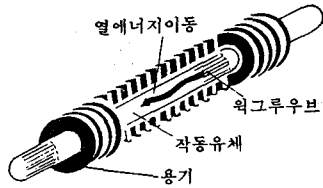


Z-파이프특성과 에너지절약 및 환경보전 기여효과

송원홍 / 대열에너지(주) 기획실장

2. Heat 파이프의 구조



히트파이프는 <그림 2>에 나타난 바와 같이 용기, 웍, 작동유체의 3요소로 되어있다.

중력상태에 있어서는 웍의 효과가 적기 때문에 <그림 3>에 나타난 바와 같은 그루우브가 일반적으로 사용되고 있다.

용기는 관 또는 유체 유로를 갖고 있는 평판이 사용된다. 어떠한 경우도 폐회로이고 밀봉되어 있으며 용기내에는 특별한 용도를 제외하고 작동유체의 성분이 100%로 되도록 불활성 성분을 제거하고 있다. 허용 불활성 성분은 1 μ m이하로 되도록 봉입되어 있다. 용기 내면은 항상 작동유체와 접하고 있고 용기재질과 작동유체가 반응하여 수소가스, 염산가스등을 발생하지 않는 재질을 사용하지 않으면 안된다.

<표 1> 히트 파이프 열교환기의 작동유체의 종류

작 동 유 체		실용온도범위(°C)	용 기 재 질
특정프레온	R 11	20~110	알루미늄
	R 12	-30~50	스텐레스
	R 113	40~140	철
	R 114	0~80	
	R 22	-40~30	
대체프레온	R 123	0~110	
	R 123a	-30~60	
물		40~230	동, 니켈
내 열 유		200~330	철, 스텐레스

예를 들면 내면을 처리할 스텐레스강과 물과는 동상의 열교환기로서는 전혀 문제가 없지만 히트파이프로 하면 수백시간내에 불활성 가스가 발생하여 용기내에 축적되고 운전상태에 의해서는 1,000시간 정도부터 열교환기의 성능저하가 발생한다. <표 1>에 용기내면의 재질과 작동액의 적합성을 나타내었다. 또 실용가능온도도 표시되었다.

응축된 작동유체는 심지의 도움없이도 관의 면을 따라 중력에 의하여 하부로 되돌아 올 수 있는데 이러한 작동상태를 열 사이폰이라 부르고 있다.

심지는 일반적으로 스텐레스, 철등 다른 재질의 금속망으로 사용된다. 작동유체의 원활한 순환을 위하여 여러가지의 제작방법이 동원되며 작동유체의 순환을 심지 주변의 기체 액체의 표면장력으로 형성되는 모세관 원리에 의하여 이루어지며 이 힘은 액체와 증기의 운동에 소요되는 압력강화를 감당한다.

3. 히트파이프의 물리적 성질과 특징

- 잠열량이 높을 것
- 열전도율이 높을 것
- 표면장력이 높을 것
- 점도가 낮을 것
- 밀도가 클 것
- 적합한 비등점을 가질 것
- 부식성이 없을 것

4. 히트파이프 열전달재료로서의 특징

- 단순한 구조로서 열수송기능
- 높은 효율과 열전도율
- 두열원에서의 열유속장유지
- 항온이나 고정 열유속장유지
- 열이 한쪽 방향으로만 이동하게 할 수 있다.
- 열전달량과 거리를 선택할 수 있다.

이상과 같은 장점은 각종 공업분야에 폭넓게 적용되며 최근에너지 절약에 따른 원가절감이라는 시대적 요청에 따라 이 분야의 기술개발과 공업적 이용이 점차 부상할 것으로 기대한다.

5. 현재 Z-파이프의 구조 및 특성

대열에너지(주)에서 개발한 Z-파이프는 기존 Heat 파이프의 구조상의 워크와 그루우브를 모두 제거한 상태에서 작동유체 성능을 향상시킴으로 인해 더욱 우수한 효과를 얻을 수 있는 획기적인 방법이다.

