



# 원적외선 난방의 이론과 실제

김영호/(주)정우하이텍 대표이사

원적외선은 인류가 최초로 이용한 난방열원이다. 불을 사용하기 이전의 유일한 난방은 태양열을 받는 것이었으며, 그 태양열 중 인체를 따뜻하게 해주는 빛이 바로 원적외선이기 때문이다.

현대 과학에서는 이미 1920년대에 원적외선 난방이론이 정립되었으며, 1940년대에 들어와서는 미국에서 원적외선 튜브히터가 개발되어 충고가 높고 면적이 넓어 다른 난방시스템으로는 불가능했던 산업 및 상업용건물의 난방이 가능해졌을 뿐만 아니라 복사난방의 대표적인 시스템으로 인정되고 있다.

우리나라의 경우는 '80년대 초반부터 원적외선 히터가 선보이기 시작했고, 극히 일부 공장건물에 사용된 실적이 있으나 아직까지 원적외선 난방시스템 자체에 대한 인식이 부족한 실정이다.

이에 필자는 수년간 외국(특히 미국)의 자료를 분석하고 현지를 답사함으로써 확인될 수 있었던 원적외선 난방시스템의 유용성을 토대로 하여 이론과 실제적인 내용을 다루어 보고자 하는 것이다.



**목차**

제1장 원적외선
1. 적외선이란 무엇인가
2. 원적외선 난방의 원리
3. 원적외선 히터
4. 원적외선 난방의 장점
제2장 원적외선 난방시스템의 설계
제3장 원적외선 튜브히터 설치 및 운전
제4장 적용사례

## 제2장 원적외선 난방시스템의 설계

### 7. 연료 및 전력소비량 계산

#### 1) 연료소비량

연료소비량은 다음의 공식으로 추정한다.

$$\text{년간 연료비} = \frac{\text{HL} \times 24 \times \text{DD} \times \text{연료단가}}{\text{FCF} + \text{TD} + \text{Cp}} \times \text{CD} \quad (\text{원}) \dots\dots\dots [10]$$

식에서 HL : 건물에 설치된 원적외선 히터의 총 발열량(Out Put) (Kcal/hr)

DD : 디그리 데이(도·일)

FCF : 년간 히터 가동율에 의한 연료환산계수(기본적으로 유니트 히터, 온풍로, 보일러 사용시와 비교되어야 한다.)

TD : 실내의 온도차(°C)

Cp : 연료의 저위발열량(Kcal/Nm<sup>3</sup>, Kcal/kg)

CD : 18 디그리 데이 기준 난방 효율에 대한 경험적인 보정계수로 <표 29>와 같은 값이다.

계산시에는 정확한 디그리 데이를 사용해야 한다. 기존의 건물로서 난방시스템을 원적외선 히터로 교체한 경우에는 과거의 난방방식과 비교하여 연료비를 계산해 볼 것이므로, 디그리 데이는 당해년도 자료보다는 10년 정도의 평균값

<표 29> 디그리 데이별 보정계수

디그리데이(D18-18)		보정계수(CD)
F·일	°·일	
2,000	1,110	0.750
3,000	1,670	0.700
4,000	2,220	0.650
5,000	2,780	0.600
6,000	3,330	0.607
7,000	3,890	0.621
8,000	4,440	0.635
9,000	5,000	0.649

사용이 권장된다.

LNG나 도시가스는 Nm<sup>3</sup> 단위로 값이 청구될 것이며, 사용량이 많고 적음에 따라서 단가에 차이가 있을 것이므로 계산식에 적용할 단가 또한 적절한 값이 대입되어야 한다.

또한 연간 연료비 계산시에는 적용건물의 정확한 실태 즉 실내온도, 사용시간 등을 파악하여야 차후 제안 또는 검토된 내용에 대한 시바없어진다.

식에서의 주요 변수에 대한 세부적인 자료는 다음과 같다.

#### ① 총발열량(HL, kcal/hr)

어떠한 난방시스템을 적용하느냐에 따라 <표 30>과 같이 계산된다.

<표 30> 난방시스템별 장비선정 부하

난방시스템	장비선정부하(kcal/hr)
가스 연소식 원 적외선 튜브 히터	총 열손실량×히터 설치 높이에 따른 감소계수(또는 0.85)
전기식 적외선 히터	총 열손실량×0.85
온풍기(전기식)	총 열손실량×1.0
유니트 히터(가스 또는 오일 연소식)	총 열손실량×1.20
온풍기(가스 또는 오일 연소식)	총 열손실량×1.25

#### ② 디그리 데이

어떤날에 대한 디그리 데이는 실내 설계온도와

〈표 31〉 주요 도시의 디그리 데이(°C-day)

지명		D <sub>18-18</sub>	D <sub>16-16</sub>	D <sub>14-14</sub>	D <sub>12-12</sub>	D <sub>10-10</sub>	D <sub>8-8</sub>
속대관	초령	2,603	2,117	1,715	1,353	1,021	371
	대령	4,295	3,689	3,140	2,654	2,227	1,308
	관령	3,195	2,737	2,313	1,889	1,560	805
강릉	강릉	2,503	2,064	1,655	1,293	982	350
	서릉	2,904	2,452	2,028	1,663	1,343	636
	인릉	2,946	2,460	2,036	1,674	1,318	626
울릉	울릉도	2,528	2,042	1,624	1,262	903	280
	수원	3,082	2,609	2,185	1,786	1,451	714
	서산	2,864	2,378	1,954	1,583	1,239	541
울진	울진	2,410	1,933	1,537	1,175	864	254
	청주	2,979	2,534	2,110	1,707	1,396	656
	대전	2,838	2,386	1,962	1,578	1,273	551
추풍	추령	2,868	2,413	1,989	1,599	1,279	566
	포항	2,301	1,856	1,478	1,125	823	253
	군산	2,646	2,163	1,767	1,405	1,073	411
대전	대전	2,489	2,065	1,665	1,321	1,019	392
	울주	2,570	2,134	1,725	1,369	1,067	409
	울산	2,299	1,847	1,466	1,110	808	238
광부	광주	2,452	2,013	1,617	1,264	962	336
	부산	2,031	1,611	1,249	908	639	120
	총무	2,052	1,631	1,269	934	653	120
여제	여포	2,258	1,815	1,453	1,091	789	212
	제수	2,140	1,716	1,354	1,007	723	180
	서주	1,735	1,320	958	635	393	0
서귀	서포	1,531	1,160	798	532	290	0
	진주	2,393	1,957	1,567	1,229	927	308

