



그라비아 기기 배관시스템

효과적인 건조시스템을 위한 각종 설비구성 및 대책

문용석 / 부성엔지니어링 팀장

1. Dry chamber 건조 SYSTEM

dry chamber는 인쇄, laminating, coating 등 건조 system을 활용한 제조 공정 중 없어서는 안될 필수 조건으로 널리 활용되고 있다.

dry chamber 용량은 제품 특성 및 line speed에 따라 설계기준이 결정되며 정확한 설계기준은 제품의 품질에 큰 영향을 미친다. 특히 식품 포장재의 경우 잔류용제 규정의 강화로 그 역할은 더욱 더 중요하다 할 수 있다.

2. Dry chamber 구성

dry chamber는 열 교환설비, 급·배기 fan, 급·배기 덕트시설, 온도 컨트롤 system의 복합 설비로 모든 설비의 정확한 설계기준과 설치기준이 최적화 되어야 최상의 조건을 갖출 수 있다.

2-1. Dry chamber 열원 종류 및 열 교환 설비

1) 전기 히터

① 별도의 히터 BOX 제작하여 사용하는 방

법과 dry chamber 내부에 설치하는 방법이 있으며 비교적 설치 방법은 간편 하지만 표면온도가 높고 연결단자의 접촉이 안좋은 경우 화재 위험성이 높다.

② 기체에 직접 열 교환을 하기 때문에 열 효율이 떨어지고 높은 열량이 필요할 경우 전기증설에 따른 소요비용과 전기 안전 관리자의 선임이 필요하다.

③ 사용온도는 비교적 넓은 범위(30℃~200℃)에 사용이 가능하지만 열 교환 히터의 통과 열수 및 면적을 고려하여 선정하여야 한다.

④ 온도 컨트롤 부품은 저가에서 고가까지 넓은 범위에서 자유로이 사용이 가능하다

⑤ 사용 중 열량이 부족할 경우 히터를 추가 증설하여 사용하여야 한다.

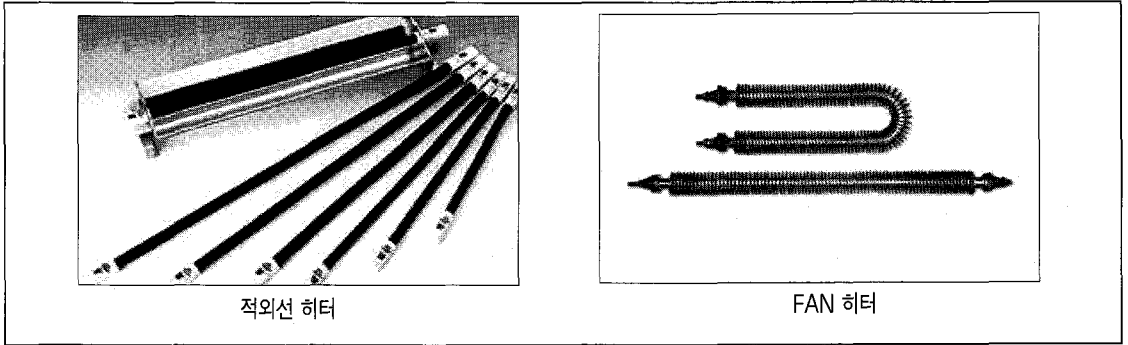
2) 열매유

① 열매유 가열용 보일러와 별도의 보일러설 설비와 배관설비가 필요하다.

② 고온(150℃ 이상)을 사용할 경우 유리하며 화재의 위험성이 없으며 열 효율이 우수하다.

③ 온도 컨트롤용 부품이 고가이며 설비증설

(그림 1) 히터 종류



작업성이 떨어져 초기 보일러 용량 선정 및 설계시 증설 부분을 고려하여 설계 하여야 한다.

④ 사용 중 열량이 부족할 경우 온도를 상승시켜 사용하면 된다.

3) 스팀(STEAM)

① 일반적으로 가장 널리 사용되는 방법으로 스팀발생 보일러와 보일러실 배관 설비가 필요하다.

② 사용온도는 30℃~150℃ 범위에서 사용 가능 하지만 150℃ 이상의 온도가 필요 할 경우 2차 열 교환기를 별도로 제작하여 사용하면 가능하다.

