

텐션 컨트롤러 스프링의 구조해석

이종선^{1*}, 백두성¹

Structural Analysis of Tension Controller Spring

Jong-Sun Lee^{1*} and Doo-Sung Baik¹

요약 본 논문에서는 Flexible Flat Cable을 생산하는 기계에서 작업시 텐션양을 조절하는 컨트롤러에 대해 하중과 모멘트를 변화시켜 적용하고 또한 텐션 컨트롤러 각각의 하중이 프레임에 집중할 때 처짐량을 알기 위하여 ANSYS로 구조해석을 수행하였다. 해석 결과로는 응력, 변형률과 최대변형률을 구하여 구조적 타당성을 검토하고 이를 설계에 반영한다.

Abstract In this research, structural analysis was conducted by applying ANSYS commercial code in order to evaluate deflection quantitatively when each weight of tension controllers was centered and weights and moments on a controller controlling tension amounts was varied in a machinery manufacturing flexible flat cable. Based on the numerical structure analysis, stress, strain and amounts of maximum deformation were obtained and investigated structural validity and was reflected on design of the controller.

Key Words : Structural analysis, Flexible Flat Cable, Tension Controller Spring, Stress, Strain

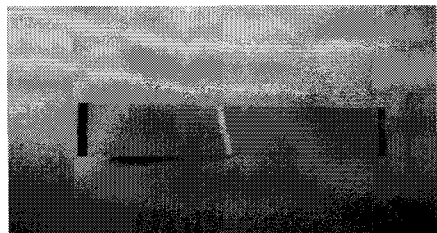
1. 서론

생산현장에서는 제품 생산시 텐션양을 조절하기 위해 많은 연구와 일정한 텐션 크기를 갖는 기기를 만들기 위해 연구하고 있다. 일정한 텐션 크기를 갖는 기기를 만들면 품질 좋은 제품을 만들 수 있기 때문이다.

텐션 컨트롤러 장치의 작동 원리는 텐션암의 회전 동작에 의하여 공급릴에 텐션밴드가 압착되도록 한 텐션 조절장치에 있어서, 텐션암에 텐션 밴드의 양단부가 동일 위치에서 고정된 브래킷(bracket)을 일체로 연결고정하여 텐션밴드의 공급릴측으로의 이탈위치를 동일하게 한다. 현재 사용되고 있는 텐션 컨트롤러는 각도에 따라 밴드 브레이크를 이용하여 텐션의 크기를 조절해 주며 스프링 상수 값에 따라 브레이크의 힘을 결정하여 최종 텐션의 크기를 조절해 주고 있다. 본 해석에서 텐션 컨트롤러에 사용되는 스프링에 관하여 50g, 100g, 150g, 200g으로 스프링을 잡아 당겼을 때의 응력, 변형률에 대하여 조사하며, 기존 제품의 경우 프레임에 총 90개의 텐션 컨트롤러를 장착하여 사용하고 있으므로 보다 많은 컨트롤러를 장착하기 위한 최적의 프레임을 제작하기 위한 기초 설계치를 구하기 위해 프레임에 1개의 컨트롤러가 장착

있을 때와 6개의 컨트롤러가 장착되었을 때로 나누어 해석한다.

본 논문에서는 텐션양의 조절이 가능한 텐션 컨트롤러에 대해 하중과 모멘트를 변화시켜 적용하고 또한 텐션 컨트롤러 각각의 하중이 텐션 컨트롤러 프레임에 집중될 시 처짐량을 알기 위하여 ANSYS[1-2]로 구조해석[3-5]을 수행하여 응력(stress), 변형률(strain), 변형량(deformation)을 구하여 구조적 타당성을 검토하고 이를 설계에 반영함에 있다. 그림 1과 그림 2는 텐션 컨트롤러 장치를 이용하여 만든 Flexible Flat Cable 제품이며 그림 3은 텐션 컨트롤러의 세부적인 사진이다.