II. 건물난방에의 응용

1. Z-파이프 난방시스템

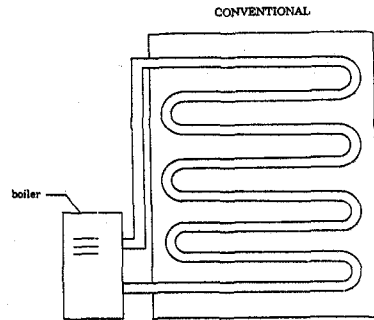
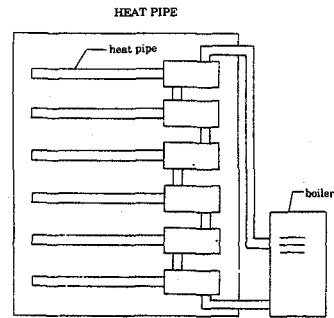
국내의 경우 한옥 및 아파트를 비롯한 가정용 난방시스템은 대체로 온돌식 난방시스템을 채용하고 있으며 동절기 동안 난방을 위하여 많은 에너지 수요가 발생한다.

에너지 자원이 부족한 국내의 사정을 고려할 때 이러한 난방에너지의 이용효율을 극대화할 필요성이 점차 고조되고 있다.

난방하는데 있어서 요구조건은 여러 가지가 있지만 에너지 측면에서 살펴볼 때 운전특성으로서 원하는 난방온도까지 도달하는 시간이 짧아야하고 일정한 시간동안 난방을 할 경우 그 기간동안 투입되는 에너지가 가능한한 적어야 한다.

이와 같은 관점에서 온돌식 난방 시스템에서는 열교환기의 역할을 하는 동관등과 같은 전열관이 방바닥에 균일하게 분포되어 있고 보일러 등과 같은 가열기로부터 열을 받아 일정온도가 된 온수(혹은 증기)가 방바닥의 전열관을 통과하면서 난방을 하게 된다.

Z-파이프를 이용한 온돌식 난방시스템도 난



방방식에 있어서는 기존의 방식과 이론적으로는 동일하지만 <그림 4>에서 보는 바와 같이 방바닥에 매설되는 열교환기로서의 전열관이 구조면에서 서로 다르다.

Heat 파이프를 이용한 온돌식 난방시스템에서는 온수가 통과하는 전열관의 길이가 기존 방식에 비하여 짧고, 이 전열관이 앞에서 언급한 매우 높은 전열성능의 Z-파이프가 부착되어 방바닥에 균일하게 분포하고 있으며, 이 Z-파이프는 균일하게 난방을 하여주는 방열핀의 역할을 하게 된다. Z-파이프 작동유체의 순환은 매우 빠르게 진행되며 이로 인하여 Z-파이프의 열전도 성능이 매우 높게 된다.

Z-파이프의 작동특성을 이용한 온돌식 난방시스템은 전열관의 길이가 기존의 방식에 비하여 매우 짧기 때문에 시스템내의 물의 양 즉 관

수량이 기존방식에 비하여 1/2정도밖에 되지 않는다.

이로 인하여 기존 온돌식 난방시스템에 비하여 Z-파이프를 이용한 온돌식 난방시스템은 같은 보일러 용량의 경우 난방 개시후 응답특성이 우수하고 또한 하루중 일시만 난방을 하는 경우 에너지의 효율적 이용측면에서 상당한 이점이 있다. 즉 Z-파이프의 경우 난방수의 양이 적으므로 난방개시후 실내의 온도상승이 빨라서 난방된 시간이 길어지며 또 외출등으로 난방을 중지하는 경우 이미 가열된 난방수가 가진 엔탈피를 허비하는 결과가 되므로 에너지 절약측면에서 기존방식에 비하여 Z-파이프 방식이 유리할 것이다. 같은 보일러 용량의 경우 기존 난방시스템에 비하여 Z-파이프 방식을 이용한 온돌식 난방시스템은 같은 보일러 용량의 경우 하루 총 8시간 내지 12시간 난방을 기준으로 할 때 약 20% 정도 에너지 절감효과가 나타난다.