③ 온도 콘트롤 부품은 저가에서 고가까지 넓은 범위에서 자유로이 사용이 가능하다.

④ 배관설비 설계 시 water hammer, 배관의 사용압력에 따른 수축 팽창 조건을 고려하여 설계 하여야 하며 스팀 부품의 선정 또한 중요하다.

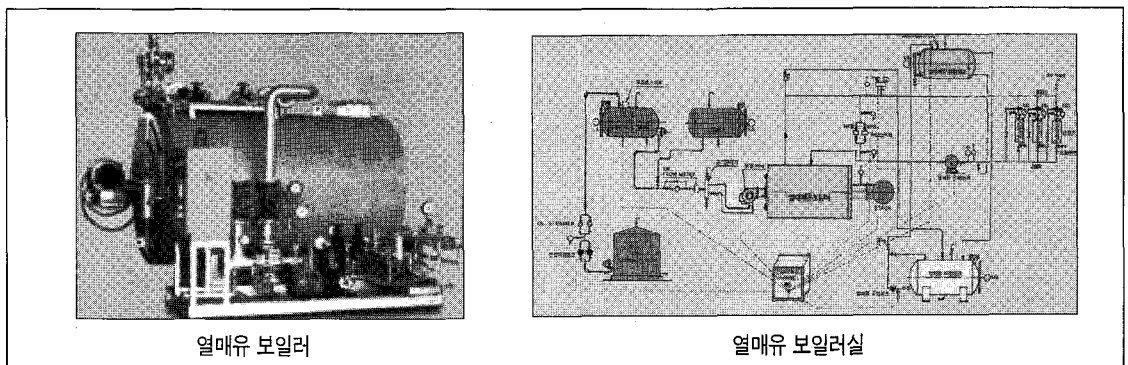
⑤ 설비비가 전기 heater 나 열매유에 비하여 저렴하며 설비 증설이 비교적 간편한다.

2-2. Dry chamber 사용 fan 및 열 교환기

1) Dry chamber에 사용되는 fan 종류

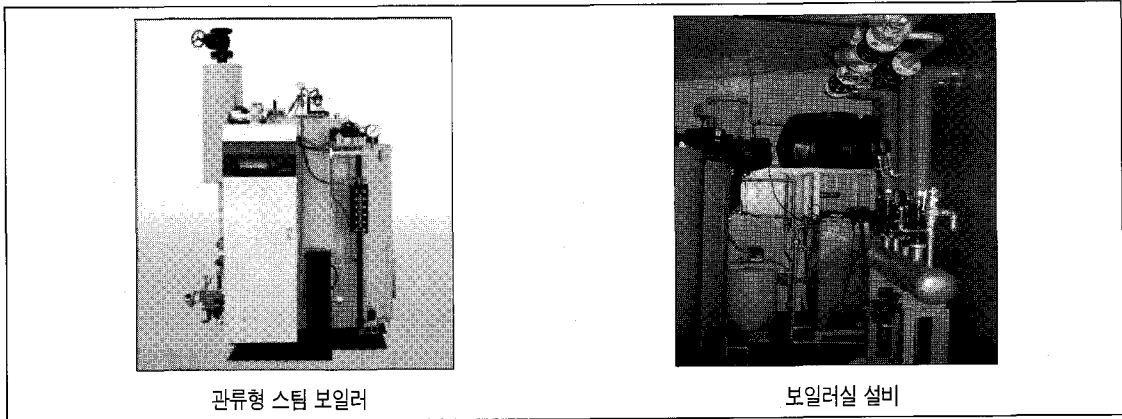
Dry chamber에 사용되는 fan의 종류는 여러

(그림 2) 열매유





[그림 3] 스팀 보일러 및 설비



관류형 스팀 보일러

보일러실 설비

종류가 있으나 공조 덕트의 설계기준이나 chamber의 구조, 사용온도에 따라 종류와 용량이 결정된다.

① Fan 용량 단위

- 풍량 : 공기의 순환량을 뜻하는 것이며 단위는 m^3 이다. ($1m^3/min$ 의 경우 1분에 $1m^3$ 의 공기의 양을 생산하는 것을 뜻한다.)

