

# 난방시설 설계, 시공의 요점



난방시설은 전기 공작물 중에서 감전, 화재의 위험이 많기 때문 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 필요최소한의 시설로서 부득이하고 특수한 경우의 설치에 그치며, 일부분의 시설, 지구에 보급되고 있는 상황에 지나지 않았다.

최근기술의 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.

## 제 3종 발열선에 의한 난방 시설

### 1. 제 3종 발열선의 특징

발열선을 사용한 전열 장치의 용도 확대에 따라서 기계적인 강도나 사용 온도 범위를 대폭적으로 높은 발열선이 개발되어 왔다. 제 3종 발열선은 내하중 특성이나 내충격 특성 등의 기계적인 강도에 의해서 구분되고 제 2종 발열선보다도 기계적인 강도가 1랭크 위의 발열선으로 발열체의 장치법으로 노출 공법의 적용이 가능하다. 따라서 제 3종 발열선을 사용하면 특수한 사용 대상에 대한 설치를 용이하게 할 수 있다.

시판되고 있는 제 3종 발열선의 대표적인 종류를 표1에 표시한다.

병렬 저항체형의 발열선은 단위 길이당 발열량이 일정해서 길이를 소정의 범위에서 자유롭게 정할 수 있는 것 등 설계가 간단하다. 그리고 자기 온도 제어형 케이블에서는 일정한 온도까지 상승하면 출력이 억제되기 때문에 겹쳐 감기도 할 수 있는 등 공법상에서 2종의 단전성이나 에너지 절약 특성을 갖고 있다.

### 2. 설계 포인트

제 3종 발열선에 의한 시설은 그 특성을 살려서 파이프 라인이나 송·배수관의 히팅, 탱크·수조류나 장치의 히팅, 철구조·기기류의 동결방지 등 발열체의 부착이나 외장·보호에 연구가 필요한 특수 시설에 많이 사용되고, 특히 철구조,

발열 도체 분류	발열선 등의 명칭	발 열 체	절 연 체	외 장 재	보 강 재
직렬 저항선형	MI 케이블	동	산화 마그네슘	동	내열 비닐 또는 폴리에틸렌 피복 부착이 있다.
	MI 히팅 케이블	동 합금, 니크롬	산화 마그네슘	동 합금, 스테인리스	
	파형 강관 외장 발열선	동니켈 합금	에틸렌 프로필렌 · 고무	내열 비닐	파형 강관
병렬 저항선형	자기 온도 제어형 발열선	카본들이 폴리머	불소 수지	불소 수지	금속선 조직+불소 수지자켓 부착에 한한다.
	병렬 금속 저항선형 발열선	니크롬	불소 수지	불소수지	

〈표1〉 시판되고 있는 제3종 발열선의 종류

장치 등의 적설이나 빙력 방지의 히팅 시설에서는 노출 공법의 채용도 가능하다. 또 발열선 유닛의 설계, 회로 할부 방법 등은 제 2종 발열선의 경우와 같은 프로세스로 실시하기 때문에 여기서는 제 3종 발열선을 사용하는 시설의 구조 설계를 중심으로 설명한다.

(1) 시설 설계의 공통적인 기준 사항

이들 제 3종 발열선을 사용하는 히팅 시설의 설계에서 공통된 기준 사항은 제 2종 발열선의 경우와 같으며 다음 사항이 규정되고 있다.

- ① 시설의 전로의 대지 전압
- ② 발열 저항체의 사용 온도의 상한
- ③ 발열선에 의한 가열 온도의 상한
- ④ 제 3종 발열선을 적용할 수 있는 장소, 공법
- ⑤ 발열선의 시설 방법
- ⑥ 발열선을 시설하는 데 전기적, 자기적 혹은 열적인 장애의 방지
- ⑦ 전로에 누전 차단기, 배선용 차단기의 설치
- ⑧ 발열선의 시스나 보강층의 금속체, 지지물이나 방호 장치의 금속제 부분에 대한 접지 공사

(2) 파이프 라인의 설계

제 3종 발열선은 기계적인 강도 이외에도 내열성 등에 우수한 MI 케이블, MI 히팅 케이블 등이 있다. 또, 금속의 시스를 갖는 것이나 금속제의 보강체로 덮혀진 발열선에서는 방폭 구조에 대한 대응 설계도 가능하고 제 2종 발열선에는 없는 특성이 있다. 일반적인 설계 절차는 다음과 같다.

