



CompacHeat 증온수 열교환 시스템

스파이렉스사코 CompacHeat 증온수 열교환 시스템은 집단 주거시설의 난방 및 급탕용 온수를 공급하는 급탕 2단 열교환방식의 콤팩트형 열교환 시스템으로서 완벽한 설계와 우수한 구성제품들이 조합된 최고 성능의 열교환 패키지 시스템입니다.



주요 사용처

- 주상복합빌딩
- 아파트
- 호텔
- 사무실
- 기타 레포츠 시설

특징

- 스파이렉스사코가 개발한 지역난방 증온수를 열매체로 사용하는 열교환 패키지 시스템
- 한국지역난방공사 열사용 시설기준에 맞는 시스템 설계 및 구성
- 설계 및 시공시간 절감과 함께 시스템 구성에 필요한 온도조절 및 펌프제어 장치들이 패키지로 공급
- 에너지 절감을 위한 2단 급탕 가열방식 채택
- 정밀하고 안전한 온도제어 시스템
- 부하변동에 따라 순환수의 유량을 조절할 수 있는 듀얼펌프 제어방식
- 확실한 성능보장과 유지보수용역계약에 의한 간단하고 손쉬운 관리
(시스템 유지보수에 대한 용역은 별도 계약 후 가능)

배압을 최소화 하기 위한 응축수 회수 배관 개선

공 장 명 : 여수소재 A화학
진 단 자 : 한국스피라릭스사코(주) 부장 이대철
진단일자 : 2001년 7월 2일~3일
진단내용 : 전공장 응축수 회수시스템 점검

■ 응축수 회수시스템 현황

- 1) 증기 사용압력 : 중압 증기 3.5bar g, 고압 증기 15bar g
- 2) 서로 다른 압력의 응축수를 동일한 응축수 회수배관으로 연결

3.5bar g의 중압 증기를 사용하는 열교환기에서 발생된 응축수와 15bar g의 고압 증기를 사용하고 있는 열교환기에서 발생된 응축수를 동일한 주 응축수 회수배관으로 회수하고 있다.

3) 일부 바이패스 밸브 누출로 인하여 주 응축수 회수배관의 일부 지역은 회수관 내부 압력이 6bar g를 지시하고 있다.

■ 응축수 회수시스템 개선안

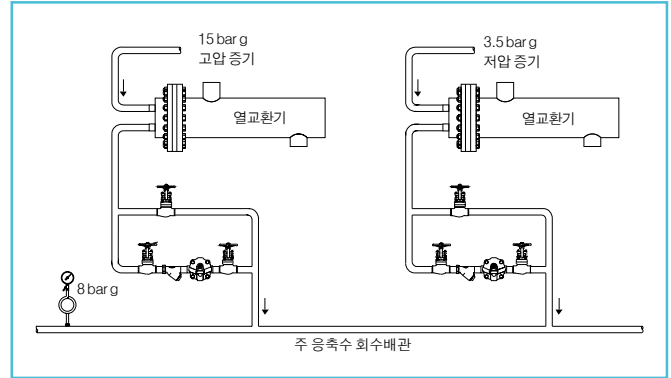
1) 15bar g의 고압 증기를 사용하는 모든 설비(열교환기, 배관 드레인 포함)의 응축수 회수배관을 주 응축수 회수배관과 분리한다. 분리된 응축수 배관은 후래쉬 베셀을 사용하여 3.5bar g의 중압 증기를 발생시킨 후, 응축수는 주 응축수 회수배관에 연결시킨다.

2) 후래쉬 베셀을 통해 3.5bar g의 중압 증기를 회수하여 사용하면 전체적인 증기 공급량을 절약할 수 있어 경제적이다. 만약 15bar g 사용 설비에서 고압 증기가 누출되어도 중압 증기로 회수되어 절대적인 에너지 손실 금액은 최소로 되며 또한 주 응축수 회수배관에서 배압이 증가되는 것도 막을 수 있다.

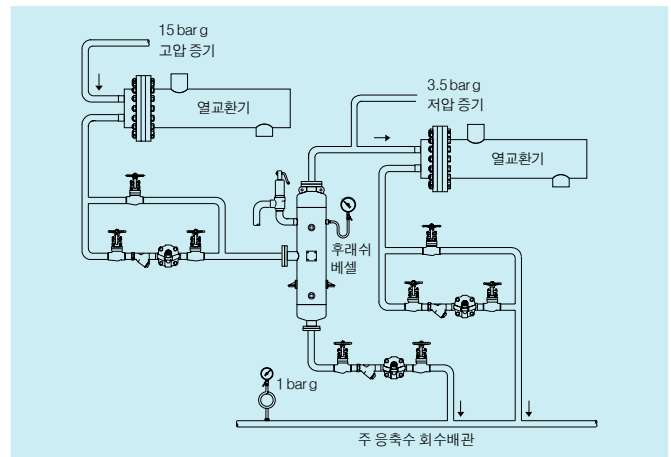
3) 15bar g 응축수에서 3.5bar g 재증발증기 발생량

15bar g 응축수의 현열이 204kcal/kg(=859kJ/kg)이고, 3.5bar g 증기의 현열이 148kcal/kg(=624kJ/kg), 잠열이 506.5kcal/kg(=2,120kJ/kg)이므로 재증발증기 발생율은 $X=(204-148)/506.5=0.11$ 이 된다.

즉, 예를 들어 15bar g 응축수가 1,000kg/h이면, 3.5bar g 증기가 110kg/h 발생하고, 890kg/h의 응축수가 배출된다.