[그림 1] 텐션 컨트롤러를 이용하여 제작한 Flexible Flat Cable

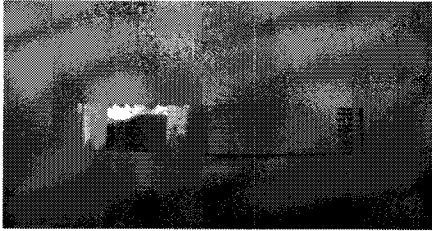
¹대진대학교 컴퓨터응용기계설계공학과

접수일 08년 10월 16일

수정일 08년 12월 09일

*교신저자 : 이종선(jongsun@daejin.ac.kr)

제재확정일 09년 01월 16일



[그림 2] 텐션 컨트롤러를 이용하여 제작한 Flexible Flat Cable



[그림 3] 텐션 컨트롤러의 세부 모습

2. 텐션 컨트롤러 스프링의 해석

텐션 컨트롤러 스프링의 유한요소해석은 3차원 유한요소 해석 코드인 ANSYS를 활용하였으며 텐션 컨트롤러 스프링이 받는 힘에 대해 50g, 100g, 150g, 200g을 적용하여 스프링이 늘어나는 정도를 해석하였다.

본 해석에 사용된 텐션 컨트롤러 스프링의 재질은 구조용 강재로서 물성치는 표 1과 같다.[6]

[표 1] 구조용 강의 물성치

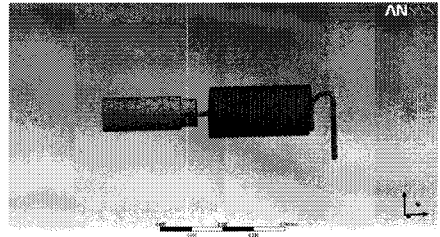
Structural	
Young's Modulus	2.e+011 Pa
Poisson's Ratio	0.3
Density	7850. kg/m ³
Thermal Expansion	1.2e-005 1/°C
Tensile Yield Strength	2.5e+008 Pa
Compressive Yield Strength	2.5e+008 Pa
Tensile Ultimate Strength	4.6e+008 Pa
Compressive Ultimate Strength	0. Pa
Thermal	
Thermal Conductivity	60.5 W/m·°C
Specific Heat	434. J/kg·°C
Electromagnetics	
Relative Permeability	10000
Resistivity	1.7e-007 Ohm·m

구조해석을 위하여 ANSYS를 활용하였으며 그림4는 해석대상 텐션 컨트롤러 스프링의 메쉬형상을 나타내고

있으며 표 2는 Mesh에 관한 것이며 62304개의 절점과 26714개의 요소로 구성되어 있다.

[표 2] 메쉬

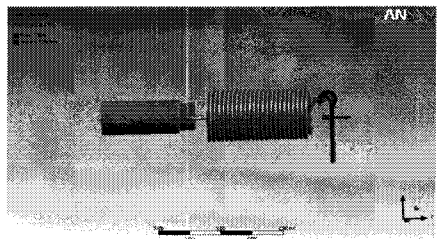
Object Name	Mesh
State	Solved
Defaults	
Physics Preference	Mechanical
Relevance	0
Advanced	
Relevance Center	Coarse
Element Size	Default
Shape Checking	Standard Mechanical
Solid Element Midside Nodes	Program Controlled
Straight Sided Elements	No
Initial Size Seed	Active Assembly
Smoothing	Low
Transition	Fast
Statistics	
Nodes	62304
Elements	26714



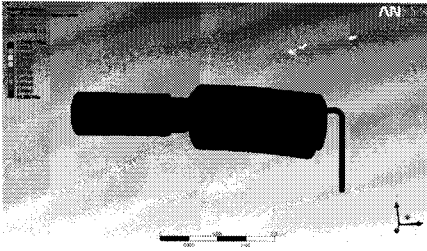
[그림 4] 텐션 컨트롤러 스프링의 메쉬 형상

2.1 스프링이 한개 일 때의 해석

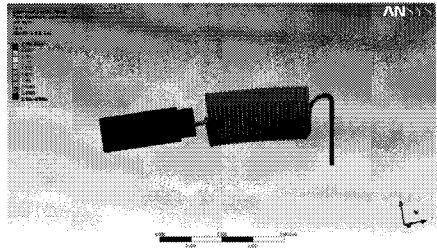
그림 5는 해석조건으로 스프링대를 고정한 뒤 스프링의 끝단에 50g, 100g, 150g, 200g의 힘을 가하고, 스프링의 연결고리 상단부에 0.0675 μ m, 0.147 μ m, 0.2205 μ m, 0.294 μ m의 모멘트를 주어 스프링의 늘어나는 현상을 해석하였다. 그림 6 ~ 13은 응력 및 변형을 분포를 나타낸다.



