Journal of the Korea Convergence Society
Vol. 10. No. 11, pp. 297-302, 2019

ISSN 2233-4890
https://doi.org/10.15207/JKCS.2019.10.11.297

자동차의 A필러에 대한 강도 및 내구성 해석을 통한 융합 연구

오범석, 조재웅*
공주대학교 기계자동차공학부 교수

A Convergence Study through Analysis of Strength and Durability on Automotive A-Pillar

Bum-Suk Oh, Jae-Ung Cho*
Professor, Division of Mechanical & Automotive Engineering, Kongju National University

요 약 A필러는 주행 중 차량 전복시로 인하여 발생할 수 있는 충격을 완화시켜 탑승자의 신체 보호를 목적으로 안전성에 밀접한 관계가 있다. 그러므로 A필러는 다양한 동적 하중으로부터 이들 부품을 보호해야 한다. 이 제품을 만들기 전에 두 종류의 부품들을 설계하고 차량경량화를 위하여 두께가 조절된 제품을 분석함으로서 본 연구결과는 A필러의 강도 및 내구성에 기여할 수 있다고 사료된다. 본 연구결과를 자동차의 A 필러의 부품에 실제적으로 응용한다면 설계의 내구성 검증에 의하여 그 파손을 방지할 수 있다고 사료된다. 본 연구에서의 자동차의 A필러의 강도 및 내구성 해석에 관한 해석 및 설계 데이터를 이용함으로서 실제적인 자동차에서의 부품에 융합하여 그 미적 감각을 줄 수 있다.

주제어 : A 필러, 구조해석, 전변형량, 등가 응력, 융합

Abstract A-pillar is closely related to safety for the purpose of protecting the bodies of passengers by mitigating the impact that may be caused by the vehicle being overturned while driving. Therefore, the A-pillar should protect these parts from a variety of dynamic loads. This study result is thought to contribute for the strength and durability of A-pillar by designing two types of parts before making this product and analyzing the product which thickness is adjusted for the light weight of vehicle. If this study result is practically applied to the parts of A-pillar in a car, it is considered that the damage can be protected by the durability verification of design. By utilizing the data of analysis and design on the strength and durability of automotive A-pillar in this study, the esthetic sense can be given by being grafted onto the real automotive part.

Key Words : A-pillar, Structural analysis, Total deformation, Equivalent stress, Convergence

1. 서론

오늘날 자동차 산업은 경량화와 차량 전복시나 충돌시에 운전자 안전을 중요시하고 있으며, 차체를 조금이라도 경량화시키기 위해 알루미늄, 복합재료 등과 같은 재료 등을 사용하고 있다. 특히 A, B, C 필러는 차량이 전복시 운전석의 공간을 보호해주기 때문에 고강도가 요구된다. 해외에서의 선진업체에서는 기존의 강판을 대신하여 알루미늄 강재를 사용하고 있지만 국내 제조업에서 이의 사용이 적기 때문에 경량 고강도 강재의 개발이 시급한

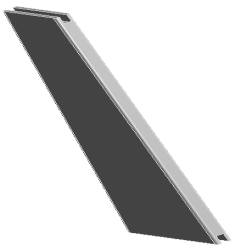
*Corresponding Author : Jae-Ung Cho(jucho@kongju.ac.kr)
Received August 2, 2019
Revised September 6, 2019
Accepted November 20, 2019
Published November 28, 2019