- 풍압 : 공기의 흐름에 의하여 물체가 받는 압력을 말하는데 단위는 mmAq, kgW/m^2 등으로 나타낸다.

- 풍속 : 단위시간당 이동하는 공기의 빠르기를 말하며 m/sec , $km/hour$ 등으로 나타낸다.

② Turbo fan

Dry chamber의 급기용으로 가장 널리 사용되는 fan으로 풍량은 적으나 풍압이 높은 경우 사용하며 고속회전에 견딜수 있는 구조로 되어 있으나 소음이 많은 편이다.

③ Sirocco fan

Dry chamber의 배기용으로 사용되며 회전수에 비해 풍량의 발생량은 많으나 풍압은 적으며

소음이 적은 편이다.

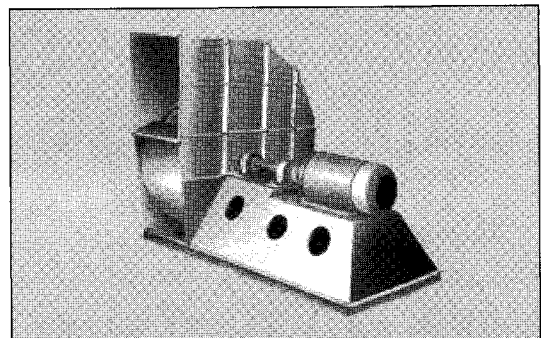
④ Air foil fan

Dry chamber의 급·배기용으로 사용되며 풍량의 발생량이 많고 sirocco fan에 비하여 풍압이 높으며 소음도 적다.

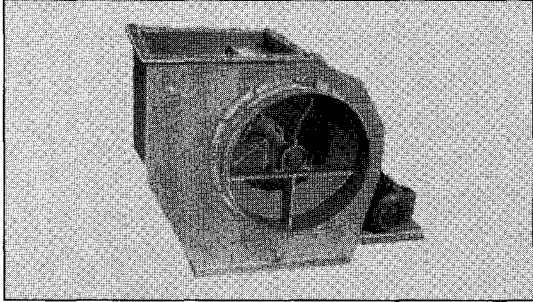
2) Dry chamber 사용 열 교환기

① 좁은 의미의 열교환기는 일반적으로 상변화가 없는 두 공정 흐름사이에 열을 교환하는 장치를 의미하고, 넓은 의미로는 냉각기, 응축기 등을 포함한다.

[그림 4] Turbo fan



[그림 5] Sirocco fan



② 교환기의 종류는 판형, 원통 다관형, 이중 관식, 코일식, fan 코일식이 있으며, 열 교환 튜브의 종류 및 재질에 따라 각기 열효율의 차이가 있으나 dry chamber에 사용하는 열 교환기는 fan 코일식이 가장 널리 사용된다.

3) 일체형 열 교환 유니트.

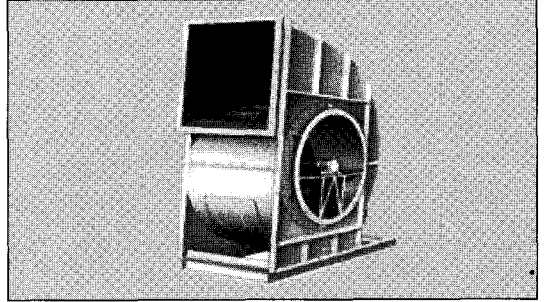
① Fan, 흡입 filter, 흡입 조절 댐퍼, 열 교환기가 일체형으로 제작되어 있는 타입으로 횡형 토출타입, 횡형 흡입타입, 입형 타입으로 분류된다.

② 횡형 토출 타입 : fan의 토출부에 열 교환기가 장착되어 있는 방식으로 fan의 흡입 온도가 낮아서 fan 베어링의 수명은 길지만 면적을 많이 차지하고 횡형 흡입타입에 비하여 제작비용의 소요가 많다.

③ 횡형 흡입 타입 : fan의 흡입구에 열 교환기가 장착되어 있는 방식으로 fan의 흡입 온도가 높아서 베어링의 수명은 낮지만 횡형 토출타입에 비하여 면적을 적게 차지하고 제작비용이 적게 든다.

