

(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

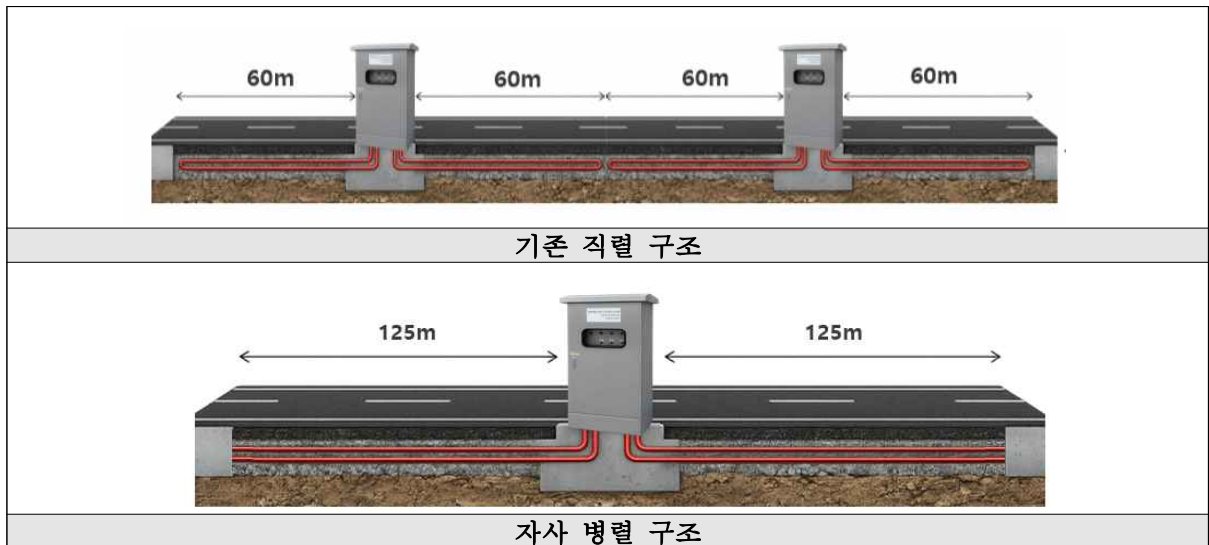
4.2.1 균등 발열 탄소섬유 발열체 구조

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



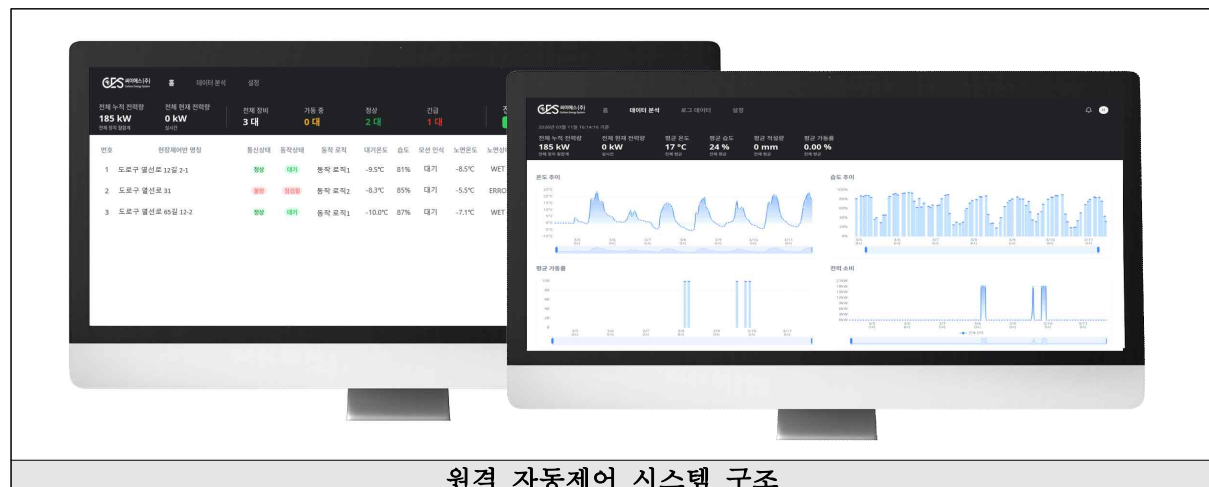
4.2.2 단축 결선 구조(내부 병렬 유닛 회로 적용)

