

레이저 위성 거리측정 시스템(SLR)용 추적마운트 제작 시방서

2011. 04.



한국기계연구원
KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS

< 목 차 >

1. 용 도
2. 규 격
3. 제작사양
4. 시험 및 검사
5. 납품, 설치, 시운전 및 성능시험
6. 제품의 표시 및 포장
7. 하자보증
8. Spare Parts

1. 용 도

- 1) 레이저 위성 거리측정 (SLR, satellite laser ranging) 시스템은 레이저 빛을 지상의 송신망원경에서 위성으로 발사하고 이 빛을 위성의 레이저반사경에 의하여 역 반사시켜 지상의 수신망원경으로 돌아오는 신호의 절대시간을 측정하여 지상과 위성간의 거리를 정밀하게 측정하는 시스템임.
- 2) 추적마운트는 마운트 베이스 및 프레임, 축 구동부 등으로 구성되어있으며 제작되는 추적마운트에 레이저 광학계가 부착되어 위성을 추적하게 되므로 이들 각각의 기계적 메커니즘 및 가공/조립정밀도가 매우 정밀하여야함.
- 3) 이동형 SLR 추적마운트, Rising Block 제작 검증 및 실전운영.
- 4) 실전운영에 필요한 SLR 추적 제어기 개발 및 검증.

2. 규 격

- 1) 추적 마운트 크기 : 1600mm * 1000mm * 3650mm
- 2) Weight : Max 3.2ton이하
- 3) 구동축(방위/고도축) 베어링의 축방향 흔들림 : $5\mu\text{m}$ 이하
- 4) 구동축(방위/고도축) 베어링의 반경방향 흔들림 : $5\mu\text{m}$ 이하
- 5) 고도축 양단의 직진도 및 정렬 오차 : $8\mu\text{m}$ 이하
- 6) 방위축과 고도축 사이의 수직정렬 오차 : $8\mu\text{m}$ 이하
- 7) 고도축의 반복회전정밀도(구동범위 $\pm 95^\circ$) : $8\mu\text{m}$ 이하
- 8) 방위축의 반복회전정밀도(구동범위 $\pm 360^\circ$) : $8\mu\text{m}$ 이하
- 9) 경통의 unbalance 양 : 고도축 중심으로 0.1kg이하
- 10) 구동축 베어링 상부 조립체의 unbalance 양 : 방위축 중심으로 0.1kg이하

3. 제작 사양

3.1 일반적 개념

- 1) 추적마운트는 각 구동축 구조물이 구조적 건고성 및 안정성을 확보하고 이 외에 고도축 및 방위축 간의 직진도, 광학계 부착부분의 정렬 정밀도, 조립 밸런싱 등이 확보되도록 제작되어야한다. 아래에 레이저 위치 추적마운트의 외형 형상도를 표시하였다.

