

# 난방시설 설계, 시공의 요점

난방시설은 전기 공작물 중에서 감전, 화재의 위험이 많기 때문에 특수 시설로서 취급되고 있다. 즉, 플로어 히팅 등의 전열장치의 시설, 파이프 라인 등의 전열장치의 시설, 전기온상 등의 시설 이외는 옥내, 옥측 또는 옥외에 발열체를 시설하는 것은 「전기 설비에 관한 기술 기준」(전기 사업법)으로 금하고 있다. 따라서, 종래는 필요 최소한의 시설로서 부득이하고 특수한 경우의 설치에 그치며, 일부분의 시설, 지구에 보급되고 있는 상황에 지나지 않았다.

최근 기술의 진보에 따라 새로운 발열체의 개발, 시공법의 개량 등으로 감전, 화재 등의 위험이나 재해가 없는 시설을 용이하게 구축할 수 있게 되었다. 난방 시설의 설계 및 시공에 종사하는 사람들이 이용하는데 편리하도록 구체적인 예를 들었고, 관계자들에게 유효한 자료가 될 것이라 믿는다.

## 제1종 발열선에 의한 난방시설

### 1. 제1종 발열선의 특징

제1종 발열선은 전기 용품 기술 기준에서 규정하는 「전기 온상선」과 같은 성능을 갖는 발열선으로 전기 온상이나 콘크리트 양생의 시설 등의 특정 시설에 한정해서 사용할 수 있는 특정의 절연 발열선이다. 이 발열선은 절연 재료별로는 비닐 절연과 고무 절연의 2종 타입이 있고 사용 형태별로는 지중 매설용과 공중 배선용의 2종, 사용하는 전원의 종별로는 단상 100V용과 단상 또는 3상 220V용이, 또 단위 길이당 발열량에 의해서 규격화되어 있고 발열선의 각 단말에는 미리 리드선이 접속된 상태에서 제품화되고 있다.

따라서 발열선을 설치하는 시설에 적합한 품종, 시방의 제품을 선택해서 사용할 필요가 있고 지중 매설용을 공중 배선에 사용하거나 발열선을 중간에서 절단하거나 이어서 사용하는 것은 위험하고 법령에서 금지되고 있다.

현재 시판되고 있는 일반적인 제1종 발열선의 제품 시방을 표1에 표시한다.

### 2. 설계의 요점

제1종 발열선을 사용하는 시설은 설비가 간단한 데다 온도 제어도 쉽기 때문에 육성이나 보온에 알맞는 온도 환경을 임의로 확실하게 관리할 수 있다는 이점도 갖고 있다. 그러나 전기 온상 등에서는 가온하는 대상의 종류나 시설의 구조, 지역,

콘크리트 양생 및 배선 발열선(온상선)의 시공

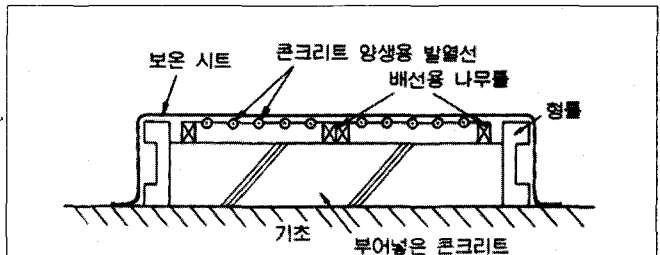
종 류	절연체 종별	형식	사용 전압	전력 용량	발열선 길이	기 타
지중용 온상선	비닐 절연 또는 고무 절연	단상형	100V	250W	30m	* 각 단말에 리드선 2m 붙임
			100V	500W	40m	
			100V	500W	60m	
			100V	1,000W	120m	
		3상형	200V	500W	40m	* 꼬아 합친 선형도 있다. (한 끝에 리드선 2m 붙임)
			200V	500W	60m	
			200V	1,000W	120m	
공 중 배선용 온상선	비닐 절연	단상형	100V	125W	10m	* 꼬아 합친 선형
			100V	500W	20m	
			200V	500W	20m	

계절 등에 의해서 효과적인 가열 방법이 나 온도가 변화하기 때문에 시설의 목적이나 조건 등의 확인이 중요하게 된다.

