

매트용 냉난방 시스템 개발

조 현 섭

청운대학교 디지털방송공학과

e-mail : chohs@chungwoon.ac.kr

Development of Cooling and Heating System for Matt

Hyun-Seob Cho

Dept of Digital Broadcast Engineering Chungwoon University

Abstract This study developed matt used by thermoelectric device to use both cooling and heating. To develop this system, heating system used sheath heater and cooling system used thermoelectric device. A Flow of water controlled by a capillary tube system made by polymethyl. Results by this system very lowered spending of energy.

1. 서 론

현행 대부분의 매트나 돌침대는 매트나 침대 밑으로 열선이 들어가는 열선방식으로 이 열선에서 자계(자기장)가 발생하고 있으며 전원이 연결되어있지 않아도 발생할 수 있는 여건을 갖추고 있다. 이러한 전자파를 차단하기 위해 이불이나 요등을 다시 깔고 사용하거나 전자파 차단패드를 사용하여 이중으로 전자파를 차단하고 있다. 이러한 전자파 차단방법은 근본적인 해결이 아닌 임시방편에 지나지 않으며 근본적인 차단을 위해서는 열선을 제거해야하는 맹점을 지니고 있다. 이것을 해결하기 위해 근래에 열매체를 물을 이용하여 사용하는 방식이 대두되고 있으며 물 이동통로로는 굵기가 일정한 액셀파이프를 이용하고 있는 실정이며, 아직 냉·난방 기능을 갖추고 있는 시스템은 생산되지 않고 있다.

또한 이 난방 배관시스템은 관 굵기가 크고 일정한 액셀파이프를 이용하여 바닥에 일정한 간격을 유지하면서 설치하는데, 이러한 방식은 파이프와 파이프 사이 간격이 넓은 편이라 초기 온도의 상승이 느리고 부분적인 열방사가 일어나며, 보일러에서 나온 난방수가 순환될수록 온도가 떨어져 전체적으로 균일한 난방이 어렵기 때문에 사용되는 물의 양이 많아 난방 온도 상승을 위해 초기에 많은 에너지를 소

비하는 단점이 있다. 이러한 난방 배관 시스템을 개선하기 위해서는 모세관 형태로 배관을 제작하여 열 전달 매체의 양을 줄여서 열 이용효율을 높임과 동시에 단위 면적당 흡열면적 및 방열효율을 높이는 방법이 있다. 특히 난방 배관 시스템에서 응용이 가능함에 불구하고 국내에서는 이러한 세관들의 제작이 어려워 응용되지 못하지만 독일에서는 이미 시판에 들어가 있는 실정이다.

이러한 방식에 착안하여 난방 배관 시스템에 폴리프로필렌이라는 재질을 이용·제작하여 주관 하나에 많은 모세관을 매트에 설치해 단위면적당 많은 모세관이 지나도록 하여 방열 효율을 높임과 동시에 동일한 면적에 사용되는 다른 액셀보다 모세관에 들어가는 물의 양을 줄여 적은 연료로 빠른 온도 상승효과를 꾀하였고, 열원인 물의 온도를 높이는 소형보일러에 난방 기능을 추가해 냉·난방 열교환기를 개발하여 계절적 특성을 지닌 매트를 사계절 에너지 절약형 냉·난방 매트를 개발하고자 한다.

2. 개발 내용

2.1 고효율 씨즈 히터 형상 설계

씨즈 히터는 금속파이프 속에 코일장의 발열체를

고도의 전기 절연성과 열전도성을 가지는 내열 절연체를 충전 봉입하여 금속파이프와 절연체 발열선을 일체적으로 구성하고 금속파이프 양단에 단자부로 구성된다.

구조는 충전에 의하여 금속파이프가 발열하는 시즈 히터는 진동, 충격등 기계적 강도가 뛰어나고 고도의 열효율과 고온다습한 곳에서도 절연 저하가 일어나지 않는 등 기계적, 전기적, 열적등 우수성을 갖춘 발열체로 여러 형태의 가공이 가능하므로 많은 용도에 대응하는 발열체 형태나 형상으로 가공 제작할 수 있는 폭넓은 용도성을 갖고 있습니다.

공기가열 (Air , Gases), 액체가열 (water, oil) , 고체가열 (CH , AL, Fe)및 기타 직접 가열방식으로 튜브의 재질 열선 재질, 절연체의 구성에 따라 고온에서 저온으로 가열하는 곳에 광범위하게 사용된다.

