

멀티포인트 레이저 적설계

SDMS-40



운영자 매뉴얼

OPERATIONAL MANUAL

Revision 2.4

2025 년 10 월

(주) 엠 솔

목 차

1	SDMS-40 적설 측정 시스템 개요	1
1.1	개요	1
1.2	시스템 사양	1
1.3	시스템 구성	2
1.4	멀티포인트 레이저 적설계 동작 원리	4
1.5	적설 데이터 수집 및 분석	5
2	SDMS-40 적설계의 주요 모듈	7
2.1	적설계 센서	7
2.1.1	구성요소	7
2.1.2	레이저 거리측정모듈 및 모터 구동회로	9
2.1.3	데이터처리부	10
2.1.4	센서 유지보수	11
2.2	결선(wiring)	11
2.2.1	적설계 결선	11
3	적설계 설치 및 시스템 설정	12
3.1	적설계센서 설치높이 및 고정 방법	12
3.1.1	설치 장소 및 높이	12
3.1.2	설치대에 적설계 부착	12
3.2	적설판	15
3.2.1	적설판의 설치	15

3.3	적설 측정하기 및 설정	16
3.3.1	설치 후 측정시작하기	16
3.3.2	적설계 높이를 직접 입력하는 방법 (Manual Height).....	16
3.3.3	지면설정 및 재설정	17
3.3.4	적설계 모니터링 및 관리	17
3.3.5	적설데이터 포맷	20
3.3.6	적설계 센서 펌웨어 업데이트	22
	운용시 주의사항	23
	[첨부 1] 자료처리기 별 연결 예	24
	[첨부 2] 유지보수 점검표	26
	[첨부 3] 데이터 설명자료	27
	[첨부 4] 적설계 펌웨어 수정/변경 내용.....	29

1 SDMS-40 적설 측정 시스템 개요

1.1 개요

- SDMS-40 멀티포인트 적설계는 레이저 거리 측정 기술을 사용한 다점 스캐닝 방식의 적설계로 자동으로 적설 값을 측정하여 대상 측정면을 대표하는 적설 값을 제공한다.

1.2 시스템 사양

- 표1은 SDMS-40 적설계의 주요 사양을 보여준다.

항목	SDMS-40 멀티포인트 적설계 규격
측정방식	다점 레이저 스캐닝방식
측정범위 (높이)	0 ~300 cm
분해능	0.1 cm
정확도	±0.3 cm (적설계 자체의 정확도)
운영환경	-40 ~ +50℃
표출주기	최소 1분 이하
자료처리	36점 1분 이내 수집
적설감지	Points Fluctuation Threshold (36+36 Points)
측정 지점 이동	18점 이상의 유효 점 유지
방습방진 규격	IP68 (Housing: Aluminum anodizing)
측정 면적	1 미터 x 1 미터까지 측정 가능 (3M 설치기준)
레이저 규격	Class II

표 1 SDMS-40 적설계 주요 사양

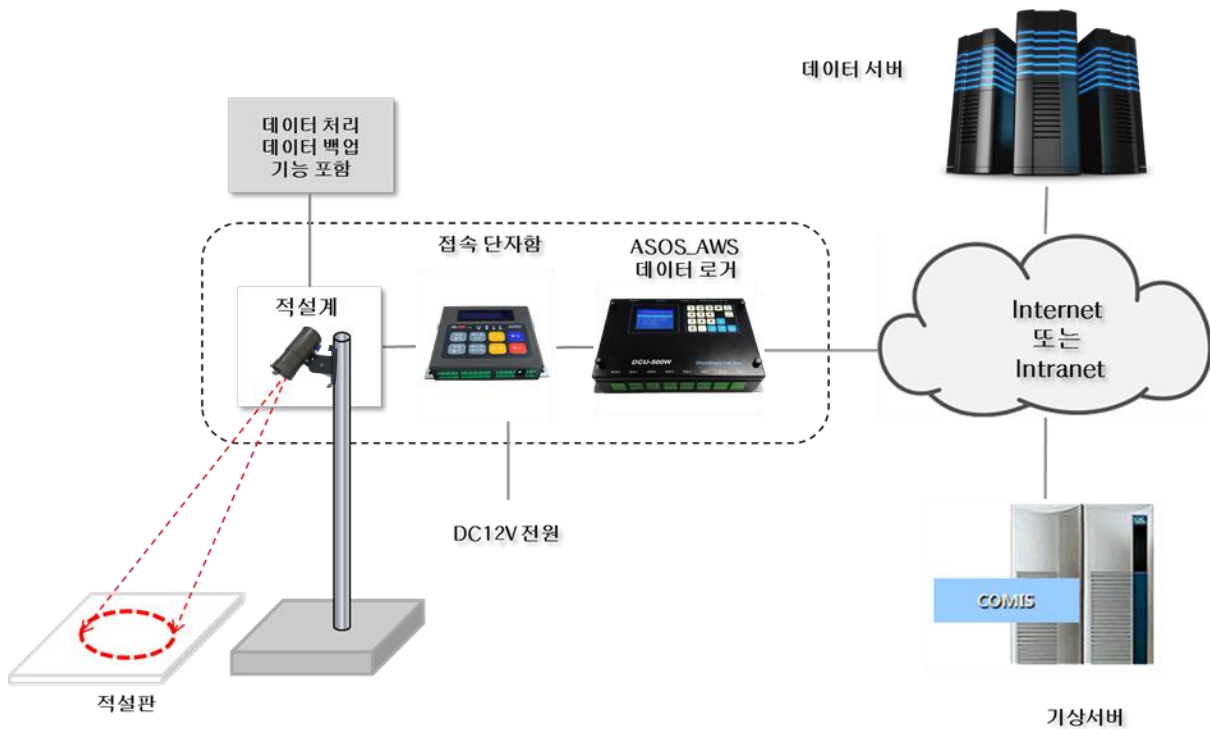


그림 1 적설계 시스템 구성 예

1.3 시스템 구성

- SDMS-40 적설계 시스템은 그림 1과 같이 레이저 센서와 데이터처리부를 포함하는 적설계 센서, 전원공급 및 센서 컨트롤을 위한 컨트롤러로 구성되며 그 외에 부대시설을 포함한다.
- 적설계 센서는 레이저측정모듈과 데이터처리부가 방수 방진 하우징 안에 일체형으로 구성되어 있으며, 관리자용 SD메모리카드와 RTC배터리가 내장되어있다.
- 적설계 센서는 데이터처리부의 제어에 따라 레이저측정모듈이 지면 또는 눈 표면상에 원형의 궤적을 따라 36 지점을 측정 후, 측정된 값을 평균하고, 이물질 등으로 인한 오류 값을 알고리즘을 통해 걸러내어 측정면을 대표하는 평균값을 계산한다.
- 적설계 센서에서 측정된 데이터는 외부 자료처리기로(예: AWS자료처리기) 전송된다.
- 외부 자료처리기는 적설계로부터 전송되어 온 데이터를, 데이터 표출 등을 위해 주 서버로 (예: COMIS 서버) 전송한다.
- 적설계 센서와 외부 자료처리기간의 데이터 통신은 RS-232 규격으로 2400bps ~

57,600bps까지 속도를 변경할 수 있으며, 통신 방식과 속도에 따라 대략 표2와 같이 전송거리가 제한된다. 물론 중계회로를 추가하면 통신 가능한 거리를 연장할 수 있다. 기본적인 적설계의 성능은 전송속도에 의해 제한을 받지 않으나, 저장된 데이터를 업로드 하거나 적설계의 펌웨어를 업그레이드시에는 자동으로 57,600bps의 스피드로 정해진다.

