

비선형 스프링을 포함한 슬라이딩 메커니즘 해석 Analysis of sliding mechanism including nonlinear spring

*최윤주¹, #채수원¹, 박상백¹, 이해아¹

*Yoonju Choe¹, #Soo-won Chae(swchae@korea.ac.kr)¹, Sangbaek Park¹, HaeA Lee¹

¹고려대학교 기계공학과

Key words : nonlinear spring, sliding mechanism

1. 서론

정보통신의 발달로 인해 휴대전화나 노트북과 같은 이동기기들의 사용이 증가하고 있다. 이에 따라 사람들은 점점 더 많은 정보를 빠르게 입력하기를 원하게 되었다. 이를 위해 많은 이동기기들은 핸드폰의 기능 및 크기의 제한을 줄이기 위해 사용자가 필요한 때 키패드를 확장 할 수 있는 슬라이딩 메커니즘을 이용한 키패드를 사용하고 있다. 슬라이딩 메커니즘을 구현하기 위해 스프링을 포함한 슬라이드 힌지는 꼭 필요한 요소이다.

슬라이드 힌지를 적용한 제품의 경우 기구학적으로 동작함에 따라 반복 수명이 요구되는 부품이다. 그러나 현재 슬라이드 힌지를 제대로 구현한 모델이 없어 새로운 슬라이드 모듈 설계 시 trial & error 방식을 사용하여 개선하고 있다. 이 때문에 새로운 형태의 슬라이드 힌지가 적용될 때 마다 신뢰성을 예상하지 못해 슬라이드를 개폐하는 과정에서 내부의 스프링은 반복적인 응력을 받게 되고 예상 수명 내에 파손이 되거나 탄성력을 잃어버리는 문제를 일으키고 있다.¹

이전에도 이동기기의 슬라이드 힌지의 비선형 스프링 해석 모델 개발에 관한 연구가 있었으나, 이들 연구의 대부분은 스프링끼리의 접촉을 정의하지 않았을 뿐 아니라 슬라이딩 메커니즘을 고려하지 않아 슬라이드 힌지의 정확한 거동을 연구하기엔 부족함이 있었다.^{1,2}

본 연구에서는 이러한 여러 모델들의 단점을 보완하기 위해 슬라이드 힌지의 슬라이딩 메커니즘과 스프링끼리의 접촉을 고려한 상세 유한요소 모델을 개발하고 이를 이용하여 슬라이드 힌지의 신뢰성 문제 발생 요인을 분석하였다.

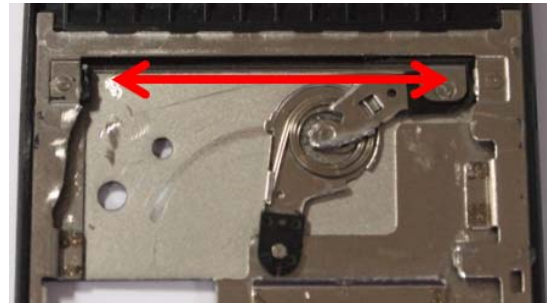


Fig. 1 Sliding mechanism of sliding hinge

2. 모델 구성

슬라이딩 메커니즘을 구현하기 위해 스프링뿐만 아니라 모듈을 포함하는 유한요소 모델을 구성하였다. 스프링끼리의 접촉도 부여하여 스프링이 열리는 과정에서 스프링이 서로 침투하지 못하도록 하였다.

