

(제 품 규 격 서)

도로 결빙 방지 시스템

회사명 : 씨이에스(주)

1. 도로 결빙 방지 시스템의 개요

1.1 적용범위

이 규격은 발열부, 환경정보 수집부, 전력공급부, 제어부, 통합관제 시스템, 기타 (충진재)로 구성되며 환경정보 수집부의 측정값에 따라 제어부가 발열부의 작동을 원격 제어하여 안전한 겨울철 교통 환경을 조성하는 “도로 결빙 방지 시스템”에 대하여 규정한다.

1.2 특징

1.2.1. 수집한 환경정보에 따라 도로 결빙 방지에 필요한 열량을 계산하여 발열부를 원격 제어하는 형태로, 제설 및 제빙을 위한 인력 투입 최소화 가능

1.2.2 탄소섬유 히팅케이블을 유닛형 병렬 구조로 연결하여 부분 발열 운용이 가능하며, 일부 구간의 고장이 발생하더라도 비고장 구간의 독립적 동작, 선별적 유지보수가 가능해 높은 경제성 및 유지보수성을 확보

1.2.3 균등 발열, 절연저항 4,000M Ω 이상, 난연성 V-0 등급을 충족하는 탄소섬유 히팅케이블로 단선 등으로 인한 화재 위험을 낮추고 안정성을 확보

1.2.4 통합기상센서, 도로노면센서(눈·바·얼음감지), 카메라 등 복합 센서를 통해 적설량 등 기상 상태에 대한 측정 정밀도 제고

2. 규격

2.1 제원

구분	물품목록번호	모델명	세부 사양		
			사용전압	케이블종류	작동방식
1	4616150601-25559185	CES-SMS-1LN-100M	AC220~380V	탄소섬유 히팅케이블	원격/자동/수동 제어

2.2 품질기준

적용자재	시험항목		품질기준	시험방법 (비고)
히팅케이블	절연저항		4,000M Ω 이상일 것	자사 성능 기준 (6.2.1항 참고)
	내전압		절연파괴 없을 것	자사 성능 기준 (6.2.2항 참고)
	인장강도		18.6MPa 이상일 것	자사 성능 기준 (6.2.3항 참고)
	신율		37.7% 이상일 것	
	쇼어경도		Shore A 46.1 이상일 것	자사 성능 기준 (6.2.4항 참고)
	난연성능	잔염시간	10초 이하일 것	자사 성능 기준 (6.2.5항 참고)
		총 잔염시간	50초 이하일 것	
		잔진시간	30초 이하일 것	
		표시선까지의 연소 여부	연소 없을 것	UL 94
		낙하물에 의한 COTTON의 발화 여부	발화 없을 것	
	염수분무에 따른 부식		부식 없을 것	자사 성능 기준 (6.2.6항 참고)
	발열 성능		100℃ 도달시간 5분 이내일 것	자사 성능 기준 (6.2.7항 참고)
도로노면센서	센서데이터 수집 시간		평균 10초 이내일 것	자사 성능 기준 (6.2.8항 참고)
	센서데이터 처리 정확도		평균 98% 이상일 것	
	감지 시간		평균 60초 이내일 것	자사 성능 기준 (6.2.9항 참고)
	측정 정확도		평균 99% 이상일 것	
통합관제 시스템	데이터 전송거리		50m 이상일 것	자사 성능 기준 (6.2.10항 참고)
카메라	영상 해상도		1920×1080 이상일 것	자사 성능 기준 (6.2.11항 참고)
소프트웨어	원격제어 작동률		100%일 것	자사 성능 기준 (6.2.12항 참고)
혼합 무수축 몰탈	압축강도		7일 평균 25.1MPa 28일 평균 25.1MPa 이상일 것	KS F 2405
브라운 아스팔트			7일, 28일간 파괴 없을 것	
카메라 (QNO-8010RG)	TTA인증		적합할 것	정보통신표준 제품 및 서비스에 대한 인증 요령

※ 제품은 상기 품질기준을 포함, 규격서에 기재한 모든 사항을 만족하며 이외의 사항에 대해서는 보유한 모든 품질인증의 시험기준을 만족해야 한다.

