

국외 출장 보고서

칠레 KMTNet-CTIO 관측 시스템 개선
(2018년 11월 14일-11월 26일 / 칠레 CTIO)



2018년 11월

김 승 리
이 충 욱
이 동 주
이 용 석

한국천문연구원

I. 출장개요

1. 출 장 자:

김승리, 광학천문본부 변광천체그룹, 책임연구원
이충욱, 광학천문본부 변광천체그룹, 책임연구원
이동주, 광학천문본부 변광천체그룹, 선임연구원
이용석, 광학천문본부 변광천체그룹, 연구원

2. 출장기간: 2018년 11월 14일부터 2018년 11월 26일까지(총 13일)

3. 목 적 지: 칠레 CTIO (Cerro Tololo Inter-American Observatory)

4. 출장내용

칠레 CTIO를 방문하여 외계행성 탐색시스템의 돔과 망원경에 대해 성능개선 및 유지보수 작업을 수행했다. 관측 시간의 손실을 최소화하기 위해 보름 근처로 정비일정을 세우고, 제한된 시간 내에 점검 및 정비 작업을 마치기 위해 초기 망원경 설치에 참가해 시스템 특성을 잘 알고 있는 운영인력이 작업에 참가했다. 정비기간 중 주요 작업으로 돔 소프트 드라이브 시스템의 설치와 돔 셔터 레일 및 구동부 상태 파악 및 개선, 돔을 떠받치고 있는 롤러의 높낮이 정렬, 필터셔터 어셈블리(FSA)의 1인 교체를 위한 무선 모듈 설치 및 필터/셔터 어셈블리의 셔터 타이밍 캘리브레이션 등을 수행했다. 출장기간 수행된 총 작업 내용을 표 1에 정리했다.

5. 외국인 접촉현황

일 자	성 명	국적	소속	비 고
11월23일(금)	Esteban Parkes	칠레	CTIO	돔 셔터 레일 교체 협의
	Steve Hethecote	칠레	CTIO	돔 셔터 레일 교체 협의

표 1. 작업 계획 및 결과 요약

순번	구분	작업명	담당자	세부내용	소요시간
1	돔 개선 및 교체	돔 소프트 드라이빙 설치	이충욱	SAAO에서 3상 모터, 리듀서 교체 결과를 토대로 CTIO에 3상 모터를 이용해 소프트 드라이빙 시스템 설치	4
2		기어 리듀서 및 스프로켓 교체	이용석 이동주	모터 교체에 따라 스프로켓 및 기어리듀서 교체	3
3		기어리듀서 고정 응 급장치 제작	이동주	기어 리듀서 고정용 6인치 C clamp 제작 및 테스트 기어리듀서 고정볼트 파손시 응급장치 제작	1
4		돔 수평도 측정	김승리	돔 레벨 측정 (레이저수준기) 전년도 측정치와 비교 (심작업 기초자료)	1
5		돔 수평용 심작업	이용석 김승리	돔 수평 측정 ⇒ 유압램을 이용해 돔을 들어 올린 후, 롤러 아래에 심을 넣어 수평 조정	16
6		서터레일 교체 필요성 판단	이충욱 이동주	심한 곳은 곧 끊어질 것 같은 상황 Steve(CTIO 대장), Esteban과 교체 방법 등에 대해 논의	2
7		서터 스프로켓 영상촬영 및 교체	이충욱 이용석	고프로 카메라로 스프로켓 상태 촬영 후, 스프로켓 교체	3
8		돔 서터 구동부 개선	이동주 이용석	(10/13) Jorge 등이 구동부 개선작업 완료 보강작업 수행	3
9		서터 이어 교체	이동주 이용석	최근 교체일이 (9/11)이고, 서터 이어 교체 주기가 2.5개 월이므로, 서터이어를 새 제품으로 교체	3
10		PC-TCS 돔 엔코더 보드 예비품 설치	이용석	돔 엔코더 보드예비품 설치 예비품 5핀 입을 확인	0.1
11		돔 서터 - 망 원 경 Sync 오류 해결	이동주	(5/1) 돔서터 중간에 설치된 리밋 스위치 위치 조정(현지 스태프) 하였으나, 2.5mm 추가 조정	1
12		돔 전력선 모델 설 치 및 테스트	이충욱	전기모델 제작품 설치 및 테스트	0.5
13	FSA	FSA 1인 교체 모듈 설치	이충욱 이용석	FSA 1인 교체 모듈 테스트 및 영구설치 (커넥터 연결, 고정홀 작업, 망원경 밸런스, 시험)	4
14		FSA 수리(BVRI)/ 튜닝	이충욱	(5/19) 커플링 고장원인 파악 / 마이크로 스위치 조정 및 교체 / 볼트 상태 점검 / 서터 속도 측정(아두이노)	4
15		FSA 튜닝(Sloan)	이충욱	서터 속도 측정(아두이노) 현재 커플링 없음 (BVRI에서 부서진 커플링에 사용)	4
16		FSA 교체 작업	이용석 이동주	Sloan 관측(11/14~16)을 위한 FSA 교체	6
17		FSA 박스 제작	김승리	FSA 보관용 박스 1개 제작	3
18	기타 제작 / 설치	포커스 액츄에이터 교체	이용석 이충욱	#2를 새로운 포커스 액츄에이터와 드라이버로 교체, 기존 제품은 스페어로 보관	4
19		돔 플랫 광원 교체	이동주	모든 사이트 동일하게 설치(110V에 직접 연결) (B,V : 60W / R,I : 20W)	1
20		스노건 설치	이동주 이용석	새 스노건 설치, 구형 스노건 스페어로 활용 스노건 연결부 누수 : 현재 테이프 감아서 사용 중	1
21		서지프로텍터 설치	김승리	창고(망원경 UPS) 옆에 서지프로텍터 설치 기존설치 위치 (장비실, 컴퓨터실)	0.5
22		장비실 에어컨 전원 선 단선	이용석	(5/14) 장비실 에어컨 전원선 단선 : 현지 스태프 교체 결과 확인	0.1
23		AWS 기상 모니터 링 확인	이동주	KMTNet AWS와 타관측소 AWS 비교	-
24		문고정용 말굽 설치	이용석	돔 입구 등 나머지 3개 설치	0.5
25		RA/DEC 손잡이 설치	이충욱	모터 뒷부분에 손잡이를 설치함으로써, 망원경 위치 이동 시 콜모겐 모터를 켜고 끌 필요가 없으므로 편리함	2
26		CCD 카메라 스페 어 부품 이동/정리	이동주	CCD 카메라 스페어 부품 정리 및 작업 공간 확보	1

표 1. (계속)

순번	구분	작업명	담당자	세부내용	소요시간
27	컴퓨터	그래픽 카드 설치	이용석	AUX 컴퓨터 모니터 확장 AUX-OBS 컴퓨터 키보드,마우스 공유 소프트웨어 설치	1
28		PDU 소켓 확인	이용석	PDU 소켓 확인	0.2
29		UPS 허브 설치	이용석	정전시 자동 이메일 발송되도록 설정 필요(김동진)	0.3
30		DTS 컴퓨터 스페어 설치	이용석	DTS 컴퓨터 스페어 설치	0.3
31		PC-TCS 컴파일	이용석	전문가 자문 결과에 따라 PC-TCS 컴파일 작업 했던 내용 복사 요청	0.5
32	정기점검 / 망원경	미러 커버 기계부 점검	이충옥	기계부 전반적인 육안 점검 (베어링 탈선 확인, 액추에이터 작동 상태 등)	0.1
33		미러 커버 전기부 점검	이충옥	전기부 전반적인 점검 (단선, 전선 배선 상태 확인)	0.1
34		미러 상태 점검 및 반사율 측정	이용석	현미경 이용 미러상태 기록 반사율 측정을 요청하였으나, 불량코 미러 코팅으로 못함	1
35		DEC 축 구리스 누액 점검	김승리	경면 낙하 방지를 위해 DEC축 구리스 상태 점검	0.3
36		망원경에 설치된 부속품 상태 점검	이동주	RA 물 흡수테이프, DEC 유흡착분, 안전용 모서리 스펀지 부착 상태	0.3
37		광학정렬/PSF 검토 및 광학계 조정	이충옥	tcon 이용 별상 검토 낮은 고도에서 별상이 매우 좋지 않음	6
38		RA, DEC 엔코더테이프 및 디스크클리닝	김승리 이충옥	망원경 스톱 위치 이상, RA slip, Dec oscillation의 원인으로 파악됨	2
39		DEC 축 케이블 점검	김승리	케이블 피복 상태 및 간섭 확인	0.1
40		코렉터박스-FSA 틸새 테이핑	이용석 이동주	FSA 교체 작업 후, 습기가 생기지 않도록 테이핑 작업	0.5
41		망원경 밸런스 점검	김승리	원치(FSA 1인 교체) 영구 설치 설치에 따른 밸런스 점검 (CTIO : 2018.11.17 설치)	1
42	정기점검 / 돔	돔 회전부 점검 및 볼트교체	김승리 이동주	볼트 상태점검(진동으로 느슨해진 볼트 조임), 롤러와 간섭 일으켜 파손된 볼트 교체(Ash 등근머리 나사 5/16)	2
43		돔 회전부 Power feeding finger 점검	이충옥	dome power feeding finger 고무에서 마찰음 발생 → WD 40 도포	1
44		돔 회전부 레일 점검	이용석 이동주	돔레일 마모 상태 점검 / 레일 연결 볼트 조임	0.5
45		돔 외부 점검	이동주	하부 셔터 유압 케이블 고정 등 (자외선에 의해 유압 케이블을 고정하는 타이가 쉽게 깨짐)	0.1
46		돔 하부 셔터 유압펌프 누유	이충옥	돔 하부 셔터 누유 확인 및 기름 탱크 잔여량 확인 (SAAO : 10.9cm, SSO : 10.8cm, CTIO : 12.5cm)	0.2
47		돔 하부 셔터 리미트 스위치 확인	이용석	돔 하부 셔터 리미트 구조물이 지속적 충격으로 인한 위치 변경 여부 확인	0.1
48		돔 셔터부 점검 및 볼트 상태 점검	이용석	돔 셔터를 구동하는 모터, 커플링, 스프로킷 등 모든 기계부 점검 및 볼트 체결 상태 점검	0.1
49		셔터위치 초기값 조정	김승리	AUX에서 셔터위치 초기값 조정 (17 ~ 85도) 망원경-돔셔터 정렬 육안 확인	0.5
50		방풍막 wheel 점검 및 간섭 확인	이동주	방풍막 롤러 점검 및 볼트 간섭 확인/ 호주 경우, 방풍막과 롤러 가장 윗단 연결 1자 구조물 파손 및 롤러 이탈	0.5
51		돔 전기 배전판 확인	이충옥	돔 전기 배선 의심부분 현장 확인 (누전상태 및 상변화 검토)	0.2

