

# 세척기의 구조개선 및 신제품 개발

이종선\*

<sup>1</sup>대진대학교 컴퓨터응용기계설계공학과

## Structure Improvement and New Product Development of Cleaning Machine

Jong-Sun Lee<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Division of Computer Aided Mechanical Engineering, Daejin University

**요약** 본 논문의 목적은 세척기를 구조 변경하여 새로운 세척기를 개발하는데 있다. 세척 성능을 향상시킨 세척기 개발을 위하여 기존의 세척기 구조를 변경하여 설계하였다. 설계 시 프로그램은 CATIA를 사용하였으며 구조해석에 필요한 모델링도 CATIA를 사용하였다. 또한 모델링된 세척기에 대하여 3차원 유한요소해석 프로그램인 ANSYS를 사용하여 구조해석을 실시하였으며 해석결과로서 총변형량, 응력, 변형률을 구하였다. 이러한 구조해석의 결과는 새로운 세척기의 제품개발에 활용되었다.

**Abstract** This paper evaluated the structural improvements and new product development of cleaning machines. A cleaning machine was redesigned for structural improvements and new product development using a 3-D design program CATIA. In addition, structural analysis was conducted on the modeled cleaning machine using the ANSYS program. The total deformation, stress and strain were obtained by the pressure change. This result was applied to the new product development of cleaning machines.

**Key Words** : Structure Improvement, Cleaning Machine, Total Deformation, Stress, Strain

### 1. 서론

산업현장에서 생산되는 제품에서 우선 고려해야 할 사항은 내구성, 효율성, 낮은 에너지 소비량이다. 특히 제품의 경량화를 통하여 에너지 소비량을 낮추고 사용 시 산업재해를 방지할 수 있는 안전성이 중요한 항목으로 대두되고 있다. 이러한 추세는 산업현장 뿐만 아니라 일반 세차장, 건설현장, 가정에서 활발히 사용 중인 세척기 (Cleaning machine)에도 적용되고 있다. 그동안 세척기는 선진외국제품을 수입하여 사용하였으며 국내의 세척기 제작사들은 영세하여 완성품을 수입하여 판매하거나 부품을 수입하여 조립하는 수준이었다. 이러한 상황을 호전시키기 위하여 세척기에 대한 연구개발이 시작되었

으며 새로운 모델의 세척기를 개발하려는 시도로 본 연구가 시행되었다.

본 논문은 성능을 향상시킨 세척기 개발을 위하여 기존의 세척기 구조를 변경하여 설계하였다. 설계 시 프로그램은 CATIA[1]를 사용하였으며 구조해석에 필요한 모델링을 위하여 CATIA를 사용하였다. 또한 모델링된 세척기에 대하여 3차원 유한요소해석 프로그램인 ANSYS [2,3]를 사용하여 구조해석을 수행하였으며 내부압력에 따른 총변형량, 응력, 변형률을 구하였다. 이러한 구조해석의 결과는 새로운 세척기의 제품개발에 활용되었으며, 성능이 개선된 세척기를 제작하여 시장에서 판매하고 있다.

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

Tel: +82-10-3794-1978 email: jongsun@daejin.ac.kr

Received July 10, 2014

Revised August 6, 2014

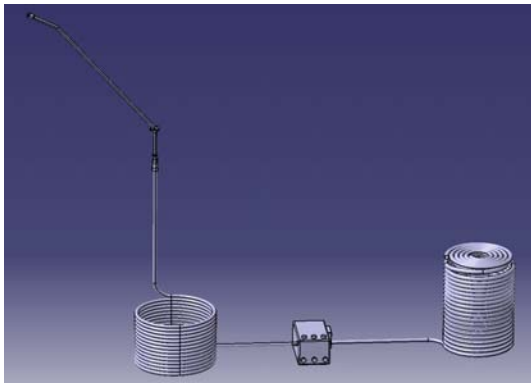
Accepted August 7, 2014

## 2. 본론

세척기는 설계프로그램인 CATIA를 사용하여 모델링하였다.

