

고압세척기의 구조해석

이종선^{1*}

¹대진대학교 컴퓨터응용기계설계공학과

Structural Analysis of High Pressure Cleaning Machine

Jong-Sun Lee^{1*}

¹Computer Aided Mechanical Engineering, DaeJin University

요 약 본 논문은 고압세척기의 성능을 향상시킨 제품개발을 위하여 현장에서 사용되는 고압세척기를 분해하여 측정하였으며 실제형상을 3차원 설계프로그램인 CATIA V5를 사용하여 모델링하였다. 또한 모델링된 고압세척기에 대하여 3차원 유한요소해석 프로그램인 ANSYS를 사용하여 유동해석을 수행하였으며 그 결과를 구조해석의 입력 자료로 활용하여 내부압력에 따른 응력, 변형률, 총변형량을 구하였다. 이러한 결과는 새로운 고압세척기의 제품개발에 활용될 예정이다.

Abstract In this paper, a high pressure cleaning machine in field was disassembled and measured in order to develop a highly improved pressure cleaner in performance and real configuration was modeled by using 3-D design program CATA V5. In addition, fluid analysis was conducted on the modeled high pressure cleaning machine by using ANSYS finite element analysis program and visualize the pressure changes of internal fluid flow was visualized. This result will be applied to a new designed high pressure cleaning machine in future.

Key Words : High Pressure Cleaning Machine, Internal Pressure, Structural Analysis, Total Deformation

1. 서론

고압세척기(High Pressure Cleaning Machine)란 오토바이, 일반가정의 세차, 수족관 세척작업, 유리창, 계단 및 건물청소, 환풍기, 에어컨 등의 세척을 쉽게 해주는 기계이다.

국내 기술은 전기 순간히터방식의 고압세척기를 개발하여 시판하고 있고 기존의 등유를 사용한 버너방식에 비하면 친환경적이지만 에너지 측면에서는 획기적인 절감이 이루어지지 않고 있다.

본 논문은 고압세척기의 성능을 향상시킨 제품 개발을 위하여 현장에서 사용되는 고압세척기를 분해하여 측정하였으며 실제형상을 CATIA V5[1]를 사용하여 모델링하였다. 또한 3차원 유한요소해석 프로그램인 ANSYS[2-3]를 사용하여 유동해석을 수행하였으며 그 결

과를 구조해석의 입력 자료로 활용하여 내부압력에 따른 응력, 변형률, 총변형량을 구하였다. 이러한 결과는 새로운 고압세척기의 제품개발에 활용될 예정이다.

2. 본론

고압세척기는 설계프로그램인 CATIA V5를 사용하여 모델링하였다.

모델링은 고압세척기의 Gun, Hose, Boiler 부분에 대하여 수행하였으며, 압력이 높아진 물의 흐름을 위한 외부모형을 모델링하였다. 원활한 해석을 위하여 형상을 간략화 시키고, 불필요한 부분은 제거하였다.

Fig. 1은 고압세척기의 형상을 나타낸다.

*Corresponding Author : Jong-Sun Lee(DaeJin Univ.)

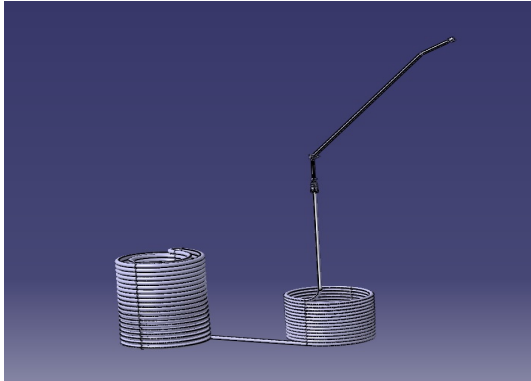
Tel: +82-31-539-1975 email: jongsun@daejin.ac.kr

Received August 12, 2013

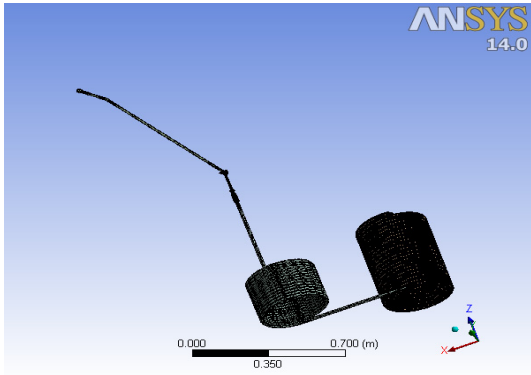
Revised September 27, 2013

Accepted October 10, 2013

Fig. 2는 고압세척기의 외부 Mesh 형상을 나타내고 있으며 Table 1과 같은 조건으로 구성되어있다.