2. 에너지 사용의 효율성 검토(기타 금속파이프와의 비교)

2-1 실험장치의 구성 및 측정방법

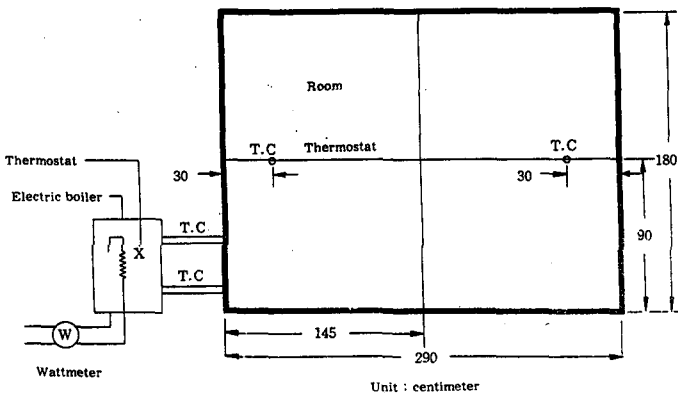
동파이프를 이용한 기존의 온돌식 난방시스템과 Z-파이프를 이용한 온돌식 난방시스템에 대

한 운전특성 및 에너지 소비량을 측정하기 위하여 다음과 같은 실험장치를 구성하였다.

실험장치는 단열처리된 벽을 가진 난방공간과 이 난방공간을 가열하기 위한 보일러 그리고 보일러에서 나온 난방수를 방바닥으로 순환시키기 위한 전열관, 순환펌프 및 난방수와 방안의 온도를 제어하기 위한 ON-OFF 스위치, 온도를 검출하기 위한 열전대 등으로 구성된다. 그리고 방안의 온도를 검출하기 위한 열전대는 방바닥과 천정의 중간위치에 3개를 설치하였으며 <그림 5>는 천정에서 내려다 보았을 때 열전대의 위치를 표시한 것이다. 그리고 보일러 입구와 출구의 온도를 측정하기 위하여 순환수가 보일러로 출입하는 파이프에 구멍을 뚫어서 2개의 열전대를 설치하였다. 두 난방시스템에 설치된 열전대의 수는 각각 5개이다.

실험에 사용된 두 난방공간의 단열처리는 서로 동일하며 그 제원은 가로 2.9m, 세로 1.8m, 높이 2.0m이다. 기존 난방 시스템은 전열관이 동관이고 관수량은 약 12.0kg이며 Z-파이프를 이용한 난방시스템은 스테인레스관(내경20mm)에 Z-파이프(길이 1m, 외경 19mm)가 12개 부착되어 있고 관수량은 약 4.0kg이다. 두 시스템의 보일러는 동일한 용량의 전기식 가열기이고 그 용량은 2.1KW이다. 실험실 대기 온도는 6℃이다.

실험장치는 작동원리를 살펴보면 보일러에서 가열된 온수는 전열관을 통하여 방바닥을 흐르면서 방안으로 열을 전달한 다음 다시 보일러 속으로 들어 오게 된다. 이때 온수는 순환펌프에 의하여 순환하게 된다. 또한 난방 시스템의 제어는 방안의 온도와 방안으로 들어가는 난방수의 온도를 열전대로 감지하여 그 신호를 ON-OFF 제어기를 feed-back하여 보일러를 가열하는 전



