

# 원적외선 난방의 이론과 실제(Ⅲ)

## —가스 연소용 튜브히터를 중심으로—



글/김영호 <(주)정우하이텍 대표이사>

### 4. 원적외선 난방의 장점

#### 1) 기술적 측면

일반적으로 대류난방 시스템은 열원(熱源), 방열부(放熱部) 및 이들을 연결하는 배관으로 구성된다.

원적외선 히터를 사용하는 복사난방의 경우에는 열원 즉 히터자체가 방열부이므로 대류난방에서와 같이 배관이 불필요하다. 따라서 동일한 규모의 건물을 난방하기 위한 시설공사비가 저렴하다는 이점과, 설치 후 사용하는 과정에서 연료비의 부담이 매우 적다는 소위 경제성 측면에서의 장점을 첫째로 꼽는다. (에너지 절감차원에서의 효과에 대하여는 4장에서 자세하다)

기술적인 측면에서의 장점은 다음과 같다.

(1) 쾌적난방 구간을 직접 가열한다.

일정 지역만을 극소난방(Spot Heating) 할 수 있으며, 여러대를 설치하여 건물 전체를 난방할 수도 있는 확장성을 가진다.

(2) 대량 축열(Thermal Mass Storage)

전술한 바와 같이 원적외선을 받은 모든 물체는 거대한 저온복사 방열체가 되므로, 물체 자체로부터 2차적인 전도와 대류 열전달이 이루어진다. 따라서 출입

## 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

구가 자주 열리더라도 다음과 같은 두가지 경우를 제외하고는 난방회복시간이 대단히 짧다.

① 냉각된 건물에 난방을 시작할 때

② 적외선 히터를 사람이 작업하는 일부분만을 난방하기 위하여 사용되는 경우

(3) 공기의 유동이 없는 난방

대류난방의 경우는 더운 바람을 순환시키기 위하여 송풍기를 사용하므로 공기의 유동이 불가피하다. 따라서 실내의 먼지나 오염물질도 함께 유동하므로 실내 환경이 불결할 수 있다.

그러나 원적외선 히터는 송풍기를 필요로 하지 않으므로 먼지가 날리지 않는 환경을 만들어 준다.

(4) 실내 온도를 균일하게 유지시킨다.

(5) 이전 설치가 용이하다.

적외선 히터를 설치하여 사용하다가 설치장소를 변경하여야 할 필요가 있을 경우에는 히터자체를 쉽게 이전할 수 있다.

(6) 히터의 설치각도를 조절할 수 있다.

원적외선 히터는 수평설치는 물론 45°까지 경사지게 설치할 수 있다.

특히 히터에 각도를 조절할 수 있도록 간단한 레바를 추가하면 원적외선이 방사되는 각도를 임의로 (필요에 따라) 조정하여 난방효과를 높일 수 있다.

(7) 중량이 가볍고 설치가 매우 간편하다.

히터의 중량은 모델에 따라 차이가 있으나 평균 60kg 정도이므로 취급이 용이하고 천정에 매달기가 매우 쉽다.

(8) 지붕이 낮은 창고로부터 층고가 높은 산업용 건물에 이르기까지 모든 형태의 건물에 설치가능하다.

바닥 면적이 넓고 지붕이 낮은 창고(3.5m 이상)로부터 60~90ft(18~27m) 정도로 층고가 높은 산업용 건물에 이르기까지 난방을 필요로 하는 건물이라면 유형에 관계없이 원적외선 튜브히터를 설치할 수가 있다.

이러한 이유로 오래된 보일러 설비와 온풍난방시스템은 훨씬 더 효율적인 원적외선 난방시스템으로 대체되고 있으며 연료소비가 현격하게 절감되는 효과를 보여주고 있다.

(9) 고가의 원재료(판과 대체품)에 발생하는 먼지와 부식을 제거할 수 있다.

원적외선 난방시스템을 설치함으로써 고가의 원료를 노점온도 이상으로 유지시켜 오랜 기간동안 안전하게 보관할 수 있고 정밀기계의 부품, 강철판과 코일제품에 형성되는 녹과 부식으로 매년 손실되는 금액을 절감할 수 있다.