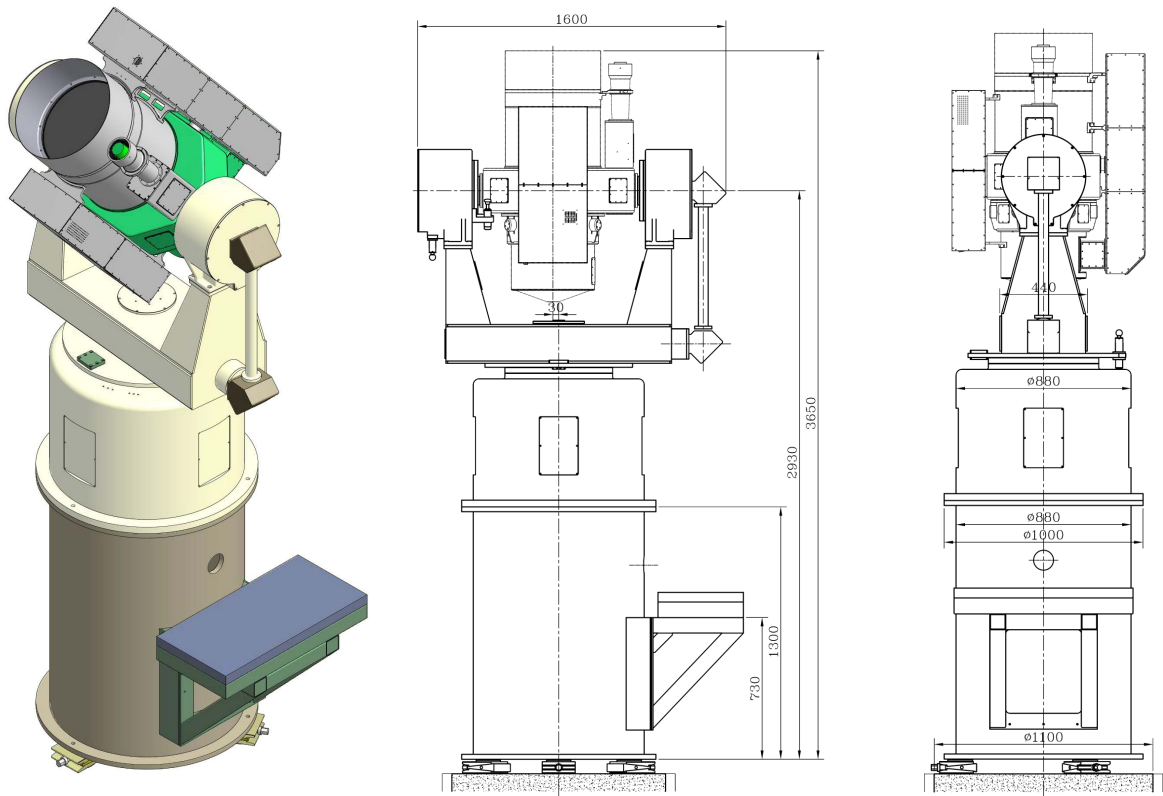


그림 1. 레이저 위치 추적마운트의 형상도

- 2) 추적마운트의 형상은 구경 40cm의 수신광학계와 구경 10cm 송신광학계를 지지할 수 있어야 한다.
- 3) 추적마운트는 방위축과 고도축의 두 축을 동시에 구동하여 송수신 광학계를 원하는 위치로 구동할 수 있는 경위대 방식의 형상이다.
- 4) 추적마운트는 광도파로를 통해 송신된 광은 인공위성체에서 Return되어 수신된 광을 전자측정 및 분석 장치로 보내진다.
- 5) 추적마운트는 광학계를 안정적으로 지지할 수 있는 구조적 안정성이 확보되어야 한다.
- 6) 추적마운트 구동 시 추적오차를 최소화할 수 있도록 모든 부품은 정밀하게 가공, 조립되어야 한다.
- 7) 마운트 기계프레임 상에는 마운트 구동을 기계적으로 비상 정지하기 위한 Limit와 Emergency Brake의 주변장치로 이루어진다.
- 8) 마운트의 구조적 안정성과 강인성을 확보하면서 최대한 경량화 되도록 제작한다.
- 9) 베이스 위에 추적마운트를 설치하기 위하여 tilt를 조절하기 위한 tilt alignment 기구부를 두었다.
- 10) 도장은 분체도장으로 열처리하며 색상은 밝은 White Ivory로 한다.

3.2 축 구동부

- 1) 축 구동부 AZ-axis, EL-axis는 Cross-Roller Bearing (THK 정밀급 규격 상용제품사용)

radial : $\pm 5\mu\text{m}/\text{TIR}(180')$, axial : $\pm 5\mu\text{m}/\text{TIR}(180')$ (조립정도)

Cross-roller Bearing (THK 정밀급) & Angular Contact Bearing

radial : $\pm 3\mu\text{m}/90\text{deg}$, axial : $\pm 3\mu\text{m}/90\text{deg}$ (조립정도)

- 2) 방위축 및 고도축 구동부는 축 구동부의 회전으로 인한 기계적 마찰을 최소화함으로써 기계적 구동정밀도를 확보할 수 있는 메커니즘으로 제작한다.
- 3) 축 구동부의 기계적 정밀도는 마운트의 기계적 지향정밀도를 확보하기 위한 기본적인 요소로서, 최대한 정밀하게 가공 및 조립한다.

