
차량용 엠블럼에 대한 피로해석을 통한 내구성 연구

조재웅

공주대학교 기계자동차공학부

A Durability Study through the Fatigue Analysis on the Emblem for Car

Jae-Ung Cho

Division of Mechanical & Automotive Engineering, Kongju University

요약 본 연구는 차량용 엠블럼에 대한 세가지 구속 조건들에 의한 구조 해석 결과들을 비교하고 해석한다. 엠블럼 아래쪽에 판과 위에 엠블럼 사이의 기둥의 각도에 의한 영향을 조사함으로써 해석 결과들이 연구된다. 첫 번째 경우는 엠블럼과 평행할 경우와 두 번째는 아래쪽 판과 수직일 경우 그리고 마지막 경우는 엠블럼과 수직일 경우 이렇게 세 가지 경우이다. 구조 및 피로 해석들을 통하여 차량용 엠블럼의 피로 수명과 그 내구성을 연구함으로써 엠블럼 모델을 최적화할 수 있다고 사료된다. 그리고 디자인 면에서의 융합 기술로의 접목도 가능하여 미적인 감각을 나타낼 수 있다.

• **주제어** : 차량용 엠블럼, 피로 해석, 피로 수명, 내구성, 융합 기술

Abstract This study compares and analyzes the results of structural analyses due to three constraint conditions on the emblem for car. The analysis results are studied by investigating the influence due to the column angle combined between the lower plate of emblem and the upper emblem. The combined with the emblem is parallel to the longitudinal axle of the emblem at the first case. The angle combined with the emblem is perpendicular to the lower plate at the second case. The angle combined with the emblem is perpendicular to the emblem at the third case as the last case. The emblem model for car can be thought to be optimized by investigating the fatigue life and the durability of emblem through the simulation of structural and fatigue analyses. And it is possible to be grafted onto the convergence technique at design and show the esthetic sense.

• **Key Words** : Emblem for car; Fatigue analysis; Fatigue life; Durability; Convergence technique

1. 서론

본 연구에서는 브랜드를 표시하는 차량용 엠블럼에 대하여 구조 및 피로해석을 하여 비교 분석하였다. 엠블럼 아래쪽에 판과 위에 엠블럼 사이의 기둥의 각도가 어떤 영향을 주고 어떤 각도가 효율적인지 알아보기 위한 연구이다. 피로 해석 연구에서는 같은 크기의 모멘트를

적용한 뒤에 3가지 각도를 주어 해석을 하였는데 첫 번째 각도는 엠블럼과 평행한 경우와 두 번째는 아래쪽 판과 수직인 경우 그리고 마지막 경우는 엠블럼과 수직일 경우의 세 가지 경우이다. 그리고 구조해석은 위와 같은 각도와 모멘트들을 가하여 각기 다른 피로 하중에서 얼마나 피로에 견딜 수 있는지를 시뮬레이션 해석을 통하여

*교신저자 : 조재웅(jucho@kongju.ac.kr)

접수일 2014년 9월 14일 수정일 2014년 11월 10일 게재확정일 2014년 12월 4일

그 내구성을 검토하였다[1-3]. 이러한 구조 및 피로 해석 결과를 통하여 엠블럼의 손상과 판과 엠블럼 사이에 들어갈 스프링의 장력을 최적화시켜 보다 내구성 및 안정성이 양호한 엠블럼을 설계할 수 있으리라 사료된다[4,5].