실정이다. 근래에는 국내에서도 개발이 활발히 진행되고 있지만 아직 미미한 실정이다. A필러는 차량의 앞부분 양쪽에 설치되어 있어 대물 충돌이나 저속 충돌, 또한 차량 전복시에 차량 및 탑승자 공간을 보호하는 역할을 한다. 차량의 본네트 부분의 범퍼 같은 경우는 찌그러지면서 충격을 완화시키지만 필러의 경우, 이것이 찌그러진다면 탑승자를 지키지 못한다. 그래서 고강도의 소재가 요구된다. 본 연구에서는 차량 전복시에 A필러에 대한 구조 및 진동에 따른 내구성을 해석하였다[1-4]. 본 연구의 결과를 종합하여 A필러 제작에 활용한다면 그 제품의 강도 및 내구성을 검사하는 데에 효용성이 커질 것이라 예상된다[5-9]. 그리고 본 연구 결과를 통하여 설계에 적용시 실험을 하지 않고서도 결과를 예측할 수가 있어서 그 결과를 적절하게 이용할 수 있다고 보인다[10-11]. 본 연구에서의 자동차의 A필러의 강도 및 내구성 해석에 관한 설계 데이터를 이용함으로서 실제적인 자동차에서의 부품에 융합하여 그 미적 감각을 줄 수 있다[12-15].

2. 연구 결과

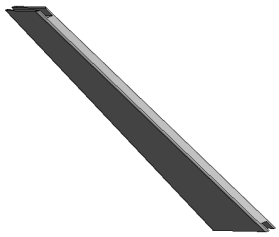
2.1 연구모델과 구속조건

자동차에서는 차량들마다 A필러의 각도가 다르다. 예를 들어 일반 세단 같은 경우와 경차의 A필러의 각도는 심하게 차이나서 걸리는 하중이 차이가 나게 된다. A필러의 각도의 차이에 따라 동일한 힘을 주었을 때 나오는 해석 결과를 도출하였다. Fig. 1은 시중에서 쓰이는 경차 Soul, 트럭 Porter, 일반 Sedan의 Model A, B, C에 대한 3가지 모델들의 모양이다. Fig. 2는 이 3가지 모양들의 대한 Mesh 형상들이다.



