

# EO/IR 카메라의 동적 특성 해석 Dynamic Response Analysis of EO/IR Camera

\*최국순<sup>1</sup>, #조희근<sup>2</sup>,

\*Guk Soon Choi<sup>1</sup>, #Hee-Kuen Cho(hkcho@andong.ac.kr)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>안동대학교 기계교육과

Key words : EO/IR Camera, Ball Bearing, FEA, Vibration

## 1. 서론

무인항공기(UAV: Unmanned Aerial Vehicle) 및 헬리콥터 등에 장착이 되어 운용되는 고정밀 관측 다축·구동 EO/IR (Electro-Optical/Infrared) 카메라의 개발을 위한 연구가 수행되었다.

본 연구는 다축·구동 EO/IR 카메라 광학계의 진동특성 규명에 중점을 두었으며, 이를 위한 볼 베어링의 유한요소모델링 (FE-modeling: Finite Element Modelling) 기법을 제시하였으며, 이것의 신뢰성 및 정확성을 실험 데이터와 비교 검토하였다.

## 2. 본론

### 2.1 다축·구동 EO/IR 카메라 모델

Fig. 1은 다축·구동 EO/IR 카메라의 시험모델 및 기술모델의 형상을 나타낸다. Fig. 1(a)의 시험모델은 진동 등의 동특성을 파악하기 위하여 카메라 본체를 같은 중량의 더미로 대체하였으며, 제작되어 진동시험이 수행되었다.

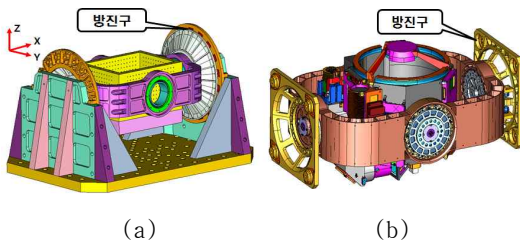


Fig. 1 FE-model Configuration of TM (a) and EM (b)

Fig. 1(b)의 기술모델은 시험모델의 전산구조해석(FEA: Finite Element Analysis)/진동해석에 의한 진동시험 결과를 바탕으로 설계 및 제작되었다.

Fig. 1에서 보는 바와 같이 카메라는 x축과 y축의 회전이 가능하도록 볼 베어링이 장착되어있으며, 외부로부터 인가되는 진동을 저감하도록 양쪽 프레임에 방진구가 부착되어있다.

### 2.2 구조 및 볼베어링 유한요소모델링

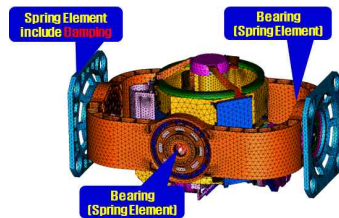


Fig. 2 FE-model Configuration of and EM

시험모델과 기술모델의 구조해석을 수행하기 위한 첫 단계로 유한요소 모델링을 하였다. 3D 사각뿔요소 (Tetrahedral), 빔(Beam) 및 스프링 (Spring) 요소를 사용하여 모델링을 하였다.

볼트는 빔 요소로, 볼 베어링은 회전과 병진 자유도를 가지는 스프링 요소로, 그리고 방진구는 병진과 댄핑을 가지는 스프링 요소로 모델링하였다.

본 해석에는 상용 소프트웨어인 IDEAS와 NASTRAN Solver가 사용되었다. 본 연구에서는 광학계에 사용된 볼 베어링을 모델링하는 방법을 새롭게 제시한다. 제시되는 모델링 방법은 수많은 시행착오와 검증을 거쳤으며, 가장 정확한 결과를 얻을 수 있는 기법이다.

### 2.3 랜덤진동해석

Fig. 3는 EO/IR 카메라의 랜덤진동 스펙을 나타낸다. 랜덤진동 스펙은 구조물이 운행되는 환경에서의 실측 진동 데이터를 기본으로 하여 작성된다.

