

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 층고가 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 부족하고 이 분야에 대한 자료 또한 전무한 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.

최종회

지난 92년 월호부터 게재되어오던 「원적외선 난방의 이론과 실제」가 금번호를 마지막으로 대단원의 막을 내리게 된다.

그동안 수고해 주신 김영호 (주)정우하이텍 대표이사에게 감사의 말씀을 드린다.

제 3 장 원적외선 튜브히터 설치 및 운전

8. 점화 및 소화

1) 점화 및 소화과정

- ① 가스 공급관을 연다.
- ② 온도 조절기를 적정 온도에 맞춘다.
- ③ 30초간 프리퍼지후 착화된다.
- ④ 점화가 되지 않으면 21초 동안 불꽃이 발생하다가 자동적으로 안전잠금장치 상태로 옮겨간다. 안전잠금장치 상태에서 벗어나려면 온도조절기 또는 스위치를 60초 동안 "OFF" 상태로 두어야 한다.
- ⑤ 점화가 되지 않으면 5분동안 가스를 차단하였다가 다시 시도한다.
- ⑥ 히터는 접지를 시켜야 한다. 접지 상태가

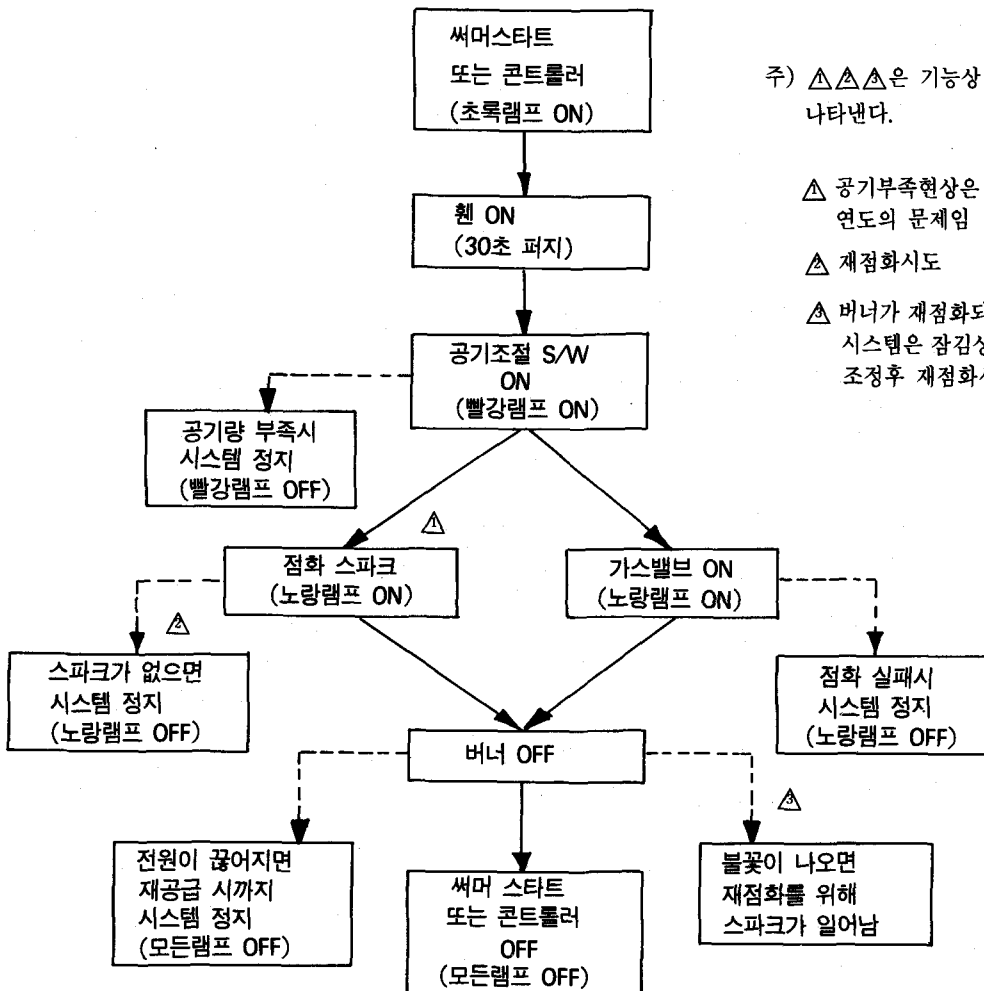
불량하면 특히 순간적인 전원 차단시 작동 정지상태를 초래할 수 있다.