[Fig. 1] Geometry of High Pressure Cleaning Machine



[Fig. 2] Mesh generation of High Pressure Cleaning Machine

[Table 1] Mesh generation

Domain	Nodes	Elements
Gun	4,430	2,345
Hose	40,482	6,580
Boiler	31,492	16,895

고압세척기에 가해지는 압력에 따른 파단압력을 알아 보기 위해 외부형상의 두께 값을 활용하였으며 내부압력으로 100, 120, 150, 180, 200, 250bar의 압력을 가하여 구조해석[4-6]을 실시하였으며 Table 2, 3, 4와 같은 물성치 [7]를 이용하였다.

[Table 2] Definition of Hard rubber

Structural	
Young's Modulus	2.00×10^{11} Pa
Poisson's Ratio	0.3
Density	7.85×10^3 kg/m ³
Bulk Modulus	1.66×10^{11}
Tensile Yield Strength	2.50×10^8 Pa
Shear Modulus	7.69×10^{10} Pa
Tensile Ultimate Strength	4.60×10^{10} Pa

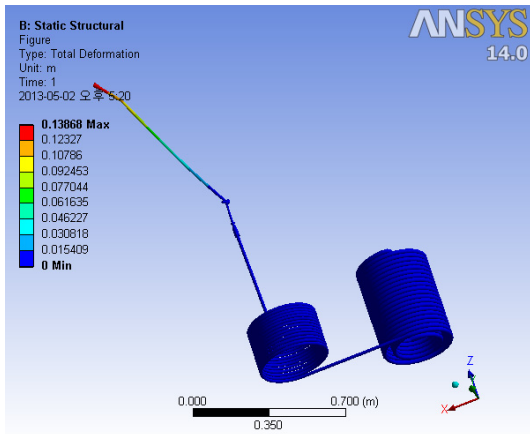
[Table 3] Definition of Stainless steel

Structural	
Young's Modulus	2.00×10^{11} Pa
Poisson's Ratio	0.3
Density	7.85×10^3 kg/m ³
Bulk Modulus	1.66×10^{11}
Tensile Yield Strength	2.50×10^8 Pa
Shear Modulus	7.69×10^{10} Pa
Tensile Ultimate Strength	4.60×10^{10} Pa

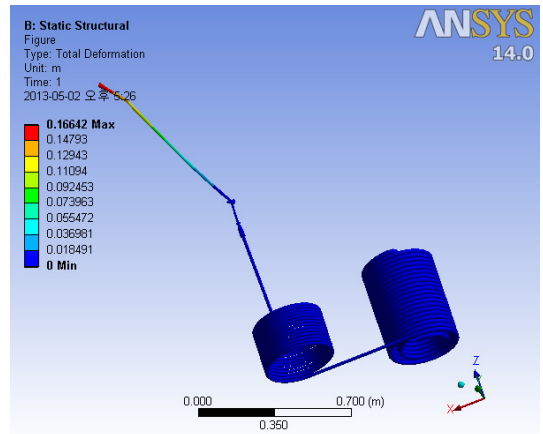
[Table 4] Definition of Structural steel

Structural	
Young's Modulus	1.93×10^{11} Pa
Poisson's Ratio	0.31
Density	7.75×10^3 kg/m ³
Bulk Modulus	1.69×10^{11} Pa
Tensile Yield Strength	2.07×10^8 Pa
Shear Modulus	7.36×10^{10} Pa
Tensile Ultimate Strength	5.86×10^8 Pa