표 1. (계속)

순번	구분	작업명	담당자	세부내용	소요시간
52	정기 점검	시저리프트 점검	이동주	스페어 배터리 등 확인 충전 방법 교육 (사용 안 할 경우, 자주 충전)	0.1
53		에어컨 점검 및 세팅	이동주	장비실, 돔, 컴퓨터실	0.1
54		돔플랫 스크린 점검	이동주	돔플랫 스크린 고정 상태 점검, 나일론 줄 체결 상태 확인	0.1
55		UPS 상태 점검	이용석	전원 차단시 잔여시간 : 컴퓨터실(23분), 유틸리티룸(77분), 장비실 컴프레셔용(20분)	0.5
56		듀어, 월보드 육안 점검 및 개선	이충욱 이동주	(정기점검/유지보수) 듀어/월보드 주변 침습여부 광화이버 상태가 좋지 않아, 케이블 개선 작업 수행	2
57		Eq. room 전체 점검	이동주	Eq. room 전반적인 상태 육안 점검 에어컨, 온풍기 가동 여부 및 세팅 등	0.2
58		R2000 점검	이동주	냉각수 누수 여부 및 R2000 상태 점검	0.2
59		관측용 PC 점검	이동주	윈도우 10 OS 자동 업데이트 중지 설정	0.2
60	자료 수집	예비품 현황 파악 및 재고/재물 조사	이용석	주요부품에 대한 구매 수량과 사용 수량을 맞추어 보고 현재 남아있는 재고 수량 조사 (사진촬영)	-
61		소모품 구매 조사	이용석	소모품 조사	0.5
62		사이트 기술 지원 관련 회의	이충욱	현지 스태프과 기술지원관련 회의 (Steve, Esteban)	1
63		각 장비의 사진	이동주	부분별 업무 중 각 장비에 대한 최신 사진 촬영	-
64	정리 / 청소	CO2 gas, 증류수 등 소모품 재고 확인	이용석	CO2 gas(ok), 부동액(5L), 증류수(10L) 등 소모품 재고 확인	0.3
65		공구상태 점검 공구함 정리	이동주 이용석	볼트 및 기타 공구류 정리	3
66		소프트웨어CD, 매뉴얼, 바인더 정리	이용석 이동주	선반 정리, 매뉴얼별 정리	1
67		망원경 청소	이동주	망원경 먼지 제거	2
68	교육	망원경실 및 관측실 청소	김승리 이동주	바닥 먼지 청소	2
69		엔코더리더 조정 교육	이용석	RA/DEC 엔코더 리더 점검 및 조정방법 교육 (가상 교육)	0.5
70		Auto TTF 코드 사용법 교육	이충욱	AUTO TTF(Tip/Tilt/Focus) 코드 오류 수정 및 관측자 사용방법 교육	2
71		관측자 교육	김승리 이충욱	초점 개선 및 관측 방법 전반	0.5

II. 세부 수행내용

가. FSA 점검

기존에 사용하던 BVRI 필터 세트가 장착된 FSA의 기계적 작동상태와 전기상태를 점검했다. 이미 필터가 필터 프레임에 설치되어있기 때문에 점검을 위해서 FSA의 반쪽만 덮을 수 있도록 보호 커버를 임시로 만들어 필터에 불필요한 접촉을 미연에 방지했다. 임시 보호 커버는 시작품으로 제작되어 배송된 사용하지 않는 커버를 절단하여 사용했으나, 안정적인 유지보수 및 점검과정을 위해서는 용도에 맞도록 추가 제작이 필요하다. 이미 칠레에서는 I-band의 필터 프레임을 구동시키는 스텝 모터의 마운트와 타이밍 벨트에 동력을 전달해주는 폴리의 축이 서로 일치하지 않아 헬리컬 커플링이 부러지는 문제가 발생한 바 있다. 칠레 기술진들이 황동심을 I-band 필터 구동용 모터의 마운트 밑에 넣어 커플링의 양쪽 축을 일치시키기는 했으나, 이번에 정밀 조사한 바에 따르면 두 축의 변위가 1 mm 오프셋 되어있음을 확인했다. 지난번에 칠레 기술진들이 사용한 황동심은 I-band 모터에만 적용했는데 이번에 조사를 통해 I-band와 V-band 필터 마운트 및 셔터용 모터 마운트도 축이 오프셋 된 것을 확인했다. BVRI FSA에는 황동심을 이용하여 높이를 조정했으나, 준비해 온 황동심이 부족하여 돔 레벨 조정을 위해 준비해 온 1mm 스테인레스 심을 이용하여 SDSS griz FSA의 축 어긋남을 조정했다.

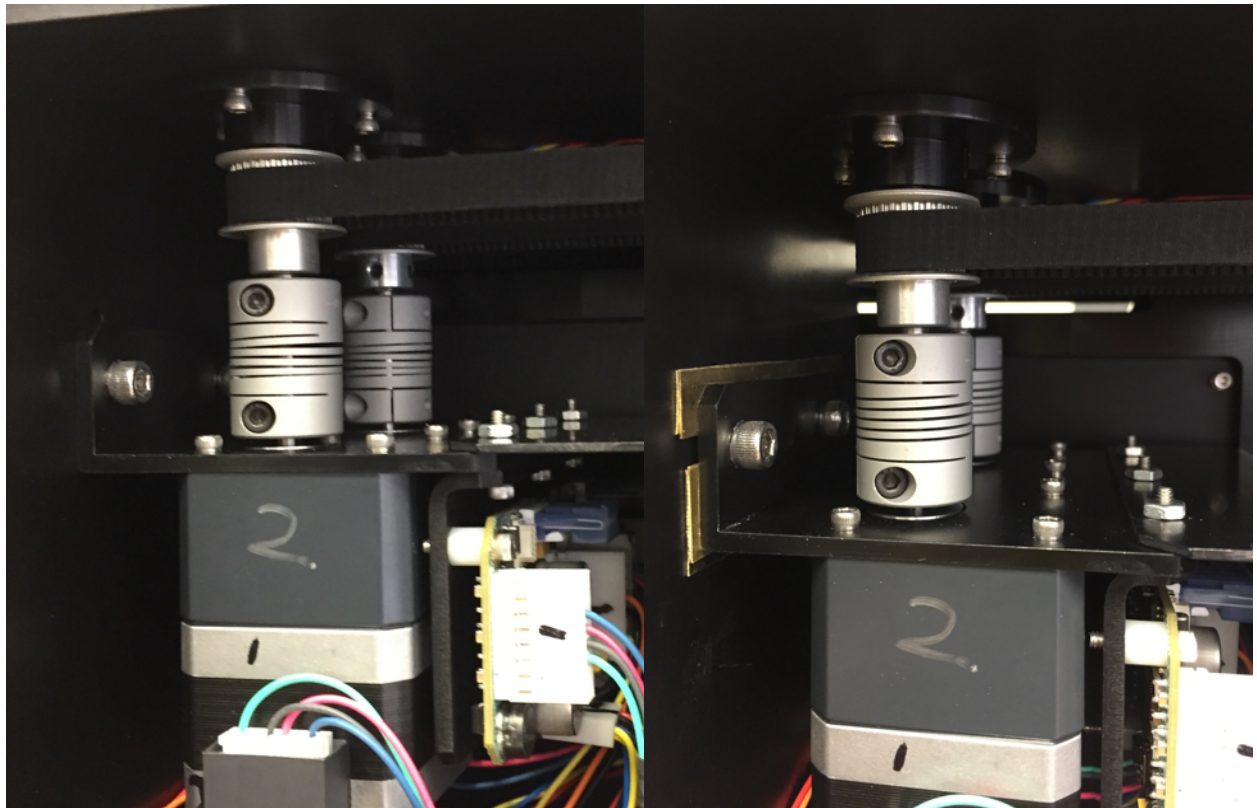


그림 1. 틀어진 모터와 폴리 축으로 인한 커플링 변형(좌), 심을 삽입해 축을 맞춰 조립한 모습(우)

남아공과 호주의 경우에는 예비용 FSA를 한 개씩 새로 제작했으며, 이때 FSA의 구동 시험을 위해 전원공급 및 필터/셔터구동 모듈을 함께 제작했다. 그러나, 칠레에서는 스페어 FSA를 아직 제작하지 못해 모듈이 준비되지 않아, 6.5A용 파워 서플라이를 이용하여 37pin D 커넥터의 1과 2에 +24V를 연결하고, 20과 21에 common 0V를 연결함으로써 내부 모터 컨트롤러에 전원을 인가했다. 셔터 속도 캘리브레이션을 위해 아두이노 회로를 이용하여 제작한 셔터 컨트롤 유닛의 릴레이 접점에 셔터 커넥터의 10과 11핀을 연결하였다. 각 핀의 연결에는 준비해온 점퍼선을 이용하여 준비가 수월했다. 칠레에서 사용하는 BVRI용 FSA는 FSA를 설계하고 첫 제작/조립한 제품으로 현장에서 여러 부분에 대해 디자인이 수정된 바 있다. 그런 이유에서인지 2차 제작된 제품과는 달리 셔터가 완전히 리셋되었을 때 눌리는 스위치가 정확히 푸쉬 로드와 정중앙을 지나고 있었다. 따라서 마이크로 스위치의 위치와 방향에 대해 별도의 조정은 하지 않았다.