통신 방식	속도	최대 전송 거리
RS-232	2,400 bps	400 미터
	9,600 bps	100 미터
	19,200 bps	50 미터
	57,600 bps	15 미터

표 2 ** Shielded twisted cable 사용시 RS232 통신 속도 별 최대 전송 거리

- 대부분의 경우 연동 된 자료처리기의 종류와 제작사에 관계없이 9,600bps로 설정되어있다.
- 전원 모듈은 상용전원 220V AC로부터 12V DC 전원으로 변환하여 컨트롤러를 통하여 적설계 센서에 공급한다.
 1. 전원 용량 및 전압: DC 12V/2A (히터 사용), 0.5A (히터 미사용)
 2. 입력 전압: 220V AC

1.4 멀티포인트 레이저 적설계 동작 원리



그림 2 스캐닝 적설계 개념도

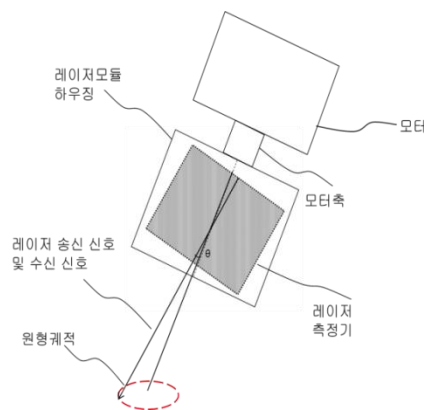


그림 3 스캐닝 메커니즘

- SDMS-40 적설계는 그림 2 및 3에 도시된 것과 같이 적설계 내부의 레이저 거리측정기가 일정한 각도를 두고 회전하여 지면 또는 눈 표면에 원형 궤적을 그리면서 궤적상의 지점들을 측정한다.
- 각 측정 지점에 레이저 광을 송출하여, 반사되어 레이저 거리측정모듈까지의 귀환 시간으로부터 둘 사이의 거리를 측정한다. 그렇게 측정된 각 지점의 거리 데이터로부터 각 지점의 지면으로부터의 높이를 계산하고, 각 지점의 적설 값을 평균하여 측정면의 대푯값을 계산한다.

1.5 적설 데이터 수집 및 분석

- 앞의 그림 3에 도시된 스캐닝 구조를 통해서 수집된 데이터는 이물질 및 노이즈에 의한 오류 데이터를 걸러내고 지난 데이터의 추세 등을 종합하여 평균값으로부터 최종 적설 값을 계산하여 제공한다.
- 그림 4에서와 같이 데이터 처리를 위한 전반적인 처리 시스템 구조, 이물질 및 노이즈 데이터 필터링 (전/후처리 알고리즘) 및 원형궤적상의 적설 데이터 수집 및 평균 적설량 계산 알고리즘 실행 과정을 거쳐 최종 결과가 계산된다.

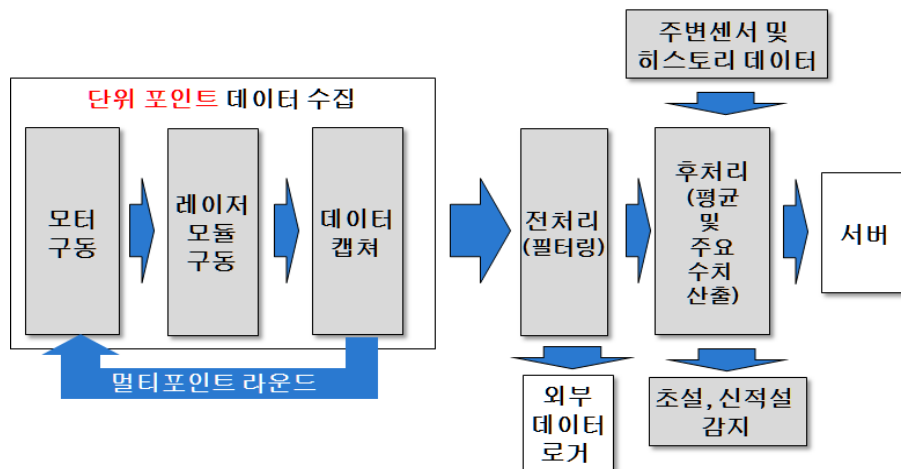


그림 4 측정된 적설 데이터 처리 과정

- 전처리 과정에서는 적설계가 레이저모듈을 구동하면서 수집된 각 지점의 적설량 데이터에서 노이즈 데이터를 걸러내는 작업을 수행한다.
- 이러한 필터링의 예로는 그림 5에서 도시한 것처럼 아래와 같은 예가 있다.
 1. 특정 지점의 측정 값이 1분 전의 측정 값과 비교 하였을 때 특정 값 (1.0cm)보다 큰 차이를 보이는 경우
 2. 1분 또는 측정 주기에 해당하는 시간 동안 특정 지점의 변화 값이 주변 포인트의 변화 값 보다 어느 이상 (0.5cm 보다) 클 경우

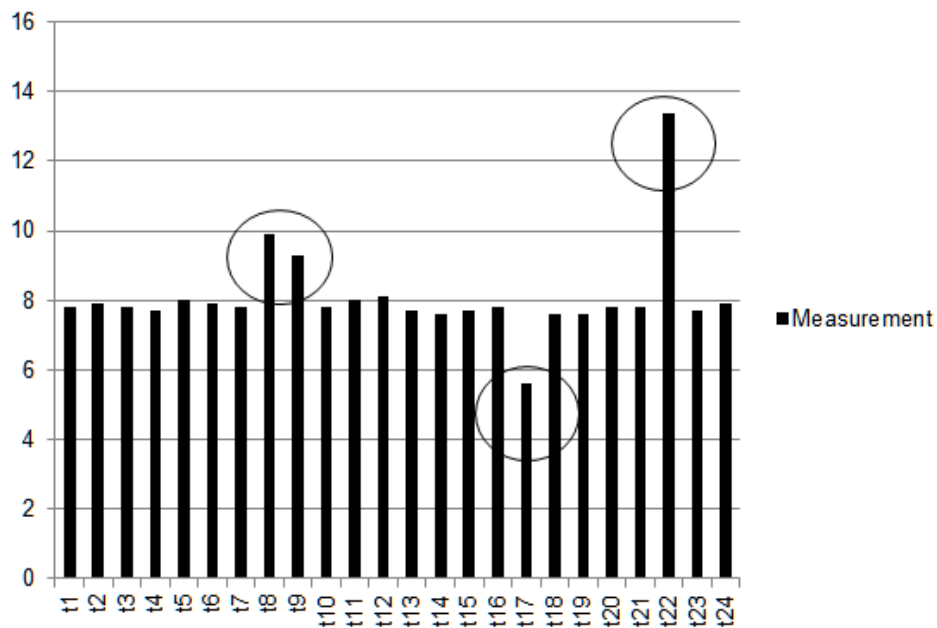


그림 5 오류데이터를 포함한 지점 측정데이터의 예

- 후처리 과정에서는 측정면의 적설량을 대표할 수 있는 대푯값을 산출한다. 의미 있는 대푯값을 산출하기 위해 아래와 같은 추가적인 작업을 수행한다.

1. 결빙/해빙/서리 등에 의한 지면의 융기 및 침하에 따라 지면의 레벨을 자동으로 조정한다.
2. 과거 데이터를 분석하고 히스테리시스 등을 적용하여 변화 추세 파악 및 대푯값을 최종 결정한다.
3. 전처리 및 후처리 과정에서 문제가 되는 지점의 데이터는 측정된 값은 무시하고 바로 전의 측정값에 평균적인 변화 값을 더하여 에러가 발생한 지점으로 인한 평균 값의 영향이 없도록 한다.
4. 전체 측정 점의 50% 이상에 문제가 생겼을 경우는 현재의 측정 데이터를 무시하고 일정기간 동안 바로 전의 유효데이터를 표기하다가 지면 재설정을 할 수 있다. 이 경우는 대부분 운영자가 적설면을 정리한 후 지면 설정을 새로 하여야 한다.

2 SDMS-40 적설계의 주요 모듈

2.1 적설계 센서

2.1.1 구성요소

- 적설계 센서는 눈 표면을 스캔하고 데이터를 수집하고 대표 값을 계산하여 송신하는 적설계의 핵심 모듈이다. 그림 6는 적설계 센서의 외관을 보여주고, 그림 7은 적설계 센서에 내장된 기능블록을 보여준다.



