

경첩의 형상에 따른 구조 해석을 통한 융합 기술 연구

이정호*, 조재웅**

*공주대학교 대학원 기계공학과, **공주대학교 기계자동차공학부

Study on Convergence Technique through Structural Analysis due to The Configuration of Door Hinge

Jung-Ho Lee*, Jae-Ung Cho**

*Department of Mechanical & Automotive Engineering, Graduate School, Kongju University

**Division of Mechanical & Automotive Engineering, Kongju University

요약 경첩은 문을 구성하는 아주 중요한 부품이다. 오늘날 현재 그 기능과 형태, 재료 등의 범주에서 경첩은 더욱 세분화되고 있으며, 또한 그 쓰임새를 확대하고 있다. 이에 따라 보다 진보된 생산기술을 필요로 하게 되고, 더 전문화된 설계를 개발해야 한다. 본 연구에서는 문에 장착된 경첩 모델들에 대하여 구조 해석을 수행하여 문에 일정 힘이 가해질 때 그 변형과 응력분포, 피로수명들을 분석하였다. 본 연구를 통하여 각 형상에 따른 경첩 모델들의 내구성들을 예상할 수 있었으며, 연구 결과를 바탕으로 하여 보다 진보되고, 내구성이 있는 경첩 모델의 설계 및 개발에 기여할 수 있을 것으로 사료된다. 또한, 디자인 면에서 융합 기술로의 접목도 가능하여 미적인 감각을 나타낼 수 있다.

• **Key Words** : 경첩, 구조 해석, 변형량, 등가 응력, 피로 수명, 융합 기술

Abstract A hinge is the most important part constituting door. Nowadays, the hinge is subdivided all the more under the category of the function, shape and material and is enlarged at the usage. Therefore, it is necessary to improve the manufacturing technique and more specialized design must be developed. As the structural analysis is carried on the hinge model mounted at door in this study, the deformation, stress distribution and fatigue life are analyzed when the door is applied with uniform force. The durabilities of hinge models due to each shape are anticipated through this study. It is thought to be contributed at developing and designing more improved hinge model with durability. And it is possible to be grafted onto the convergence technique at design and show the esthetic sense.

• **Key Words** : Hinge; Structural analysis; Deformation; Equivalent stress; Fatigue life, Convergence technique

1. 서론

오늘날의 대도시의 경우 인구밀집현상으로 인하여 도시인들이 누리고, 활용할 수 있는 공간들이 점차 제한적이고, 개인 중심의 형태로 변화하고 있는 추세이다. 그러나 인간의 심미성 추구는 증가하고 있으며, 개성적인 공

간 연출을 위한 효율적이고, 유용한 문의 선택은 필요충분적인 요소로서 작용한다[1,2]. 경첩은 이러한 문을 구성하는 아주 중요한 부품으로 오늘날 현재 그 기능과 형태, 재료 등의 범주에서 경첩은 더욱 세분화되고 있으며, 또한 그 쓰임새를 확대하고 있다[3,4]. 이에 따라 보다 진보된 생산기술을 필요로 하게 되고, 더 전문화된 설계를 개

**교신저자 : 조재웅(jucho@kongju.ac.kr)

접수일 2015년 4월 13일

수정일 2015년 6월 7일

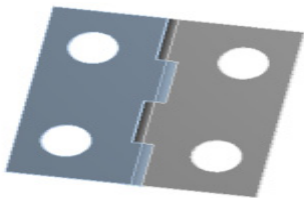
게재확정일 2015년 6월 20일

발해야 한다. 특히, 경첩이 사람들의 출입이 잦은 건물의 출입문 등에 적용이 된다면 비록 크지 않더라도 반복적인 피로 하중을 받게 되며, 이는 추후 시간이 경과되었을 때 경첩의 마모 혹은 피로 파괴를 야기할 수 있다[5]. 또한, 경첩의 구조에 따라서도 이러한 현상들은 가속화될 수 있는데, 경첩의 고정된 부분이나 접합부에 응력 집중 현상이 발생할 수 있기 때문이다. 본 연구에서는 형상에 따른 경첩 모델 두 가지 즉, 기존의 수평 플랩 경첩과 새로이 고안 및 설계한 플랩 경첩을 CATIA V5 R18 3D 설계 프로그램을 이용하여 모델링한 뒤, ANSYS 유한요소 프로그램으로 시뮬레이션 구조 해석을 수행하여 일정한 힘이 가해졌을 때 경첩 모델들의 변형량과, 응력 분포, 피로 수명에 대하여 연구하였다. 이를 통해 경첩 모델들의 내구성을 예상해 볼 수 있었으며, 보다 튼튼한 경첩의 설계 및 개발에 기여하고자 하였다. 또한, 이는 디자인 면에서의 융합 기술로의 접목도 가능하여 미적인 감각을 나타낼 수 있다[6,7,8].

