

헤어드라이기의 팬 형상에 따른 열변형에 관한 연구

한문식*, 조재웅**,#

*계명대학교 기계자동차공학과, **공주대학교 기계자동차공학부

A Study on Thermal Deformation due to Fan Shape of Hair Dryer

Moonsik Han*, Jaeung Cho**,#

*Department of Mechanical and Automotive Engineering, Keimyung UNIV.

**Division of Mechanical and Automotive Engineering, Kongju National UNIV.

(Received 14 March 2017; received in revised form 27 March 2017; accepted 8 April 2017)

ABSTRACT

This study investigates thermal deformation due to fan shape of a hair dryer. In this study, thermal analysis showed that the shape of an electric fan results in lower temperature than that of a sieve frame. Among the shapes of electric fans, the temperature change decreases as the number of wings decreases. As a result of thermal deformation, model 4 (sieve frame shape) showed increased change of deformation compared to models 1, 2, and 3 (with electric fan shapes). Thus, the model 1 dryer with the sieve frame shape is shown to have the least durability among models 1, 2, 3, and 4. It is thought that the analysis results of this study can be applied to durability improvement and safer design of hair dryers.

Key Words : Hair Dryer(헤어드라이기), Fan Shape(팬 형상), Thermal Deformation(열변형), Temperature(온도), Durability(내구성)

1. 서 론

헤어드라이기의 과열은 과부화로 이어져 기기의 화재의 원인이 될 수 있으며 이로 인한 인명피해로 이어질 수 있다. 헤어드라이기는 작은 몸체에 비해 많은 열을 발생하기 때문에 일정 시간사용 후, 내부의 뜨거운 열을 식히기 위하여 스스로 작동을 멈추게 된다. 따라서 헤어드라이기안에서 가장 많이 열을 받게 되는 팬의 과열 시간을 단축시키려는 연구가 진행되어 왔다.^[1~4] 또한 팬의 모델

에 따라서 바람의 생성과 받을 수 있는 열의 정도가 달라 공기의 저항이 심해진다. 따라서 본 연구에서는 헤어드라이기의 팬 형상에 따른 열변형을 비교 해석하여 팬의 과열을 효율적으로 줄이고자 한다. 본 연구결과를 통하여 헤어드라이기의 과열에 대비하여 화재를 방지할 수 있는 해석 자료로 활용할 수 있다고 사료된다.^[5~7]

2. 연구모델 및 해석결과

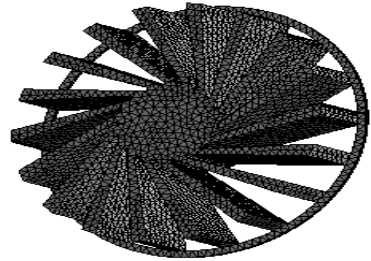
2.1 연구모델

본 연구에서는 헤어드라이기 팬을 모델로 하여

Corresponding Author : jucho@kongju.ac.kr

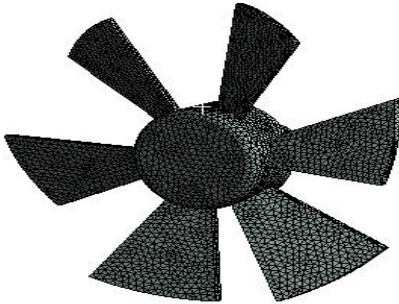
Tel: +82-41-521-9271, Fax:+82-41-555-9123

열 해석을 하였다. 모델 형상은 실제로 있는 날개의 모델들을 참고하여 CATIA를 이용하여 모델링한 후 ANSYS R14.0 Student 버전을 이용하여 해석하였다. 수치는 직경 170mm에 높이는 70mm에 준하여 3D 모델로 설계하였으며, Model 1, 2, 3, 4으로 구분하였고 이 모델들에 대한 해석 대상의 메쉬 형상들은 Fig. 1과 같다.^[8-12]

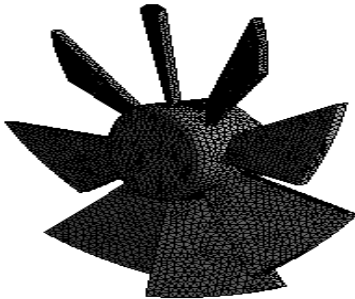


(d) Model 4

Fig. 1 Meshes of models



(a) Model 1



(b) Model 2



(c) Model 3

Table 1 Material properties

Density	7850kg/m ³
Coefficient of Thermal Expansion	1.2e-005 /C
Specific Heat	434 J/kg·C
Thermal Conductivity	60.5 W/m·C
Resistivity	1.7e-007 ohm·m

Table 2 Nodes and Elements at models

Model	Nodes	Elements
Model 1	79814	51462
Model 2	89121	51462
Model 3	26909	14722
Mode 4	63809	37209

Table 1과 2는 연구 모델들의 재질과 노드 및 요소를 나타낸 것이다.