- ⑦ 히터를 정지시키려면 가스와 전기를 모두 차단한다.

(이 지침은 히터 조절 상자에 부착된 명판에도 표시되어 있음)

이상의 내용을 계통화 하면 <그림 26>과 같다. 원적외선 튜브히터에는 <표 37>과 같이 3개의 표시램프가 있어서 외부에서 시스템의 작동상태를 쉽게 감지할 수 있다.

<그림 26> 히터의 작동계통도



주) △△△은 기능상 문제가 있음을 나타낸다.

△ 공기부족현상은 웬의 결함 또는 연도의 문제임

△ 재점화시도

△ 버너가 재점화되지 않으면 시스템은 잠김상태가 된다. 조정후 재점화시도.

<표 37> 상태표시 램프의 색상별 내용

램프의 색상	초 록	빨	강	노	량
램프 ON	전원 ON	공기조절 스위치 열림	가스밸브 열림		
			(점화)		
램프 OFF	전원 OFF	공기조절 스위치 차단	가스밸브 차단		
			(소화)		

2) 점화가 이루어지지 않을 때의 조치

점화가 이루어지지 않을 때의 조치 단계는 <그림 27>과 같다.

9. 점화계통의 점검요령

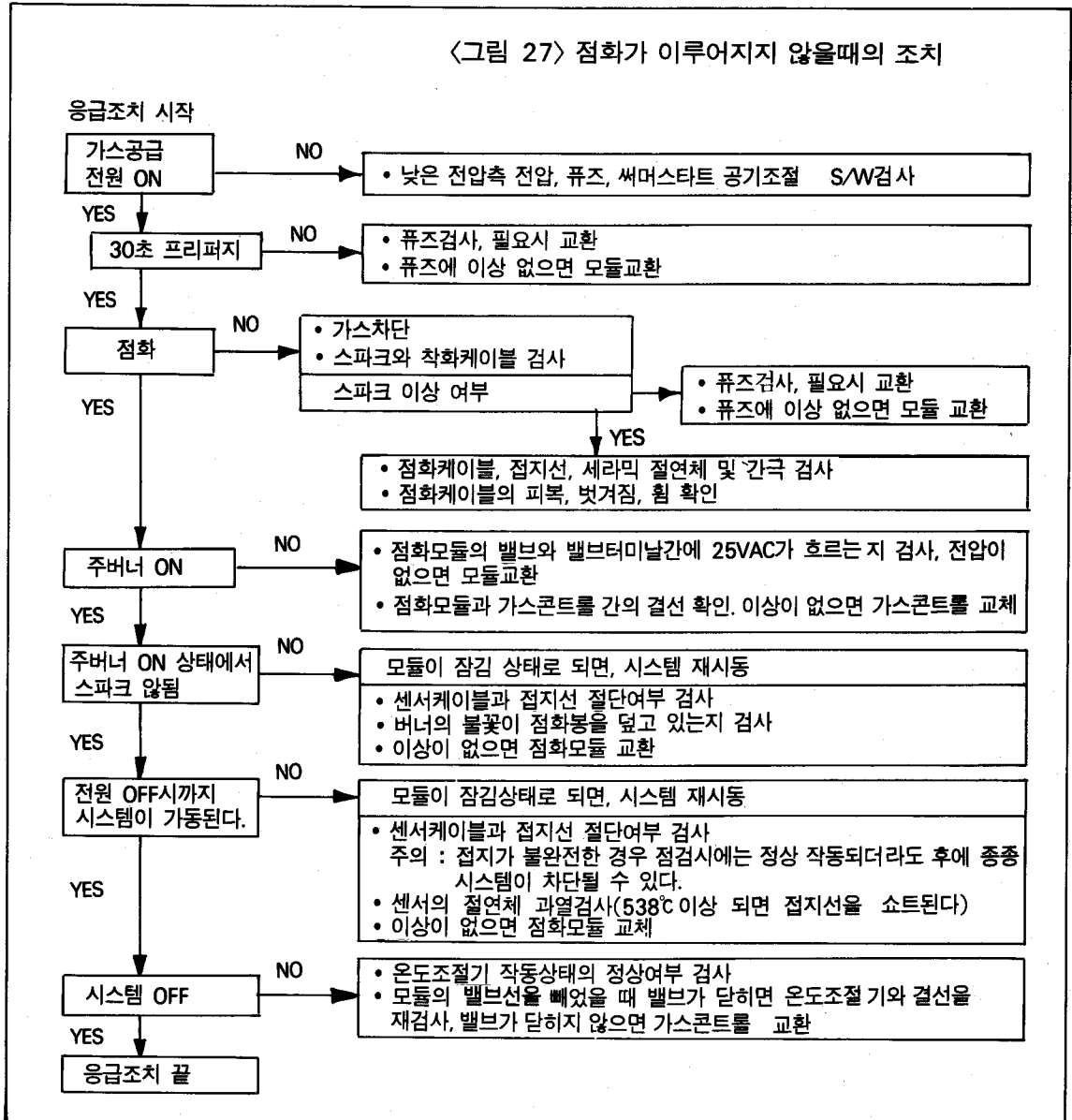
1) 점화 케이블 검사

- ① 점화 케이블은 다른 금속에 접촉되어서는 안된다.
- ② 고정 접속 단자와 착화 센서간의 접속부는 깨끗하고 단단히 조여져 있어야 한다.
- ③ 점화케이블이 양호하면 전기적 기능이 지속된다.

2) 점화장치의 접지상태 검사

점화되었다 꺼졌다 하는 상태는 잘못되거나 불규칙한 접지에 의해 발생한다.

<그림 27> 점화가 이루어지지 않을때의 조치



① 점화 장치의 브라켓과 버너의 접촉이 잘되어 있는가.

② 모듈의 GND(버너)단자로부터 점화장치 브라켓까지 접지검사.

접속상태가 단단하고 깨끗한가, 만약 배관이 손상되었거나 불량하면 교환한다.

③ 만약 점화 센서의 세라믹 보온부에 크랙이 있으면 점화 센서를 교체한다.