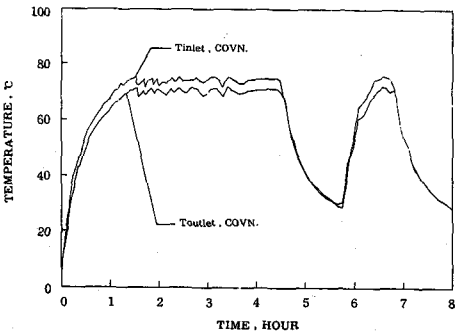
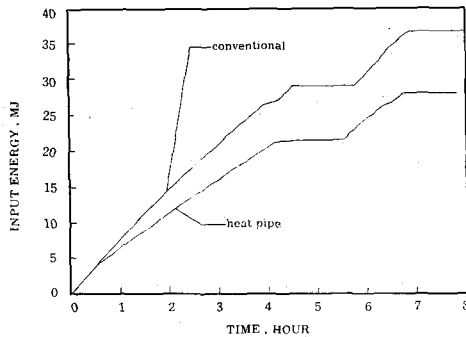
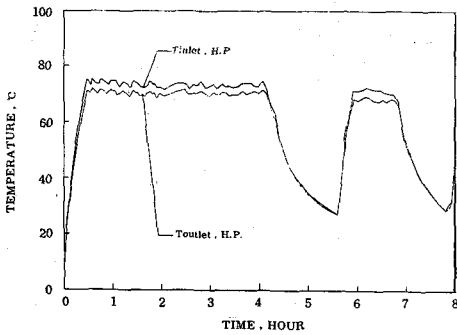
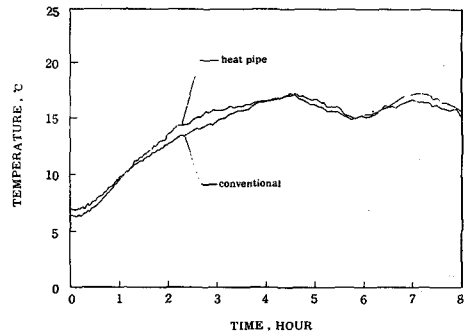
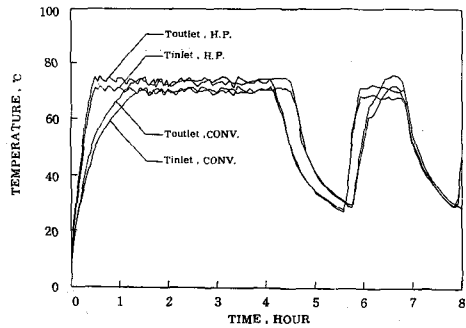
원을 제어함으로써 이루어진다. 따라서 보일러수의 온도와 방안의 온도는 ON-OFF 제어를 통해 제어되어지며 보일러수의 최고 온도는 73°C이고 실내의 최고온도는 17°C정도를 설정하였다.

그리고 온도 및 투입에너지량의 측정은 보일러 작동후 2시간 동안은 2분간격으로 그리고 그 이후에는 5분간격으로 시행되었으며 방안의 온도는 3개의 열전대에서 얻어진 값을 평균하여 도시하였다.

2-2 실험결과와의 해석

〈그림 6〉은 두 난방시스템 즉 동관을 이용한 기존의 난방시스템과 Z-파이프를 이용한 난방시스템에 대하여 보일러 출구 및 입구에서의 난방수의 온도거동을 표시한 것이다.