(註) 1951~1980년의 月平均氣溫으로부터 구한 값.

그날의 평균 온도에 따라 달라진다.

실내온도를  $t_i$ , 외기온도를  $t_o$ , 난방한계 온도를  $t_i'$ 라하고,  $t_o \leq t_i'$ 가 되는 날에 대한  $t_i - t_o$ 를 구하고 이것을 난방기간에 대하여 집계한 값을 디그리 데이이라한다.

〈표 31〉은 우리나라 주요 도시의 값이다.

③연료 환산계수(FCF)

어떤 난방시스템(열원)을 사용하느냐에 따라 〈표 32〉와 같은 값을 취한다.

연료비 계산을 위한 연료별 발열량 및 소비

〈표 32〉 연료환산계수

히터의 종류		연료환산계수
가스 연소식 원적외선 튜브 히터		1.0
온풍기(전기식)		0.9~1.0
유니트 히터	가스연소식	0.8
	오일연소식	0.7
온 풍 기	가스연소식	0.7
	오일연소식	0.6
보 일 러	가스연소식	0.6
	오일연소식	0.5~0.55

량은 <표33>과 같다.

<표 33> 10,000kcal 출력에 대한 연료소비량

연료별	발열량(kcal)				연료소비량			
	Nm <sup>3</sup> 당	kg당	ℓ당	kw당	Nm <sup>3</sup>	kg	ℓ	kw
도시가스	15,000	-	-	-	0.67	-	-	-
프로판	23,560	12000	-	-	0.43	0.84	-	-
부탄	30,620	-	-	-	0.33	-	-	-
경유	-	-	9,200	-	-	-	1.09	-
전기	-	-	-	860	-	-	-	11.7

**(2) 전력 소비량**

난방설비에 대한 비용 해석시에는 웬의 모터나 기타 전력 소모량 계산을 포함시켜야 한다. 전력비는 다음의 식으로 계산된다.

$$EC = (EL \times TOH \times KWC) + KWD \dots\dots [11]$$

식에서 EC : 총 전력비용(원)  
 EL : 부하(kw)  
 TOH : 총 운전시간(hr)  
 KWC : 전력단가(원/KWH)  
 KWD : 기본요금(수용전력에 대한)이다.

총 운전시간은 다음 식으로 추정된다.

$$TOH = \frac{D.D \times 24}{TD} \dots\dots\dots [12]$$

식에서 D.D : 18°C기준 디그리 데이  
 TD : 실내의 온도차(설계온도)(°C)이다.

## 제3장 원적외선 튜브히터 설치 및 운전

### 1.1 일반사항

#### 1) 설치시 요구사항

원적외선 튜브히터는 일반적으로 가연성 가스나 수증기가 존재하지 않는 건물에 적용하며, 주거용 건물 이외의 산업 및 상업용에 적합하다.

연료로는 LNG(도시가스 포함)나 LPG를 사용하므로 설치시에는 관계법규에 저촉되지 않도록 주의하여야 한다.

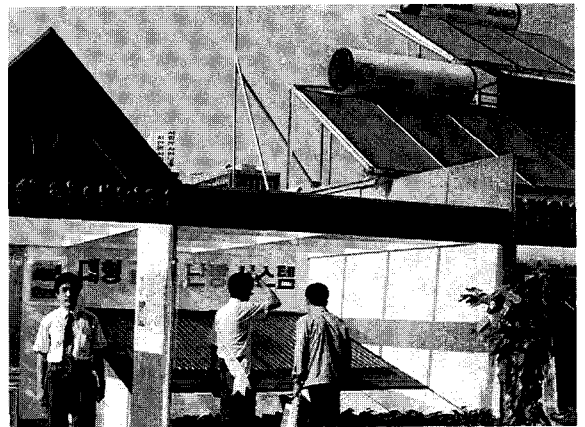
#### ① 건물의 용도별 이격거리

용도	이격거리
비행기격납고	비행기의 최고 높은 부분보다 3m이상
부품창고, 사무실 대중주차장	바닥으로부터 2.5m이상

② 모델별 가연성 물질에 대한 이격거리  
 그림 15)는 모델별 각 방향별 이격거리이다.

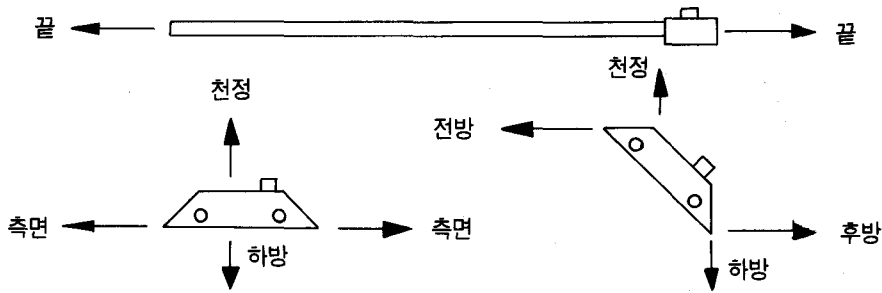
#### 2) LTU모델의 각부 치수(외형)

LTU모델의 원적외선 튜브히터는 ①방사튜브 및 반사판 ②버너 ③웬 등으로 3등분 되어 있다.