현재 시스템 : 15bar g의 응축수가 주 응축수 회수배관으로 배출



개선 시스템 : 후래쉬 베셀을 이용

■ 결 론

스팀트랩에서 배출되는 응축수를 회수하여 재활용하는 것은 아주 보편적인 에너지 절약 방법이지만 서로 다른 압력의 응축수를 하나의 응축수 회수배관을 이용하여 회수하는 데는 많은 문제점이 발생할 수 있다.

고압의 응축수에서 발생한 다량의 재증발증기가 저압의 응축수를 배출하는 스팀트랩에 배압으로 작용하여, 스팀트랩에서 응축수 배출 용량이 저하될 가능성이 많다. 더욱 심각한 문제는 만약 스팀트랩이나 바이패스 밸브를 통해 고압의 증기가 응축수 주관에 유입될 경우에는 저압의 응축수를 배출하는 스팀트랩에 더욱 큰 문제점을 가져올 수 있다.

고압의 증기를 사용하는 모든 설비 및 배관 드레인의 응축수 회수배관은 저압 응축수 회수배관에서 분리하고, 여기에 후래쉬 베셀을 설치하여 저압의 재증발증기를 발생시켜 활용하는 시스템을 구축하는 것이 문제도 해결하고 에너지도 절약하는 최선의 방법이다.

Q/A

증기부하 변동을 고려한 감압밸브의 병렬 설치

문

저희 공장은 증기 사용량의 대부분을 건조 공정용으로 대형 공기가열기에 공급하여 사용하고 있습니다. 보일러에서는 7bar g의 압력의 증기가 공급되고 있으며 보일러실에 설치된 150mm 감압밸브를 통해 난방 및 일부 장비에 2bar g 증기가 공급되고 있습니다. 그런데 겨울철이나 어느 정도 이상의 생산량을 유지하는 경우에는 감압 후 2차측 압력이 아주 일정하게 잘 유지되고 있으나 요즘같은 여름철에 특히 생산량이 감소하는 경우에는 2차측 압력이 눈에 띄게 현탕하고 소음도 증가하고 있습니다.

이러한 문제점의 원인은 무엇입니까?

답

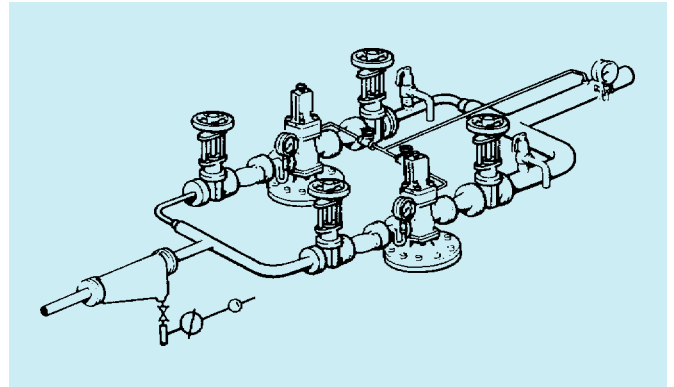
2개의 감압밸브를 병렬로 설치하는 것이 제일 좋은 방법입니다.

지금 설치된 감압밸브는 150mm로 아주 대용량의 감압밸브를 설치하고 계시며 저희 스파이렉스 사코의 25P 모델의 경우 위와 같은 운전 조건에서 최대 약 20,000kg/h의 용량을 가지고 있습니다.

이런 경우 감압밸브 선정시에 각 장비에서 요구하는 최대 증기 요구량과 동절기의 난방부하까지 고려하여 선정한 것으로 여기에 감압밸브 선정시에 추가된 여유분까지(설계량은 15,000kg/h인데 실제 선정한 밸브는 20,000kg/h 용량을 가지고 있음) 포함하고 있습니다. 만약, 난방을 제외한 공정용 공기가열기의 동절기 최대 부하가 8,000kg/h라고 하고 하절기 최저 부하가 1,000kg/h라고 한다면 동절기에는 감압밸브를 통과하는 용량이 아무리 적어도 3,000~5,000kg/h 이상은 됩니다. 이때는 25P의 기능상 적절한 운전이 보장됩니다.

그러나 여름철의 경우에는 증기 부하가 1,000kg/h 정도까지 떨어지게 됩니다. 이때 증기의 부하는 감압밸브 용량의 5%선 밖에 되지 않아 결국 여름철에는 감압밸브가 오버사이징되어 정밀한 압력제어가 힘들어 집니다. 그 이유는 밸브의 증기 통과면적이 상대적으로 너무 커서 밸브가 조금 열려도 2차측 압력이 바로 상승하는 등 거의 On-Off 밸브처럼 작동하게 되고 결국 밸브 자체 드롭값(Off-set값)을 벗어나는 압력변동이 발생됩니다.

따라서 원하는 압력을 유지하지 못하고 흔들리게 됩니다. 동시에 이와같은 On-Off 동작에 따라 밸브와 시트의 면이 너무 자주 접촉하게 되어 밸브의 수명이 짧아질 수 있습니다. 또한, 부하가 어느 정도 된다고 하더라도 메인밸브가 아주 조금만 열린 상태에서 증기가 통과하다 보면 습증기에 의한 밸브 침식 문제도 야기될 수 있습니다. 이런 경우 일부 밸브는 밸브와 시트의 강도를 강하게 하여 수명 연장을 시도하지만 압력이 흔들리는 문제는 근본적으로 해결할 수 없습니다.



병렬배관 설치 예

귀사의 경우에는 가급적이면 각 설비별로 감압밸브를 설치하는 것이 좋습니다. 즉 공기가열기에 별도로 감압밸브를 설치하고 다른 설비에는 또 다른 감압밸브를 별도로 설치하는 것이 가장 좋은 방법입니다.