2. 연구모델 및 구속조건

2.1 해석모델

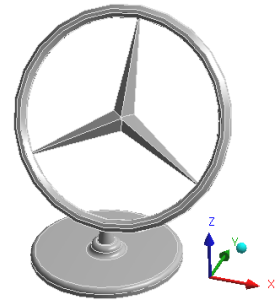
본 연구에서는 엠블럼에 일정한 모멘트를 받았을 때 일어나는 구조 및 피로 해석을 하였다. 본 연구에서의 엠블럼 Model 1은 Fig. 1과 같이 밑판의 반지름은 30mm, 폭4mm 위에 높이 12mm 위쪽 반지름 2mm 아랫쪽 반지름 4mm의 사다리꼴 기둥모양 위에 반지름 40mm의 엠블럼모양이 자리 잡고 있다. Model 2는 Fig. 2와 같이 엠블럼과 기둥이 수직이고 Model 3은 Fig. 3과 같이 밑판과 기둥이 수직이다. 엠블럼 모델들에 대한 알루미늄 합금의 물성치는 Table 1과 같다. 또한 연구 Model1, 2 및 3에 대한 메쉬의 모양들은 각각 Fig. 4, 5 및 6과 같다[6].

<Table 1> Material property

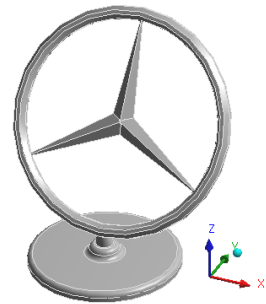
Young's Modulus	71 GPa
Poisson's Ratio	0.33
Density	2770 kg/m ³
Tensile Yield Strength	250 MPa
Compressive Yield Strength	280 MPa
Tensile Ultimate Strength	310 MPa
Compressive Ultimate Strength	0 MPa



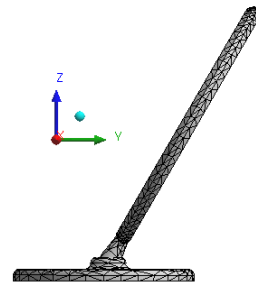
[Fig. 1] Configuration of model 1



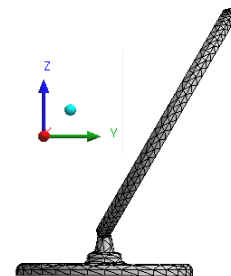
[Fig. 2] Configuration of model 2



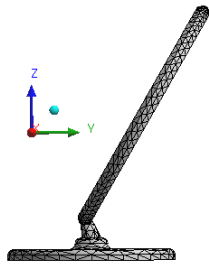
[Fig. 3] Configuration of model 3



[Fig. 4] Mesh of model 1

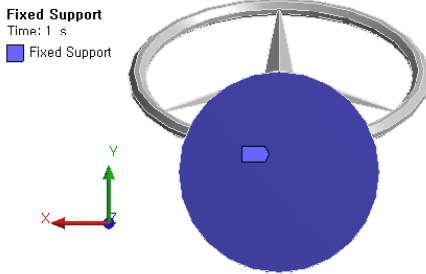


[Fig. 5] Mesh of model 2



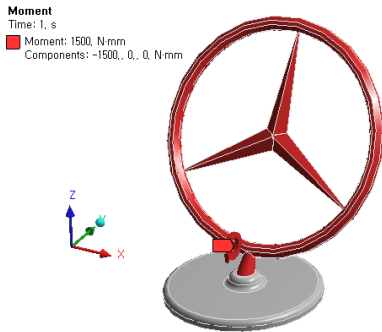
[Fig. 6] Mesh of model 3

2.2 구속조건



[Fig. 7] Fixed support

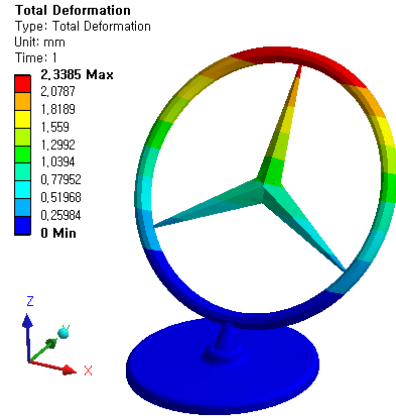
구속 조건으로는 Fig. 7과 같이 Fixed Support를 차량과 접촉하게 되는 엠블럼 밑판 아랫면에 고정을 시켰다.