그림 6 적설계 센서 외관

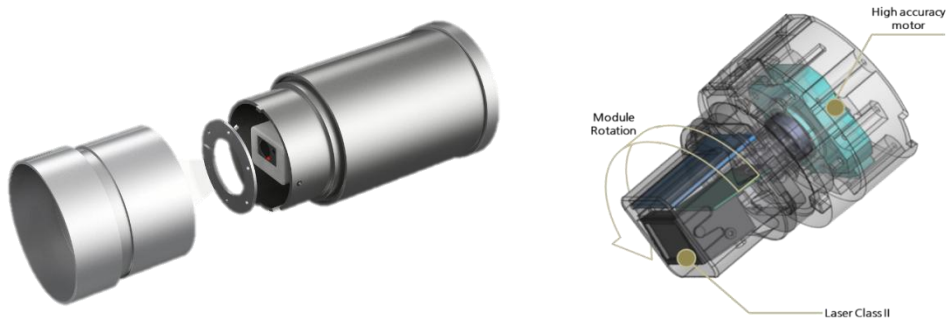


그림 7 적설계 센서 내부 구조

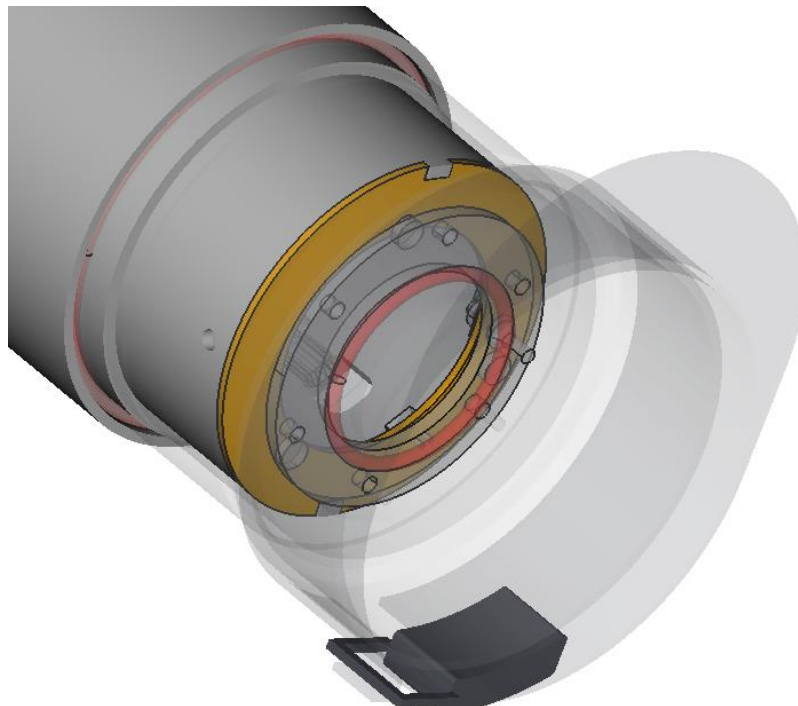
- 적설계 센서는 IP68규격의 방수/방진 하우징 내에 레이저 거리측정모듈을 포함하는 레이저 거리측정모듈, 모터 및 제어모듈로 구성되어있다.

- 적설계 센서는 가혹한 환경에서의 결빙으로 인한 전면 막힘이나 센서 상부 눈쌓임으로부터 측정 보호를 하기 위해 다음과 같이 구성 되어있다.

1. 눈 쌓임 및 슬라이딩 방지 커버: 전면 막힘 방지



2. 전면 히터: 전면 렌즈에 인접한 히터로 결빙/착빙을 방지한다. (최대 95℃)



- 레이저 거리측정모듈은 함체 내부에서 일정한 각도를 두고 회전하면서 거리를 측정하게 되어 지면 또는 눈 표면에 원형 궤적을 그리면서 센서로부터 적설면상의 각 지점의 거리를 측정한다.
- 제어모듈에 내장된 데이터처리부는 레이저 거리측정모듈을 통해 수집된 데이터에서 이물질이나 노이즈 기타 사유로 발생하는 오류 데이터를 걸러내고 삼각 측량에 의해 각 지점의 높이를 계산한다. 이렇게 계산된 각 지점의 높이의 평균을 계산하여 최종 적설량으로 표출하게 된다. 산출된 적설량 데이터를 로컬 저장장치에 저장하고 통신 선로를 따라 전원/접속컨트롤러를 통하여 외부의 자료처리기로 전송한다.
- 프로세서는 레이저 모듈과 모터를 구동하여 정해진 시간에 36개의 포인트를 측정한다. 측정된 포인트에 대한 높이를 데이터 처리과정을 통해 최종 적설 값으로 산출되며, 이는 통신 모듈을 통하여 외부로 전송된다.
- 아래 그림 8은 적설계 센서의 상세 기능블럭도이다.

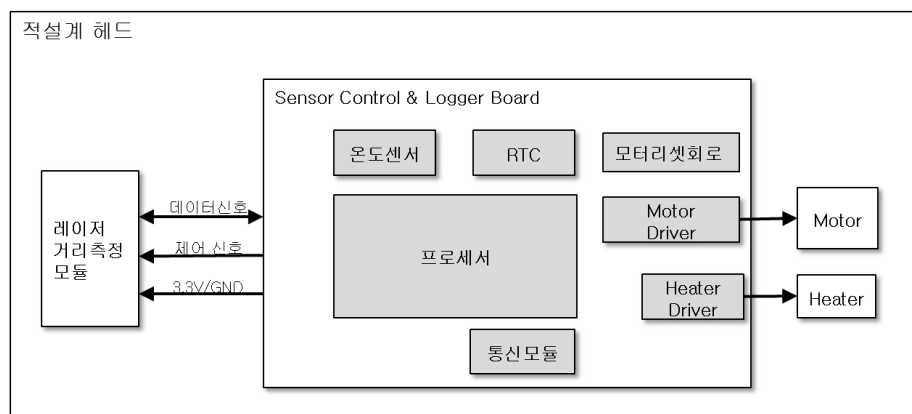


그림 8 적설계 센서의 기능블럭도

2.1.2 레이저 거리측정모듈 및 모터 구동회로

- 레이저 거리측정모듈은 적설계 센서로부터 적설면까지의 거리를 측정하는 핵심 모듈로 케이블을 통해 제어모듈과 연결되어 신호를 송수신하고 전원을 공급받는다.
- 레이저 거리측정모듈은 적설면의 한 점과 적설면까지의 거리만을 측정할 수 있기 때문에, 스캐닝 방식을 통하여 여러 지점의 적설 높이를 측정하기 위해서는 레이저 거리측정모듈을 일정한 각도와 위치로 이동할 수 있도록 모터와 모터를 구동할 수 있

는 회로로 구성되어 있다.

2.1.3 데이터처리부

- SDMS-40적설계의 데이터처리부는 센서와 일체형으로 센서에 내장되어 있다. 기본적으로 데이터처리부는 모터와 센서를 제어하여 36 지점의 적설 값을 수집하고, 수집된 적설 값을 처리하여 최종 대표 적설 값을 계산하여 통신선로를 통해 연결된 자료처리기로 송신한다.
- 데이터처리부는 1분 적설값과 신적설, 일신적설, 일최심적설, 일최심신적설 등을 계산하여 산출한다.
- 데이터처리부는 현장에서 수집되는 데이터의 품질을 모니터링 하여 일정한 패턴에 해당하는 문제가 발생할 경우 정해진 알고리즘에 따라 후처리 알고리즘 및 최적화 프로그램을 적용하여 관측 자료의 품질을 유지한다.
- 데이터처리부는 자체적으로 배터리로 작동하는 리얼타임 클락 (RTC)을 운용하고 있으며, 시리얼 통신 포트를 통해 주어지는 명령에 따라 시각을 변경할 수 있다.
- 데이터처리부는 센서부의 가동 및 상태 모니터링 등의 시스템 제어를 수행하며 장애가 발생시 그림 9의 도시된 것처럼 자체적으로 정해진 순서에 따라 복구 또는 수정을 시도하고, 일정한 수 (예 3회)의 시도 후에도 복구가 되지 않을 경우, 알람을 발생하여 외부의 자료처리기로 통보하는 기능을 수행한다.

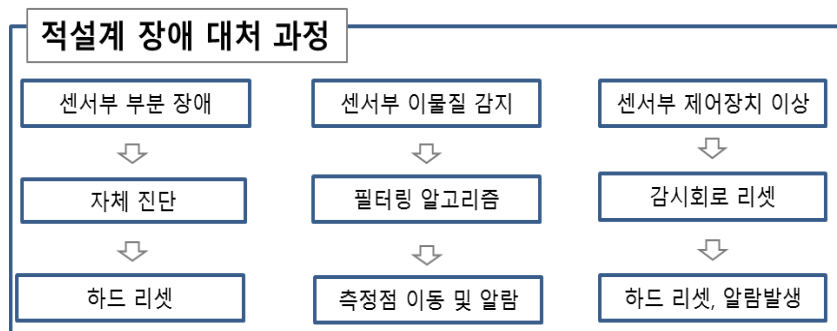


그림 9 장애 감지 및 대처 요소 및 흐름도 (예시)

- 최종 관측자료 및 센서부로부터 온 측정 데이터 (raw data)를 외부로 전송함과 동시에 전송된 데이터의 복사본을 내장된 SD 카드에 저장하고, 필요에 따라 시리얼 통신 선로를 통해 자료를 송신할 수 있다.