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

Fig. 1은 설계 변경된 세척기의 형상을 나타낸다.

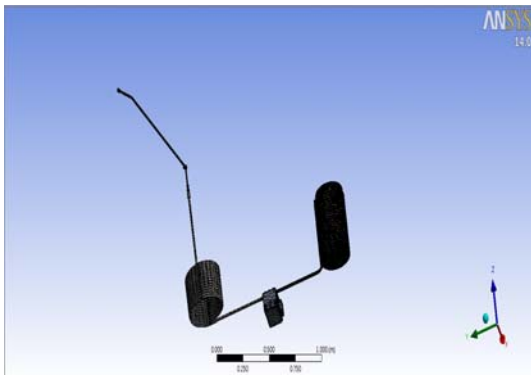


[Fig. 1] Geometry of Cleaning Machine

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

[Table 1] Mesh generation

Domain	Nodes	Elements
Gun	8,202	4,613
Hose	38,776	20,813
Motor pump	8,847	5,017
Boiler	361,565	183,913



[Fig. 2] Mesh generation of Cleaning Machine

세척기에 가해지는 압력에 따른 과단압력을 알아보기 위해 형상의 두께 값이 필요하여 외부형상의 두께 값을 활용하였으며 기존의 구조해석 결과[4]를 참고하였다. 내부의 압력으로 130, 150, 160, 170, 180, 190, 200bar의 압력을 가하여 구조해석[5-7]을 실시하였으며 Table 2, 3, 4 와 같은 물성치[8]를 이용하였다.

[Table 2] Definition of Hard rubber

Structural	
Young's Modulus	$1.83 \times 10^9 \text{ Pa}$
Poisson's Ratio	0.4
Density	$1.19 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$
Bulk Modulus	$3.05 \times 10^9 \text{ Pa}$
Tensile Yield Strength	$1.55 \times 10^7 \text{ Pa}$
Shear Modulus	$6.53 \times 10^8 \text{ Pa}$
Tensile Ultimate Strength	$3.17 \times 10^7 \text{ Pa}$

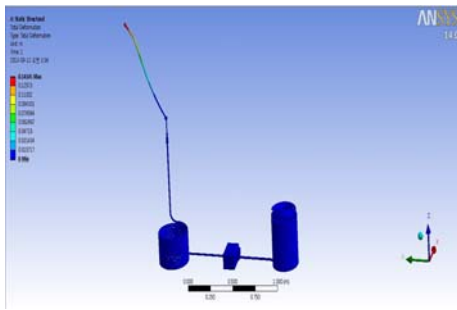
[Table 3] Definition of Stainless steel

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

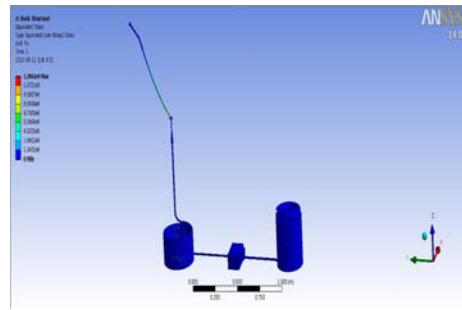
[Table 4] Definition of Structural steel

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

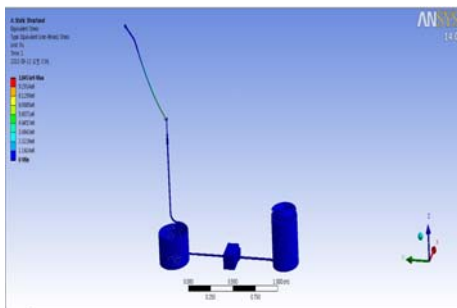
Fig. 3 ~ Fig. 23은 130bar에서 200bar 까지 내부압력이 바뀔 때 총변형량, 응력, 변형률의 결과를 나타낸다.