2.1.1 제작 및 실험 결과

씨즈 히터의 위와 같은 특성과 함께 피가열체의 유동 특성 및 체적에 따른 히터의 용량과 효율을 고려하여 제작하여 실험한 결과는 다음과 같다.

히터의 용량을 작게 유지하면서 물의 승온 온도를 좀더 효율적으로 올리기 위하여 씨즈 히터의 모양은 그림 1과 같이 둥근 형태로 트위스트 모양으로 설계 제작하였다. 이는 직선형이나 U자형으로 제작하는 것보다 같은 용량으로 물의 접촉하는 표면적을 집중적으로 열에너지를 전달하기 위한 것이다.

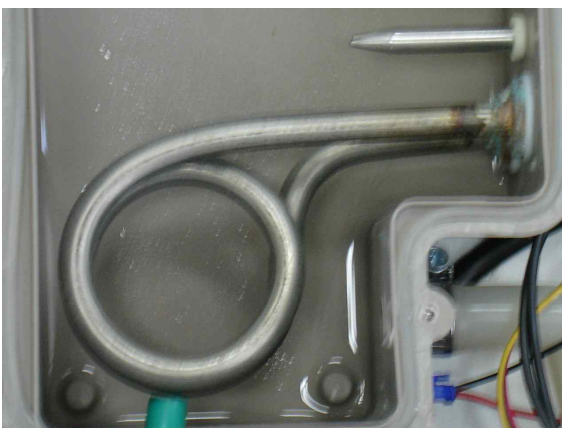


그림 1. 씨즈 히터의 형상

그림 2에 보여지듯이 물의 흡입과 배출구의 위치에 씨즈 히터를 위치하여 물의 유입과 유출시 열에너지를 집중적으로 방사하여 물 온도제어를 효율적으로 이용하도록 설계·제작하였다.

그림 2와 같이 제작된 물탱크를 이용하여 실험한

결과 그림 3과 같은 결과를 획득하였다. 여기서 실험은 최고 50℃이상 상승하지 못하도록 설정하고, 시간에 따른 온도 변화를 체크하였다. 그림 3에 보이듯이 초기에는 물의 순환에 의해 승온하는 것이 약간 떨어지는 느낌이 있으나 그 후로는 점차적으로 승온하는 형태를 나타내었고, 어느 온도 이상에서는 항온을 유지하는 것을 볼 수 있다.



그림 2. 물 탱크 형태와 씨즈 히터 위치

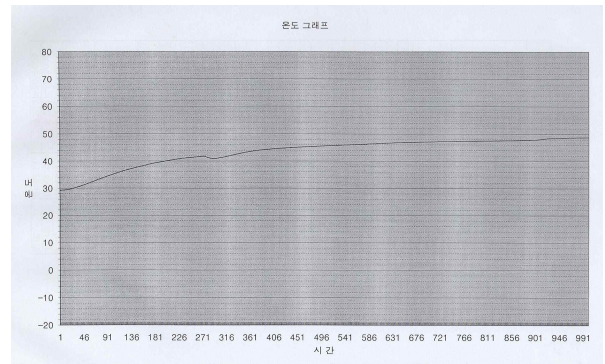


그림 3. 시간에 따른 온도 상승

2.2 고효율 냉방 시스템 개발

냉방 시스템을 구성하는 부품은 크게 열전소자와 방열기로 이루어진다. 이러한 부품에 대한 설계 인자와 관련이론들을 살펴보면 다음과 같다.

2.2.1 관련 이론 및 설계

열전현상(Thermoelectric effect)은 열과 전기사이의 에너지 변환을 의미하며 변환소자의 양단에 온도 차이가 있을 때 소자 내부의 carrier가 이동함으로써 기전력이 발생하는 현상입니다. 열전현상은 1900년도 초부터 연구가 시작되어 구소련의 Ioffe가 약 4%의 변환효율을 얻을 수 있게 연구가 진행되어 현재

약 10%이상의 변환효율을 가지고 있다.

이러한 열전은 양단간의 온도차를 이용하여 기전력을 얻어내는 Seebeck효과, 기전력으로 냉각과 가열을 하는 Peltier효과, 도체의 선상의 온도차에 의해 기전력이 발생하는 Tomson효과로 나눌 수 있으며 재료분자가 핵심기술이나 제품화과정의 시스템기술이 더욱 부각되고 있다.

