

원적외선 난방의 이론과 실제(Ⅱ)

—가스 연소용 튜브히터를 중심으로—



글/김영호 <(주)정우하이텍 대표이사>

2. 원적외선 난방의 원리

1) 개요

원적외선이 물체에 닿게되면 원적외선 에너지는 물체표면의 분자들을 반응시켜 열을 발생시키며 발생된 열은 전도(傳導, Conduction)에 의하여 온도가 낮은 쪽으로 이동된다. 따라서 원적외선을 받은 모든 물체는 낮은 온도와 강도의 방대한 복사열원(輻射熱源)이 되어 2차 열전달 즉 대류열을 발생시켜 결국 주위의 증기를 가열시키는 것이다.

두 물체가 근접하고 있으면, 고온의 물체로부터 저온의 물체로 복사열전달이 이루어진다. 열은 항상 고온에서 저온으로 흐르기 때문이다. 그래서 차가운 콘크리트 바닥위에 고온의 원적외선 히터를 설치하면 원적외선 히터는 바닥이 따뜻해질 때까지 열에너지를 전달하게 되며, 바닥의 기계와 장비 또한 바닥과의 접촉에 의한 전도와 직접적인 복사열로 인해 따뜻해진다.

원적외선 난방의 흥미로운 점은 따뜻한 바닥과 기계류로부터 차가운 공기로의 대류 열전달이다. 우리는 따뜻한 공기는 위로 올라가고 차가운 공기는 가라앉는 대류현상을 잘 알고있다. 직접적인 복사열이 적이지 않는 표준의(사람이 숨쉬는) 높이에 온도 조절기를 설

목 차

서 언
제 1 장 원적외선
1. 적외선(赤外線, Infrared Ray)이란 무엇인가
2. 원적외선 난방의 원리
3. 원적외선 히터
4. 원적외선 난방의 장점
제 2 장 원적외선 난방시스템의 설계
제 3 장 원적외선 튜브히터 설치 및 운전
제 4 장 적용사례

치해야 가스연소용 원적외선 히터는 정상적으로 조절된다.

어떤 물체에서 다른 물체로 열전달이 이루어지기 위해서는 온도차가 발생하여야 한다. 따라서 온도조절기에 의해 만족스럽게 실내온도를 올리기 위해서 바닥의 온도는 조절기가 감지하는 실온보다 높아야 한다. 일반적으로 바닥온도는 온도조절기가 감지하는 실온보다 5~10℃ 더 높다.

2) 원적외선 난방의 원리

태양이 있음으로서 지면과 건물의 지붕이나 벽체가 가열되는 이치를 이용하여 원적외선 난방시스템에 대한 원리를 간단히 이해할 수 있다.

〈그림 3〉에서처럼 건물에 태양이 비치면 지붕에 복사열을 주어 건물전체를 가열해주게 된다.

해가 뜨기 시작하면서부터 받은 태양열에 의해 오후 2시경에는 건물벽체의 온도가 최대에 도달한다(냉방 부하 계산시에는 이때의 온도가 사용된다).

〈그림 4〉에서처럼 이 건물의 지붕을 들어냈다면 태양은 지붕 대신 건물내부의 모든 물체에 열을 주어 물체를 가열할 것이다.

그러나 눈이나 비를 가릴 수가 없고 더러운 먼지나 오염물질의 침투를 막을 수 없다는 문제가 있다. 난방의 목적 이외의 관점에서 불가능해진다.

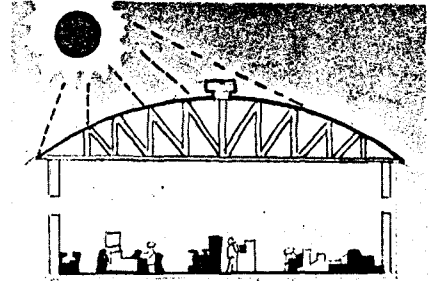
만약 지붕이 그대로 있는 상태에서 〈그림 5〉에서와 같이 태양을 건물내부에 둘 수 있다면, 별도의 난방시스템이 없이도 건물내부의 난방이 가능해질 것이다. 다만 열원의 온도가 너무 높아 원적외선 에너지에 의한 열의 강도가 강하여 사용이 불가능할 뿐이다.

이와 같은 이치로 “태양과 같이 복사열 방출기능을 가진 복사열원(輻射熱源)을 건물내에 설치한다면 태양열을 실내로 가져온 것과 동일한 효과를 얻을 수 있다”는 것이 원적외선 난방의 원리이다(그림 6).