2.3 제품에 적용된 기술

적용기술	인증(등록)번호	기술명(발명,고안명칭)	발행기관	비고
특허	제10-2438741호	환경 정보를 이용해 도로의 결빙을 방지하는 도로 결빙 방지 시스템	지식재산처	

3. 구성, 재료

제품을 구성하는 구성품이 관계 법령에 따른 형식승인(KC) 또는 법정의무인 · 허가 대상 품목일 경우, 반드시 해당되는 승인(인증 또는 허가)된 제품을 사용한다.

[총괄표]

모 델 명	재 료	자 재 구 성 표
CES-SMS-1LN-100M	- 실리콘 - PC - PVC - ALDC12 - SUS304 - ABS - MMA수지 - SBS	① 탄소섬유 히팅케이블 ② 통합 기상센서 ③ 카메라 ④ 도로노면 센서 ⑤ 데이터 로거 ⑥ 영상 무선 송수신기 ⑦ PoE 스위치 ⑧ 배전반 ⑨ 특정소출력 무선기기 ⑩ 통합관제시스템 ⑪ 혼합 무수축 몰탈 ⑫ 브라운 아스팔트

[주요자재소요량]

순 번	모델명	규격치 수 (mm)	자재소요량					원산지
			품명	모델(부품)명	규격/재질	단위	수량	
1	CES-SMS-1LN-100M	1450 × 700 × 400	탄소섬유 히팅케이블	CES-SM100	24K×4mm×15mm / 실리콘	m	800	대한 민국
			통합 기상센서	WS300	Ø 150mm×223mm / PC	ea	1	대한 민국
			카메라	QNO-8010RG	Ø 70mm x 246mm, 680g, 소비전력 Max. 7.50W, typical 6.10W (외부구매품)	ea	1	대한 민국
			도로노면 센서	WIS-1022	400×310mm×107mm, 측정범위 2m~8m, 사용전원 12~24VDC (외부구매품)	ea	1	독일
			데이터 로거	CR310	162mm× 76mm× 56mm, 동작온도 -40℃~70℃ / PVC	ea	1	미국
			영상 무선 송수신기	SPW-110	150mm×90mm× 30mm / ALDC12	ea	1	대한 민국
			PoE 스위치	ipTIME PoE802	200mm×118mm×44 mm , 최대소비전력 120W, 동작온도 -10℃~55℃ (외부구매품)	ea	1	중국

순 번	모델명	규격치 수 (mm)	자재소요량					원산지
			품명	모델(부품)명	규격/재질	단위	수량	
			배전반	CES-ACP100	1450mm×700mm×400mm / SUS 304	ea	1	대한 민국
			특정소출력 무선기기	ipTIME A2004NS-MU	197mm×130mm×41.2 mm / ABS	ea	1	중국
			통합관계 시스템 (SW-SRC-001)	하드웨어	350mmx150mmx35 MCU: Mbed OS Enhanced RISC CPU: ARM Cortex-A53 SDRAM: 1GB	ea	1	대한 민국
				소프트웨어	OS: Debian GNU/Linux 13 GUI: Chromium Browser	조	1	대한 민국
			혼합 무수축 물탈	ROAD S 100	25kg / MMA 수지	통	27	대한 민국
			브라운 아스팔트	Roadseal	20kg / SBS	통	23	대한 민국

