



# 축열식 전기온돌 제품 및 시공기준

(주)금화기전  
김연학

## I. 축열식 전기온돌이란?

난방이 필요한 장소에 발열체(씨이즈히타)와 축열재를 설치하여 심야시간대에 가열하여 축열재에 열을 저장하였다가 서서히 방열(복사열)하게 함으로써 방바닥온도를 30~40°C로 일정하게 유지하도록 하여 저렴한 연료비를 최대 효율로 난방하는 방식을 축열식 전기온돌이라고 하며, 축열식 전기온돌은 다음과 같은 특징이 있다.

1. 바닥난방은 바닥면이 방열면이기 때문에 충분한 난방을 하기 위해서는 충분한 바닥면적이 필요하며, 천장 높이가 2.6m이하가 되어야 충분한 난방이 가능하다.
2. 복사열을 이용하기 때문에 실온이 낮아도 난방이 되고, 바닥에서 천장까지 거의 온도차가 없는 쾌적한 난방을 할 수 있다.
3. 연소부분이 없기 때문에 공기오염 및 소음공해가 없으며 장시간 쾌적한 난방을 할 수 있으므로 편리하다.

### ▶축열식 전기온돌 제조업체 및 보급현황

구분	단위	수량	비고
전기온돌 제조업체수	EA	15	
심야전력 사용 가구수	EA	233987호	
1년간 평균 시공건수	EA	7300호	
심야 총 계약전력	KW	250만9000kW	

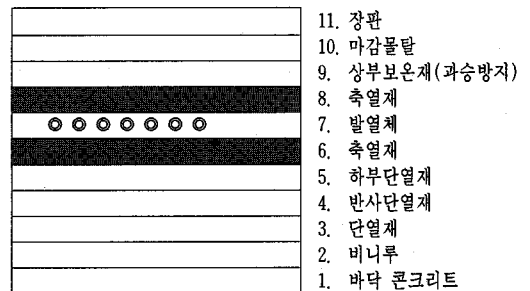
## II. 축열방식

축열방식은 다음과 같이 구분 할 수 있다.

1. 현열축열
2. 잠열축열
- ① 현열축열식 방식

일반적으로 자갈과 같은 축열매체에 발열체를 매설하는 방식으로 자갈, 몰탈등의 현열재가 이용되고 있다. 발열체는 200~250m/m의 피치(Pitch)로 매설하는 발열선식과 씨이즈히타를 매설하는 방식이 있다. (표1)은 현열축열식 난방의 구조이며, 바닥콘크리트 위에 비니루를 깔고 그위에 단열재, 반사단열재, 하부단열재, 축열재, 씨이즈 히타, 축열재, 상부 보온단열재 (과승방지를 위하여 단열재를 깔아 방열을 서서히 하게한 목적)마감몰탈, 장판등으로 설치

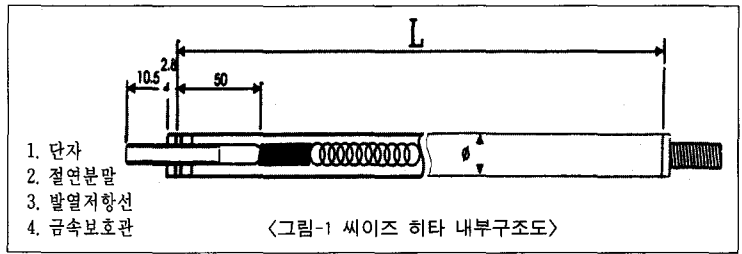
<표1. 현열축열식 난방구조>



한다.

### ② 잠열축열 방식

잠열축열방식은  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CaCl}_2$  계 등의 잠열축열재를 합성수지로 제조된 용기에 담아 바닥에 설치하는 방식이다.



<그림-1 씨이즈 히타 내부구조도>

#### ※장점

- 단위 체적당 축열량이 크다.
- 일정수준의 온도를 이용할 수 있다.

- 조작성이 용이하고 작업환경이 좋다.
- 국부가열과 급속 가열이 가능하다.

#### ※단점

- 열의 이용속도가 느리고 축열재의 비용이 높으며, 열교환기의 필요와 과냉각 문제등의 단점이 있다.
- 화학물질을 사용하기 때문에 독성이나, 인화성 등 환경문제를 고려할 필요가 있다.
- 상변화에 따른 체적변화가 일어나기 때문에 장치의 구조설계에 어려움이 있으며, 용융염등 부식성이 강한 물질을 사용하는 경우에는 사용재료의 선택이 한정된다.
- 잠열축열재는 열전도도가 작기때문에 전열특성이 나쁘고, 열에너지의 출입시간적 특성이 좋지 않다.
- 과냉각이나 상분리에 문제가 있다.