④ 입형 타입 : 열 교환기를 fan의 토출구 상단에 설치하는 방법으로 fan의 흡입 온도가 낮고 면적도 적게 차지하여 베어링의 수명도 길지만 제작비용이 많이 소요된다.

[그림 6] Air foil fan



3. STEAM 배관 SYSTEM

스팀용 보일러를 운전하여 스팀을 발생하고 발생된 스팀을 열원으로 활용하는 것으로 dry chamber에 가장 널리 사용하는 방법이다.

온도 콘트롤 용도에 맞는 적절한 부품을 사용하고 system 구성방법에 따라 연료 소모량의 차이가 많으며 폐열을 활용한다면 더 많은 연료비를 절감할 수 있을 것이다. 스팀부품은 사용 용도에 따라 그 종류가 다양 하지만 dry chamber에 주로 사용하는 기본적인 종류만 소개한다.

3-1. Steam 부품

1) 감압밸브

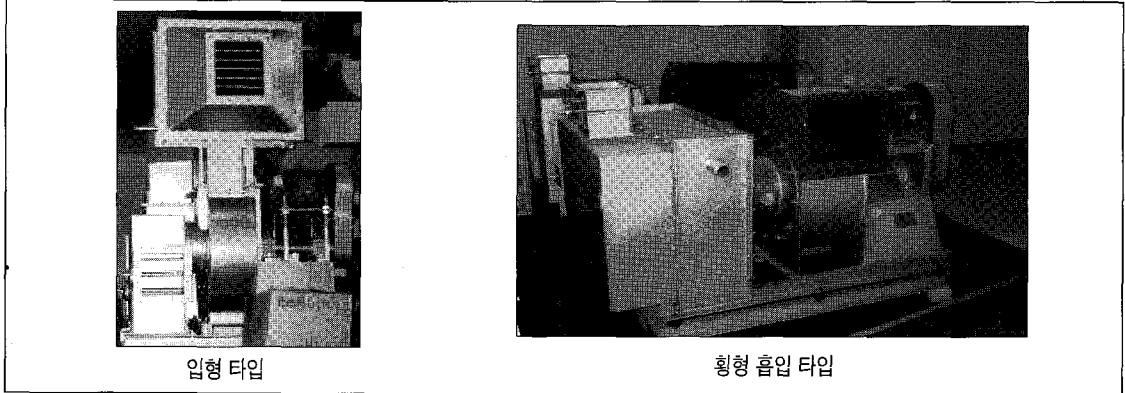
스팀(증기)은 보일러의 설계 압력대로 운전 되어야 하는데 보일러의 운전력이 설계 압력보다 현저히 낮을 경우 캐리오버나 습증기의 발생원인이 된다. 보일러는 가능한 고압으로 운전되어야 하고 스팀 사용설비는 설비에 알맞은 압력으로 낮추어 사용하여야 콘트롤 밸브 등의 부품 수명을 연장함은 물론 에너지 절감에도 도움이 된다.

2) 스팀 트랩(Steam trap)

스팀이 열 교환기에서 열 교환 후 응축수를



[그림 7] 일체형 열교환 유니트



배출하는데 이때 응축수와 스팀은 함께 존재 한다. 만약 스팀과 응축수가 함께 배출된다면 열 교환 효율은 현저히 떨어지게 된다.

스팀트랩은 열교환 후 응축수만을 분리하여 배출하게 된다. 트랩의 종류는 크게 아래의 종류로 나누어진다.

① 열 역학식 트랩

증기와 응축수의 열 역학적인 특성인 운동 에너지의 차이를 이용한 것으로 디스크 트랩, y형 트랩이 있다.

동파에 강하며 고압을 사용하거나 관말 트랩 용 등 많이 사용하지만 정체성이 있어 water hammer의 발생 위험성이 있다.

② 온도 조절식 트랩

증기와 응축수의 온도차이를 이용한 것으로 압력 평행식 트랩과 바이메탈식 트랩이 있다.

방열기에 주로 많이 사용된다.

③ 기계식 트랩

증기와 응축수의 비중의 차이를 이용한 것으로 볼 후로트식 트랩과 버킷트식 트랩이 있다.