그러나 만약 기존의 감압밸브를 설치한 보일러실에서만 해결책을 찾아야 할 경우에 가장 적절한 방법은 기존의 150mm 감압밸브 대신에 2개 또는 3개의 소구경 감압밸브를 부하변동 조건에 따라 선정하여 병렬로 설치하는 것입니다.

2개의 감압밸브를 병렬로 설치하는 경우에 일반적으로 3 : 7 또는 5 : 5 정도로 선정하는데 귀사의 경우에는 공정의 부하가 차지하는 부분이 크므로 5 : 5 정도로 선정하여도 될 것으로 보입니다. 즉, 2개의 100mm 25P를 선정하여 병렬로 설치하는 것입니다. 정확한 유량과 운전 조건을 검토하여 80mm 25P 1개와 100mm 25P 1개를 선정할 수도 있습니다.

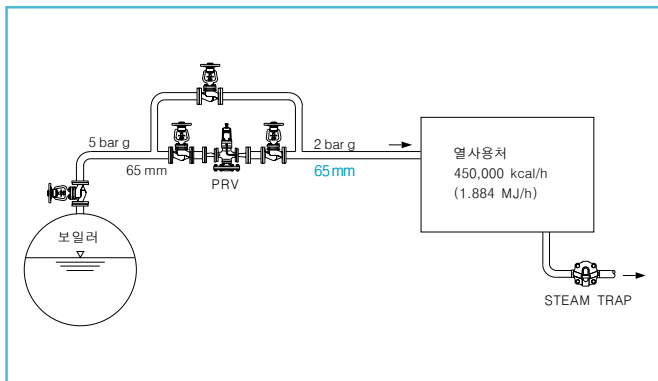
병렬배관을 하게 되면 감압밸브의 운전 특성상 소용량 밸브 1개가 운전되는 경우와 2개의 밸브가 동시에 작동되는 경우에 약 0.2bar g 정도의 압력차이가 발생하지만 항상 일정한 압력으로 운전할 수 있으며, 소음 문제도 적어지고 밸브의 수명에도 영향을 미치지 않게 됩니다.

귀사의 운전 조건에 적합한 상세한 내용은 당사의 기술영업사원과 상담하시기 바랍니다.

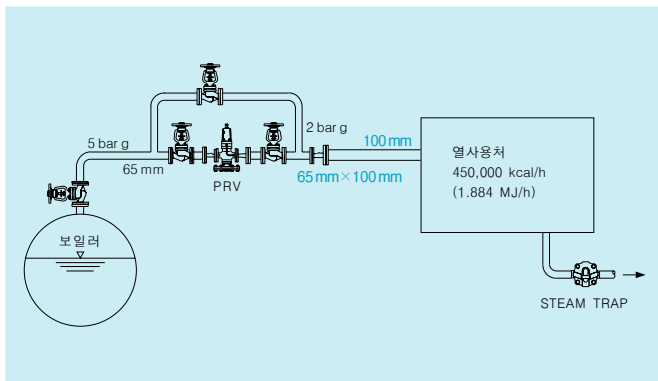
효율적인 운전을 위해서는 적정한 배관구경 선정이 필수

현장에서 증기시스템 진단을 하다 보면 공정 설비에 공급되는 증기의 압력이 자주 흔들리는 것을 보게 된다. 그 원인의 대부분은 배관구경이 적정하게 선정되지 않았기 때문이다. 그리고 증속공정과 같은 일부 증기 직접분사 공정설비에서 다량의 증기가 대기중으로 벤트되는 경우도 많은데 이 역시 적정 증기압력 선택과 그에 따른 적정 배관 구경선정이 되지 않아 발생하는 경우가 대부분이다. 이것은 매우 기초적인 내용이지만 많은 공정에서 무시되거나 문제 발생의 원인을 몰라 방치되는 경우로서 앞으로 2~3회에 걸쳐 사례를 중심으로 설명하고자 한다.

사례 1. 증기압력을 낮추어 운전하는 경우



개 선 전



개 선 후

A공장의 에너지 담당자는 증기사용압력을 낮추어 사용하면 증기의 잠열이 많아 증기사용량을 줄일 수 있다는 교육을 받고 그 동안 운전해오던 시스템을 검토한 결과 열교환기의 전열면적이 최대 설계부하의 1.5배 정도이므로 저압 사용시 정상 부하 조건에 문제가 없다고 보고 또 운전 온도도 충분하여 압력을 낮추어 운전하기로 하였다. 감압밸브를 설치하고 운전을 한 결과 감압밸브 후단의 압력이 원하는 압력 2bar g가 나오지 않고 가열도 제대로 되지 않아 문제가 되었다. 현장 확인 결과 운전조건은 다음과 같다.

증기 보일러 공급압력 : 5bar g
감압 후 압력 : 2bar g

공정요구온도 : 60℃

필요열량 : 450,000kcal/h(1,884MJ/h)

5bar g 사용시 증기사용량 : 903kg/h

2bar g 사용시 증기사용량 : 872kg/h

증기배관 구경 : 65mm

압력 bar	속도 m/s	배관에서 증기 통과량 kg/h					
		50mm	65mm	80mm	100mm	125mm	150mm
1.0	15	112	182	260	470	694	1020
	25	193	300	445	730	1160	1660
	40	311	465	640	1150	1800	2500
2.0	15	182	280	410	715	1125	1580
	25	295	428	656	1215	1755	2520
	40	475	745	1010	1895	2925	4175
5.0	15	352	526	770	1295	2105	2835
	25	548	885	1265	2110	3540	5150
	40	855	1350	1890	3510	5400	7870
10.0	15	626	1012	1465	2495	3995	5860
	25	990	1530	2205	3825	6295	8995
	40	1635	2545	3600	6230	9880	14390

그러나 이 경우 감압밸브를 설치하면서 감압밸브의 앞의 배관이나 뒤의 배관구경을 검토하지 않고 기존의 65mm를 그대로 사용하였다.