- 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

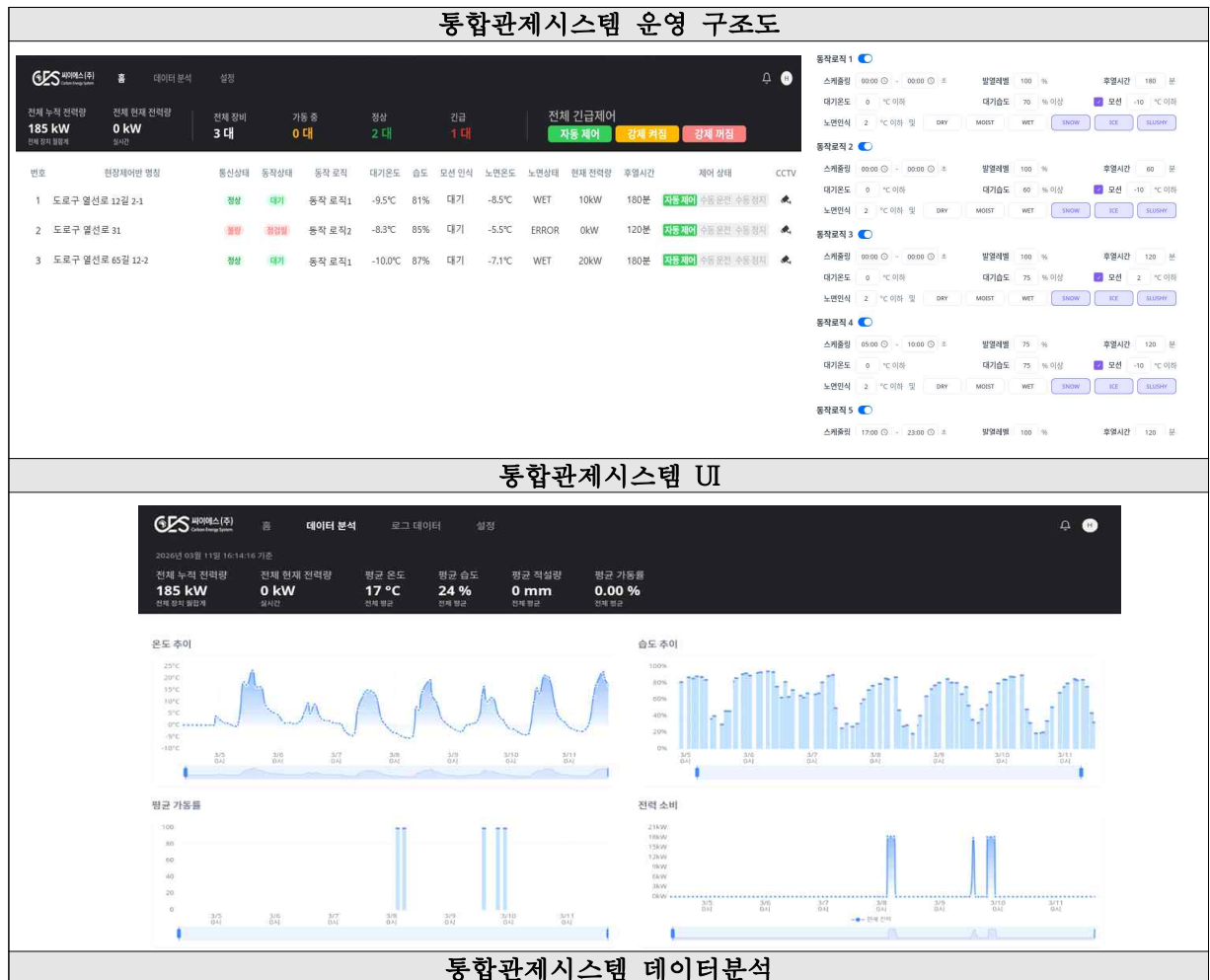
현장정보 수집부의 측정값을 기반으로 제어부가 운전 조건(ON/OFF, 출력 등)을 산정하여 발열부를 해당 조건으로 구동하며, 현장정보 수집부·제어부·발열부 간 데이터는 무선통신으로 송·수신



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 최소화와 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 외함파와 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. 다른 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 5년간으로 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)

탄소섬유 스노우멜팅시스템 구성 및 시방서 (Carbonfiber Snow Melting System)