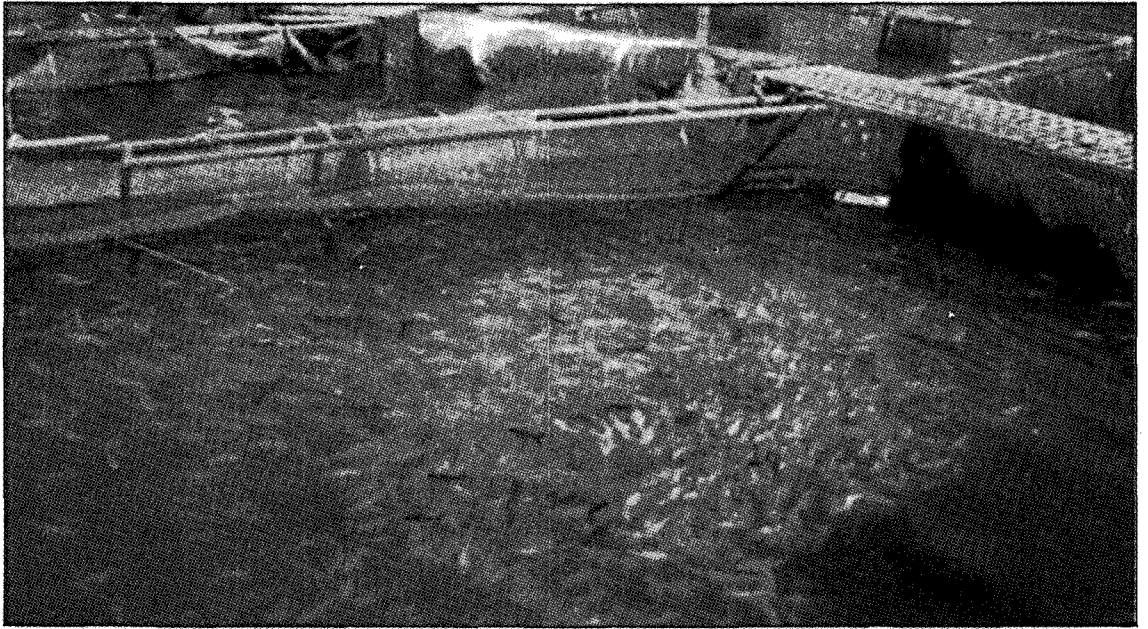
〈그림 7〉은 두 난방시스템의 방안 온도의 거동



을 나타낸다. 즉 방안에 설치한 열전대에서 측정 한 온도가 시간의 경과에 따라서 어떻게 변화하는지 살펴보았다.

그리고 〈그림 8〉은 두 난방시스템의 보일러로 투입된 에너지 양을 나타낸다.

이상의 실험결과로부터 난방시스템의 운전특성과 에너지투입량을 살펴보자. 우선 난방 개시



후 보일러수의 응답특성, 즉 보일러수의 온도가 설정상한온도에 도달하는데 걸리는 시간을 <그림 6>에서 살펴보면 기존시스템은 90분정도인데 비해 Z-파이프를 이용한 시스템은 기존의 경우의 1/3인 32분이다. 약간의 시간지연이 있지만 이 기간은 난방시스템이 정상적으로 난방을 시작하는 기간으로 볼 수 있다. 그동안 보일러로의 투입에너지는 기존의 경우 1134KJ이고 Z-파이프를 사용한 경우 3744KJ로서 기존의 1/3정도이다. 이러한 결과들은 주로 두 시스템사이의 관수량 차이에 기인하며 따라서 응답특성면에서 볼 때 Z-파이프를 이용한 시스템이 기존 시스템에 비하여 우수함을 알 수 있다.

보일러수의 온도가 설정 상한온도 부근에서 유지되는 시간(준정상상태 지속시간)은 방의 온도가 설정 상한온도에 도달할 때까지 지속되며, 이 시간동안 보일러로의 에너지 투입은 간헐적으로 이루어진다. 그 이유는 그 시간동안 보일러의 ON-OFF가 보일러수의 온도에 의하여 제어

되기 때문이다.

최초로 보일러수의 온도가 준정상상태(평균 73℃)에 도달하여 그 상태를 지속하는 시간은 기존의 경우는 약 180분 정도이고 Z-파이프의 경우는 약 220분 정도이다. 이후부터 이러한 준정상상태가 주기적으로 나타나는데 그 상태의 지속기간은 최초보다 매우 짧으며, 기존의 경우는 약 35분 정도이고 Z-파이프의 경우는 약 55분 정도이다. 이 기간동안 투입되는 에너지는 두 시스템이 서로 비슷하며, 기존의 경우 약 17496 KJ이고 Z-파이프의 경우 약 17244KJ이다.

준정상상태 이후 방의 온도가 설정 상한온도에 도달하게 되면 보일러로의 에너지 투입이 중단되며, 이에 따라 보일러수에서 방으로 전달된 열량만큼 보일러수의 내부에너지가 감소하게 되고 그 온도도 하강하게 된다. 이 과정은 방의 온도가 설정 상한온도에 도달할 때까지 진행된다. 그 동안 난방 에너지는 보일러수의 내부에너지 감소량이 된다.