3.3 허용 하중

○ EL-axis : 베어링 강성기준 내, AZ-axis : 베어링 강성기준 내

3.4 축 구동부 베어링 설치면

축 구동부 베어링 설치 면은 베어링 반경 방향 및 축 방향 흔들림 오차가 P2급($5\mu\text{m}$)이하의 정밀한 제품을 사용하므로, 베어링 Maker에서 요구하는 베어링 설치 면의 설치방법 및 가공정밀도에 준하여 가공 및 조립한다.

3.5 축 구동부 모터 설치면

- 1) 축 구동부 모터는 직접구동방식 (Direct Drive)의 중공형 모터 방식으로써 추적마운트의 방위축과 고도축이 베어링의 마찰 부하를 이기고 안정적이며 충분한 가속성능을 발휘할 수 있는 토크성능을 가진 제품으로 설치한다.

(사급)

- 2) 축 구동부 모터가 설치되는 축 샤프트 기계부는 모터 제작업체에서 제공되는 설치도면에 준하여 모터 설치를 위한 기계부 가공정밀도 및 조립을 위한 공차 등을 만족하도록 가공 및 조립한다.

3.6 축 구동부 엔코더 설치

- 1) 축 구동부 엔코더는 반드시 링형태의 중공형 엔코더 방식으로써, 회전주파수 오차를 제거하기 위해 2개의 헤드를 가지며, 1회전 당 24bit이상의 분해능을 가지는 광학식 제품사용. (사급)

- 2) 축 구동부의 구동모터와 연계하여 구동모터의 움직임을 정확히 감지하여야 하므로, 구동 모터 축과 링 엔코더 축 정렬이 정확히 이루어지도록 엔코더 제작업체의 설치사양에 준하여 정밀하게 엔코더 링 및 설치 면을 가공하여 조립한다.

3.7 동작범위

- EL-axis : $\pm 95^\circ$, AZ-axis : $\pm 360^\circ$

3.8 동작속도

- EL-axis : 20 deg/sec, AZ-axis : 10 deg/sec

3.9 동작 정확도 (추적마운트의 최종 지향정밀도 목표)

- EL-axis : 2arc-second 이내 (servo/정밀 encoder구현),
AZ-axis : 2arc-second 이내 (servo/정밀 encoder구현).

3.10 조립

- 1) 조립 시 연구원측에 참석 요청을 하여야한다.
- 2) 각 축의 베어링 조립 후 베어링의 레이디얼 방향 및 축방향의 흔들림 정밀도를 측정하여 $5\mu\text{m}$ 이하의 오차로 한다. (모터 조립 설치 및 예압 후의 상태에서 베어링 Maker의 회전정도 측정방법에 준하는 측정 방안 제시.)
- 3) 각 축의 베어링은 조립 후 회전시켰을 때 구동모터의 동작범위내의 마찰부하를 가지도록 회전시켰을 때 부드럽게 동작되도록 조립한다.
- 4) 고도축 양단의 직진도, 고도축과 방위축사이의 수직축 정렬이 확보되도록 조립한다.
- 5) 고도축 양단의 직진도 및 고도축과 방위축 사이의 수직 정렬을 위한 조립 정밀도는 $8\mu\text{m}$ 이하의 오차로 한다.
- 6) 조립 후 각 축을 반복 회전시켰을 때 고도축은 반복회전정밀도 $8\mu\text{m}$ 이하, 방위축은 반복회전정밀도 $8\mu\text{m}$ 이하가 되어야한다. 반복회전정밀도는 축 방향, 반경방향 모두 측정해야 한다.
(조립 완료 후의 각 축 가공도/직진/정렬도 종합 측정시험임.)
- 7) 경통은 고도축 중심에 대해 정확한 무게 발란싱이 유지되도록 제작, 방위축 회전중심에 대해 전후좌우가 0.1kg 이하의 정확한 발란싱이 되도록 조립 한다. (방위축 중심으로 경통의 좌우/전후/상하 balance 임.)