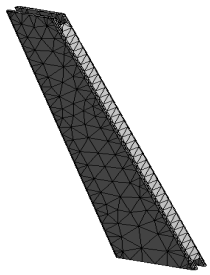
(a) Model A

(b) Model B

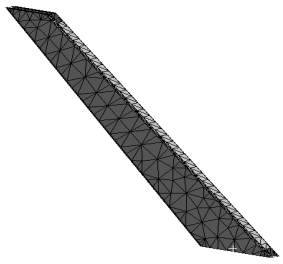


(c) Model C

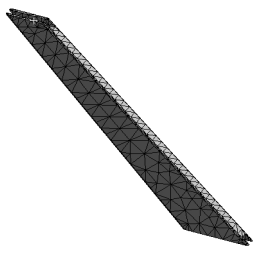
Fig. 1. Models A, B, C



(a) Model A

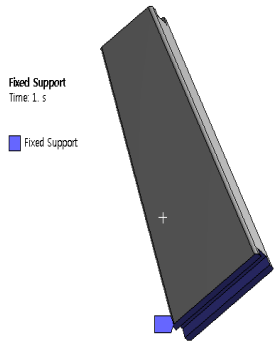


(b) Model B

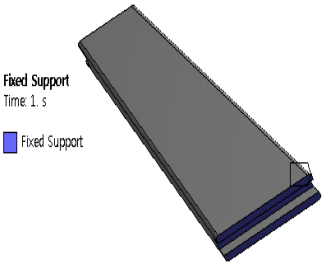


(c) Model C

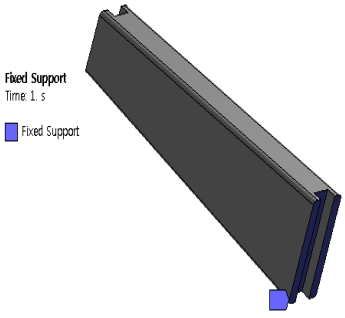
Fig. 2. Meshes of analysis models



(a) Model A

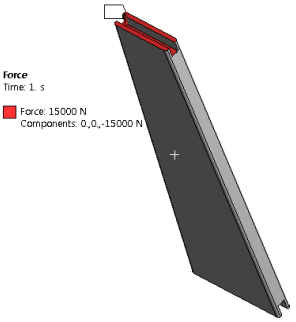


(b) Model B

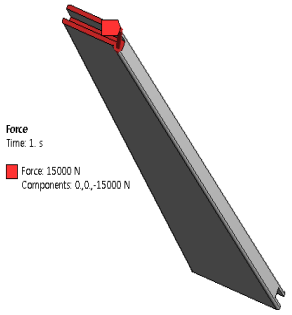


(c) Model C

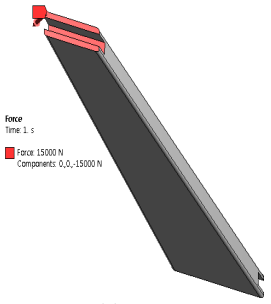
Fig. 3. Fixed supports of models



(a) Model A



(b) Model B



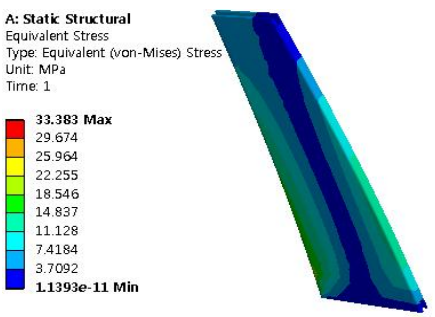
(c) Model C

Fig. 4. Force conditions of models

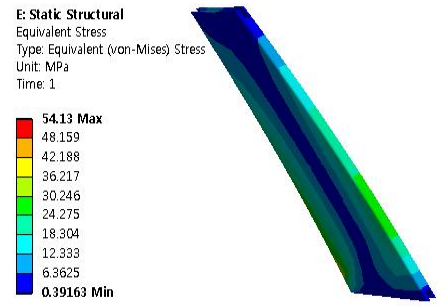
세 가지 모델들의 구속 조건들은 A필러 밑부분의 접촉부분을 고정시켰고, 전복 시에는 위쪽부분에서 충격을 받는다고 가정하였다. 충격은 모두 수직 아래의 방향으로 15000N이 가해진다고 하였다. Fig. 3과 Fig. 4에서 구속한 부분과 힘이 가해지는 부분을 알 수 있다.

2.2 구조해석 결과

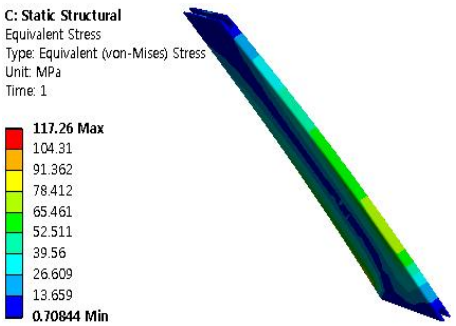
동일한 구속조건과 힘을 주어서 각도가 다른 Model 1, 2, 3에 대하여 구조해석을 하였다.