3) 스파크 점화장치 회로 검사

점화 케이블 혹은 잘 절연된 전선을 준비할 것.

① 잠김 밸브를 닫는다.

② 모듈 혹은 스파크 발생기에 있는 고정단자에서 점화 케이블을 빼어낸다.

주의 : 다음 단계를 실행할 때에는 점퍼선의 벗겨진 끝이나 고정 단자를 만지지 말것. 점화 회로는 20KV의 전류를 발생하므로 전기적 충격을 일으킬 수 있다.

③ 모듈에 전기를 공급하고, 모듈에 있는 GND단자에 점퍼선의 한쪽 끝을 단단하게 갖다댄다. 스파크가 일어날 때까지 고정단자 쪽으로 점퍼선의 다른 한쪽 끝을 천천히 움직인다.

④ 만약 Arc가 없거나 Arc 길이가 1/8"(3.2 mm)이하이면

- (a) 외부 휴즈를 검사한다.
- (b) 모듈의 입력 단자의 전원을 검사한다.
- (c) 만약 휴즈나 전원이 이상이 없으면 모듈을 교체한다.

⑤ 잠김 밸브를 열고 시스템을 다시 고정한다.

4) 화염센서용 회로 검사

① 써머스타트로 히터를 정지시킨다.

② 회로도에서와 같이 접지선과 측정기(DC 마이크로 메타)를 접속한다. 하니웰 W136이나 동등한 측정기를 사용한다.

측정기의 접촉방법은 다음과 같다.

- (a) 전기적 조정기에서 접지선을 떼어낸다.
- (b) 전기적 조정기의 GND 측정기의 검은 선(-)을 접속한다.
- (c) 접지선의 한쪽 끝에 측정기의 빨간선(+)을 접속한다.

③ 시스템을 재작동하고 측정기를 읽는다.

화염센서의 전류는 일정해야 하고 최소 1.5mA 이어야 한다.

④ 만약 측정값이 최소치 보다 적거나 일정치 못하면

(a) 버너 불꽃이 일정하도록 정류기 신호가 제공되도록 조정한다.

(b) 점화기의 감지기를 고정하는 부분을 확실하게 조이고 올바른 거리에 있도록 한다.

(c) 점화기와 감지기를 재배치 하지 말것.

(d) 화염센서의 세라믹 보온부가 과도한 온도(1000°F, 540°C 이상)인가 검사한다.