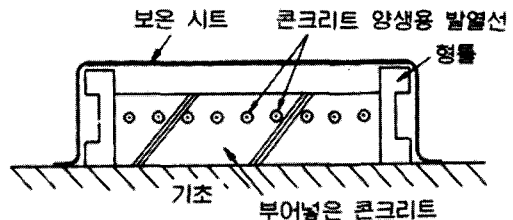
다음으로 콘크리트 양생이나 지중 매설 배선의 전기 온상, 공중 배선의 전열 온실 등 시설의 구조별로 발열선 설계의 요점을 설명한다.

(1) 콘크리트 양생

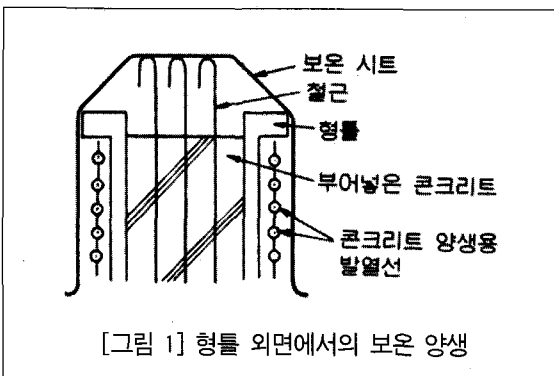
콘크리트 양생의 총발열량은 열량 계산에서 얻은 소요 발열량과 보온하는 전표면적에 의해서 결정되기 때문에 이것이 알맞는 최적의 용량 제품을 조합해서 선택하여 보온할 면이 균등하게 통전 가열될 수 있도록 일정한 간격으로 반복해서 배선을 한다. 발열선을 배선하는 선 상호



[그림 2] 콘크리트 상면에서의 보온 양생



[그림 3] 콘크리트 속의 매입 보온 양생



[그림 1] 형틀 외면에서의 보온 양생

의 간격 p는 1개의 발열선의 전력 용량 및 발열부의 길이와 1㎡당 소요 발열량에서 다음 계산으로 구할 수 있다.

$$p = 100W / l Q [cm]$$

여기서,

W : 발열선 1개당 전력 용량[W]

l : 발열선 1개당 길이[m]

Q : 1㎡당 소요 발열량[W/㎡]

예컨데, 1개가 60m, 500W의 발열선을 소요 열

량 95W/m<sup>2</sup>의 면에 배선하는 경우에는

$p=50,000/5,700 \approx 9[\text{cm}]$ 를 얻을 수 있다. 또, 이 1개의 선으로 배선할 수 있는 면적  $A_1$ 은 다음 식으로 얻을 수 있다.

$$A_1 = p l / 100 [\text{m}^2]$$

다음은 시공 방법인데 동해를 받을 염려가 있는 부분에 콘크리트 양생선의 설치 구조에는 형틀의 외면에서의 보온, 콘크리트 윗면에서의 보온이나 부어넣은 콘크리트 속에 매입식 보온 등이 있다.

(그림 1, 그림 2, 그림 3 참조)

형틀 외면에서의 보온법에서는 콘크리트를 붓기 전에 형틀의 외면에 발열선을 소정 간격으로 고정 배선해서 콘크리트 작업이 끝난 후에 보온 시트 등으로 덮어서 외기와 칸막이하고 통전해서 적당한 온도로 가열한다. 이 방법은 구조물의 벽이나 기둥 등의 입체적인 부분에 적합하다.

바닥면이나 노면과 같이 콘크리트 작업면이 표면에 넓게 노출되고 비교적 평탄한 경우에는 목재틀에 발열선을 일정 간격으로 부설한 유닛을 작업이 끝난 콘크리트의 윗면에 늘어놓고 그 위에서 보온 시트 등으로 덮어서 통전한다. 이 방법으로 발열선의 장치나 관리는 대단히 쉽게 할 수 있으나 수분의 증발을 재촉하기 때문에 주의가 필요하다.

제3의 방법으로 콘크리트를 부어넣기 전에 형틀의 안쪽에 발열선을 설치한 후에 콘크리트 작업을 하거나 작업중의 콘크리트 표면에 소정의 간격으로 발열선을 설치하고 콘크리트의 외면 가깝게 직접 매입한 선에 통전하는 매입 방법이다. 이 방법은 형틀 외면 보온이나 윗면 보온의 방법이 곤란한 구조, 예컨대 보온 시트로 덮을 수 없는 부분 등에 대한 시공에 적합하나 콘크리트 전체의 온도를 상승시키기 때문에 가열 효과의 늦음이 크게 된다. 또 이 경우의 발열선은 한번 사용하고 버리게 된다.