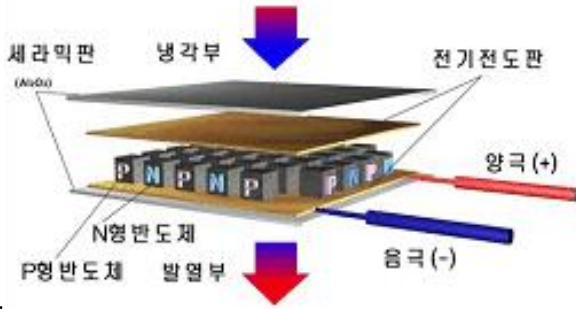


그림 4. 열전 소자 기본 설계 개념도

냉방을 위해 물을 냉각시키기 위한 전체적인 시스템 제어하는 회로도면은 그림 5와 같다.

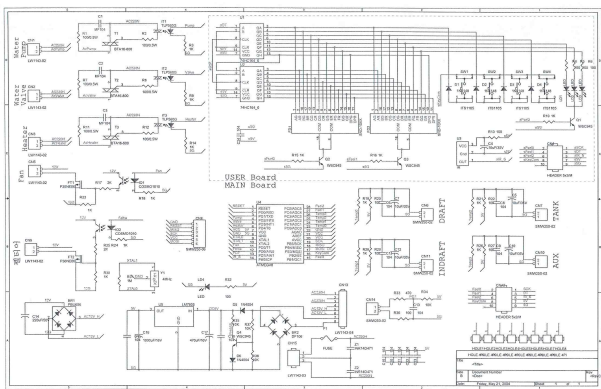


그림 5. 시스템 제어 회로도

제작된 냉각 기능을 갖춘 시스템의 설계도면은 그림 6에 나타내었고, 이를 바탕으로 제작된 제품의 분해도와 냉각팬을 장착한 전체적인 제품에 대해서는 각각 그림 7과 8에 나타내었다.

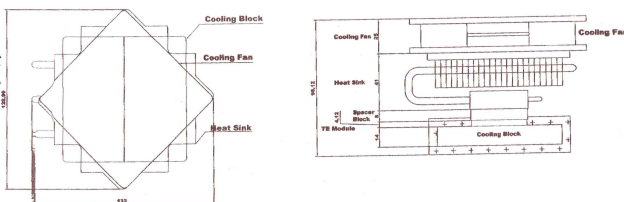
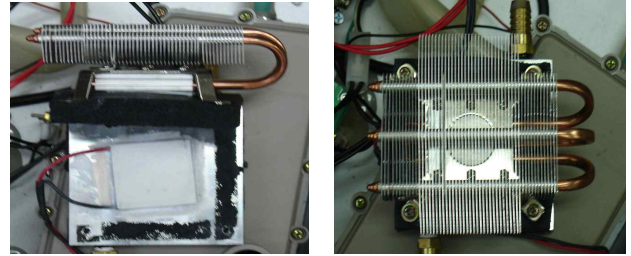


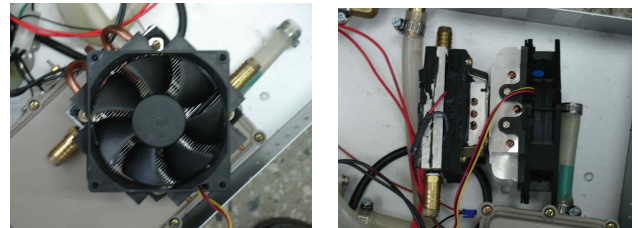
그림 6. 시스템 설계 도면



(a) 시스템 분해도

(b) 시스템 조립도

그림 7. 방열판을 부착한 열전냉각 조립도



(a) 전체 조립 윗면

(b) 전체 조립 옆면

그림 8. 열전냉각 전체 조립도

이렇게 제작한 제품에 대해서 전력을 10분 투입하고, 20분 중지한 후 시간에 따른 물의 온도 냉각 속도에 대해 실험을 통하여 획득한 결과는 그림 9에 나타내었다.