응축수의 연속배출이 가능하여 온도 콘트롤에

가장 적합한 트랩이다.

3) 기수 분리기

스팀배관의 라인길이가 길어질 경우 water hammer 방지 및 건도가 높은 스팀을 사용하기 위하여 사용한다. 스팀과 응축수를 분리하는 역할로 스팀트랩도 함께 설치된다.

4) 온도 콘트롤 밸브

① Solenoid valve

가격이 저렴하고 dry chamber에 가장 많이 쓰이는 밸브로 높은 열량을 사용할 경우 (150,000kcal/h이상)에는 2개 이상을 설치하여야 한다. 전자석 코일을 활용해 밸브를 on/off 하는 방식이다.

② 비례 제어식 밸브

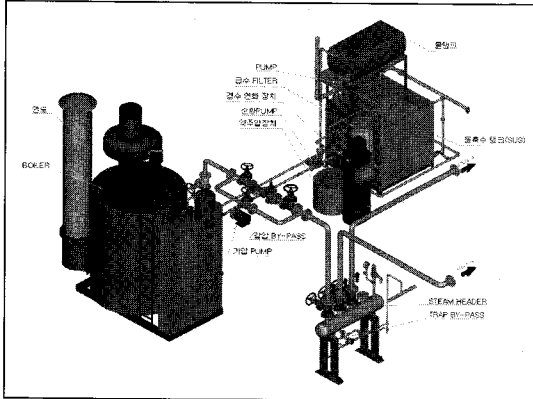
뮤추얼 모터를 활용해 온도 값에 따라 일정한 양만큼 조절해 주는 밸브로 압력 변동이 심한 경우에는 온도 편차가 많이 발생된다.

제어방법은 우수하나 가격이 고가이다.

③ 압력 평행식 조절 밸브

스팀의 압력을 감지하여 스팀의 양을 조절하는 밸브로 온도 조절 방법은 간편하지만 사용

[그림 8] 보일러실 기본 계략도



중 온도를 낮추어야 하는 경우 스팀을 차단해 압력 제거 후 사용 해야하는 불편함이 있다.
제품의 가격은 증가이다.

3-2. 보일러실 설비

- 보일러실의 기본 system 및 설치 사양

① 보일러실은 공사 방법 및 구성에 따라 다소 차이는 있지만 기본적으로 스팀 보일러, 응

축수 회수 탱크, 스팀 분배구, 감압밸브 등으로 구성된다.(감압밸브는 스팀의 사용처 앞단에 설치하는 경우도 있다.)

② 보일러실의 기본 계략도

[그림 8]과 같이 보일러 실의 구성을 보면 다음과 같다. 경수연화장치(보일러에 급수되는 공 급수를 경수에서 연수로 변환시킨다) → 응축수 탱크에 급수 보충 → 보일러 급수(약주펌프에서 청관제와 함께 공급) → 보일러 스팀발생 → 감 압밸브에서 사용압력으로 낮추어 배출 → 스팀 분배구 저장 → 사용처로 스팀 공급

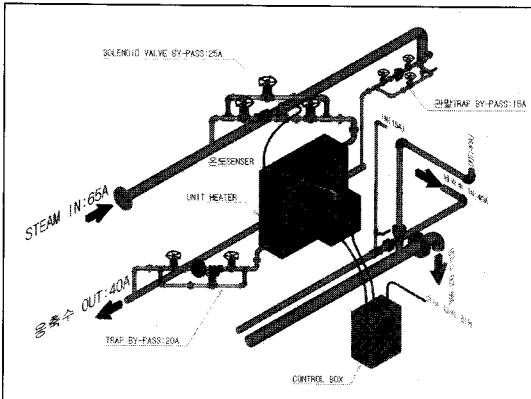
3-3. 스팀 배관(Dry chamber 열 교환기 연결도)

Steam 배관의 구성과 system은 제품의 수명 및 연료비에도 영향을 많이 끼치기 때문에 적합한 system의 구성은 무엇보다도 중요하므로 스팀배관 설비는 반드시 전문가에게 의뢰하는 것이 바람직하다.