4. 형태

4.1 전체사진



4.2 제품구조

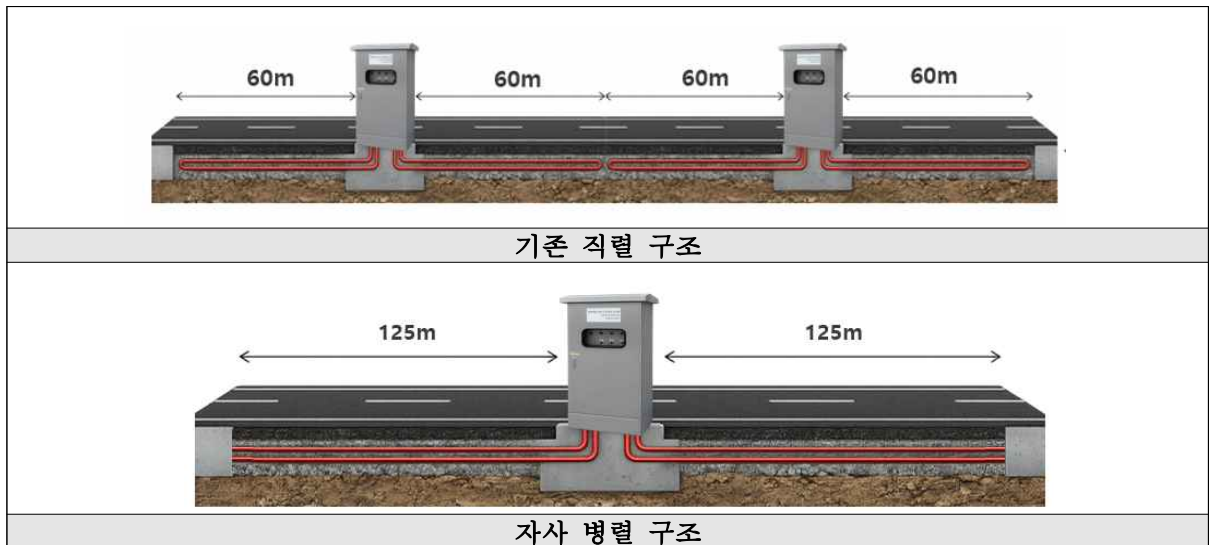
4.2.1 균등 발열 탄소섬유 발열체 구조

탄소섬유를 중앙 도체로, 석동연선을 좌우 버스와이어로 평행 배열한 뒤 특수 내열실리콘 고압 압출·열경화로 피복을 형성하여 지중용 히팅케이블을 구성하고, 전류 통과에 따른 저항 발열과 버스와이어 병렬 유닛 구조를 통해 구간별 균등 발열을 확보



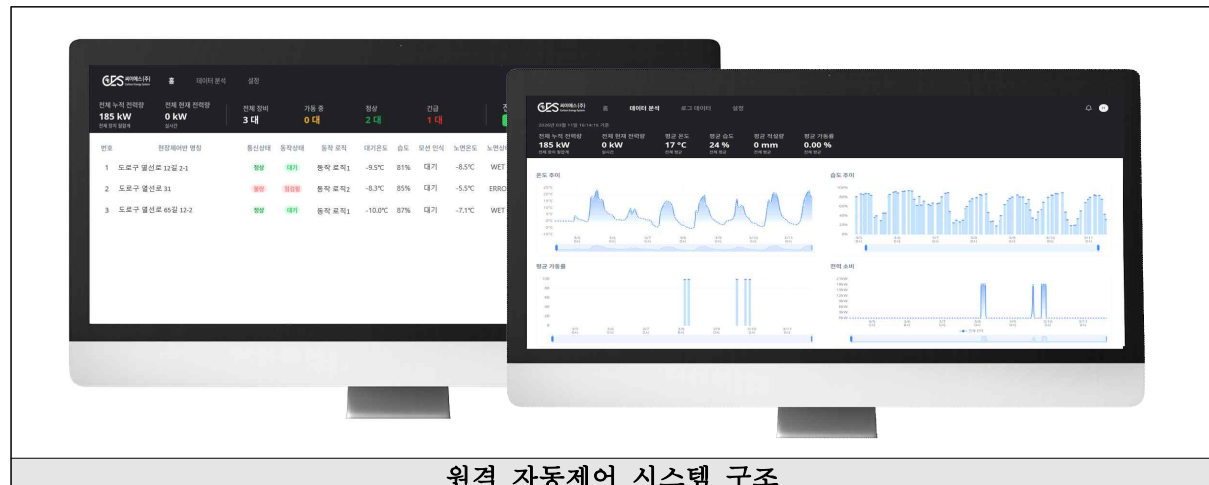
4.2.2 단축 결선 구조(내부 병렬 유닛 회로 적용)

