

## 열전계변위(TFV) 센서를 이용한 통합형 기상감지기의 구조해석 연구

### A Study on Structural Analysis of The Integrated Weather Detector using The Thermal Field Variable Sensor

\*장홍석<sup>1</sup>, \*박종규<sup>1</sup>, 박준길<sup>1</sup>, 김종찬<sup>1</sup>

\*H. S. Jang<sup>1</sup>, #J. G. Park(chong@changwon.ac.kr)<sup>1</sup>, J. G. Park<sup>1</sup>, J. C. Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>창원대학교 기계공학과

Key words : TFV, Thermal Field Variable, Sensor, Weather detector, Structure analysis,

#### 1. 서론

기상감지기는 선박 항배장비, 풍력발전기, 대형크레인 등의 민수분야와 함정, 항공, 유도무기, 기동화력, 무인로봇 등의 군수 분야와 같이 여러 분야에 두루 사용되는 지식기반 고부가가치 기계장비의 핵심 기능 부품이다. 현재 국내에서 상용화 생산 및 개발 중인 풍향, 풍속센서는 대부분 제품의 구조적, 기술적 한계성으로 극한 환경에서의 운용 제한 및 성능제한과 설치 제한, 수명제한 등 성능보완 및 구조개선이 필요하다.

본 기상감지기는 온도, 압력, 열 전계변위(TFV) 등 마이크로 센서의 제어 및 응용 기술을 이용하여 360도 전 방향의 풍향과 풍속, 대기온도, 대기압력을 감지하고 실시간 기상정보를 제공하는 통합형 기상관측 센서이며, 본 연구는 센서를 모델링 후 정적해석, 고유진동수 해석, 유동해석을 통해 최적화된 시스템 구축을 목표로 한다.

#### 2. 기상감지기의 정적 구조 해석

기상감지기의 극한운용 상황을 가정하여 구동 여부를 검증하기 위해 수심 50m에서의 구동을 가정하였고 정적해석을 실시하기 위해 상용 3-D 모델링 프로그램인 SolidWorks를 이용하여 3차원 형상의 모델링을 실시하였다. Fig. 1은 모델링된 기상감지기부품을 조립한 모습을 나타낸다.

정적 구조 해석은 Cosmosworks를 이용하였다. 해석 수행에 있어서 각 부품의 재질은 Table.1과 같이 선언하였고 바닥 부분은 Fix 상태로 경계조건을 설정하였다. Mesh는 전체 시스템의 크기에 비해 곡면으로 형성된 면이 많아 삼각 형상의 곡률기반 Mesh로 최소 0.4mm, 최대 2mm, 원안의 최소

요소 수 8개, 요소 증가율 1.7배의 설정을 사용하였다. 본 해석에서 가장 중요한 부분은 전체 외벽에 대한 압력해석이었다. 풍속센서 지지대의 경우 전체 외벽이 수심 50m에서의 압력을 받으므로 전체 외벽을 경계로 설정하였다.

Fig. 2는 해석 결과로 최대 Von-mises 응력이 약 730 kPa이며, 이는 Steel의 최대 항복 응력보다 매우 작은 값을 알 수 있다. 최대 변위의 크기도 약 0.272mm정도로 매우 미소한 값을 나타낸다.

#### 3. 기상감지기의 고유진동수 해석

본 시스템에서 다양한 고유모드 해석 분석을 위해 고유주파수 해석을 수행하였다. 경계조건은 풍향센서 지지대의 하부를 고정으로 하였으며, Fig.3 과 같이 총 4개의 모드를 분석하여 각각 격임, 휘어짐 및 비틀림, 팽창의 형태로 변형이 발생하였다.

#### 4. 기상감지기의 유동 해석

본 연구에서는 완성된 모델을 CATIA 모델로 변환하여 ANSYS R12 Fluent를 통해 기상감지기의 조립체 내부 유동해석을 수행하였다. 유동해석은 TFV 풍향센서가 풍향을 감지하여 이를 데이터로 변환하는데 필요한 풍향 유동이 충분히 센서에 전달되는가를 확인하기 위함이며, 이 해석을 통해 풍향센서 조립체의 내부 형상을 규정하는 것이 목적이다. 조건은 일반 대기압에서 주로 사용되는 기상감지기의 특성상 일반 대기압 1,013.25 hPa 로 설정하였고, 풍향은 서에서 동으로 부는 방향으로 설정하였다. 온도 또한 일반적으로 운용되는 평균적인 온도인 32℃로, 풍속은 5m/s과 10m/s으로 설정하여 내부유동의 변화를 비교하였다. (Fig. 4)

### 5. 결론

본 연구에서는 기상감지기의 극한 환경에서의 운영에 대한 정적해석, 고유진동수 해석, 유동해석을 통해 전체적인 구조적 안정성을 평가하였다.