(10) 물방울과 응축현상을 방지시킨다.

적제소와 출입문의 안쪽에 발생하는 물방울과 응축현상이 제거되므로 지게차와 기타의 화학 고무바퀴를 사용하는 차량이 안전하게 운행할 수 있게 된다.

(11) 연료비 절약과 작업효율이 증대된다.

한대나 2대이상의 원적외선 히터를 가동중인 기계 주변에 설치함으로써 작업효율을 향상시켜 줄 수 있다. 작업효율의 향상결과는 즉, 연료비 절감효과를 의미하게 된다.

## 2) 대류난방과의 비교

대류난방은 주변의 공기를 덮히는 방식이다. 이 경우 더워진 공기는 가벼워져서 위로 올라가고 그 공간에는 차가운 공기가 채워져 다시 가열되어 위로 올라가는 과정이 반복된다.

따뜻해진 공기는 천정으로 상승하여 층을 이루었다가 점차 온도가 떨어지게 되므로 바닥면 즉, 쾌적구간(바닥면으로부터 3m이하의 구간)은 덤혀주지 못한다.

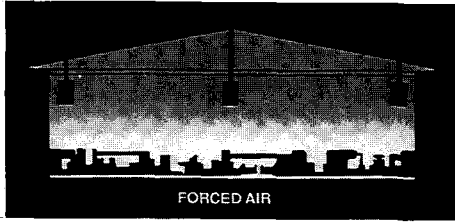
강제대류난방에서 바닥과 상층부와의 온도차는 대단히 크다. 특히 층고가 높은 경우에는 30~40F(17~22C) 정도에 이른다.

강제대류난방은 위에서부터 아래쪽으로 가열이 이루어지는 원리이나 사실상 바닥쪽을 가열하는 것은 불가능하다.

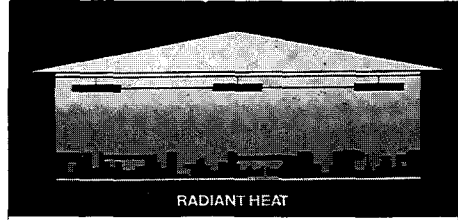
복사난방 시스템(원적외선 히터 뿐만 아니라 복사열전달 원리를 이용하는 모든 난방 장치를 포함)에서는 먼저 공기를 가열하는 것이 아니고 사람이나 건물의 바닥과 바닥에 놓여진 기계, 벽체, 기타 접촉표면을 가열시킨다. 그러므로 복사열을 받은 물체는 거대한 저온의 복사열 방출기가 되어 2차적으로 전도와 대류에 의한 열전달이 이루어짐으로써 비로서 주위의 공기가 가열되는 것이다.

그러므로 쾌적구간 내에서 작업하는 사람에게는 위로부터의 직접적인 복사, 밑으로부터의 2차 복사 및

(a) 강제대류난방



(b) 복사난방



〈그림 9〉 강제대류난방과 복사난방에서의 실내온도 분포도

바닥면으로부터의 대류에 의해 쾌적한 온열환경이 갖 추어지게 된다.

원적외선 히터를 천정에 설치한 건물의 온도분포는 아래쪽의 온도가 높고 천정쪽의 온도가 낮게 되므로 대류난방에서와 같이 천정을 통하여 발생하는 열손실이 극히 적어 그만큼 난방비가 절감되는 것이다.

일반적으로 원적외선 튜브히터를 설치한 건물에서의 바닥온도는 실온보다 5~10°F (3~6°C) 정도 높다. 이러한 차이점으로 인하여 원적외선 난방방식은 대류 난방에 비하여 30~50%의 난방비 절감효과가 있다.

〈그림 9〉는 대류난방 시스템과 원적외선 튜브히터를 사용한 복사난방 시스템에서의 실내온도 분포를 보여주는 것이다.

그림 (a)는 더워진 공기가 천정으로 올라가 천정쪽은 가열되나 바닥쪽은 온도가 낮은 상태를 보여주고 있으며, 그림 (b)는 열원(원적외선 히터)이 천정에 있어 바닥의 온도가 높고 천정에 가까울수록 온도 분포가 낮으므로 열사용의 효율성과 쾌적한 작업환경을 유지시켜 줌을 보여주는 것이다.