- 1) 케이블의 한쪽 단자에서 양극·음극 전극을 모두 결선할 수 있도록 내부를 병렬형 회로로 설계하여, 단축 결선으로 시공성 및 유지보수성을 제고
- 2) 병렬형 유닛 특성상 일부 구간 고장 발생 시, 비고장 구간은 독립적으로 정상 동작하며 고장 구간만 선택 보수 가능



4.2.3 원격 데이터 송수신 및 자동제어 기술 구조

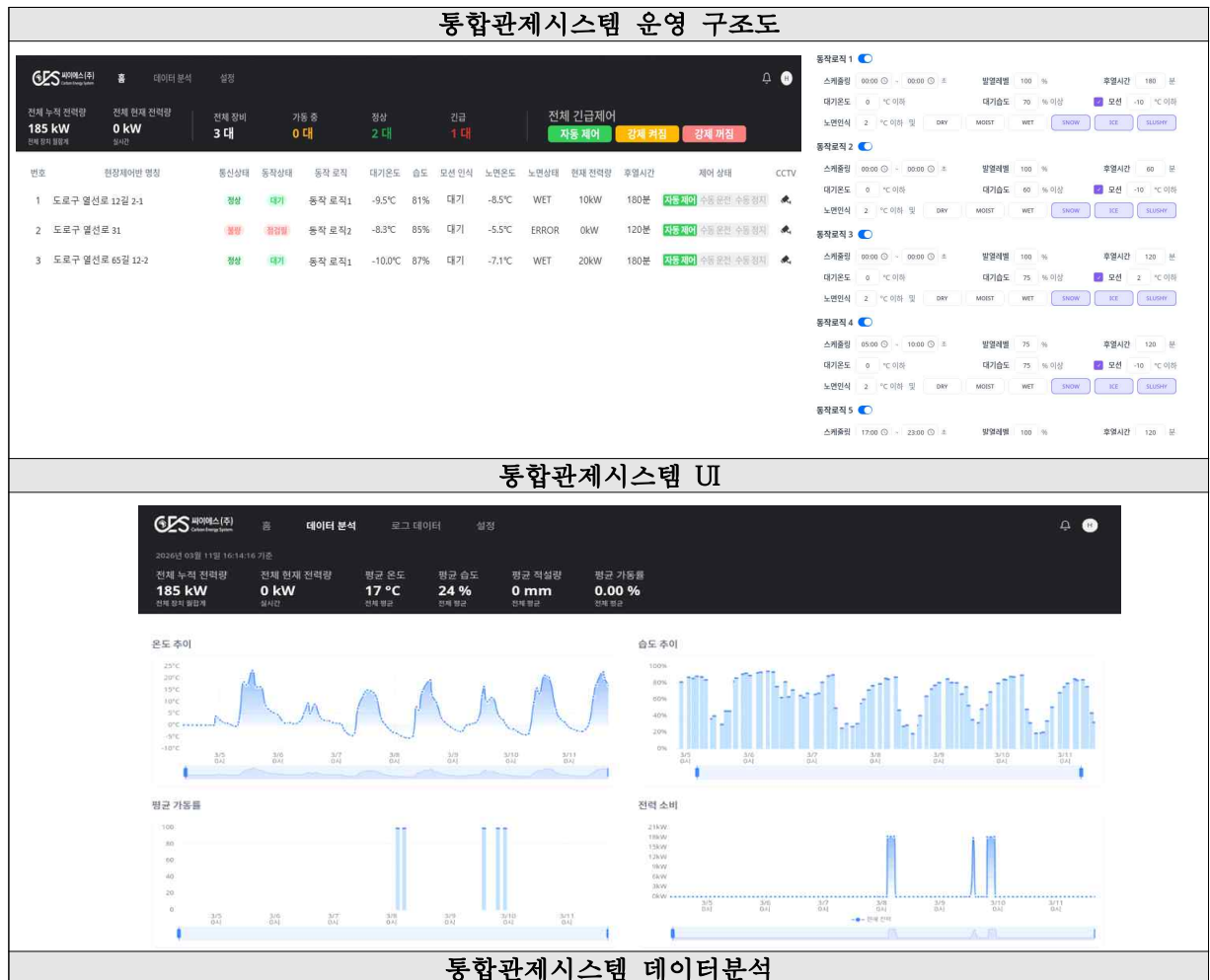
현장정보 수집부의 측정값을 기반으로 제어부가 운전 조건(ON/OFF, 출력 등)을 산정하여 발열부를 해당 조건으로 구동하며, 현장정보 수집부·제어부·발열부 간 데이터는 무선통신으로 송·수신