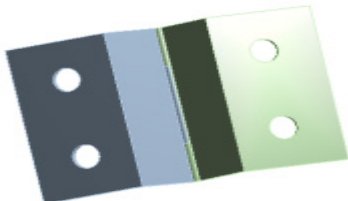
2. 연구 방법

2.1 연구 모델

본 연구에서 연구대상으로 하고 있는 경첩은 일반적으로 문을 문틀에 고정시키고 문이 회전이 가능하도록 만들어주며, 이에 따라 문을 열거나 혹은 닫을 수 있게끔 할 수 있다[9,10]. 본 연구에서는 다음에 도시된 [Fig. 1] 과 [Fig. 2]와 같이 두 가지 형상의 경첩을 설계하고 해석하였다[11,12,13,14,15].

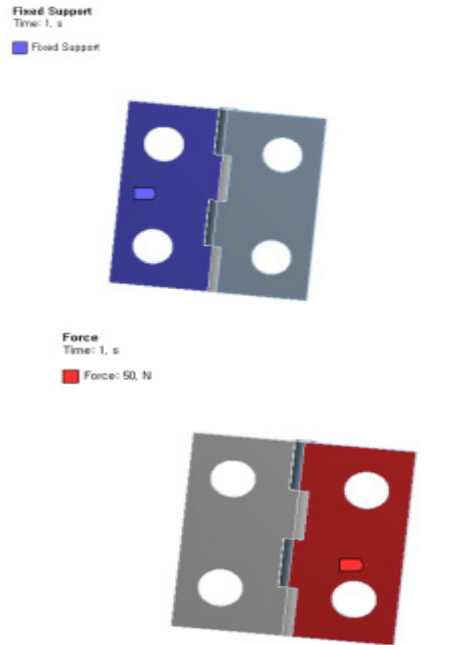


[Fig. 1] Horizontal flap hinge model

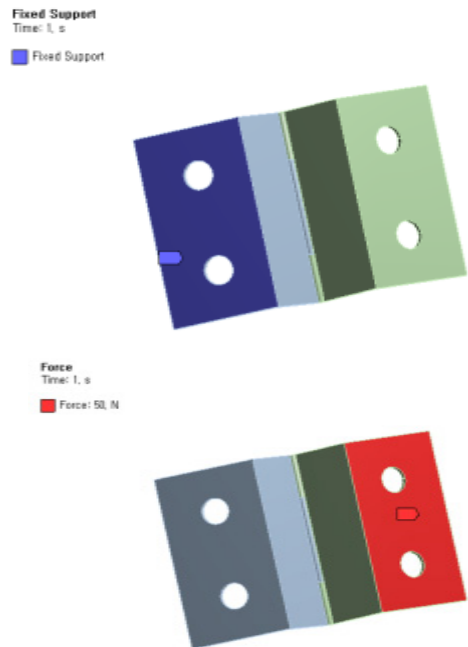


[Fig. 2] New shape flap hinge

2.2 경계 조건



[Fig. 3] Constraint conditions of horizontal flap hinge model for analysis



[Fig. 4] Constraint conditions of the new shape flap hinge model for analysis

위에 도시된 [Fig. 3]과 [Fig. 4]는 시뮬레이션 해석을 수행하기에 앞서 수평 플랩 경첩 모델과 새로운 형상의 플랩 경첩 모델에 적용한 경계조건을 나타낸 것이다. 먼저 각 경첩 모델의 한 쪽 면을 실제 경첩이 고정되어 있는 것처럼 Fixed support 조건을 부여하여 고정시킨 뒤, 다른 한 쪽 면에 사람이 문을 열고 닫을 때를 가정하여 50N의 힘을 부여하여 각 경첩 모델에 힘을 가하였다. 이렇게 하여 각 경첩 모델의 변형량과 응력 분포, 피로 수명을 알아보고자 하였다. 또한, 일반적으로 경첩의 경우 강이나 알루미늄 등의 소재로 제작되기 때문에 본 연구에서는 시뮬레이션 해석을 수행하려는 경첩 모델들의 소재를 구조용 강으로 설정하였으며, 다음의 <Table 1>은 시뮬레이션 해석에 적용한 경첩 모델들의 물성치이다.

