탄소섬유 스노우멜팅시스템 구성 및 시방서
(Carbonfiber Snow Melting System)

사업명 : 2026년 마포구 급경사도로 열선시스템 설치

서울특별시 마포구청장 귀하

목 차

Ⅰ. 탄소섬유 스노우멜팅시스템 구성

Ⅱ. 탄소섬유스노우멜팅 히팅케이블

Ⅲ. 스노우멜팅 콘트롤시스템

Ⅳ. 설치사양

Ⅴ. 특기시방서

Ⅰ. 탄소섬유 스노우멜팅 시스템 구성

1. 개 요

본 시방서는 겨울철 적설로 인한 도로 결빙으로 인하여 발생할 수 있는 안전사고를 사전에 방지하기 위하여 도로의 급경사 구간이나 응달지역의 도로, 터널 진출입로, 건물의 램프구간, 인도나 육교, 계단 등에 설치하여 차량의 통행이나 보행의 안전을 보장해주는 수단으로서 효율적인 제설작업을 구축하여 자동이나 원격으로 작동되는 스노우멜팅시스템(Snow Melting System)이다.

2. 구성 요소

1) 병렬구조가 구비된 탄소섬유 히팅케이블(24k)
2) 스노우디텍터(대기형과 노면 매립형의 온습도센서, 모션센서)
3) 콘트롤패널(Control Panel)
   (1) 자동콘트롤러시스템(Auto Control System)
   (2) Snow Detector Controller
   (3) 원격제어시스템

3. 구비조건

1) 도로열선(Heating Cable)은 방수성과 절연저항 등에서 요구되는 조건을 충족하는 검사를 완료하고 출하한 제품일 것
2) 최소의 에너지로 최적의 제설효과를 발휘하는 경제성을 갖출 것
3) 내구성이 반영구적 일 것
4) 친환경적일 것
5) 유지보수가 용이하고 운용이 편리할 것
6) 적설에 빠르게 대응할 수 있는 시스템을 갖출 것

4. 특 징

1) 전기에너지를 이용하므로 적설시 자동제어나 원격조정이 용이하고 조작이 간편하다.
2) 염수나 염화칼슘 등 염화물계 이온의 제설재를 사용하지 않으므로 가로수 괴사, 수질오염 등 환경위해 위험이 없고, 도로 포트 홀 형성이나 차량 등의 부식 문제 등 2차 피해를 예방할 수 있다.
3) 전도열 및 복사열을 이용하여 도로표면의 온도를 신속하게 상승시켜 빠른 제설이 가능하다.

4) 발열체인 탄소섬유는 24K(24,000가닥)규격으로 탄소함유량이 95%이상의 고품질로 수명이 반영구적이다.

Ⅱ. 탄소섬유스노우멜팅 히팅케이블

1. 탄소섬유 히팅케이블의 구조



1) 발열체인 탄소섬유가 판형 밴드의 중앙에 위치하고 전원의 인가선인 버스와이어가 평행으로 양측에 위치, 각 저항 길이에 따라 열량 설계가 가능

2) 기존 발열선과 달리 버스와이어 일체형으로 한 방향에서만 전원을 인가하여 탄소섬유 발열선 전체에 전력공급이 가능하도록 설계, 제조되는 균등발열 탄소섬유히팅 케이블
3) 탄소섬유의 고유저항을 이용하여 발열하고 저항 거리에 따른 설계를 통하여 열량 및 발열온도를 자유로이 설정
4) 탄소섬유는 상온에서 750℃, 진공에서 2,800℃까지 발열이 가능하나 피복재의 내열성에 따라 발열온도를 설계하며, 본 제품은 압출성형의 방식으로 300℃ 내열온도로 설계되어 있음

2. 탄소섬유 히팅케이블의 물적 특성

1) 탄소섬유인 발열체는 수명이 반영구적이며, 고온에서도 발화가 되지 않아 화재의 위험이 없음
2) 탄소섬유의 열효율은 99.9%의 고효율소재
3) 고전류밀도(최대1x109A/cm2)와
고열전도도(6000[W/(mK)])의 특성이 있음.
<구리선전류밀도: 최대 1x106A/cm2다이아몬드
열전도도: 3320W/(mK)>