사업명 : 중곡동 73-16~73-49 외 3개소 도로열선 설치

서울특별시 광진구청장 귀하

목 차

I. 탄소섬유 스노우멜팅시스템 구성

II. 탄소섬유스노우멜팅 히팅케이블

III. 스노우멜팅 콘트롤시스템

IV. 설치사양

V. 특기사항

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 피사, 수질 오염 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(최대 $1 \times 10^9 \text{A/cm}^2$)와 고열전도도($6000 [\text{W}/(\text{mK})]$)의 특성이 있음.
<구리선전류밀도: 최대 $1 \times 10^6 \text{A/cm}^2$ 다이아몬드 열전도도: $3320 \text{W}/(\text{mK})$ >
- 4) 고전류밀도(최대 $1 \times 10^9 \text{A/cm}^2$), 고열전도도($6000 [\text{W}/(\text{mK})]$)의 특성을 갖고 있음
- 5) 소재의 밀도는 $1.33 \sim 1.40 \text{g/cm}^3$ 가볍고 길이 방향으로 매우 질기고 단단함
- 6) 인장강도는 고강도합금의 10배 이상 ($4.5 \times 10^{10} \text{Pa}$)
(비고: 고강도합금인장강도 : $2 \times 10^9 \text{Pa}$)
- 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 내화학적, 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 발생하는 열, 브라운아스팔트 계통의 포장재 용융점을 충분히 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 알칼리성과 내유성 및 내염화성이 있어야 한다.
- 6) 탄소함유량
탄소섬유발열체는 24K(24,000가닥)제품으로 탄소함유량이 95%이상의 고품질이어야 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

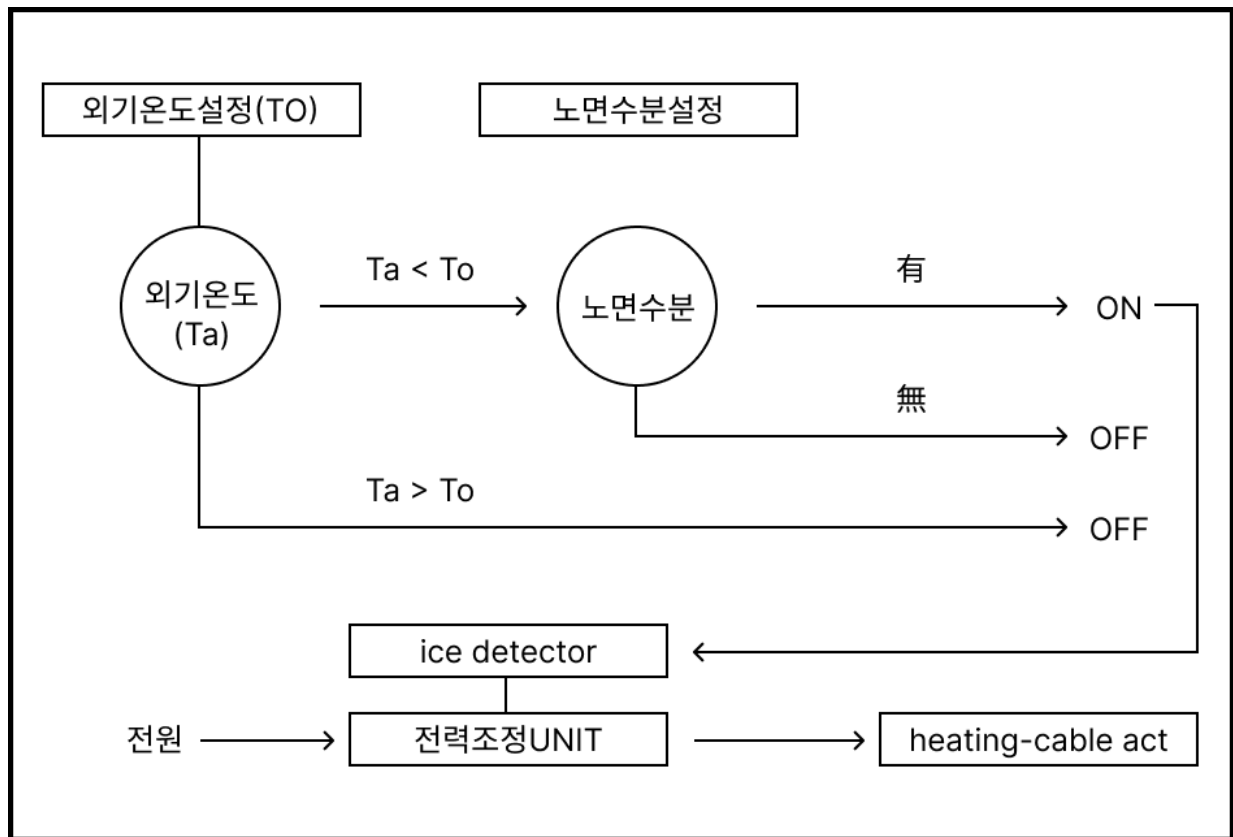
- (1) 적설 및 빙점온도를 감지하여 자동으로 운용되는 시스템
- (2) 수동으로 전환 사용 가능
- (3) 원격제어가 가능하도록 구성