4.2.4 통합관제 시스템 구조

- 1) 현장 정보 수집부가 측정한 데이터를 무선으로 관제시스템(소프트웨어)로 전송하면, 관제시스템에 해당 데이터가 실시간 표시되며 DB에도 자동 저장됨
- 2) 관제시스템은 저장된 정보를 바탕으로 이상 여부를 판단하며, 작동이 필요하다고 판단되는 경우 발열부의 운전 조건을 계산함
- 3) 해당 조건 혹은 사용자가 직접 설정한 운전 조건은 발열부로 전송되어 제어 명령으로 수행됨
- 4) 모든 명령, 알람, 사용 이력은 DB에 기록되어 조회 및 분석에 활용 가능함





4.3 마감 및 외관

4.3.1 히팅케이블 피복에 피복의 균열, 박리, 변색, 그을림, 과도한 꺾임 등이 없어야 한다.

4.3.2 제어반 함체에 균열, 부식, 찌그러짐이 없어야 하며 개폐가 원활해야 하고, 내부 배선의 정리 상태가 양호하여야 한다.

4.3.3 모든 센서류는 감지부에 균열이나 오염이 없어야 하며 하우스징에는 균열이나 변형이 없어야 하고, 커넥터의 손상이나 누락이 없어야 한다.

5. 제조 및 가공

5.1 탄소섬유 히팅케이블 및 부속품 확인

1) 설계도서와 사양서에 따라 열량, 정격, 발열온도가 설치 대상 구간의 요구조건과 일치하는지 확인한다.

2) 구역별 케이블 길이 및 용량, 콜드섹션의 길이가 설계 산정값과 적합한지 검토

한다.

5.2 설치 대상 바닥면 점검

- 1) 도로 표면 상태를 점검하여 설계도서상의 매립 깊이로 시공 가능한지 확인한다.
- 2) 커팅 홈 바닥의 요철, 돌기, 이물을 제거하고, 필요시 국부 보수를 선행한다.
- 3) 케이블 설치 간격은 설계도서의 필요 열량 조건에 따른 기준을 적용한다.

5.3 포설 구역 설정 및 전원 조건 확인

- 1) 시공도면에 따라 구역별 포설 범위를 설정한다.
- 2) 케이블 길이와 용량을 산정하고, 인입 전원의 종류와 가용 전력을 확인한다.

5.4. 히팅케이블 포설

- 1) 종방향으로 절삭된 커팅 홈에 케이블을 일정 간격으로 수직 배치하여 포설한다.
- 2) 하부 열손실 최소화화 노면 상부 전도성 확보를 위해 케이블이 균일한 높이와 간격으로 포설되도록 한다.

5.5 히팅케이블 - 리드선 접속

자격을 갖춘 시공사가 안전하게 수행하며, 접속부는 방수·절연성을 확보한다.

5.6 커팅 홈 충전

- 1) 충전재는 현장 조건에 따라 혼합 무수축 몰탈 또는 브라운 아스팔트 등 설계 지정 재료를 사용한다.
- 2) 충전 전, 홈 내부의 수분 건조 및 이물 제거를 실시하고 공극 없이 충전한다.

5.7 환경정보 수집부 설치

통합기상센서, 도로노면센서, 카메라를 설계 위치에 설치한다.

5.8 전력공급부, 제어부 제작 및 설치

- 1) 현장 여건에 맞춘 맞춤형 제작을 원칙으로 하며, 옥외 설치 시 SUS 외함파 방수 구조를 적용한다.
- 2) 차단기류는 회로 정격에 적합하게 선정, 배치한다.
- 3) 전력공급 제어기를 설치하여 필요 열량에 따른 전력 제어가 가능하도록 하고, 원격 운전을 위한 제어 인터페이스를 구성한다.