4) 고전류밀도(최대1x109A/cm2),고열전도도
(6000[W/(mK)])의 특성을 갖고 있음
5) 소재의 밀도는 1.33~1.40g/cm3 가볍고 길이 방향으로 매우 질기고 단단함
6) 인장강도는 고강도합금의 10배 이상 (4.5x1010 Pa)
(비고: 고강도합금인장강도 : 2x109Pa)
7) 진공에서 2800℃, 대기 중 750℃의 내열온도를 갖고 있음
8) 24,000가닥의 섬유로 구성되어 있고 유연하여 단락의 위험이 없음

3. 사 양

1) 공 급 전 원: 380/220V 3상4선식 60HZ
2) 연속사용온도: 79.2℃ (250℃내에서 연속사용 가능)
3) 사용온도범위: −50℃ ~ 300℃
4) 수 명: 반영구적
5) 발열선 간격: 150~300mm
6) 발 열 량: 79.2℃/34w/m
7) 외 피 재 질: 특수 내열실리콘

4. 스노우멜팅 히팅케이블의 구비조건 충족

1) 히팅케이블은 내열성과 내화학성, 기계적 강도가 우수해야 한다.
2) 전원리드선과 히팅케이블의 연결부위는 압착단자에 의하여 연결하고 탄력성과 유연성 있는 내열실리콘으로 절연을 하여 방수 및 방진에 강한 구조이어야 한다.
3) 여름철 도로 표면 및 지중의 온도상승에 따라 히팅케이블의 유동이나 지반의 진동변화에 대응하여 적절한 유연성을 확보하여야 한다.
4) 히팅케이블과 리드선의 접속부는 공장에서 미리 제작되어 제품 검수 후 납품이 되어야 하며 시공 시 품질을 확보할 수 있어야 한다.

5. 특징

1) 하중
탄소섬유히팅케이블은 판형으로 세로 방향으로 도로에 삽입되어야 하며, 이를 통하여 하중 접촉면을 최소화 할 수 있고 유연하면서 기계적 강도가 뛰어나 포설한 상태에서의 도로면의 하중을 견딜 수 있는 구조적 장점을 갖고 있게 된다.
2) 내열성
발열체에서 발생하는 열이나 노면에서 발생되는 열, 브라운아스팔트 계통의 포장재 용융점을 충분이 견딜 수 있는 피복재로 구성되어 있어야 하며, 이를 위하여 내열도는 250℃이상이어야 한다.
3) 내수성(방수성)
히팅케이블은 IP68 등급으로 물속에서 사용할 수 있어야 한다.
4) 성형성
적절한 유연성을 확보하여 어떤 모양으로도 쉽게 구부릴 수 있어야 하며, 발열이 필요로 하는 설비나 노면에 완전한 밀착이 가능해야 한다.
5) 내유성 및 내염화성
피복재는 특수 내열실리콘으로 구성되어 있어 알카리성과 내유성 및 내염화성이 있어야 한다.
6) 탄소함유량
탄소섬유발열체는 24K(24,000가닥)제품으로 탄소함유량이 95%이상의 고품질이어

야 하며, 병렬구조가 구비되어 있어야 한다.

7) 전기적 안정성

히팅케이블은 절연파괴가 발생하지 않아야 하며, 누전 및 감전 사고에 대해서 안전한 설계가 이루어져야 한다. 또한 가용 전압은 220V ~ 600V까지도 가능하여 다양한 범위 내에서 사용이 가능하여야 한다.

Ⅲ. 스노우멜팅 콘트롤시스템(Control Panel)

1. 시스템 개요

본 스노우멜팅 콘트롤시스템은 강설시 대기 또는 지중의 온도와 지표면의 습도, 모션센서로 눈이나 비가 내리는 것을 감지하여 일정한 멜팅 조건을 충족할 경우 시스템을 자동으로 작동시키거나 원격으로 구동시켜 노면에 결빙이 발생하지 않도록 운용하는 시스템이다.