이러한 여러 가지 문제점을 개선하고 잠열축열재의 장점을 살려 실용화하기 위해서는 여러 방향에서 다각적인 연구가 필요하며, 현재로서는 제조기술과 개발이 미흡한 단계에 있다.

## III. 발열체(heater)의 설계기준

### 3-1. 전기 가열의 특징

전기 가열히타는 온도분포가 균일하고 온도제어가 편리하므로 제품의 품질을 향상시킬 수 있어 아래와 같은 특징이 있다.

- 매우 높은 온도를 얻을 수 있다.
- 내부 가열을 할 수 있다.
- 온도 및 가열시간의 제어가 용이하다.
- 열 효율이 높다.

### 3-2. 전기 가열의 종류

전기 가열방식은 저항가열, 아크가열, 유도가열, 유전가열, 복사가열등 여러 가지 방식이 있으나, 현재 많이 쓰이고 있는 저항가열 방식에 준한다. 저항가열 방식은 전류에 의한 오옴손(ohm loss)을 이용하여 가열하는 것으로 직접식과 간접식이 있다. 직접식은 도전성의 피열물에 직접 전류를 통하여 가열하는 방식이고, 간접식은 저항체(발열체)로 부터의 열을 복사, 전도, 대류에 의해서 피열물에 전달하여 가열하는 방식으로 발열전선과 발열강관(씨이즈 히타)이 있다.

#### (1) 씨이즈 히타(발열체)

간접 저항가열 방법에는 스페이스 히타(space heater)와 씨이즈 히타(sheath heater)가 있다. 스페이스 히타는 합금발열선을 운모 또는 유리관으로 절연하여 금속관에 넣은 것으로 발열온도의 분포가 불균일 하고 수명이 짧은 단점이 있고, 고온에서 사용할 때 여러 가지 문제가 있어 일반적으로 사용하지 않는다. 씨이즈 히타는 파이프를 이용한 형태의 히타로서 열분포조절이 용이하고, 구부림을 임의로 할 수 있는 장점이 있다. 또한 진동이나, 외부 충격에 높은 안정성이 있으며 고온(500°C~700°C)에서도 절연 저항이 양호하여 전기온풍기, 전기보일러, 전기온수기, 전기온돌 히타등의 가열용으로 사용되고 있다. (그림1)은 씨이즈 히타의 내부구조도로써 열을 발생시키는 저항선과 피열물에 직접 투입하여 가열하는 금속보호관, 피열물과의 절연 및 보온을 위한 마그네시아 등의 절연 분말 그리고 전원과의 통전을 위한 단자등으로 구분 할 수 있으며, 급냉, 급열시 발열

체의 구조가 변형이 없도록 금속 보호관을 압축하는 것이 바람직 하다.

(2) 발열체

씨이즈 히타에 주로 사용되는 발열체는 다음과 같다.

씨이즈 히터의 절연분말은 절연효과 뿐만 아니라 열전도성도 증가시키기 위하여 사용되고 있는데, 이것은 사용온도 및 열간 하중에 견디어야 하고, 내식성이 커야 할 뿐만 아니라 급열, 급냉시 변형이 없어야 한다.

일반적으로 산화알루미늄, 마그네시아 분말

종류	화학적분 (%)	비중 (°C)	용융점 (20°C)	전기저항률 ( $\mu\Omega/cm$ )	최고온도 (발열체°C)	인장강도 (kgf/mm <sup>2</sup> )	수명
니켈크롬 제 1종	Cr 19-21 Fe 1이하 Ni 77이상	8.40	1400	108±5%	1,100	70-90	300이상
니켈크롬 제 2종	Cr 19-21 Fe 나머지 Ni 77이상	8.25	1400	112±5%	1,100	60이상	200이상
철크롬 제 1종	Al 4-6 Cr 23-26 Fe 나머지	7.20	1500	142±5%	1,200	65-85	100이상
철크롬 제 2종	Al 2-4 Cr 17-21 Fe 나머지	7.35	1500	123±5%	1,100	60-75	70이상

(3) 발열체의 내경에 따른 최고사용온도(°C)

※합금 발열체의 내경에 따른 내산화 한계온도값 기준

내경과 최고 사용온도 종류(°C)	내경(mm)			
	0.1 - 0.45	0.5 - 0.95	1.0 - 3.0	3.0이상
니켈크롬 제1종	825-900	900-1000	1000-1050	1100
니켈크롬 제2종	800-850	850-900	900-950	1000
철크롬 제1종	900-950	950-1050	1050-1150	1200
철크롬 제2종	850-900	900-1000	1000-1050	1100

(Mgo, 산화마그네슘)을 사용하며 산화알루미늄은 산화마그네슘 보다 열전도성이 떨어지므로 산화마그네슘을 사용하는 것이 좋다.