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 대응하여 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 설정 온도 이하로 내려갈 경우 자동으로 동작하여 신속한 스노우멜팅이 될 수 있다



록 함

4. 시스템 구성요소

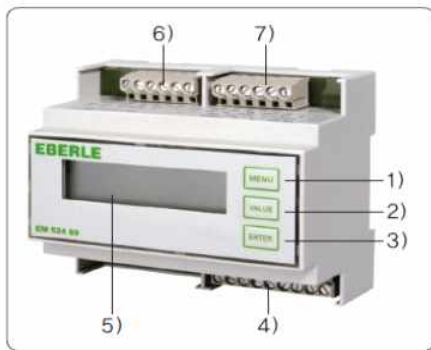
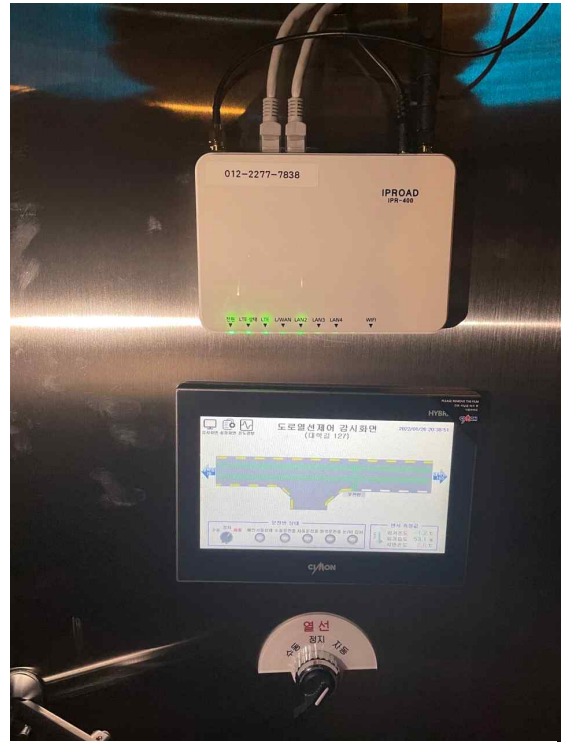
1) Control Panel: 옥외 방수 자립형(SUS) / 원격자동제어 및 모니터링

2) 스노우디텍터(Snow Detector)

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 확인



〈 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 〉

한다.

2. 히팅케이블의 설치 대상 바닥면 점검 확인

탄소섬유 히팅케이블 설치대상 도로 표면에서 80mm 지중에 설치될 수 있는지를 확인하고, 커팅 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, 전력 상 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 탄소섬유 지중발열체(탄소섬유 히팅케이블)의 열이 상향으로 전달되도록 하여야 한다.

5. 탄소섬유 히팅케이블의 포설

- 1) 종방향을 따라 일정간격으로 폭 10mm의 절개홈을 형성시키고 탄소섬유 지중발열체를 수직 방향으로 배치, 포설하도록 한다.
- 2) 지중 하부로의 열손실 방지를 최소화해 도로표면 상부로의 열이 신속하게 전달되도록 하여야 하며, 히팅케이블을 커팅 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° 상 방향으로 설치하여야 한다.