2. 시스템 구성도

1) power connecting box

(1) 탄소섬유 도로열선에 전기를 인입하는 분기함으로 내구성과 안정성을 확보

(2) 스노우멜팅 구간 라인별 안정적 전력 공급 장치 및 차단기 구성

(3) 설계용량(kw)에 적절한 크기 및 방수를 갖출 것

2) control pannel

(1) 적설 및 빙점온도를 감지하여 자동으로 운용되는 시스템

(2) 수동으로 전환 사용 가능

(3) 원격제어가 가능하도록 구성

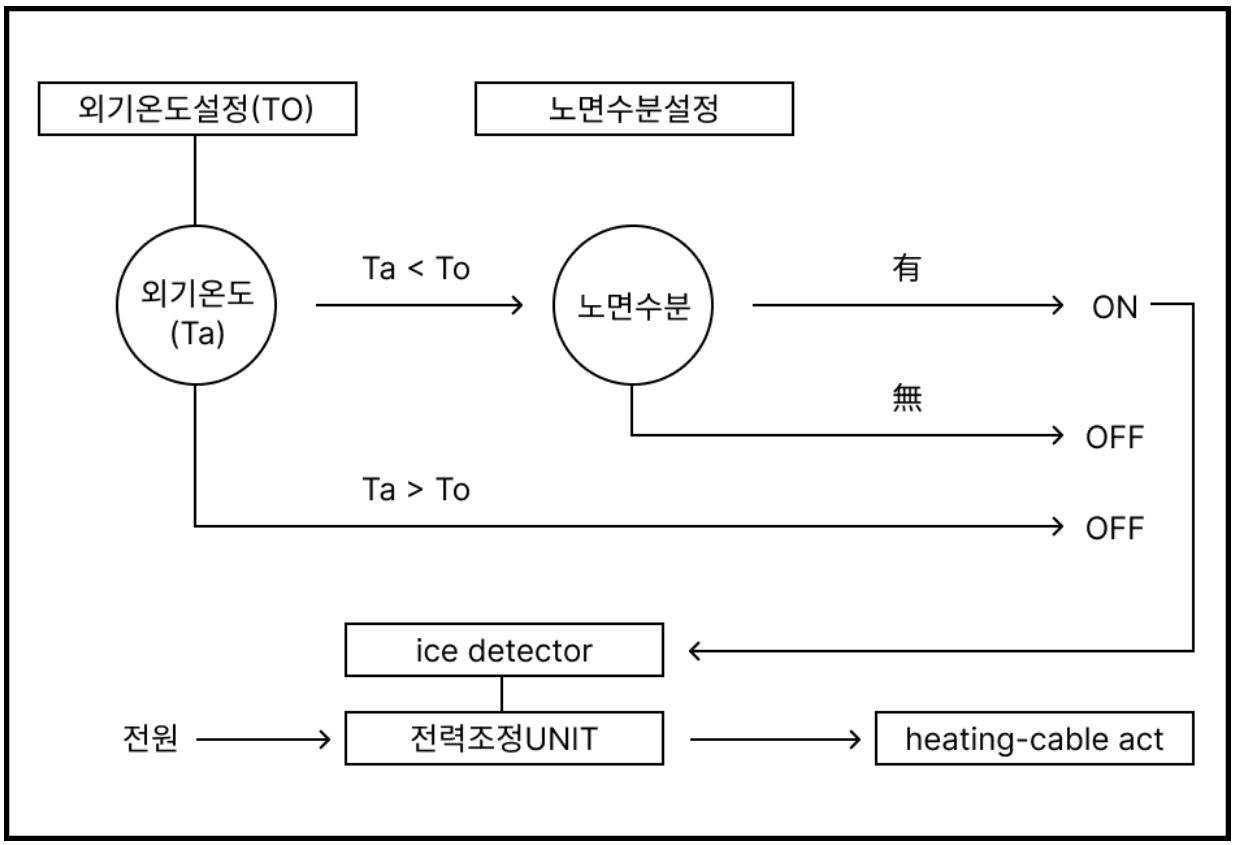
3) 감지센서

(1) 외부 온도 습도 감지센서: 설치대상 지역의 외기 온도 및 습도를 감지

(2) 지면 온도 감지센서: 설치대상 도로의 지중온도를 감지

(3) 모션센서(눈,비등 감지): 적외선 포트로 눈이나 비 등이 오는 것을 감지

3. 작동원리



1) 스노우멜팅 시스템은 외기온도 설정 값 이하와 노면수분 설정 값 이상 외부조건이 충족되면 자동으로 작동되는 원리. 모션센서와 연동하여 노면수분에 대한 감지를 대용하여 사용이 가능

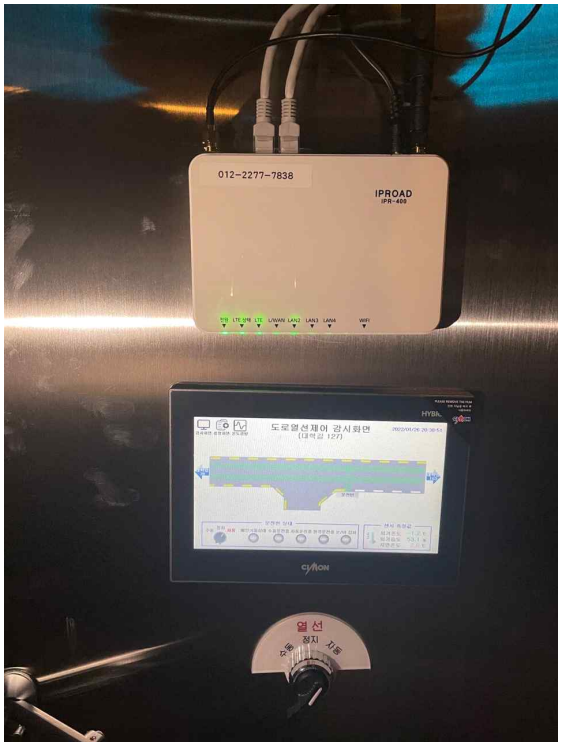