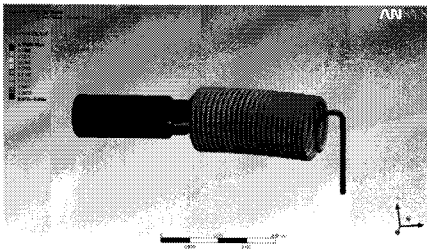
[그림 5] 텐션 컨트롤러 스프링의 해석조건



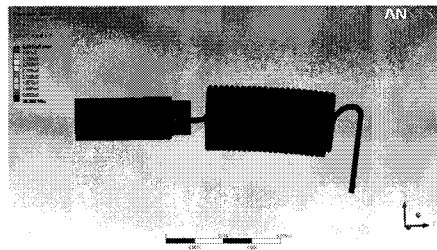
[그림 6] 50g, 0.0675 μ m일 때 응력



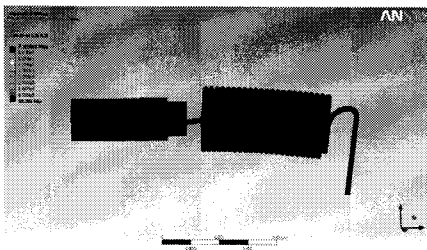
[그림 11] 150g, 0.2205 μ m일 때 변형률



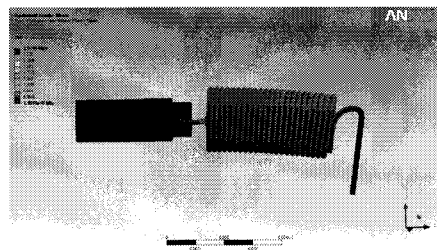
[그림 7] 50g, 0.0675 μ m일 때 변형률



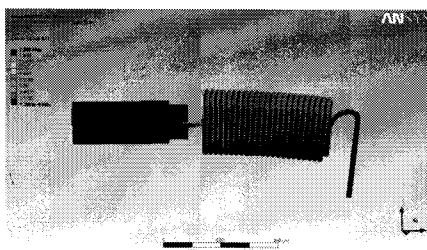
[그림 12] 200g, 0.294 μ m일 때 응력



[그림 8] 100g, 0.147 μ m일 때 응력



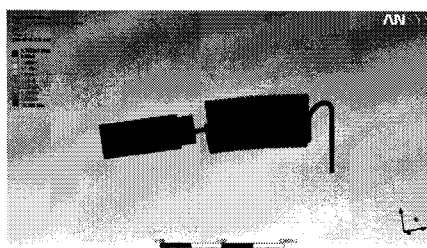
[그림 13] 200g, 0.294 μ m일 때 변형률



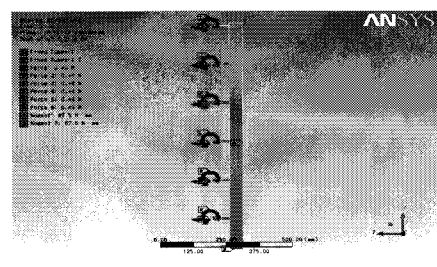
[그림 9] 100g, 0.147 μ m일 때 변형률

2.2 스프링이 여섯개 일 때의 해석

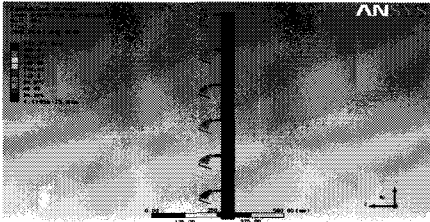
그림 14는 해석조건으로서 스프링대를 고정한 뒤 스프링의 끝단에 50g, 100g, 150g, 200g의 힘을 가하고, 스프링의 연결고리 상단부에 0.0675 μ m, 0.147 μ m, 0.2205 μ m, 0.294 μ m의 모멘트를 주어 스프링의 늘어나는 현상을 해석하였다. 그림 15 ~ 22는 응력 및 변형률 분포를 나타낸다.