그 결과 압력이 5bar인 경우에는 배관내 증기속도를 25m/s로 보았을 때 65mm 배관에서 유량이 885kg/h로 배관구경에 문제가 없었으나 압력이 2bar인 경우 65mm 배관에서 속도 25m/s시 유량은 428kg/h로 요구량의 50% 정도 밖에 안되므로 압력이 제대로 나오지 않고 결국 가열도 제대로 되지 않은 것이다. 이에 감압밸브 뒤의 배관 구경을 적정 구경인 100mm로 확장하였고 작업 결과 문제없이 운전이 되었다.

사례 2. 보일러 운전 압력을 설계 압력보다 낮게 운전하는 경우

B공장은 보일러의 운전 압력이 10bar g로 운전하도록 설계되고 모든 배관 구경은 그에 맞추어 선정되었으며 실제로 약 3년간 보일러 운전 압력을 9~10bar g 수준으로 운전하여 왔다. 어느 날 에너지 절약을 위한 관리방안을 찾던 에너지 관리자가 전 공장의 증기시스템을 확인한 결과 현장에서 사용

하고 있는 최고증기압력이 단지 4bar g 정도밖에 안되고 나머지 공정도 모두 압력이 1~2bar g 정도인 것을 발견하였다. 이에 보일러의 증기 발생 압력을 높게 운전하면 배기가스 온도가 높아 열손실도 많고 증기 발생압력이 높으면 증기 발생을 위한 에너지도 많이 소비되므로 이를 절약한다는 취지로 보일러 운전 압력을 5bar g로 낮추어 운전하기 시작하였다. 단 압력이 4bar g인 공정에는 감압밸브의 바이패스를 열어 보일러에서 공급되는 압력을 그대로 공급하기로 하였다.

그러나 이와같이 압력을 바꾼 후 일부 공정이 운전 중에 다른 공정을 가동하기 시작하면 보일러실의 스팀헤더부터 압력이 떨어지면서 보일러로부터 다량의 캐리오버가 발생하고 보일러의 압력도 떨어졌으나 자동으로 압력이 안정되지 않았다. 이를 해결하기 위하여 수동으로 보일러의 운전압력을 올리는 등 여러가지 수정작업을 하면서 1~2시간을 바빠 보내면 다시 보일러 압력이 정상이 되지만 증기사용압력이 1~2bar g인 공정에서는 항상 감압밸브의 2차측 압력이 유지되지 않고 압력이 낮게 나와 문제가 되었다.

맨 처음에는 2bar g로 감압하여 운전되는 설비에 설치된 스파이렉스사코의 감압밸브에 이상이 있다고 하여 현장에서 원인을 확인하던 중 이와같은 현상을 발견하여 전반적인 원인을 분석한 결과 원인은 단 한가지 보일러의 운전 압력을 낮추어 운전하면서 시스템의 나머지 부분 즉, 보일러의 주변 설비와 배관 구경은 그대로 두었기 때문에 발생한 것이다.

제일 먼저 문제가 되는 것은 예를 들어 10bar g로 설계된 150mm 배관에서 큰 압력 손실없이 통과하는 증기량은 약 9,000kg/h~10,000kg/hr 정도이지만 5bar g, 150mm 배관의 경우 증기 통과량은 단지 5,000kg/h~6,000kg/h 정도밖에 되지 않아 증기 공급량이 절대적으로 부족하므로 압력이 낮아지게 된다. 따라서 부하가 작을 때에는 어느 정도 압력이 유지되다가 다른 설비 하나가 가동되면 증기 통과량이 부족하

여 전체적인 압력이 떨어지게 되는 것이다.

두번째로 문제가 되는 것은 처음에 10bar g에서 2bar g로 감압하는 감압밸브를 선정하였으나 이제 감압밸브는 5bar g에서 2bar g로 감압을 하며 또한 실제 감압밸브 앞의 압력은 5bar g가 아니고 압력이 더 낮기 때문에 감압밸브는 필요한 유량을 통과시킬 수 없어 감압밸브 2차측의 압력이 1bar g 이하로 낮아지며 감압밸브의 바이패스 밸브를 열어서 운전한 경우에도 압력이 겨우 2bar g가 되는 정도였다.

세번째로 문제가 되는 것은 보일러 내부이다. 현재 사용중인 보일러는 10bar g의 증기를 발생하도록 설계되어 증기공간이 상대적으로 작다. 그런데 압력을 낮추어 운전하면 증기의 비체적이 커지므로 수위는 올라가고 보일러를 빠져 나가는 증기의 속도는 상대적으로 빨라져 캐리오버가 증가하며 수위제어에도 어려움이 많아진다.

결국 주변기기의 검토없이 에너지 절약을 위한 노력이 진행되어 발생한 문제이다. 이 경우에 제시된 해결방안은 다시 보일러의 운전압력을 설계압력으로 운전되도록 하여 문제를 해결하였으며, 추가적으로 그동안 간헐적으로 실시하던 보일러 블로우다운을 자동 연속 블로우다운으로 변경하고 이 블로우다운수에서 재증발증기를 회수하여 사용하는 폐열회수 시스템을 도입하여 에너지 절약을 꾀함과 동시에 보일러 관수의 TDS농도를 적정 수준으로 유지하여 캐리오버를 최소화하여 줄여 보일러로부터 안정적인 증기공급과 증기시스템의 효율을 재고하였다.