8. 절개 홈 충전

- 1) 커팅 된 홈을 메우기 위한 충전재는 현장별 맞춤형으로 선정을 하며, 고강도 MMA수지 또는 우레탄 수지, 브라운아스팔트 등을 선택하여 충전한다. 충전시 커팅된 홈에 습기를 충분히 건조한 후 이물질 제거하고 빈 공간이 생기지 않도록 충분히 충진을 하여야 한다.
- 2) 절개홈 내에 상기 탄소섬유 히팅케이블을 고정하기 위한 충전재는 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, ③ 콘트롤 패널과 결선 후, ④시험 가동 후 등 각 단계마다 중복 확인을 하여야 하고, 이를 기록 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 광진구 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 한

다. 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 커팅 홈 형성 및 히팅케이블의 포설

1.5.3 스노우멜팅 시스템 콘트롤 패널의 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 패널, 각종 센서 등)

(3) 콘트롤패널 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 충전 또는 개질브라운아스팔트 충전 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 $\phi 87 \times 74\text{mm}$ 이고 튜브의 크기는 $\phi 93 \times 98\text{mm}$ 이다. 센서케이블은 0.7mm²일 경우 50m, 1.5mm²일 경우 200m까지 설치가 가능하다.

2.5 제어반(Control Panel)

- 2.5.1 제어반은 스노우디텍터와 연결되어 센서를 기반으로 자동으로 작동될 수 있도록 구성하여야 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 통신 모듈 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 충전재의 선택 및 충전 작업
 - 컷팅 홈에 히팅케이블을 포설한 후 고정시키기 위한 충전재 시공에 관한 일정과 충전재의 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, 충전재 타설시기 및 시공방법 등에 대한 협의

3.3 히팅케이블의 설치

- 3.3.1 히팅케이블의 설치에 사전에 승인된 도면에 의해서 적절한 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 충전 시에는 히팅케이블의 손상이 없도록 주의를 요하며, 날카로운 공구를 사용하지 않도록 하며, 작업 중 지속적으로 점검을 하여 이상이 발견되었을 경우 즉시 충전작업을 중단하고 문제점을 해결한 후 작업을 진행하여야 한다.

3.4 마감

- 3.4.1 히팅케이블의 포설이 완료된 후 절연저항을 측정하여 확인한다.
- 3.4.2 MMA수지 충전 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. 안전관리

- 4.1 적용범위 : 이 지방서는 공사의 현장안전관리가 효과적으로 실시되도록 하는데 필요한 일반적인 사항에 대한 시방을 제시한다.
- 4.2 주요내용
 - (1) 관계자의 의무
 - (2) 안전관리계획

- (3) 안전관리 활동
- (4) 산업보건상의 조치
- (5) 현장안전관리

4.3 관계자의 의무

(1) 발주자 및 시공자의 의무

- ① 산업재해예방을 위한 법적 요건을 준수하고, 근로조건의 개선을 통하여 적절한 작업환경을 조성함으로써 근로자의 생명보전과 안전 및 보건을 유지·증진하도록 하여야 하며, 국가에서 시행하는 산업재해예방정책에 따라야 한다.
- ② 시설물을 설계·제조·수입 또는 건설함에 있어서 법적인 요건을 준수하고, 그 시설물의 사용 중 산업재해발생의 방지에 노력하여야 한다.
- ③ 건설공사를 타인에게 도급하는 자는 그 시공방법, 공기 등에 관하여 안전하고 위생적인 작업수행을 저해할 우려가 있는 조건을 붙여서는 안 된다.

(2) 시공자의 하도급시공자에 대한 의무

- ① 시공자는 안전보건 총괄책임자를 두고, 그가 사용하는 근로자와 그의 하도급시공자가 사용하는 근로자가 동일한 장소에서 작업을 할 때에 생기는 산업재해를 예방하기 위하여 다음 각 항의 조치를 취하여야 한다.

가. 안전·보건에 관한 사업주간 협의체의 구성 및 운영

나. 작업장의 순회점검 등 안전·보건관리

다. 하도급시공자가 실시하는 근로자의 안전·보건교육에 대한 지도와 지원

라. 기타 산업재해예방을 위하여 필요하다고 지정된 사항

- ② 하도급시공자는 정당한 사유가 없는 한 시공자에 의한 위의 조치에 따라야 한다.

- (3) 근로자의 의무 : 근로자는 산업재해예방을 위한 법적 요건을 준수하고, 사업주 기타 관련기관에서 실시하는 산업재해의 방지에 관한 조치에 따라야 한다.

4.4 안전관리계획

- (1) 안전관리계획 수립 : 건설업자와 주택건설등록업자는 안전점검 및 안전관리조직 등 건설공사의 안전관리계획을 수립하고, 이를 발주자에게 제출하여 승인을 받아야한다. 이 경우 발주청이 아닌 발주자는 미리 안전관리계획의 사본을 인·허가기관의 장에게 제출하여야 한다(건설기술진흥법 제62조제1항).