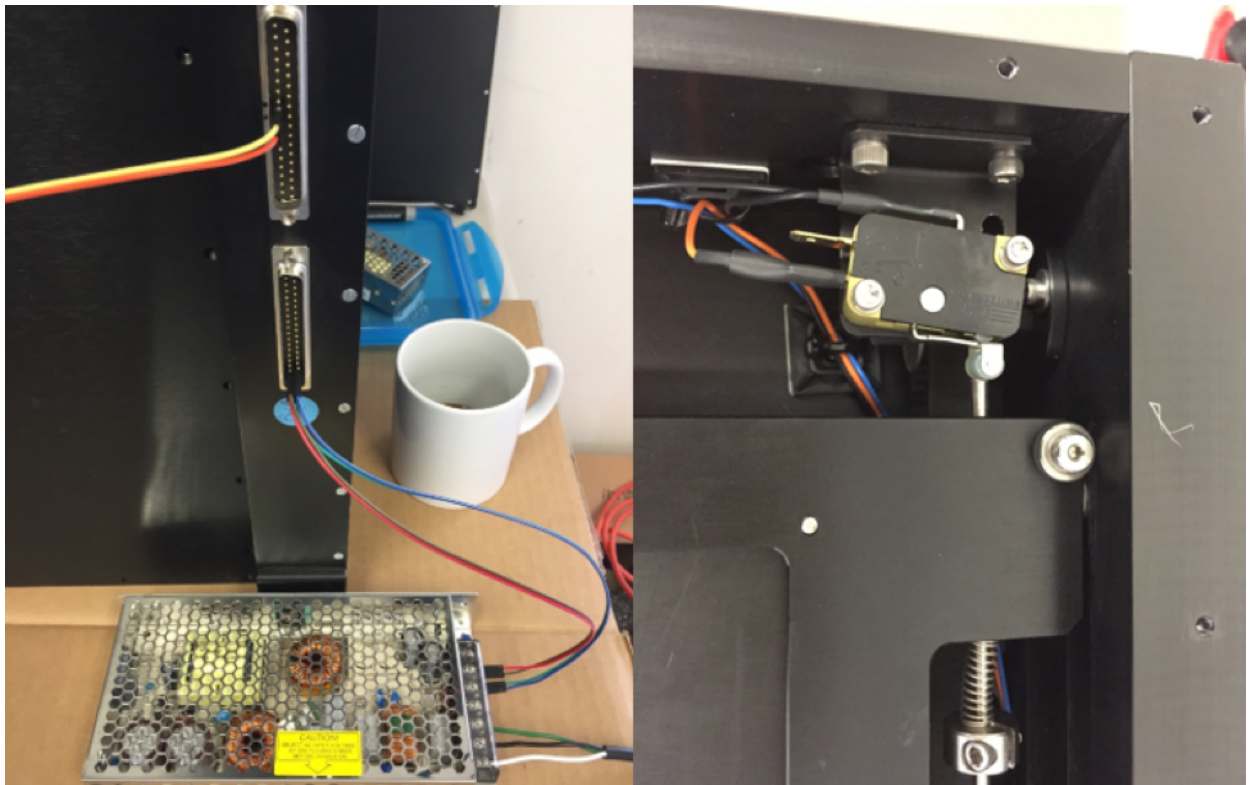


그림 2. 셔터속도 캘리브레이션을 위한 점퍼선을 이용한 전원 및 신호선 연결(좌), 셔터 마이크로 스위치와 로드 위치 확인(우)

SDSS griz 필터의 경우에도 마찬가지로 구동축이 1mm 오프셋 되어있는 것을 재조정하고 셔터 속도를 캘리브레이션 했다. 그림 3에 BVRI 필터셋과 sriz 필터셋에 대해 최종적으로 조정된 결과를 나타냈다. BVRI 필터셋의 경우에는 4/1000초로 캘리브레이션 되었고, griz필터셋은 1/1000초로 캘리브레이션 되었다. 전반적으로 FSA의 기계부 및 전자부 상태는 양호하였으며, 폴리 및 베어링 모두 단단히 잘 고정되어있음을 확인하였다. 필터셋에서 사용하는

2개의 커넥터 위치가 BVRI 필터셋과 griz 필터셋이 서로 다른 것에 주의해야 한다. FSA내부에 축적된 섯가루 및 먼지는 청소기에 소형 튜브를 연결하여 좁은 부분에 쌓인 먼지를 흡입할 수 있도록 제작하여 사용했다. 향후 필터에 붙은 먼지를 불어내기 위해 소형 먼지 제거제를 각 사이트에 비축해야 한다.

```

Initializing SD card...initialization done.
1: LED ON, 2: LED OFF, 3: SHT OPEN, 4: SHT CLOSE, 5: MEASURE
SHT OPEN >>>>> 1: LED ON, 2: LED OFF, 3: SHT OPEN, 4: SHT CLOSE, 5: MEASURE
LED ON >>>>>> 1: LED ON, 2: LED OFF, 3: SHT OPEN, 4: SHT CLOSE, 5: MEASURE
LED OFF >>>>>> 1: LED ON, 2: LED OFF, 3: SHT OPEN, 4: SHT CLOSE, 5: MEASURE
SHT CLOSE >>>> 1: LED ON, 2: LED OFF, 3: SHT OPEN, 4: SHT CLOSE, 5: MEASURE
MEASURE >>>>>>>>
Test 1 START: 0 IR.ON: 1000 SH.OPEN: 2001 FULL.detect: 3861 SH.CLOSE: 4863 HALF.detect: 6718 Test.DONE: 26720 1Sec.CAL: 1001 Time.O-F: 1860 Time.C-H: 1855 Time.diff: 5
Test 2 START: 0 IR.ON: 1010 SH.OPEN: 2011 FULL.detect: 3871 SH.CLOSE: 4873 HALF.detect: 6728 Test.DONE: 26730 1Sec.CAL: 1001 Time.O-F: 1860 Time.C-H: 1855 Time.diff: 5
Test 3 START: 0 IR.ON: 1009 SH.OPEN: 2009 FULL.detect: 3870 SH.CLOSE: 4872 HALF.detect: 6728 Test.DONE: 26730 1Sec.CAL: 1000 Time.O-F: 1861 Time.C-H: 1856 Time.diff: 5
Test 4 START: 0 IR.ON: 1004 SH.OPEN: 2004 FULL.detect: 3865 SH.CLOSE: 4866 HALF.detect: 6723 Test.DONE: 26725 1Sec.CAL: 1000 Time.O-F: 1861 Time.C-H: 1857 Time.diff: 4
Test 5 START: 0 IR.ON: 1010 SH.OPEN: 2010 FULL.detect: 3871 SH.CLOSE: 4872 HALF.detect: 6729 Test.DONE: 26731 1Sec.CAL: 1000 Time.O-F: 1861 Time.C-H: 1857 Time.diff: 4
Test 6 START: 0 IR.ON: 1010 SH.OPEN: 2010 FULL.detect: 3870 SH.CLOSE: 4871 HALF.detect: 6727 Test.DONE: 26729 1Sec.CAL: 1000 Time.O-F: 1860 Time.C-H: 1856 Time.diff: 4
Test 7 START: 0 IR.ON: 1010 SH.OPEN: 2010 FULL.detect: 3870 SH.CLOSE: 4871 HALF.detect: 6727 Test.DONE: 26728 1Sec.CAL: 1000 Time.O-F: 1860 Time.C-H: 1856 Time.diff: 4
Test 8 START: 0 IR.ON: 1009 SH.OPEN: 2010 FULL.detect: 3870 SH.CLOSE: 4871 HALF.detect: 6728 Test.DONE: 26729 1Sec.CAL: 1001 Time.O-F: 1860 Time.C-H: 1857 Time.diff: 3
Test 9 START: 0 IR.ON: 1008 SH.OPEN: 2009 FULL.detect: 3869 SH.CLOSE: 4870 HALF.detect: 6727 Test.DONE: 26728 1Sec.CAL: 1001 Time.O-F: 1860 Time.C-H: 1857 Time.diff: 3
Test 10 START: 0 IR.ON: 1008 SH.OPEN: 2009 FULL.detect: 3869 SH.CLOSE: 4871 HALF.detect: 6727 Test.DONE: 26729 1Sec.CAL: 1001 Time.O-F: 1860 Time.C-H: 1856 Time.diff: 4
Test 11 START: 0 IR.ON: 1009 SH.OPEN: 2010 FULL.detect: 3870 SH.CLOSE: 4872 HALF.detect: 6728 Test.DONE: 26729 1Sec.CAL: 1001 Time.O-F: 1860 Time.C-H: 1856 Time.diff: 4
Test 12 START: 0 IR.ON: 1009 SH.OPEN: 2010 FULL.detect: 3869 SH.CLOSE: 4871 HALF.detect: 6726 Test.DONE: 26728 1Sec.CAL: 1001 Time.O-F: 1859 Time.C-H: 1855 Time.diff: 4
Test 13 START: 0 IR.ON: 1008 SH.OPEN: 2010 FULL.detect: 3868 SH.CLOSE: 4871 HALF.detect: 6726 Test.DONE: 26728 1Sec.CAL: 1002 Time.O-F: 1858 Time.C-H: 1855 Time.diff: 3
Test 14 START: 0 IR.ON: 1008 SH.OPEN: 2009 FULL.detect: 3868 SH.CLOSE: 4870 HALF.detect: 6726 Test.DONE: 26728 1Sec.CAL: 1001 Time.O-F: 1859 Time.C-H: 1856 Time.diff: 3

1: LED ON, 2: LED OFF, 3: SHT OPEN, 4: SHT CLOSE, 5: MEASURE

Initializing SD card...initialization done.
1: LED ON, 2: LED OFF, 3: SHT OPEN, 4: SHT CLOSE, 5: MEASURE
SHT OPEN >>>>> 1: LED ON, 2: LED OFF, 3: SHT OPEN, 4: SHT CLOSE, 5: MEASURE
LED ON >>>>>> 1: LED ON, 2: LED OFF, 3: SHT OPEN, 4: SHT CLOSE, 5: MEASURE
LED OFF >>>>>> 1: LED ON, 2: LED OFF, 3: SHT OPEN, 4: SHT CLOSE, 5: MEASURE
SHT CLOSE >>>> 1: LED ON, 2: LED OFF, 3: SHT OPEN, 4: SHT CLOSE, 5: MEASURE
MEASURE >>>>>>>>
Test 1 START: 0 IR.ON: 1000 SH.OPEN: 2000 FULL.detect: 3718 SH.CLOSE: 4719 HALF.detect: 6436 Test.DONE: 26438 1Sec.CAL: 1000 Time.O-F: 1718 Time.C-H: 1717 Time.diff: 1
Test 2 START: 0 IR.ON: 1008 SH.OPEN: 2009 FULL.detect: 3726 SH.CLOSE: 4727 HALF.detect: 6445 Test.DONE: 26446 1Sec.CAL: 1001 Time.O-F: 1717 Time.C-H: 1718 Time.diff: -1
Test 3 START: 0 IR.ON: 1009 SH.OPEN: 2009 FULL.detect: 3726 SH.CLOSE: 4728 HALF.detect: 6445 Test.DONE: 26447 1Sec.CAL: 1000 Time.O-F: 1717 Time.C-H: 1717 Time.diff: 0
Test 4 START: 0 IR.ON: 1009 SH.OPEN: 2009 FULL.detect: 3727 SH.CLOSE: 4728 HALF.detect: 6445 Test.DONE: 26447 1Sec.CAL: 1000 Time.O-F: 1718 Time.C-H: 1717 Time.diff: 1
Test 5 START: 0 IR.ON: 1008 SH.OPEN: 2009 FULL.detect: 3726 SH.CLOSE: 4729 HALF.detect: 6445 Test.DONE: 26447 1Sec.CAL: 1001 Time.O-F: 1717 Time.C-H: 1716 Time.diff: 1
Test 6 START: 0 IR.ON: 1009 SH.OPEN: 2009 FULL.detect: 3726 SH.CLOSE: 4729 HALF.detect: 6445 Test.DONE: 26447 1Sec.CAL: 1000 Time.O-F: 1717 Time.C-H: 1716 Time.diff: 1
Test 7 START: 0 IR.ON: 1009 SH.OPEN: 2010 FULL.detect: 3727 SH.CLOSE: 4728 HALF.detect: 6446 Test.DONE: 26447 1Sec.CAL: 1001 Time.O-F: 1717 Time.C-H: 1718 Time.diff: -1
Test 8 START: 0 IR.ON: 1009 SH.OPEN: 2009 FULL.detect: 3726 SH.CLOSE: 4728 HALF.detect: 6445 Test.DONE: 26447 1Sec.CAL: 1000 Time.O-F: 1717 Time.C-H: 1717 Time.diff: 0
Test 9 START: 0 IR.ON: 1010 SH.OPEN: 2010 FULL.detect: 3728 SH.CLOSE: 4729 HALF.detect: 6446 Test.DONE: 26448 1Sec.CAL: 1000 Time.O-F: 1718 Time.C-H: 1717 Time.diff: 1
Test 10 START: 0 IR.ON: 1008 SH.OPEN: 2009 FULL.detect: 3726 SH.CLOSE: 4727 HALF.detect: 6445 Test.DONE: 26446 1Sec.CAL: 1001 Time.O-F: 1717 Time.C-H: 1718 Time.diff: -1
Test 11 START: 0 IR.ON: 1009 SH.OPEN: 2009 FULL.detect: 3726 SH.CLOSE: 4728 HALF.detect: 6445 Test.DONE: 26447 1Sec.CAL: 1000 Time.O-F: 1717 Time.C-H: 1717 Time.diff: 0
Test 12 START: 0 IR.ON: 1009 SH.OPEN: 2009 FULL.detect: 3727 SH.CLOSE: 4728 HALF.detect: 6445 Test.DONE: 26447 1Sec.CAL: 1000 Time.O-F: 1718 Time.C-H: 1717 Time.diff: 1
Test 13 START: 0 IR.ON: 1008 SH.OPEN: 2009 FULL.detect: 3726 SH.CLOSE: 4727 HALF.detect: 6445 Test.DONE: 26446 1Sec.CAL: 1001 Time.O-F: 1717 Time.C-H: 1718 Time.diff: -1
Test 14 START: 0 IR.ON: 1009 SH.OPEN: 2009 FULL.detect: 3726 SH.CLOSE: 4728 HALF.detect: 6445 Test.DONE: 26447 1Sec.CAL: 1000 Time.O-F: 1717 Time.C-H: 1717 Time.diff: 0

1: LED ON, 2: LED OFF, 3: SHT OPEN, 4: SHT CLOSE, 5: MEASURE

