않고 그대로 유지된다. 그렇지만 대칭선과 P_{SD} , P_{RD} 선은 압력분할비와 같은 비율로 상향 이동할 것이다. 반대로 상류측의 압력강하가 하류측의 압력강하보다 작으면 압력은 하향 이동할 것이다. 극한 위치에서 상향 오리피스가 막힌 경우, 시스템은 펌프 흡입측에서 가압되며 압력분포 시스템은 그림 1과 같이 된다. 하류측 오리피스가 막힌다면 시스템은 그림 2와 같은 펌프 토출측 가압 시스템이 될 것이다.

물이 팽창탱크로 유입되거나 나갈 때는 한쪽 오리피스로 많은 양의 유량이 흐르고 압력손실도 커지므로 약간의 압력이동이 발생하게 된다. 그러므로 시스템이 가열될 때 물이 팽창하면 압력수준은 증가하고, 냉각되면 압력수준은 감소할 것이다. 압력수준의 변동폭기는 팽창탱크로 출입하는 물과 바이패스로 흐르는 물의 비율에 따른다. 바이패스로 흐르는 양이 클수록 압력변동폭이 감소한다. 그러므로 팽창과 수축량을 검토하고 바이패스량을 정하여 압력변동폭을 허용하는 값 이내로 유지하는 것은 매우 중요하다. 예를 들어 저온수 가열 시스템에서 시간

당 17 °C의 온도차로 온도를 올린다고 가정하자. 그러면 팽창탱크로 유입되는 팽창유량은 시스템 순환량의 1%에 해당한다. 만약 바이패스량을 시스템 순환량의 5%로 정했다면 시스템 가열중에 상류측 오리피스를 통과하는 유량은 약 10%까지 증가하고 동시에 하류측 오리피스에서의 유량은 거의 동일한 양이 감소한다. 그 결과 바이패스에서의 분할 압력은 50대 50에서 60대 40으로 변동되며 시스템의 압력은 펌프 양정보다 10% 정도 상승한다. 만약 압력상승이 너무 과도하게 발생하면 바이패스되는 총량은 증가하거나 시동중에 일시적으로 압력강하비가 한쪽으로 치우치게 된다.

분할가압 시스템은 적용된 기저압력에 펌프양정의 반만 더해지기 때문에 대형 캠퍼스 또는 지역난방 시스템에서 압력을 감소시킬 수 있다. 사용설비 C에서 분할 콘트롤 방식과 관련하여 분할가압은 연결된 빌딩에서 항상 일정한 압력을 유지하는 것을 허용한다.

그림 5에서 이 마지막 점을 볼 수 있다. 대형 캠퍼스의 냉수 시스템에서 가장 높은 곳에 설치되어 있는 설비의 높이는 220ft(67m)이고 분배 시스템에서 적용된 순환펌프의 양정은 208ft(63.4m)이다. 가장 높은 위치에서는 항상 5psi(0.34bar)의 압력이 유지되어야 한다. 그리고 여기서 요구되는 기저압력은 $220/2.31 + 5 = 100$ psi(6.9bar)가 된다.

그림 5는 분배 압력과 기존 시스템과의 압력분포를 비교하고 있다. 분할가압 시스템에서 공급압력은 145psi(10bar)이며 중앙 플랜트에서의 환수압력은 55psi(3.8bar)가 된다. 고층빌딩 시스템은 분할 콘트롤 방식(설비 C)으로 연결되어야 하며 그 압력은 항상 100psi(6.9bar)로 일정하게 유지될 것이다. 저층빌딩은 그 높이에 따라 B설비처럼 공급측에 설치된 콘트롤 밸브와 함께 지역환수로부터 가압될 것이다. 순환펌프가 정지하면 이들의 최대압력인 적용압력 P_a 즉 100psi(6.9bar)가 될 것이다. 시스템이 가동되면 가장 낮은 압력은 최저 55psi(3.8bar)까지 감소한다. 따라서 분하라가압에 의해 빌딩내부 시스템의 모든 부품에 대해 125psi(8.6bar)의 압력용 설계가 가능하다.