결과적으로 증기 발생압력을 10bar g로 할 때 필요한 열량이 5bar g 증기를 발생할 때 필요한 열량에 비해 약 1% 정도 많지만(약 5kcal/kg 정도 많다) 캐리오버의 양이 감소하고 안정된 운전에 의한 효율이 훨씬 더 경제적이라는 것이 증명되었다. 따라서 증기의 압력을 낮출 경우에는 반드시 공급되는 증기배관의 구경을 재검토하여야 한다.

기술자료 II

증기 및 물 배관에서의 워터해머

증기 배관이나 물 배관에서의 워터해머 현상은 모두 소음과 진동, 더 나아가서는 배관과 구조물의 파손을 초래하여 운전하는 설비에 치명적인 결과를 가져다 준다. 특히 이러한 워터해머는 일시적이기 보다는 주기적으로 반복되며 일반적으로 운전 요령에 의해서 보다는 시스템이 바뀌어야 만이 근본적인 문제의 해결책을 얻을 수 있는 것이 대부분이다. 따라서 증기 배관 시스템과 물 배관 시스템 모두가 설계 초기부터 이러한 워터해머의 발생원인을 제거하는 것이 설비의 보호와 안정적인 운전을 하기 위한 필수조건이라고 할 수 있다.

증기 배관에서 발생하는 워터해머의 주요 원인은 크게 두 가

지로 구분할 수 있다. 첫번째는 보일러에서 캐리오버(Carry over)된 보일러 관수나 증기 배관 내에서 발생한 다량의 응축수가 슬러그 형태로 증기와 함께 빠른 속도로 이동함에 따라 배관과 밸브류, 설비 등에 심한 충격과 손상을 주는 경우이며, 두번째는 뜨거운 증기와 찬 응축수(포화증기온도 이하의 응축수)가 만나서 증기의 급격한 체적감소에 의한 유체의 순간적인 이동을 일으키므로서 발생하는 경우로 요약할 수 있다.

수 배관 시스템에서 발생하는 워터해머의 주요 원인은 유체의 급격한 속도변화 또는 흐름방향의 변화로 인해 유체의 속도 에너지가 압력 에너지로 변환되면서 발생하는 압력서지

에 의한 워터해머와 물이 급격한 상태변화(액체 → 기체 → 액체)에 의해 발생하는 캐비테이션 현상으로 구분할 수 있다. 이러한 유체의 상태변화는 체적의 변화를 일으키는 데 물의 경우 압력에 따라 600배에서 1700배까지 체적변화가 순식간에 일어남으로써 캐비테이션에 의한 워터해머를 일으키는 것이다.

압력저지에 의한 워터해머는 급격한 밸브의 조작 또는 펌프가 기동하거나 정지할 때 대부분 발생하므로 개폐속도가 빠른 솔레노이드 밸브나 On-Off 타입의 밸브를 물 배관에서 사용하는 것은 가급적 피하는 것이 좋다. 또한 온도조절밸브나 체크밸브 등은 밸브의 개폐속도 조절이 가능한 타입을 사용하는 것이 바람직하며, 산업용으로 많이 사용하는 공압식 밸브의 경우에도 빠른 구동속도로 인하여 간혹 워터해머를 유발할 수 있으므로 사용에 주의해야 한다.

한편 물의 상태변화에 의한 즉, 캐비테이션 또는 재증발에 의한 워터해머는 물의 온도와 압력에 밀접한 관계를 갖는다. 한 예로 동일한 밀폐회로에서 높은 온도의 물을 열매체로 사용하는 경우가 낮은 온도의 물을 사용하는 경우에 발생하는 재증발에 의한 워터해머의 충격보다 훨씬 작다. 그 이유는 아래의 표에서 보듯이 동일한 압력손실이 발생할 경우 높은 온도의 물에서 재증발증기에 의한 체적팽창이 훨씬 작기 때문이다.

표. 증기압력보다 10psi(0.7bar) 낮은 압력에서 재증발의 영향

설계 온도 °F(°C)	초기조건		최종조건		빙출 열량 Btu/lb	증발 열량 Btu/lb	초기 부피 ft ³ /lb	최종 부피 ft ³ /lb	부피 증가 %
	압력 psia	엔탈피 Btu/lb	압력 psia	엔탈피 Btu/lb					
450(232)	422.60	430.10	412.60	427.45	2.65	0.0034	0.01940	0.0231	19
400(204)	247.31	374.97	237.31	372.14	2.83	0.0034	0.01864	0.02514	35
350(177)	134.63	321.63	124.63	315.50	6.13	0.0070	0.01799	0.04390	139
300(149)	67.013	239.59	27.013	258.67	10.92	0.0119	0.01745	0.10673	512
250(121)	29.825	218.48	19.825	195.70	22.78	0.0237	0.01700	0.49633	2820

* 참고문헌 : Hydronic System Design & Operation(U.S.A)

나아가서 온수의 사용압력은 재증발증기에 의한 워터해머 뿐만 아니라 고압 시스템에서 배관 누출에 의한 손상을 피하기 위하여 가능한 높은 압력으로 사용하는 것이 안전하다. 이는 누출시 고온 고압의 물이 순간적으로 재증발하여 대기중으로 열이 바로 흡수되므로써 장비나 인체에 직접적인 접촉을 하지않기 때문이다.