2.2 모델의 경계조건

본 연구에서는 자연대류 조건에서 팬에서만 식어나가는 과정을 분석하기 위해 Fig. 2에서의 그림과 같이 날개부분에만 온도를 90℃로 주고 몸통 부분에서는 공기와 접촉한다는 가정하에 온도는 22℃의 조건을 가하였다.

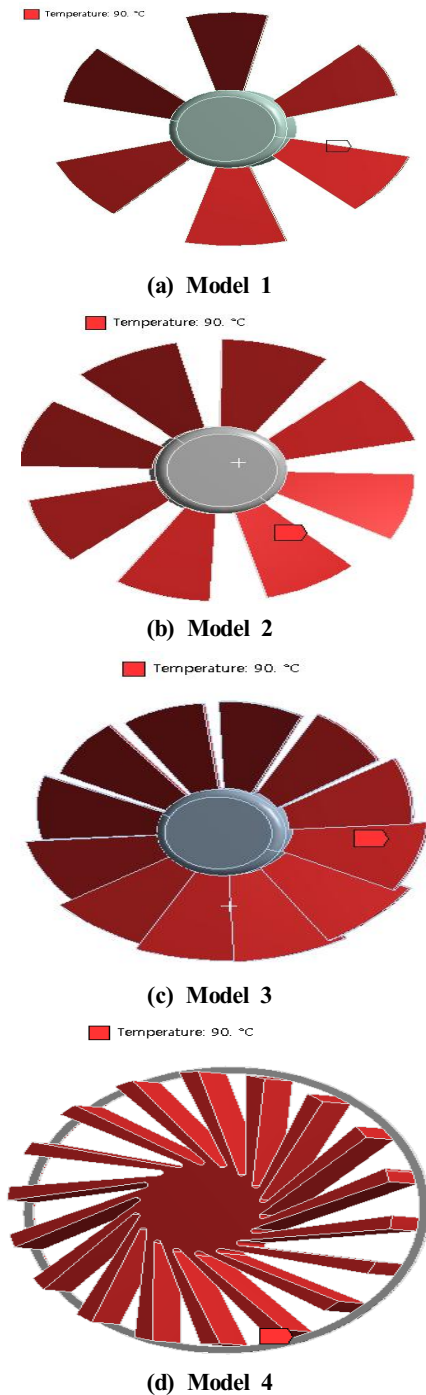


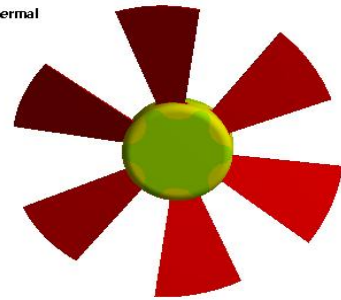
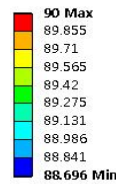
Fig. 2 Constraint conditions of models

3. 해석결과

3.1 온도 해석의 결과

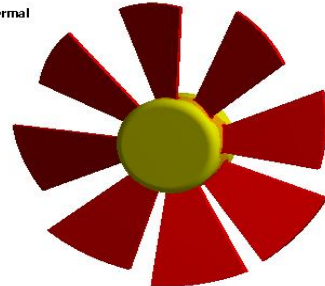
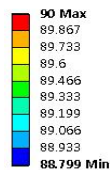
Fig. 3은 초기 상태에서 열해석을 한 결과값들이다. 이 4개의 모델들 중 가장 낮은 온도가 나온 모델은 Model 4로 이론적으로 90도가 나와야 하지만 해석의 정확도로 인해 약간의 오차가 나게 되었다. Fig. 4의 그림은 초기 조건 이후 1800초가 지난 후의 결과 값을 나타낸 그림으로서 이 때 가장 낮은 온도를 나온 모델은 Model 1으로 76.555°C의 온도가 나왔다. Fig. 3과 Fig. 4를 비교하면, 1800초에서 온도 변화가 가장 큰 모델을 확인할 수 있었다. 온도 변화가 가장 큰 모델은 Model 1으로 최대 89.976°C, 최소 74.968°C으로 1800초간 15.008°C의 온도가 하강하였다. 가장 작은 차이를 보인 모델은 Model 4로 최대 89.965°C 최소 81.294°C로 그 차이값은 8.671°C를 보였다. 이는 Model 1이 Model 4에 비하여 초기 방열능력은 떨어지지만 냉각능력을 높다는 것을 알 수 있었다.