2) 조건들은 외기온도센서와 노면습도센서, 모션센서에 의해 검출되며, 컨트롤 판넬 내부의 컨트롤러에 설정되어 있는 설정온도 이하로 내려가고 강설이나 강우가 있을 경우 또는 노면에 설치되어있는 노면온도센서가 목표 설정 값 이하로 내려갈 경우 제어반에서 자동으로 시스템의 가동을 지시

3) 콘트롤 판넬은 수동조작과 원격조정도 가능하며, 또한 예열기능이 있어 노면온도가 설정온도 이하로 내려갈 경우 자동으로 동작하여 신속한 스노우멜팅이 될 수 있도록 함

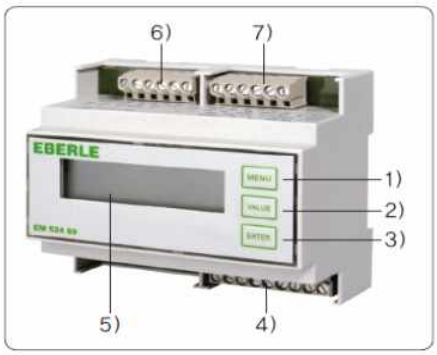
4. 시스템 구성요소

1) Control Panel: 옥외 방수 자립형(SUS) / 원격자동제어 및 모니터링





2) 스노우디텍터(Snow Detector)



〈SNOW CONTROLLER EM-52489〉

1) MENU 버튼
2) VALUE 버튼
3) ENTER 버튼
4) 전원연결
5) LCD화면
6) 습도 감지센서연결
7) 온도 감지센서연결
8) 습도 감지센서
9) 온도 감지센서



〈SNOW SENSOR - 지붕용〉



〈SNOW SENSOR - 도로용〉

Ⅳ. 설치사양

1. 탄소섬유 히팅케이블 및 부속품 확인

탄소섬유 히팅케이블의 열량과 발열온도가 설치 대상지역의 사양과 일치하는지 도면과 Spec을 확인하고, 구역별 구조물의 수량 및 콜드섹션의 길이가 적합한지 여부를 확인한다.