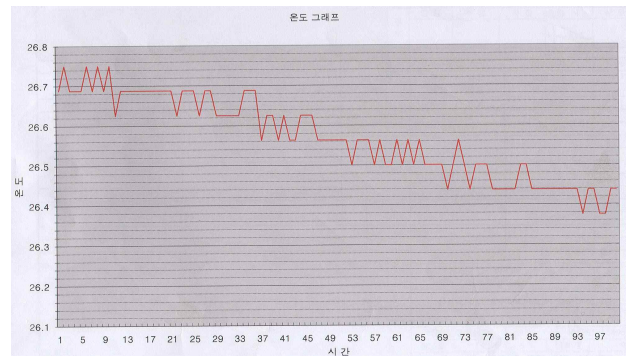


그림 9. 시간에 따른 냉각 온도

그림 9에 나타나듯이 시간이 지남에 따라 온도는 약간씩 떨어지고 있지만 효율 면에서는 약간 떨어지는 현상이 나타나고 있다. 이는 냉각소자의 반대편에서 발생하는 열을 효율적으로 제어하지 못하여 전력을 계속 투입하지 못하고, 투입시간보다 정지시간을 2배 이상 유지함으로써 발생하는 결과로 유추된다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 방열판의 개선과 냉각팬의 개선을 추구하면 더욱 효과적으로 전력을 제어하여 냉각온도를 제어할 수 있을 것으로 사료된다.

3. 결 론

현행 열선이 들어가는 열선방식으로 이 열선에서 자계(자기장)가 발생하고 있으며 전원이 연결되어있지 않아도 발생할 수 있는 여건을 갖추고 있는 모든 매트와 돌침대에 대해 열방사 방식을 매체가 물로 교환함으로써 다음과 같은 효과를 얻을 수 있었다.

1. 전자파 차단 : 근본적인 해결 방법으로 열선을 제거하여 열매체를 물을 이용한 방식으로 전자파를 차단하였다.
2. 씨즈 히터 형상 : 일반적인 씨즈 히터의 형상을 물통의 형상에 따른 효과적으로 사용할 수 있는 기초 데이터를 확보함과 동시에 난방만을 목적으로 제작되어지고 있는 소형 보일러(12평 이하)에 사용할 수 있는 물탱크 설계와 히터의 구조 설계를 확보하였다.
3. 배관설계 : 난방 배관 시스템은 관 굵기가 크고 일정한 엑셀파이프를 이용하여 바닥에 일정한 간격을 유지하면서 설치하는데, 이러한 방식은 파이프와 파이프 사이 간격이 넓은 편이라 초기 온도의 상승이 느리고 부분적인 열방사가 일어나며, 보일러에서 나온 난방수가 순환될수록 온도가 떨어져 전체적으로 균일한 난방이 어렵기 때문에 사용되는 물의 양이 많아 난방 온도 상승을 위해 초기에 많은 에너지를 소비하는 단점이 있다.

이러한 난방 배관 시스템을 개선하기 위해서는 모세관 형태로 배관을 제작하여 열전달 매체의 양을 줄여서 열 이용효율을 높임과 동시에 단위 면적당 흡열 면적 및 방열 효율을 높였다.

또한 폴리프로필렌이라는 재질을 이용·제작하여 주관 하나에 많은 모세관을 매트에 설치해 단위면적당 많은 모세관이 지나도록 하여 방열 효율을 높임과 동시에 동일한 면적에 사용되는 다른 엑셀보다 모세관에 들어가는 물의 양을 줄여 적은 연료로 빠른 온도 상승효과를 얻을 수 있었다.

4. 열전소자 설계 : 냉각 시스템을 설계함에 있어서는 열전소자의 냉각 부분만이 중요한 것이 아니라 발열되는 부분의 온도제어를 얼마나 효과적으로 할 수 있느냐에 따라 냉각 속도 및 온도가 제어되는 필드 경험을 얻을 수 있었다. 또한, 열전모듈용 소자는 열 입력을 크게 하기 위하여 일반적으로 얇은 관상으로 사용하기 때문에 가공시 열전재료의 강도가 요구되는데, 단

결정 열전재료는 기계적으로 취약하기 때문에, 이를 얇은 관상의 소자로 제조시 수율 저하가 가장 큰 문제점으로 대두되고 있는데 수율을 약간 상승할 수 있었다.

5. 순환 펌프 설계 : 소음이 적고 효율을 극대화할 수 있는 시스템을 설계·제작하였다.

참고문헌

[1] 미래 공학도도를 위한 재료과학, 교보문고, 2006, 8, 초판 4쇄
 [2] 방전·고전압공학, 동명사, 1991, 3
 [3] 전극계측기초, 동일출판사, 1995, 2