

Ansys 를 이용한 컴플라이언스 모바일 로봇 최적설계에 관한 연구

Research on Design Optimization for Compliant Mobile Robots Using Ansys

김지웅, 신우창, 박경배, *#김영식

J. W. Kim, W. C. Shin, K. B. Park, *#Y. Kim (youngshik@hanbat.ac.kr)

한밭대학교 기계공학과

Key words : Ansys analysis, compliant link, optimal design, mobile robot

1. 서론

최근 로봇산업은 급성장을 이루어 여러가지 형태의 로봇이 등장했고, 이미 산업 분야 뿐만 아니라 가정용으로도 로봇이 일반에 보급되고 있다. 이와 같이 우리 생활에 밀접한 관련을 짓고 있는 로봇을 설계하는데 있어 점점 인간이나 다른 동물들의 움직임을 모사하기 위하여 탄성링크의 사용이 빈번해지고 있다.

따라서 최근 본 연구진은 탄성링크 조인트를 적용한 향상된 모바일 로봇시스템을 제안 하였다[1]. 본 논문은 이러한 최근 연구에 Ansys 를 이용하여 항복강도 이하에서 최적의 컴플라이언스를 갖도록 하는 탄성 링크/조인트 Fig.1 과 Fig.2 의 설계에 대한 연구를 수행하였다..

2. 해석방법

이 연구에서는 직사각형 형태의 탄성링크(Fig. 2)를 최적 설계하려 한다. 따라서 길이(A), 높이(B), 두께(t)를 결정 하는 것이 필요하다. 이를 위하여 각각의 변수를 변화시키면서 최적의 값을 찾는다. 이를 위해 초기값으로 길이(A)100 mm, 높이(B)30 mm, 두께(t)0.3 mm을 적용하였다.

변수로 길이를 할 경우 높이와 두께는 위와 같은 값으로 두고 길이를 10 mm 씩 +또는 -시켜 응력과 컴플라이언트 변화량을 확인한다.

높이를 변수로 할 경우 ± 5 mm 씩 변화 시켜 컴플라이언트의 변화를 살펴보고, 두께는 SK-5[2] 강판의 시중에 판매되는 최저 두께인 0.1

mm 부터 0.2, 0.3, 0.5 mm 단위로 설계하였다.

재료는 탄성 링크의 특성상 고탄성, 고강도가 필요로 한다 이에 본 논문은 판 스프링으로 많이 쓰이는 SK-5 재료의 강판을 재료로 선정하였다.

Table 1 은 Sk-5 강판의 기계적 성질을 나타낸다. Ansys 로 해석한 응력과 Table 1 의 항복강도를 비교하여 높을 경우 강판에 영구

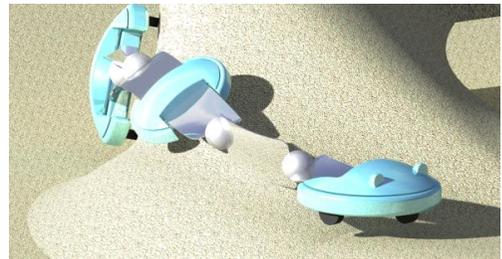


Fig. 1 뱀의 움직임을 모사한 컴플라이언트 모바일 로봇의 개념도

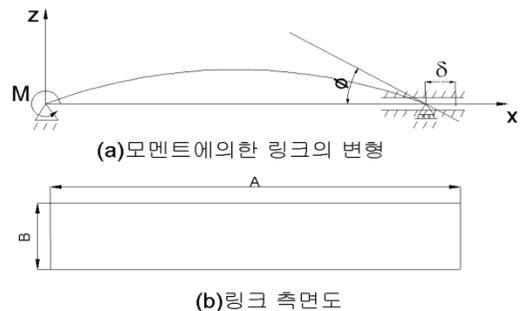


Fig.2 응력해석을 위한 해석 조건. 왼쪽의 핀지지와 오른쪽은 롤러지지로 이루어져있으며 왼쪽에서 모멘트 M 를 가 한다.

Table 1. Mechanical Properties[2]

탄성계수 GPa	포아송비	연신율 %	인장강도 MPa	항복강도 MPa
215.8	0.30	8.83	1629.6	902.9

변형이 생기므로 Ansys 해석으로 찾아낸 응력보다 작아야 한다.

해석에 있어서 같은 조건하에 맞춰 해석하기 위해 Fig.2의 조건을 사용하여 응력을 해석한다. 이때 모멘트 M의 값은 1 N/m로 하였다.

3. 최적 설계

Table 2 길이변화에 따른 응력과 변형

길이(A) (mm)	최대응력 (MPa)	δ (mm)	ϕ (degree)
80	592	1.1	23.63°
90	592	1.6	26.37°
100	594	2.2	29.15°
110	594	3.0	32.27°
120	529	3.8	34.67°

Table 3 넓이변화에 따른 응력과 변형

넓이(B) (mm)	최대응력 (MPa)	δ (mm)	ϕ (degree)
10	1870	22.3	93.77°
20	906	5.1	43.63°
30	594	2.2	29.15°
40	437	1.2	22.08°
50	346	0.8	17.88°

Table 4 두께변화에 따른 응력과 변형

두께(t) (mm)	최대응력 (MPa)	δ (mm)	ϕ (degree)
0.3	1090	17.4	84.46°
0.5	594	2.2	29.15°

최대응력(Von Mises stress)이 Table 1의 항복강도 902.9MPa 이하 여야 한다. 위의 결과에서 보듯이 응력은 길이보다 두께에 영향을 많이 받는다. 두께가 0.3 mm 이하일 때 회전각(ϕ)은 크지만 응력이 항복강도보다 커지게 되므로 최소 두께는 0.3 mm 정도로 해야 한다. 또한 넓이변화는 20 mm 이하일 경우 항복강도 이상이 되므로 두께는 최소 0.2 mm 이상 이어야 한다.

길이(A) 변화에 따른 응력 변화는 592 ~ 529 MPa로 항복강도보다 낮으므로 문제 되지 않는다. 다만 너무 길면 링크로 사용하기 어려우므로 150 mm 이하로 설정하여 회전각(ϕ)의 영향을 고려하여 최적 설계를 할 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 모바일 로봇을 위한 컴플라이언트 링크의 최적 설계를 수행하였다. 로봇의 모바일 모듈 간의 간섭을 고려하여 회전각(ϕ)을 대략 30°의 각도로 제한하였으며, 링크에 걸리는 힘은 1 Nm이라 가정하였다. 해석결과, Table 2의 각도변화에서 알 수 있듯 길이(A) = 100 mm가 적절하다. 넓이는 20 mm 이상 이어야 하므로 변형(δ)을 고려하면 넓이(B) = 30 mm가 적절하다. 두께(t)는 0.3 mm 이하의 항복강도보다 높으므로 안전율을 고려해 0.5 mm로 결정하였다.

후기

이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(2012R1A1A1011457)

참고문헌

- 김영식, 박경배 “모바일 로봇을 위한 생체모방 탄성링크 개념설계” ICROS 대전 충청지부 학술대회, 75-76, 2011.
- 김상철, 이억섭, 함경춘, 오범석, “AE에 의한 SK-5 강의 파괴기구 구명” 한국정밀공학회지, 132-139, 1990.