2.1.4 센서 유지보수

- SDMS-40적설계의 일체형 센서는 장애 발생 시 그림9의 알고리즘에 따라 자체복구 프로세스가 실행되며, 물리적 장애가 발생하였을 경우 사용자는 제조사 또는 공급사에 문의하여 수리 또는 교환을 권장한다. (단, 사용자 부주의로 인한 파손과 임의 분해 조립 시 무상A/S 기간이 남아 있다 하여도 비용이 청구될 수 있음)
- 센서의 안정적인 운영을 위해 강설시즌 시작 전(매년 9~10월)과 시즌 종료 후(매년 4~5월) 유지보수 점검표(첨부 2)에 따라 예방점검 및 장애진단을 권장한다.
- 장애발생에 대한 적절한 대응방법은 [장애처리 매뉴얼]을 참고한다.

2.2 결선(wiring)

2.2.1 적설계 결선

- 적설계는 그림 10에 도시된 원형 커넥터를 사용하며 컬러코드를 참고하여 결선한다.



그림 10 커넥터 결선도

3 적설계 설치 및 시스템 설정

3.1 적설계센서 설치높이 및 고정 방법

3.1.1 설치 장소 및 높이

- 적설계의 설치 장소로는 1.0m x 1.0m의 평평한 적설 측정면을 확보할 수 있는 장소가 적절하며, 적설 측정면에는 잡초나 자갈 등의 이물질이 없는 토질의 지면에 적설판 두께만큼(5cm) 지면을 파고 적설판(80 x 80 cm 또는 100 x 100 cm)을 지면에 설치하며, 적설판은 지면과 동일한 높이로 설치한다. 적설계 센서의 설치 높이는 예상되는 최심적설량 보다 1 미터 정도 높은 위치에 설치하는 것이 좋다.
- 적설판은 적설계 센서의 높이에 따라 적설판의 크기를 선택하여 설치한다. 적설계 설치 높이가 2.0 미터 이하이면 75cm x 75cm 이상, 그 이상의 높이는 1m x 1m 이상의 크기의 적설판을 권장한다.

3.1.2 설치대에 적설계 부착

- 적설계 센서를 설치대에 부착하기 위해서는 그림 11 ~ 14에서처럼 적설계 센서와 함께 공급된 브라켓을 이용한다. 아래와 같은 순서로 부착한다.

1. 먼저 제공된 기억자형 브라켓(브라켓 A)을 아래 그림과 같이 적설계 헤드의 앞에서 보았을 때 오른쪽에 접촉면이 위치하도록 단단히 고정한다.
2. 고정형 브라켓 (브라켓 B)를 설치대에 부착한다.
3. 적설계센서 측 브라켓과 고정형 브라켓 양쪽의 중심 구멍을 일치시키고 제공된 나사와 너트를 일차 체결한다.
4. 적설계센서를 움직여가면서 적설측정면을 향하도록 방향을 정한 후 적설계 센서 측 브라켓과 고정형 브라켓 양쪽에 있는 구멍을 선택하여 나사를 체결하여 각도를 결정한다. 제조사가 권장하는 **설치 각도는 30~35°**를 추천한다 (아래 그림 참조)
5. 설치한 후 전원을 인가하고 레이저 신호의 궤적을 확인한 후 원하는 위치에 궤적이 형성되면 두 개의 나사를 최종으로 고정한다.

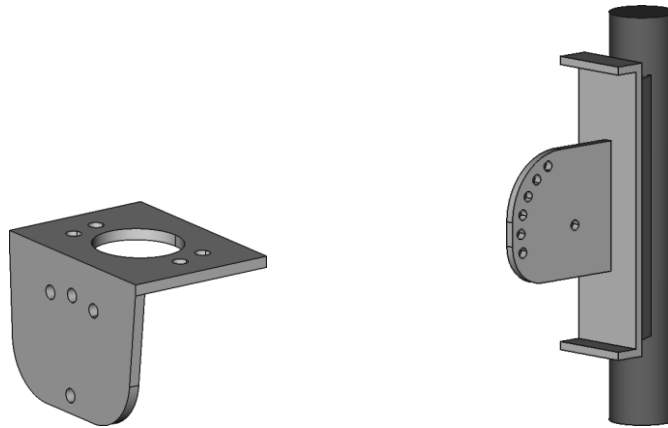


그림 11 브라켓 구성(왼쪽: 브라켓 A, 오른쪽: 브라켓B)



그림 12 적설계 센서가 브라켓 B형을 통하여 설치대에 부착되어있는 모습: (왼쪽) steel band 사용 (오른쪽) U-bolt 사용



그림 13 삼각철탑 설치 예시

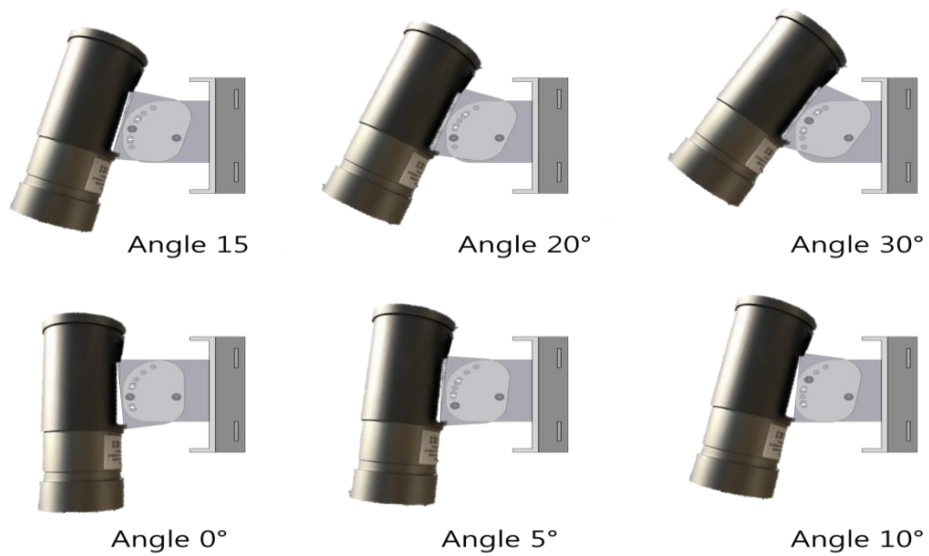


그림 14 적설계 센서 설치 각도를 조정한 예

3.2 적설판

3.2.1 적설판의 설치

- 정확하고 효과적인 적설 측정을 하기 위해서는 적절한 적설판이 필요하다.
- 적설판의 재질로는 밝은 색으로 도색 된 목재, FRP, PVC 등의 재질을 사용할 수 있다.
- 내구성 등을 고려하여서는 FRP 재질을 추천한다.
- 적설판의 크기 및 위치는 적설계가 스캐닝을 하는 궤도를 중앙에 충분히 포함할 수 있도록 위치하여야 하고 주변 땅보다는 약간 높게 하는 것이 침수 예방 등에 유리하다.
- 만일 적설판 안에 레이저 스캐닝 궤도가 들어오지 않으면 적설판을 폴대에 더 가까이 위치하고 설치각도를 조정하여도 되고, 적설계의 높이를 낮추고 그에 따라 적설판의 위치를 변경하면 된다.
- 제조사에서 권장하는 적설계 설치 높이는 1.5 ~ 2.0 m 이며, 해당 높이에서 적설판의 설치는 기둥으로부터 이격 거리를 50 ~ 100 cm 이내를 추천한다. 이 때 설정되는 설치 각도는 최대 40°를 넘지 않도록 권장한다.
- 적설판 설치의 예