### (2) 지중 매설 배선에 의한 전열 온상

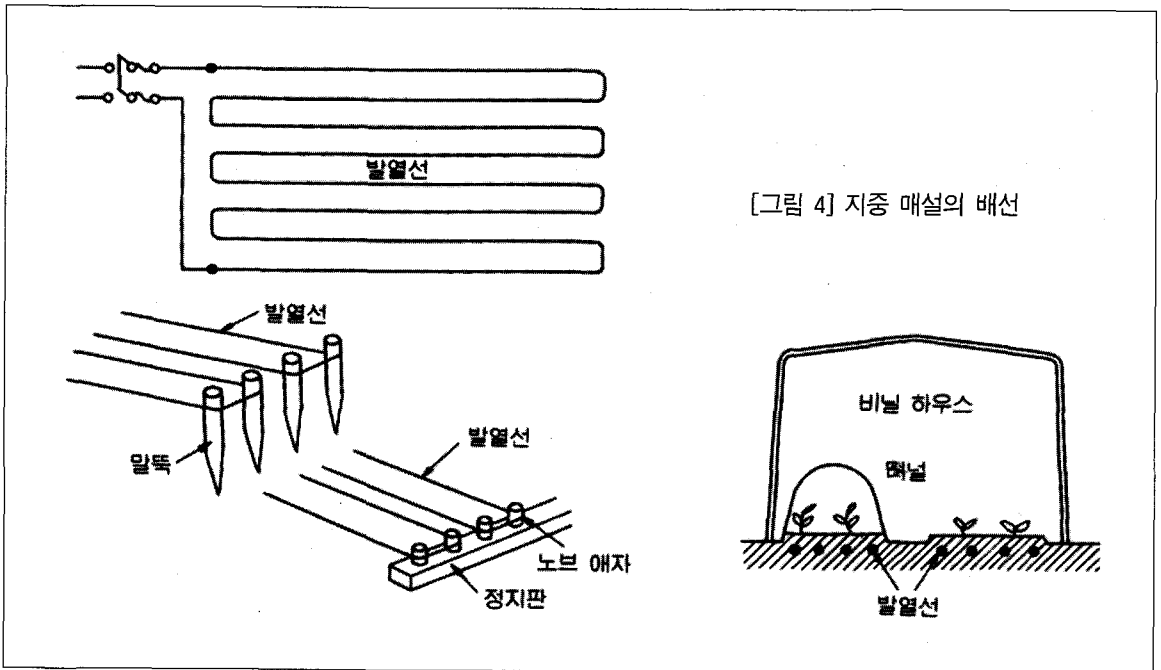
발열선을 지중 매설하는 전열 온상에서는 작품의 종류, 시기나 기상 조건, 보온의 구조 등에 따라서 시설의 소요 열량을 결정하지만 지역적으로 보면 1m<sup>2</sup>당 대략 다음의 발열량의 기준으로 된다.

북해도·동북지방·북륙지방 : 90[W/m<sup>2</sup>]

관동지방·중부지방·관서지방 : 75[W/m<sup>2</sup>]

중국지방·서국지방·구주지방 : 60[W/m<sup>2</sup>]

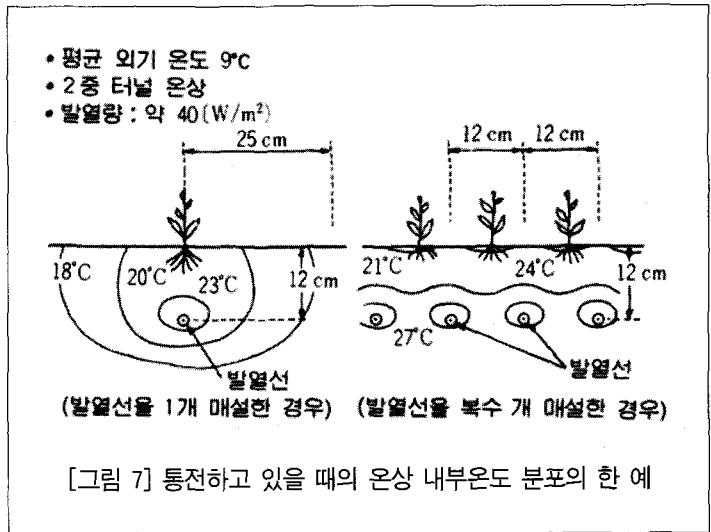
발열선의 배선은 [그림 4]와 같이 갈지자형으로 배열하는 것이 일반적이지만 온상의 중앙부를 넓고 양끝은 좁게 배선하면 바닥 온도의 균일화 정도모할 수 있다. 배열 평균 간격은 콘크리트 양생