I: Steady-State Thermal
Temperature
Type: Temperature
Unit: °C
Time: 1

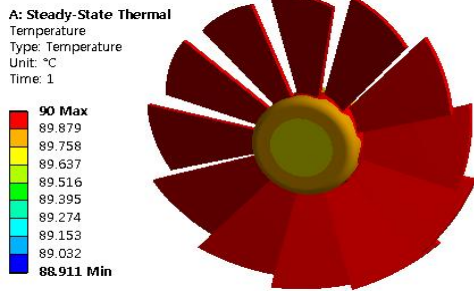


(a) Model 1

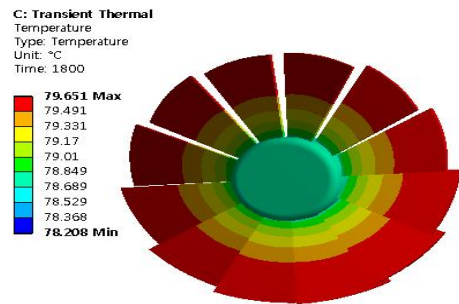
E: Steady-State Thermal
Temperature
Type: Temperature
Unit: °C
Time: 1



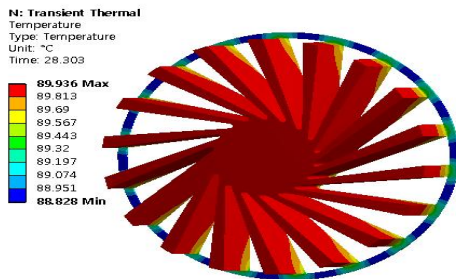
(b) Model 2



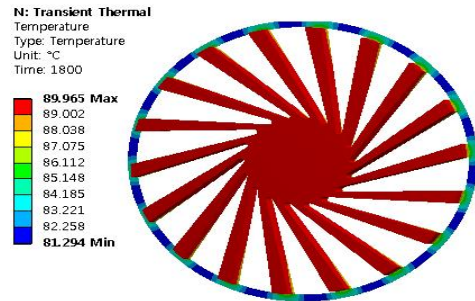
(c) Model 3



(c) Model 3



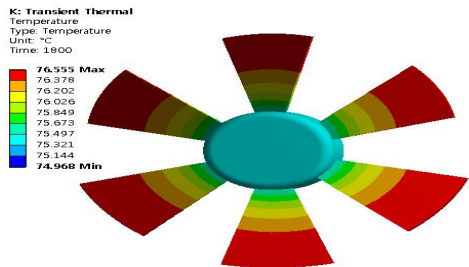
(d) Model 4



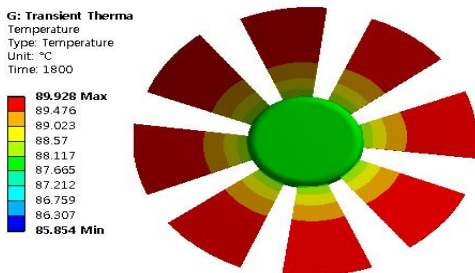
(d) Model 4

Fig. 3 Temperatures of models at initial state

Fig. 4 Temperatures of models at the elapsed time of 1800s



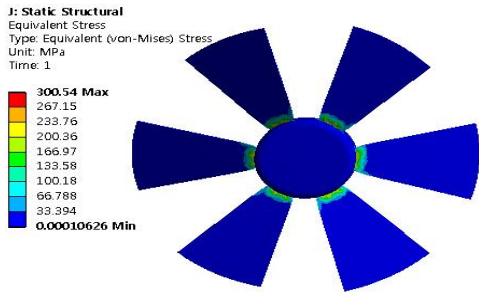
(a) Model 1



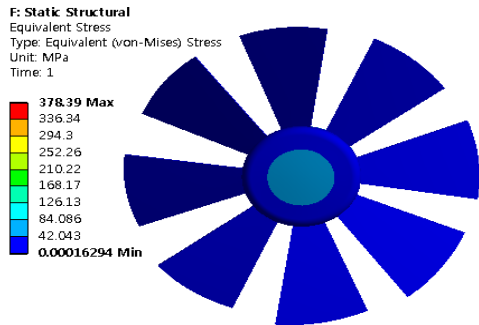
(b) Model 2

3.2 열 변형량 해석의 결과