(a) Model A

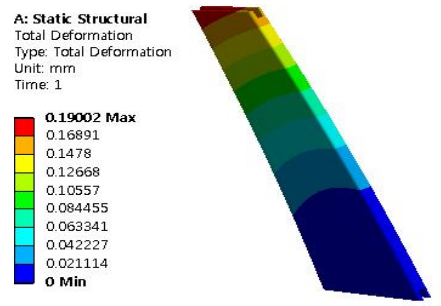


(b) Model B

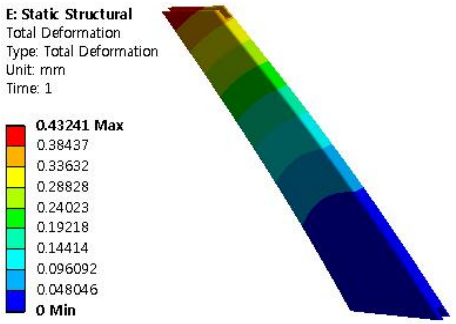


(c) Model C

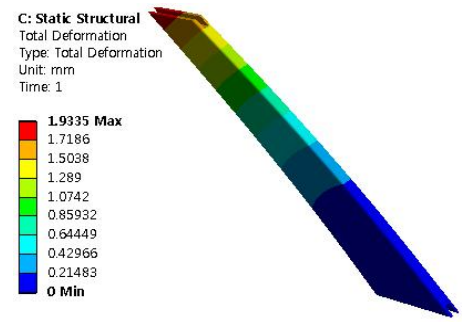
Fig. 5. Contours of equivalent stress



(a) Model A



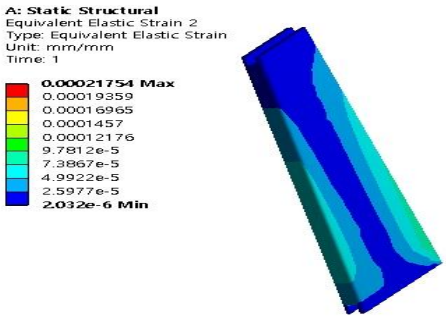
(b) Model B



(c) Model C

Fig. 6. Contours of total deformations

Fig. 5 와 Fig. 6은 세가지 모델들에 대한 각각의 등가응력과 전변형량의 등고선들을 보여준다. Model A의 최대 등가응력은 33.383MPa, 최대 변형량은 0.19002mm이고, Model B의 최대 등가응력은 54.13MPa이고, 최대 변형량은 0.43241mm이며, Model C의 최대 등가 응력은 117.26MPa이고, 최대 변형량은 1.9335mm이다. Model A가 다른 모델들과 비교하였을 최대 변형량이 가장 적고 최대 등가응력도 가장 작다. 그리고 Model B, Model C의 순으로 최대 변형량과 최대 등가응력이 커진다. 예상외로 같은 재질이면 일반 세단보다 경차의 A필러가 가장 안전하다고 보인다. Fig. 7은 각 모델들의 변형율에 대한 등고선들을 나타낸다. Model A, B, 및 C에서의 최대 변형률은 각각 0.00021754, 0.00031973, 0.00096359으로서 Model A가 가장 변형율이 작고 Model C는 가장 변형율이 커서 Model A에 비하여 4배 이상 큰 것으로 나타났다.



(a) Model A

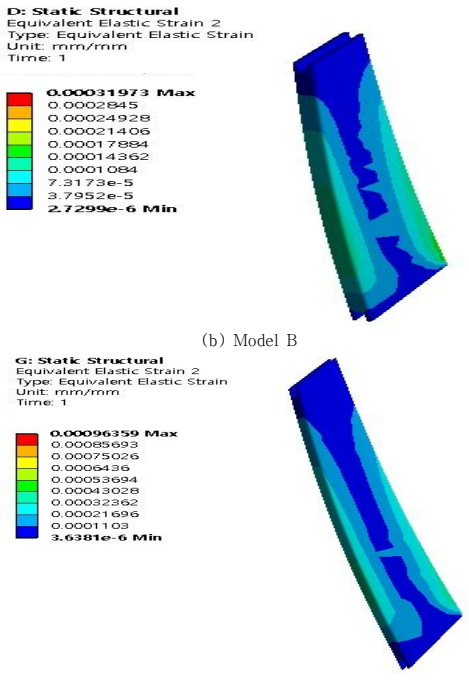
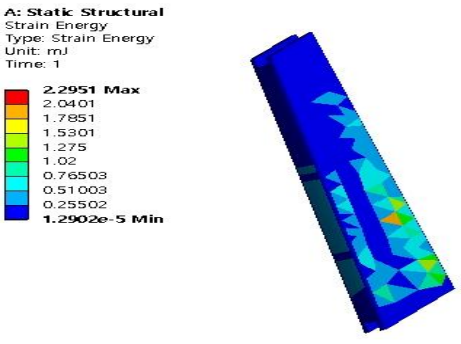


Fig. 7. Equivalent strain

Fig. 8은 각 모델들의 변형 에너지에 대한 등고선들을 나타낸다. Model A, B, 및 C 에서의 최대 변형에너지는 각각 2.2951mJ, 6.98mJ, 62.125mJ로서 Model A가 가장 변형 에너지가 작고 Model C는 가장 변형 에너지가 커서 Model A에 비하여 21배 이상 큰 것으로 나타났다. 전반적으로 Model A가 변형이 작게 일어나 내구성이 좋은 모델로서 자동차의 A 필러의 설계에 적합하다고 사료된다.