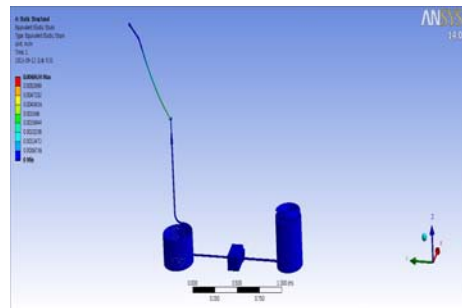
[Fig. 3] Total Deformation(130bar)



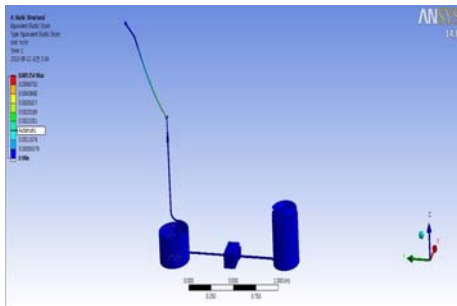
[Fig. 7] Stress(150bar)



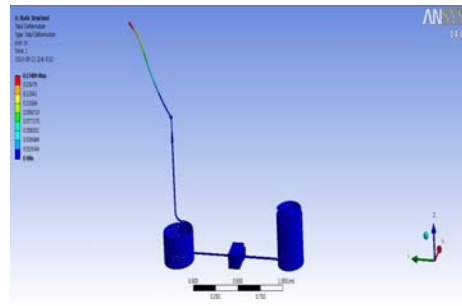
[Fig. 4] Stress(130bar)



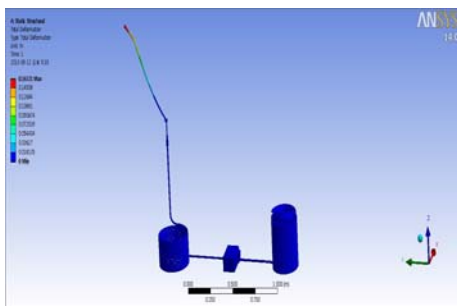
[Fig. 8] Strain(150bar)



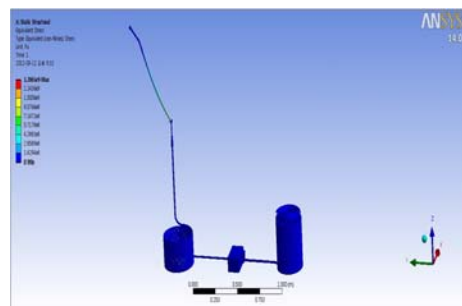
[Fig. 5] Strain(130bar)



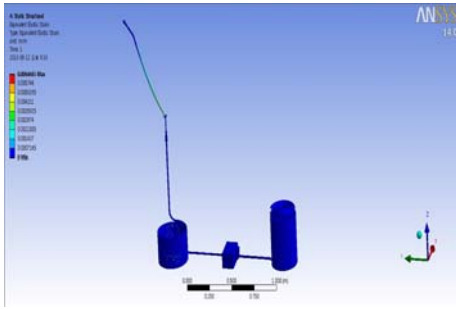
[Fig. 9] Total Deformation(160bar)



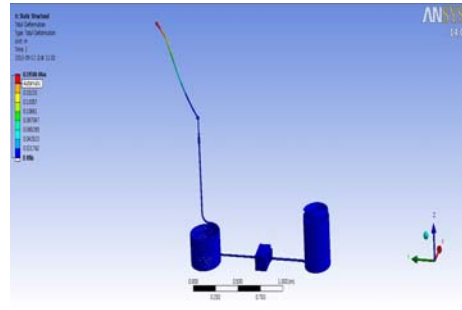
[Fig. 6] Total Deformation(150bar)



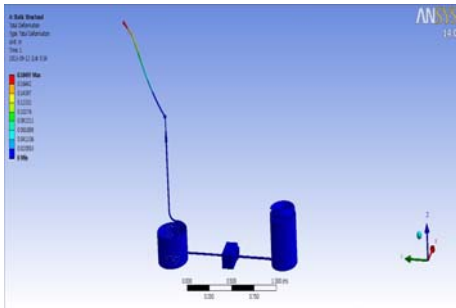
[Fig. 10] Stress(160bar)