현장 여건에 따라서는 방사튜브 및 반사판 자체도 완전히 분해된 상태로 반입하여 조립사용할 수 있으나, 대부분은 3등분하여 수송되고, 현장에서는 이것들을 조립하여 천정에 매달면, 가스배관과 전기배선 하는 것으로 설치작업이 완료되므로 매우 간편하다.

설치 위치 등을 결정하기 위하여 필요한 모델별 외형 치수는 <그림 16>과 같다.

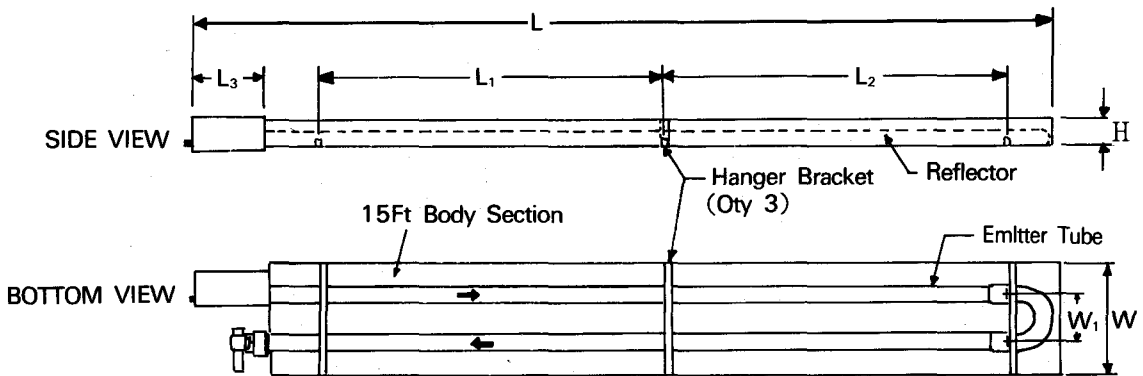


〈그림 15〉 가연성 물질에 대한 최소 이격거리(mm)

모 델	수평설치				45도경사설치	
	측면	천정	하방	끝	전방	후방
LTU 40,50	600	150	1,100	750	1,200	300
LTU 60,75	600	150	1,500	750	1,200	300
LTU 80	1,320	150	2,130	760	1,320	300
LTU 100	1,680	150	2,240	1,010	1,680	500
LTU 110,120,125,130	1,680	150	2,570	1,010	1,680	500
LTU 140,150,160,175	2,130	150	2,690	1,220	2,130	610

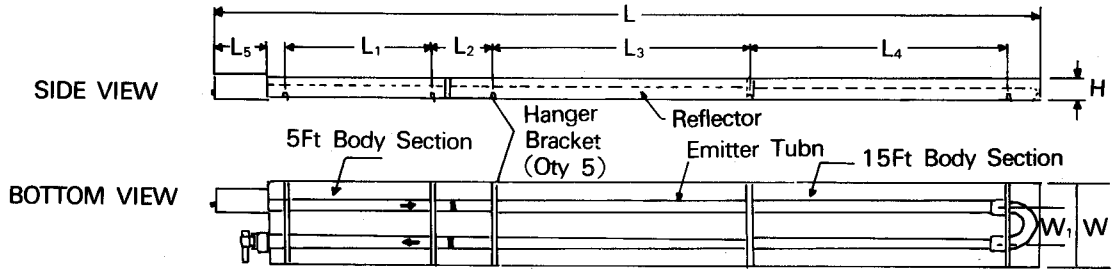
주) 배기용 연도를 설치하지 않는 경우 천정까지의 거리는 LTU40~75 : 300mm, LTU80~160 : 460mm

①LTU 40~130



구 분	L	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	H	W <sub>1</sub>	W
LTU 40~75	5,130	2,235	2,083	380	134	305	710
LTU 80~130	5,350	2,140	2,140	457	178	305	710