(e) 과도한 온도는 접지선을 끊어지게 할 수 있다. 점화센서를 재배치 하지 말것.

(f) 세라믹 보온부가 깨졌는지 검사한다. 깨져 있으면 접지선이 끊길 수 있으며 필요하다면 센서를 교체한다.

(g) 전기적 접속이 깨끗하고 단단히 고정되게 하고, 손상된 배선을 교체한다.

⑤ 마이크로메타를 제거하고 접지선을 다시 연결한다. 정상적인 상태에서 시스템을 다시 가동한다.

10. 모터와 블로워(팬)휠 검사

배기팬의 모터가 작동되지 않으면 다음과 같이 검사를 실시한다.

① 접속박스에 공급되는 전원검사

② 모터의 접속선이 느슨하거나 끊어져 있는지의 여부 검사

③ 블로워휠이 부드럽게 움직이는지를 검사 (마찰 하우징에 대해서는 부드럽게 움직이지 않음)한다. 블로워휠은 축에 대해서는 느슨하지만 하우징에 대해서는 움직이지 않는다.

④ 블로워휠에 손상이 있는지 검사하고 필요하면 교체한다. 만약 손상이 없으면 축에 블로워휠을 다시 맞추고 나사로 단단히 고정한다.

⑤ 만약 이상의 모든 사항이 정확하지 않으면 모터를 교체한다.

11. 청소 및 유지관리

① 히터는 매년 난방 시즌의 가동전에 청소 및 확인점검을 실시한다.

② 과도한 먼지가 쌓였거나, 오염이 관찰될 때에는 수시로 청소한다.

③ 최대 난방효율과 청정한 연소를 위해 히터

를 깨끗하게 관리한다.

- ④ 히터의 청소 방법은 다음 순서에 따른다.
 - (a) 모든 전기적 공급을 끊고 전원을 차단한다.
 - (b) 조정 박스를 연다.
 - (c) 조정 박스 내부를 청소하고 방사판과 반사판을 청소한다. (오염된 반사판은 출력을 감소시킨다.)
 - (d) 스파크 전극을 육안으로 검사한다. 스파크 전극에 이물질이 있으면 제거한다. 스파크 간격을 밸브에 알맞게 조절한다. (스파크 간격 3/16", 4.7mm)
- 주의 : 전극의 세라믹 부분은 손상되기 쉬

우므로 청소나 조정은 반드시 조심스럽게 하여야 한다.

(e) 배기관을 떼어내고 배기 팬에 쌓여있는 이물질을 제거한다.

12. 교체 부품

1) 일반사항

① 부품교체시에는 언제나 가스나 전기 공급을 차단한다.

② 부품교체는 전문가에 의해 이루어져야 하며, 모든 부품은 제조업체로부터 공급 받을 수 있다.

③ 손상된 부품을 분리하기 위해서는 교체부품 안내서를 참조한다.

제 4 장 적용사례

SPACE-RAY 원적외선 난방시스템 설치후 1년 이내에 투자비를 회수한 강철회사

(1988년 시공 1990년 사례 발표)

CF & I 강철회사가 1987년 말경 Colorado의 Pueblo 철강소내에 있는 세계의 부대작업장 등 30년이나 노후한 스팀 난방시스템을 대체하는 방안을 다루기 위하여 경영진과 구매담당 직원으로 구성된 보일러 담당분야의 품질관리 그룹은 구시스템을 수리할 것인가 일부를 더 낡은 제품으로 교체해야 할 것인가, 새로운 시스템을 설치할 것인가 아니면 대체 에너지 시스템을 설치할 것인가 등 여러가지 방법을 세밀하게 검토하였다. CF & I 철강주식회사의 Pueblo공장은 미국 전역으로 보낼 레일, 심레 스텐브, 붕, 롯트 및 선 등의 제품을 연간 500,000만톤 이상 생산한다.

이 공장은 150톤 용량의 전기로 2기와 연속 주조로 2기를 보유하고 있으며, 레일, 붕, 로드, 선, 심레스텐브 및 기타 제품 생산용 공장, 한 개소의 주조공장과 다양한 부대 작업장을 갖추고 있었다. 에너지 평가에서 CF & I의 품질관리위원들은 내부의 기계작업장 25,000Ft²(2,300m²), 파이프 작업장 5,035Ft²(470m²), 용접작업장 10,

750Ft²(1,000m²)에 스팀난방시스템 설치가 필요하다고 분석했다. 세계의 건물은 1910년에 지어진 것으로서 철골과 벽돌, 평판 금속재의 지붕으로 구성되어 보온은 되지 않았다.