5.9 제조공정표

〈제조 QC공정표〉

공정명	기호	작업내용	관리구분		검사 / 관리항목	품질기준	검사/관리방법
			검사	관리			
자재입고	▽	자재입고		○	수량확인	거래명세표와 같을 것	입고시
인수검사	◇	인수검사		○	1. 자동제어반	자사 성능기준	계수 샘플링 검사 및 공급업체 시험성적서 접수관리
					2. 통합기상센서	자사 성능기준	
					3. 도로노면센서	자사 성능기준	
					4. 무선원격시스템 (응용프로그램, SCADA HMI)	자사 성능기준	
					5. 무선원격시스템 (LTE 모뎀/컨버터)	자사 성능기준	
					6. 무선원격시스템 (프로그램엔지니어링)	자사 성능기준	
					7. 충전재 (혼합 무수축 몰탈)	자사 성능기준	
					8. 충전재 (조인트(브라운아스팔트))	자사 성능기준	
					9. 소프트웨어 (통합관제 시스템)	자사 성능기준	
부품조립	◇	제조	○		1. (히팅케이블) 버스와이어, 탄소섬유 조립	자사 성능기준	체크검사 n=3, c=0 동종1회/납품전
					2. (히팅케이블) 피복 압출, 열경화	자사 성능기준	
설치	◇	설치	○		1. 발열부 매설 2. 환경정보 수집부 배치 3. 제어부, 전력공급부 설치 4. 통합관제시스템(소프트웨어) 설치 후 전 부품에 전력 및 무선통신 연결	자사 성능기준	-
제품검사	◇	시운전	○		1. 영상 해상도 2. 센서 - 통합관제 시스템 연결 여부 3. 목표온도 도달 여부 4. 제품 외관 이상 여부	자사 성능기준 ※ 다수 부품을 결합, 현장 설치하는 특성상 ※ 현장 설치 후 시운전을 통해 제품 검사를 ※ 이상 발견 시 관련 부품 교체 후 재검사	수동제어/납품전

6. 기능 및 성능

6.1 기능

6.1.1 특허 제10-2438741호, “환경 정보를 이용해 도로의 결빙을 방지하는 도로

결빙 방지 시스템

1) 특허요약

본 발명은 도로면 지중에 발열부를 매립 설치하고 도로 주변의 환경 정보를 이용해 도로 결빙이 예상되는 경우, 발열부를 발열시켜 도로 결빙을 방지하기 때문에, 제설, 제빙 작업을 위해 별도의 인력 투입이 필요치 않고, 도로 주변의 환경 정보를 이용해 도로 결빙이 예상되는 경우에만 발열하기 때문에, 제설, 제빙 시, 불필요한 전력낭비를 줄이는 효과가 있는 발명으로, 발열부, 환경 정보 수집부, 전력 공급부, 제어부를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

2) 특허가 적용된 제품 기능

- 환경정보 취득

도로 주변의 대기 온도·습도, 도로면 상태를 환경정보 수집부가 지속적으로 감지하여 제어부로 제공한다.

- 결빙 및 강설 예상 판단

제어부는 사전 기준과 실시간 환경정보를 결합하여 결빙 가능성과 강설 여부를 판단한다.

- 필요 열량 계산

결빙 방지를 위한 목표 노면온도를 기준으로, 현재 상태에서 목표치까지 온도를 올리는 데 필요한 열량을 계산한다.

- 필요 전력량 및 제어신호 생성

산출된 필요 열량을 달성하기 위해 요구되는 필요 전력량을 계산하고, 그 전력만 발열부로 보내도록 전력공급 제어신호를 생성하여 전력공급부에 제공한다.

- 전력공급 및 발열 구동

전력공급부는 제어신호에 따라 계산된 필요 전력량만을 발열부로 공급하며, 발열부는 지중에서 해당 열량을 발현하여 결빙을 방지한다. 정격 고정 공급 방식이 아닌 필요전력 공급 방식으로 불필요한 전력 낭비를 저감한다.