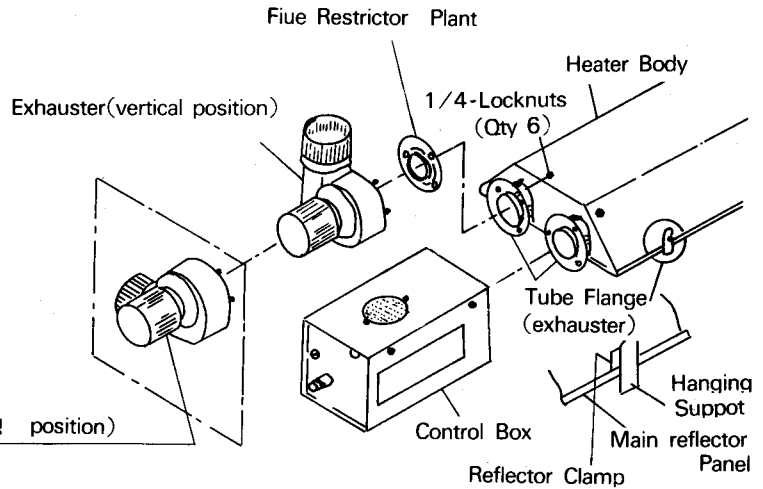
②LTU 125\*, 130\*, 140~175



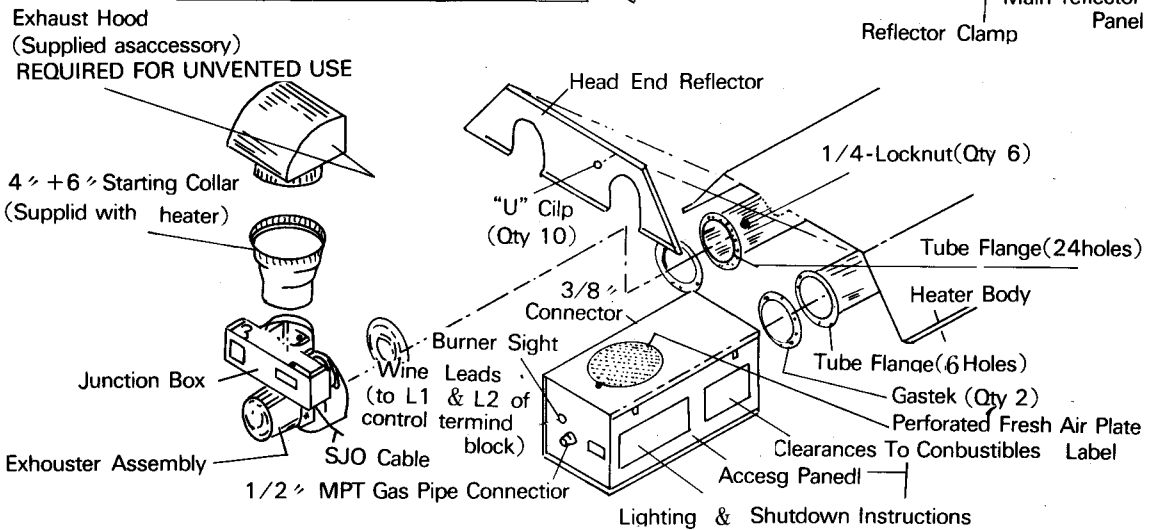
구분	L	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>	H	W <sub>1</sub>	W
치수	6,870	1,220	508	2,134	2,134	457	178	305	710

주) \*는 5튜브 추가 사용 모델을 표시함.

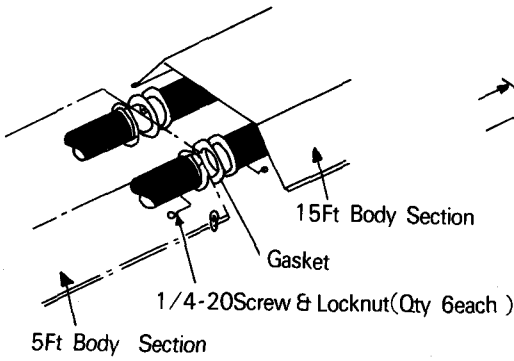
(a) LTU 40~75



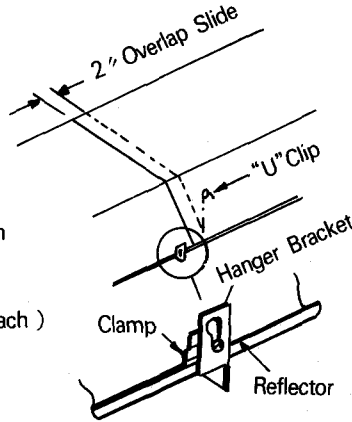
(b) LTU 80~175



(c) 5 튜브를 추가하여 사용하는 모델(LTU 125~175)



<그림 17> 모델별 조립과정 설명도



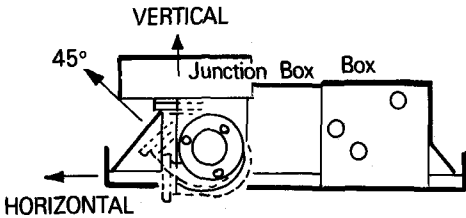
CLAMP DETAIL

## 2.1 배기 팬 설치

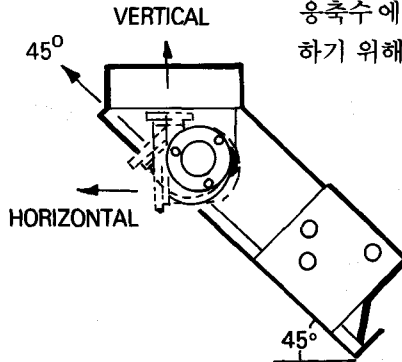
원적외선 튜브히터는 <그림 18>과 같이 수평또는 최대 45도 각도까지 경사지게 설치 할 수 있다. 그러나 히터의 길이 방향으로는 수평이 유지되도록 하며, LTU 80이상 모델의 경우 접속상자 (Junction Box)는 항상 수직으로 설치되어야 한다.

수평인 접속박스와 45도 각도의 배기팬의 연결하는 플라스틱 진공 공기관은 <그림 19>와 같이 구부려서 맞춘다. 공기관은 관내의 응축수에 의한 처짐을 방지하기 위해 가급적 짧게한다.