물 배관에서 발생할 수 있는 또다른 워터해머의 현상은 온도차이에 의한 성층화에 의하여 발생한다. 성층화란 긴 수평 배관이나 온도차가 큰 물이 서로 만남으로써 생성되는데 이때 어떤 원인에 의해 이 성층화가 파괴되면 이때 상하층의 밀도(체적)차이에 의한 진공현상이 일어난다.(열을 얻은 물과 잃은 물의 체적팽창이 다르기 때문에 발생). 이러한 유형의 워터해머는 지극히 한정적으로 일어나며 주기적이기 보다는 일회성 소음으로서 시스템에 심각한 영향을 주지는 않는 것으로 보고 있다.

워터해머의 크기를 측정함에 있어서 증기 배관에서의 워터해머는 2중 이상이 유체 흐름에 의하여 상당히 복잡성을 나타낸다. 그러나 분명한 것은 증기 배관은 물 외에 증기라는 기체

상태의 유체가 대부분의 공간을 차지하므로써 발생된 충격력을 어느 정도는 흡수할 수 있는 공간을 가지고 있다. 반면에 물 배관에서의 충격력은 물의 비압축성 유체의 특성에 따라 발생된 충격력이 직접적으로 전달되는 특성에 따라 시스템에 직접적이고 치명적인 손상을 입힐 수 있다.

일반적으로 물 배관에서의 충격력(F)은 아래 공식에서 보는 바와 같이 물의 질량과 속도의 변화에 비례하고 전달 시간에 반비례를 하는 특성을 갖는다.

$$F = M \times \Delta v / T = P \times A$$

F : 충격력(N)

M : 물의 질량(kg)

Δv : 물의 속도 변화량(m/s)

T : 전달 시간(s)

P : 유체의 압력(bar : 수두차 × 유체의 비중)

A : 배관의 단면적(m²)

실제 배관내에서의 충격력은 압력상승의 결과로 나타나는 데 이를 조코브스키(Joukovsky)이론에 의하여 최대 서지량의 크기로 나타낼 수 있다.

최대 압력 서지량 Δh 는 물의 속도 변화량과 압력과의 전파 속도에 비례하며 중력가속도에 반비례 한다.

$$\Delta h = \Delta v \times c / g$$

Δh : 워터해머에 의해 증가된 서지량(m)

Δv : 물의 속도 변화량(m/s)

c : 압력파의 전파속도(물의 경우 약 1200~1350m/s)

g : 중력가속도(m/s²)

이러한 충격력이나 서지량은 계산식의 복잡함과 함께 정확한 계산을 위하여 수충격 해석 프로그램을 사용하게 되며 특히 정확한 계산을 위해서는 배관 구간마다의 배관재, 피팅의 종류, 유량 등에 대한 각종 데이터를 필요로 한다.

제9회 COEX 국제환경산업전

불확실성의 시대에도 천고마비의 계절은 변화가 없음에 감사하며, 당사에서는 국내외적으로 어수선했음에도 불구하고 모든 부분에서 막대한 영향을 끼치는 환경문제에 풍부한 경험과 세계 제일의 기술을 가지고 수처리분야에서 고객 여러분들에게 인정받고 있는 정유량 튜브연동식펌프와 고압용 호스펌프를 소개코져 2001년 10월 19일~22일(4일간) 제9회 COEX 국제환경산업전에 참가하게 되었습니다.

이번 국제환경산업전에는 신제품(SPX 시리즈 : 차세대 호스펌프/콤팩트화, 경량화, 신속한 정비성)을 통해 고객 여러분의 펌프문제해결 및 신기술 습득에 좋은 기회이며, 신제품을 직접 만나볼 수 있으므로 고객 여러분의 많은 내방과 관심을 부탁드립니다. 초대 말씀 드리는 바입니다.

이제 우리도 SI 단위를 사용해야 합니다.

- SI 단위의 올바른 이해와 사용 -

계량 및 측정단위의 변천과정

고대의 측정 및 계량단위들은 각기 필요에 따라 자연발생적으로 생긴 것이므로 나라 및 분야에 따라 사용되는 단위도 다르다. 그러나 생활이 복잡해지고 사회가 발전함에 따라 고대 단위로부터 체계적으로 발전한 것이 동양에서는 “척판법(尺貫法)”이며, 서양에서는 “야드 파운드법(yard-pound)”이다.

1875년 파리에서 국제미터협약이 조인됨으로써 오늘날의 범세계적인 국제단위계(SI 단위)의 기틀이 다져지게 되었다. 이러한 과거의 미터단위(Metric units)에서 발전한 국제단위계(SI 단위)는 여러 가지 변천과정을 거쳐, 국제적 통용과 측정의 실용적 체계를 확정할 목적으로 1960년 국제도량형총회에서 채택되었다. 국제단위계(SI 단위)는 측정표준의 현대적 체계로서 과학기술계 뿐 아니라 산업활동 및 상거래 등 현대사회의 모든 활동에 있어 기초가 되므로 이에 대한 올바른 이해와 사용은 산업발전과 공정거래질서 확립에 필수적이라 할 수 있다.

SI 단위의 정의 및 사용 실태

측정단위 및 측정량의 값을 정의하여 국제적인 기준으로 정한 것이 SI 단위이다. 미국은 현재 전 세계에서 산업선진국으로서 공식적으로 SI 단위 이전의 미터법을 사용하지 않는 유일한 나라다.

국제적으로 통용되는 국제단위계(SI 단위)를 사용하지 않을 경우에는 국제교역에서 불이익을 당할 수 밖에 없게 되어 많은 나라가 SI 단위로의 전환을 서두르고 있다. 그 실태로 2001. 1월부터 EU 역내 국가에 수입되는 모든 제품에 SI 단위 사용을 의무화함에 따라 미국은 황급히 EU와의 협상을 통해 단계적인 SI 단위로의 전환을 약속하고 일정기간의 유예기간을 얻은 바 있다.

