

타이어 공기압 측정 센서의 구조평가

Structural Estimation of Tire Pressure Monitoring Sensor

*박성문², #이광주¹, 임성환¹, 곡계영²

*S. M. Park², #K. J. Lee(klee@kut.ac.kr)¹, S. H. Rhim¹, T. Y. Kwak²

¹한국기술교육대학교 기계정보공학부 ²한국기술교육대학교 대학원 기계공학과

Key words : Tire Pressure Monitoring System(TPMS), Finite Element Method(FEM)

1. 서론

타이어 공기압 측정 시스템(Tire Pressure Monitoring System, 이하 TPMS 라 한다.)은 타이어에 부착된 자동감지 센서가 타이어의 공기압과 온도 등을 항상 적절한 상태로 유지시켜 타이어의 내구성과 승차감, 제동력 등을 향상시켜주는 장치로서, 미국의 NHTSA 에 따르면 2006년 11월 이후 생산되는 4536kg 이하의 차량에 대하여 설치가 의무화 되었다⁽¹⁾.

최근 TPMS 의 수요가 증가함에 따라 많은 연구들이 진행이 되고 있다. 하지만 대부분의 연구가 RF 통신이나 저전력 배터리 소모에 초점이 맞추어져 있어서 TPMS 센서의 구조에 대한 평가가 부족한 실정이다.

따라서, 본 논문에서는 유한요소해석 프로그램인 ABAQUS⁽²⁾를 이용하여 TPMS 센서의 구조적 안정성을 평가하고자 한다.

2. TPMS 설계

기존의 TPMS 센서는 볼트 또는 나사 등의 부품을 이용하여 Valve 와 Bracket 을 체결하는 방법을 채택하였다. 하지만 설치과정에서 과도한 조임 토크로 인한 파손 및 배터리 교체 시 불편함이 따른다. 따라서, 본 연구에서 설계한 두 종류의 TPMS 센서는 별도의 체결 요소 없이 Valve 와 Bracket 을 체결할 수 있도록 하였기 때문에 배터리 교체 시 편리성 증대와 과도한 조임으로 인한 Housing 의 파손을 방지할 수 있게 하였다. TPMS 센서의 형상은 Fig 1 과 같다.

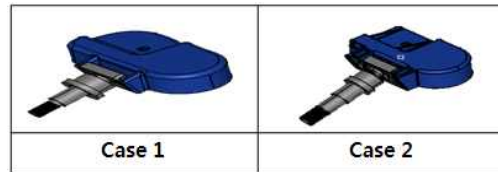


Fig 1 Design Model of TPMS Sensor

3. 응력해석조건

3.1 FE-Modeling

응력해석을 위해서 FE 모델을 생성하였다. Valve 와 Bolt 등은 C3D8R 요소를 사용하였으며, Bracket 과 Housing 은 C34M 요소를 사용하였다. 총 요소 수는 67,530 개이고, 총 노드 수는 22,313 개이다.

3.2 재료 특성

Valve, Bracket 등은 steel 재질의 물성을 사용하였고, Housing 은 Polyamide 계열인 PA66-GF30 을 사용하였다. PA66-GF30 은 유리섬유가 30% 가 포함되어 기계적 특성이 우수하며 내마모성이 강한 특징을 가지고 있다. 해석에 사용된 재료의 물성은 표 1 과 같다.

Table 1 Material Properties

재질	밀도 (kg/m ³)	탄성계수 (GPa)	프야송 비	항복강도 (MPa)
Steel	7890	200	0.30	296
PA66 - GF30	1350	7	0.37	110

3.3 경계조건

응력해석을 위한 해석조건은 250km/h 에 상응하는 회전수 2100rpm 으로 설정 후, 회전수에 상응하는 219.9rad/s 의 각속도로 속도조건을