```

그림 3. 셔터 속도 캘리브레이션을 통해 조정한 셔터 시각차 결과. 위는 BVRI 필터, 아래는 griz 필터의 결과임

나. FSA 1인 교체용 집크레인 모듈 설치

필터 셔터 교체를 용이하게 하기 위해 기존의 집크레인 전기부에 무선 모듈을 부착하여 한 손으로 조작이 가능하게 만들었다. 집크레인의 붐 이송에 사용되는 오리엔탈 모터 배선교체 과정에서 배선박스의 크기가 작아 조립 과정에서 전선의 피복이 벗겨지는 문제 발생하였다. 배선 박스에 나와 있는 전선의 길이가 매우 짧은데다 시간적 여유도 없어 별도의 추가 조치를 하기는 어려웠다. 전기적 쇼트가 발생하지 않도록 전선을 재배치하여 고정함으로써 현재 동작은 하고 있으나, 작동에 이상이 발생할 경우에는 배선박스를 열고 케이블의 상태를 점검해야 한다. 망원경에 영구설치한 집크레인을 파킹상태로 보냈을 때 붐을 최대한 아래로 이송시킨 상태에서 붐이 움직이지 않게 되는 현상을 목격했다. 붐대의 전산 볼트의 나사산이 전산너트 및 구동 축과 이격되며 일시적으로 발생하는 문제로 파악되었기 때문에 붐을 양쪽 끝으로 보낼 때에는 특히 주의해야 한다. 더욱 안정적인 사용을 위해서는 리미트 스위치를 각 양쪽에 설치하여 나사산이 서로 끼이지 않도록 미리 구동을 멈추게 개선해야 한다. 작동 시험 중에 붐을 지지하고 있는 롤러 마운트의 고정 나사가 풀려있는 것을 발견하고 단단히 고정시켰다. 집크레인은 망원

경의 입사구에 위치하기 때문에 관측 중에 나사 등이 떨어지면 미래에 치명적인 영향을 미치게 된다. 따라서 주기적인 점검을 통해 나사가 풀리는 것을 방지해야 한다. FSA의 보관과 교체 시 편리하게 사용하기 위해 미리 준비한 합판을 이용하여 FSA 보관박스를 만들었다. 이미 보관박스 한 개는 작년에 제작하였기 때문에 이번에는 추가로 한 개만 제작했다.

다. 돔 셔터 구동부 점검

남아공과 호주에서는 셔터 구동부 하단에 리프팅 장치를 제작/설치하여 셔터 레일과 셔터 기어의 유격이 충분히 가까워지도록 시스템을 개선하였고, 이를 칠레 기술자들에게 요청하여 제작 및 적용한 바 있다. 관측자들의 보고에 의하면 돔 셔터의 개폐 시 발생하던 큰 소음이 리프팅 장치를 추가한 이후부터 현저히 줄어들었다고 한다. 셔터 레일을 육안 검사한 결과 레일의 홈 패턴 가장자리를 따라 셔터 기어의 톱니와 일치하는 패턴이 뚜렷이 있는 것을 볼 수 있었다. 이는 오랜 기간 동안 돔 셔터를 여닫으며 기어와 셔터 레일이 서로 맞닿을 때 레일이 절삭된 것으로 여겨진다. 셔터 레일의 작동 상태를 확인하기 위해 광각카메라를 셔터 구동부에 설치하고, 구동 영상을 획득하였다. 호주 때와는 달리 작동 시 기어의 떨림이나 오작동 등은 발견되지 않았다. 그러나 셔터 기어의 부상 상태를 확인하기 위해 셔터 구동부를 내릴 수 있도록 와이어 로프를 4개로 나누어 셔터 구동부의 모서리에 각각 연결하고, 풀리 감속장치와 와이어를 이용하여 구동부를 돔 천장에서 분리하였다(그림 4). 셔터 구동부의 앞쪽 볼트 2개를 이용하여 와이어 로프를 고정하였고 와이어가 잘 내려갈 수 있도록 경첩볼트를 이용하였다. 셔터 구동부의 중량이 대략 50kg 정도 나갈 것으로 추정하고 있으며, 작업이 이루어지는 공간이 시저 리프트 위 약 10m 상공에서 작업이 이루어지기 때문에 작업자들의 작업 간 세심한 안전이 요구된다.



그림 4. 돔 셔터 기어 상태를 점검하기 위해 셔터 구동부를 내리고 있는 모습

셔터 구동부를 내리고, 셔터 기어를 분리하여 육안 검사한 결과 셔터 기어의 내경 부상의 기계마모가 발견되어 스페어 기어로 교체하였다. 또한 셔터 이어를 새것으로 교체하였는데, 사용하던 셔터 이어는 기존 경우와는 달리 리프팅 장치의 추가 이후에는 마모가 거의 없음을 확인했다. 조립 마지막 단계에서 레일과 기어 사이의 간격을 유지하기 위한 리프팅 장치를 설치하였다. 셔터의 작동 상태를 지켜보고 특이사항이 없음을 확인하였다. 칠레에서 사용된 리프팅 장치는 남아공과 호주와는 달리 직경 0.5인치의 전산 볼트를 이용하였기 때문에 더욱 안정적이고 튼튼한 장점을 지닌다. 따라서 남아공과 호주에서도 추후 직경 0.5인치 또는 13 mm, 길이 120 mm의 볼트로 교체가 필요하다. 또한, 너트가 단단히 고정되도록 2개의 너트를 반대로 조이고, 록타이트 등을 사용하여 풀림을 방지해야 한다.

라. 소프트덤 설치

남아공과 호주에서 설치한 것처럼 돔이 회전을 시작할 때와 멈출 때 가속과 감속이 가능하도록 VFD와 3상 모터를 이용하여 변속장치를 구성하고 이를 설치했다(그림 5). 변속장치의 전원은 돔 컨트롤러에서 가져왔고, 왼쪽과 오른쪽 신호는 돔 컨트롤러로부터 24V를 입력받았다. 이를 구성하기 위해 돔 컨트롤러의 DL과 DR로 표시되어 있는 계전기에 입력되는 24V 전기신호를 변속장치의 입력단으로 가져오도록 재배선하고 돔 컨트롤러에서 기존의 회로는 모두 제거했다. VFD에서 출력되는 3상 출력을 기존의 돔 컨트롤러 배선에 연결했다.