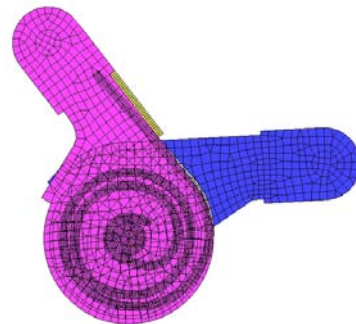


Fig. 2 Sliding module including nonlinear spring model

스프링의 재료는 SUS301H이며, 이의 물성치는 Table 1과 같다.³

Table 1 Mechanical property of SUS301H³

Young's Modulus [GPa]	Yield Stress [MPa]
196	1262

3. 시뮬레이션

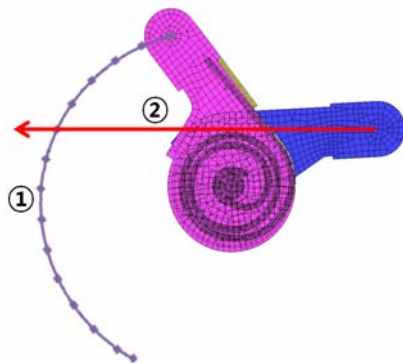


Fig. 3 Boundary conditions in FEA

Step-1에서는 스프링을 모듈에 조립하는 과정을 해석하기 위해 ①의 경로의 변위를 주었다. Step-2에서는 조립이 완료된 후, 휴대폰을 개폐시키는 과정을 해석하기 위해 ②의 경로로 변위를 주었다.

4. 결론

Fig. 3는 스프링의 실제 파손부위와 휴대폰의 개폐과정 중에서 최대 스트레스를 받는 부분을 나타낸 것이다.

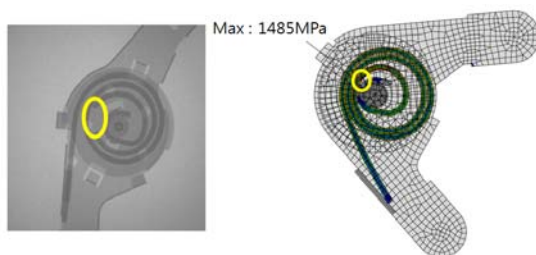


Fig. 4 Weak area

(a) Fracture area in actual spring, (b) Maximum stress in FEA

시뮬레이션 수행 후, Step-2에서 스프링의 특정 영역에서 항복응력보다 큰 응력을 반복해서 받는

것을 알 수 있었다. 이 영역에서 스프링의 파손이 일어날 것이라 예상할 수 있었다. 이를 실제 스프링의 파손부위와 비교하면 비슷한 영역임을 알 수 있다.

Fig. 4는 변위에 따른 슬라이드 힌지 끝단에서 받는 반력을 측정된 것이다.

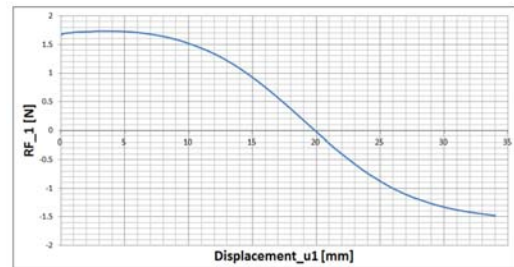


Fig. 5 Displace Vs. Reaction force of slide hinge

이 그래프를 통해 변위에 따른 반력의 경향성을 알 수 있었다. 이는 향후 사용자들이 느끼는 감성적인 슬라이드 동작을 위한 설계에 기여할 것이다.

본 연구에서 개발한 유한요소모델을 이용하여 비선형스프링의 거동에 영향을 주는 설계요인을 찾아 낼 수 있을 것으로 예상된다. 향후 이를 이용하여 좀 더 높은 신뢰성을 가진 슬라이드 힌지를 개발할 수 있을 것으로 기대된다.

후기

이 논문은 2011년 정부(과학기술부)의 재원으로 한국과학재단(NO.2011-0001151)과 (주) LG전자의 지원을 받아 수행된 연구이다.

참고문헌

1. 이수준, 박종근, “스파이럴 스프링을 이용한 휴대폰 슬라이드 기구의 신뢰성 향상에 관한 연구”, 한국 정밀공학회 논문집, 65~268, 2004
2. 한덕희, 황은하, “휴대폰 슬라이드 기구용 스파이럴 스프링 강성에 관한 연구”, 한국산업융합학회 논문집, 31~34, 2007
3. <http://www.stal.com>