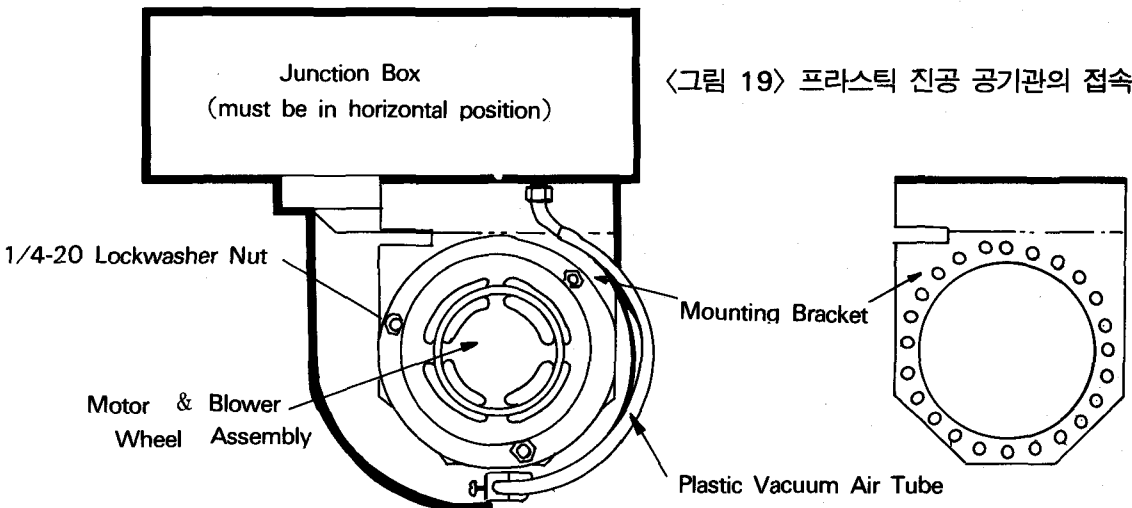
<그림 18> 배기팬의 설치방법



(a) 수평설치



(b) 45도 경사설치



<그림 19> 플라스틱 진공 공기관의 접속

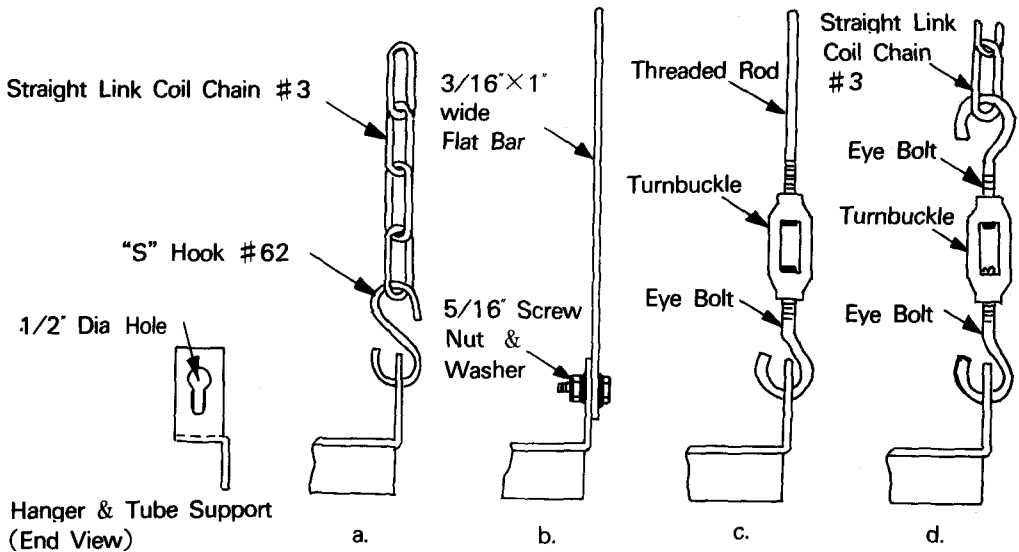
### 3 매어달기

원적외선 튜브히터의 총중량은 <표 34>에서와 같이 적은 모델은 53kg에서 큰모델의 경우 110kg정도 이므로 매어다는 데는 별다른 어려움이 없다.

<표 34> 모델별 제품중량

모델	중량(kg)	비고
LTU 40~75	53	완전조립된 상태임
LTU 80~130	85	
LTU 125~175	110	

대표적인 매어달기 방법은 <그림 20>과 같다.



<그림 20> 매어달기 방법

그림에서 처럼

①히터의 높이 조정을 위해 체인과 턴 바클이 사용된다.

②로드, 평철 등 고정 금구를 사용하며 팽창이나 흔들림을 흡수할 수 있도록 충분한 길이를 갖도록 한다. 필요한 경우 스윙 조인트를 준비한다(그림의 b,c 참조).

③히터가 가스관이나 배선에 의해 지지되지 않도록 한다.

### 4 가스관 접속

가스 배관이 연결된 후에는 가스 공급 주관을 열때까지 히터와 지관쪽의 모든 가스 출구를 잠근다. 가스관을 열고 비눗물을 사용하여 가스가 누설되는지를 검사한다. 누설 시험시에는 어떠한 종류의 불꽃도 사용하지는 아니된다.

가스관은 관계법규에 하며, 동관이나 강관으로부터 히터까지의 연결에는 플렉시블호스 사용이 권장된다.

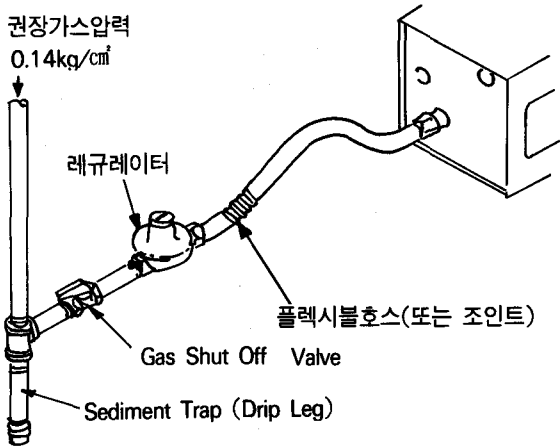
히터에 공급되는 가스압력의 최소 및 최대값은 <표35>와 같으며, 가스지관과 히터까지의 표준 배관 방식은 <그림 21>과 같다.