그림에서 보는 바와 같이 최초의 보일러수의 온도가 하강하는 기간을 보면, 두 난방 시스템의 온도강하의 구배와 지속기간이 서로 비슷하다는 것을 알 수 있다. 이것은 보일러수가 설정온도에 도달한 후 에너지 투입이 없이 난방을 할 수 있는 능력이 Z-파이프를 이용한 시스템과 기존 시스템이 서로 비슷하다는 것을 의미한다. 내부에 너지의 감소량은 관수량에 크게 의존하므로, 관수량이 많은 기존 시스템이 관수량이 적은 Z-파이프를 이용한 시스템에 비하여 온도 강하의 구배는 작고 지속기간을 길어야 함에도 이러한 결과가 나온 것은 이 과정 동안 보일러수와 방의 온도차에 기인한다.

즉 <그림 6>과 <그림 7>을 면밀하게 살펴보면, 그 과정이 기존의 경우 방의 온도가 상승하는 기간과 하강하는 기간에 걸쳐서 이루어짐을 알 수 있다. 이에 따라 Z-파이프의 경우가 기존의 경우에 비하여 온도차가 작게 되기 때문이다.

두번째의 보일러수의 온도가 하강하는 기간을 보면, 이 기간은 두 시스템이 모두 방의 온도가 거의 동일한 최고온도에 도달하였을 때 시작하므로, 기존의 경우가 Z-파이프의 경우에 비하여 온도강하의 구배는 작고 지속시간은 길며, 그 지속시간은 기존의 경우 약 75분이고 Z-파이프의 경우 약 60분이다.

방의 온도가 설정 하한온도에 도달하게 되면 보일러로의 에너지 투입이 다시 시작되며, 이에 따라 보일러수와 방의 온도가 상승하게 된다. 이 과정은 보일러수의 온도가 설정 상한온도에 도달할 때까지 진행된다. 그 동안 투입된 에너지는 보일러수의 온도 상승구배와 지속기간으로 표시되며, 그것은 보일러수의 관수량에 크게 의존한다.

그림에서 보는 바와 같이 Z-파이프를 이용한 난방시스템이 기존 난방시스템에 비하여 온도상승의 구배가 크고 지속기간은 짧다는 것을 알 수

있다. 이것은 보일러수가 설정 상한온도에 도달할 때까지 에너지 투입이 Z-파이프를 이용한 시스템이 기존 난방방식에 비하여 적다는 것을 의미하며, 이는 Z-파이프를 이용한 시스템의 관수량이 적은 데 기인한다.

이러한 과정들은 방의 온도가 설정 상한온도에 최초로 도달한 이후부터 주기적으로 반복되며 난방시스템이 정상적 난방상태에 도달하였다고 볼 수 있다. 운전특성으로 주기는 관수량이 클수록 길어지고 온도 상승구배 및 하강구배는 완만해진다. 투입에너지 측면에서 주기적으로 반복되는 이러한 과정은 <그림 8>에서 보듯이 기존 시스템과 Z-파이프를 이용한 시스템 사이에 큰 차이가 없음을 알 수 있다.

방의 온도거동을 <그림 6>에서 살펴보면 전체적으로 볼 때 Z-파이프의 경우가 기존에 비하여 방의 온도가 높게 유지되고 난방 개시 후 15℃에 도달하는 시간은 Z-파이프의 경우가 기존의 경우에 비하여 약 30분 정도 빠르다. 그러나 방의 온도가 난방개시후 설정 상한온도에 도달한 시간은 두 시스템이 약 500분 정도로 서로 비슷하다. 그 동안 투입된 에너지는 기존의 경우 28800KJ이고, Z-파이프의 경우 약 21200KJ이며, Z-파이프의 경우 투입에너지가 약 26% 정도 적다. 방의 온도가 설정 상한온도에 도달한 이후부터 두 시스템의 그 온도는 약간의 시간차를 두고 설정 상한온도 및 하한온도 사이에서 주기적으로 반복되고 있으며, 방의 온도의 주기는 약 120분 정도이다. 본 실험의 경우 방의 온도가 난방 개시 후 설정상한 온도에 도달하는 시간이 비교적 긴 것은 실험에 사용된 방의 외벽 등의 단열정도가 양호하지 못한 데에 기인하는 것으로 생각된다.