보일러와 파이프는 극히 비효율적인 것으로 기계작업장에서만 4,000,000BTU/hr(1,008,000 Kcal/hr)의 열손실이 밝혀졌다. 그것은 밀폐된 루프식의 중앙난방시스템이 아니고, 스팀은 세계의 건물내 바닥면에 설치된 보온된 라디에이터와 웬에 파이프를 연결해 주는 단순한 시스템으로, 난방이 고르지 못하여 작업자에게 쾌적한 환경을 제공해 주지 못했다.

CF & I 공장의 연소기술자인 Walt Walker에 의하면 세계 건물의 낡은 판을 교체하는데 드는 비용이 엄청난 액수일 것이라는 것을 발견하였으며, 세 건물의 작업자들은 내부온도가 가을과 겨울의 난방기간 동안에 평균 40°F(15°C)였기 때문에 항상 추웠다고 한다. 대부분의 작업자들은 추위를 견디기 위해서 겹겹이 옷을 입거나 방한복을 입어야 했고 불평이 잦았다.

보일러 계통의 난방시스템을 제쳐놓고, 품질관리 그룹은 강제 대류식난방용의 유니트 히터 및 원적외선 히터등을 포함한 다양한 천연가스 연소용 시스템을 검토했다. 견적서의 제출요청을 받은 사람중에는 콜로라도의 덴버에 있는 Air Treatment Technology의 Paul D.Hoefer

(SPACE-RAY대리점)도 끼여 있었다. 여러 회사의 견적서를 검토한 후에 품질관리 위원들과 Walker씨는 Air Treatment Technology의 제안을 수락하고 세계의 작업장에 SPACE RAY의 175,000 BTU/hr(44,000Kcal/hr)용량인 RSTP-17, 원적외선 튜브히터 35대를 설치했다. 추가하여 Walker씨는 파이프 작업장 용으로 용량이 50,000BTU/hr (13,000Kcal/hr)인 RSPA 5C광역용 히터 6대를 구입하기로 결정하였다.

히터는 공장에서 조립되어 성능시험후 발송되어 CF & I의 설비팀에 의해서 1988. 9월에 설치됐다. Walker씨에 따르면 1988~89의 난방첫해에 CF & I는 \$ 100,000의 난방비를 절약했으며, 89~90년에는 약 \$ 130,000의 난방비가 절약될 것이라 한다. "시스템의 투자비 회수기간은 불과 1년도 안되었습니다. 난방비 절약은 엄청났으며 세 건물의 사용연수를 고려해 볼 때 난방효율은 최적이었습니다"라고 그는 말한다.

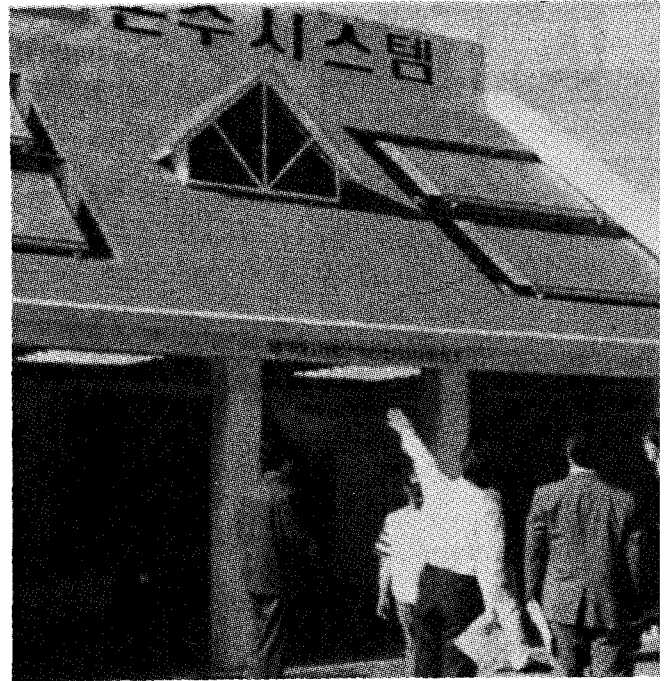
175,000BTU의 RSTP-17 적외선 가스 튜브히터중 25대는 기계작업장에 설치됐고, 8대는 용접작업장, 2대는 파이프 작업장에 각각 설치됐다. 세 빌딩의 총 열손실은 4,850,000BTU/hr(1,230,000Kcal/hr), 용접작업장 1,750,000BYU/hr(440,000Kcal/hr), 파이프 작업장 650,000BTU/hr(164,000Kcal/hr) 등이다.