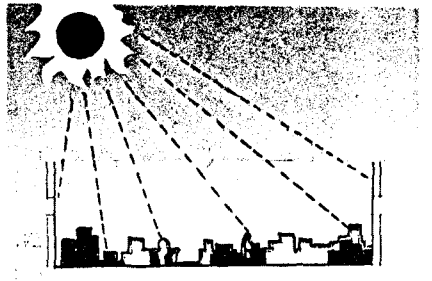
3. 적외선 히터

1) 적외선 히터의 종류

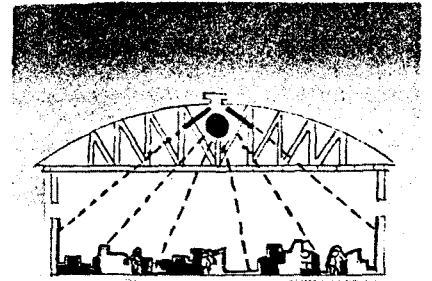
사용하는 연료와 적외선의 종류 및 히터의 형태에 따라 〈표 3〉에서와 같이 분류된다. 그러나 전기용은 가스연소용에 비하여 난방비 부담이 5배 이상이므로



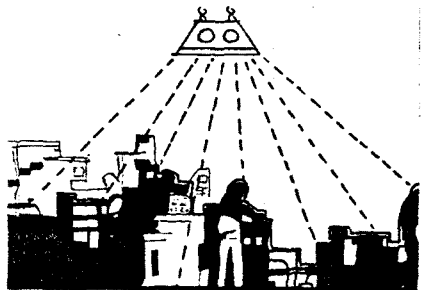
〈그림 3〉



〈그림 4〉



〈그림 5〉



〈그림 6〉

일반적인 용도로의 사용이 불가능하고, 오일 연소용 역시 가스연소용에 비하여 비효율적이므로 가스연소용 기준으로 각각의 특성과 용도를 살펴보면 다음과 같다.

〈표 3〉 적외선 히터의 종류

분 류 기 준	종 류
사용연료에 의한 분류	전기용, 가스연소용, 오일연소용
이용적외선의 종류에 의한 분류	근적외선 히터, 중적외선 히터, 원적외선 히터
히터의 형태에 의한 분류	세라믹(Ceramic) 히터, 튜브히터 Broad-area and floor 히터

(1) 세라믹 히터

방사면(放射面, Fmitter)을 구성하는 재료와 방사 표면의 온도에 의하여 구분된 히터로, 52개의 구멍이 있는 세라믹 판을 적정수량으로 조합하여 방사면을 구성한다. 〈그림 7〉에서와 같이 세라믹 표면에서 가스가 연소되며 발생된 적외선을 난방구역으로 방출하는 구조이다. 방열면 표면온도가 1650~1800°F (900~1000°C) 이므로 중적외선 히터이다.

바람이 있는 장소에서는 불꽃이 날리거나 꺼질 수 있으며, 세라믹 판의 적은 구멍이 먼지나 이물질에 의하여 막힐 수가 있다. 연소가 외부에서 이루어지는 관계상 가연성 물질과의 이격거리가 매우 커서 선택 및

사용상 세심한 주의를 요한다.

(2) 튜브히터

금속제의 튜브내에서 연소가 이루어지며, 고온의 연소가스는 진공상태의 튜브내에서 끌리거나 밀려서 배기되는 구조이다.

제조업체별로 복사율 즉, 방사율을 높이기 위하여 강철을 비롯한 몇몇 재질을 사용하고 있으나, 본 자료는 강철튜브에 알미늄을 특수처리한(Calorized) 제품이 대상이다.