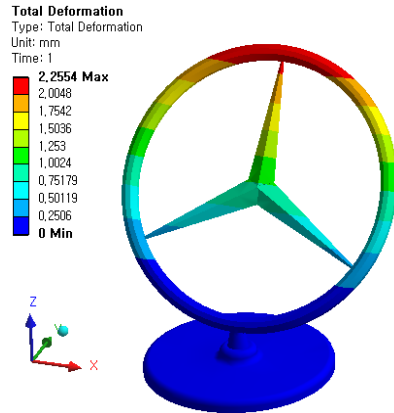
[Fig. 8] Moment condition

그리고 엠블럼에 일정한 힘을 받거나 충격을 받았을 때의 충격량을 Fig. 8과 같이 밑판에 고정되어있는 기둥에서부터 약 1500N*mm로 모멘트를 주었다. 구속조건은 Model 1, 2, 3 모두 똑같이 적용 시켰다.

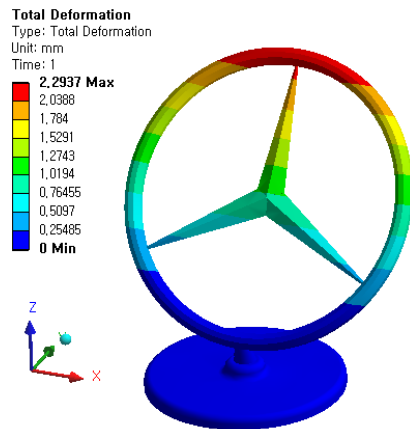
3. 해석 결과



(a) Model 1

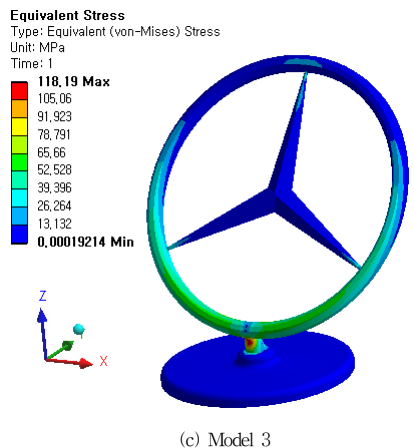
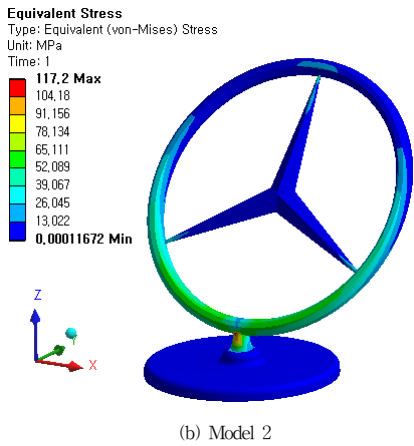
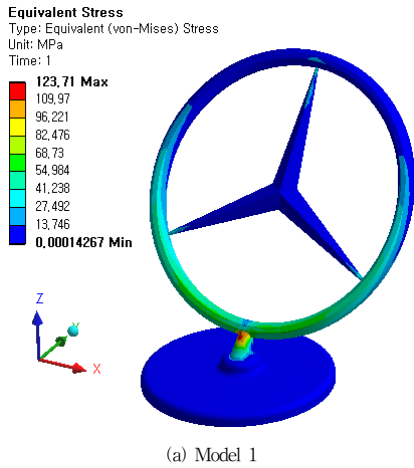