기계작업장은 단열시공이 되어 있지 않은 "1-Frame"타입의 철재 및 블럭으로된 건물로서 중앙부분이 30'(9.2m)평행인 두개의 작업장은 18'(5.5m)높이였다.

빌딩의 크기는 가로 100'(30m), 세로 250'(80m)이고 중앙의 꼭대기 부분과 두개의 작업장중 낮은 부분은 수많은 유리창이 나 있었다.

트랙에 있는 두개의 큰 경사진 금속창은 제품과 장비의 수송을 위해서 건물의 양끝에 위치하고 있으며, 히터는 최적의 난방효율과 복지를 위해 작업 장소를 향해 조정되었으므로 대부분의 작업자들은 선반과 같은 상주 장비 근처에서 일을 했다.

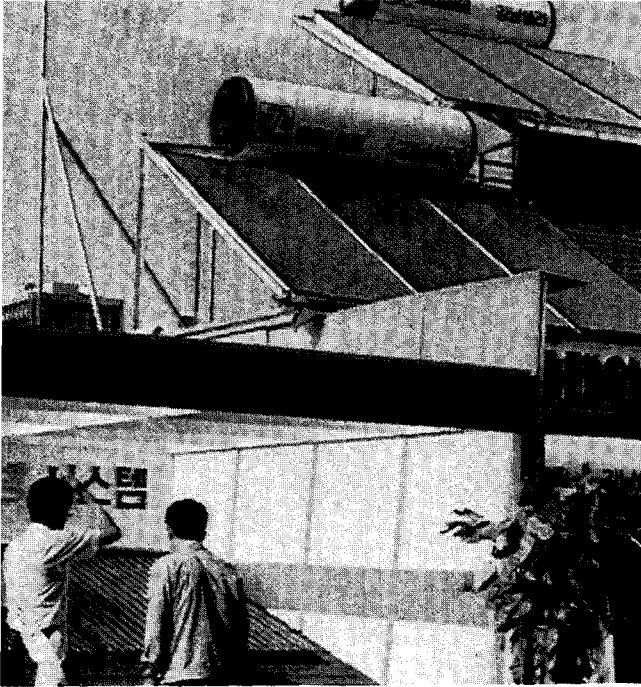
히터는 체인에 올려져 양쪽의 작업장에서 같은 거리의 천장에서 1'(0.3m)떨어지게 매달고 작업자의 위치에 맞추어 수평 또는 30°각도로 설치됐다. "적외선 히터의 설치후 작업자들의 불평은 현저하게 감소했다"고 Walker씨는 덧붙였다.



"우리의 난방기간은 10월~4월이며 겨울동안의 실내 평균온도는 30°F(-1°C), 외기온도 10°F(-12°C)이하로 떨어집니다. 옷을 겹겹이 입는 대신 작업자들은 이제 보다 편한 옷차림으로 일합니다. 고르고 일관된 난방으로 작업자들은 훨씬 쾌적하게 느꼈고 나는 이 히터가 작업자의 사기와 생산성을 향상시켰다고 느낍니다"라고 말한다.

최적의 효율을 위해서 5개의 히터마다 24시간 타이머를 가진 콘트롤시스템을 1개씩 부착시켰다. 월요일에서 금요일까지의 정상작업기간에는 오전 7시부터 오후 6시까지의 낮시간 기온을 60°F(20°C)로 설정했고, 밤과 주말에는 58°F(14°C)로 설정했다. 이 시스템은 아침 7시에 도착하는 작업자들을 위해서 오전 5시에 작동되기 시작한다.

이 철골건물은 단열이 안됐기 때문에 튜브히터의 연소가스를 건무외부로 배기시켰다. Walker씨에 의하면 밖으로 배기를 하지 않았다더라면 건물내에 응축현상이 발생했을 것이라 한다. "구스팀난방시스템 사용시에는 온도차로 해서 실제 건물에 물방울이 생겼고 부식현상이 심했습니다. 우리는 외부 배기를 통해서 이 문제를 해결했습니다."고 Walker는 말했다.