- 발열부 구성과 설치 범위

발열부는 탄소 발열선을 이용하며, 차로 단위로 노면 지중에 매립 설치되며 차로 전체 또는 일부 구간에 설치할 수 있다.

- 상태 유지 및 운전 로직

제어부는 결빙 방지를 위한 목표 온도 유지를 운전 목표로 삼아, 필요 열량과 전력량을 재산정하여 공급하는 사이클을 통해 상태 유지 제어를 수행한다.

6.2 성능 및 시험방법

적용자재	시험항목	품질기준	시험방법 (비고)
히팅케이블	절연저항	4,000M Ω 이상일 것	자사 성능 기준 (6.2.1항 참고)

적용자재	시험항목		품질기준	시험방법 (비고)
	내전압		절연파괴 없을 것	자사 성능 기준 (6.2.2항 참고)
	인장강도		18.6MPa 이상일 것	자사 성능 기준 (6.2.3항 참고)
	신율		37.7% 이상일 것	
	쇼어경도		Shore A 46.1 이상일 것	자사 성능 기준 (6.2.4항 참고)
	난연성능	잔염시간	10초 이하일 것	자사 성능 기준 (6.2.5항 참고)
		총 잔염시간	50초 이하일 것	
		잔진시간	30초 이하일 것	
		표시선까지의 연소 여부	연소 없을 것	UL 94
		낙하물에 의한 COTTON의 발화 여부	발화 없을 것	
	염수분무에 따른 부식		부식 없을 것	자사 성능 기준 (6.2.6항 참고)
	발열 성능		100℃ 도달시간 5분 이내일 것	자사 성능 기준 (6.2.7항 참고)
도로노면센서	센서데이터 수집 시간		평균 10초 이내일 것	자사 성능 기준 (6.2.8항 참고)
	센서데이터 처리 정확도		평균 98% 이상일 것	
	감지 시간		평균 60초 이내일 것	자사 성능 기준 (6.2.9항 참고)
	측정 정확도		평균 99% 이상일 것	
통합관제 시스템	데이터 전송거리		50m 이상일 것	자사 성능 기준 (6.2.10항 참고)
카메라	영상 해상도		1920×1080 이상일 것	자사 성능 기준 (6.2.11항 참고)
소프트웨어	원격제어 작동률		100%일 것	자사 성능 기준 (6.2.12항 참고)
혼합 무수축 몰탈	압축강도		7일 평균 25.1MPa 28일 평균 25.1MPa 이상일 것	KS F 2405
브라운 아스팔트			7일, 28일간 파괴 없을 것	
카메라 (QNO-8010RG)	TTA인증		적합할 것	정보통신표준 제품 및 서비스에 대한 인증 요령

6.2.1 절연저항 시험 방법

발열체 표면(실리콘)의 중앙부분에 10×20cm의 금속박을 부착시킨 후 발열체의 전극과 금속박을 부착시킨 발열체 표면간에 절연저항 시험기를 연결한 후 DC 500V를 1분간 인가하여 절연저항값을 확인한다.

6.2.2 내전압 시험 방법

1) 발열체 표면(실리콘)의 중앙부분에 10×20cm의 금속박을 부착시킨 후 발열체의 전극과 금속박을 부착시킨 발열체 표면간에 내전압 시험기를 연결한 후 AC 2kV를 1분간 인가하여 절연파괴 여부를 확인한다.

2) 이 때 Cutoff current를 100mA로 설정한다.

6.2.3 인장강도, 신율 시험 방법

- 1) 인장시험기를 이용하여 시험속도 10mm/min으로 측정한다.
- 2) 3개 시료의 평균값을 산출한다.

6.2.4 쇼어경도 시험 방법

KS M ISO 868:2003을 준용하여 Shore A 경도의 평균값을 측정한다.

시료를 평편한 면에 준비 후, 쇼어경도계에 장착한 후 압자를 시료표면에 밀착한 후 해머를 1회 낙하 후 튀어 오른 높이를 기록해 경도값을 산출한다.

6.2.5 난연 성능 시험 방법

UL94:2023의 수직 연소성 측정법에 따라 잔염시간, 잔진시간, 연소 및 발화 여부를 측정한다.