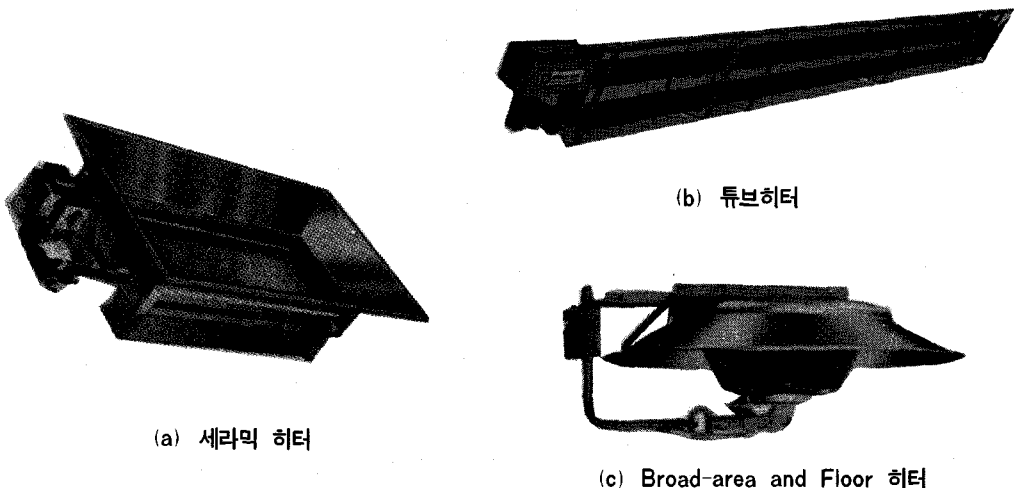
튜브히터는 평균 방사온도가 낮게는 450°F (230°C) 에서 높게는 1100°F (600°C) 로 작동되는 원적외선 히터이다. 연도를 설치하여 배기(排氣, Vent)하는 경우와 연도 없이 실내배기(Unvented) 하는 경우 어느 쪽으로도 사용할 수 있다.

현장에서는 버너와 배기팬만을 조립하는 일체형과 모든 부분을 현장에서 조립하여 사용하는 연속형이 있다.

연소가 튜브내에서 이루어지므로 불꽃이 날리거나 꺼질 염려가 없으며, 가연성 물질과의 최대이격거리가 짧아 공간을 적게 차지하며 설치와 사용이 매우 간편하다.

(3) Broad-area and Floor 히터

넓은 지역의 난방용 히터이다. 내구성을 높이기 위하여 기공이 난 스테인레스강으로 만들어졌다.



〈그림 7〉 적외선 히터의 종류

광역용으로 360°F (180°C) 온도에서 저장도의 열을 방출한다. 방사면은 콘의 형태이며, 방사표면 온도는 1350~1450°F (730~800°C) 정도로 역시 중적외선 히터이다.

2) 적외선 튜브히터의 방사표면 온도

전술한 바와 같이 적외선 중에서도 물체에 잘 흡수되는 파장이 있고, 이 때의 온도를 방사표면 온도로 하였을 때 가장 효율적인 히터가 된다.

〈표 4〉는 튜브히터의 방사표면 온도별 적외선의 파장을 보여주는 것이며, 〈그림 8〉은 온도와 파장을 달리했을 때 적외선 에너지가 흡수되는 정도를 보여주는 것이다.

〈그림 8〉에서처럼 원적외선에 해당하는 파장 2.8~6.2 μm , 방사표면의 온도가 700~200°C 범위에서 콘 크리트에는 가장 최고로 (90% 이상) 복사에너지가 흡수된다.

따라서 방사표면의 온도를 이 범위에 오도록 설계하는 것이 제조상의 노-하우가 된다.

원적외선 튜브(방사면)의 재질로 사용되고 있는 것

〈표 4〉 방사표면 온도별 적외선의 파장

방사표면 온도		파 장	방사표면 온도		파 장
F	C	μm	F	C	μm
100	40	9.33	1000	540	3.58
150	65	8.56	1050	560	3.46
200	90	7.91	1100	590	3.34
250	120	7.36	1150	620	3.24
300	150	6.88	1200	650	3.15
350	180	6.45	1250	680	3.05
400	200	6.08	1300	700	2.96
450	230	5.75	1350	730	2.86
500	260	5.44	1400	760	2.81
550	280	5.17	1450	790	2.73
600	310	4.93	1500	820	2.66
650	340	4.70	1550	840	2.60
700	370	4.50	1600	870	2.53
750	400	4.31	1650	900	2.48
800	430	4.14	1700	930	2.42
850	450	3.98	1750	950	2.36
900	480	3.84	1800	980	2.31
950	510	3.7			