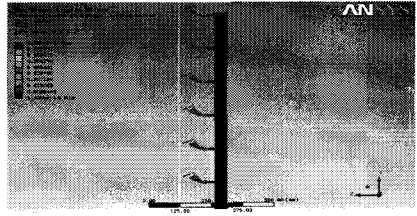
[그림 10] 150g, 0.2205 μ m일 때 응력



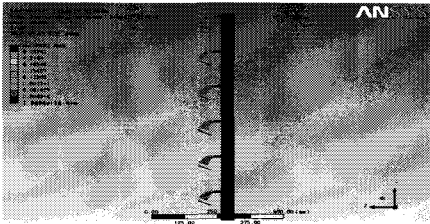
[그림 14] 텐션 컨트롤러 스프링 6개 일 때의 해석조건



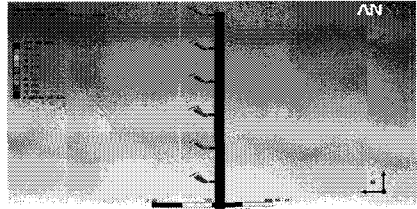
[그림 15] 50g, 0.0675 μ m일 때 응력



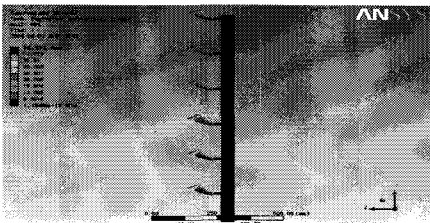
[그림 20] 150g, 0.2205 μ m일 때 변형률



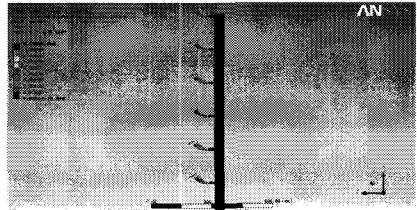
[그림 16] 50g, 0.0675 μ m일 때 변형률



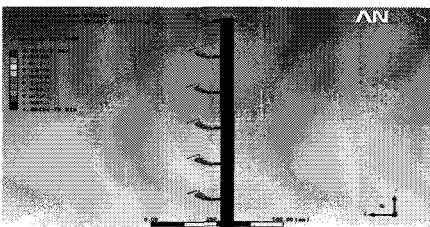
[그림 21] 200g, 0.294 μ m일 때 응력



[그림 17] 100g, 0.147 μ m일 때 응력



[그림 22] 200g, 0.294 μ m일 때 변형률



[그림 18] 100g, 0.147 μ m일 때 변형률

2.3 해석의 결과

표 3은 텐션 컨트롤러 스프링이 1개 일 때 구조해석 결과를 나타낸다.

[표 3] 구조해석 결과

conditions	Scope			
50g, 0.0675 μ m	Geometry	All Bodies		
	Results			
	Minimum	3.7754e-002m	2.65e-008	76.398 Pa
	Maximum	66.322m	4.098	9.7673e+009Pa
conditions	Scope			
100g, 0.147 μ m	Geometry	All Bodies		
	Results			
	Minimum	1.8877e-002 m	1.325e-008	38.202 Pa
	Maximum	33.16m	2.049	4.884e+009 Pa
conditions	Scope			
150g, 0.2205 μ m	Geometry	All Bodies		
	Results			
	Minimum	2.8318e-002 m	1.987e-008	57.303 Pa
	Maximum	49.74m	3.0735	7.326e+009 Pa
conditions	Scope			
200g, 0.294 μ m	Geometry	All Bodies		
	Results			
	Minimum	3.7754e-002 m	2.65e-008	76.398 Pa
	Maximum	66.32 m	4.098	9.767e+009 Pa

표 4는 텐션 컨트롤러 스프링이 6개 일 때 구조해석 결과를 나타낸다.