투입에너지를 나타낸 <그림 8>을 보면 구배가 있는 부분은 보일러로의 에너지 투입이 있는 부분이고 구배가 없이 평평한 부분은 에너지 투입

이 없는 부분이다. 기존의 경우가 Z-파이프의 경우에 비하여 투입되는 에너지 양이 많으며 두 시스템 사이에 투입에너지 양의 차이는 에너지 투입이 있는 부분에서의 구배의 차이에 주로 기인함을 알 수 있다. 이것은 두 시스템 사이의 관수량의 차이에 근거한다. 8시간 가동할 경우, Z-파이프의 경우 기존의 경우에 비하여 약 30% 정도의 에너지 투입이 적다. 8시간 동안 난방한 후 난방시스템의 가동을 중지하는 경우, 그때 고온의 보일러수가 가지고 있는 에너지가 난방을 하는데 이용된다면 Z-파이프경우가 기존의 경우에 비하여 절감되는 에너지는 30%보다 작은 값이 될 것이다.

이상의 실험결과들을 근거로 하여 Z-파이프를 이용한 난방시스템과 금속관을 사용한 기존의 난방시스템을 비교하여 보면 응답특성면에서 Z-파이프의 경우가 기존의 경우에 비하여 우수하다.

이것은 보일러수 및 방의 온도가 설정온도에 도달하는 시간이 짧고 그동안 투입되는 에너지의 양도 적다는 것을 의미한다. 또한 이것은 난방되는 시간이 길어진다는 것도 포함된다. 그리고 에너지 사용측면에서도 Z-파이프의 경우가 기존의 경우에 비하여 우수하다. 이것은 주로 과도기간중 보일러수의 온도가 설정 하한온도에서 설정 상한온도로 올라갈 동안 투입되는 에너지 량에 기인하는 것으로 Z-파이프의 경우가 기존의 경우에 비하여 그 양이 적다.

III. Z-파이프의 특성

1. Z-파이프의 구조

가) 재 료 : SUS304 : 27종
 스테인레스강 $\phi 19.05\text{m/m}$
 SR 19

강관 $\phi 15.88\text{m/m}$, 강관 $\phi 19.05\text{m/m}$
 나) 두께 : 일반용 0.6T
 심야전기용 0.8T
 고 열 용 1.2T
 다) 길이 : (기본제작)
 1m, 1.5m, 2.0m, 2.5m 4가지
 라) 형태 : 기본 직관으로 제작(주문에 의해 가공 가능함)
 마) 내부 : 특수열전도체 장입 마이너스 기압(진공)
 바) 외부 : 파이프 양끝은 특수 공업에 의한 알콘용접으로 밀폐
 사) 열전도액 : 무독, 무취, 무해, 소손불변, 질량불변의 액

2. Z-파이프의 경계성

가. 고열 출력 장기축적방법에 의한 방식으로 일반 난방에 비하여 파이프내에 물을 순환시키지 않는 시스템으로 관수량이 적으므로 보일러 용량을 1/7정도 줄여도 되고 연료비 또한 20~30% 정도 대폭 절감할 수 있다.

나. 동파이프나 기타 파이프는 시공후 6개월 정도 경과시 스케일이 발생하며 1mm발생시 난방효과는 12~15%정도 감소하지만 Z-파이프 사용할때 스케일 및 부식이 발생하지 않으므로 열전도가 사용기간에 관계없이 일정하다.

다. 동파이프나 기타 파이프는 2~10년 경과 후 배관파이프를 교체하는 공사를 발생케하지만 Z-파이프는 수명이 반영구적이며 건물수명과 같아 건축폐기물이 발생하지 않는 환경친화적 제품이다.

라. 조립식 배관이므로 시공이 간편하여 기존 동관이나 엑셀관에 비하여 숙련공이 아니더라도 누구나 손쉽게 시공할 수 있어 인건비가 절약되고 공사기간이 단축된다.

3. Z-파이프의 용도

가. 난방용 : 가정용, 공업용, 산업용 등 용도무관, 모든 난방시설을 필요로 하는 곳.