- ① 피가열 액체의 온도나 파이프, 탱크의 치수에서 방열량을 계산하다.
- ② 방열량과 시설의 구성에서 계통의 총전력량과 사용 전압에 의해서 회로수를 정하고 발열선의 시스 표면 온도를 상정해서 발열선의 개략 길이를 구한다. 병렬 저항형의 발열선을 사용할 경우에는 이 스텝으로 발열선의 시방과 부설 개수를 결정하면 설계는 끝난다.
- ③ 직렬 저항형의 방열선을 사용할 때는 방열량과 사용 전압에서 1회로의 도체 저항을 구하고 발열선 길이와 도체 저항치에서 적당한 시방의 발열선을 선정한다.
- ④ 보온 구조의 설계는 파이프의 치수나 유지 온도에 의해서 결정된다. 발열선은 파이프와

보온재와의 상이에 고정되지만 가열 효과의 균등화와 발열선을 방호하기 위해서 파이프 표면에 따라서 고정된 발열선을 금속 빙판 등으로 덮어야 한다.

- ⑤ 발열선을 파이프에 고정하는 구조에 따라서는 통전 가열의 사이클에 의해서 발열선이 신축을 반복하기 때문에 파이프 표면과 발열선이 강하게 스치지 않도록 배려할 필요가 있다.

### (3) 철구조, 장치 등의 난방 설계

철구조, 장치 등에 대한 적설이나 빙결을 방지하는 난방 시설에서는 발열선을 부착할 부분에 제약이 많고 또 너무 큰 부대 기기의 설치가 곤란한 경우가 있다. 이와 같은 시설에서는 높은 기계적 강도와 융통성이 있는 제 3종 발열선의 채용으로 히팅 시설이 가능하게 된다.

소요 열량이 비교적 크게 되는 것이 특징이지만 일반적으로는 짝수개의 발열선을 단번에 켜내는 배열에 의해서 철구조물의 윗면을 지지 밴드 등으로 고정시킨다.

## 3. 시공상의 주의점

제 3종 발열선을 사용하는 설비도 그 취급법이나 시공상의 주의 사항은 대부분의 경우에 제 2종 발열선과 같다. 또, 제 3종 발열선에는 금속에 따른 보강 외장 등이 설비되어 있어서 높은 기계적인 강도를 갖추고 있어도 예리한 샵의 끝으로의 충격력이나 해머 등 공구로 치거나 난폭한 취급에 견딜 수 있을 정도의 강도는 아니다.

이 발열선의 특성을 이용해서 노출 혹은 노출에 가까운 상태로 설치하는 경우나 80°C 이상의 비교적 고온의 온도 영역에서 사용하는 시설에 대한 이용이 가능하지만 파이프 라인 등의 히팅

이나 옥외 기기 주위의 용설 장치, 철구조물의 적설 방지 히팅 등의 시설 중에서 오로지 제 3종 발열선을 사용하는 설비를 시공할 대에 특히 주의하여야 할 요점은 다음과 같다.

### (1) 파이프 라인 등

① 제 3종 발열선은 일반적으로 강성이 높은 것이 많기 때문에 통전 사이클의 신축에 대한 로프셋량을 고려해서 배선하고 또 파이프 표면과의 수침에 의한 상호의 손상이 생기지 않도록 바인드선이나 고정 밴드로 고정하여야 한다. 파이프의 이음이나 밸브 등의 구부림을 주는 장소에는 특히 주의가 필요하다.

② 자기 온도 제어 발열선에서는 발열선끼리의 겹침이나 교차는 허용되지만 금속선의 직렬 저항형이나 병렬 저항형 발열선인 경우에는 절대로 발열선과 발열선이 접촉하거나 교차하지 않도록 배선하여야 한다. 기계적으로 튼튼한 제 3종 발열선도 이상한 가열에는 견딜 수 없다.

③ 발열선을 고정한 위에 보온 외장을 시공할 때 발열선이 보온재 속에 묻히지 않도록 주의하여야 한다. 파이프와 보온재 사이에 공간이 생겨도 가온 효과에 영향은 없으나 발열선이 단열재료 덮어지게 되면 효과를 상실할 뿐 아니라 발열선이 과열될 위험의 원인으로 된다.