[표 4] 구조해석 결과

conditions	Scope			
	Geometry	All Bodies		
50g, 0.0675 μ m	Results			
	Minimum	0	1.039e-018	1.120e-015 Pa
	Maximum	12742	0.2782	299.92 Pa
conditions	Scope			
	Geometry	All Bodies		
100g, 0.147 μ m	Results			
	Minimum	0	1.084e-019	1.169e-016 Pa
	Maximum	1536.7	5.428e-002	58.512 MPa
conditions	Scope			
	Geometry	All Bodies		
150g, 0.2205 μ m	Results			
	Minimum	0	1.595e-019	1.719e-016 MPa
	Maximum	2305.1	8.142e-002	87.769 MPa
conditions	Scope			
	Geometry	All Bodies		
200g, 0.294 μ m	Results			
	Minimum	0	1.946e-019	2.097e-016 MPa
	Maximum	3073.5	0.1086	117.02 MPa

3. 결론

텐션 컨트롤러 스프링에 대하여 구조해석을 실시하여 다음과 같은 결론을 얻었으며, 이 해석결과를 설계에 반영함으로써 차후 제품 개발시 기초 정보로 활용될 수 있다.

- (1) 텐션 컨트롤러 스프링 하나의 해석시 100g, 0.147 μ m 일때의 해석결과 응력, 변형량, 변형률의 최대값은 각각 2.049, 4.8837e+009 Pa, 33.161 m였으며 최소값은 각각 1.325e-008, 38.202 Pa, 1.8877e-002 m이다.
- (2) 텐션 컨트롤러 스프링 하나의 해석시 200g, 0.294 μ m 일때의 해석 결과 응력, 변형량, 변형률의 최대값은 각각 4.098, 9.767e+009Pa, 66.32 m였으며 최소값은 각각 2.65e-008, 76.398 Pa, 3.7754e-002 m이다.
- (3) 텐션 컨트롤러 스프링 여섯 개의 해석시 100g, 0.147 μ m 일때의 해석 결과 응력, 변형량, 변형률의 최대값은 각각 5.428e-002, 58.512 MPa, 1536.7 mm였으며 최소값은 각각 1.084e-019, 1.169e-016 MPa, 0. mm이다.
- (4) 텐션 컨트롤러 스프링 여섯 개의 해석시 200g, 0.294 μ m 일때의 해석 결과 응력, 변형량, 변형률의 최대값은 각각 0.1086, 117.02 MPa, 3073.5 mm였으며 최소값

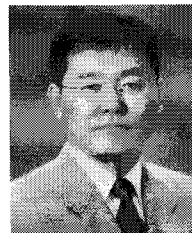
- 은 각각 1.946e-019, 2.097e-016 MPa, 0. mm이다.
- (5) 해석결과 스프링이 늘어나면서 휘는 결과를 얻었고, 이때 총변형량은 스프링의 가장자리 부분에 집중되었다.

참고문헌

- [1] ANSYS User's Manual Ver.10.0, ANSYS Inc., 2005.
- [2] 태성애스엔이 FEA사업부, "ANSYS Work bench", 시그마프레스, 2007.
- [3] 이종선, "쿨러 자켓의 유동해석", 한국산화기술학회논문지, Vol.7, No.1, pp.1~6, 2006.
- [4] 이종선, "엘리베이터 도어의 거동해석", 한국산화기술학회논문지, Vol.8, No.5, pp.991~994, 2007.
- [5] T. R. Chandrupatla and A. D. Belegundu, "Introduction to Finite Elements in Engineering". Prentice Hall, 1991.
- [6] James Shackelford and William Alexander, "Material Science & Engineering Hand Book", CRC Press, 1994.
- [7] 전경진, 김재학, 이호중, "Flexible Flat Cable 생산성 향상을 위한 가압용 히팅롤러의 온도제어개선", 한국정밀공학회지, Vol.22, No.7, pp.155~163, 2005.

이 종 선(Jong-Sun Lee)

[중신회원]



- 1982년 2월 : 국민대학교 기계설계학과 (공학사)
- 1984년 2월 : 국민대학교 기계공학과 (공학석사)
- 1996년 2월 : 국민대학교 기계설계학과(공학박사)
- 1996년 3월 ~ 현재 : 대전대학교 컴퓨터응용기계설계공학과 교수

<관심분야>

최적설계, 생산공학

백 두 성(Doo-Sung Baik)

[정회원]



- 1983년 2월 : 국민대학교 기계공학과 (공학사)
- 1991년 3월 : University of Cincinnati (공학석사)
- 1997년 5월 : Wichita State University (공학박사)
- 2007년 3월 ~ 현재 : 대전대학교 컴퓨터응용기계설계공학과 전임강사

<관심분야>

미세열유체, CFD, 대체에너지