산화마그네슘은 저온용, 중온용, 고온용이 있으며, Mgo의 순도에 따라 구분된다.

저온용 산화마그네슘은 대부분 실리콘 코팅이 있어 전기온돌 및 전기온수기, 전기보일러 등 온도가 낮고, 습식 히타에는 실리콘 코팅이된 산화마그네슘을 많이 사용 한다.

(4) 금속 보호관

금속 보호관은 직접 피가열물에 투입 가열토록 되어 있으며 피가열물의 특성에 따라 동, 철, 스텐레스 등의 금속보호관을 사용한다.

(5) 절연 분말

대기중에 사용하는 경우의 표면온도

파이트 재질	최고 사용온도(°C)	
	평상(장시간)사용	단시간 사용
인코넬-600	850	900
인코로이-800	800	850
SUS 304(316포함)	600	650
알루미늄	300	350
동	200	250
철	400(철주물)	450(철주물)

(6) 단자

단자재료의 구비조건

- ① 전기의 전도율이 클 것
- ② 열의 도전율이 작을 것
- ③ 고온에 견디며 또한 고온에서 기계적 강도가 클 것
- ④ 피열물과의 사본에 화학작용이 일어나지 않을 것
- ⑤ 장기간 사용시 녹이 잘 슬지 말 것

※단자재료는 발열체와 동일한 금속재료를 이용하여야 하지만 사용온도가 저온 일 경우에는 녹이 발생되지 않는 SUS310, 304와 같은 스텐레스 등을 사용할 수 있다.

· 1,2차 내전압, 절연저항, 소비저항 검사는 검사자가 반드시 검사를 하고 조정을 하여야 하며, 검사자의 검사없이 다음공정으로 이동할 수 없다.

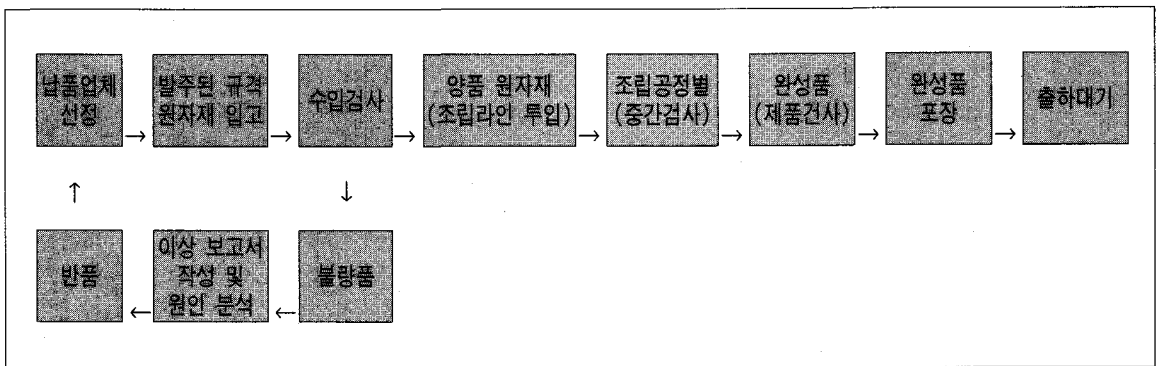
4-3. 공정관리(작업자 수시관리)

NO.	관리항목	관리기준	관리주기	관리방법
1	발열선 저항값	종류별 규격 참조	· 작업시작시 · 규격변경시 · 4시간 마다	발열체 가공공정 체크시이트
2	외장관 외경	기준치 ±0.1mm		
3	외장관 길이	기준치 ±10mm		
4.	단자볼트 길이	기준치 ±0.5mm		

IV. 현열축열식 바닥 난방기기의 제작 및 사양

현열축열식 바닥 난방기기의 제품은 장기간 바닥에 매설된 축열재를 난방하는 구조로 되어 있어 화학적, 기계적, 열적으로 안전하여야 하며, 다음과 같은 제조공정을 통하여 균일하고도 양질의 제품을 경제적으로 생산하여 수요자에게 공급하는 완벽한 표준시공을 하여야 한다.

4-1. 검사 기본 ROUTE



4-2. 작업시 주의사항

· 발열체의 충전작업을 지정된 작업자 이외는 할 수 없다.

V. 현열축열식 바닥난방 설치 사양

축열식 전기온돌은 축열된 열만 사용하기 때문에 다음과 같은 사항에 주의하여 시공을 하여야 한다.