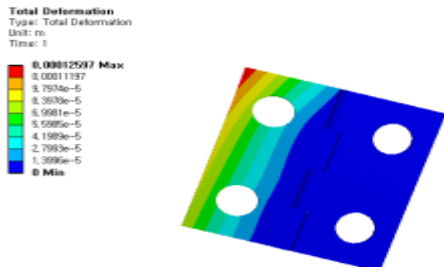
<Table 1> Material properties

Young's modulus(GPa)	200
Poisson's ratio	0.3
Density	7850
Yield strength(MPa)	250
Ultimate strength(MPa)	460

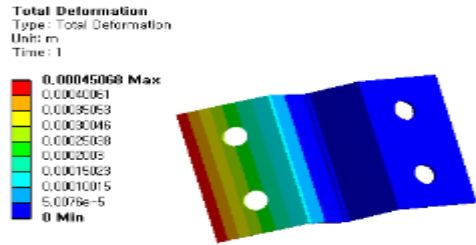
3. 연구 결과

3.1 변형량

다음에 도시된 [Fig. 5]와 [Fig. 6]은 수평 플랩 경첩 모델과 새로운 형상의 플랩 경첩 모델의 시뮬레이션 구조 해석 결과로 변형량을 나타낸 것들이다. 해석 결과, 수평 플랩 경첩 모델의 최대 변형량은 약 0.126mm로 나타났으며, 벽에 고정되는 면의 왼쪽 상단 부분에서 최대 변형이 발생하였다. 새로운 형상의 플랩 경첩 모델의 최대 변형량은 약 0.451mm로 나타났으며, 벽에 고정되는 면의 왼쪽 테두리 전체에서 최대 변형이 발생하였다.



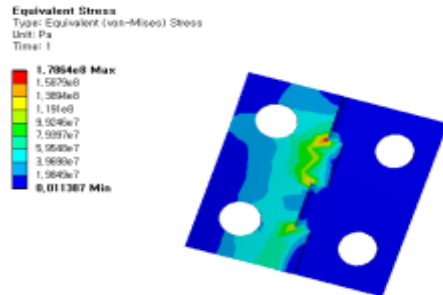
[Fig. 5] Total deformation of horizontal flap hinge model



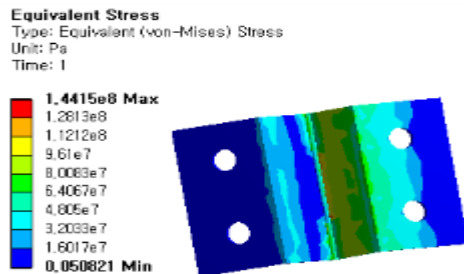
[Fig. 6] Total deformation of the new shape flap hinge model

3.2 응력 분포

다음에 도시된 [Fig. 7]과 [Fig. 8]은 수평 플랩 경첩 모델과 새로운 형상의 플랩 경첩 모델의 시뮬레이션 구조 해석 결과로 응력 분포를 나타낸 것들이다. 해석 결과, 수평 플랩 경첩 모델의 최대 응력은 약 178.64MPa로 나타났으며, 벽에 고정되는 면과 다른 한쪽 면을 서로 고정해주는 핀 부분에서 최대 응력이 발생하였다. 또한, 대체적으로 벽에 고정되는 면 부분에서 응력이 발생하는 것으로 나타났다. 새로운 형상의 플랩 경첩 모델의 최대 응력은 약 144.15MPa로 나타났으며, 문에 고정되는 면과 벽에 고정되는 부분 사이의 면에서 최대 응력이 발생하였다. 또한, 문에 고정되는 면 대부분과 벽에 고정되는 사이의 면 부분에서 응력이 발생하는 것으로 나타났다.