(b) Model 2



(c) Model 3

[Fig. 9] Contours of total deformations



[Fig. 10] Contours of equivalent stresses

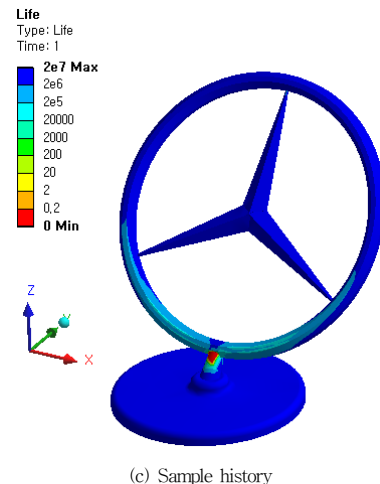
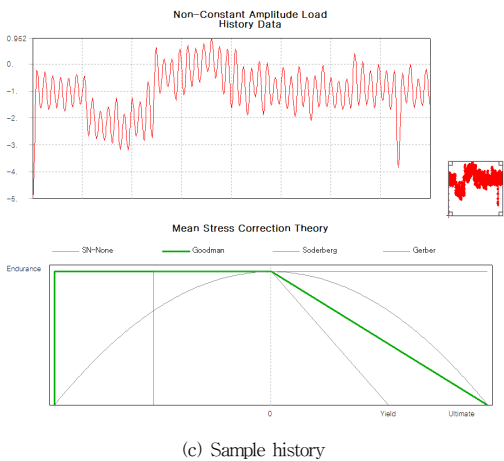
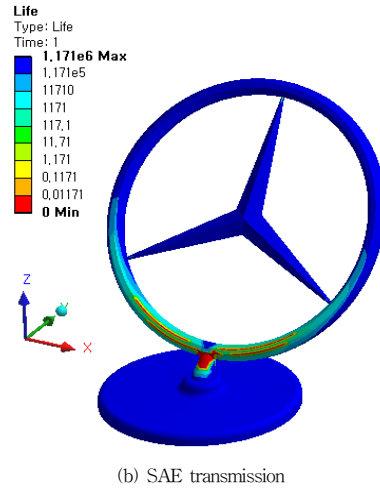
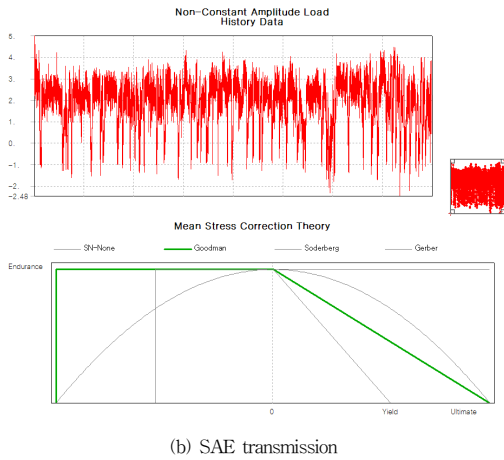
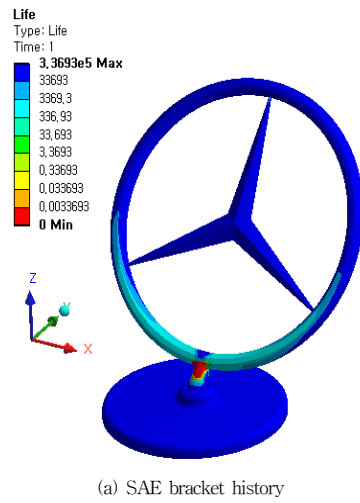
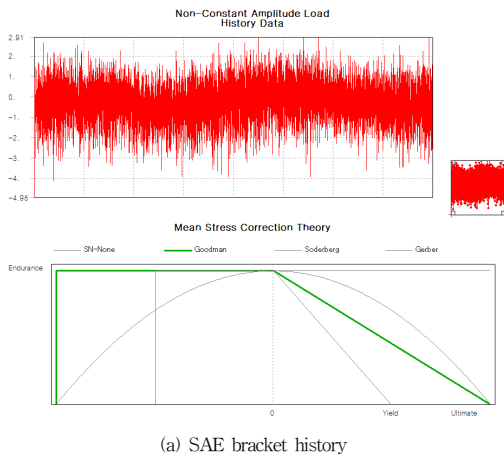
Fig. 9 및 10은 세 가지 엠블럼 모델에 대하여 일정한 모멘트를 받았을 때 엠블럼의 전변형량과 등가 응력을

해석한 결과이다. Model 1에서 2.3385 mm로 가장 많이 변형이 일어난 것을 볼 수 있다.