2. 히팅케이블의 설치 대상 바닥면 점검 확인

탄소섬유 히팅케이블 설치대상 도로 표면에서 80mm 지중에 설치될 수 있는지를 확인하고, 컷팅 홈 속 바닥 면에 돌이나 요철 등이 없는지를 확인하고 필요에 따라 보수가 필요한 경우에는 이에 대한 조치를 수행한다.



도로열선설치간격은 250mm로 설치대상지역 필요 열량 조건에 따라 변경될 수 있다.

3. 포설지역의 적절한 구역 설정

시공도면에 의하여 각 각의 탄소섬유 히팅케이블을 설치할 구역을 정하고, 전력상 균형(상별 부하량 고려)을 이룰 수 있도록 탄소섬유 히팅케이블의 길이 및 용량을 산정한다. 또한 인입전기의 종류, 환경 등 가용전력을 파악하여야 한다.

4. 발열부재의 설치

설치 대상도로의 종방향을 따라 절개홈을 형성시키고 두 겹의 금속판으로 구성되어 있는 발열부재를 절개홈 하단부에 설치하도록 한다. 발열부재는 상단부와 하단부로 구성되어 있으며, 상단부는 다수개의 절편으로 분할되어 측방으로 트위스트 처리되어 차량하중을 분산시키고, 발열부재의 열전달 면적을 증대시켜 대상도로의 노면 상부로의 열전달을 향상시키는 것을 특징으로 한다.

발열부재의 하단부에는 지중으로의 열손실을 차단하기 위한 열차단제가 도포되어 탄소섬유지중발열체(탄소섬유 히팅케이블)의 열이 상향으로 전달되도록 하여야 한다.

5. 탄소섬유 히팅케이블의 포설

1) 종방향을 따라 일정간격으로 폭 10mm의 절개홈을 형성시키고 탄소섬유 지중발열체을 수직 방향으로 배치, 포설하도록 한다.
2) 지중 하부로의 열손실 방지를 최소화해 도로표면 상부로의 열이 신속하게 전달되도록 하여야 하며, 히팅케이블을 컷팅 홈에 일정하게 포설되도록 필요에 따라 열전도성 고정핀으로 일정간격 마다 고정하여야 한다.

6. 탄소섬유 히팅케이블과 리드선의 접속

히팅케이블과 리드와이어는 출고 전 공장에서 일체형으로 제작되는 것이 원칙이며, 현장별로 적절한 길이를 확보하여야 한다. 전문 시공사의 경우 필요에 따라서 현장에서 접속 연결하여 제작가능하다.

7. 스노우디텍터의 설치

1) 스노우디텍터는 노면 매입형이나 대기 노출형을 선택하거나 두 가지를 함께 사용할 수 있으며, 노면 매입형의 경우에는 노면 높이 보다 2mm내외 낮게 설치를 하며, 대기 노출형의 경우 지붕이나 구조물 등으로 간섭 받지 않는 곳에 설치하여야 한다.
2) 모션센서의 경우 도로 방향으로 적외선 포트가 설치되어야 하며. 수평이거나 10° 상방향으로 설치하여야 한다.

8. 절개 홈 충진

1) 커팅 된 홈을 메우기 위한 충진재는 현장별 맞춤형으로 선정을 하며, 고강도 MMA수지 또는 우레탄 수지, 브라운아스팔트 등을 선택하여 충진한다. 충진시 커팅된 홈에 습기를 충분히 건조한 후 이물질을 제거하고 빈 공간이 생기지 않도록 충분히 충진을 하여야 한다.
2) 절개홈 내에 상기 탄소섬유 히팅케이블을 고정하기 위한 충진재는 열전도성 분말이 포함되어 상부로의 열전달효과를 높일 수 있어야 하며, 열 전도성 금속 분말 또는 탄소섬유 분말 중 선택된 어느 하나인 것을 사용할 수 있다.

