

노트북에서의 방열을 통한 내구성 해석에 관한 연구

한문식*, 조재웅**,#

*계명대학교 기계자동차공학과, **공주대학교 기계자동차공학부

Durability Analysis through the Radiation of Heat of a Laptop

Moon-Sik Han*, Jae-Ung Cho**,#

*Keimyung University Mechanical and Automotive Engineering Dept.

**Kongju National University Mechanical and Automotive Engineering Div.

(Received 23 September 2015; received in revised form 3 November 2015; accepted 5 November 2015)

ABSTRACT

This study investigates the durability of the radiator and cooler of a laptop through a thermal analysis. In the result of this study, the maximum deformation happened at the part holding up the support stand at the radiator and cooler. The maximum thermal stress of the cooler was 60.939 Mpa, as low as that of the radiator. In addition, the safety factor of the cooler was 1.64 times as high as that of the radiator. The radiator of the laptop was less durable than the cooler. The result of this study could help with designing a laptop model with a durable radiator and cooler.

Key Words : Radiator(방열판), Cooler(쿨러), Laptop(노트북), Thermal Analysis(열 해석), Durability(내구성)

1. 서 론

노트북은 통상 사람들이 많이 휴대하여 가지고 다니는데, 개인이 사용하다 보면 장시간 사용하여 열이 많이 발생한다. 따라서 노트북에서는 그 열을 식히기 위하여 방열판을 부속품으로 설치하여 CPU에서 나오는 열을 팬을 통해 쿨링 역할을 하여 그 열을 식힌다^[1-6]. 보통 컴퓨터 작업을 하는 사람들은 1개의 핸드폰을 가지고 있듯이 노트북도 한 개씩 이상은 휴대하고 있다. 또한 업무처리나 긴급히 확인해야 될 공지사항이라든지 프로그래밍과 같은 일을 하기 위해 노트북을 많이 사용하는데, 이를 몇

시간 사용하다보면 노트북이 열을 받아 그 수명이 줄어들게 되거나 컴퓨터의 내구성이 저하되어 고장이 난다. 따라서 이러한 단점을 해결하기 위하여 쿨러나 방열판을 설치하는데, 보통 방열판이 없는 노트북은 열이 40℃를 넘어가게 된다. 이를 방지하기 위하여 노트북 쿨러나 방열판을 이용하게 되는데 쿨러와 방열판의 비교적 해석을 통해 열적으로 어떤 영향을 미치는지 알아보려고 한다. 따라서 본 연구에서는 노트북에서의 쿨러나 방열판의 방열 시에 그 온도를 관찰하고 쿨러나 방열판의 내구성에 대하여 고찰하였다^[7-14]. 본 해석 결과는 노트북에서의 내구성이 있는 쿨러나 방열판의 설계에 도움이 될 수 있다고 사료된다.

Corresponding Author : jucho@kongju.ac.kr

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

2. 모델 및 해석

2.1 해석 모델

본 연구의 3D 설계된 방열판의 모델은 Fig. 1과 같으며 Model 1이라고 한다. 300*195*35(가로*세로*높이)의 크기를 가진 일반 형상의 노트북 방열판의 윗부분이다. 방열판과 비교 해석을 하기 위하여 Fig. 2와 같이 노트북 쿨러인 Model 2를 모델링하였고 280*250*10(가로*세로*높이)의 크기를 가진다. 또한 Model 1의 해석상 질점 수는 7979개와 요소 수는 7892 개이며, Model 2의 해석상 질점 수는 8207개와 요소 수는 4132개이다. Model 1과 Model 2는 강으로 구성되어 있으며, 그 물성치는 Table 1에 나타내었다.

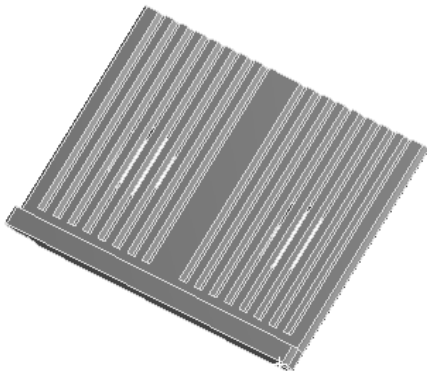


Fig. 1 Analysis model 1 as radiator

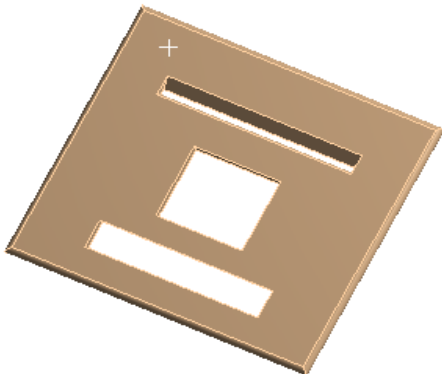


Fig. 2 Analysis model 2 as cooler

Table 1 Material property

Density	7850 kg/m ³
Young's Modulus	200 GPa
Poisson's Ratio	0.3
Tensile Yield Strength	250 MPa
Compressive Yield Strength	250 MPa
Tensile Ultimate Strength	460 MPa