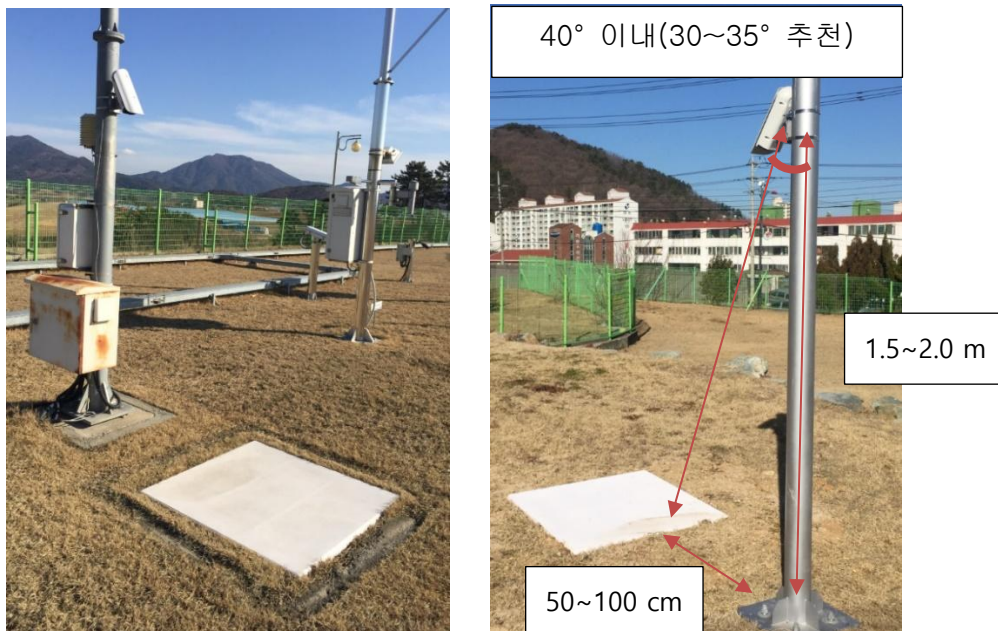


그림 15 적설판 설치 모습

3.3 적설 측정하기 및 설정

3.3.1 설치 후 측정시작하기

- 적설계를 설치한 후 전원을 인가하면 아래와 같은 기본 설정 데이터에 근거하여 자동으로 적설량을 측정한다.
 1. 측정주기 및 데이터 송신 주기: 1분
 2. 날짜 및 시간: 자료처리의 날짜 및 시간을 사용하며 데이터 백업은 내장된 RTC (real time clock)를 사용한다.
- 전원을 처음 인가하거나 재시동 될 경우 그 시점의 모터의 위치에 따라서 레이저모듈의 위치를 원위치 하는 과정에서 1 ~ 2 초 동안 “두두두두”하는 소리가 날 수가 있으나, 이것은 정상적인 리셋 과정에서 발생할 수 있는 현상이다.
- SDMS-40 적설계를 설치한 후 설치 높이 및 지면의 경사 등을 고려하여 정확한 적설량 측정을 위해서는 **캘리브레이션 (Calibration)** 과정을 수행하여 적설계의 높이와 각도를 설정하여야 한다.
- 적설계 높이 설정 (Calibration) 방법은 옵션으로 제공되는 컨트롤러를 활용하거나 PC를 이용한 입력 방법을 참조하여 실시한다.

3.3.2 적설계 높이를 직접 입력하는 방법 (Manual Height)

- 이 방법에서는 설치 후 적설계 전면의 유리의 가운데 부분으로부터 지면까지의 높이를 측정한 후 프로그램에서 입력하여 캘리브레이션 한다.
- 시리얼 통신으로 PC와 센서를 연결하여 터미널 프로그램으로 센서에 접속한다.
- “@h” 명령어를 사용하여 높이 설정이 가능하다. 예를 들면 센서의 설치 높이가 2.2미터라면 “@h 2200”을 수행하면 된다.
- 이 방법은 설치 높이를 사용자 임의로 설정하는 방식으로, 적설량이 많지 않아서 적설계 설치 높이대비 적설량이 작아서 실제 높이와 입력된 높이 사이에 어느 정도의 차이가 있더라도 실제 적설량 측정에 큰 오차를 유발하지 않는 경우에 효율적이다.
- 예를 들어 지면으로부터 적설계의 높이가 실체는 200cm인데 205cm로 측정하였다면, 적설량이 10cm인 경우 10.25cm로 측정되어 0.25cm의 오차를 유발하고, 1cm의 적설량의 경우는 1.025cm로 무시할 수 있는 오차만 발생한다. 그러나 만일 적설량이 1m인 경우는 102.5cm로 2.5cm의 오차를 유발한다. 그러나 어느 경우든 2.5%의 오차가 발생한다.
- 경사가 있는 경우에도 높이를 정확히 측정할 수 있는 거리측정기가 있다면 적용이

가능하다.

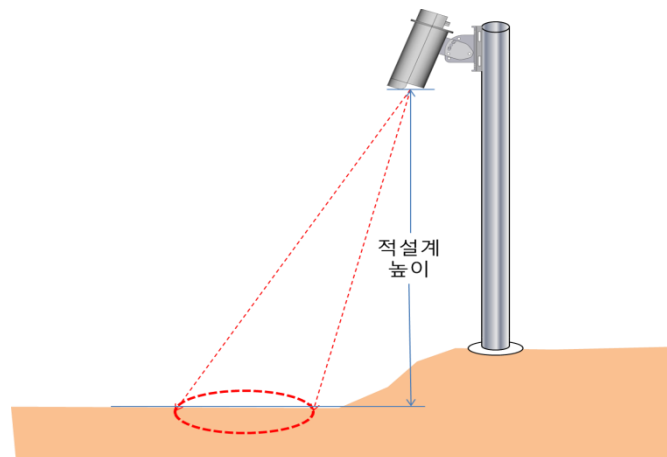


그림 16 적설계 설치 높이

3.3.3 지면설정 및 재설정

- SDMS-40 적설계는 지면설정을 통하여 읽은 각 지점의 값을 기준으로 적설판 위의 눈의 높이를 측정하므로 지면설정은 반드시 해야 할 과정이다.
- 적설계를 설치한 직후 또는 어떠한 이유에 의해 적설계의 위치나 방향 등을 조정 한 경우나, 적설판의 높이를 바꾼 후에는 반드시 지면 재 설정을 해주어야 한다.
- 지면 설정을 위해서는 (옵션)컨트롤러의 지면설정 버튼을 눌러서 할 수 있고, “@g” 명령어를 입력하여서도 할 수 있다.
- 자동 캘리브레이션(높이/각도)은 또한 (옵션)컨트롤러의 자동높이설정 버튼을 눌러서 할 수 있고, “@ah” 명령어를 입력하여도 할 수 있다.

3.3.4 적설계 모니터링 및 관리

- 설치 후 또는 후속 관리를 위하여 컨트롤러에 노트북 PC를 연결할 수 있도록 일반 컨트롤러용 USB 단자 또는 소형 컨트롤러용 USB/RS232 단자가 제공된다.
 1. RS232 - USB 케이블을 결선방법에 맞게 결선하여 컨트롤러에 연결한다. (DTR: 선택사항, Tx, Rx, GND)
 2. 전용 프로그램인 SITE Tool을 활용하거나 일반적으로 사용되는 시리얼 통신 프로그램을 (예: “putty” 프로그램) 사용할 PC에 설치한다. (SITE Tool은 별도 매뉴

얼 참조)

3. putty를 실행하고 COM 포트 및 Baud rate를 9,600bps 선택한 후 확인 버튼을 누르면 센서와 연결되어 적설계의 상황을 모니터링하고 필요한 설정을 할 수 있다.
4. 처음 프로그램 연결 시 그림 17과 같이 정보가 제공된다.
 - 날짜시간, 로거타입, 펌웨어정보, 내부온도, 테스트모드, 마지막 캘리브레이션 수행날짜, 설치높이, 설치각도, 레이저각도, 지면설정값, 측정주기 외 각종 변수 등에 대해 확인이 가능하다.
 - 해당 값들의 수치가 일반적인 통념을 벗어나거나 실제 높이나 각도와 차이가 큰 경우 ‘장애처리 매뉴얼’ 또는 제조사의 도움을 받아 수정할 필요가 있다.

```

SYSTEM SUMMARY INFO
[ ]2021-09-27 13:47 model: SDMS30 [ ]board: I2C [ ]SDI-12 disabled
[ ]logger: K-Weather/WeatherLink [ ]FW: v7.2I 11-22-2018 mem: 3719 bytes
[ ]board-temp: 25 [ ]laser-temp: - ambient: - target: - [ ]HT: 45 [ ]LT: 7
[ ]temp test mode: 0 [ ]logger test mode: 0 [ ]test data: 0

== CALIBRATION ==
[ ]calib performed on 2021-2-28 19:39
[ ]instal Height: 3393 mm [ ]angle: 26.00 [ ]laser angle: 4.04 (0.0705) degree
[ ]ref height/ground data
3393/3829 3393/3810 3393/3789 3393/3767 3393/3747 3393/3728 3393/3711 3393/3696 3393/3684
3393/3673 3393/3666 3393/3660 3393/3659 3393/3660 3393/3665 3393/3672 3393/3683 3393/3694
3393/3709 3393/3725 3393/3744 3393/3765 3393/3786 3393/3808 3393/3828 3393/3848 3393/3867
3393/3885 3393/3901 3393/3913 3393/3922 3393/3927 3393/3929 3393/3928 3393/3923 3393/3914

== MEASUREMENT ==
[ ]no of samples: 36 [ ]Interval: 1 -> 1 min [ ]log interval: 1
[ ]change th (CT): 20 mm [ ]variance th (VT): 10 mm [ ]offset: 0 mm

[ ]snow detect ON [ ]flake adjust ON [ ]F: 0 [ ]FT: 110 SDT: 20 HD: ON
forced -> [ ]forced F: 0 [ ]forced HD F: 0 [ ]forced FT: 0 forced SD: 0
auto FT -> [ ]avg F after gnd: 32 [ ]count: 0 [ ]current avg F: 100
[ ]ground adjust ON [ ]None: 90 (100 ~ 250) [ ]NN: 60 [ ]HT: 2

[ ]IRT: 266 [ ]dip points: 2 [ ]data: 811 343 59 147 753 IRFailCnt: 0
[ ]season enabled -> snowing month 11 ~ 4 number of init measure: 0 -> 0
[ ]long term adjust ON LTA count: 0 (1mm), 0(4mm), 0(7mm), 0(10mm), 0(15mm), 0(any)
[ ]motor-OFF heater-OFF Fan-OFF

END

nitial measurement is being performed, please wait.