6.2.6 염수분무에 따른 부식 시험 방법

35±2℃, 16h, 5% 염용액 분사 후 40±2℃, 93±3% R.H., 8h 방치를 4번 반복한 후 부식정도를 육안으로 확인한다.

6.2.7 발열 성능 시험 방법

발열체(히팅케이블) 1m에 전력공급장치를 사용하여 32W 전력을 인가한 후 상온에서 목표온도 100℃로 발열되는 시간을 측정한다.

6.2.8 도로노면센서 센서데이터 수집 시간, 처리 정확도 시험 방법

1) 수집 시간

- 적설, 대기 센서노드에서 측정된 데이터(수막두께, 온도, 습도)가 네트워크를 통해 시스템에 수집되는 시간을 확인한다. 10회 시험하여 각 데이터 수집 시간이 평균 10초 이내인지 확인한다.

2) 처리 정확도

- 시스템에서 수집된 데이터와 관제실 DB 데이터 간 일치 여부를 비교한다. 50회 실험하여 두 데이터 간 일치율이 98% 이상인지 확인한다.

6.2.9 도로노면센서 감지 시간, 측정 정확도 시험방법

1) 감지 시간

- 노면 결빙(얼음) 자체 실험 환경을 구성하고, 10회 실험하여 평균 60초 이내인지 확인한다.

2) 측정 정확도

- 시범 설치지역 노면의 물, 결빙 측정 정확도를 확인한다. 마른 노면의 상태를 측정하고 물 또는 얼음 상태 각 환경에서의 데이터를 비교하여 그 값이 변화하는지를 측정한다. 100회(노면 40회, 물 30회, 결빙 30회) 실험하여 시스템에서 수막두께 데이터가 변화하는 정확도가 99% 이상인지 확인한다.

6.2.10 데이터 전송거리 시험 방법

측정장비와 관제장비 위치에서 GPS를 이용한 위도, 경도 값을 확인하고 해당 값으로 거리를 계산한다.

6.2.11 영상 해상도 시험 방법

카메라 파일의 속성값(프레임 너비, 높이)을 확인하여 해상도를 확인한다.

6.2.12 소프트웨어 원격제어 작동률 시험 방법

관제센터에서 제설 시스템의 ON/OFF 제어를 실행했을 때 화면의 상태를 확인한다. 20회 실험하여 100% 동작하는지 확인한다.

7. 하자보증

7.1 제품의 하자보증기간은 납품, 설치일로부터 2년간으로 한다.

7.2 보증기간 내에 제작자의 설계 및 제작과정의 오류로 인하여 발생한 하자에 대하여는 제작자 부담으로 즉시 보수 및 교환하며, 사용자 잘못으로 인한 하자가 발생할 시 사용자의 부담으로 한다.

8. 포장 및 표시

8.1 포장

완제품은 화물차에 적재하여 운반 및 적재시 제품의 손상 및 유실을 방지하기 위하여 마대, 박스, 비닐보호막 등으로 포장한 후 현장에 반입한다.

8.2 표시

배전반은 현장 조건에 맞추어 제작하여야 하며, 옥외 설치 시 Stainless Steel 외장의 이중 방수 도어형으로 제작한다. 필요 시 분체도장 등을 시행할 수 있으며, 컨트롤패널의 표면에는 아래의 스티커를 부착하여 다음 각 항목을 표시하여야 한다.

8.2.1 품명

8.2.2 모델명

8.2.3 제조자명

8.2.4 제조연월

9. 적용자료

다음의 자료는 이 규격의 적용을 위해 필수적이다. 발행연도가 표기된 자료는 인용된 판만을 적용하고, 발행연도가 표기되지 않은 자료는 최신판을 적용한다.

9.1 특허 제10-2438741호 환경 정보를 이용해 도로의 결빙을 방지하는 도로 결빙 방지 시스템

9.2 UL 94 the Standard for Safety of Flammability of Plastic Materials for Parts in Devices and Appliances testing

9.3 KS F 2405 콘크리트의 압축 강도 시험방법

※ 해당 제품은 혁신제품(유형1) 신청·지정 제품임(중소벤처기업부 우수연구개발 제품)