어느 나라이든 계량은 상거래의 공정성과 효율성을 달성하는 수단이 되며, 국민경제생활에 절대적으로 필요하므로 계량의 합리화와 국제적인 상호교류 및 이해를 촉진하기 위하여 SI 단위를 세계 대부분의 나라에서 공식적으로 채택하였고, 우리나라도 1999년 7월 SI 단위를 법정계량단위로 정하여 “계량에 관한 법률”에서 규정하고 있다. 그러나 그 동안 이의 시행에 강제규정이 없어 법정계량단위 사용의 정착이 완전히 이루어지지 못한 것이 사실이다.

SI 단위의 종류

1) SI 기본단위

기본량	SI 기본단위	
	명칭	기호
길이	미터	m
질량	킬로그램	kg
시간	초	s
전류	암페어	A
열역학적 온도	켈빈	K
물질량	몰	mol
광도	칸델라	cd

2) SI 유도단위 : 관련된 양들을 연결시키는 대수관계에 따라 여러 기본단위를 조합하여 형성된 단위.

m, kg, s, A, K, mol, cd의 조합을 유도단위라 하고, 기본단위가 조합된 특별한 명칭 및 기호인 °C(섭씨온도), N(힘), Pa(압력), J(에너지), W(일), V(전위차), S(전기전도도), C(전하량), F(전기용량), Ω(전기저항) 등도 유도단위라 한다.

3) 국제적으로 국제단위계와 함께 사용할 수 있는 유도단위

- 분 : min(1 min = 60 s)
- 시간 : h(1 h = 60 min = 3,600 s)
- 일 : d(1 d = 24 h = 86,400 s)
- 리터 : l, L(1 L = 1 dm³ = 10⁻³ m³)
- 톤 : t(1 t = 10³ kg)
- 헥타아르 : ha(1 ha = 1hm² = 10⁴ m²)
- 바아 : bar(1 bar = 0.1 MPa = 100 kPa = 1,000 hPa = 10⁵ Pa)

4) 국제 단위계의 접두어

인자	접두어	기호
10 ¹²	테라	T
10 ⁹	기가	G
10 ⁶	메가	M
10 ³	킬로	k
10 ²	헥토	h
10	데카	da
10 ⁻¹	데시	d
10 ⁻²	센티	c
10 ⁻³	밀리	m
10 ⁻⁶	마이크로	μ
10 ⁻⁹	나노	n

(주) 복합 접두어는 사용할 수 없다.(예 : 1 m μm : 사용불가, 1 nm : 사용가능)

SI 단위 사용 예

유도량	기호	다른 SI 단위로 표시	SI 기본단위로 표시
힘	N	-	m · kg · s ⁻²
압력, 응력	Pa	N/m ²	m ⁻¹ · kg · s ⁻²
에너지, 일, 열량	J	N · m	m ² · kg · s ⁻²
일률, 전력	W	J/s	m ² · kg · s ⁻³
전위차, 기전력	V	W/A	m ² · kg · s ⁻³ · A ⁻¹
전기전도도	S	A/V	m ⁻² · kg ⁻¹ · s ³ · A ²
전하량, 전기량	C	s · A	s · A
전기용량	F	C/V	m ⁻² · kg ⁻¹ · s ⁴ · A ²
전기저항	Ω	V/A	m ² · kg · s ⁻³ · A ⁻²
점성도	Pa · s	-	m ⁻¹ · kg · s ⁻¹
비열, 비엔트로피	J/(kg · K)	-	m ² · s ⁻² · K ⁻¹
비에너지	J/kg	-	m ² · s ⁻²
열전도도	W/(m · K)	-	m · kg · s ⁻³ · K ⁻¹

*줄(J) 대신, N · m 혹은 kg · m² · s⁻²가 사용될 수 있다.

일반적으로 사용되었던 단위 중 사용할 수 없게 된 단위

- 1) 중량킬로그램(kg_f) : 1 kg_f → 9.80665 N
- 2) 칼로리(cal) : 1 cal → 4.1868 J
- 3) 마이크론(μ) : 1 μ은 10⁻³ mm로 길이의 단위였음.
SI 단위에서 μ는 10⁻⁶으로 접두어의 하나인 마이크로임.
즉, 10⁻⁶ m = 1 μm
- 4) 포아즈(P) : 1 P → 0.1 Pa · s
- 5) 스토크(St) : 1 St → 1 cm²/s = 10⁻⁴ m²/s
- 6) 그 외 : 물리학에서 공부했던 에르그(1 erg = 10⁻⁷ J), 다인(1 dyn = 10⁻⁵ N) 등도 SI 단위에서는 사용할 수 없다.

결론

일상생활에서 실용단위가 바뀌면 대단히 큰 혼돈이 생기게 된다. 특히 우리가 오랫동안 사용하여 익숙해져 있는 미터단위계를 국제단위계(SI 단위)로 바꾸려면 모든 기술자들은 많은 어려움을 겪을 수 밖에 없다. 그러나 최근 전세계가 하나의 단위체제로 통일하려는 국제화에 부응하고 그 동안 여러 종류의 단위를 혼용하였던 우리의 단위체계를 국제단위계로 재정립하는 기호로 삼기 위해 SI 단위계에 대해 충분히 이해해야 할 것이다.

참고문헌

1. 국제단위계(제7개정판) : BIPM
2. 2001년도 하계학술발표회 논문집 : 대한설비공학회

스파이렉스스코에서는 이번호부터 SI 단위를 사용하였습니다.

최근 스파이렉스사코에서는 ...