- 8) 방위축 베어링부에 얹히는 Fork 부분은 방위축 회전 중심에 대해 0.01kg이하의 정확한 발란싱이 되도록 조립한다. (Fork 좌우 방향 balance 임)
- 9) 조립볼트는 규격에 맞는 토크로 체결한다.
- 10) 조립볼트는 고장력 볼트를 사용하며, 특별히 지정하는 부위는 SUS 재질의 제품을 사용한다.

4. 시험 및 검사

- 재료검사, 반제품검사, 용접검사, 치수검사 등의 주요검사 수행 시 발주자 임회를 요청하여야 한다.
- 계약자는 제작검사 전 입회검사요청서, 검사계획서 등을 발주자에게 제출하여야 한다.
- 본 시방서에 제시된 제작사양 및 규격은 반드시 충족해야한다.
- 3절의 제작사양에서 요구한 규격대로 제작 및 조립이 이루어 졌는지를 확인하기 위하여 제작자는 계약 후 1개월 이내에 검사 Jig를 포함한 검사절차서 및 검사 sheet를 발주처에 문서 및 도면으로 제출하여 승인을 받은 후 검사를 수행하여야 한다.
- 제작사는 부품가공, 조립 및 정렬 측정 등의 각 단계별 검사에 있어 연구원에 검사 입회 요청을 하여야 하며, 연구원에서는 부품 가공/조립/측정 검사에 입회한다.

4.1 치수검사

- 1) 치수 검사는 기 승인된 도면에 준하여 버니어캘리퍼스 또는 게이지, 수평기, 내 외경 마이크로메타 등의 측정 기구를 이용하여 주요 치수를 측정하여 도면에 기재된 허용오차 혹은 관련 사양의 만족 여부를 검사한다.
- 2) 치수 검사는 각각의 단위 부품별 및 용접 조립 후 조립 부품별로 실시한다.
- 3) 계약자는 조립된 추적마운트의 납품이전에 각 제작공정별 부품에 대한 검수결과를 연구원측에 제출하여야한다.
- 4) 연구원측이 요구하는 경우 연구원측에서 직접 부품검수를 할 수 있어야한다.
- 5) 계약자는 각 제작공정별 사진을 납품 이전에 연구원측에 제출하여야 한다.
- 4) 계약자는 제품의 가공치수 및 조립과 관련된 치수를 측정하여 측정 sheet를 납품 이전에 제출하도록 한다. 측정 시에는 반드시 연구원 관계자가 배석

한 상에서 수행하여야 한다. 측정 sheet는 연구원과 계약자가 협의에 의한 양식으로 결정한다.

- 5) 계약자는 연구원측이 요구하는 경우 검수방법의 타당성을 증명할 수 있어야 한다

4.2 조립 후, 베어링의 흔들림 정밀도 측정 검사

각 축의 모터 및 베어링 등 축 구동부 조립 후, 예압을 가한 상태에서 각 축 베어링의 래디얼방향 및 축방향의 흔들림 정밀도를 측정하여 5um 이하의 오차를 가지고 있음을 확인하기 위한 검사를 수행한다.

4.3 고도축 양단 직진도 및 정렬 검사

고도축 양단의 직진도 및 정렬을 위한 조립 정밀도가 8um이하의 오차를 갖는지 확인하기 위한 검사를 수행한다.