```

그림 17 적설계 시스템 정보

5. 아래 표는 시스템 정보 중 주요 항목에 대한 설명이다.

항목	설명	정상범위
2021-09-27 13:47	날짜 및 시간	현재 날짜 시간
model	제품의 모델명	SDMS30 또는 40
logger	로거 통신 타입	자료처리기에 맞게 사용
FW	펌웨어 버전	최신FW ver “SDMS88” (2022.05 기준)
Board-temp	보드 온도	내부 보드 온도로 외기보다 높음
Temp test mode	테스트 모드	0: Normal
Logger test mode	로거 테스트 모드	0: Normal
Test data	테스트 데이터	0: Normal
Install height	설치 높이	센서 헤드로부터 적설판 수직 높이
Install angle	설치 각도	브라켓 설치각도와 비교
Laser angle	레이저 각도	출고 전 세팅 값으로 3.xx ~ 7.xx 이내
Ref height/ground	측정 기준값	0 또는 - 값이 있을 경우 Error
Interval	측정주기	1: Normal
Log interval	저장주기	1: Normal

표 3 시스템 정보 설명

6. 적설계가 측정을 하는 동안은 명령어를 받아들이지 않으므로 수초 기다렸다가 측정이 완료되면 아래 명령어를 입력하여 필요한 설정을 한다.
7. PC를 통하여 설정할 수 있는 항목은 아래의 항목 외에 다수 있다. 자세한 내용은 아래의 표를 참조한다.

명령어	초기값	기능
@i (x)↵	1	적설계의 측정 주기를 설정한다. 다음과 같은 값만 수용: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 20, 30 and 60
@h (x)↵	n/a	수동으로 적설계의 설치 높이를 입력 (적설계의 유리의 중심과 적설판과의 거리가 아닌 높이 차이를 입력)
@g↵	-	지면의 위치를 초기화하는 명령어로 눈이 없는 상태에서 실행하면 현재의 적설면이 지면으로 인식되어 적설값이 0이된다
@ml↵	-	임으로 한번의 측정을 수동으로 실행
@s↵	-	적설계의 상태를 보여줌 시스템의 상태, 측정변수 등의 다양한 정보를

		표출
@ah↵	-	자동 캘리브레이션(높이/각도) 기능 수행
@logger (x)↵		현재 설정된 자료처리기 종류 표출 연결된 자료처리기의 종류를 x 로 설정
@tm (x)↵		테스트모드로 변경 (0-정상모드) Ex) tm 4 : 시험모드
@td (xxxx)↵		현재 테스트 데이터 값 표출 (0-정상모드) xxxx 값으로 Test data 표출
@d↵	-	적설계 내부의 RTC의 날짜를 YYYYMMDD 포맷으로 설정
@t↵	-	적설계 내부의 RTC의 시간을 HHMM 포맷으로 설정
@b (x)↵	3 (9600bps)	시리얼 통신 속도 설정 0: 57,600 bps 1: 38,400 bps 2: 19,200 bps 3: 9,600 bps 4: 4,800 bps 5: 2,400 bps 6: 1,200 bps

표 4 적설계 설정 명령어

3.3.5 적설데이터 포맷

1. 일반사항

- RS232 시리얼 통신의 상세 규격은 아래와 같음.
 - Baudrate: 9,600 bps
 - 8 data bits, no parity, one stop bit
- 모든 데이터는 한 라인으로 송신되며 한 줄의 길이는 1000글자까지 될 수 있음.
- 데이터 포맷은 아래와 같으며 패킷종료기호 이후의 모든 데이터는 무시.

2. 데이터 포맷 (자료처리기 모델 0, 1, 3, 4, 5, 6의 경우)

순번	Byte	항목	표기 (예)	비고
1	2	패킷시작기호	STX(ASCII 코드 02) + '['	자료처리기로 가는 데이터 패킷의 시작을 표시하는 기호로 이 기호로 시작되지 않는 모든 데이터는 무시
2	16	날짜 및 시간	YYYY-MM-DD HH:mm	패킷에 포함되어 전송되지만 무시
3	4	Data	0, 23, 1234, 2	mm 단위의 적설값으로 0 - 9999
4	1	패킷종료기호	ETX(ASCII 코드 03) + ']'	데이터 패킷의 종료를 표시하는 것으로 이 기호로 끝나면 바로 앞

				의 1~4자리 데이터가 유효하다는 것을 의미함
5	N	기타 데이터	[M]xxx [P] xxxx xxxx ...	패킷종료기호 이후의 상세 데이터로 설정모드 이후 잠시 나오지만 일정시간후에는 나오지 않음 무시하면 됨
6	1/2	줄 바꿈	Wn 또는 WrWn	줄 바꿈 데이터임

■ 부분은 선택적인 데이터로 자료처리기의 종류에 따라 송신될 수도 있고 안될 수도 있음.

3. 데이터 포맷 (자료처리기 모델 2, 진양공업의 자료처리기의 경우)

순번	Byte	항목	표기 (예)	비고
1	2	패킷시작기호	STX(ASCII 코드 02) + '['	자료처리기로 가는 데이터 패킷의 시작을 표시하는 기호로 이 기호로 시작되지 않는 모든 데이터는 무시
2	1	공백	Space	
3	4	Data	0234	4 자리 숫자로 mm 단위의 적설값임 (필요시 앞자리에 0을 추가하여 항상 4자리를 유지)
4	1	공백	Space	
5	1	checksum	4 byte Data의 checksum	
6	1	공백	Space	
7	1	패킷종료기호	ETX(ASCII 코드 03) + ']'	데이터 패킷의 종료를 표시하는 것으로 이 기호로 끝나면 바로 앞의 4자리 데이터가 유효하다는 것을 의미함
8	N	기타 데이터	[M]xxx [P] xxxx xxxx ...	패킷종료기호 이후의 상세 데이터로 모든 데이터는 무시
9	1/2	줄 바꿈	CR 또는 CRLF	줄 바꿈 데이터임

4. 데이터 예

아래의 모든 예에서 적설값만 읽은 후 자료처리기의 시간을 근거로 해서 COMIS로 송신

1. STX[2015-02-03 14:36 34 ETX]Wn -> 적설값: 34 밀리미터
2. STX[2015-02-03 14:36 0 ETX]Wn -> 적설값: 0 밀리미터
3. STX[2015-02-03 14:36 0000 ETX]Wn -> 적설값: 0 밀리미터
4. STX[2015-02-03 14:36 1234 ETX] xxxxxx xxxx xxxx xxxxx .. Wn -> 적설값: 1234mm

5. 데이터 예 (자료처리모델 2, 진양공업 자료처리기)

아래의 모든 예에서 적설값만 읽은 후 자료처리기의 시간을 근거로 해서 COMIS로 송신

1. **STX[0000 c ETX]Wn** -> 적설값: 0 밀리미터
2. **STX[0123 c ETX]** xxxxxx xxxx xxxx xxxxx .. **Wn** -> 적설값: 123mm
3. **STX[1234 c ETX]** xxxxxx xxxx xxxx xxxxx .. **Wn** -> 적설값: 1234mm
c checksum: $0x30+0x30+0x33+0x34 = 0xC7$ (one byte로 0xff 가 넘으면 앞자리는 없어짐)

6. 기타

SDI-12 규격은 SDI 1.3 버전을 따르며 polling mode 로 데이터를 송신함

3.3.6 적설계 센서 펌웨어 업데이트

- 적설계 프로그램(펌웨어 firmware)의 업데이트가 필요할 경우, 제공된 펌웨어 업로드 프로그램을 사용하여 새로운 버전의 적설계 펌웨어를 아래와 같은 순서로 업데이트 할 수 있다.