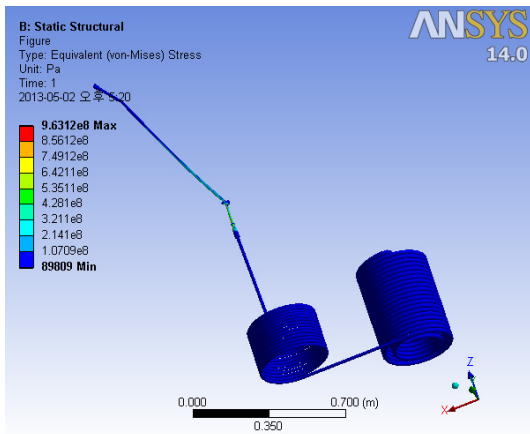
Fig. 3 ~ Fig. 20은 100bar에서 250bar 까지 내부압력이 바뀔 때 총변형량, 응력, 변형률의 결과를 나타낸다.



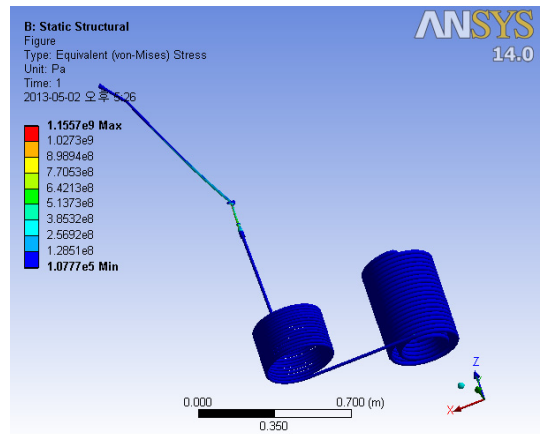
[Fig. 3] Total Deformation(100bar)



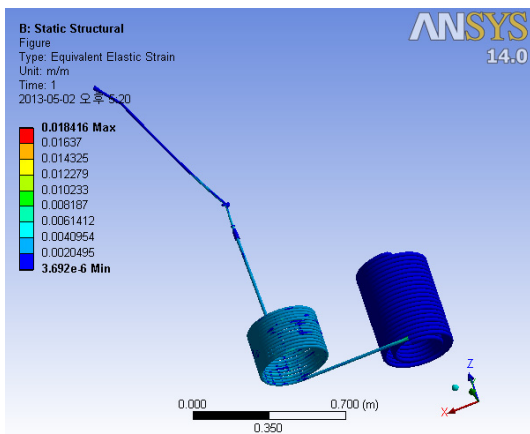
[Fig. 6] Total Deformation(120bar)



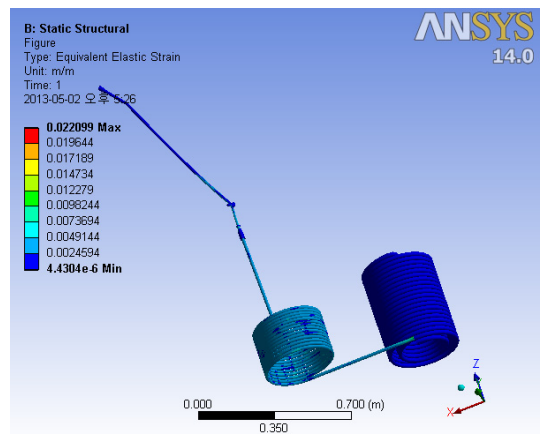
[Fig. 4] Stress(100bar)



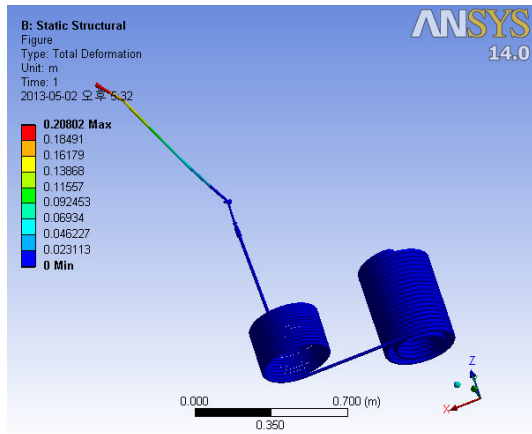
[Fig. 7] Stress(120bar)