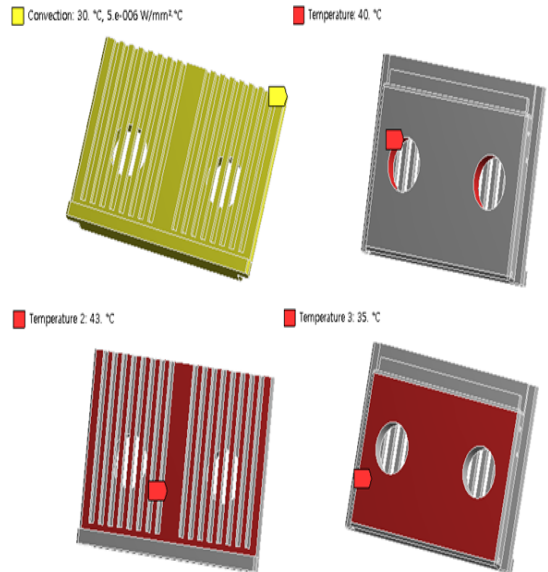


Fig. 3 Constraint conditions of model 1

2.2 구속 조건

2.2.1 방열판의 구속 조건

Fig. 3은 방열판 Model 1에 대한 구속조건들을 나타낸 그림이다. 실제적인 조건으로서 그 주위의 온도를 30°C로 하고, 방열판에서 팬이 돌아감으로서 식은 공기가 닿는 면의 온도는 35°C로 하였다. 또한 노트북의 뒷면의 온도는 시간이 지남에 따라 온도가 계속 올라가는데 평균적으로 등근 안쪽의 내부 메모리면의 온도는 40°C로 하였다. 이로 인하여 노트북 뒷면과 접촉되어 있어 그 열이 전달되는데 그 방열 판 면의 온도는 43°C로 가정하였다.

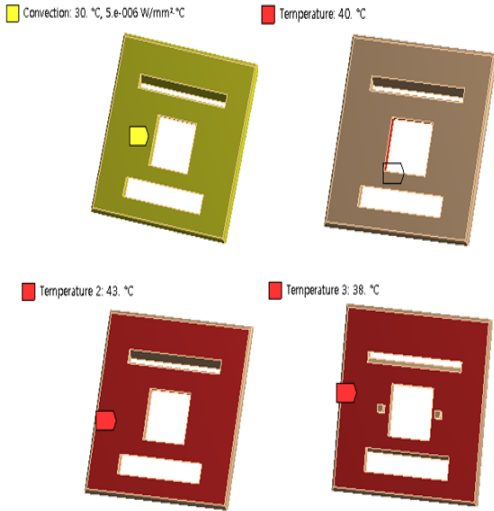


Fig. 4 Constraint conditions of model 2

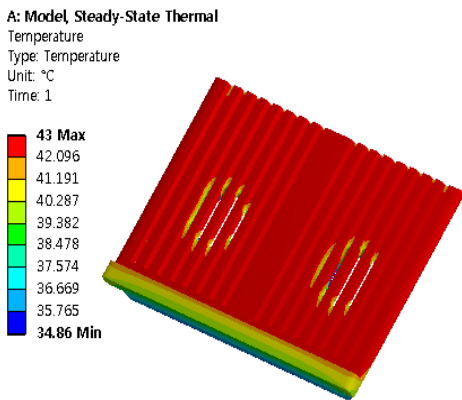


Fig. 5 Temperature of model 1

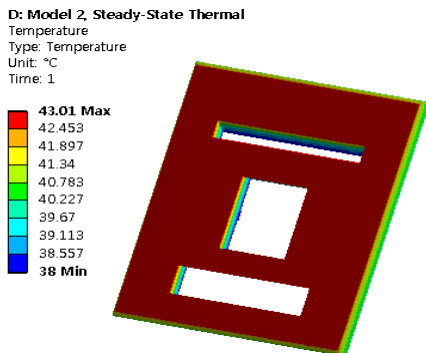


Fig. 6 Temperature of model 2

2.2.2 쿨러의 구속 조건

Fig. 4는 쿨러 Model 2에 대한 구속조건들을 나타낸 그림이다. 실제적인 조건으로서 그 주위의 온도를 30°C로 하고, 쿨러의 판이 노트북의 뒷면과 접촉되는 부분을 43°C로 하였다. 노트북에서 열이 가장 많이 나오는 쿨러의 중심 부분은 40°C로 하였고 열을 식히는데 도움이 되는 뒷부분의 온도는 38°C로 가정하였다.

