

# X-밴드 안테나 구동에 따른 자세제어 성능 분석

## Analysis of Attitude Control Performance during X-band Antenna Maneuver

강우용† · 서현호\* · 임조령\* · 최홍택\*  
**Wooyong Kang, Hyunho Seo, Jo Ryeong Yim, Hong-Taek Choi**

### 1. 서 론

고기동 저궤도 위성에는 지상국과 교신을 위해 2축 짐벌(Gimbal) 모터 구동기를 장착한 X-band 안테나(XAA)가 장착된다. X-band 안테나는 빔 폭이 좁은 X-band를 사용하므로 위성 기동 중 지상국과 통신을 위해서는 짐벌 모터의 민첩한 구동이 필요하다. X-band 안테나의 구동 시 모멘텀 변화에 의한 외란 토크가 생성되며 이로 인해 자세제어 성능 저하가 발생할 수 있다<sup>(1)</sup>. 그러므로 본 논문에서는 자세제어성능해석 시뮬레이터(KOMPSIM)를 이용하여 X-band 안테나 구동에 따른 고기동 저궤도 위성의 자세제어 영향을 분석한 후 그 결과를 제시한다.

### 2. X-band 구동 외란

#### 2.1 X-band 구동 특성

X-band 안테나는 Azimuth 축과 Elevation 축으로 회전을 하며 Azimuth축의 경우 0~360deg, Elevation 축의 경우 15~145deg의 회전 반경을 가진다<sup>(2)</sup>. X-band 안테나의 Azimuth 방향 구동 가속도는 위성의 요 축(Z)으로 Elevation 방향 구동 가속도는 위성의 롤 축(X)과 피치 축 (Y)에 투영되어 외란으로 작용하게 된다. X-band 안테나의 구동에 의한 외란의 크기는 X-band 안테나의 MOI(Moment of Inertial)와 구동 가속도를 이용하여 계산된다.

#### 2.2 X-band 구동 외란 분석

X-band 안테나 구동 시 발생하는 외란 토크는 TPF(Target Parameter File)에 따라 다르다. 이 중 임무 수행 기간 중에 발생할 수 있는 Worst Case를 고려하여 X-band 안테나 구동 시 발생하는 외란 영향을 분석 할 필요가 있다. 본 논문에서는 Figure 1과 같은 구동을 하는 경우를 Worst Case로 가정하고 분석을 수행하였다. Worst Case로 사용한 TPF를 이용할 경우 Azimuth 방향으로서는 최대 -178deg, Elevation 방향으로서는 최대 75deg로 기동을 한다. 이 기동에 구동 외란은 Figure 2와 같다.

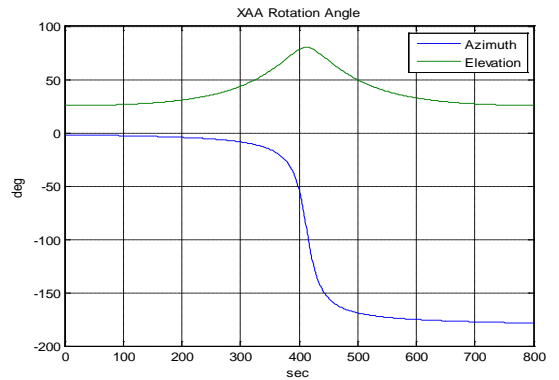


Figure 1 XAA Rotation Angle

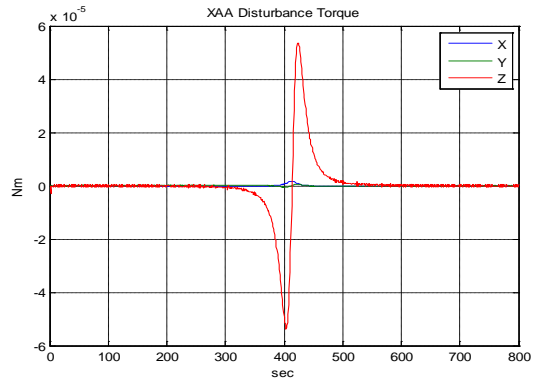


Figure 2 XAA Disturbance Torque

† 교신저자; 강우용, 한국항공우주연구원 위성제어팀  
 E-mail : kang79@kari.re.kr  
 Tel : 042-860-2791, Fax : 042-860-2608  
 \* 한국항공우주연구원 위성제어팀

### 3.구동 외란에 의한 자세제어 영향

X-band 안테나 구동에 따른 위성의 자세제어 성능을 분석하기 위해서 자세제어 성능해석 시뮬레이터를 이용하여 분석을 수행하였다. X-band 안테나 외란은 Figure 3에서와 같이 TP(Target Pointing) 서브모드 자세기동 이후 정상상태에서 6200~7000초 사이에 인가하였다. 그 결과 Figure 4에서와 같이 위성에 작용하는 외란이 X-band 안테나 외란이 없을 때 보다 증가함을 확인 할 수 있다. 특히, X-band 안테나의 외란이 위성의 요축(Z)으로 크게 작용하므로 6800초 부근에서 다른 축에 비해서 차이가 크음을 확인 할 수 있다.