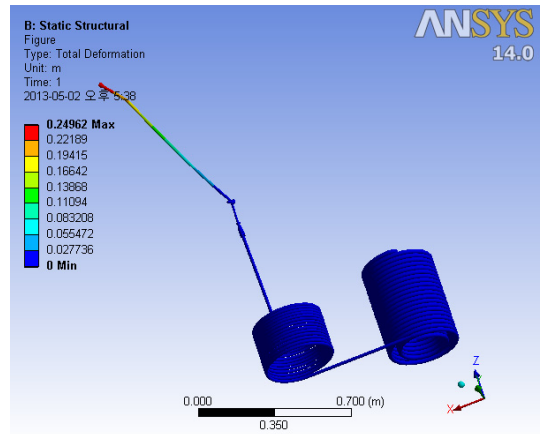
[Fig. 5] Strain(100bar)



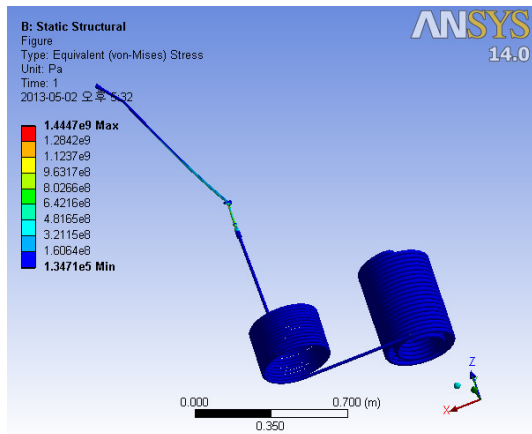
[Fig. 8] Strain(120bar)



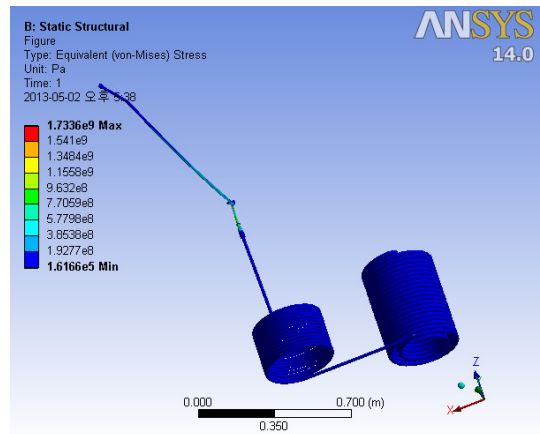
[Fig. 9] Total Deformation(150bar)



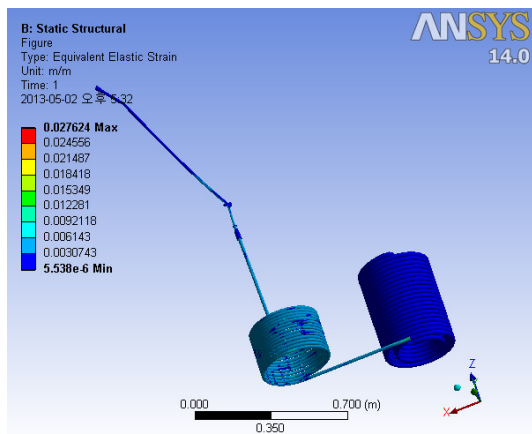
[Fig. 12] Total Deformation(180bar)



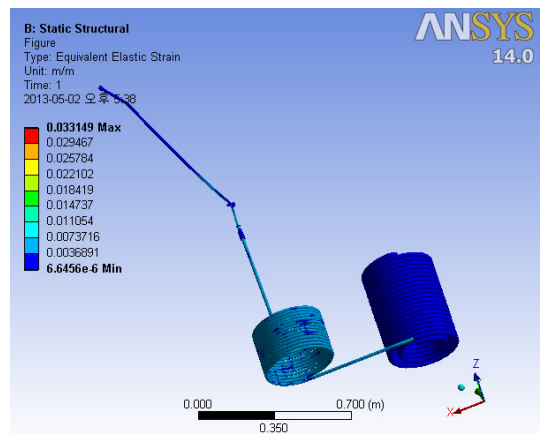
[Fig. 10] Stress(150bar)