<표 35> 가스공급 압력

가스형태	매니홀드 압력		공급 압력			
			최소*		최대	
	inchAq	mmAq	inchAq	mmAq	inchAq	mmAq
LNG	3.5	90	5.0	130	14	350
LPG	10.0	250	11.0	280	14	350

주) \*압력 조정용 최저 허용 가스 공급 압력임.





〈그림 21〉 가스배관 표준도

## 5 전기배선

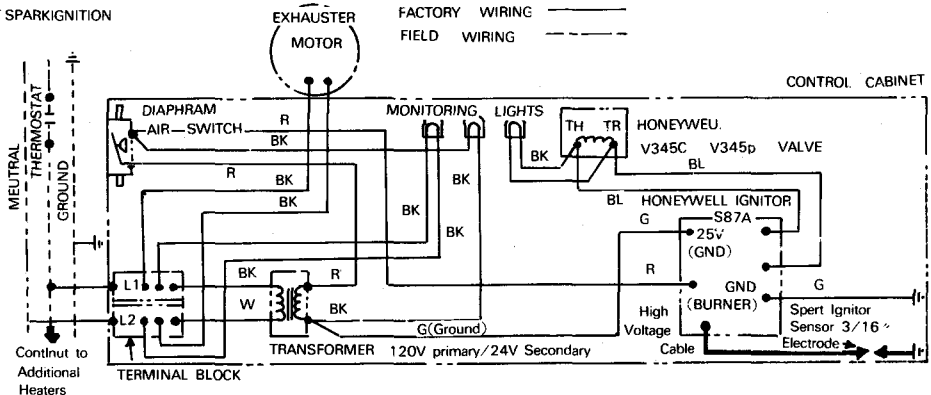
### 1) 배선규정

- ① 장비는 반드시 접지한다.
- ② 히터에 전력을 공급하는 배선은 조명 스위치에 의해 조정되지 않는 즉 항상 전원이 들어와 있는 독립된 회로에 연결되어야 한다.
- ③ 히터의 전원은 퓨즈를 가진 차단 스위치를 통과하도록 하고 스위치는 히타와 가까운 곳에 설치되어야 하며 전용의 히터 조절 스위치 임을 알 수 있도록 해야한다.
- ④ 히터에 연결하는 케이블은 14WG 이상이어야 하며 섭씨 105도까지 사용될 수 있는 것이어야 한다.
- ⑤ 접속 박스로의 전원 공급용 배선은 응력 제거 조치를 취해야 한다.

## 2) 배선도

### ① LTU 40~75 모델

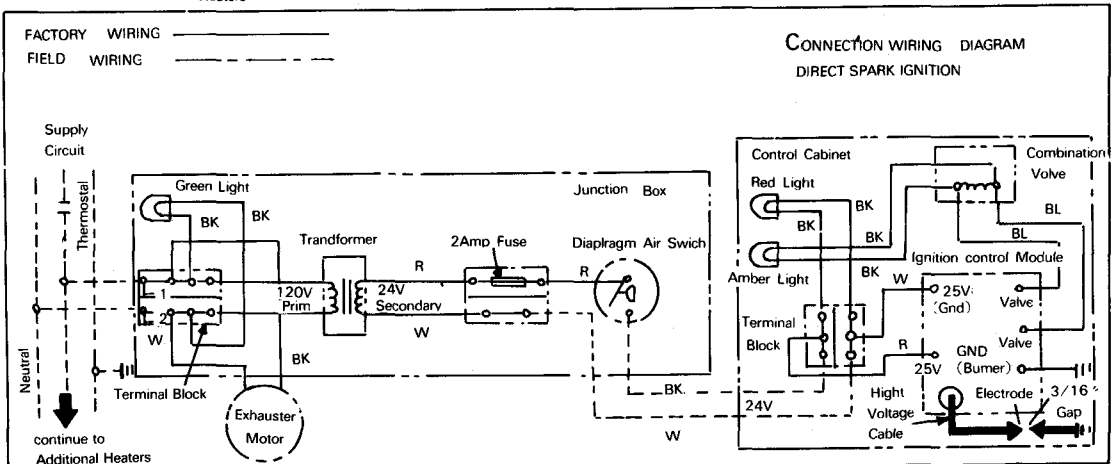
CONNECTION WIRING DIAGRAM  
DIRECT SPARK IGNITION



### ② LTU

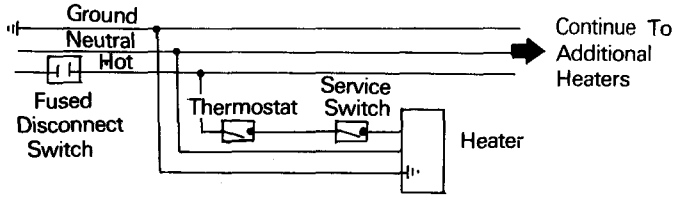
### 80~175 모델

CONNECTION WIRING DIAGRAM  
DIRECT SPARK IGNITION

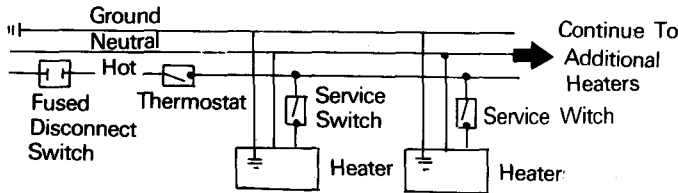


### ③서모스타트 사용시의 결선

(a) 서모스타트 1개에 1대의 히터를 연결할 때



(b) 서모스타트 1개에 여러대의 히터를 연결할 때



터 1대당 전용 연도를 설치하는 방법과, 여러대의 히터용 공동연도를 설치하는 방법이 있다.