나. 온풍기 : 연소과정이 없으므로 산소결핍과정이 없어 쾌적한 실내로 유지하며 환풍이 필요없음. (연회장, 강당, 극장, 대형식당)

다. 방열기 : 원적외선을 방출하는 열기를 필요에 의한 만큼 배출하며 용도가 다양. (환주로, 실내·외 계단, 주차장 출구, 도로 등 해빙시설)

〈표 2〉 보일러 종류별 연료비 산출비교표

평형	구분	월간 량비	일일연료 소모량	시간별연료소모 (1시간사용기준)	제트파이프사공시	
					월간량비 절감	년차별 연료비 절감액(만원)
30평형 기준	석유보일러 (20,000kcal)	201,135원	194ℓ	19ℓ	70,397원	1년:844,764.2년:1,689,528 3년:2,534,282
	가스보일러 (20,000kcal)	109,000원	167ℓ	17ℓ	38,150원	1년:457,800.2년:915,600 3년:1,373,400
	제트석유보일러 (13,000kcal)	130,738원	126ℓ	13ℓ	-	-

라. 산업용건조기 : 원적외선이 건조물을 투과하여 건조하므로 내부나 표면이 균등하게 건조되며 빛깔과 특성이 변하지 않음.

마. 열교환기 : 부동 작업기에서 자연 발생적으로 나오는 유휴유 및 냉각수의 열을 재사용하는 곳에서 사용.

IV. 에너지 소비절약과 환경문제

앞에서 Z-파이프를 이용한 온돌식 난방시스템의 에너지 사용특성을 실험적으로 운전특성을 해석하여 응답특성과 에너지 사용의 효율성 등을 비교하였다. 이를 통하여 동관 등을 사용하는 기존 온돌식 난방 시스템에 비하여 Z-파이프를 이용한 난방시스템은 전열매체로서의 관수량이 상대적으로 적으므로 같은 보일러 용량의 경우 난방 개시 후 응답특성이 월등하고 또 이로 인하여 하루중 일시만 난방하는 경우 에너지의 효율적 이용 측면에서 상당한 이점이 있는 것으로 나타났다.

즉 Z-파이프의 경우 관수량이 적으므로 난방 개시후 실내의 온도상승이 빨라서 난방된 시간이 길어지며, 또 출근 등으로 난방을 매일 중지하는 경우 이미 데워진 난방수가 가진 엔탈피를 허비하는 결과가 되므로 하루 8시간 난방을 기준으로 할 때 약 20%정도의 에너지 절감효과가 나타남을 확인하였다.

이와 같은 에너지 절약기술은 그 경제성 뿐만 아니라 최근 에너지 소비증가에 의해 늘어가는 대기오염, 오폐수 배출증가 등의 환경문제에 효과적으로 대처할 수 있는 방안을 제시한다고 판단된다.

환경오염은 대기오염 및 오폐수배출 등으로 나누며 대기오염은 이산화탄소, 아황산가스, 질소산화물 등에 의한 대기오염과 산성비 등을 들 수 있는데, 단순 내핍성 에너지 절약과 함께 에너지 이용 효율을 높임으로써 그 배출량을 줄일 수 있다고 할 수 있다.

외국에서는 에너지 절약의 총아로 불리우는 Heat 파이프를 이용한 산업용 제품이 다양하다. 국내에서도 사용이 예상되는 분야를 살펴보면 다음과 같다.

- 각종 공정의 열교환
- 각종 건조기
- 공기 예열기
- 금형냉각
- 태양열 집열기
- 각종 원동기 냉각
- 전기부품냉각
- 공업용로
- 공냉식 응축기
- 건물배기열 회수
- 히트파이프 냉동기
- 각종 기계 예열
- 가정용 히터

이와같이 많은 분야에 걸쳐 첨단열기기의 역할과 에너지 절감의 소재로서 기술개발과 공업적 이용이 점차 부상할 것으로 기대된다.

- 가정용 히터

이와같이 많은 분야에 걸쳐 첨단열기기의 역할과 에너지 절감의 소재로서 기술개발과 공업적 이용이 점차 부상할 것으로 기대된다. ☉