기계작업장과는 달리 용접작업장은 길이 215' (65m), 너비 50' (15m), 파이프 작업장은 길이 47.5' (14m), 너비 106' (32m)였으며 용접작업장의 천장높이는 30' (9m)이고 파이프 작업장은 17' (5.2m)였다. 두 건물은 양쪽에 유리창이 있는 구조이다. 용접작업장에 있는 8대의 SPACE-RAY RSTP-17 가스히터는 각도조정용 브라켓과 체인으로 천장아래 14' (4.3m) 높이에 설치되었다. 파이프 작업장에는 두개의 RSTP-17 적외선히터와 6대의 광역용 히터가 건물의 옆쪽 천장에서 2' (0.6m) 아래 설치됐다. 두 건물에 있는 시스템은 낮에는 68°F (20°C), 밤에는 58°F (14°C)로 유지되는 기계작업장과 유사하게 조절되도록 했다. 기계작업장과 마찬가지로 작업자들은 전보다도 훨씬 쾌적함을 느꼈다고 Walker는 말했다.

원적외선 튜브히터의 고른 열분배를 경험한 CF & I는 Pueblo공단내의 다른 공장에서 SPACE-RAY히터를 채택하는데도 결정인 역할을 했다.

SPACE-RAY의 생산과장인 Bob Genisol에 따르면 고른 열분배가 가능한 이유는 U자형 디자인 때문이라고 한다. "수많은 다른 튜브히터는 히터의 버너쪽 부분을 중점적으로 가열하지만 중간과 배기쪽 부분에는 거의 가열이 되지 않는

직선형 튜브디자인을 하고 있습니다."라고 Genisol은 언급했다.

타회사 제품들이 공통적으로 버너쪽 부분을 800°F (430°C), 배기팬 부분을 300°F (150°C)로 하는데 반하여 우리는 히터 전부분이 고르게 900°F (480°C)의 온도를 유지시킵니다.

SPACE-RAY의 U형 디자인은 바닥면에서 복사에너지를 얻는데 필요한 복사효율을 얻을 수 있게 했다.

SPACE-RAY히터의 사용으로, CF & I의 유지비는 상당히 줄어들었다고 Walker는 덧붙였다. RSTP-17히터는 on-line진단을 하는 검색등과 간단하고 고장이 없는 유지관리를 특징으로 한다. Walker에 따르면 그가 원적외선 난방시스템에서 여지껏 경험했던 놀라운 특징이 바로 이것이라고 한다. CF & I에 설치된 RSTP-17적외선 히터는 높은 복사효율을 위해서 특수 열처리된 (Calorized) steel 방사관(Emitter)을 사용한다.

이 독특하고 개별적인 일체형 디자인은 저렴한 설치비, 필요시 공장건물 내에서 간단히 재배치할 수 있고 유지관리가 용이한 면을 갖고 있다. 시스템 내에서 각각의 히터는 별개로 또는 복합적으로 제어될 수 있다.

밀폐된 공간내에서 연소가 이루어지는 설계, 착화되지 않았을 때 차단되는 직접착화 시스템, 안전공기검색 스위치 등에 의해서 한층 안전하도록 시스템이 강화되었다.

SPACE-RAY에 의하면 CF & I와 유사한 난방 결과를 찾지않는다고 한다. "재래식 강제난방시스템과 CF & I에서 처럼 보일러 시스템에서는 에너지 비용이 계속 덩치고, 순환시키고, 냉기를 재차 덩히는데 사용되어야만 합니다. 건물의 공기는 계속 순환되고 재차 덩혀져야만 합니다. 더운 공기가 상승하면 지면에는 차가운 공기로 계속 대체가 되어서 순환이 되어야만 합니다. 이것은 비용도 많이 들고 낭비가 됩니다." Genisol에 따르면, 적외선 난방에서는 복사열이 사람과 물체를 직접 덩히기 때문에 훨씬 적은 에너지 비용으로도 똑같은 쾌적함이 얻어질 수 있다고 한다. "이것이 산업용 난방에서 적외선 난방이 대류식 난방보다 보통 30% 이상 효율적이고, 연간 연료비 절감액이 50%나 되는 이유입니다."라고 그는 말했다.