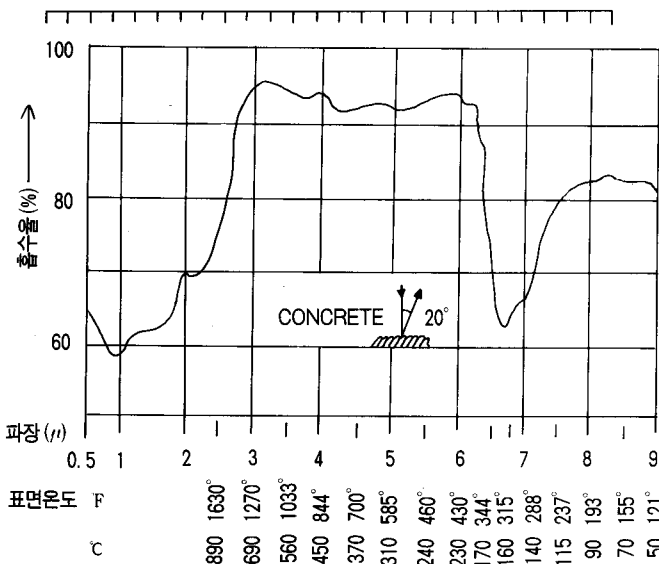
은 여러가지가 있으나 복사율을 최대로 하면서 내식성이 좋아야하는 조건을 충족시킬 수 있는 재질이 가장 우수한 것이다.

〈표 5〉는 국제적으로 사용되고 있는 원적외선 튜브의 재질별 특성을 비교한 것이다.

〈표 5〉의 자료에서와 같이 튜브의 내외면에 아무런 처리가 되지 않은 제품은 선택시 신중을 기할 필요가 있다. 즉 코팅되지 않은 탄소강은 산화에 대한 저항이 낮을 뿐만 아니라 700°F (370°C) 이상으로 급격히 가열된다.

강관내외면에 알미늄을 입힌 다음 고온에서 열처리 (Calorized) 하면 Fe-Al 합금층이 형성되어 최대의 산화 저항을 갖게되므로 1250°F (680°C) 에서도 변화가 없어 고온용으로 적합하다.

특히 Calorized 된 튜브된 현미경으로 볼때 표면이 거칠고 불규칙하



〈그림 8〉 방사표면 온도와 파장변화에 따른 콘크리트의 적외선 에너지 흡수율

廣告



설비 기자재
광고라면

月刊
設備工事

문의 461-4167~9

다. 그러나 이러한 표면이 방사율 (Emissivity) 을 최대한으로 높여주는 것이므로 결과적으로 난방효율을 높이는 것이 된다.

실험결과에 의하면 보통의 강관을 방사표면으로 사용했을 때의 방사율은 20% 정도이나, Calorized 된 강관의 방사율은 최소 80%이었다고 한다.

일반적으로 신품의 금속표면은 방사율이 낮다. 즉, 적외선에 대한 흡수율이 낮고 대부분 반사된다. 그러나 표면을 산화시키거나 조도(粗度)를 높이거나 적외선을 잘 흡수하는 세라믹 재료를 도포하면 적외선에 의한 가열이 가능하게 된다.

잘 연마된 알루미늄은 방사율이 낮고, 적외선을 잘 반사시키므로 튜브히터의 방사판으로 사용되는 것이다.

<표 5> 원적외선 히터에 사용된 튜브재질별 비교

튜브 재 질	복사율(%)	장 단 점
알루미늄 도금 강관 (ALUMINIZED STEEL)	0.25-0.30	* 내식성 양호 * 복사율이 낮음. * 최대작동온도: 1,100F (600C)
알루미늄 도금 후 고온열처리 강관 (CALORIZED-ALUMINIZED STEEL)	0.80-0.86	* 내식성 양호 * 복사율이 높음. * 튜브내부 표면에서의 흡수율이 높음. * 최대작동온도: 1,250F (680C)
열간압연 강관 (HOT-ROLLED STEEL)	0.66	* 부식에 약함. * 복사율이 좋음. * 튜브내부 표면에서의 흡수율이 보통임. * 최대작동온도: 830F (440C)
열간압연 강관 외부에 고품사 페인트 도장 (HOT-ROLLED STEEL COATED ON THE EXTERIOR WITH HIGH EMISSIVE PAINT)	0.66-0.90	* 페인트가 벗겨지지 않는 동안 외부부식은 강하나 내부부식에 약함. * 복사율이 보통임. * 튜브내부 표면에서의 흡수율이 보통임. * 페인트의 벗겨짐과 손상으로 인한 복사율 저하가능 * 최대작동온도: 830F (440C)
스테인레스강관	0.20-0.25	* 내식성 양호 * 복사율이 낮음. * 튜브내부 표면에서의 흡수율이 낮음. * 최대작동온도: 1,240F (670C)

자료) ARMCO RESEARCH & TECHNOLOGY, OHIO, USA.