안테나 포지셔너 방위각 구동 미케니즘 설계

Mechanism Design for Driving Azimuth of an Antenna Positioner *장태호, *김영식

*Taeho Jang, [#]Youngshik Kim(youngshik@hanbat.ac.kr) 한밭대학교 기계공학부

Key words: Antenna positioner, Split gear, Azimuth, Wind speed

1. 서론

기존 안테나 제품들의 방위각 구동부 설계 방식을 조사해보면 체인 벨트[1], 타이밍 벨트[2], 와이어[3], rack[4] 등이 사용되었다. 우리는 기존 제품과달리 단순하면서도 효율적 회전을 고려하여 베어링 방식으로 방위각 부분을 설계(설계 1, 설계 2)하였다.

또한 이 논문에서는 안테나 포지셔너(Fig. 1)의 안정성을 고려하여 방위각 조절 기기계부를 설계하였다. 넓은 반사판으로 인해 풍하중의 영향을 크게 받는 안테나 포지셔너는 구조물에 생기는 응력을 해석하고 구동에 필요한 동력을 계산하여 구조적으로 안정한 회전 구조물을 설계를 실행할 필요가 있다.

구동부와 포지셔너 구조물에 풍하중에 의해 굽힘 하중이 작용할 때의 안정성을 고려하기 위하여주어진 최대 풍속 v_A 로으로부터 (1)식을 적용하여최대 속도압을 구할 수 있다[5].

$$P = \frac{1}{2} \rho v_A^2 \, \cdots \, (1)$$

그리고 $F = PC_DA$ 식을 사용하여 안테나 반사판에 작용하는 풍하중 F를 구할 수 있다. 여기서 C_D 는 단면에 대한 항력계수 [6], 단면적은 $A = \pi r^2$ 이다.

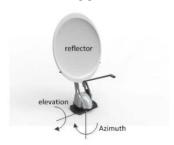


Fig. 1. Antenna positioner.

2. 설계 1

설계 1에서는 방위각 구동부 가운데에 볼베어링 (적색), 사이드에도 지지용 볼 롤러(청색) 10개를 사용하여 Fig. 2처럼 설계를 하였다. 하지만 베어링 볼 재질은 steel이고 구조물 재질은 aluminum이므로 주변 구조물과 점접촉을 하는 베어링 볼이 더약한 재질의 구조물을 마모시켜 유격이 발생할 가능성이 있다는 문제점이 발견되었다. 또한 볼베어링은 스러스트 하중보다 레이디얼 하중에 적합하기 때문에, 스러스트 하중을 항상 받고 있는 본 구조물에는 적합하지 않다. 이와 같은 문제점들을 개선하기위하여 Fig. 3 같이 디자인을 수정하였다.

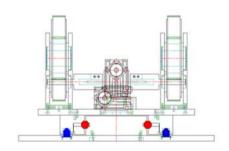


Fig. 2. Mechanism design 1 for driving azimuth.

3. 설계 2

구조물이 마모되는 원인인 점접촉을 없애고 스러스트 하중에 적합한 베어링을 사용하기 위해볼 베어링 대신 테이퍼 롤러 베어링을 사용하였다. 테이퍼 롤러 베어링은 레이디얼 하중과 한 방향스러스트 하중의 합성 하중에 대한 부하 능력이크기 때문에[7] 구조물의 무게로 인한 스러스트하중과 풍하중에 의한 레이디얼 하중을 동시에 받을수 있는 본 안테나에 적합하다. Fig. 3.에서 볼 수

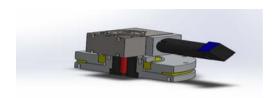


Fig. 3. Mechanism design 2 for driving azimuth.

있듯이, 스러스트 베어링과 테이퍼 베어링(노란색)을 사용하여 원활한 회전을 하면서 베어링과 주변 구조물 사이의 면접촉을 통해 풍하중에 의한 유격 가능성을 없앴고, 하중에 관한 부하 능력을 안정적으로 설계하였다. 구동은 중심 홀에 웜감속기 축(빨간색)을 삽입하여 운전하도록 설계하였다. 그리고 중심 홀에 삽입되는 웜감속기 축의 안정성을 해석하였다. FEM해석을 통해 안테나무게로 인한 모멘트 발생 시 방위각 웜감속기 축에 작용하는 응력값이 2.32 GPa으로 축 재질(1.4305 stainless)의 항복응력 0.48 GPa보다 크므로 부재가파단될 수 있다는 결과를 얻었다.

위의 문제를 해결하고, 안테나 자체의 전선 배열의 편리성을 위해, Azimuth 회전부 중심 홀에 삽입되는 웜 감속기 출력축을 외각으로 이동시키고기어로 구동하게 설계를 변경하였다. 그리고 파손시 유지보수 및 교체 시 용이성을 위하여 기어를 구동 방식에 적용하였다. 특히 split gear 방식을 적용하여 백래쉬를 zero에 가깝게 설계하여 전체시스템의 백래쉬를 줄였다. 7.5:1의 기어비를 적용하여 FEM 해석한 결과, 축에 생기는 응력은 0.31 GPa으로 구조적으로 안전함을 확인하였다. Fig. 3은 안테나 포지셔너 시스템의 구동 개략도 이다.

4. 결과

이 연구를 통해 스러스트, 레이디얼 하중을 받는 안테나 방위각 회전 부위에 테이퍼, 스러스트 베어링을 사용하여 안정적인 설계(설계 2)를 하였 으며, 경사에 의해 차량이 기울어질 때, 안테나의 무게로 방위각 축에 작용하는 토크값을 계산하여 해석한 결과, 축이 외각에 위치하고 기어비를 사용 할 때 더 적은 응력값을 받아 구조적으로 안전함을 알 수 있다.

후기

본 연구는 중소기업청 산학연 공동 기술개발과제에 지원을 받아 수행되었습니다.

참고 문헌

- Gary Baker, Spokane, WA, "Automatic satellite tracking system Pub. No.: US 2009/0295654 A1".
- 2. 위월드 주식회사, "개선된 이동체 탑재 위성추적 안테나 시스템 및 그 동작방법".
- James Lawrence Dale, "High precision positioning apparatus having rotating driving element and a rotating driven element".
- 4. wayne Holt," roller based antenna positioner".
- 5. 조도연, 풍속을 고려한 안테나 포지셔너 시스템 의 해석과 설계 방안, 한국정밀공학회.
- 6. 한국도로공사 도로연구소, "특수교량의 설계 및 제작지침연구"
- 7. 강형모, "기계설계", 332-333.

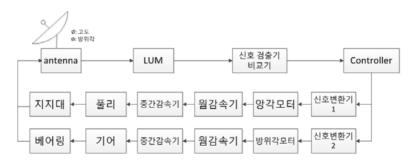


Fig. 4. Operational schematics of an antenna positioner system.