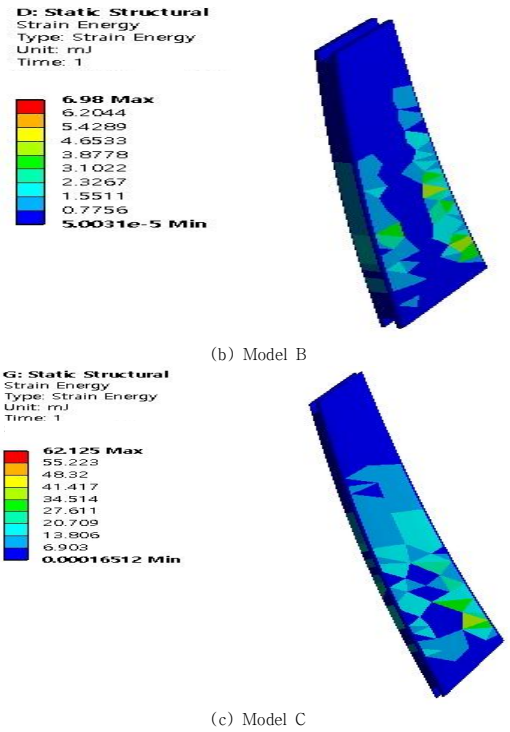


Fig. 8. Strain Energy

3. 결론

본 논문은 Soul, Porter, Sedan 세가지 자동차들의 A 필러에 대한 구조 해석을 수행하여 다음과 같은 결과를 도출했다.

1) 구조해석 결과, Model C의 최대의 등가 응력은 117.26MPa 로서 Model A보다 3배 이상으로 나타났다. 따라서 경차인 Soul과 트럭인 Porter의 형상인 Model A 와 Model C는 변형량이 0.5mm가 되지 않지만 세단의 형상인 Model C는 변형이 거의 2mm나 되어서 변형 가능성이 가장 높게 나왔다.
2) Model A가 가장 변형 에너지가 작고 Model C는 가장 변형 에너지가 커서 Model A에 비하여 21배 이상 큰 것으로 나타났다. 전반적으로 Model A가 변형이 작게 일어나 내구성이 좋은 모델로서 자동차의 A 필러의 설계에 적합하다고 사료된다.
3) 본 연구결과를 자동차의 A 필러의 부품에 실제적으로 응용한다면 설계의 내구성 검증에 의한 파손 방지를 대비할 수 있다고 사료된다. 또한 본 연구

에서의 자동차의 A필러의 강도 및 내구성 해석에 관한 해석 및 설계 데이터를 이용함으로서 실제적인 자동차에서의 부품에 융합하여 그 미적 감각을 줄 수 있다.

REFERENCES

[1] J. U. Cho & M. S. Han. (2011). Structural Analysis on Durability of Pedal. *Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, 10(4)*, 88-95.

[2] S. H. Cho, S. K. Kang & H. G. Kim. (2016). Durability Analysis of Aluminum Alloy Brake Pedal Manufactured by Die Casting. *Journal of the Korean Society of Manufacturing Technology Engineers, 25(3)*, 198-203. DOI: 10.7735/ksmte.2016.25.3.198

[3] B. Y. Lee & H. W. Lee. (2006). Structural Analysis and Topology Optimization of an Automotive Pedal Arm Considering Qualification Test Specifications. *Journal of the Korean Society of Marine Engineering, 30(5)*, 562-571.