### (2) 루프 히팅

① 루프 히팅에서는 지붕의 구조나 재질 혹은 설치의 목적에 따라서 설치 구조나 사용하는 히터의 종류도 달라지게 된다. 절판(折板)구조 지붕의 처마끝 부분에서의 수로 형성의 히팅에서는 발열선은 이면에 고정한다.

② 지붕면에 발열선을 노출해서 고정하는 방법

은 눈이나 얼음이 미끄러져 떨어질 때 같이 움직이면서 떨어져 단선 등의 위험성이 있기 때문에 피하는 것이 좋다.

- ③ 지붕을 이은 재료 밑에 발열선을 은폐하는 상태로 시공하는 경우는 제 2종 발열선을 사용할 때의 주의 사항과 같다.
- ④ 루프 히팅 시설은 열용량이 비교적 작으므로 태양열의 영향을 크게 받아서 지붕 표면의 온도 상승이 크게 된다. 따라서 온도 과승 방지용의 센서를 적절한 곳에 짜 넣어서 과열의 위험을 방지하여야 한다.

### (3) 철구조, 장치 등의 히팅

- ① 철구조나 기기 주위에 히팅을 설치하는 작업은 정전 작업일의 단시간 내에 신속하게 마치지 않으면 안되기 때문에 주도면밀한 작업이 필요하다.
- ② 옥외 철구조의 용설에서는 발열선을 최상면의 주도리재 위에 직접 늘어 놓고 일정한 간격으로 고정 밴드 등으로 고정한다. 발열선 고정부에서의 휨이 너무 세면 통전 사이클에 의한 신축으로 외장 금속이나 시스가 국부적으로 스킨져서 절연 장애 등의 불량일 생길 염려가 있다.
- ③ 옥외의 기기 주위나 장치의 용설 등으로 피용설 부분에 발열선을 직접 설치하는 것이 곤란할 경우에는 강판이나 파이프 등으로 구조 강도를 갖게 한 히터 기판을 만들고 이것에 발열선을 소정의 간격으로 고정한다. 이 경우에도 발열선이 고정부에서 손상을 받지 않도록 유의가 필요하고 그래도 불안전할 때는 금속판 등으로 보강, 보호를 하지 않으면 안된다.
- ④ 리드 케이블 등이 접속하고 있는 비가열부에 용설수가 따라 흐르면 고드름 등의 빙결

이 생겨서 기온 상승시에 낙하하거나 발열선과 같이 탈락하는 일도 생각할 수 있으므로 녹은 눈의 물기 빼기가 가열부에서 확실하게 될 수 있도록 발열선을 배치하여야 한다.

## 4. 유지 관리의 자세

일반 난방 시설에서는 발열선은 견고한 구조체 속에 매설되거나 표면재에 은폐되는 형태로 부설되어 있으므로 직접 접촉하는 재료와의 적합성을 체크하면 충분하지만, 제 3종 발열선을 노출한 채로 사용하는 시설의 경우는 발열선의 외장 표면 재료가 외기나 분위기에 폭로되고 다양한 환경에 따라서는 열화를 일으키는 것을 생각할 수 있다. 그리고 시설의 설치 구조에 자유도가 크고 발열선의 고정 구조에도 불안정한 요소가 많기 때문에 신축이나 진동 등으로 기계적인 열화를 받기 쉬운 케이스가 예상된다. 따라서 유지 관리에 있어서 정기적인 전기 특성 측정검사 외에 시설 고유의 관리 포인트로는 다음과 같은 항목이 있다.

- ① 발열선 본체의 외관 검사 등 시설의 상태 점검이 필요하다. 특히 MI 케이블이나 MI 히팅 케이블 등에서는 진동에 의해 금속 시스에 피로 파괴를 일으키기 쉬우므로 구조체에 대한 체결부 부근을 중점적으로 검사하여야 한다.
- ② 발열선의 이완이나 탈락 등은 과급 사고로 연결될 염려가 있다. 시설 전체의 정기적인 시각 점검도 한다.
- ③ 용설이나 동결 방지 등 겨울 기간에 한해서 사용하는 시설에서는 휴지 기간중의 점검 정비도 소홀히 하지 말 것, 운전 재개 전의 상태 확인을 확실히 할 것 등의 주의가 필요하다.