- ① 목표의 결정 공사규모, 입지조건, 공기 등 그 공사의 특수성을 고려한다.

가. 전 공사기간을 통한 목표 설정

나. 착공에서 준공까지 각 단계별 중점목표 설정

다. 각 공사 종류별 중점목표 설정

라. 구체적이고 실천가능하며, 긴급성 및 경제성을 고려한 목표

- ② 안전관리계획의 대상과 내용

가. 공사전체계획

나. 공사관리인원 및 조직

다. 점검확인사항

라. 정기안전점검 실시계획 (실시시기, 실시회수 등)

마. 기타 안전관리에 필요한 사항 (불안전 환경대책, 불안전 행동대책 등)

(2) 안전관리규정 : 현장의 안전·보건을 유지하기 위하여 다음 사항을 포함한 안전보건관리규정을 작성해서 적용하여야 한다.

① 안전조직과 그 직무

② 안전보건교육

③ 작업장 안전 및 보건관리

④ 사고조사 및 대책수립

⑤ 기타 안전·보건에 관한 사항

(3) 산업안전보건관리비

① 산업안전보건관리비의 계상

가. 시공자는 공사계약을 체결할 때 산업재해예방을 위한 산업안전보건관리비 공사비에 계상하여야 한다.

나. 계상된 산업안전보건관리비는 다른 목적으로 사용하여서는 안 된다.

다. 안전관리자를 두지 않아도 되는 소규모 건설공사에 대하여는 산업안전보건관리비의사용에 관하여 건설재해예방 전문기관의 지도를 받아야 한다.

라. 산업안전보건관리비 계상 및 사용기준은 노동부 고시에 따른다.

② 산업안전보건관리비의 사용내역

가. 안전보건 관계자의 인건비 및 업무수당

나. 안전시설비 (공사설계내역 및 표준품셈 명기사항은 제외)

다. 개인보호구 및 안전장구 구입비

라. 안전진단비 등

마. 안전보건 교육 및 행사비 등

(4) 안전관리조직

① 시공자는 안전관리조직을 편성하여야 하며, 현장의 규모와 작업내용에 따라 구성한다.

② 관계자 및 역할

가. 안전보건관리책임자 : 하도급공사가 포함될 때 안전보건 총괄책임자의 임무를 동시에 수행하며, 현장과 안전관리업무를 총괄 관리한다.

나. 안전관리자 : 안전관리자는 현장안전관리에 관한 전문가로서 안전보건 관리책임자를보좌하고, 관리감독(책임)자 및 안전담당자에 대하여 각종 사고예방 조치에 관하여 지도와 조언을 수행한다.

다. 관리·감독자 : 현장에서 당해작업과 관련, 소속 직원 또는 근로자를 직접 지휘, 감독하는 시공담당책임자나 그 지위에 있는 시공담당 기술직 직원으로서 안전담당자를 독려·지휘한다.

라. 안전담당자 : 안전보건관리책임자는 산업안전보건법에 정하는 작업에 종사하는 직원, 반장, 조장을 안전담당자로 임명하여 임무를 부여하고, 하도급시공자의 현장소장을 현장 안전조직상의 안전담당자로 지정하여 소속 근로자를 직접 지휘·감독하도록 하

여야 한다.

마. 안전보건협의체 : 안전보건관리책임자는 안전관리자, 관리·감독(책임)자, 하도급시공자의 현장대표자 전원을 포함하여 현장 안전보건협의체를 운영하며, 회의는 토의내용을 제시하고 회의록을 작성·보존하여야 한다.

4.5 안전관리활동

(1) 공사구간 차폐시설

- ① 공사구간을 완전히 구분할 수 있도록 일일 공사 구간별 차폐시설(안전웬스, 라바콘 등)을 설치하며, 차량 및 보행자 통행 불편을 최소화하는 안전사고 예방 활동을 하여야 한다.

(2) 입간판 및 현수막 설치

- ① 공사장 시,중점부와 주요 통행지점에 공사장 안내 입간판 및 현수막등을 설치하여 보행자 및 통행자가 공사에 대한 정보를 잘 인지하도록하고, 특히 공사내용의 변동이 있을 때는 관련 정보를 즉시 변경하여 안내하여야 한다.