산업용 난방에서의 쾌적난방 구간(Comfort Zone)은 바닥으로부터 8~10' (2.5~3.0m)까지의 높이이다. 따라서 (a)에서와 같이 천정을 난방하는 것은 불필요하며, 쾌적난방 구간보다 높은 부분을 난방할 필요도 없는 것이다.

### 3) 쾌적성 측면

원적외선은 공기에 의해서가 아니라 직접적으로 개개인을 따뜻하게 해준다. 공기에 의해서 개개인을 따뜻하게 하기 위해서는 훨씬 더 많은 에너지를 필요로 한다. 따뜻한 공기는 위로 올라가지만 열은 그렇지 않다. 모든 사람들은 그들 주위의 공기 온도로부터 흡거나 따뜻함을 느낀다고 믿는다. 그러나 그렇지 않다. 실제로 추운날 외투를 입지 않고도 햇빛을 받고 있

면 따뜻함을 느끼지만 구름이 햇빛을 가리면 다시 추위를 느끼게 된다. 여기서 중요한 것은 공기의 온도는 변하지 않았으나 태양으로부터의 복사 에너지양이 감소한 것 뿐이라는 것이다.

열은 3가지 방법에 의해서 전달이 이루어진다. 첫째는, 전도(Conduction)로 팬이나 스토브와 같이 물체와 물체의 직접 접촉에 의해서 이루어지는 열전달이다. 둘째는, 대류(Convection)로 온풍기와 같이 더워진 공기가 유동함에 따라 이루어지는 열전달이다. 셋째는, 복사(Radiation)로 태양에 의하여 지구가 덥혀지는 것과 같이 고온의 물체로부터 저온의 물체로 열이 직접 전달되는 방법이다.

사람과 원적외선 간에는 어떻게 이러한 과정이 이루어지는가? 어떻게 신체는 70°F (21°C) 환경에서 92°F (33°C)의 체온을 유지하며 쾌적함을 느낄 수 있는가? 신체는 일종의 열을 방출하는 기계이며 대략 20°F (12°C) 온도차가 있을 때 가장 쾌적함을 느낄 수 있다.

보통체격의 사람은 이러한 조건하에서 시간당 대략 400BTU/hr (100Kcal/hr)의 열량을 방출한다. 보통체격의 사람은 표면적의 약 1.9㎡ 정도이므로 약 50Kcal/㎡hr인 꼴이다. 이러한 관계를 유지하기 위하여 인체에는 다음과 같은 4가지 과정이 이루어진다.

#### (1) 대류

사람의 몸에서 대류작용에 의하여 이루어지는 열손실은 체온과 주위의 공기온도와의 차이에 의한 것이다. 주위의 공기온도보다 체온이 높기 때문에 몸으로부터 열이 방출된다. 온도차가 크면 열손실(방출열)도 많아지므로 추위를 느끼게 된다.

#### (2) 복사

복사 열전달은 온도의 4승에 비례한다. 온도차가 적더라도 4승에 비례하기 때문에 복사열손실효과는 크게 나타난다. 사람이 찬 물체의 주위(예로 창문 옆)에 서있으면 추워진다. 몸으로부터 격렬하게 복사 열

전달이 이루어지기 때문이다.

### (3) 증발

몸으로부터 땀이 증발함에 따라 발생하는 열전달이다. 사람이 숨을 쉬면 물도 역시 증발한다.

### (4) 전도

사람이 한곳에 오랫동안 접촉하고 있으므로 발생하는 열전달로 극히 적은 양이다. 찬바다에 서있으면 발이 차게 느껴지는 것처럼 전도 열전달은 무시할 정도이다.

이상과 같이 사람의 몸에서 일어나는 열전달 중 전도는 무시할 정도이고, 증발은 주위의 조건에 따라 달라진다. 그러므로 사람의 몸에서 발생하는 열손실은 대류와 복사 열전달에 의하여 조절된다. 사람의 몸에서 손실되는 정미 열손실량을 어떻게 조절하느냐 하는 것이 사람을 쾌적한 상태에 있도록 하는 관건이다.