2.3 온도 해석 결과

Fig. 5는 방열판 Model 1의 온도 분포를 나타낸 그림이다. 최대 온도는 43°C이고 방열판의 하단면에서 35°C로서 최소 온도가 됨을 알 수 있다. Fig. 6은 쿨러 Model 2의 온도분포를 나타낸 그림이다. 최대 온도는 43°C가 되었다. 중간 쿨러의 중심 부분의 온도는 40°C가 되고, 쿨러를 통해 나온 열이 쿨러 뒷부분으로 인하여 냉각이 됨을 알 수 있다. 쿨러 뒷부분의 온도는 38°C로 되어 있다.

2.4 열 응력 해석의 경계 조건

쿨러나 방열판에서 노트북의 무게를 버텨내야 하는 지지대는 노트북의 무게는 통상 사용되는 2 kg으로 가정하여 방열판에 올려놓았을 때의 압력은 50 pa로 작용된다고 하였고 쿨러와 방열판의 끝면은 고정시켰다.

Fig. 7과 Fig. 8에 방열판 Model 1과 쿨러 Model 2의 열응력 해석의 경계조건들을 나타냈다.

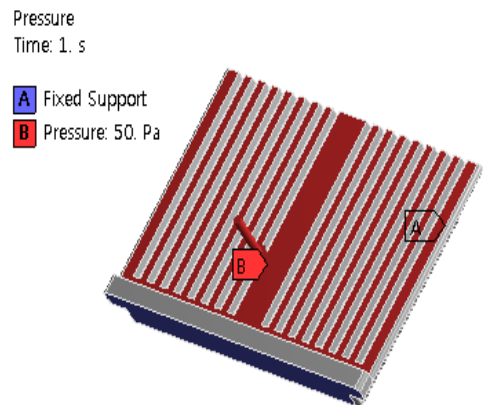


Fig. 7 Constraint conditions of model 1

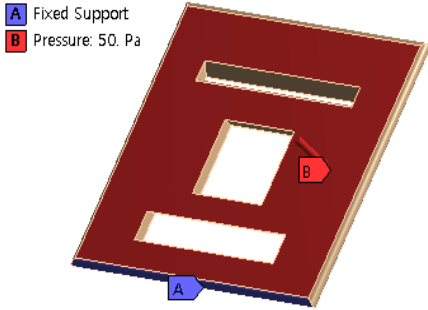


Fig. 8 Constraint conditions of model 2

2.5 열 응력 해석 결과

Fig. 9의 그림은 방열판 Model 1의 전변형량을 나타낸 그림으로써 최대의 변형이 일어 날 수 있는 곳은 노트북의 무게를 버텨내야 하는 지지대를 받치는 부분과 아랫부분으로써 변형량은 0.17503 mm인 것을 알 수 있다. Fig. 10의 그림은 방열판 Model 1의 열응력을 나타낸 그림으로써 방열판이 받는 압력의 영향을 받아 최대 153.96 Mpa, 최소 0.051592 Mpa이 발생됨을 알 수 있다. Fig. 11의 그림은 방열판 Model 1에 대한 안전계수를 나타낸 그림으로써 지지대가 연결되는 구멍과 바닥 아랫부분에서 안전계수가 낮아져서 그 값이 1.6238 이하로 나오게 됨을 알 수 있다. Fig. 12의 그림은 쿨러 Model 2의 전변형량을 나타낸 그림으로써 최대의 변형이 일어 날 수 있는 곳은 노트북의 무게를 버텨내야 하는 지지대를 받치는 부분과 아랫부분으로써 변형량은 0.22791 mm인 것을 알 수 있다. 방열판 Model 1과 쿨러 Model 2의 최대 변형량을 비교해 보면 0.05288 mm의 차이가 나온 것을 확인하였고 이 작은 변형량은 Model 1과 Model 2의 구조에 미치는 영향이 없다고 판단된다. Fig. 13의 그림은 쿨러 Model 2의 열응력을 나타낸 그림으로써 그림으로 쿨러가 받는 압력의 영향을 받아 최대 94.021 Mpa, 최소 0.081662 Mpa이 발생되는 것을 알 수 있다. 여기에 쿨러 Model 2의 최대 열응력은 방열판 Model 1보다 60.939 Mpa 작으므로써 쿨러 Model 2의 내구성이 더 양호하다고 사료된다.