정적해석의 결과 최대 응력이 Steel의 최대항복 응력보다 매우 작은 값이 측정되었고 변위와 변형률 역시 매우 미소한 값으로 극한상황에서 충분히 가용 가능한 제품임을 알 수 있었다. 또한 안전계수가 5.2이상으로 나타나 이는 시스템 전체가 매우 안정적으로 설계되었다고 판단하였다.

고유진동수의 경우 4개의 모드에서 변형이 발생하였지만, 이는 제품설계 및 운용상황에서 해당 주파수를 충분히 고려할 수 있다고 판단하였다.

유동해석의 경우 조립체 내부에 센서를 미착용한 상태와 착용한 상태를 해석하였고, 일반 대기압에서의 평균 온도와 풍향, 풍속의 조건을 주어 유동 특성을 확인하고 센서가 충분한 유동에 접촉하게 됨을 판단하였다.

전체적인 구조해석을 연구한 결과 통합형 기상감지기는 극한 상황에서도 충분히 구조적 안정성을 갖춘 것으로 판단된다.

### 후기

본 연구는 2010년 시스템 엔지니어링 회사인 아스트의 기술 개발 과제에 지원을 받아 수행되었으며, 본 연구의 저자 중 일부는 창원대학교 산학협력단의 지원을 받은 것으로 이에 감사드립니다.

### 참고문헌

1. 이동훈 외, SolidWorks2010 완전정복, 북미디어
2. 오범규 외, 설계 시뮬레이션 프로그램 공학설계를 위한 CosmosWorks, 대영사
3. 지식경제부 기술표준원 <http://www.kats.go.kr>
4. 국가 표준 인증 종합 정보센터  
한국 산업 표준(KS) <http://www.standard.go.kr>

Table 1 Material Property

Structure Steel		
Density	[kgm <sup>-3</sup> ]	7850
Young's Modulus	[GPa]	200
Poisson's Ratio		0.3
Tensile Yield Strength	[Mpa]	250
Tensile Ultimate Strength	[Mpa]	460



Fig. 1 3-D Modeling of weather detector

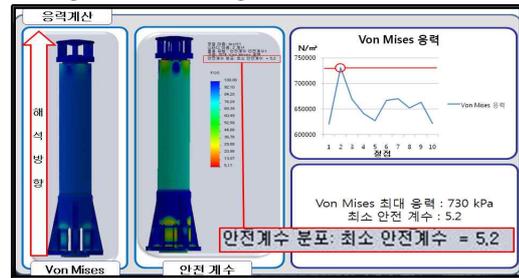


Fig.2 Stress and Factor of Safety

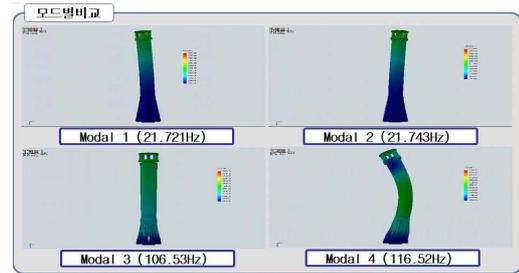


Fig.3 Total Model Mode

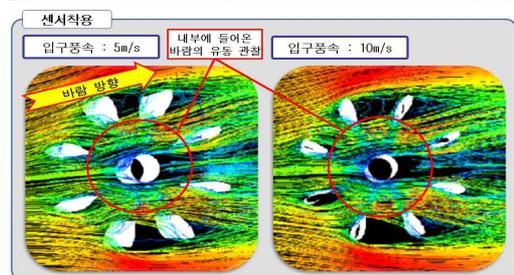
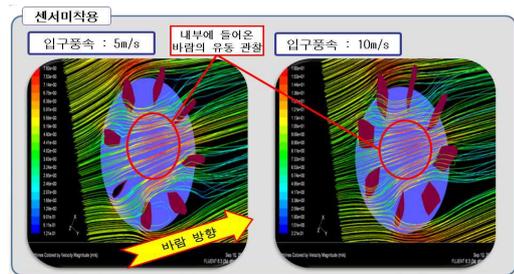


Fig.4 Indoor air flow