[그림 4] 지중 매설의 배선

의 경우와 같은 계산,  $p=100W/l$   $Q[cm]$ 에서 기준을 얻을 수 있으나 8~12cm정도가 경제적이다. 또 발열선의 매입의 깊이는 바닥 흙 표면에서 12~18cm가 표준이다.

전기 온상은 통전을 시작하여 20시간 정도에서 목적인 온도로 오르고 그 후는 축열 효과도 더해져서 외기 온도의 변화에 약간 늦게 따라가는 형태로 온도가 변동한다. 바닥 위의 온도를 일정하게 관리하기 위해서는 자동 온도 조절기를 발열선의 회로에 짜 넣어서 온도 제어를 하지만, 온도 조절기는 그림 5에 표시한 것 같이 감온부가, 발열선의 매설 깊이



의 약 반 정도에서 발열선의 중간이 되도록 매설한다.

그리고 발열선의 할당 등의 회로 설계는 될 수 있는대로 작게 나누고 각각의 회로에 온도조절기를 장치하는 방법에 따라서 온도조절기의 고장 등 만일의 경우에도 작물에 대한 장애를 최소화하여 멈추게 할 수 있다.

발열선에 통전하였을 때 바닥 온도 상승과 발열량의 관계와 통전하고 있을 때의 온상 내부의 온도 분포도를 [그림 6] 및 [그림 7]에 표시한다.

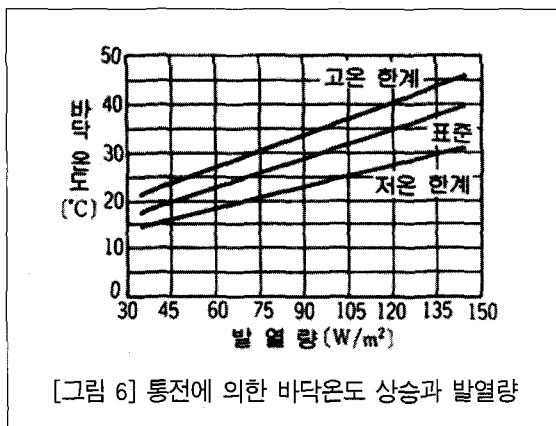
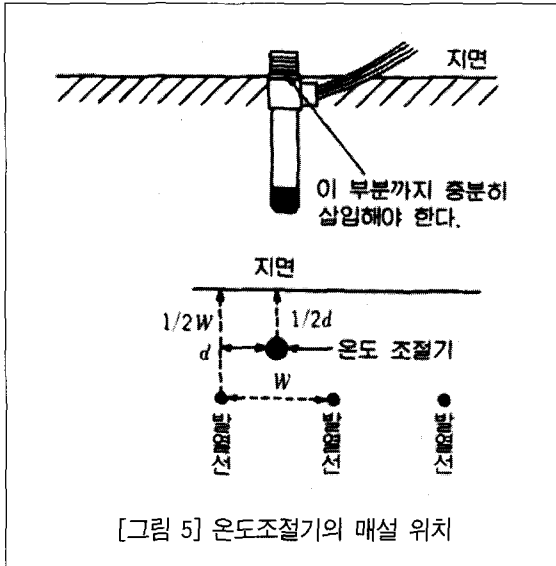
### (3) 공중 배선에 의한 전열 하우스

비닐하우스나 온실, 육묘기의 내부 공기 온도를 상승시킬 목적으로 배선 방법을 지지틀체에 고정된 액자에 발열선을 바인드 기구에 의해서 부착한다.

공중 배선의 발열선은 노출된 장소에 사람이 닿지 않도록 발열선 지지 간격은 1m 이하, 선 상호의 간격은 3cm 이상이고, 또 발열선 상호의 간격이 6cm 이상일 때는 지지 간격을 2m 이하까지 길게 하는 것을 인정하고 있다(전기설비기술기준 제244조 제2항).

열량 계산으로 구한 하우스 온상의 소요 전력 용량에서 이에 상당하는 용량의 발열선을 조합해서 하우스 내에 배선한다.