Fig. 14의 그림은 쿨러 Model 2에 대한 안전계수를 나타낸 그림으로써 지지대가 연결되는 구멍과 바닥부분에서 안전계수가 낮아져서 그 값이 2.659

Total Deformation
Type: Total Deformation
Unit: mm
Time: 1

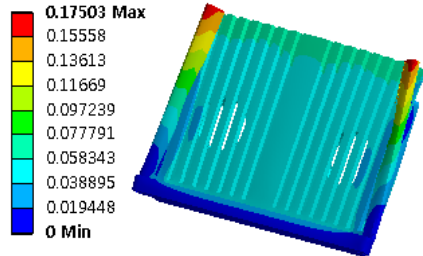


Fig. 9 Total deformation of model 1

Equivalent Stress
Type: Equivalent (von-Mises) Stress - Top/Bottom
Unit: MPa
Time: 1

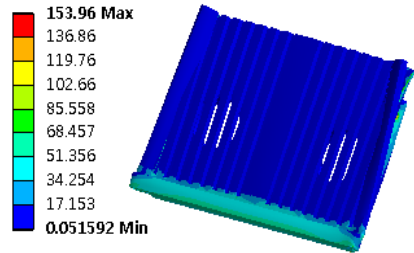


Fig. 10 Equivalent stress of model 1

Safety Factor
Type: Safety Factor - Top/Bottom
Time: 1

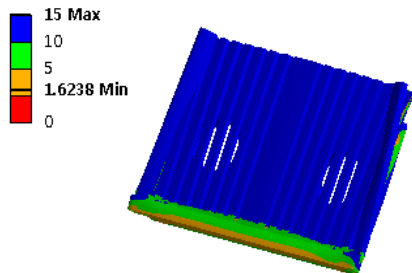


Fig. 11 Safety factor of model 1

이하로 나오게 됨을 알 수 있다. 여기에 쿨러 Model 2의 안전계수가 Model 1보다 약 1.64배로 더 크므로써 쿨러 Model 2의 내구성이 더 양호하는 것을 확인하였다.

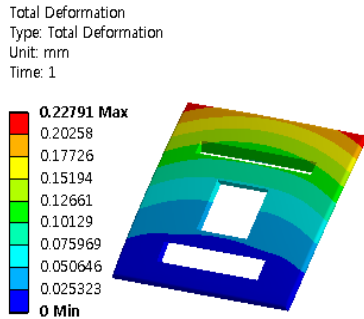


Fig. 12 Total deformation of model 2

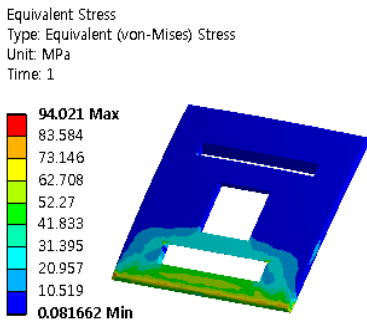


Fig. 13 Equivalent stress of model 2

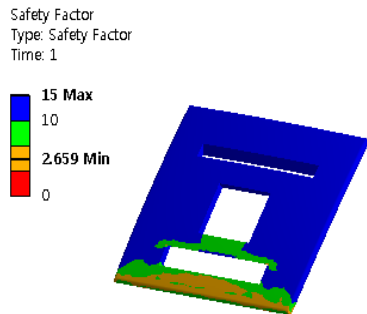


Fig. 14 Safety factor of model 2

2.6 해석 결과의 비교

해석상에서 통상 노트북의 무게가 보통 2kg이라고 하면, 그러한 노트북을 올려놓았을 때, 그 작용 압력은 50 pa로 가하여진다. 결과적으로 Model 1 방열판이나 Model 2 쿨러가 받는 열응력은 Model 1 방열판 및 Model 2 쿨러는 각각 최대 153.96

Mpa 및 94.021 Mpa을 받게 됨으로써 Model 2 쿨러가 Model 1 방열판보다 60.939 Mpa 작으므로써 Model 1 방열판이 Model 2 쿨러보다 더 내구성이 작다고 할 수 있다. 따라서 노트북 방열판과 쿨러의 내구성면에서 보았을 때, Model 1 방열판의 경우가 Model 2 쿨러보다 그 무게가 5 kg까지 나간다고 본다면 Model 2 쿨러의 경우는 2~3 kg 밖에 안 나간다. 따라서 내구성면에서 Model 1 방열판이 Model 2 쿨러보다는 더 약화될 수 있다고 사료된다.