X-band 안테나의 구동 시 자세제어 성능을 확인하기 위해 제어오차(Control error)를 분석하였다. 제어 오차의 경우 Figure 5에서와 같이 X-band 안테나가 구동하는 구간에서 큰 변화 없이 0.002deg 이내임을 확인 할 수 있으며 이는 성능 요구사항을 만족한다. 또한, X-band 안테나의 구동 외란이 가장 큰 6800초 구간에서 큰 변화가 없음을 알 수 있다. 이는 Fig 4에서 볼 수 있듯이 X-band 안테나 구동에 의한 외란 토크가 위성에 작용되는 외란 토크에 비해 크지 않으므로 제어 성능에 영향을 주지 못하는 것으로 판단된다.

### 4. 결 론

자세제어 성능해석 시뮬레이터를 이용하여 X-band 안테나 구동에 따른 고기동 저궤도 위성의 자세제어 성능을 분석하였다. 분석 결과 X-band 안테나 구동에 따라 위성의 요축(Z) 방향으로 최대  $5.6e-5$  Nm외란 토크가 발생하였으나 자세제어 성능에는 변화가 없음을 확인하였다.

### 참고 문헌

- (1) 이선호 외, 인공위성 안테나 구동외란 분석을 통한 강인제어기 재설계 기법, 한국소음진동공학회 2010년 춘계학술대회논문집, pp. 706~707
- (2) 김대관 외, 2축 짐벌 시스템을 갖는 X-band 안테나의 미소진동 시험, 항공우주공학회 2010년 춘계학술대회 논문집, pp.927~930

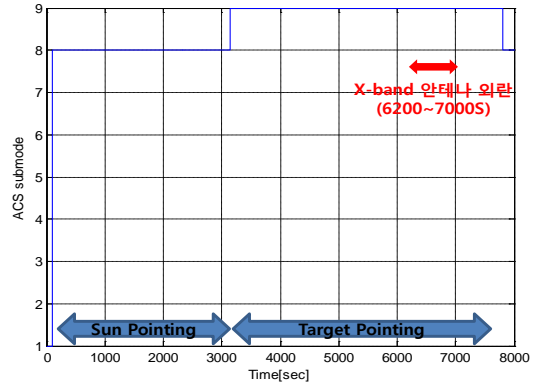


Figure 3 Maneuver Sequence

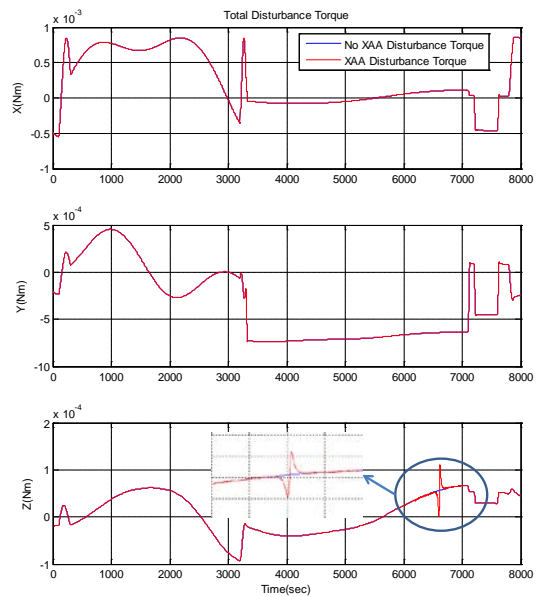


Figure 4 Satellite Disturbance Torque

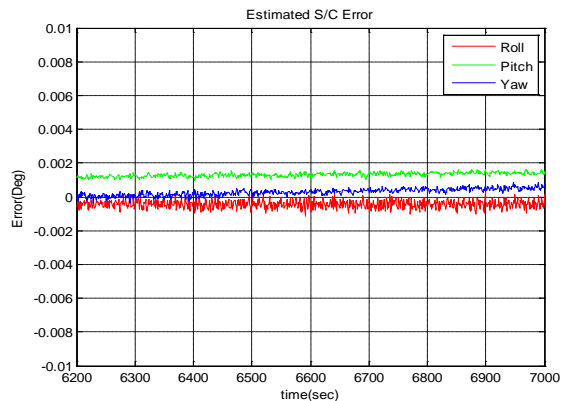


Figure 5 Control Error