- 1) 측정기준원 작업 ⇒ 가공설정 (master 조립)
- 2) 측정기준은 동작 spec기준으로 측정 : 기준점시
- 3) 측정 point 설치 (기준 거리 설정/측정 기준 가공) 측정 기준용 block 설치

4.4 방위축과 고도축 수직정렬 정밀도 측정검사

고도축과 방위축 수직 정렬 조립 정밀도가 8um이하의 오차를 갖는지 확인하기 위한 검사를 수행한다.

4.5 조립 후 각 축의 반복 회전정밀도 측정검사

조립 후 각 축을 반복 회전시켰을 때 고도축과 방위축의 반복 회전정밀도가 8um이하 인지를 확인하기 위한 검사로서, 축 방향, 반경방향 모두 측정해야 한다.

- 1) EL, AZ-axis전주 측정 장치 (궤적 측정) 8um 이내
- 2) Tracker : 3지점 측정, 측정 보고서 작성 제출한다.

4.6 재료검사

- 1) 철강 재료의 재질 검사는 재료의 원재료 검사 성적서(Mill Sheet)로 같음 한다.
- 2) 자재 표면상의 결함 유무(모서리부 Lamination, Shearing, Crack 등)를 확

인한다.

4.7 용접검사

- 1) 용접사 자격 : AWS D1.1에 따라 검증된 용접사가 작업을 수행한다.
- 2) 용접 시방서 : 용접 시방서는 시공 전에 검토 및 승인 후 작업 될 수 있도록 한다.

4.8 Fork 및 경통 무게 Balance 확인 검사

Fork는 방위축 중심으로 좌우 무게 균형을, 경통은 고도축을 중심으로 상하/좌우/전후로 무게 균형을 유지하는지 확인하는 검사.

4.9 인수검사

- 계약자는 제품 납기 3일 전까지 연구원에서 지정한 장소에 제품을 설치한 후 검수담당부서에 검수요청을 하여야 하며 검사기준 내용은 구매제품과 동일한지 여부를 판정하여 검수 보고한다.

5. 납품, 설치, 시운전 및 성능시험

5.1 납품

- 1) 납품일 : 계약 후 60일 이내에 아래 최종 납품장소에 납품하여야 한다.
- 2) 납품장소 : 한국기계연구원 연구7동 실험실

5.2 납품완료

- 1) 계약자는 제품에 대한 시험 및 검사를 한 후 한국기계연구원의 담당자에게 확인을 받아 계약자 부담으로 계약납기일까지 설치장소에 운반 및 설치하고 성능시험을 완료하여야 한다.
- 2) 설치, 시운전 및 성능시험 : 제품이 도입되기 전 한국기계연구원이 지정한 설치장소를 사전 점검하여 설치에 필요한 제반 사항을 점검하고 필요한 장비를 확보한다.
- 3) 계약자는 제품의 건전성 확인, 구성품의 변형 여부 등을 평가하는 성능시험을 검수부서 담당자 입회하에 실험실에서 수행하여야 한다.
- 4) 모든 경비는 을이 지불하는 것을 원칙으로 한다.
- 5) 계약자는 최종성과물에 대하여 불합격 판정을 받았을 경우, 서류로서 근거 남기고 계약자가 소요경비를 부담하여 수정작업을 실시하여야 한다.

- 6) 계약자는 최종 제작된 추적마운트를 완전하게 조립하여 납품하여야 한다.
- 7) 계약자는 조립검사가 완료된 상태 그대로 추적마운트를 납품장소로 안전하게 이동 설치하여야 하며, 발주처의 요청 시 조립정렬오차의 확인을 위한 정렬검사를 다시 수행한다.
- 8) 계약자는 추적마운트 이동 및 설치에 필요한 Lift Jig를 제작하여 추적마운트와 함께 납품하여야 한다.

6.1 표시

6.2 포장

7. 하자보증

계약자는 추적마운트 납품 시 제공된 제작사양서에 따라 제작되었음을 보증하여야 한다.

8. Spare Parts (협 의)