9. 저항 및 절연저항 확인

저항 및 절연저항은 ①히팅케이블 제작 후 공장에서 검수 시, ②히팅케이블 포설 후, ③콘트롤 패널과 결선 후, ④시험 가동 후 등 각 단계마다 중복 확인을 하여야 하고, 이를 기

록 및 보관하도록 한다.

10. 콘트롤 패널(Control Panel) 제작

1) 콘트롤 패널은 현장별 맞춤형으로 제작을 하여야 하며, 옥외 설치 시에는 Stainless Steel 외장의 이중방수 도어형으로 제작을 하여야 한다. Stainless Steel 외장에는 미관을 위하여 필요에 따라 분체도장 등을 시행할 수 있다.
2) 메인차단기(MCCB)와 누전차단기(MC) 등을 설치하되, 해당 전류용량에 따라 적정하게 설치하여야 하며, 전압계와 전류계 등을 설치해야 한다. 작동은 수동, 자동, 원격 등을 선택할 수 있어야 한다.
3) 원격제어장치는 시스템이 필요할 경우 PLC, SCADA 구성 등 제반적인 시스템을 설치하도록 한다.

탄소섬유 스노우멜팅 시스템 특기시방서

1. 특기 시방서

1.1 적용범위

본 시방서는 탄소섬유 스노우멜팅시스템(Carbonfiber Snow Melting System) 설계 및 제작, 시공, 시험 등에 관한 제반사항에 대하여 적용한다. 설계도면, 시방서 등에 표기된 제품 및 사양은 특허 등록된 제조기술로 생산한 제품(특허 제10-1771119호) 및 시공방법(특허 제10-2438741호)을 기본적으로 적용한다.

1.2 적용장소

본 시방서는 ***"서울특별시 마포구 도로열선 설치공사"***에 적용한다.

1.3 적용기준

본 시방서는 해당되는 사항에 대하여 다음의 규정에 따른다.

1.3.1 한국산업규격(KS)

1.3.2 내선규정 627절, 전기설비 기술기준 245조 규정 참조

1.4 제작기준

설계도면과 시방서를 준수하여야 하며 설계도면이나 시방서에 명기되지 않은 사항은 전기설비기술기준에 관한 규격 또는 내선규정에 적합하도록 제작하여야 한다. 기타 특기사항이 없거나 필요한 경우 감리원(공사감독원)과 협의하여 제작하여야 한다.

1.5 설치공사 범위

1.5.1 설치도면 작성

1.5.2 제설 또는 제빙에 필요한 도로 컷팅 홈 형성 및 히팅케이블의 포설

1.5.3 스노우멜팅 시스템 콘트롤 판넬의 제작 및 설치

1.5.4 각종 회로시험 및 시운전

1.5.5 기타 성능을 보장하기 위해 필요한 부품의 제작 및 제공과 기술사항 지원

1.6 자료제출 및 승인

1.6.1 제작자는 장비 또는 부품사양서를 제출하여 감리원(공사감독원)의 승인을 득한 후 제작, 설치하여야 한다.

(1) 히팅케이블 포설 도면
(2) 주요자재 목록(히팅케이블, 콘트롤 판넬, 각종 센서 등)
(3) 콘트롤판넬 기기 배치 및 접속도
(4) 히팅케이블의 시험인증기관에서의 시험성적서

1.6.2 계약당사자는 주된 제품 및 부품에 대하여, 제작자, 형식 및 모델 번호를 명기한 부품목록을 제출하여야 한다.

1.6.3 계약상대자가 제출한 관련 자료 중 감리원(공사감독원)의 지적 및 보완사항이 있을 경우 재 작성하여 제출하여야 한다.

1.6.4 승인한 도면 및 서류의 경우라도 이후 오류 또는 하자가 발견되었을 경우 상호 협의하에 이를 수정하거나 변경할 수 있다.

1.6.5 승인한 공정표 또는 사양서 등에 대한 해석상의 차이로 인하여 이에 대한 수정이 필요한 경우 상호 협의하여 이를 조정할 수 있다.