#### ① 일반사항

(a) 연도의 재질은 전용연도일 경우는  $20g/m^2$  이상, 공동연도일 경우는  $24g/m^2$  이상의 아연도 철판 또는 비가연성의 내식성 재료이어야 한다.

(b) 연도가 관통하는 지붕이나 벽체 부분에는 사용하는 연도의 외경보다 50mm 이상 큰 스크리브를 설치하고, 그 내부로 연도가 관통하도록 한다.

(c) 외부에 노출된 연도의 부분에는 캡을 씌운다.

(d) 연도와 연도의 연결부는 연소 가스가 건물 내부로 스며들지 않도록 완벽하게 이음한 후 이음부를 씰링하여야 한다. 씰링용으로는  $550^{\circ}F$  ( $280^{\circ}C$ )까지 사용할 수 있는 알미늄 또는 테프론 테이프가 권장된다.

(e) 연도의 긴 부분은 처짐이 발생하지 않도록 지지 또는 고정되어야 한다.

(f) 연도가 통과하는 주변의 온도가 배기가스를 응축시킬 우려가 있는 경우에는 연도를 보온해 주어야 하며, 연도로부터 응축수 배관을 두어야 한다.

(g) 보온되지 않은 금속제 연도와 가연성 물질의 최소 이격거리는 6"(150mm)로 한다. 가스 연료의 규정 또는 관계 규정에 의하여 인정된 가연성 물질에 대해서는 이격거리를 줄일 수 있다.

(h) 보온되지 않은 금속제 연도는 비주거용의 다락이나 밀폐된 공간 및 바닥을 관통하지 않도록 설치한다, 보온되지 않은 금속제 연도가 가연성 벽을 관통할 경우에는 관계규정에 적합하도록 설치한다.

(i) 연소가스 배출구는 모든 흡기구나 흡기팬으로부터 3'(0.9m)이상의 높이에 위치하도록 설치한다.

## 6 연소가스의 배기

### 1) 간접배기(Unvented Heater)

배기가스용 연도를 설치하지 않고, 건물내에 직접 배기하고, 건물자체의 배기구나 배기팬에 의하여 배기하는 방법이다.

간접배기시에는 다음과 같은 기준이 적용된다.

①연도를 설치하지 않는 경우라도 건물내에 연소가스의 배기 및 연소공기를 취입할 수 있는 환기설비가 있어야 한다.

②히터의 1000BTU/hr(250kcal/hr)당 자연 환기나 강제 환기에 의하여 4CFM(0.11CMM)의 급기와 배기가 가능하여야 한다.

③배기구는 히터가 설치된 곳으로부터 가장 높은 쪽에, 흡입구는 히터설치 높이보다 아래의 위치에 설치되도록 한다. 벤트 캡은 히터 배기팬 토출쪽에 직접 씌운다.

④배기 후드는 스타팅 컬러의 연도에 직접 부착되어야 하며 반드시 윗쪽으로 설치되어야 한다.

### 2) 직접배기(Direct Venting)

원적외선 튜브히터에 연도(덕트)를 설치하여 외부로 배기가스를 직접 배출기의 방법으로, 히

② 수직으로 설치하는 전용 연도

연도는 상당장을 고려하여 설치한다. 원적외선 튜브히터는 과다하게 연소통이 막히거나, 저항이 커서 불완전 연소가 이루어지기 전에 전원과 가스를 차단하는 안전장치를 내장하고 있다.

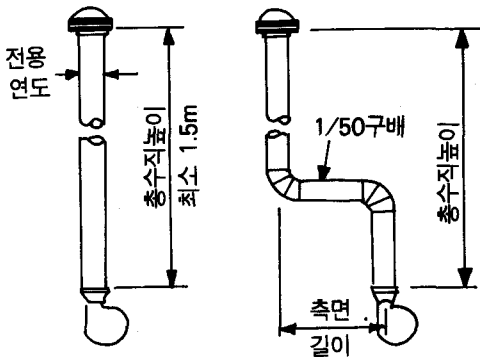
그러므로 직경 100mm의 연도의 경우는 상당장을 포함하여 최소 1.5m, 최대 30m로 한다.

연도 길이 계산용 상당장은 다음과 같다.

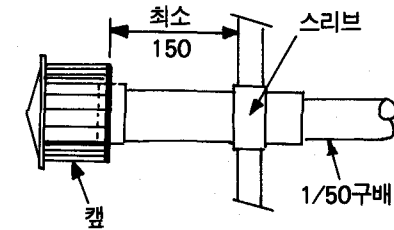
- (a) 수평으로 설치된 경우 : 15'(4.5m)
- (b) 벤트 캡을 사용할 경우 : 10'(3.0m)
- (c) 히터로부터 15'(4.5m)이후에 사용하는 엘보에 대해서는 1개당 10'(3.0m)
- (d) 히터로부터 15'(4.5m)이내에 사용하는 엘보에 대해서는 1개당 15'(4.5m)

따라서 가급적 히터의 처음 5'(1.5m)내에는 엘보의 사용을 피하고, 부득이한 경우라도 90도 엘보 2개 이하로 제한한다.

<그림 22>는 수직연도 설치기준을 보여주는 것이다.



