

# 궤도상 위성에 나타나는 저주파 진동 특성

## Characteristics of On-Orbit Low Frequency Data of Satellite

오시환\* †  
Shi-Hwan Oh

### 1. 서 론

궤도 상 인공위성의 자세 관련 데이터에는 다양한 주파수 성분이 관찰되며 이들은 여러 가지 요인에 의해 기인한다. 위성이 지구를 회전하는 한 궤도 동안 한 주기 또는 수주기를 가지고 발생하는 성분들은 궤도와 관련된 요인으로 인하여 발생하는 것들이 많이 있으며 구동기의 운용에 따라 추가적인 저주파 진동들이 불규칙적으로 발생하기도 한다. 본 연구에서는 이러한 저주파 요소들의 특징을 파악하고 그 원인을 분석하였다.

### 2. 위성 자세 관련 데이터에 나타나는 저주파 요소

지구를 관찰하는 목적에 이용되는 태양동기궤도의 인공위성은 대개 500 ~ 700 km 의 고도를 가지고 있으며 이들은 하루에 열 바퀴 이상 지구 주위를 공전한다. 임무 대기 상태에서 지구 중심 지향을 하는 경우, 위성은 한 궤도에 한 바퀴를 자전하게 되며 태양전지판은 지속적으로 태양을 지향하도록 위성 몸체에 대해 끊임없이 회전한다. 그러나 경우에 따라 지구의 그림자에 의해 위성이 태양빛으로부터 가려지는 식구간(Eclipse)이 나타나기도 한다. 이때, 위성 각 부분의 온도변화가 생기게 되며 이러한 변화는 위성에 저주파 진동을 만들어 낼 수 있다. 뿐만 아니라 궤도상의 위치에 따라, 임무 수행의 유무에 따라, 탑재 알고리즘의 운용에 따라 위성의 구동기가 주기적, 또는 비주기적으로 구동을 하게 되는데 이 역시 저주파 진동을 발생시킬 수 있다[1]. 그러나 구동의 작동에 의한 진동은 위성의 궤도 회

전 주기와 연관이 있는 성분보다는 높은 주파수 성분을 가지게 된다. 먼저, 태양센서를 이용한 위성의 태양 지향 자세는 다음과 같이 나타난다.

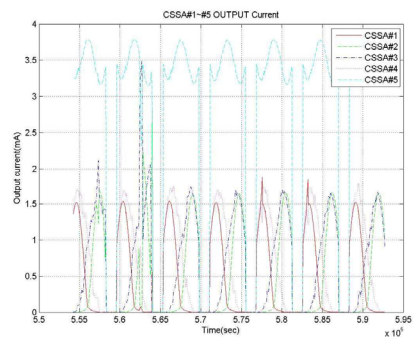


Figure 1 CSSA Currents

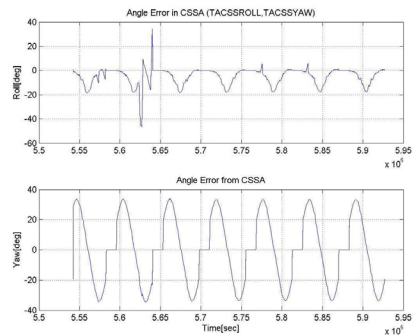


Figure 2 Angle Error Calculated from CSSA Data

태양센서 출력 전류를 살펴 보면, 매 궤도마다 모든 데이터 값이 null을 가지는 식구간이 존재함을 확인할 수 있으며 한 궤도에 한 주기를 가지는 저주파 태양지향 오차가 발생하고 있다. 이는 궤도 상 위성의 온도 변화를 발생시키며 식구간 전후로는 열충격을 유발할 수도 있다. 이러한 영향으로 인해 별추적기의 base plate 온도 변화가 발생하며 이는 결국 자세 지향의 미세한 오차를 유발하게 된다.