3. 결론

본 연구에서는 노트북에서의 Model 1 방열판과 Model 2 쿨러에 대한 열적 응력 해석을 통하여 그 내구성을 고찰하였다. 연구 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다

1. Model 1 방열판과 Model 2 쿨러에서 지지대를 받치는 부분과 아랫부분에서 최대의 변형이 일어났다.
2. Model 1 방열판과 Model 2 쿨러의 최대 변형량을 비교해보면 아주 작은 차이를 나타냈는데 Model 1과 Model 2의 구조에 미치는 영향이 없다고 판단된다.
3. Model 1 방열판과 Model 2 쿨러의 열응력을 비교해 보면 Model 2 쿨러의 최대 열응력은 Model 1 방열판보다 60.939 Mpa 작으므로써 Model 2 쿨러의 내구성이 더 양호하다. 또한 Model 2 쿨러의 안전계수가 Model 1 방열판보다 약 1.64배로 더 크다는 것을 확인하였으며, Model 2 쿨러의 내구성이 Model 1 방열판보다 더 양호하다고 보인다.
4. 내구성면에서 노트북의 방열판이 쿨러보다는 더 약화될 수 있다고 사료된다. 본 해석 결과를 이용하면 노트북에서의 내구성이 있는 쿨러나 방열판의 설계에 도움이 될 수 있다고 사료된다.

REFERENCES

1. Kim, D. N., Oh, K. W., Hong, D. H., Park, J. H. and Hong, S. H., "Design of a Remote Controller for Dismantling Processes Using Excavator", Journal of the Korean Society for Precision Engineering, Vol. 25, No. 7, pp. 95-102, 2008.
2. Lee, Y. S., Ok, J. K., Kim, H. J. and Yoo, W. S., "Analytical Investigation on the Track Separation Mechanism for Tracked Excavator", Transactions of the Korean Society of Automotive Engineers, Vol. 14, No. 6, pp. 66-72, 2006.
3. Seo, J. M. and Kim, S. K., "The Study on Measures for Reducing Safety Accidents of Excavator", Journal of the Korea Institute of Building Construction, Vol. 8, No. 3, pp. 127-133, 2008.
4. Kim, J. H., Park, D. U., Lee, J. H., Kim, M. K. and Yoo, W. S., "Evaluation of Ride Comfort considering Seat Vibration," Annual Conference of KSAE, Vol. 1, No. 2, pp. 535-987, 2002.
5. Kim, H. Y., Kim, J. M., Choi, J. G., Lee, K. T. Lee, D. J., "Structural Analysis for the Development of Round Recliner", Annual Conference of KSAE, Vol. 2, pp. 1361-1366, 2003.
6. Cho, Y. T., "Heat Radiation of Multichip 10W LED Light Using Thermoelectric Module(TEM)", Journal of the Korean Society of Manufacturing Technology Engineers, Vol. 21, No. 1, pp. 46-50, 2012.
7. Kim, S. M., "A Study on Thermal Analysis in Ventilated Disk Brake by FEM", Journal of the Korean Society of Manufacturing Technology Engineers, Vol. 18, No. 5, pp. 544-549, 2009.
8. Lim, T. H. and Yang, S. Y., "Development and Application of Simulator for Hydraulic Excavator", Journal of the Korean Society for Precision Engineering, Vol. 23, No. 9, pp. 142-148, 2006.
9. Nagpal, R. and Kuo, E. Y., "A time-Domain Fatigue Life Prediction Method For Vehicle Body Structures", SAE Technical Paper, No. 960567, pp. 607-616, 1996.
10. Lee, H. Y., Lim, J. Y. Bom, H. T., "A Study on the Structural Analysis of Car Seat Frame", Annual Conference of KSAE, Vol. 2, pp. 170-176, 1997.
11. Cho, J. U. and Han, M. S., "Thermal Analysis of Vehicle Radiator", Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 8, No. 1, pp. 18-23, 2009.
12. Cho, J. U. and Han, M. S., "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.
13. Shin, H. J. and Lee, J. K., "Study on Thermal Analysis for Heating System of Mobile Smart Device Cover Glass Molding Machine", Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 13, No. 4, pp. 50-55, 2014.
14. Ryu, M. R., Lee, D. H., Lee, S. B., Park, J. H. and Shim, J. J., "Study on Performance Experiment and Analysis of Aluminum Disc Brake", Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 12, No. 6, pp. 60-68, 2013.