1. 적설계 firmware 업데이트를 위해서는 적설계 리셋 신호가 PC의 RS232 DTR 출력에 연결되어 있어야 한다.
2. 제공되는 “xloader” 프로그램을 사용할 PC에 복사한다.
3. xloader를 실행하고 새로운 적설계 펌웨어가 위치한 폴더에서 HEX 파일을 지정하고 그림 30에서와 같이 Device, COM port 및 Baud rate를 선택한 후 대기한다.
4. 컨트롤러의 확인 버튼을 눌러 “PC -> Sensor FW update” 메뉴를 선택한다.
5. 다시 PC에서 Xloader의 “upload”버튼을 누르면 1-2분후 upload가 완료된다.
6. 참고로 새로운 펌웨어가 업로드 된 후에는 시스템이 자동으로 재시동 된다.

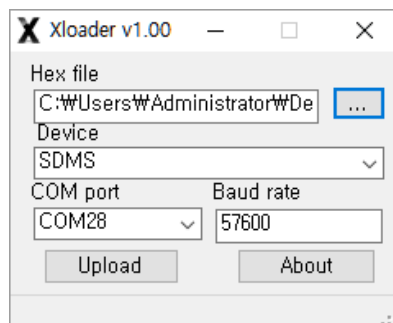


그림 18 적설계 프로그램 업로드 유틸리티

운용시 주의사항



본 적설계는 적설 측정을 위해 Class II 레이저 신호를 발생합니다.

운용하는 과정에서 레이저 광선을 사람에게 직접 주사하거나 레이저 광선을 눈에 쏘이지 않도록 하십시오.



본 제품의 정상적인 동작과 안전을 위해 설치와 유지보수는 관련된 전문 지식을 보유하고 본 매뉴얼을 상세히 읽고 이해한 전문가만 가능합니다. 필요시 (주)엠솔에 연락바랍니다.

설치 및 기타 이유로 결선을 변경해야 할 경우는 반드시 전원을 차단하고 작업을 해 주시기 바랍니다.

본 매뉴얼에 기재되지 않은 내용은 일반적인 전자측정기기에 해당하는 유의사항을 준수해 주시기 바랍니다.

[첨부 1] 자료처리기 별 연결 예

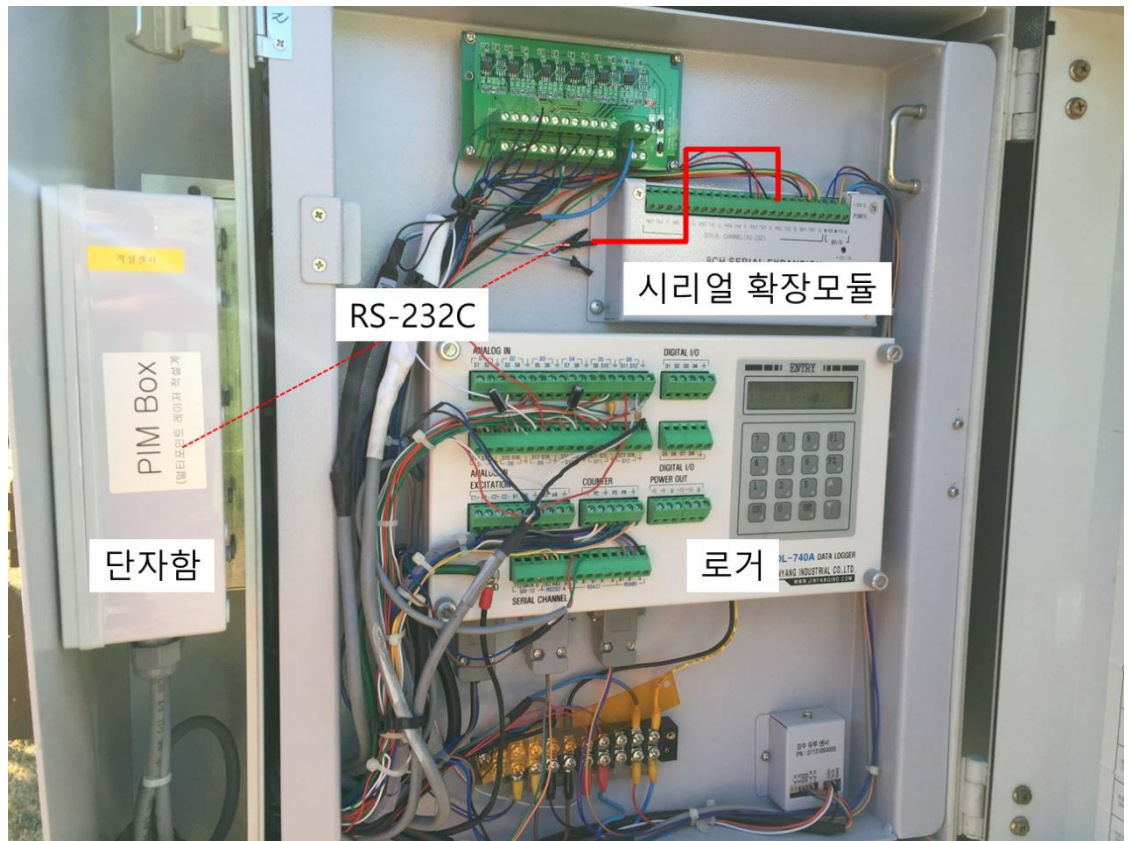


그림 19 J 사 자료처리기 연결 예 (RS-232 케이블의 2가닥 연결)

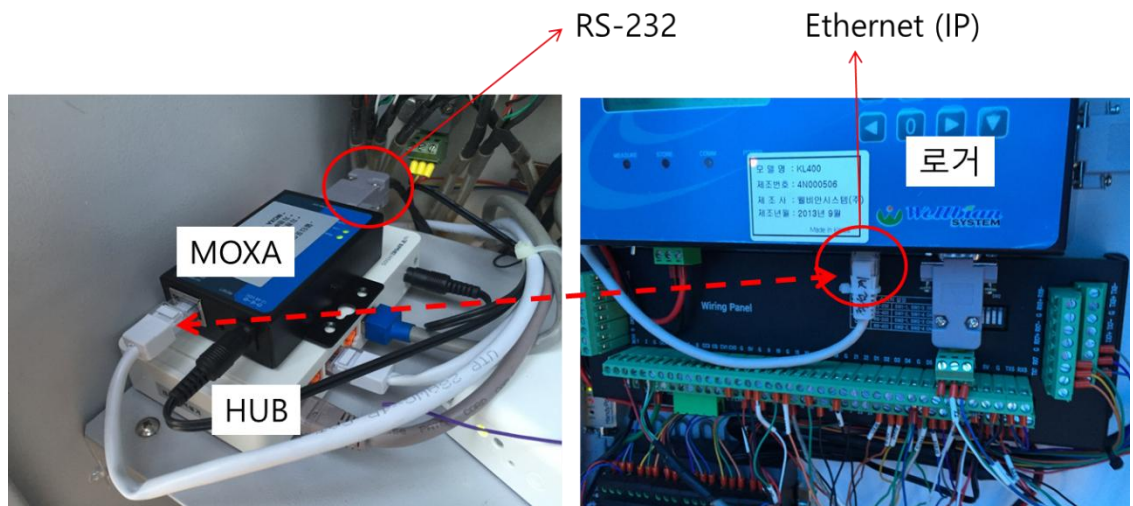


그림 20 K 사 자료처리기 연결 예 (MOXA 추가로 RS-232 to Ethernet 연결)

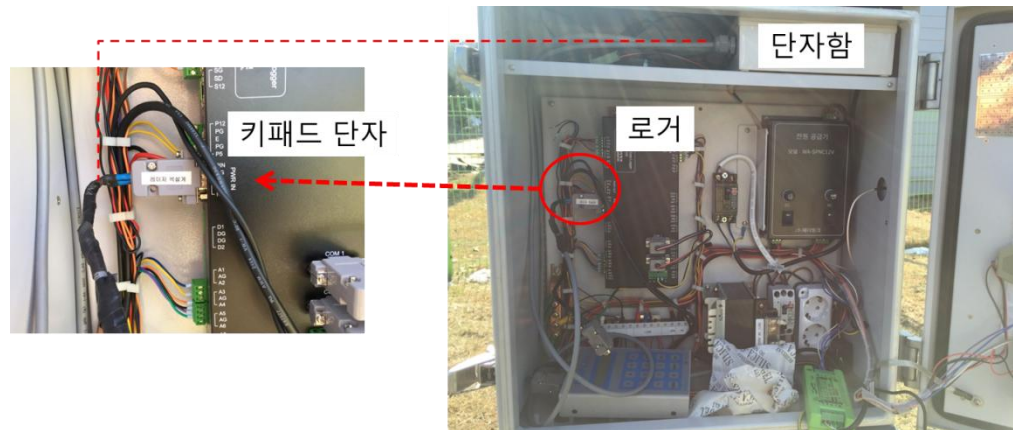


그림 21 W 사 자료처리기 연결 예 (RS-232 9핀 커넥터 연결, 3핀만 사용)

[첨부 2] 유지보수 점검표

멀티포인트 레이저적설계 점검표

■ 지점명(ID): () Sensor S/N: 점검종류 : 정기 · 수시

점검부	점검사항	점검결과	비고
		(양호: ○, 불량: X)	(조치사항 등)
센서의부	전면유리청결상태 확인		
	설치대 및 브라켓 고정나사 체결상태 확인		
	센서 고정나사 체결상태 확인		
	설치대 나사 체결상태 확인		
	레이저 관측 점 이상 유무		
	배선 연결상태 확인		
센서내부	레이저 모듈 작동상태 확인		
	스텝모터 작동 상태 확인		
	배선 연결상태 확인		
적설면(판)	적설판 손상상태 확인		
센서종합	데이터로거 연동상태 확인		
	센서종합상태 확인 및 수정 - Season mode - FT value - IR position value		
	데이터 백업(최근 3일 이상)		
특이사항			

위와 같이 점검을 실시하였음을 확인함.