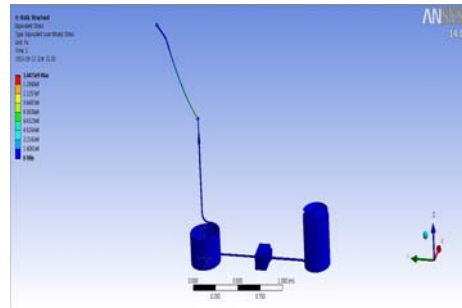
[Fig. 11] Strain(160bar)



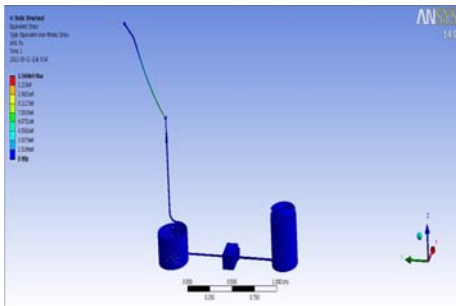
[Fig. 15] Total Deformation(180bar)



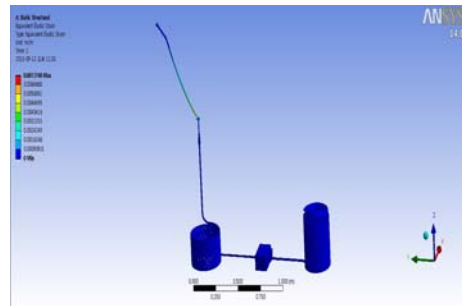
[Fig. 12] Total Deformation(170bar)



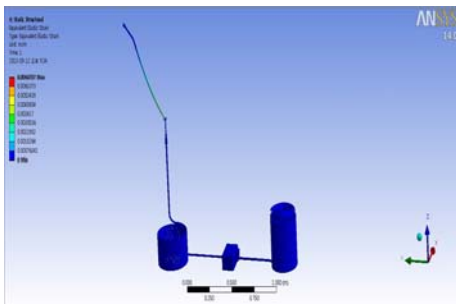
[Fig. 16] Stress(180bar)



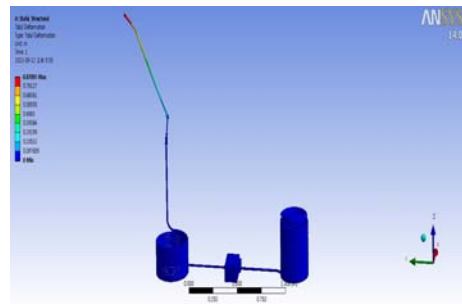
[Fig. 13] Stress(170bar)



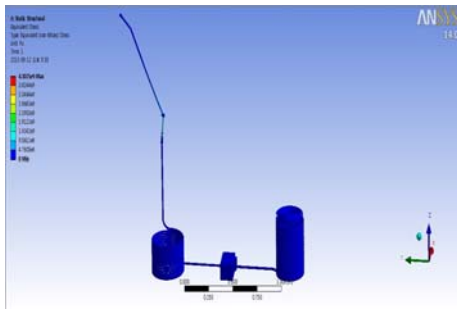
[Fig. 17] Strain(180bar)



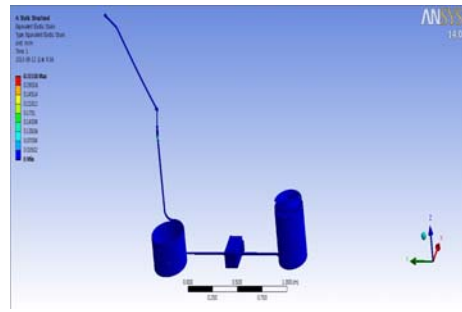
[Fig. 14] Strain(170bar)



[Fig. 18] Total Deformation(190bar)