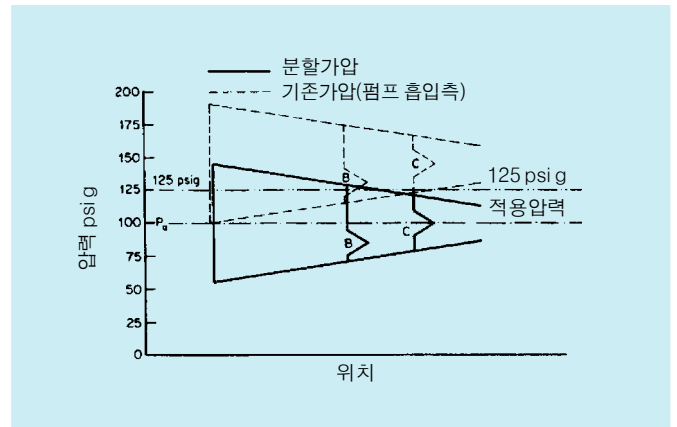


그림 5. 가압방법의 비교

이 결과를 가지고 그림 5에서 점선으로 표시된 기존 시스템과 비교하여 보기로 하자. 앞에서처럼 펌프가 정지된 상태에서 전체 시스템의 압력분포는 100psi(6.9bar)이다. 펌프가 가동되면 설계유량 조건에서 공급압력은 191psi(13.1bar)까지 상승하고 중앙 플랜트에서 가장 낮은 환수압력은 100psi(6.9bar)이며 시스템 말단에서의 환수압력은 140psi(9.7bar)가 된다. C설비처럼 연결된 빌딩에서 평균압력은 운전하지 않을 때의 100psi(6.9bar)에서 운전시에는 145psi(10bar)까지 증가한다. B설비처럼 연결된 빌딩은 운전 중 부분부하와 위치에 따라 압력이 100~140psi(6.9~10bar)사이에서 변동되는 것을 알 수 있다. 결과적으로 캠퍼스형 냉수 시스템에 연결된 모든 빌딩은 표준압력기준 125psi(8.6bar)보다 높은 압력기준의 제품을 사용해야 한다.

여기서 A형은 전혀 검토를 하지 않았는데 그 이유는 양쪽 모두 125psi(8.6bar)보다 높은 압력을 요구하기 때문이다.(다음호에 계속)

최근 스파이렉스사코에서는 ...

■ 제품 핸드북(Product Handbook)



그동안 고객 여러분의 변함 없는 사랑과 성원에 보답하고 지금까지 출시된 폐사의 제품에 대한 정보를 손쉽게 보실 수 있도록 파란책-제품 핸드북(Product Handbook)을 2002년 2월에 발간하였습니다.

본 제품 핸드북은 주로 설계 및 제품 선정을 담당하는 실무자가 스파이렉스사코 제품의 종류와 각각의 제품에 대한 기술

적인 사양을 쉽게 파악할 수 있도록 하였을 뿐만 아니라 2000년에 발간된 Steam Engineers Data & Handbook의 CD내용 중 Product Handbook에 실린 내용만을 분리하였으며, 그동안 많은 제품의 개발로 인하여 새로운 제품이 추가되었습니다.

한국스파이렉스사코(주)의 제품을 변함없이 사용해 주시는 고객 여러분께 제품 핸드북 소개를 빌어 다시 한번 깊은 감사의 말씀 드립니다.

본 제품 핸드북은 인터넷 홈페이지 <http://www.spiraxsarco.com/kr> 제품 소개에서 개정된 내용을 만나실 수 있습니다.

■ 기술지원부 서중현 상무 SK(주) 감사장 수상



한국스파이렉스사코(주)의 기술지원부 서중현 상무는 2002년 4월 2일 SK(주) 울산 Complex에서 운영하고 있는 www.skms.com 웹사이트 장치, 배관 분야의 전문가로서 전문성을 크게 발휘하여 웹사이트의 활성화는 물론 석유화학 관련자들의 기술향상에 기여한 공

로를 인정받아 감사장을 받았습니다. 또한 서중현 상무는 2002년부터 삼성정밀화학(주)에서 자사의 기술 축적과 관련 문제점을 해결하기 위하여 국내 교수 및 기술 전문가 위주로 구성된 "전문가 인력 Pool" 구축에 의해 삼성정밀화학(주) 증기분야 전문가로 활동하게 되었습니다. 이는 건설 및 설비 분야에서의 대외 활동뿐만 아니라 국내 석유화학 회사에서도 한국스파이렉스사코(주)의 기술력을 인정하고 있음을 알 수 있습니다. 이를 바탕으로 고객사의 에너지절감과 증기시스템의 효율적인 개선활동으로 고객가치 창조에 더욱더 노력할 것을 약속드립니다.