대류 열손실은 주위의 기류 속도의 변화나 온도에 따라 조절될 수 있다. 단열이 잘되어 있고 기밀한 구조이며, 천정이 낮은 건물에서는 대류열손실량 조절이 용이하다. 기류속도가 낮고, 공기층이 형성되어 있어서 환기가 빈번하지 않기 때문이다. 그러나 천정이 높아서 환기를 조절할 수 없는 건물에서는 실온을 높이기 위하여 계속하여 공기를 가열하여야 하기 때문에 대류열손실은 많아질 수밖에 없다.

원적외선은 사람의 몸을 따뜻하게 함으로써 몸으로부터 방출되는 열손실량을 조절해 준다. 공기는 열의 흡수체가 아니지만 복사열 방출 표면으로 나오는 에너지의 아주 적은 부분은 흡수한다. 원적외선 에너지(열)는 건물의 지붕쪽으로는 흘러가지 않는다.

건물 바닥에 놓여 있는 물체들을 따뜻하게 가열한다. 그리고 원적외선에 의해 가열된 물체로부터 2차 복사열과 전도열에 의하여 작업자가 활동하는 공간이 쾌적하게 된다. 그러므로 낮은 온도로도 쾌적한 상태는 오랫동안 유지된다.

## 4) 위생학적 측면

### (1) 생체효과(生體效果)

생체는 대부분 물과 단백질로 이루어져 있으며 물이나 단백질을 이루는 유기화합물의 분자운동이 진동파장대(振動波長帶)가 비추어지는 원적외선 파장대와 동일할 경우 활성화된다.

광선이나 근적외선 등은 생체에 흡수되지 않고 반사되지만 원적외선은 흡수되어 심달력(深達力)에 의하여 생체내에 침투되어 자기발열(自己發熱)을 일으킴으로써 온도효과 및 발한효과를 가져온다. 이 작용으로 미세혈관 확장, 혈액순환 촉진, 조직의 활성화 신진대사 촉진, 노폐물 및 유해금속 등은 배출시킨다.

지구상의 20만에 달하는 유기화합물의 에너지흡수 파장대가 6~12 $\mu$ 에 집약되어 있고 원적외선 파장대 3~1,000 $\mu$ 의 범위내에 있으므로 공명흡수작용(共鳴吸收作用)이 일어나며 이 경우 유기물의 내부와 외측이 동시에 온도상승이 일어난다.

### (2) 물분자의 활성화

물분자의 파장대인 10 $\mu$ 전후의 원적외선이 비추어지면 공명흡수현상으로 물분자가 활성화된다.

활성화된 물분자는 용존 산소를 활성화시켜서 음식물을 부패시키는 박테리아의 침투를 억제하여 식품의 전도를 오래 유지시킨다.

### (3) 취기제거

원적외선은 공기를 음이온화하여 취기의 주범인 물질의 양이온을 중화시켜서, 냄새를 제거한다.

### (4) 숙성

숙성이란 식품의 단백질, 지방, 탄화수화물 등이 효소, 미생물 등의 작용으로 부패함이 없이 분해되어 특수한 향미(香味)를 띠는 상태를 말한다.

원적외선이 비추어지므로 식초에서는 균의 증식이 활발하게 되거나 균 자체가 활성화되고, 또한 된장에서는 효모 및 유산균이 각종 효소작용으로 숙성이 진행되는 등, 원적외선은 물을 활성화시킴으로써 수화성이 높아져서 숙성이 촉진된다고 보고 있다. 예컨대,

— 과일주의 숙성은 2개월이 필요하였으나 원적외선을 쬐임으로써 1일로 숙성된다.

— 인삼주는 3일간의 원적외선을 쬐임으로써 5년간의 숙성효과에 필적한다.

### (5) 생육촉진

원적외선 처리로 활성화된 물은 식물의 성장을 촉진시킨다. 물분자는 원적외선을 받으면, 표면장력이 커지며 따라서 모세관현상이 좋아지고 또한 대사활동도 촉진되어 성장속도를 높인다.

화초의 성장도 빠르고 꽃잎도 오래 지속된다.