(3) 차량 신호수 등 안전요원 배치

- ① 기본적으로 공사장 시,중점부 등 주요지점에 안전사고 예방을 위한 신호수등을 정위치 배치함을 물론, 버스정류장이나 횡단보도등 보행자가 많은 지점에는 안전요원을 추가배치하여야 한다.

(4) 공사장 근로자 및 현장 유지관리

- ① 안전모, 안전화 착용등 공사장 근로자의 안전을 위한 규정 준수는 철저히 한다.
- ② 매일 작업 완료 후 각종 폐기물 등은 당일 반출을 원칙으로 하고, 공사자재 및 작업도구 등은 철저히 결속, 차폐하여 통행자에 안전사고에 대비하여야 한다.

(5) 산업보건기준 : 작업현장에서는 다음의 보건기준을 준수하여야 한다.

- ① 유해원인 제거 : 가스, 증기, 유해광선, 초음파, 소음, 진동, 이상기압, 병원체에 의한 오염 등 근로자에게 유해한 작업은 그 원인을 제거 또는 대체, 작업방법 및 시설의 변경또는 개선조치를 하여야 한다.
- ② 채광 및 조명 : 작업장소의 채광 및 조명은 명암의 차이가 심하지 않고, 눈이 부시지 않는 방법으로 법정수준으로 설치하여야 한다.
- ③ 온도 및 습도 : 고온, 저온, 건조, 다습한 옥내작업 시는 냉난방, 통풍 등 적절한 온도, 습도조절조치를 하여야 한다.
- ④ 출입금지조치 : 유해·위험한 장소에는 출입금지조치를 하고, 이를 게시하여야 한다.
- ⑤ 휴게시설 : 근로자들이 휴게 또는 휴식시간에 이용할 수 있는 휴게시설을 갖추어야 한다.
- ⑥ 응급용구 : 부상자의 응급치료에 필요한 응급용구를 상비하고, 그 비치장소와 사용방법을 근로자에게 알려주어야 한다.

(6) 건강진단 : 근로자에 대한 건강진단은 채용 시 그리고 취업 중 정기적으로 실시하여야 한다.

(7) 작업환경측정

① 인체에 해로운 작업을 행하는 작업장은 작업환경을 측정, 평가한 후 그 결과를 기록·보존하여야 한다.

② 작업환경 측정결과 허용기준 이상일 때는 즉시 해당 근로자에게 보호구를 지급하고, 설비의 설치 또는 개선 등 필요한 조치를 강구하여야 한다.

(8) 질병자의 취업금지 및 제한 : 전염병, 정신병 또는 근로로 인하여 병세가 현저히 악화될 우려가 있는 질병자는 의사의 진단에 따라 근로를 금지하거나 제한하여야 한다.

(9) 근로시간 연장의 제한

① 휴일작업이나 야간작업은 사전에 해당자에게 통보하고, 동의를 받아야 하며, 필요할 때 공사감독자(건설사업관리자)가 입회할 수 있어야 한다.

② 시가지 공사 또는 사용 중인 기존 시설물에 인접한 장소에서의 작업은 작업시간을 주위당사자들과 협의 조정하여야 하며, 자체에 무리가 가는 작업, 밀폐된 장소에서의 작업 등은 필요한 안전조치를 선행하고 안전작업기준을 준수하여야 한다.

③ 야간작업시는 조명, 작업장의 정리정돈, 야간에 식별이 용이한 신호, 신호수 및 경계표지의 설치 또는 배치, 울타리의 설치, 통로의 점검, 비래토석 낙하물 보호시설의 점검 등 필요한 조치를 사전에 하여 작업에 따른 위험이 없도록 하여야 한다.

④ 유해 또는 위험한 작업에 종사하는 근로자에 대하여는 1일 6시간, 1주 34시간을 초과하여 근로하게 하여서는 안 된다.

(10) 사고처리 및 응급조치

① 응급조치 사고발생에 따른 근로자의 응급구조를 위해 다음의 조치를 신속하게 하여야 한다.

가. 사고로 인한 부상에 대하여 응급조치에 필요한 구급용구를 비치하여야 한다.

나. 사고발생 시 적절한 긴급조치를 취하여야 한다.

－ 부상자 및 질병자에 대한 응급조치

－ 연쇄사고 및 사고확대 방지를 위한 안전조치

② 사고처리

가. 중대재해 발생의 경우 안전보건관리책임자는 발생 즉시 관할경찰서, 관할 지방노동관서 및 보험자에 유선으로 통보한다. 다만 천재지변 등 부득이한 사유가 발생한 경우에는 그 사유가 소멸된 때부터 24시간 이내에 이를 보고하여야 하며, 산업재해보상청구서와 요양신청서를 작성 1개월 이내에 관할 지방노동관서에 서면보고를 하여야 한다.