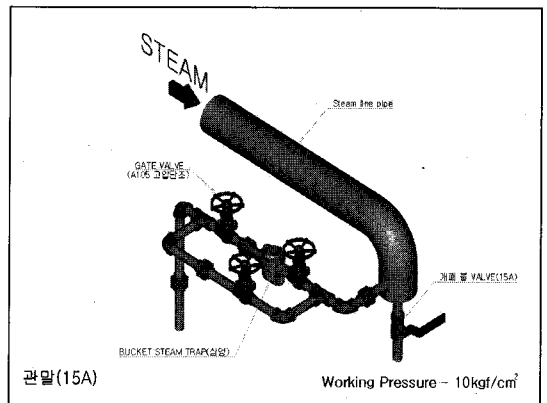
1) 스팀배관 기본 계략도 [그림 9]

스팀배관은 크게 스팀 공급관과 응축수 회수

[그림 9] 스팀배관의 기본 계략도



[그림 10] 스팀배관 관말 트랩





관으로 분류되며 배관의 관경은 사용량과 압력비에 따라 결정된다. 스팀배관의 구성은 온도차가 심하고 water hammer의 발생이 많아 system구성이 잘못되면 부품수명 단축 및 배관의 손상, 스팀의 누수 등의 발생 위험이 높다.

2) Steam 배관 system에서 관말 트랩 중요성
관말 트랩은 steam 배관 구성에 있어 없어서는 안될 중요한 system이다. 관말트랩은 water hammer 방지의 가장 중요한 부분으로 관말트랩의 설치위치 및 설치방법에 따라 수명 및 기능의 효과가 좌우된다(그림 10).

4. 겨울철 steam 배관 동파 및 대책

겨울철 온도 저하가 심한 경우 스팀 보일러의 가동이 장시간 정지되었을 때 보일러 및 steam 배관의 동파에 각별히 유의하여야 한다.

4-1. 겨울철 동파 위험부위

1) 보일러 압력 스위치

① 보일러의 압력을 제어하는 스위치로 조정 압력 이상 압력이 상승하면 자동으로 정지 기동을 제어하는 스위치이다.

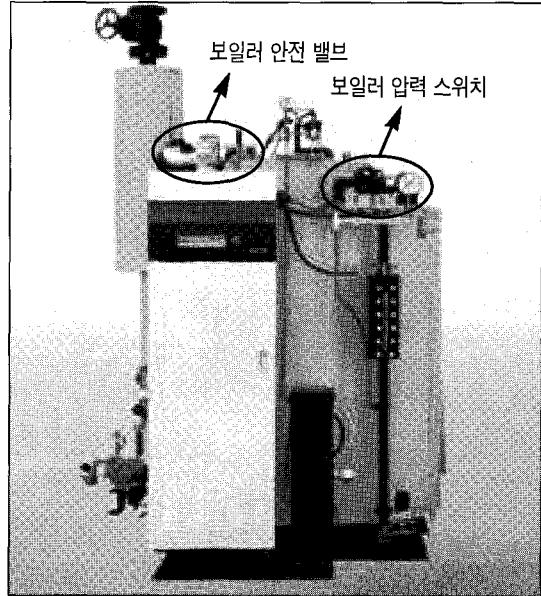
② 보일러의 압력 스위치가 동결 또는 동파될 경우 안전밸브가 동작하거나 보일러의 관체가 파열되어 심각한 고장으로 이어질 수도 있다.

2) 스팀 트랩

① 스팀 트랩이 동결 또는 동파 되었을 경우 응축수 배출이 이루어질 수 없기 때문에 water hammer가 발생되고 온도 상승이 불가능해진다.

특히 기계식 트랩의 경우 트랩 내부에 일정양의 응축수를 상시 보유하고 있기 때문에 동결시

[그림 11] 겨울철 동파 위험 부위



동파 위험성이 매우 크다.

② [그림 12]와 같이 내부에 일정량의 응축수를 저장시켜 배출하기 때문에 동파의 위험성이 높다.

3) 스팀 배관

① 스팀 배관라인 중 동파 위험성이 높은 곳은 응축수 회수 라인이다.

② 응축수 회수 라인 중 자연배수가 원활히 이루어질 수 없는 구조인 경우 또는 배압, 그 외의 조건으로 인하여 응축수의 정체가 심한 경우 동결 또는 동파의 위험성이 크다.