Fig. 10에서와 같이, 엠블럼의 기둥과 엠블럼 사이에서 Model1에서 123.71 MPa로서 응력이 가장 많이 작용하였음을 볼 수 있다.

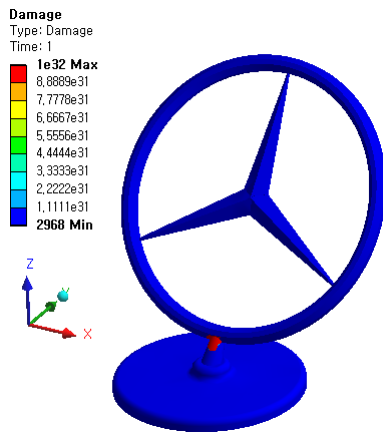
그리고 엠블럼이 받는 피로 하중에 의한 피로수명과 파손에 대해서 해석하였다. Fig. 11과 같이 경과되는 1사이클에 대한 응력 진폭과 평균 응력인 피로 하중의 내역으로서 SAE bracket history, SAE transmission, Sample history의 하중들을 3가지 모델들에 작용하였다. 그림에서도 볼 수 있는 바와 같이 'SAE bracket history'의 경우는 그림에서 볼 수 있듯이 산간 지방에서 적용할 수 있는 피로 하중조건이고 그 다음으로 'SAE transmission'의 경우는 대체로 비포장도로의 경우로 적용될 수 있다. 그리고 아스팔트로 잘 포장된 도로의 경우는 'Sample history'를 적용할 수 있다. Fig. 12부터 17은 Model 1, 2 및 3에 대한 각각의 세가지 모델들에 대한 피로수명 및 파손의 등고선들을 보았다. 그리고 등고선으로 된 피로 손상은 설계 수명을 사용 가능 수명으로 나눈 것으로 정의된다. 세 가지 모델들이 공통적으로 그림들에서와 같이 SAE bracket history가 그 최대 수명이 3.3693×10^5 Cycle로 그 수명이 가장 작음을 알 수 있었고, 하중의 변화가 완만한 'Sample history'의 경우가 그 수명이 2×10^7 Cycle 정도로 가장 긴 것을 알 수 있었다. 또한 'SAE transmission'의 경우는 1.171×10^6 Cycle이 되었다. 이 세 가지 모델 공히, 'Sample history'의 경우는 최대의 피로 수명은 'SAE bracket history'의 경우보다 약 60배 정도 수명이 길고, 'SAE transmission'의 경우는 'SAE bracket history'의 경우보다 3.5배 정도 수명이 길어짐을 알 수 있었다.

그림들에서와 같이 피로 손상은 최저 손상으로서 Model 1, 2 및 3 경우들을 공히 비교할 수 있다. 그림들에서 보면 하중의 변화가 극심한 'SAE Bracket'의 경우가 손상이 2968로 가장 많은 것을 볼 수가 있고 하중의 변화가 완만한 'Sample history'의 경우가 그 손상이 50 정도로 가장 적은 것을 알 수 있었다. 따라서 불규칙 피로 하중들 중에서는 하중의 변화가 극심한 'SAE bracket history'의 경우가 대체적으로 가장 불안정한 경향을 보이고 있고, 비교적 하중의 변화가 완만한 'Sample history'의 경우가 가장 안정함을 보이고 있다.