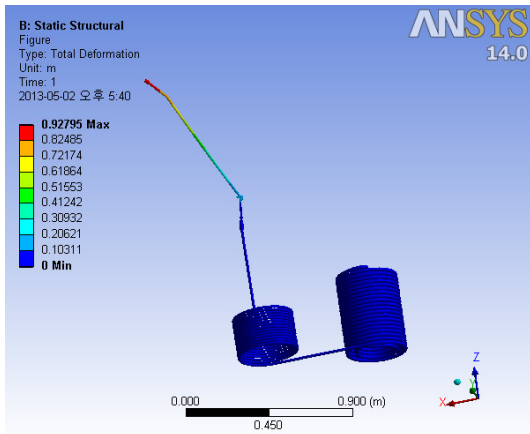
[Fig. 13] Stress(180bar)



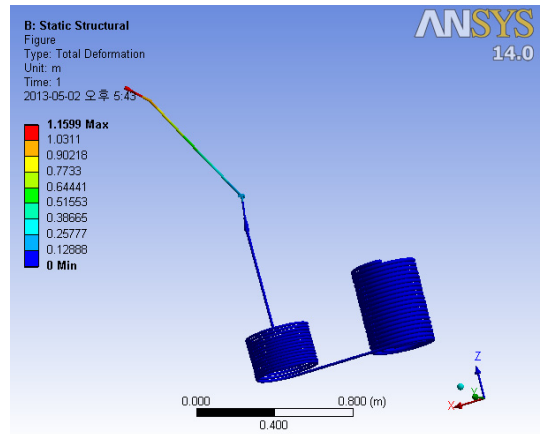
[Fig. 11] Strain(150bar)



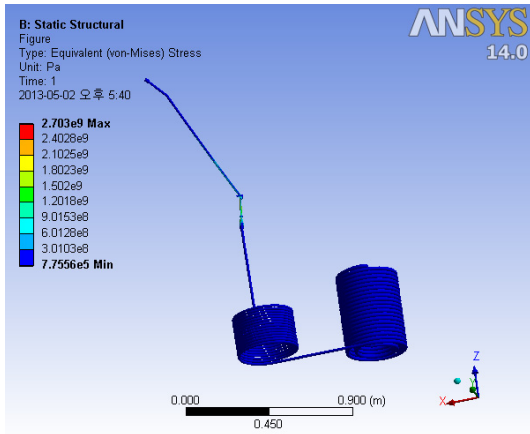
[Fig. 14] Strain(180bar)



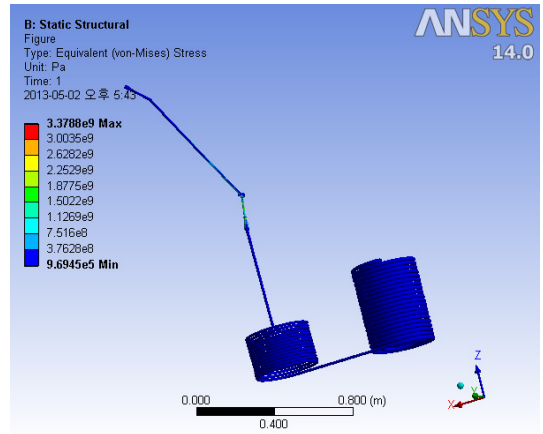
[Fig. 15] Total Deformation(200bar)



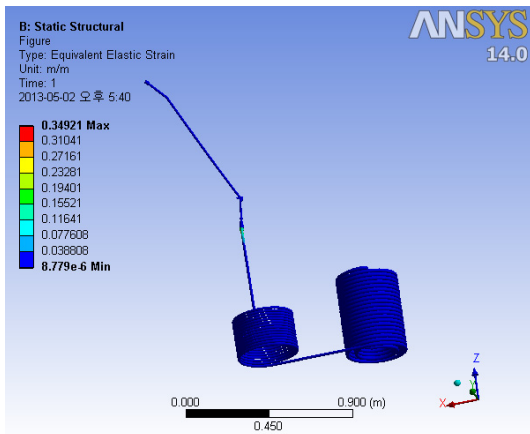
[Fig. 18] Total Deformation(250bar)