[4] D. S. Lee, H. S. Lee, S. H. Pyo, J. W. Yoon & S. K. Lyu. (2019). Study on Design of Heavy Payload Robot Considering Design Factor of Gravity Compensator. *Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, 18(5)*, 23-28. DOI: 10.14775/ksmpe.2019.18.5.023

[5] J. S. Lee. (2018). Structural Analysis of a 24 Person Elevator Emergency Brake. *Journal of the Korea Convergence Society, 9(12)*, 189-194. DOI: 10.15207/JKCS.2018.9.12.189

[6] J. H. Lee & J. U. Cho. (2015). Study on Convergence Technique through Structural Analysis due to the Height of the Walker. *Journal of the Korea Convergence Society, 6(2)*, 19-24.

[7] B. G. Jung, J. W. Kim & B. H. Jeong, (2017). A Study of Structural Analysis Simulation for Squat Exercise Foot Plate. *Journal of the Korea Convergence Society, 8(9)*, 365-372. DOI: 10.15207/JKCS.2017.8.9.365

[8] J. H. Lee & J. U. Cho. (2015). Study on Convergence Technique through Structural Analysis due to the Configuration of Guitar. *Journal of the Korea Convergence Society, 6(4)*, 9-14.

[9] M. K. Park & B. G. Lee. (2018). A Study on the Structural Analysis of the Spindle of Swiss Turn Type Lathe for Ultra Precision Convergence Machining. *Journal of the Korea Convergence Society, 9(5)*, 145-150.

[10] S. J. Kim & J. H. Kim. (2019). A Study on the Dynamic Behavior of Industrial Robotic Arm Using Daful. *Journal of the Korean Society of Mechanical Technology, 21(1)*, 159-163. DOI: 10.17958/ksmt.21.1.201902.159

[11] Y. S. Le & Y. J. Yang. (2018). Structural Analysis on Clamp Guide Bar of Drawing Process System for SUS Hexagonal Bar. *Journal of the Korean Society of Mechanical Technology, 20(6)*, 796-802. DOI: 10.17958/ksmt.20.6.201812.796

[12] K. S. Ahn, J. G. Oh, T. H. Yang & G. T. Yeo. (2019). An analysis of the Factors of Moving in and Activation Strategies for Incheon Cold-Chain Cluster using LNG cold energy. *Journal of Digital Convergence, 17(2)*, 101-111. DOI: 10.14400/JDC.2019.17.2.101

[13] S. Y. Min & S. I. Kim. (2018). Study on Improvement of tap water drinking rate of Seoul city Tap water 'Arisu' through usage and recognition analysis. *Journal of Digital Convergence, 16(9)*, 399-404.

[14] J. S. Lim. (2019). A Design of Small Size Sensor Data Acquisition and Transmission System. *Journal of Convergence for Information Technology, 9(1)*, 136-141. DOI: 10.22156/CS4SMB.2019.9.1.136

[15] J. H. Ku. (2017). A Study on the Platform for Big Data Analysis of Manufacturing Process. *Journal of Convergence for Information Technology, 7(5)*, 177-182. DOI: 10.22156/CS4SMB.2017.7.5.177

오 범 석(Bum-Suk Oh) [정회원]

- 1980년 2월 : 인하대학교 기계공학과(공학사)
- 1982년 2월 : 인하대학교 기계공학과(공학석사)
- 1987년 2월 : 인하대학교 기계공학과(공학박사)
- 1989년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 기계·자동차공학부 교수

- 관심분야 : 기계 및 자동차 부품 의 강도평가 및 파손해석
- E-Mail : bumsoh@kongju.ac.kr

조 재 웅(Jae-Ung Cho) [종신회원]

- 1980년 2월 : 인하대학교 기계공학과(공학사)
- 1982년 2월 : 인하대학교 기계공학과(공학석사)
- 1986년 8월 : 인하대학교 기계공학과(공학박사)
- 1988년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 기계·자동차공학부 교수

- 관심분야 : 기계 및 자동차 부품 설계 및 내구성 평가, 피로 또는 충돌 시 동적 해석
- E-Mail : jucho@kongju.ac.kr