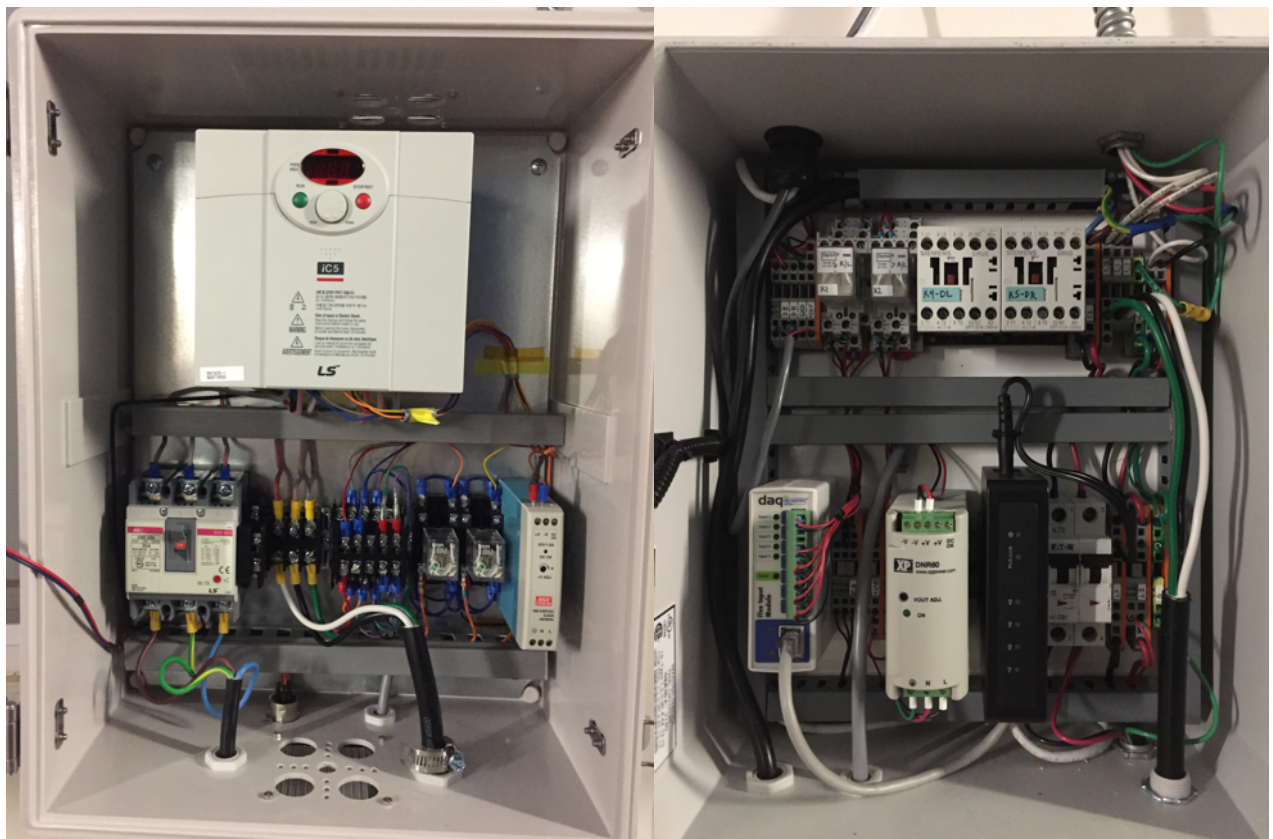


그림 5. KMTNet-CT10에 설치한 소프트 돔 컨트롤러 모듈 모습. 모터속도 조절에 사용되는 콘트롤러(좌)와 기존 콘트롤러 내부(우).

기존 단상 모터의 구동을 위해 총 4개의 전선이 사용되는데, 하나는 그라운드이고 3개의 전선을 이용하여 정회전과 역회전을 구현하였다. 따라서 별도의 선작업 없이 기존의 전선을 이용하여 3상 모터의 구동이 가능하다. 기존의 단상 모터를 제거하고 새로 구입한 3상 모터와 기어박스 및 돔회전 기어를 모두 새것으로 교체 설치하였다. 남쪽에 위치한 모터를 교체하는 과정에서 모터 마운트를 고정하는 4개의 볼트 중 1개가 부러져 있는 것을 확인하였고, 이로 인해 동력이 가해질 때마다 모터가 좌우 방향으로 움직이는 것을 목격하였다. 이로써 올해 칠레에서 수차례 발생한 기어박스 이탈 문제의 원인을 정확히 알 수 있었다. 이런 문제의 재발을 방지하기 위해 새로 모터를 설치할 때 볼트를 모두 새 볼트로 교체하였고 마운트 부분을 단단히 고정했다. 추후 구동부 마운트의 손상이 발생할 경우 빠른 대처를 위해 회전 구동부 마운트의 예비품을 확보할 필요가 있다. 소프트 돔의 설정은 회전속도를 50Hz로 설정했고, 가속 2초, 감속 0.5초로 각각 설정했다. 남아공과 호주와 달리 감속 시간을 바꾼 이유는 망원경과 돔 싱크를 더 정확히 맞추기 위함이다. 감속을 1초로 설정할 경우, PC-TCS에서 돔 정지 명령을 내림에도 불구하고 1초간 더 이동하기 때문에 돔이 망원경을 가릴 수 있음을 시험을 통해 확인하였다. 그래서 감속을 0.5초로 줄여서 시험한 결과 관측 시 돔이 망원경을 가리지 않음을 알 수 있었다. 추후 남아공과 호주 관측소에서 망원경과 돔 싱크 상황을 살펴보고 감속을 줄일지 판단이 필요하다.

소프트 돔을 위한 모듈 설치에 이미 호주에서 수행해봤기 때문에 큰 어려움 없이 작업을 마칠 수 있었다. 돔 회전속도를 증가시킬 필요가 있는지에 대해서는 약 1년 정도의 사용 후 돔기어의 마모상태를 보고 판단할 예정이다. 칠레의 경우에는 최초 60Hz를 사용하고 있었기 때문에 현재 50Hz로 설정된 속도에서 약 83% 정도 속도가 줄어든 것이 쉽게 체감되는 상황이다. 돔기어의 마모 상태를 확인한 후 문제가 없을 경우 60Hz로 속도를 높일지 판단이 필요하다. 소프트돔을 설치한 이후 돔 상단부에 전원을 공급하는 전원 피더와 핑거의 마찰음을 제거하기 위해 WD40를 트랙에 충분히 뿌렸다.

마. 돔 레벨 조정

돔 레벨을 일치시키기 위해 돔을 회전시키며 모든 롤러가 돔을 받치고 있는지 확인을 하였다. 롤러와 돔 사이에 공간이 있는 경우 롤러와 돔 사이에 심을 넣어 어느 정도의 간격이 벌어져 있는지를 측정한 다음 롤러 하단부에 심을 넣어 롤러의 높이를 높여주었다. 60개의 롤러를 모두 확인한 뒤 돔을 회전시켜 돔 슬릿의 위치를 옮긴 후 다시 모든 롤러를 살펴보는 방식으로 작업을 반복하였다. 돔 슬릿의 위치와 관계없이 동쪽의 롤러들이 대체로 낮은 것을 확인하였고, 동쪽에 위치한 높이가 낮은 롤러들의 아래에 심을 삽입하여 높이를 높여주었다. 또한, 유난히 높이가 높았던 43번 롤러의 5mm 고무 고정판 1개를 제거하였다. 최종적인 점검을 위해 레이저 수준기를 설치하고 수평에 대해 롤러 축의 위치를 확인한 결과 레이저 라인이 모두 축의 중심에 위치함을 확인했다. 가장 낮은 롤러는 48번, 49번 롤러로 해당 롤러의 축을 높이기 위해 약 7mm 심을 추가하였다.

바. 비상용 RA/DEC 모터 수동 핸들

정전 시 망원경을 이동시키거나, 망원경을 서비스 또는 파킹 위치션으로 보내기 위해 미세조정이 필요할 때 구동 모터를 미세하게 돌릴 수 있도록 수동핸들의 장착이 필요하다. 준비해온 수동핸들의 외경이 구동 모터의 내경과 약 2 mm 차이가 있어 1 mm 심과 황동 심을 이용하여 단단히 고정되도록 고정장치를 제작했다. 고정 장치는 돔 레벨 조정을 위해 제작한 1 mm 심의 약 5 mm 폭을 갖는 철판을 잘라서 ㄷ자 형태로 구부린 구조물을 2개 만들고 서로 90도 교차되게 설치하여 4부분에서 수동핸들의 외경에 철심이 놓이도록 구성하였다. 철심과 핸들 축 사이에 0.05 mm 황동 심을 8겹으로 접어 각각 0.4 mm 씩 심을 설치하여 모터의 내경 파이프를 핸들을 밀어 넣었을 때 서로 단단히 고정되게 제작하고 철심이 떨어지지 않도록 테이프로 고정하였다. 이후 모터 축 내경 파이프에 실리콘을 바른 상태에서 고정장치가 부착된 핸들을 밀어 넣은 후 실리콘이 굳게 하여 최종 설치하였다. 작동 상태를 검토 결과 양호하게 설치된 것을 확인하였고, 동일한 방법을 적용하여 다른 2곳 천문대에 설치할 예정이다.

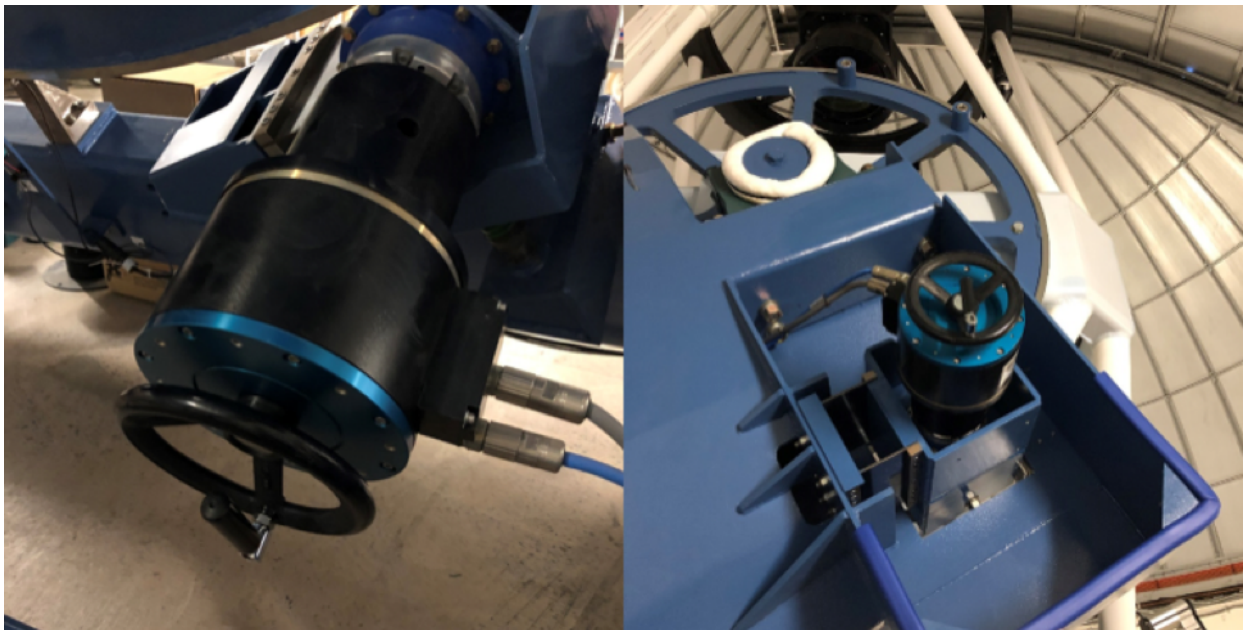


그림 6. RA 모터 축에 장착한 핸들(좌)과 DEC 모터 축에 장착한 핸들(우)