1.6.6 제작자 또는 시공자는 납품 또는 시공이 완료됨과 동시에 하기 부분의 도면을 제출하여야 한다.
(1) 최종설치도면
(2) 카다로그
(3) 준공서류(유지관리지침서 등)

1.7 유의사항

히팅케이블은 압축강도, 인장강도, 내열성, 내유성 등을 갖추어 하자 위험을 낮출 수 있도록 비닐혼합물을 절연 피복재로 사용한 히팅케이블의 사용을 피해야 한다.

1.8 공사기록 및 보고

1.8.1 계약자는 다음의 사항을 보고하여야 한다.
(1) 히팅케이블의 절연저항 측정표
① 포설 후
② MMA 충진 또는 개질브라운아스팔트 충진 후
③ 시운전 전과 후

2. 자재 및 재료

2.1 탄소섬유 히팅케이블

2.1.1 구조
① 탄소섬유24K(발열체), 연선버스와이어, 무기절연층(특수 내열실리콘)

2.1.2 제품사양
① 공급전원: AC/DC 600V이하 전압(통상 220~380V 전압 사용)

② 최고연속사용온도: 79.2℃ (250℃ 이내에서 연속사용 가능)
③ 사용온도범위: -50℃ ~ 300℃
④ 수 명: 반영구적
⑤ 히팅케이블 간격: 250mm
⑥ 발열량: 79.2℃/34w/meter

2.2 리드선

2.2.1 히팅케이블과 직접 접속하는 리드선은 경동선을 소선으로 1.5sq이상의 연선으로 절연체 또는 피복은 히팅케이블과 동일한 소재인 내열실리콘을 사용하여야 한다.
2.2.2 리드선은 히팅케이블과 동등 이상의 절연성과 내열성이 있어야 한다.

2.3 연결재(Coldsection Kit)

히팅케이블에서 전원선에 전달되는 열전도 현상을 차단해 주는 리드선과 히팅케이블의 연결 부위는 제품 출하 전에 제작되어 절연저항, 저항, 수밀성 등을 테스트한 제품으로 시공해야 한다.

2.4 강설 감지기(Snow Detector)

2.4.1 강설 감지 센서
① 눈 감지기는 자동조절장치와 2개 이상의 센서로 구성되어야 한다.
② 자동조절장치의 기능은 외기온도측정 및 예열기능, 제설온도 설정기능, 습도설정기능, 가동온도 설정기능, 작동조절기능(자동, 수동, 정지) 등이 있어야 하며, 이 모든 기능은 디지털로 확인할 수 있어야 한다.
③ 노면 매설용 센서는 경사면이나 수평면 모두 수평으로 시공해야 하며 노면보다 2mm낮게 매설하여야 한다.
2.4.2 스노우디텍터의 제원은 다음과 같다.
① 예열온도 설정 값: -20℃ ~ 0.1℃
② 예열시간: 0 ~ 10시간
③ 제설온도 대기온도 설정 값: 0 ~ 6℃ (기본 값은 3℃)
④ 제설온도 지중온도 설정 값: -10 ~ 6℃ (기본 값은 0℃)
⑤ 습도 설정 값: 1 ~ 8 (기본 값은 3)
⑥ 작동모드: 자동/수동/정지/원격
⑦ 센서케이블의 크기는 눈(또는 비), 노면온도 감지일 경우 ϕ87×74mm이고 튜브의 크기는 ϕ93×98mm이다. 센서케이블은 0.7㎟일 경우 50m, 1.5㎟일 경우 200m까지 설치가 가능하다.

2.5 제어반(Control Panel)

2.5.1 제어반은 스노우디텍터와 연결되어 센서를 기반으로 자동으로 작동될 수 있도록 구성하여햐 하며, 수동으로도 작동이 가능하여야 한다.

2.5.2 제어반은 옥외 방수형으로 제설설비에 근접한 위치에 설치하여야 하며, 재질은 Stainless Steel 또는 SUS 타입으로 제작한다.