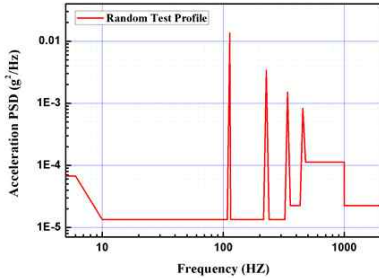


Fig. 3 Random Vibration Specification for EO/IR Camera

Fig. 4은 해석 결과와 시험결과를 비교하기 위한 데이터 획득 지점을 나타낸다. 두 지점에서의 결과를 서로 비교 분석하였다. 한 개는 카메라 더미 상부 중간점 이며 다른 하나는 김발 어깨이다.

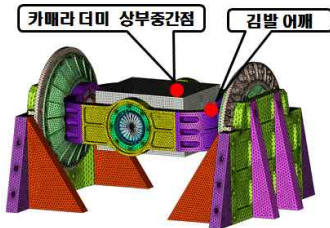


Fig. 4 Data Acquisition Points of Random Vibration Test

서로 비교한 결과를 Fig. 5에 그림으로 나타내었다. 그림에서 알 수 있듯이 전산구조해석/진동해석 결과가 실험결과와 잘 일치하는 것을 알 수 있다.

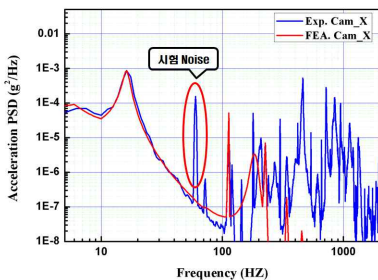


Fig. 5 Random Vibration Test Results Comparison between FEA and Experiment: at Camera

### 2.4 랜덤진동 시간이력해석

시간이력해석은 시간 영역에서의 가진에 대한 진동계의 응답을 얻는 것으로써 응답을 표현하는 변수는 가속도, 속도, 변위 또는 힘이 될 수 있다. 주파수-시간 변환함수 이론에 의하여 주파수 영역의 진동시험 프로파일을 이에 상당하는 과도해석 입력함수로 변환하여 과도해석을 수행하였다. 이것은 실제의 진동시험을 수치해석 시뮬레이션을 통해 각종 응답을 구하는 매우 효과적인 방법이다. 랜덤진동의 과도해석은 실제 랜덤진동에 대한 응답을 PSD의 형태가 아닌 직접적인 변위와 가속도 등으로 구할 수 있으므로 진동시험을 하는 것과 똑같은 효과를 가지며, 진동에 의한 동적 피로파괴 등의 해석도 가능하게 한다.

Fig. 6은 Fig. 2(b)의 기술모델에 대한 랜덤 시간 이력해석 결과를 나타낸다. 전반적인 변위는 약 ±0.2~0.3mm 정도이며, 설계 기준상 안전한 영역의 범위에 속해있다.

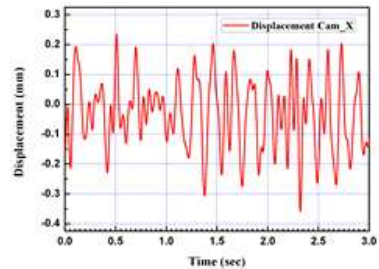


Fig. 6 Random Transient Analysis Results at Camera Dummy: (a) x-excitation vs. x-response,

## 3. 결론

다축·구동 EO/IR 카메라의 전산구조해석/진동해석이 수행되었다. 카메라 볼 베어링의 모델링에서 내부의 베어링 축 및 외부의 베어링 하우징을 각각 독립적으로 강성요소를 사용하여 연결한 뒤 3축 스프링 요소를 사용하여 베어링 각축의 강성을 표현하였다. 이러한 방식을 사용한 해석결과가 실험결과와 잘 일치하는 것을 확인할 수 있었다.

다축·구동 EO/IR 카메라의 랜덤진동해석 및 랜덤진동 시간이력해석을 통하여 광학계 구조계의 진동 특성을 정확히 해석할 수 있는 기술적 기반을 확보 하였다.

차후 우주용을 포함하는 광학계 설계의 중요한 핵심 기술 자료로 활용될 수 있다.