5-1. 설치장소

- ① 바닥밑, 외벽, 천정 등의 단열이 충분한곳.
- ② 축열식 전기온돌은 복사열로 난방하기 때문에 난방으로 인한 환기가 불필요하므로 필요 이상의 환기를 피한다.
- ③ 야간에는 창문 또는 덧문이나 두꺼운커튼을 닫는다. 가능하면 한냉지에서는 페이그라스

(Pair-glass)나 이중창을 사용한다.

- ④ 천정 높이가 높지 않아야 된다(2.6m이하)
- ⑤ 방수처리가 잘되고 습기가 적은장소

**발열체의 제작사양**

NO.	항 목	규 격 및 재 료	비 고
1	소비전력	67W/m ±5%	
2	절연저항	500MΩ 이상	
3	절연내력	1500V/1분	
4	인장강도	600kg/㎠이상	
5	외장관	STAIN LESS STEEL	(STC304)
6	발열선 종류	철크롬 2종	

**표준작업 < 1 - 사용재료 및 부품>**

NO.	사 용 재 료	규 격	관 련 기 준
1	발열선의 권선가공품	개별규격 참조	
2	스테인레스 파이프	Φ12.7×0.6t 이상	
3	마그네샤(Mgo)	저온용(Coated)	
4	실리콘니스	TSR117	
5	실리콘라바	KE441	
6	테프론 패킹	Φ11	

**표준작업 < 2 - 사용설비 및 치공구>**

관리번호	설비 및 치공구명	수 량	구 격 및 정 도
	충진기	1	1/4(HP)
	권선기	1	1/4(HP)
	자동 Reducing	1	10(HP)
	탁상용 드릴	1	9.8(A)
	탁상용 그라인더	1	440(W)
	핸드 드릴	1	1(HP)
	Cutter M/C	1	1(HP)
	단자볼트 Cutter M/C	1	1/2(HP)
	에어 콤프레셔	1	3(HP)
	DC Spot 용접기	1	5(KVA)
	전압조정기	1	39(A)/10(KVA)
	저항 테스터기	1	1Ω ~100kΩ
	볼트 매타	1	1V - 250V
	와트 매타	1	1 - 500W
	전류 매타	1	1 - 5A
	항온습습기	1	0 - 100°C
	버니어캘리퍼스	1	(0.05mm)
	마이크로미터	1	(0.01mm)
	전동 드라이버	1	220V/0.3A
	절연 저항계	1	DC 500V
	내전압 테스터	1	5(KV)

## 준비작업

순서	준비작업방법	작업조건(특기사항)
1	작업지시서의 작업내용 확인.	약 5분간 재료규격 확인. 설비점검 체크시이트 기록.
2	설비점검.	
3	재료운반.	
4	설비기기 시운전 한 후에 작업시작.	

## 본작업

순서	작업방법	작업조건(특기사항)
1	외장관 SUB작업 (스테인레스파이프) 절단면의 날카로운 부분을 연마후 불순물을 제거한다. (에어건 사용)	
2	마그네샤 충전 권선작업이 완성된 열선을 외장관에 넣고, 충전기에 의해서 마그네샤(Mgo)를 충전시키고, 작업도중에 마그네샤가 유출되는 것을 방지하기 위해 임시적으로 고무패킹을 유출부위에 삽입한다.	작업전 권선저항값 확인. 충진시 권선분포 변경주의.
3	1차 내압검사 1차 내압검사는 3000V를 1초동안 가할 때 절연 파괴의 이상이 없어야 한다.	원자재 손실방지 검사시 감전주의.
4	압축작업 외장관의 스테인레스 파이프를 압축기에 의해서 압축 작업을 한다. ※외장관 완성규격 : $\phi 11 (\pm 0.1\text{mm})$	압축작업 완료후 10분후에 실리콘니스도포 (열발산 후에 니스도포)
5	실리콘 니스 도포 마그네샤 유출방지방 고무패킹을 제거하고, 실리콘니스를 도포 건조시킨다.	건조시간 20분이상.
6	단자볼트절단 및 연마 발열체의 전원단자 볼트를 규격에 맞게 절단하고 전원단자볼트의 끝 모서리 부분을 연마처리 한다.	절단은 JIG를 사용한다.
7	2차 내압검사 2차 내압검사는 1800V로 1초동안 가했을 때 절연 파괴의 이상이 없어야 한다.	감전주의. 내압검사 체크기록.
8	실리콘라바 도포 및 테프론패킹삽입 발열체의 끝마무리 작업으로서 실리콘라바를 도포한 후 테프론패킹 삽입.	
9	절연저항검사 발열체를 물속에 침수시킨후 절연저항검사를 한다.	500M $\Omega$ 이상
10	포장대기 발열체 조립이 완성되면 포장대기 장소에 규격별, 종류별로 적재를 한다.	