† 교신저자; 한국항공우주연구원  
E-mail : oshysh@kari.re.kr  
Tel : (042) 860-2446, Fax : (042) 860-2007  
\* 한국항공우주연구원 다목적실용위성 6 호체계팀

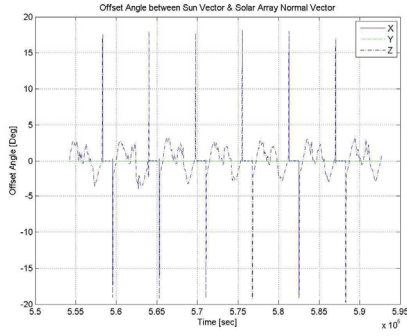


Figure 3 Estimated Solar Array Offset Angle

Figure 3을 보면 식구간 전후로 태양전지판의 태양지향 오차 추정 값에 피크가 발생함을 볼 수 있다. 이러한 오차가 발생하는 원인은, 식구간 전후의 태양센서 출력의 부정확한 모델링, 지구 알베도에 의한 영향 등 여러 가지가 있을 수 있다.

Figure 2의 롤축에서 발생하는 오차 스파이크는 위성의 자세 기동으로 인하여 발생한 것이며 정상적인 것이다.

### 3. 위성 각속도에 나타나는 저주파 요소

위성의 각속도 데이터는 Figure 4에 나타나 있다. 중간에 존재하는 스파이크는 자세 기동에 의해 발생한 것이다. 일부 구간을 확대한 그림은 Figure 5에 나타나 있다. 위성의 각속도 데이터에 많은 잡음이 존재함을 확인할 있으며 이러한 잡음은 궤도상의 위치에 따라 그 크기가 조금씩 변하고 있다. Figure 6은 추정 각속도에서 명령 각속도를 제외한 각속도 안정도이며 임무 수행 구간에서의 값을 확대한 것이다.

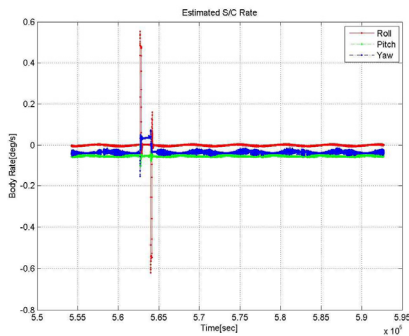


Figure 4 Estimated Body Rate

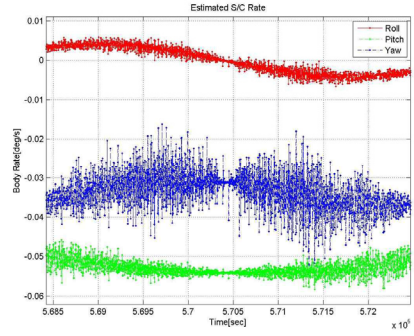


Figure 5 Estimated Body Rate (zoomed)

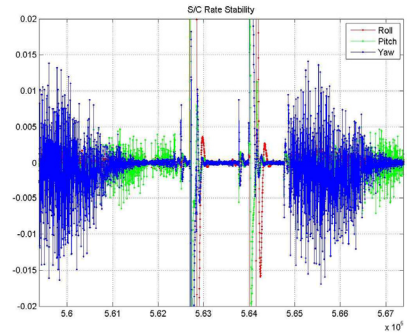


Figure 6 Body Rate Stability

Figure 5와는 다르게 임무 수행 구간에서는 잡음이 상당히 줄어든 것을 알 수 있다. 이는 임무 수행 기간 동안 태양전지판과 자기토크의 구동을 정지시켰기 때문이며 0.0001 레벨의 각속도 안정도를 가짐을 확인할 수 있다. 즉, 태양전지판의 구동과 자기토크의 구동은 위성의 저주파 진동을 유발하며 각각의 동작 구간이 다름을 이용하여 추가적으로 각 구동기가 미치는 진동 영향을 분석할 수 있다.

### 4. 결론

위성의 궤도상 데이터에 나타나는 저주파 성분의 배경 및 원인에 대한 분석이 수행되었다. 지구 지향에 따른 자세 변화와 구동기의 불규칙적인 동작으로 저주파 성분이 관찰되었으며 궤도상 온도 변화도 미세한 저주파 오차를 유발함을 확인하였다. 추후 이러한 저주파 오차가 지향인식도에 미치는 영향을 정밀하게 분석할 예정이다.