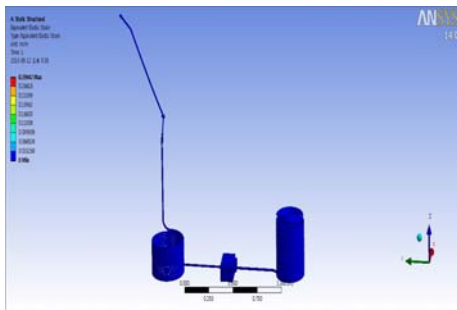


[Fig. 19] Stress(190bar)



[Fig. 23] Strain(200bar)

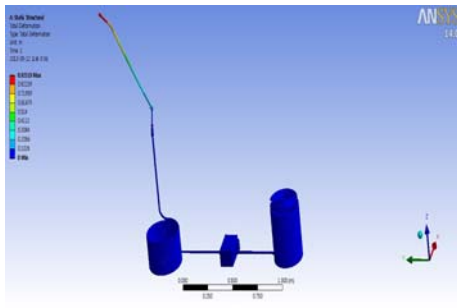
Table 5와 Table 6은 구조해석의 결과를 나타낸다.



[Fig. 20] Strain(190bar)

[Table 5] Results of Analysis

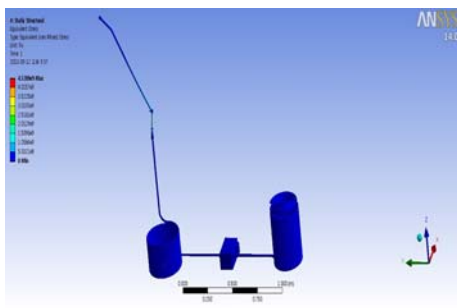
Pressure (bar)	Total Deformation(m)	Stress(Pa)	Strain
130	0.14145	1.0453e9	0.005254
150	0.16321	1.2061e9	0.006062
160	0.17409	1.2865e9	0.006467
170	0.18497	1.3669e9	0.006871
180	0.44244	4.0416e9	0.020333
190	0.87893	4.3025e9	0.29942
200	0.92519	4.5289e9	0.31518



[Fig. 21] Total Deformation(200bar)

[Table 6] Results of Analysis

Pressure (bar)	Stress Result (MPa)	Allowable Stress(MPa)	Allowable Stress Range(%)	Compare
130	104.53	207	$104.53/207 * 100 = 50.498$	Safety
150	120.61	207	$120.61/207 * 100 = 58.266$	Safety
160	128.65	207	$128.65/207 * 100 = 62.150$	Safety
170	136.69	207	$136.69/207 * 100 = 66.034$	Safety
180	404.16	207	$404.16/207 * 100 = 195.246$	Safety
190	430.25	207	$430.25/207 * 100 = 207.850$	Unsafty
200	452.89	207	$452.89/207 * 100 = 218.787$	Unsafty



[Fig. 22] Stress(200bar)

Fig. 24는 새로운 모델의 세척기로서 본 논문의 구조 해석의 결과를 활용하여 제작하였다.



[Fig. 24] New Model of Cleaning Machine

### 3. 결론

본 연구에서 세척기에 대한 구조해석 시 총변형량은 세척기 내부의 휘어진 부분에서 가장 크게 측정되었으며 해석결과 130bar ~ 180bar에서는 안전하지만 190bar 이상의 압력에서는 허용응력 범위를 초과하였다.

또한 세척기는 압력에 따라 130bar ~ 170bar까지는 총변형량, 변형률, 응력이 일정한 비율로 증가하다가 180bar ~ 200bar에서 갑자기 높은 비율로 증가하는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과로부터 세척기는 190bar 이상의 압력은 견디지 못하고 허용응력 범위를 초과함에 따라 190bar 이하의 압력에서 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", Interscience, 2008.
- [4] Jongsun Lee, "Structural Analysis of High Pressure Cleaning Machine", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol.14, No.10, pp.4694-4699, 2013.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2013.14.10.4694>
- [5] Jongsun Lee, "A Study on the Optimum Shape of Rope Brake", TRANSACTIONS of KSMTE, Vol.14, No.1, pp.101-107, 2005.
- [6] 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>

- [7] 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>

- [8] 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