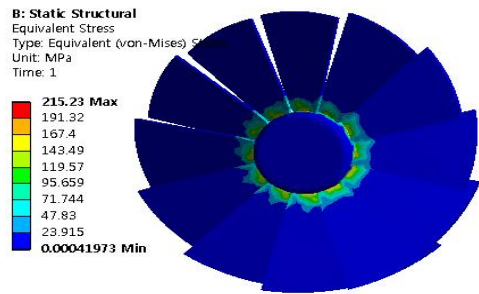
Fig. 5는 초기 온도 상태에서의 열응력을 나타낸 그림이다. 초기 온도 조건에서 가장 적은 응력을 보인 모델은 Model 3으로 215.23MPa의 응력이 나타났다. 최대 응력을 보인 모델은 Model 4로서 495.87MPa의 응력이 나왔다. Fig. 6은 1800초가 지난 후의 열응력 해석을 한 결과이다. 이 때 최저 응력이 나온 모델은 Model 3으로서 179.99MPa의 응력이 나왔다. 최대 응력이 나온 모델은 Model 4로서 426.97MPa의 응력이 나왔다. 따라서 초기상태 또는 1800초의 냉각시간을 갖은 상태에서의 열응력을 보았을 때 Model 3가 다른 모델들에 비하여 그 구조적 안정성이 높다는 것을 알 수 있었다. 해석적 결과를 통해 얻어진 결과는 헤어드라이기의 내구성 향상 및 안전설계에 기여할 것으로 사료된다.



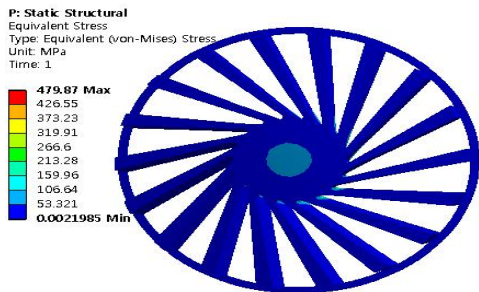
(a) Model 1



(b) Model 2

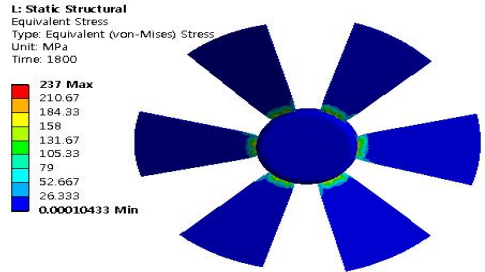


(c) Model 3

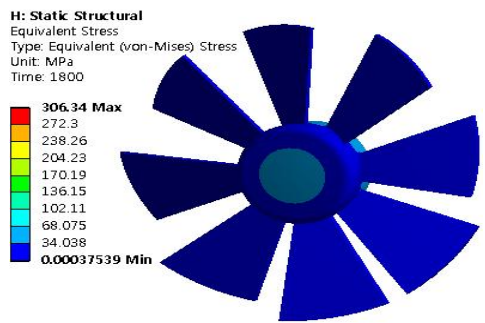


(d) Model 4

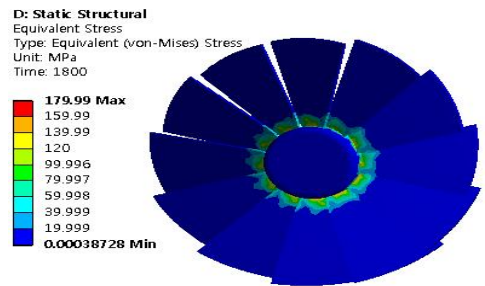
Fig. 5 Equivalent stresses of models at initial state