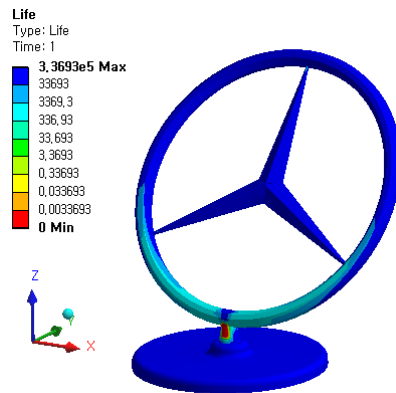


[Fig. 11] Load histories at nonuniform fatigue loads

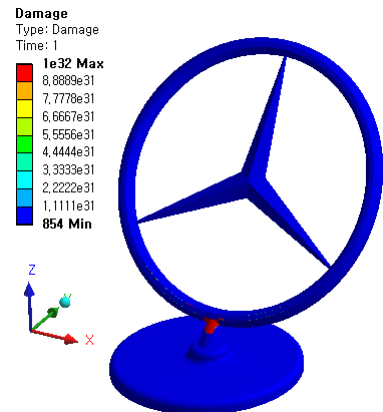
[Fig. 12] Contour plots of fatigue life of model 1



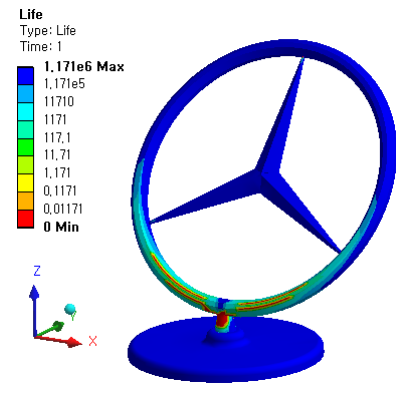
(a) SAE bracket history



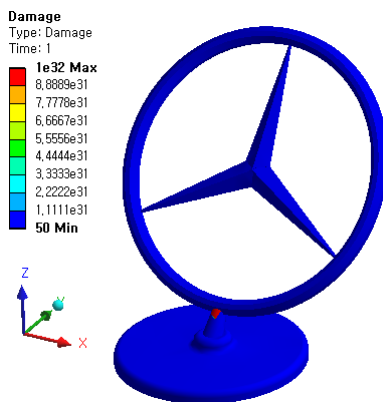
(a) SAE bracket history



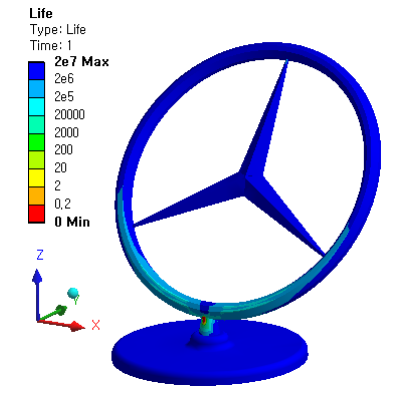
(b) SAE transmission



(b) SAE transmission



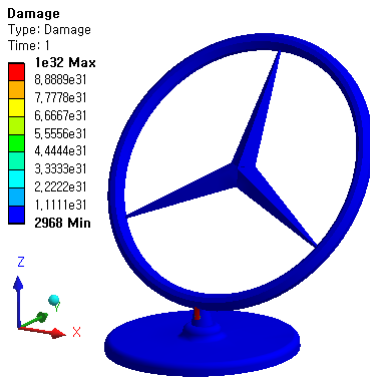
(c) Sample history



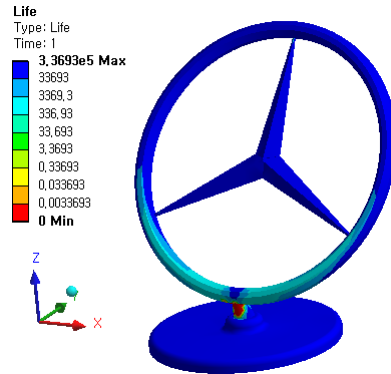
(c) Sample history

[Fig. 14] Contour plots of fatigue life of model 2

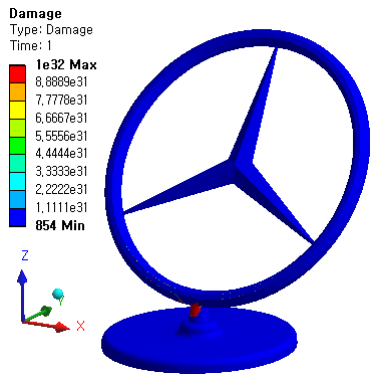
[Fig. 13] Contour plots of fatigue damage of model 1