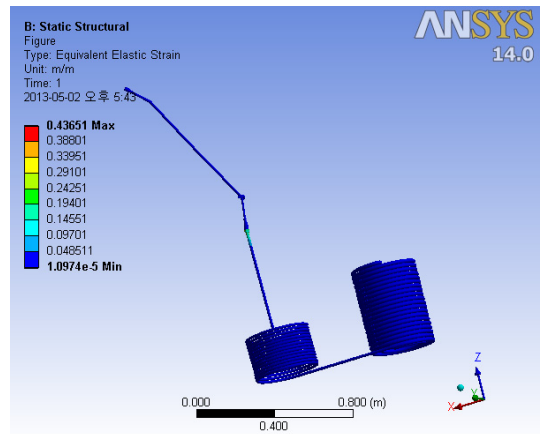
[Fig. 16] Stress(200bar)



[Fig. 19] Stress(250bar)



[Fig. 17] Strain(200bar)



[Fig. 20] Strain(250bar)

Table 5와 Table 6은 구조해석의 결과를 나타낸다.

[Table 5] Results of Analysis

Pressure (bar)	Total Deformation(m)	Stress(Pa)	Strain
100	0.13868	0.96312e9	0.018416
120	0.16642	1.1557e9	0.022099
150	0.20802	1.4447e9	0.027624
180	0.24962	1.7336e9	0.033149
200	0.92795	2.703e9	0.34921
250	1.1599	3.3788e9	0.43651

[Table 6] Results of Analysis

Pressure (bar)	Stress Result (MPa)	Allowable Stress(MPa)	Allowable Stress Range(%)	Compare
100	963.12	2500	963.12/2500 * 100 = 38.5248	Safety
120	1155.7	2500	1155.7/2500 * 100 = 46.228	Safety
150	1444.7	2500	1444.7/2500 * 100 = 57.778	Safety
180	1733.6	2500	1733.6/2500 * 100 = 69.344	Safety
200	2703	2500	2703/2500 * 100 = 108.12	Unsafety
250	3378.8	2500	3378.8/2500 * 100 = 135.152	Unsafety

3. 결론

고압세척기에 대하여 구조해석을 실시하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 구조해석 시 총변형량은 고압세척기 내부의 압력이 휘어진 부분에서 가장 크게 측정되었다.
- 2) 해석결과 100bar ~ 180bar에 대해서 안전한 것으로 나타났지만, 200bar이상의 압력에서는 허용응력 범위를 초과하였다.
- 3) 고압세척기는 100bar ~ 250bar의 압력을 주었을 때 압력에 따라 100bar ~ 180bar까지는 총변형량, 변형률, 응력이 일정한 비율로 증가하다가 허용응력

을 초과하는 200bar ~ 250bar에서는 높은 비율로 증가하는 것을 알 수 있었다

- 4) 고압세척기는 200bar 이상의 압력은 견디지 못하고 허용응력이 초과됨에 따라 200bar 이하에서 사용해야 한다.

References

- [1] Heechang Che, "Introduction to CATIA V5", Pearson Education Korea Ltd., 2002.
- [2] ANSYS User's Manual Ver.12.1, ANSYS Inc., 2010.
- [3] Chulwoo Park, Chulhyun Hong, "User Guide of ANSYS Workbench", Interserion, 2008.
- [4] Jongsun Lee, "A Study on the Optimum Shape of Rope Brake", TRANSACTIONS of KSMTE, Vol.14, No.1, pp.101-107, 2005.
- [5] Jongsun Lee, "Design and Structure Improvement of Ultra Low Volume Sprinkler", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol.11, No.1, pp.43-48, 2010.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2010.11.1.043>
- [6] Jongsun Lee, "Structural Analysis of Synthetic Heat Transfer Fluid Boiler", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol.13, No.8, pp.3352-3357, 2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2012.13.8.3352>
- [7] James shakelford and William Alexander, "Material Science and Engineering Hand Book", CRC Press, 1994.

이 종 선(Jong-Sun Lee)

[종신회원]



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

<관심분야>
최적설계, 생산공학