(a) 수직연도

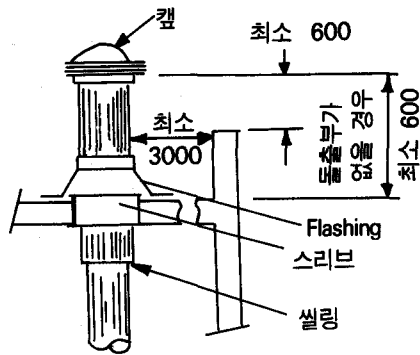


<그림 23> 수명 연도의 벽체통과부 설치도

(a) 연도가 벽체를 관통할 경우, 수평으로 설치되는 연도는 배기장치로부터 1/50이상의 구배를 주고 연도가 처지지 않도록 지지 또는 고정한다.

(b) 외벽과 연도캡 사이는 6'(150mm)이상의 간격을 유지시킨다.

(c) 건물의 자연 급기구 또는 창호류로부터 1'(0.3m) 이상에 설치하며, 배기장치 터미널의 밑부분은 눈이 쌓일 수 있는 높이 보다 7'(2.1m)이상의 높이에 위치하도록 한다.



(b) 지붕관통부

전용연도규격 LTU 40~75#100mm, LTU80~160 : 125mm

<그림 22> 수직연도(전용) 설치도

③ 수평으로 설치하는 전용 연도

전반적인 사항은 수직설치에 준하며, 상당장을 포함하여 최소 1.5m, 최대 23m로 한다.

주요기준은 다음과 같으며, 설치기준은 <그림 23>과 같다.

(d) 다른 기구용 연소공기 유입구로부터 6'(1.8m) 이상 떨어지도록 한다.

(e) 건물의 개구부나 가스 레귤레이터로부터 3'(0.9m) 이상 떨어지도록 한다.

(f) 보도의 상부, 응축수나 증기 등으로 레귤레이터,

릴리프 밸브 등에 위험이나 하자를 초래할 수 있는 장소에 설치되지 않도록 하고, 건물을 구성하는 재료가 연소가스나 응축수에 의하여 영향을 받지 않도록 한다.

(g) 바람의 속도가 40MPH(65km/hr)이상인 지역에서는 지붕 높이가 이상으로 연도를 설치한다.

#### ④ 공동 연도

여러대의 히터를 묶어서 배기하는 경우 요구 사항은 다음 사항을 제외하고는 전용연도와 동일하다. 전용연도와 공동연도의 규격은 사용하는 히터의 배기량을 기준으로 하여 결정되 연도의 길이는 짧아야 하며, 1/50이상의 구배를 준다. 접속부의 높이에 관계없이 연도의 전체 높이는 여러가지로 가능한 설치 방법에 따르며 다음과 같은 기준이 감안되어야 한다.

(a) 공동의 연도와 전용 연도의 구경은 표에 있는 규격보다 작아서는 아니된다.

(b) 전용연도와 공동연도가 연결되는 부분의

높이는 공동연도 수직 높이의 75% 이상이어서는 아니된다.

(c) 가능하면 공동연도에는 Y형 연결관을 사용한다.

(d) 불필요한 밴드 사용을 피한다. 90°엘보는 2개로 사용을 제한한다.

(e) 연도의 전체 부분은 검사, 교체를 위해 쉽게 접근할 수 있어야 한다.

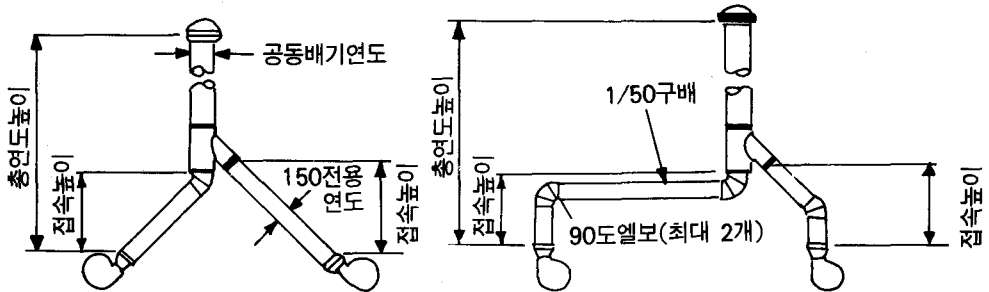
(f) 공동 연도에 연결된 히터는 하나의 온도 조절기에 의해 조절되어야 한다.

(g) 경고 : 밀폐된 공간에 설치된 여러대의 히터를 위한 공동 배기는 금지된다.

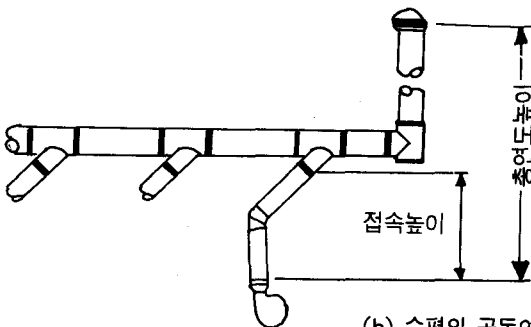
만약 공동연도에 연결된 어떤 히터가 작동하지 않으면 그 히터는 공동연도로부터 분리되어야 하며, 공동연도와의 연결부분을 막는다.

설치 표준은 <그림 24>와 같다.

<그림 24> 공동연도 설치도



(a) 수직의 공동연도와 전용연도의 접속



(b) 수평의 공동연도와 전용연도의 접속

공동연도의 규격(mm)				
히터모델	히터수량(대)			
	2	3	4	5
LTU 80~100	150	180	200	230
LTU 110~130	180	230	250	280
LTU 140~160	200	250	280	300