발열량의 사용 전압은 리드선의 색으로 표시되고 단상 100V용은 황색, 단상 200V용은 적색, 3상



200V용은 회색으로 구별되고 있다. 또 공중 배선용 발열선은 흠 속 등에 매입해서 사용하면 온도가 너무 올라가 사고를 일으킬 위험이 있으므로 금지되고 있다.

### 3. 시공상의 주의점

제1종 발열선을 시공할 때에 각 시설에 있어서 공통되는 주의점은 80℃를 초과하는 용도에는 사용하지 말 것, 뭉치를 풀어서 배선할 때 꼬임이 생길 경우에는 조심스럽게 원래 상태로 되돌릴 것, 뭉치 그대로의 통전이나 발열선끼리의 접촉은 과열, 단락 등 사고의 원인이 되기 때문에 절대로 피할 것, 발열선에 여유가 생겼을 때는 그 여유 부분도 규정된 간격으로 바르게 부설해 놓은 것 등이다. 시설하는 데 있어서 중별 시공상의 주의점은 다음과 같다.

#### (1) 콘크리트 양생

콘크리트 속에 매입해서 사용하는 경우를 제외하고는 발열선 상호의 간격은 5cm 이상이고 발열선이 손상을 받을 우려가 없도록 충분히 주의해서 시공한다.

#### (2) 지중 매설 배선의 전열 온상

온상에 왕겨, 짚 등의 단열층을 설치할 때는 발열선이 단열층에 들어가지 않도록 주의해야 한다. 또 단열층에 짚을 사용할 경우에는 이화명층을 완전히 구제한 짚을 사용하거나 이화명층이 해를 주지 못하는 고무 온상선을 사용한다.

전기 온상의 주위부터 하면까지를 발포스티롤 등의 단열재로 둘러싼 시설에서는 유전 전류가 발생하기 때문에 온상 내에 비피복 동선을 치고 온상 밖으로 끌어내어서 접지한다.

그리고 이식분 등을 사용한 파종·육묘 시설에서는 배선한 발열선 위에 바닥 흙을 3cm 두께로 덮고 그 위에 분을 늘어 놓는다.

#### (3) 공중 배선의 전열 하우스

발열선을 액자에 고정하기 위한 바인드는 전용의 바인드 기구를 사용하거나 바인드선이 발열선

에 먹어 들어가지 않도록 가볍게 고정시킨다. 또, 발열선의 상하 방향으로의 배선은 피해야 한다.

### 4. 유지 관리의 자세

제1종 발열선에 의한 전기 온상의 시설에서는 공중 배선용을 제외하고 그 전로에 누전 차단기의 부착이 의무화되고 있다. 또, 발열선 회로에는 농전용의 향온기 등 자동 온도조절기를 조합해서 사용하며 안전하고 보다 좋은 효과를 얻을 수 있다.

제1종 발열선은 원래 비교적 짧은 기간에 한해서 사용하는 것으로 소모품의 성격을 갖는 기재이고 반복해서 사용할 때는 흠이나 더러움을 잘 털어내어 건조시킨 다음 직사 일광을 받지 않는 장소에 보관하고 재사용 전에 수중에서 절연 저항이 정상인가를 확인한다.

온도조절기의 부착이나 발열선의 회로를 점검할 때는 반드시 전원을 끄고 작업을 하여야 한다.

이들의 공통된 주의사항 외에 시설별 유지 관리의 본연의 자세는 다음과 같다.

#### (1) 콘크리트 양생

양생중의 콘크리트를 필요 이상으로 가열하면 내부의 열응력에 의해서 강도를 저하시키는 일이 되기 때문에 주의하여야 한다. 또, 콘크리트 내부에 발열선을 직접 매입할 때는 2회로를 직렬로 접속해서 발열량을 낮게 조절한다.

#### (2) 지중 매설 배선의 전열 온상

발열선을 매설하고 있는 흠이나 모래가 건조하면 열의 방산이 나빠지고 발열선의 열화를 빠르게 한다. 규정된 열이 나오지 않을 때는 적당하게 찬물을 고르게 주어야 한다.

#### (3) 공중 배선의 전열 하우스

발열선은 노출 장소에 시설하여야 한다. 그러나 목재나 금속제의 견고한 상자 속에 시설하고 또 그 상자에 제3종 접지 공사를 할 때는 이 제한은 없다.