사. 초점 2번 액추에이터 교체

초점 액추에이터의 고장에 대비하여 2번 액추에이터를 스페어로 교체하였다. 액추에이터가 연결 고정되는 망원경 상단의 하우징 내경 보어와 액추에이터 자체의 외경이 정확히 일치하기 때문에 분리가 쉽지 않다. 또한 망원경의 페인팅 과정에서 프라이머가 칠해진 상태로 액추에이터가 조립되었기 때문에 이 둘을 분리시키기 위해서는 강한 힘이 필요하다. 액추에이터를 하우징으로부터 분리하기 위해서는 액추에이터 축과 스파이더 베인과 연결되어있는 탭링 체결 부위의 고정 볼트를 약 5 mm 만 풀은 상태에서 볼트 머리를 풀리 제거기를 이용

하여 밀어내야 한다. 이때 풀리 제거기의 발톱이 탭링의 홈에 잘 고정되지 않기 때문에 발톱이 뒤쪽으로 밀리지 않도록 7/8인치 너트 4개를 쌓아 블록을 만들고 이 블록의 바깥면이 풀리 제거기의 발톱이 뒤로 밀리는 것을 방지하도록 설치한다. 블록과 풀리 제거기가 설치되면 너트 사이의 구멍에 롱소켓 렌치를 넣어 풀리 제거기의 힘이 액추에이터와 연결된 볼트의 머리로 전달되도록 한다. 액추에이터를 고정하고 있는 하우징 볼트를 모두 제거한 후 풀리 제거기를 이용하여 분리 작업을 할 때는 안전상의 이유로 하우징을 잡고있는 볼트 2개 정도는 약 5mm 정도만 풀어 놓는다. 많은 힘이 필요하기 때문에 지렛대를 이용하여 풀리 제거기를 사용한다. 너트를 쌓아 만든 블록의 높이는 약 75mm이고, 액추에이터 고정 볼트를 미는데 사용하는 롱소켓 렌치의 높이는 약 63mm 정도이다. 액추에이터를 분리한 후에 하우징에 설

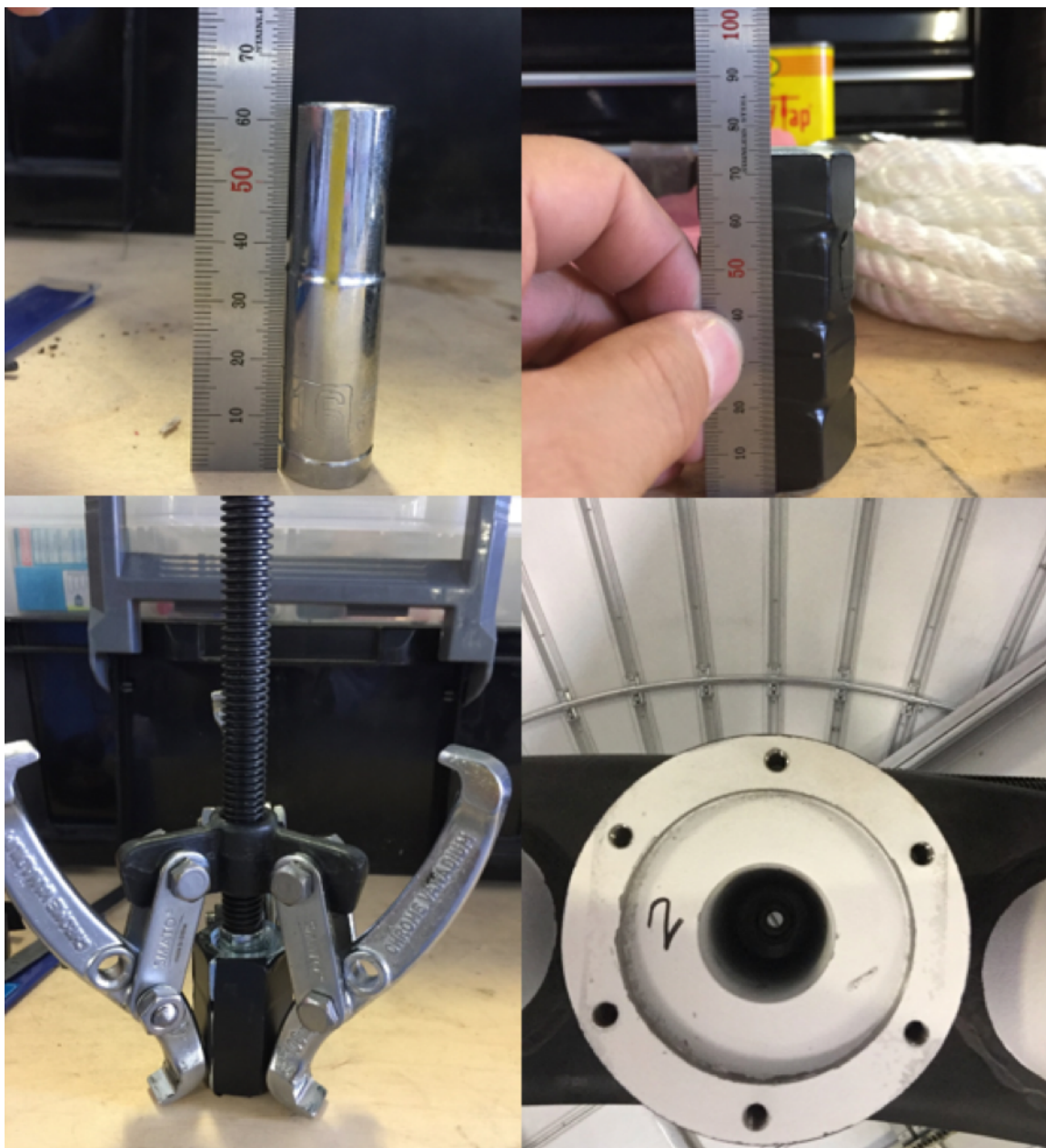


그림 7. 액추에이터 분리에 사용한 롱소켓(좌상)과 너트(우상), 풀리 제거기(좌하), 액추에이터를 분리한 후의 액추에이터가 장착되는 하우징(우하)

치를 쉽게하기 위해 하우스 내경의 프라이머를 모두 제거하였다. 추후 1번 액추에이터와 3번 액추에이터의 교체에도 동일한 방법이 적용되기 때문에 너트 블록은 별도로 보관해 두었다. 새로운 액추에이터를 연결할 때, 24V DC 파워 서플라이에서 나오는 전원선을 액추에이터 드라이버 J4 터미널에 연결을 해주고 전원을 인가해야 된다. 전원 인가 후, 액추에이터 제작사에서 제공한 소프트웨어를 통해 새로 교체한 액추에이터 드라이버에 접속하여 파라미터를 업로드하면 KMTNet control software를 사용해 초점 조정이 가능하다. 현재 사이트에 비치된 초점 액추에이터는 이번에 교체하고 남은 액추에이터 1개가 전부이며, 내년에는 각 사이트에 추가적으로 2개씩 더 구매하여 비치해야 한다.

아. 돔 상태점검 및 구조물 볼트 교체

돔 구조물의 하단 회전부와 돔 구조물을 연결하고 있는 납작머리 볼트 상태를 점검하였다. 이 볼트는 돔 내부 구조물과의 간섭으로 인해 나사가 풀리는 경우, 나사 머리가 갈린 경우, 혹은 볼트 머리가 부러진 경우 등이 발견된다. 안정적인 유지를 위해 풀린 나사를 다시 조이고, 부러진 나사 3개는 모두 새것으로 교체하였다. 작년에 돔 레벨을 일시적으로 균등히 조정하였기 때문에 진동이 많이 줄어든 상태로 돔을 운영하였다. 이로 인해서인지 전반적인 상태는 맨 처음과 비교했을 때 많이 좋아진 것을 알 수 있었다.

돔 회전 구동부 레일은 총 6개로 나누어진 레일이 볼트로 연결되어 장착되어 있다. 이 연결 볼트가 풀릴 경우, 돔 회전 스프로킷과 간섭이 생겨 스프로킷이 마모됨을 확인하였다. 이에 돔을 회전시키며 볼트 결합 상태를 확인하였고 총 24개의 볼트 중 절반의 볼트가 풀려있음을 확인하였다. 풀려있던 볼트를 모두 조인 후, 스프로킷과 볼트 머리와 간섭이 생기지 않음을 확인하였다.

자. 카메라 광화이버 연결부 개선

카메라 구동에 사용되는 광화이버 케이블은 HE박스의 바깥쪽에 부착된 소켓에 연결되어 있으며, 광화이버의 특성으로 인해 케이블타이 사용을 적게하고 큰 반경을 가진 상태로 아래 쪽으로 늘어지게 구성되어있다. 그러나, 관측중 바람이 불게 되면 늘어져 있는 광케이블이 흔들리게 되고, 이로 인해 광화이버 소켓에 무리가 갈 수 있다. 이를 개선하고자 광화이버 케이블을 소프트하게 고정할 수 있는 고정판을 HE박스 옆면에 부착하였다. 가로 방향으로 28cm 세로 방향으로 10cm 크기의 3mm 두께의 테프론 판을 이용하여 케이블이 소프트하게 고정하였다. 광화이버의 상태를 보면 제일 하단부에 있는 광화이버는 피복이 약 15cm 가량 벗겨진 상태로 있으며, 하단에서 두 번째 케이블은 커넥터의 쉴드 자켓이 부서진 상태이다. 나머지 광화이버 커넥터의 상태는 양호한 편이다. 남아공과 호주에서도 고정판의 설치가 필요해 보이며, 추후 광화이버의 교체가 요구된다. 한편 초점 조정에 따라 광화이버 케이블 다발이 당겨질 수 있기 때문에 이를 고려하여 케이블을 정리하였다.