입력하였다. 자동차 휠은 19 인치로 가정하였고, TPMS 센서는 휠의 끝단부에 위치한다고 가정하였다. 회전 중심은 자동차 휠의 중심으로 설정하였다. 또한 밸브의 중방향을 고정하고 그 외 병진 방향 y와 z 방향 회전 방향 x, y, z를 자유단으로 설정하였다

4. 해석 결과

4.1 강도평가

제 1 안의 경우, Bracket 과 Valve 를 고정하는 부위에서 최대응력이 발생하였으며, 응력 값은 12.01Mpa 로 탄성범위 내에 존재한다. 또한, 항복강도가 158Mpa 인 PA66_GF30 재질의 Housing 에서 최대응력이 10.68MPa 발생하였다. 제 2 안에서도, 최대응력이 Bracket 과 Valve 가 접촉되는 부분에서 발생하였으며, 응력 값은 12.57MPa 로 탄성범위 내에 분포하였고, Housing 에서 최대응력 12.40MPa 이 발생하였다. 강도해석 결과, 제 1 안과 2 안 모두 강도평가 측면에서 안전하다고 판단하였다.

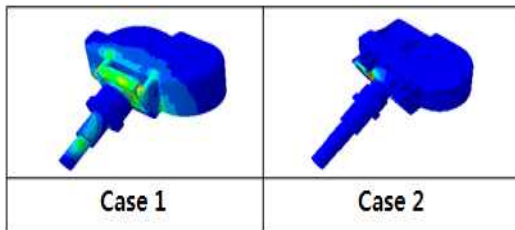


Fig 2 Stress Distribution of TPMS sensor

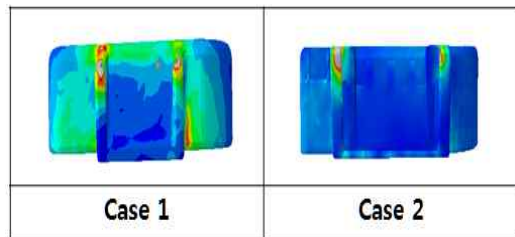


Fig 3 Stress Distribution of TPMS Housing

4.2 강성평가

강성해석 결과, 제 1 안 및 제 2 안 모두 Housing 에서 최대 변형률이 발생하였다. 제 1 안의 경우, 최대 변형률이 1.1×10^{-2} 발생하였고, 제 2 안의 경우, 최대 변형률이 3.0×10^{-3} 발생하였다. 특히, 제 1 안의 경우 Fig 2 와 같이 제 2 안의 경우 보다 변형률이 전반적으로 Housing 굴곡부에 분포되어 있다. 2 안의 경우, 리브

(Rib)를 배치하여 변형이 방지되었기 때문인 것으로 판단이 된다.

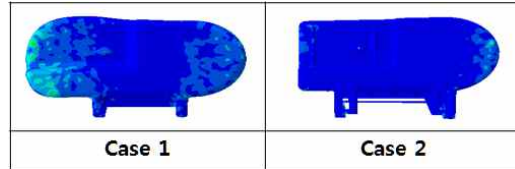


Fig 4 Strain of TPMS Housing

5. 결론

TPMS 센서의 구조적 안정성 및 특성을 파악하기 위하여 유한요소해석 프로그램을 이용하여 응력해석을 수행하고, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 기존의 TPMS 센서보다 탈 부착이 편리한 구조의 TPMS 센서를 설계하였다.
2. 강도평가 결과, 제 1 안과 2 안 모두 최대응력이 탄성한도 범위안에 존재하였다.
3. 강성평가 결과, 제 2 안의 최대 변형률이 3.0×10^{-3} 로서, 제 1 안에서 발생한 변형률 1.1×10^{-2} 보다 적게 발생하였다.
4. 리브를 배치하여 강도 및 강성면에서 제 2 안이 구조적으로 안전하다고 판단이 된다.

후기

본 연구는 지역혁신인력양성사업으로 수행된 과제임

참고문헌

1. NHTSA, FMVSS No.138, 2005
2. ABAQUS/CAE Documentation