나. 현장에서는 사고발생 즉시 안전담당자와 관리감독자가 신속히 사고원인을 조사하여 안전관리자에게 보고하여야 한다.

다. 사고조사는 동종사고가 재발되지 않도록 인적·물적 및 관리적 원인을 분

석하고 대책을 수립하여 실시 조치한다.

4.6 현장안전관리

(1) 공통사항

- ① 공사현장의 관리는 근로기준법, 산업안전보건법 및 관련법규를 준수하여야 하며, 특히 다음 사항에 유의하여야 한다.
 - 가. 일반인 및 근로자의 출입통제와 질서 및 보건의 유지
 - 나. 화재·도난·소음 등의 방지, 위험물 및 그 위치표시, 기타 사고방지를 위한 단속
 - 다. 재료와 설비의 정리 및 관리, 현장내외의 정리정돈 및 청소
 - 라. 주변 도로의 정비, 교통정리, 교통안전관리 및 보호시설
 - 마. 공사장 주변의 안전조치는 관계법규에 따라 시설하고 근로자의 안전장구, 재해예방 시설 및 유사시의 대책 등을 구비하여야 한다.
- ② 공사현장의 안전보건관리는 안전보건관리(총괄)책임자, 안전관리자, 안전담당자 등 관계법령에 규정된 유자격자를 책임자로 선임하여 관리하도록 하여야 하며, 필요시는 해당기관에 그 내용을 신고하여야 한다.
- ③ 공사현장 근로자와는 고용계약을 적법하게 체결하여야 하며, 계약의 내용에는 근로조건을 명시하여야 한다.
- ④ 공사현장 및 부근에 있는 지상 및 지하의 기존시설에 지장을 주지 않도록 유의하여 시공하여야 한다.

(2) 공사현장의 안전조치

- ① 호우, 홍수, 태풍 등에 대한 기상예보 등에 충분히 주의하여 유사시에는 피해를 최소한도로 줄이는 조치를 하여야 한다.
- ② 공사에 필요한 안전조치는 관계법규에 따라 안전에 만전을 기하기 위한 조직, 계획, 점검, 훈련 등을 실시하여야 하고, 필요한 제반시설을 갖추어야 하며, 공사감독자(건설사업관리자)의 승인과 검사를 받아야 한다.
- ③ 공사착수 전에 안전시설을 하여야 할 사항은 다음과 같다.
 - 가. 출입금지구역의 설정
 - 나. 도로복구시 교통제한 또는 금지(교통신호수, 교통안전표지판, 야간안내 등, 가설웬스, 경광등 설치 등)
 - 다. 폭약사용에 대한 위험표지
 - 라. 전기, 상하수도 및 통신 등 중요한 시설에 대한 보호
 - 마. 위생적인 음료수의 확보
 - 바. 위생적인 화장실과 배수시설
 - 사. 의무실 및 구급약의 확보
 - 아. 기타 공중의 안전을 위하여 필요한 사항
- ④ 주변구조물 보호 : 공사 중에는 현장 내부뿐만 아니라 현장 주위의 시설물이나 환경에 영향을 끼쳐서는 안 되며, 사전조사에 의한 매설물 파악, 방호조치, 장기적 검사 등을 실시하여야 한다. 공사현장 종업원에게도 이의 중요성을 인식시켜야 하고, 매설된 문화재를 발견한 경우에는 지체 없이 담당

원에게 보고하여 문화재의 보존에도 힘써야 한다.

- ⑤ 지장물 철거 및 원상복구 : 지장물 철거는 기초상태, 크기, 높이, 하중 등을 충분히 조사, 검토한 후 적절한 공법을 선정하여 소관 기관 또는 소유주와 공사감독자(건설사업관리자)의 승인을 얻어 실시한다. 본공사가 끝난 뒤에는 공사용 임시시설물, 잔재, 폐기물, 기타 모든 불용품을 철거하고 청소함으로써 공사가 완공된 것으로 인정할 수 있다. 해체공사는 별도의 특기사항이 없는 경우 고용노동부가 고시 한 해체공사 표준안전지침에 따른다.

5. 하자보수 기간

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