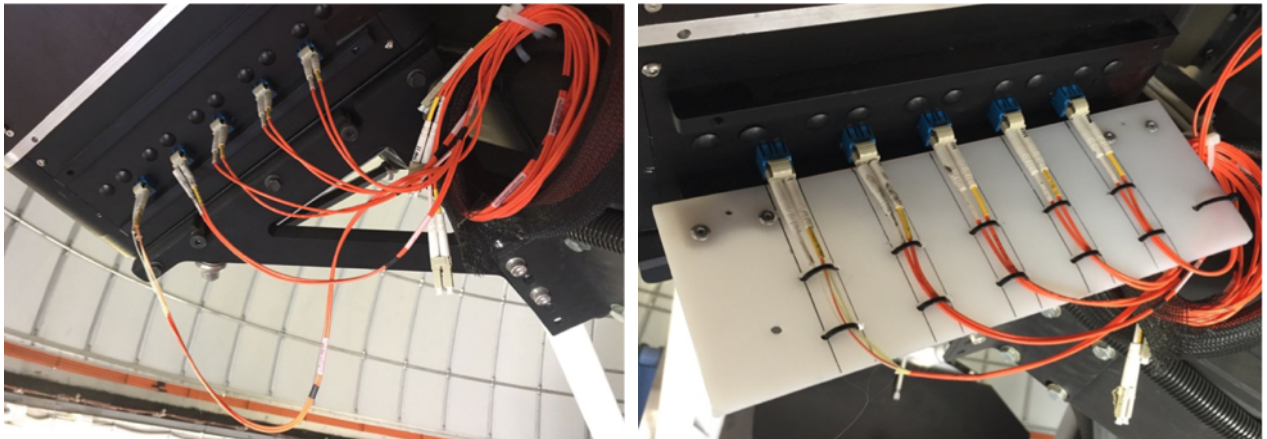


그림 8. 광다이오드의 흔들림을 방지하기 위해 추가한 고정판 설치전과 후의 모습

차. 가이드 모니터링과 틸트 콘트롤

2번 액추에이터의 교체로 인해 초점 부의 틸트를 새롭게 조정하였다. 이 과정에서 지난 번에 만든 틸트 콘트롤 코드를 업그레이드하여 틸트 조정시 많은 시간을 아낄 수 있었다. 틸트 콘트롤의 사용을 위해 관측 컴퓨터 터미널에서 `>k.ic shopen 600` 명령을 입력하여 서버를 연다. 이후 `./gmon` 과 `./tcon` 코드를 실행시킨다. `gmon` 은 각 4개의 가이드 칩에 기록된 별 영상을 모아 대표 PSF를 구성하여 화면에 보여주는 코드이고, `tcon`은 서버개폐와 틸트 및 초점 조정을 편리하게 하기 위해 GUI로 구성한 코드이다. `gmon`에서 보여주는 각 위치별 가이드 영상의 대표 PSF가 서로 대칭되며 크기가 가장 작아지는 값을 찾는 것이 주목적이다. 초점 및 틸트로 보내지는 조정값과 실제 액추에이터 움직임과는 시간적 차이와 소수점에 의한 오차 등 실제 값과는 약간의 차이가 있는 것으로 보여 진다. 따라서 액추에이터의 값을 실시간으로 읽어 디스플레이하는 프로그램을 함께 보며 조정이 필요하다. 초점 조정에 사용하는 액추에이터는 총 3개가 정삼각형 형태로 위치하고 있으며, 정남 방향의 2번 액추에이터를 기준으로 동쪽과 서쪽에 1, 3번 액추에이터가 설치되어있다. 원론적으로는 초점의 변화 없이 동서 방향의 틸트 조정을 하려면 1번과 3번 액추에이터에 동일한 값만큼 변위시키되 방향을 바꾸어 사용한다. 한편 남북방향의 변위를 위해서는 1,3번 액추에이터 2배되는 값을 방향을 바꾸어 2번 액추에이터에 적용한다. 새롭게 수정한 `tcon` 코드를 표에 나타냈다. 한편, 가이드 모니터링의 `gnuplot` 창 크기를 가로로 길게 하고 세로로 작게하여 하나의 화면에 PSF 영상과 FWHM의 시간에 따른 변화가 모두 보이도록 수정하였다. 스크립트를 구성하는 여러 코드중 하나인 `do-plotFWHM`의 터미널 세팅 부분을 `set term x11 size 800,380` 로 수정하였다.

표 1. 틸트 조정을 위해 구성한 틸트 조정 및 유틸리티 GUI 코드

```
#!/usr/bin/wish
#
# Tilt control GUI for CL
# leecu@kasi.re.kr
```

```

#
# 2018-05-02 ver 1
# 2018-11-21 Add initial variable for tilt info: iew, ins
#           Add calibrated delta movement 0.01, 0.02 0.05
#           Add feature for focus control
#

global iew
global ins
global ew
global ns
global ff
global ds

set iew +205.0
set ins -260.0
set ew $iew
set ns $ins
set ds 1
set ff 0.0

label .l1 -width 5 -text $ds -foreground Black -background Red
label .l2 -width 5 -text $ns -foreground Black -background Green
label .l3 -width 5 -text $ew -foreground Black -background Green
label .l4 -width 5 -text $ns -foreground Yellow -background Blue
label .l5 -width 5 -text $ew -foreground Yellow -background Blue
label .l6 -width 5 -text $ff -foreground Black -background Red

button .b1 -width 5 -text "N" -command "mvn"
button .b2 -width 5 -text "E" -command "mve"
button .b3 -width 5 -text "W" -command "mvw"
button .b4 -width 5 -text "S" -command "mvs"
button .b5 -width 5 -text "0.01" -command "incra"
button .b6 -width 5 -text "0.02" -command "incrb"
button .b7 -width 5 -text "0.05" -command "incrc"
button .b8 -width 5 -text "0" -command "mvo"
button .bp -width 5 -text "+" -command "fp"
button .bm -width 5 -text "-" -command "fm"

proc incra {} {
    global ds
    set ds 1
    .l1 configure -text $ds -foreground Black -background Red
    .b5 configure -state disabled
    .b6 configure -state active
    .b7 configure -state active
}

proc incrb {} {
    global ds
    set ds 5
    .l1 configure -text $ds -foreground Black -background Red
    .b5 configure -state active
    .b6 configure -state disabled
    .b7 configure -state active
}

proc incrc {} {
    global ds
    set ds 10
    .l1 configure -text $ds -foreground Black -background Red
    .b5 configure -state active
    .b6 configure -state active
    .b7 configure -state disabled
}

proc fp {} {
    global ff
    global ds

```



```

set ff [format {%0.3f} [expr {$ds / 200.0 + $ff}]]
set df [format {%0.3f} [expr {$ds / 200.0}]]
set cmd "echo abc>tc dfocus +"
append cmd $df
append cmd " | nc -w 1 -u 192.168.14.109 6660"
eval exec $cmd
.l6 configure -text $ff
}

proc fm {} {
    global ff
    global ds
    set ff [format {%0.3f} [expr {$ds / -200.0 + $ff}]]
    set df [format {%0.3f} [expr {$ds / 200.0}]]
    set cmd "echo abc>tc dfocus -"
    append cmd $df
    append cmd " | nc -w 1 -u 192.168.14.109 6660"
    eval exec $cmd
    .l6 configure -text $ff
}

proc mvn {} {
    global ns
    global ds
    set ns [format {%0.1f} [expr {$ns + $ds}]]
    set cmd "echo abc>tc dtilt +"
    append cmd $ds
    append cmd " 0.0 | nc -w 1 -u 192.168.14.109 6660"
    eval exec $cmd
    #puts $cmd
    .l4 configure -text $ns
}

proc mvs {} {
    global ns
    global ds
    set ns [format {%0.1f} [expr {$ns - $ds}]]
    set cmd "echo abc>tc dtilt -"
    append cmd $ds
    append cmd " 0.0 | nc -w 1 -u 192.168.14.109 6660"
    eval exec $cmd
    #puts $cmd
    .l4 configure -text $ns
}

proc mve {} {
    global ew
    global ds
    set ew [format {%0.1f} [expr {$ew + $ds}]]
    set cmd "echo abc>tc dtilt 0.0 +"
    append cmd $ds
    append cmd " | nc -w 1 -u 192.168.14.109 6660"
    eval exec $cmd
    #puts $cmd
    .l5 configure -text $ew
}

proc mvw {} {
    global ew
    global ds
    set ew [format {%0.1f} [expr {$ew - $ds}]]
    set cmd "echo abc>tc dtilt 0.0 -"
    append cmd $ds
    append cmd " | nc -w 1 -u 192.168.14.109 6660"
    eval exec $cmd
    #puts $cmd
    .l5 configure -text $ew
}

```

```

proc mvo {} {
    global iew
    global ins
    global ew
    global ns

    set dew [format {%0.1f} [expr {$iew - $ew}]]
    set dns [format {%0.1f} [expr {$ins - $ns}]]

    set ew $iew
    set ns $ins

    set cmd "echo abc>tc dtilt "
    append cmd $dns
    append cmd " "
    append cmd $dew
    append cmd " | nc -w 1 -u 192.168.14.109 6660"
    eval exec $cmd
    #puts $cmd
    .l4 configure -text $ns
    .l5 configure -text $ew
}

grid .bm -row 0 -column 0
grid .bp -row 0 -column 2
grid .l6 -row 3 -column 0
grid .b1 -row 0 -column 1
grid .b2 -row 1 -column 0
grid .b8 -row 1 -column 1
grid .b3 -row 1 -column 2
grid .b4 -row 2 -column 1
grid .l1 -row 4 -column 0
grid .l2 -row 3 -column 1
grid .l3 -row 3 -column 2
grid .l4 -row 4 -column 1
grid .l5 -row 4 -column 2
grid .b5 -row 5 -column 0
grid .b6 -row 5 -column 1
grid .b7 -row 5 -column 2

```

카. 관측영상 확인 코드(chknewimg) 개발

관측자들이 관측 후 science 영상을 확인하기 위해서는 현재 linux 서버에 저장된 관측영상을 네트워크를 통해 윈도우 컴퓨터로 가져온 후 MaximDL 프로그램을 이용하여 시상 및 별 형상을 확인하고 있다. chknewimg 코드는 이 과정을 좀 더 단순화 하기위해 inotifytool을 이용하여 관측된 영상이 기록되는 것을 인지하고, 특정 디렉토리에 4개 칩의 파일이 모두 저장되었는지를 확인한 후, 관측 영상이 자동으로 디스플레이 되도록 한다. 이를 위해서 ds9의 xpa 프로토콜을 사용하는데, xpa를 사용하기 위해선 .tcshrc에 setenv XPA_METHOD = local을 설정한다.