■ 제5회 한국 냉동·공조·설비 기자재 전시회(HARFKO 2001) 출품

한국스파이렉스사코는 지난 7월 12일부터 15일까지 5일간 코엑스(COEX) 인도양관에서 개최된 제5회 한국 냉동·공조·설비 기자재전에 증기 및 수배관 관련한 기자재 약 200여 점을 가지고 참가하였습니다. 대한설비공학회 창립 30주년 기념행사의 일환으로 개최된 이번 전시회에서는 약 2000여 명 이상의 고객 여러분들이 당사 부스를 방문하였습니다. 당사는 이번 전시회에서 기존 공급하는 증기시스템 관련제품 뿐 아니라 수배관 시스템에 대한 실연 제품을 전시하여 방문하신 고객분들이 밸런싱밸브, 차압밸브 등이 펌프의 운전 에 따라 실제 작동하는 모습을 눈으로 직접 확인할 수 있었습니다.

특히, 최근 개발하여 공급을 시작한 지역난방용 열교환 패키지인 CompacHeat 중온수 열교환 시스템이 소개되어 많은 고객분들이 관심을 갖고 관람과 질문을 하였습니다.

이에 지면을 통해 바쁘신 가운데 방문하시어 성황리에 마칠 수 있도록 자리를 빛내 주신 모든 고객 여러분께 다시 한번 감사의 말씀을 드립니다.



■ “냉난방 수배관 시스템 엔지니어링 핸드북” 발간

한국스파이렉스사코는 그동안 증기시스템 분야에서 축적된 기술과 아울러 수배관 분야인 Hydronic(냉난방 순환배

관)시스템에서도 보다 차원 높은 엔지니어링 서비스를 고객 여러분들께 제공하기 위해 여러 엔지니어의 검토를 거쳐 “냉난방 수배관 시스템 엔지니어링 핸드북”을 발간하였으며 이를 기념하기 위하여 지난 7월 12일 삼성동 인터컨티넨탈 호텔에서 업계 및 학계의 원로분들을 포함한 130여분을 모시고 조출한 출판 기념회를 가졌습니다. 이번에 발간된 “냉난방 수배관 시스템 엔지니어링 핸드북” 발간을 위해 설계와 시공분야 및 학계에서 감수를 해주신 분들께 감사드립니다. 아무쪼록 “냉난방 수배관 시스템 엔지니어링 핸드북”이 국내 기계 및 건축설비업계에 종사하는 모든 기술자들에게 증기시스템 뿐 아니라 수배관 시스템 분야에서도 에너지 절약을 위한 기술자료로서 최대한 활용되기를 기대합니다.

■ 2001년도 하반기 증기실무연수교육 (SUMC) 일정 안내

고객여러분께 보다 쾌적하고 안락한 환경에서 양질의 교육을 제공하기 위해 항상 노력하는 한국스파이렉스사코의 증기실무연수교육이 남은 하반기 동안 아래와 같은 일정으로 실시될 예정입니다.

최신의 교육 보조기자재를 갖춘 제1(Dream room), 2(Future room)강의실 및 기존 면적의 2배로 확장시킨 넓고 쾌적한 실습실과 다양한 실습장비로 보다 많은 고객 여러분께 양질의 교육을 제공하기 위해 노력하겠습니다. 또한, 고객 여러분의 편의를 위하여 인터넷 접속환경을 갖춘 휴식공간(Cozy corner)이 있어 더욱 다양한 교육의 기회를 편리하게 제공 받으실 수 있을 것입니다.

회 수	일 자	과 정 명	교육비 (VAT 포함)
0110	10. 11(목) ~ 12(금) 1박 2일	자동제어 과정	110,000
0111	10. 18(목) ~ 19(금) 1박 2일	일반A 과정	110,000
0112	10. 24(수) ~ 26(금) 2박 3일	일반B 과정	198,000
0113	11. 01(목) ~ 02(금) 1박 2일	정비 과정	110,000
0114	11. 07(수) ~ 09(금) 2박 3일	일반B 과정	198,000

* 일반 B과정은 증기시스템 관련과정(일반 A)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 있으나 원하시는 일정에 신청하여 주시기 바랍니다.
3) 정규과정 이외에 고객의 요청에 따라 단위회사별 별도로 기획하는 특별과정도 실시 하오니 담당 영업사원에게 문의하여 주시기 바랍니다.

증기 및 유체제어 전문가

spirax/sarco

- 보일러컨트롤시스템 ●밸브조립시스템 ●감 압 시 스템
- 가 습 시 스템 ●자동제어시스템 ●안 전 밸 브
- 스 팀 트 랩 핑 ●체 크 밸 브 ●유량측정시스템
- 온도조절시스템 ●후 래 슈 베 셸 ●순간온수가열기
- 기 수 분 리 기 ●응축수회수시스템 ●에 어 벤 트
- 자동밸런싱밸브 ●차 압 밸 브 ●펌프프론트밸브

한국스파이렉스사코(주) <http://www.spirax-sarco.co.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 366-6232
- 부산영업소 : 부산광역시 금정구 부곡2동 297-2(원진빌딩 5층) TEL : (051)517-5755, FAX 517-5766
- 울산영업소 : 울산광역시 남구 신정1동 576-16(원산빌딩 201호) TEL : (052)258-5744, FAX 274-3942
- 대전영업소 : 대전광역시 동구 가양동 426-4(대웅제약빌딩 6층) TEL : (042)636-4342, FAX 636-4344
- 전주영업소 : 전북 전주시 완산구 서신동 780(태양빌딩 8층) TEL : (063)272-6670, FAX 272-6671
- 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 가경동 1046(오성빌딩 3층) TEL : (043)268-8040, FAX 268-8044