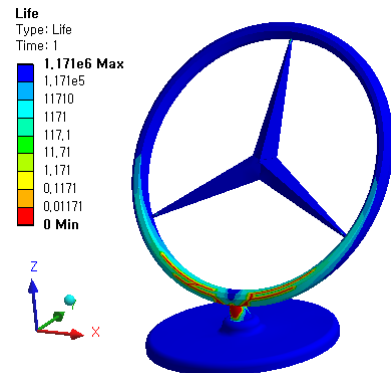
(a) SAE bracket history



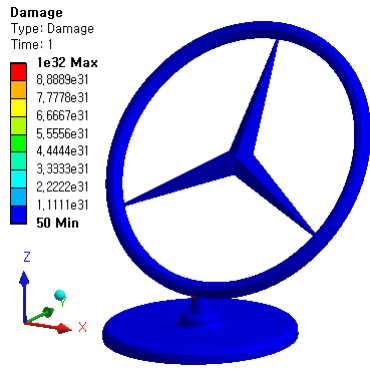
(a) SAE bracket history



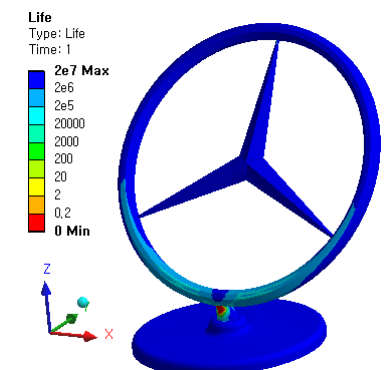
(b) SAE transmission



(b) SAE transmission



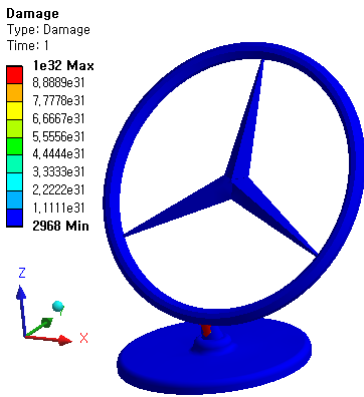
(c) Sample history



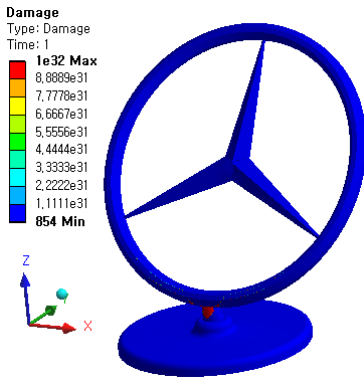
(c) Sample history

[Fig. 15] Contour plots of fatigue damage of model 2

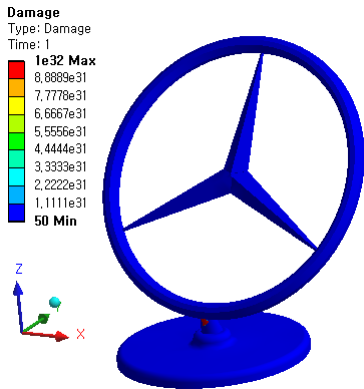
[Fig. 16] Contour plots of fatigue life of model 3



(a) SAE bracket history



(b) SAE transmission



(c) Sample history

[Fig. 17] Contour plots of fatigue damage of model 3

4. 결론

본 연구는 자동차 앰블럼의 형상에 따른 구조 및 피로

해석을 통하여 다음과 같은 해석 결과를 보였다.