표 2. 관측 후 획득한 사이언스 영상이 자동으로 디스플레이 될 수 있도록 구성한 스크립트 코드

```

# Image inspector for Science CCD image
# by leecu@kasi.re.kr
#

```

```

# 2018-11-22 ver 1, simple function only
#
# get the current path

/usr/bin/ds9 &

inotifywait -mr --timefmt '%y%m%d %H%M' --format '%T %w %f' W
-e close_write /data | while read date time dir file; do

    FILED=${file}

    if [[ $FILED =~ "KMTN" ]];
    then
        cnt=`expr $cnt + 1`
        echo "${cnt} Date:${date} Time:${time} File: $FILED"
    fi

    if [[ $cnt > 3 ]];
    then
        echo "New four science images are obtained!!"
        FNUM=$(echo $FILED | cut -d'.' -f 3)
        sleep 1
        echo $FNUM
#        /usr/bin/ds9 -xpa local -view layout vertical -tile -height 640 -width 630 -zoom
0.032 -scale zscale ${dir}KMTNm*.$FNUM.fits -orient none ${dir}KMTNk*.$FNUM.fits -orient xy
${dir}KMTNn*.$FNUM.fits -orient xy ${dir}KMTNt*.$FNUM.fits -orient none

        xpsaset -p ds9 view layout vertical
        xpsaset -p ds9 tile grid layout 2 2
        xpsaset -p ds9 tile yes
        xpsaset -p ds9 scale zscale

        xpsaset -p ds9 frame 1
        xpsaset -p ds9 fits ${dir}KMTNm*.$FNUM.fits
        xpsaset -p ds9 orient none
        xpsaset -p ds9 frame 2
        xpsaset -p ds9 fits ${dir}KMTNk*.$FNUM.fits
        xpsaset -p ds9 orient xy
        xpsaset -p ds9 frame 3
        xpsaset -p ds9 fits ${dir}KMTNn*.$FNUM.fits
        xpsaset -p ds9 orient xy
        xpsaset -p ds9 frame 4
        xpsaset -p ds9 fits ${dir}KMTNt*.$FNUM.fits
        xpsaset -p ds9 orient none

        cnt=0
    fi
done

```

타. H-alpha 필터 교체 작업

H-alpha 필터 관측을 위해 H-alpha 필터로 교체하였다. 그러나 H-alpha 전용 FSA가 없기 때문에 SDSS 필터의 z 필터 자리에 H-alpha 필터를 대체하여 넣었다. 올해 중순에 BVRI FSA 커플링이 파손되어 SDSS FSA의 z 필터와 연결된 커플링을 빼내어 사용하였기 때문에 추가로 커플링이 필요하였다. 그래서 BVRI FSA의 커플링을 하나 빼내어 설치하였고, 커플링은 예비품은 내년에 확보해 관측소로 보낼 계획이다. H-alpha 필터를 장착 후, 한국에서 수정해간 KMTNet control software를 다시 설치해 관측 영상 헤더에 정확한 필터명이 기록될 수 있도록 하였다(그림 9)

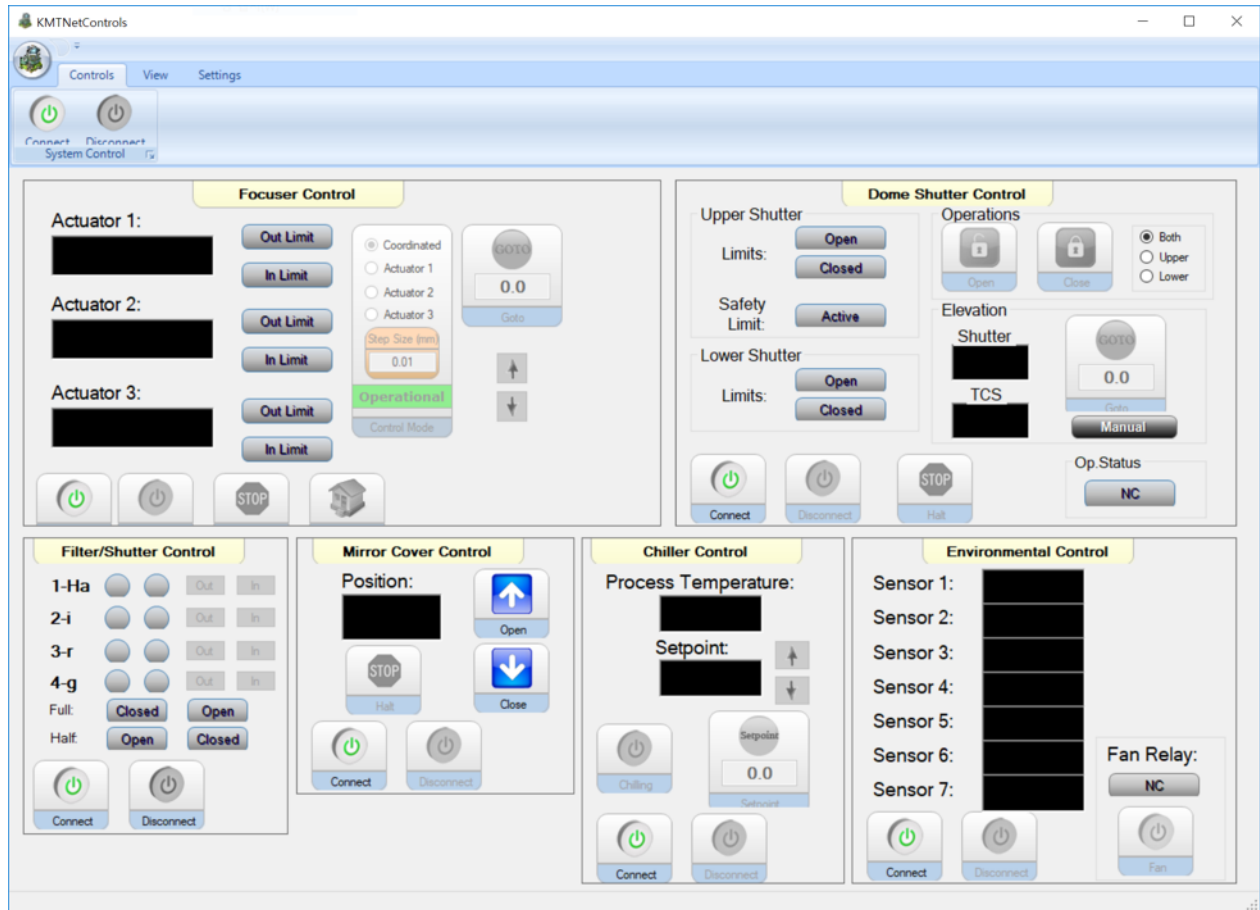


그림 9. H-alpha 필터 사용을 위해 수정한 KMTNet control software

파. 기타 작업

작년 출장 때 알루미늄 블록을 추가하여 미리 커버 액추에이터가 동작할 때 피아노 경첩 하단 마운트부분이 흔들리는 것을 보완한 바 있다. 경첩과 힌지 모두 상태가 양호하며, 개폐 시 큰 소음없이 잘 동작하는 것을 확인했다. 스노우건의 밸브로 이루어진 손잡이 부분에 로프를 감아 잡는 부분의 안정감을 높였다. ㄱ 자 형태의 엘보우를 연결하여 실린더 연결부와 스노우건 메탈 호스의 연결에 간섭을 최소화시켰다. 작동 상태는 양호함을 확인했다. 전기모템의 고장에 대비하여 대체품으로 구성한 UNICORN 사의 PL-200V 전기모템을 테스트하고 잘 작동함을 확인했다. 하단부의 돔 컨트롤러에 전기 모템의 전원선과 랜선 2개를 아무 곳에 연결한다. 상단부에는 버튼 스위치가 없는 컨트롤러를 열고 전기 모템 자리의 전원과 랜선 2개를 새로운 장치와 연결한다. 육안 검사 결과 오일이 넘친 흔적은 있었으나 오일 컴프레서의 펌프 안에 들어있는 오일의 양은 12.5cm 였다. 남아공과 호주의 경우 대략 11cm 였던 것에 비하면 기름의 양이 조금 많은 편이다. 격주로 진행되는 CO2 가스를 사용한 주경 먼 청소를 위해 새로 제작한 스노우건을 설치하고 시험하였다(그림 10). 이로서 세 관측소 모두 새로운 스노우건이 설치되었고, 새로운 장치를 사용하여 주경 먼 청소를 하기 위한 procedure를 정리하여 관측자에게 전달하였다.



그림 10. 주경 면 청소를 위한 CO2 실린더와 고소작업대 위치(좌)와 작업 장면(우)

하. 기술지원 회의

CTIO 대장 Steve Hethecote, TELOPS 매니저 Esteban Parkes와 돔 셔터레일 교체시 기술지원에 대해 논의하였다. 구체적으로 논의된 내용을 정리하였다.

(1) 12월 첫째주에 Esteban Parkes 가 메카니컬 기술진들과 함께 돔에 배송되어있는 셔터레일 3조각을 서로 용접하여 하나의 셔터로 만드는 것이 가능한지 조사할 것이며, 이때 어떤 중장비가 필요한지, 몇 명의 기술진이 필요한지 그리고 얼마나 많은 시간이 들 지에 대해 대략적인 조사를 하고 결과를 알려주기로 했다.

(2) 셔터레일의 준비는 3가지 가능성에 대해 이야기했는데, 첫째는 미국에서 폴셋트의 형태로 CTIO까지 수입해 오는 것이고, 둘째는 부피를 줄이기 위해 셔터를 3조각으로 나누어서 수입한 후 용접하여 폴셋트 길이로 만들어 사용하는 방법이다, 셋째는 칠레 현지에서 제작하는 방법으로 정확한 도면이 필요하다. 세 번째 방법에 대해서는 사전준비와 정확한 도면이 필요하기 때문에 우선순위에서 제외시켰다. 일단은 폴셋트로 수입하는 것에 비중을 두고 작업을 진행한다.

(3) 미국에서 CTIO까지의 배송방법은 Steve가 AURA 배송시스템을 이용하여 처리할 수 있음을 시사했다. AURA 배송시스템을 이용할 경우 요청에서 배송까지 소요되는 시간은 한 달이 걸리므로 내년 초가 되면 바로 계약을 하고 작업을 진행해야 한다. 비용의 추정을 위해서는 포장된 제품의 가로, 세로 크기 및 중량에 대한 재원을 사전에 알아야 하며, 이를 위해

Ash 돔 회사를 접촉하여 작업을 진행할 계획이다.

(4) Ash 돔으로부터 설치방법에 대한 instruction을 받아 관련 문서를 CTIO TELOPS 팀에 전달할 계획이다.

(5) 일단 셔터가 준비되면 설치시기는 3월중으로 생각하고 있으며, 작업 기간은 최대 일주일 이내가 될 것으로 예상한다.

(6) 칠레에서 이루어진 시스템 업그레이드 성과에 대해 이야기하고 관측자들의 산에서의 생활에 대해 이야기했으며, 특별히 문제가 될 만한 사항은 없다고 정리되었다.