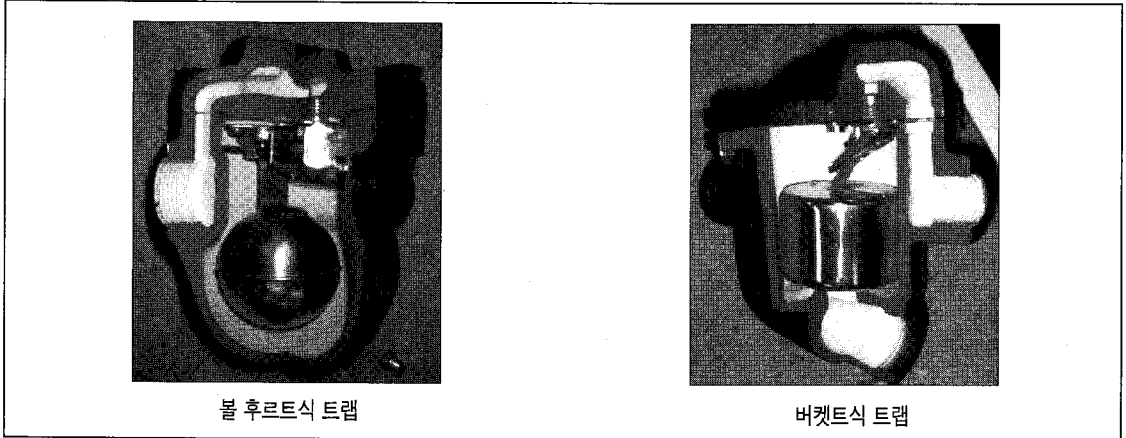
③ 스팀 분배구의 경우 관말 트랩부의 동결 및 동파 위험성이 크다.

4-2. 동파 방지 대책

1) 보일러실

① 보일러실은 외부 틈새를 차단하고 보일러

[그림 12] 스팀 트랩



볼 후르트식 트랩

버킷식 트랩

전원 스위치 off 후 배수밸브를 개방하여 보유수를 완전 배수한다.

② 연료 공급 펌프를 제외한 각종 펌프류는 공급 밸브를 차단하고 펌프내의 물을 배수시킨다.

③ 스팀 분배구 및 보일러실 내의 관말 트랩부의 배수밸브를 개방하여 응축수를 제거한다.

④ 보일러실에 난방을 하는 것도 좋은 방법이다.

2) 배관계 및 트랩류

① 배관계통은 단열 조건이 우수하여도 동결 및 동파의 위험성을 완벽히 제거할수 없으므로 정체성이 심한 부분은 배수밸브를 개방하여 응축수를 배출시키고 배수밸브가 없다면 신규 설치를 하여야 한다.

② 배관계통의 단열재 내부에 열선을 장착하는 방법도 좋은 방법이라 할 수 있다.

이때 열선의 재질은 반드시 고온에도 견딜수 있는 실리콘 재질이여야 한다.

③ 배관계통의 관말트랩부의 배수 밸브를 개방하여 응축수를 배출하고 버킷트랩의 경우 필터부위를 개방하여 응축수를 배출한다.

3) 보일러 동파방지 장치의 설치

보일러 동파방지 장치를 설치하면 동파방지 장치의 작동만으로도 보일러 및 배관계통, 트랩류의 동결 및 동파를 동시에 방지할 수 있으므로 동결 및 동파에 우수한 효과를 얻을 수 있다.

5. 보일러 동파장치 개발 완료

1) 3년의 연구와 시험 test를 거쳐 완성한 제품으로 보일러에 간편하게 설치 할 수 있으며 작동방법 또한 간편하다.

2) 동작 원리는 보일러를 가동시키고 동파방지 장치를 작동시키면 고정밀 온도 센서가 동결점을 자동으로 감지하여 보일러를 동파 안전점까지만 자동 운전 후 정지시킨다.

3) 운전 중 보일러의 안전 장치 및 운전부에는 영향을 끼치지 않는다.

4) 가격대는 기본가격이 50만원이며 외부 센서를 별도 장착하면 10만원의 추가비용이 발생한다. ₩