20 년 월 일, 시 분 ~ 시 분

점 검 자 : 직위.급 성명 (인)

[첨부 3] 데이터 설명자료

- 적설계에서 저장매체에 기록되는 파일의 구조 형식은 아래와 같이 나타나며, 각 파트별 [] 기호를 통해 구분되어 있습니다.

YYYY-MM-DD hh:mm 센서 보드 시간(RTC)을 기록하여 저장

[M] : 센서에서 표출하는 최종산출 데이터

[MM] : 이동평균 값을 산출

[A] : 36포인트 평균값 / 관측면 변화 값

[E] : 에러코드 값

[t] : 센서내부온도

[IR] : 센서 동작용 IR값

[S] : 관측 상태 표출

[-] : 눈 관측 여부, 적설관측 시 [*]표시로 변경됨

[P] : 36포인트의 관측 값

[R] : 36포인트의 RAW 데이터

[M] [MM] [A] [E] [t] [I] [S] [-] [P] [R]
[날짜시간][출력값][이동평균][평균값/ 관측면 변화][에러코드][센서온도][IR][상태][관측여부][포인트값][RAW 값]

2017-11-30 00:00	[M]	[MM]	[A]	[E]	[t]	[I]	[S]	[-]	[P]	[R]
2017-11-30 00:01	[M]	[MM]	[A]	[E]	[t]	[I]	[S]	[-]	[P]	[R]
2017-11-30 00:02	[M]	[MM]	[A]	[E]	[t]	[I]	[S]	[-]	[P]	[R]
2017-11-30 00:03	[M]	[MM]	[A]	[E]	[t]	[I]	[S]	[-]	[P]	[R]
2017-11-30 00:04	[M]	[MM]	[A]	[E]	[t]	[I]	[S]	[-]	[P]	[R]
2017-11-30 00:05	[M]	[MM]	[A]	[E]	[t]	[I]	[S]	[-]	[P]	[R]
2017-11-30 00:06	[M]	[MM]	[A]	[E]	[t]	[I]	[S]	[-]	[P]	[R]
2017-11-30 00:07	[M]	[MM]	[A]	[E]	[t]	[I]	[S]	[-]	[P]	[R]
2017-11-30 00:08	[M]	[MM]	[A]	[E]	[t]	[I]	[S]	[-]	[P]	[R]
2017-11-30 00:09	[M]	[MM]	[A]	[E]	[t]	[I]	[S]	[-]	[P]	[R]
2017-11-30 00:10	[M]	[MM]	[A]	[E]	[t]	[I]	[S]	[-]	[P]	[R]
2017-11-30 00:11	[M]	[MM]	[A]	[E]	[t]	[I]	[S]	[-]	[P]	[R]
2017-11-30 00:12	[M]	[MM]	[A]	[E]	[t]	[I]	[S]	[-]	[P]	[R]
2017-11-30 00:13	[M]	[MM]	[A]	[E]	[t]	[I]	[S]	[-]	[P]	[R]
2017-11-30 00:14	[M]	[MM]	[A]	[E]	[t]	[I]	[S]	[-]	[P]	[R]
2017-11-30 00:15	[M]	[MM]	[A]	[E]	[t]	[I]	[S]	[-]	[P]	[R]
2017-11-30 00:16	[M]	[MM]	[A]	[E]	[t]	[I]	[S]	[-]	[P]	[R]
2017-11-30 00:17	[M]	[MM]	[A]	[E]	[t]	[I]	[S]	[-]	[P]	[R]

■ ERROR CODE

일반에러(General errors)

-900 // 관측샘플이 비었을 경우(초기상태)

- 901 // 캘리브레이션 되지 않은 데이터
- 902 // 잘못된 그라운드 값
- 903 // 캘리브레이션 데이터 누락
- 904 // 그라운드 데이터 누락
- 905 // 관측점 상태불량으로 설정 누락
- 906 // 모터 위치설정 실패
- 907 // 전체관측 점 중 사용가능한 포인트 50% 미만
- 910 // 사용자에게의한 관측 중단
- 911 // 큰 물체(사람 등)로 인한 관측 중단
- 912 // 관측 중 SDI 충돌 또는 명령어 수신
- 999 // 관측값 저장 문제

샘플에러(Sample errors)

- 920 // 사용불가 데이터 (필터 프로세스)
- 921 // 1분동안 변동 폭이 큼
- 922 // 1st stage 평균변화량과 변화 총량을 비교하여 필터 됨
- 923 // 2nd stage 평균변화량과 변화 총량을 비교하여 필터 됨

레이저관련에러(Laser related errors)

- 940 // 레이저 모듈 응답 없음
- 941 // 일반적 레이저 모듈 에러
- 942 // 레이저 모듈로부터 거리데이터가 너무 작은 경우
- 943 // 레이저 모듈로부터 거리데이터가 너무 큰 경우
- 944 // 레이저 모듈이 사용 불가한 데이터 수신
- 945 // 레이저 모듈 데이터 미수신
- 946 // 레이저 모듈이 데이터 수신을 기다리는 동안 타임아웃 됨

[첨부 4] 적설계 펌웨어 수정/변경 내용

- Release version: SDMS FW8.9(2022) update to SDMS FW9.0(2025)

- Note

■ 장애 발생 대응 및 개선: 측정불가 상태 개선

Num	Item	SDMS FW 8.9	UPDATE FW 9.0	ETC
1	INTERVAL	RTC 멈출 시 측정 불가	RTC와 관계없이 측정	
2	I2C	I2C딜레이 발생 시 재부팅	해당 로직 개선	
3	포인트 장애	-922, -923, -941 장애 다수 시 멈춤	유효포인트 평균의 중간값에 장애포인트 값이 근접하면 -9XX포인트 자동 복구	

■ 레이저 렌즈 상태 모니터링 및 전면렌즈 김서림 방지: 데이터 튜 및 측정불가 개선

Num	Item	SDMS FW 8.9	UPDATE FW 9.0	ETC
1	STATE	RISE/L-SNOW/H-SNOW/FALL/MELT	ERROR STATE 추가 히터구동 & 장애발생 10분 지속 시 센서 재부팅	
2	히터	SDMS-30: 7 °C SDMS-40: 5 °C	내부 온도 20 °C 유지(최저온도)	
3	습기/김서림	장애 발생하여 데이터 멈춤	신호 세기의 변화를 추적하고 패턴을 분석하여 이상 여부를 식별 ERROR STATE 진입	
4	레이저 렌즈상태	-	렌즈 오염에 의한 신호 세기 감쇠 여부를 판단하여 상태 확인	

■ 기후변화 대응: 환경요인 대응

Num	Item	SDMS FW 8.9	UPDATE FW 9.0	ETC
1	CT	20/25 mm	25 mm 및 적설량에 따른 가중치 적용	
2	VT	15 mm	25 mm 및 적설량에 따른 가중치 적용	
3	SDT	내부온도 20 °C 이하 관측	내부온도 25°C 이하 관측 (+ 가중치 적용)	
4	SEASON	FW 버전에 따라 관측/비관측 시기 상이할 수 있음	SEASON OFF	

■ 지면 설정 안정화: 데이터 튜브 개선

Num	Item	SDMS FW 8.9	UPDATE FW 9.0	ETC
1	자동지면설정	GND STATE에서 변동 크게 나타날 시 60, 90분 후 스스로 지면설정 수 행	신호의 일관성을 바탕으로 안정성 조건이 부합한 경우 자동지면설정 수행	