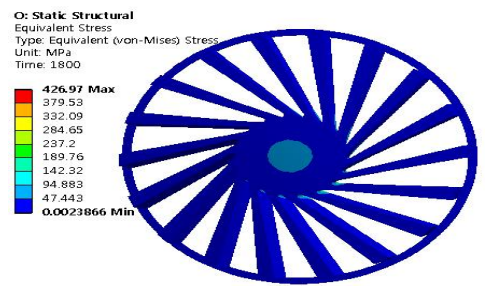
(a) Model 1



(b) Model 2



(c) Model 3



(d) Model 4

Fig. 6 Equivalent stresses of models at the elapsed time of 1800s

4. 결 론

본 연구는 헤어드라이기 팬형상에 따른 열변형을 해석하였고 이에 따른 결론은 다음과 같다.

1. 시간에 따른 온도 해석 결과, 초기 온도가 낮은 모델은 Model 4로서 89.936℃의 최고 온도가 나왔으나, 1800초간의 냉각 시간을 준 해석 조건에서의 온도가 가장 낮은 모델은 Model 1으로서 76.555℃의 최고온도가 나왔다. 해석 모델들의 냉각 능력을 비교하였을 때, Model 1은 15.008℃의 온도가 냉각된 것을 알 수 있었고 이는 Model 4의 8.671℃보다 높은 냉각 효율을 가지고 있음을 알 수 있었다.

2. 열응력에 대한 해석 결과, 초기 온도 상태에서의 최소 응력을 가진 모델은 Model 3으로서 215.23MPa의 최대 응력이 나왔고 최대 응력을 보인 모델은 Model 4로서 495.87MPa의 응력이 나왔다. 또한 1800초간의 냉각이 이루어진 상태에서의 열응력 해석값에서 최소 응력은 Model 3으로서 179.99MPa의 응력이 나왔다. 최대 응력이 나온 모델은 Model 4로서 426.97MPa의 열응력이 나왔다. 이는 Model 3이 Model 4에 비하여 그 구조적 안정성이 높음을 알 수 있었다.

REFERENCES

1. Cho, Y. T., Lee C. H., "Performance Evaluation of Heat Radiant for 50W LED by the CNT Thermal Interface Material", Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 13, No. 6, pp. 23-29, 2014.
2. Jung, J. H., Kim, S. C., Kim, H. C., Jung, D. H., Song, S. H., Lee, S. Y., Song, H. G., "A Study on Thermal-Flow Characteristics Analysis of Canned Type Electric Water Pump," KSAE conference, 2010.
3. Han, M. S., Cho, J. U., "A Study on the Shape Design of a Radiator Panel for Effective Heat Release", Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 15, No. 5, pp. 25-30, 2016.
4. Ryu, M. R., Kim, Y. H., Byon, S. M., Park, H. S., "A Study on Thermal Analysis of Motorcycle Brake Disk", Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 8, No. 4, pp. 34-40, 2009.
5. Lee, J. H., Han, M. S., Cho, J. U., "A Durability Study on Heat Transfer by the Configuration of Mortar", Proceedings of the KSMPE Conference, pp. 139-139, 2015.
6. Lee, J. J., Kim, H. K., Hyun, B. S., "The Correlation of Satellite Thermal Mathematical Model using Results of Thermal Vacuum Test on Structure-Thermal Model," J. of Korean Society of Aeronautical and Space Sciences, Vol. 37, No. 9, pp. 917, 2009.
7. Han, M. S., Cho, J. U., "Thermal Stress Analysis on Exhaust System of Car", Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 9, No. 1, pp. 42-48, 2010.
8. Jang, H., Suh, J. S., Yi, C. S., "A Study on the radiant Heat Characteristic According to Type and Array of LED Lighting Heatsink," Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 12, No. 3, pp. 54-60, 2013.
9. Cho, Y. T., "Heat Sink of LED Lights Using Engineering Plastics," Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 12, No. 4, pp. 61-68, 2013.
10. Han, M. S., Cho, J. U., "Thermal Analysis According to Material of Manifold". Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 8, No. 3, pp. 33-37, 2009.
11. Chang, M. S., Park, J. H., Kim, S. T., Kim, I. G., Cho, S. J., "A Study on the Thermal Characteristics of Dry Vacuum Pump with Vertical Screws", Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 14, No. 2, pp. 67-74, 2015.
12. Han, M. S., Cho, J. U., "A Study on the Analysis of Thermal Durability due to the Configuration of Mortar", Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 14, No. 6, pp. 69-76, 2015.