- 1) 구조해석 결과, Model 1은 123.71 MPa의 최대의 등가응력과 2.3385 mm의 최대변형량을 보이고, Model 2는 117.2 MPa의 최대의 등가응력과 2.2554 mm의 최대의 변형량을 보이고 있음을 알 수 있습니다. Model 3은 118.19 MPa의 최대의 등가응력과 2.2937 mm의 최대의 변형량을 보이고 있음을 알 수 있습니다. Model 2가 나머지 Model들 보다 덜 변형되는 것을 알 수 있다. 그리고 최고 등가응력 역시 Model 2가 다른 형상의 모델들에 비하여 가장 작은 것을 확인할 수 있다. 즉 3개의 모델들 중 Model 2가 다른 모델에 비하여 더 큰 하중을 견딜 수 있는 것으로 사료된다.
- 2) 세 가지 모델 공히, 'Sample history'의 경우는 최대의 피로 수명은 'SAE bracket history'의 경우보다 약 60배 정도 수명이 길고, 'SAE transmission'의 경우는 'SAE bracket history'의 경우보다 3.5배 정도 수명이 길어짐을 알 수 있었다.
- 3) 본 연구의 결과를 종합하여 앰블럼의 부품 설계에 응용한다면, 그 파손 방지 및 내구성 검토하여 그 설계에 유용하게 활용될 것으로 사료된다. 그리고 디자인 면에서의 융합 기술로의 접목도 가능하여 미적인 감각을 나타낼 수 있다.

References

- [1] H. K. Choi, J. U. Cho, "Structural Analysis on the Fracture of Bonded Double Cantilever Beam Model", Jou. of Korean Soc. of Mechanical Technology, Vol. 14, No. 4, 2012.
- [2] J. M. Kim, K. T. Lee, H. Y. Kim, "Numerical Modeling to Evaluate Reat Crashworthiness for Round Recliner of Automotive Seats", Transactions of KSAE, Vol. 17, No. 1, pp. 64-71, 2009.
- [3] T, K, Lee, B, S, Kim, "The structure of an Automotive Woofer Speaker", Jou. of Korean Soc. of Mechanical Technology, Vol. 14, No. 2, pp. 19-24, 2012.
- [4] Y. S. Lee, B. H. Jun, J. M. Oh, "A Study on the Design Optimization of Composite Cylindrical Shells

- with Vibration, Buckling Strength and Impact Strength Characteristics”, Transaction of KSAE, Vol. 5, No. 4, pp. 48-69, 1997.
- [5] J. S. Lee, "Design Parameters for Supporting Frame in a Twist screen", Jou. of Korean Soc. of Mechanical Technology, Vol. 15, No. 2, pp. 85-91, 2013.
- [6] H. Y. Kim, S. K. Lee, Y. J. Shin, "Analyses of Deployment Process and Sled Test for Designing Airbag Module", Transactions of KSAE, pp. 118-128, 1998

저자소개

조 재 응(Jae-Ung Cho)

[중신회원]



- Feb. 1980 : Inha University, B. S. in Mechanical Engineering
- Feb. 1982 : Inha University, M. S. in Mechanical Engineering
- Aug. 1986 : Inha University, Ph. D in Mechanical Engineering

· 1988 ~ Present : Professor, Div. of Mechanical & Automotive Engineering, Kongju National University
 <Field of Specialization> : Fracture Mechanics (Dynamic Impact), Impact Fracture of Composite Material), Fatigue and Strength Evaluation, Durability and Optimum Design, Design & Analysis of Machine & Automobile