■ 2002년도 증기실무연수교육(SUMC) 일정 안내

아래와 같은 일정으로 증기실무연수교육(SUMC)을 실시 하오니 원하시는 일정에 참석하시어 최신의 기술지식과 최신의 기술서비스를 제공 받으시기 바랍니다.

회 수	일 자	과 정 명	교육비 (VAT 별도)
SUMC 0206	06.20~21 1박 2일	에너지관리자 과정	130,000
SUMC 0207	06.26~28 2박 3일	전문가 과정	210,000
SUMC 0208	07.04~05 1박 2일	일반A 과정	130,000
SUMC 0209	09.04~06 2박 3일	보일러콘트롤 과정	210,000
SUMC 0210	09.12~13 1박 2일	정비 과정	130,000
SUMC 0211	09.26~27 1박 2일	자동제어 과정	130,000
SUMC 0212	10.10~11 1박 2일	일반A 과정	130,000
SUMC 0213	10.23~25 2박 3일	일반B 과정	210,000
SUMC 0214	11.07~08 1박 2일	정비 과정	130,000
SUMC 0215	11.13~15 2박 3일	일반B 과정	210,000

일반B 과정은 증기시스템 관련과정(일반A)에 수배관 시스템 관련 교육이 1일 추가된 2박 3일 과정입니다.

- (주) 1) 상기 일정은 당사 사정에 따라 변경될 수 있습니다. 참가전에 확인하시기 바랍니다.
2) 전국을 대상으로 개방되어 있으니 원하시는 일정에 신청하여 주시기 바랍니다.
3) 정규과정 이외에 고객의 요청에 따라 단위회사별로 별도로 기획하는 특별과정도 실시하오니 영업사원에게 문의하여 주시기 바랍니다.

- 신청방법
참가신청서를 작성하여 FAX로 신청하여 주십시오.

증기 및 유체제어 전문가

spirax sarco

- 보일러콘트롤시스템 ●밸브조립시스템 ●감 압 시스템
- 가 습 시스템 ●자동제어시스템 ●안 전 밸 브
- 스 팀 트 랙 핑 ●체 크 밸 브 ●유량측정시스템
- 온도조절시스템 ●후 래 쉬 베 셸 ●순간온수기열기
- 기 수 분 리 기 ●응축수회수시스템 ●에 어 벤 트
- 자동밸런싱밸브 ●차 압 밸 브 ●펌프콘트롤밸브

한국스파이렉스사코(주) <http://www.spiraxsarco.com/kr>

본사 : 서울 서초구 서초동 1552-8(정우빌딩 3층) TEL:(02)525-5755, FAX : 525-5766
공장 : 인천 남동구 고잔동 640-13 남동공업단지 71블록 14로트 TEL : (032)811-0494

- 대구영업소 : 대구광역시 북구 산격2동 1629 산업용재판 업무동 3층 TEL : (053)382-0771, FAX 384-1137
- 광주영업소 : 광주광역시 서구 능성동 415-24(청송빌딩 6층) TEL : (062)366-5755, FAX 367-8728
- 부산영업소 : 부산광역시 금정구 부곡2동 297-2(원진빌딩 5층) TEL : (051)517-5755, FAX 517-5766
- 울산영업소 : 울산광역시 남구 신정4동 803-15 TEL : (052)258-5744, FAX 274-3942
- 대전영업소 : 대전광역시 동구 가양동 426-4(대용계약빌딩 6층) TEL : (042)636-4342, FAX 636-4344
- 전주영업소 : 전북전주시 완산구 중화산동 2가 577-2(서림빌딩 1층) TEL : (063)226-1408, FAX 226-1409
- 창원영업소 : 경남 창원시 중앙동 97-6(캔버라오피스텔 1204호) TEL : (055)268-5755, FAX 268-5754
- 여수영업소 : 전남 여천시 신기동 12-9(호남계기 3층) TEL : (061)682-1208, FAX 681-2655
- 인천영업소 : 인천광역시 남동구 고잔동 640-13 남동공단 71B 14L TEL : (032)814-5755, FAX 814-3898
- 수원영업소 : 경기도 수원시 팔달구 인계동 1026-3(라성빌딩 406호) TEL : (031)238-5755, FAX 239-5548
- 청주영업소 : 충북 청주시 흥덕구 병영2동 2161번지 TEL : (043)268-8040, FAX 268-8044