2.5.3 제어반 내부 구성물은 메인차단기, 전자접촉기, 누전차단기, 원격제어 통신모듈 등으로 구성 되어 있으며, 부하측 전단의 차단기는 누전차단기(ELB)로 설치해야 한다.

2.5.4 제어반의 크기 및 색상은 제작자 표준사양에 의거 감독관의 승인을 득 한 후 제작한다.

3. 시 공

3.1 사용전압

히팅케이블을 설치하기 전 사용전압에 대하여 감독관과 협의하여 결정하도록 한다.

3.2 사전협의

스노우멜팅시스템의 설치를 위하여 적용되었던 도면 등을 기준으로 다음과 같은 사항을 협의한다.

3.2.1 충진재의 선택 및 충진 작업

컷팅 홈에 히팅케이블을 포설한 후 고정시키기 위한 충진재 시공에 관한 일정과 충진재의 종류에 대하여 사전에 건축 담당자에게 협조를 요청한다.

3.2.2 제어반의 크기, 모양, 재질, 설치위치 선정 및 취부 방법 협의

3.2.3 히팅케이블 및 제어반 등의 반입 시기 협의

3.2.4 컷팅 홈 작업기간, 충진재 타설시기 및 시공방법 등에 대한 협의

3.3 히팅케이블의 설치

3.3.1 히팅케이블의 설치는 사전에 승인된 도면에 의해서 적법한 절차를 준수한다.

3.3.2 시공대상 구역 및 면적 확인

3.3.3 히팅케이블은 시공하기 전에 반드시 절연저항을 측정 및 확인 하여야 한다.

3.3.4 모든 시공관련 자재는 사용 전에 반드시 그 손상여부를 확인해야 한다.

3.3.5 히팅케이블의 포설 간격은 250mm이하로 단위길이 당 발열온도 및 발열량은 “79.2℃/34w/m” 로 한다.

3.3.6 히팅케이블은 다른 전기 공작물, 가스관이나 이와 유사한 전기적, 자기적 또는 열에 의한 장애를 미치지 아니하도록 설치한다.

3.3.7 히팅케이블 포설시 만일 Expansion Joint가 설치되는 부분이 있다면 히팅케이블이 콘크리트의 신축 팽창에 의해 손상되지 않도록 금속 배관 등으로 보호조치를 하여 히팅케이블 자체의 인장력 이상의 힘이 걸리지 않도록 보호하여야 한다.

3.3.8 제어반 또는 분전함으로부터 히팅케이블 포설 부분까지의 인출은 금속관 배관에 의하고, 리드선이 손상될 우려가 없도록 설치한다.

3.3.9 스노우디텍터 등 스노우관련 센서는 설치구간 중 강설에 노출되기 쉬운 장소에 설치한다.

3.3.10 히팅케이블을 포설한 후 절연저항 및 저항값을 측정하여 단락 및 누전에 대하여 확인한다.

3.3.11 MMA수지 충진 시에는 히팅케이블의 손상이 없도록 주의를 요하며, 날카로운 공구를 사용하지 않도록 하며, 작업 중 지속적으로 점검을 하여 이상이 발견되었을 경우 즉시 충진작업을 중단하고 문제점을 해결한 후 작업을 진행하여야 한다.

3.4 마감

3.4.1 히팅케이블의 포설이 완료된 후 절연저항을 측정하여 확인한다.

3.4.2 MMA수지 충진 후 절연저항을 다시 확인한다.

3.4.2 모든 시공을 완료한 후 시운전을 하여 인수인계를 한다. 이때 준공관련 서류와 유지관리지침서를 제출한다.

3.5 시험 및 검사

3.5.1 히팅케이블을 시공 전, 시공 후 및 아스콘포장 마감 후 절연저항을 측정하여 감리원(공사감독원)에게 제출하여야 하며, 감리원은 특별한 사정이 없는 경우 동 측정에 입회하여야 한다. 절연저항은 최소 20mΩ 이상이 되어야 한다.

4. 하자보수 기간

시스템의 하자보증기간은 특별한 사항이 없는 한 설치일(준공일 기준)로부터 5년으로 한다.