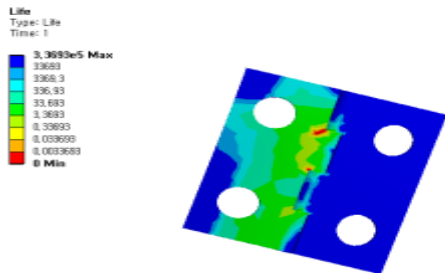
[Fig. 7] Equivalent stress of horizontal flap hinge model



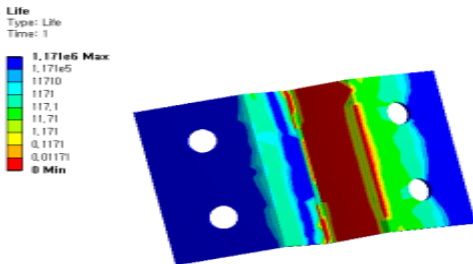
[Fig. 8] Equivalent stress of the new shape flap hinge model

3.3 피로 수명

다음에 도시된 [Fig. 9]와 [Fig. 10]은 수평 플랩 경첩 모델과 새로운 형상의 플랩 경첩 모델의 시뮬레이션 구조 해석 결과로 피로 수명을 나타낸 것들이다. 해석 결과, 50N의 힘을 반복적으로 가하였을 때 수평 플랩 경첩 모델의 최대 수명은 약 3.3693×10^5 Cycle로 나타났으며, 새로운 형상의 플랩 경첩 모델의 최대 수명은 약 1.171×10^6 Cycle로 나타났다.



[Fig. 9] Fatigue life of horizontal flap hinge model



[Fig. 10] Fatigue life of the new shape flap hinge model

3.4 해석 결과의 비교 및 고찰

다음에 표기한 <Table 2>는 수평 플랩 경첩 모델과 새로운 형상의 플랩 경첩 모델의 시뮬레이션 해석 결과값들을 상호 비교한 것이다. 시뮬레이션 해석 결과, 수평 플랩 경첩 모델의 경우 최대 변형량은 약 0.126mm로 나타났으며, 최대 응력은 약 178.64MPa로 나타났다. 피로 수명은 약 3.3693×10^5 Cycle인 것으로 나타났다. 새로운 형상의 플랩 경첩 모델의 경우 최대 변형량은 약 0.451mm로 나타났으며, 최대 응력은 약 144.15MPa로 나타났다. 피로 수명은 약 1.171×10^6 Cycle인 것으로 나타났다. 또한, 최대 응력과 최대 변형은 두 모델들 모두 벽에 고정되는 면과 고정핀 혹은 접합부에서 발생하는 것으로 나타났으며, 도출된 해석 결과값들을 바탕으로 상호 비

교하였을 때 새로운 형상의 플랩 경첩 모델의 경우가 최대 변형량은 더 큰 것으로 나타났지만, 최대 응력의 발생량이 수평 플랩 경첩 모델에 비해 더 작게 나타났고, 피로 수명 역시 더 긴 것으로 나타났기에 사용하기에 더 적합하며, 내구성 역시 더 튼튼한 것으로 판단된다.

<Table 2> Comparison analysis results with horizontal flap hinge and the new shape flap hinge

	Maximum deformation (mm)	Maximum equivalent stress(MPa)	Fatigue life (Cycle)
Horiz-ontal flap hinge	0.126	178.64	3.3693×10^5
New shape flap hinge	0.451	144.15	1.171×10^6

4. 결론

본 연구에서는 형상에 따른 경첩 모델들에 대하여 시뮬레이션 구조 해석을 수행하여 각 경첩 모델들의 변형량과 응력 분포, 피로 수명을 비교 및 분석하였으며, 이를 바탕으로 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- 1) 수평 플랩 경첩 모델의 경우 해석 결과, 최대 변형량은 약 0.126mm로 나타났으며, 최대 응력은 약 178.64MPa로 나타났다. 또한, 피로 수명은 약 3.3693×10^5 Cycle로 나타났다.
- 2) 새로운 형상의 플랩 경첩 모델의 경우 해석 결과, 최대 변형량은 약 0.451mm로 나타났으며, 최대 응력은 약 144.15MPa로 나타났다. 또한, 피로 수명은 약 1.171×10^6 Cycle로 나타났다.
- 3) 각 경첩 모델들의 해석 결과를 상호 비교하였을 때 새로운 형상의 플랩 경첩 모델의 경우가 최대 변형량은 더 크게 나타났으나, 발생하는 최대 응력이 수평 플랩 경첩 모델에 비해 작고, 피로 수명 또한 더 길게 나타나 사용하기에 더 적합하며, 내구성 역시 더 튼튼한 것으로 판단된다.
- 4) 본 연구에서 도출한 데이터들을 기존의 경첩보다 뛰어난 내구성을 지니고, 그에 따라 수명 역시 긴 보된 경첩 모델의 설계 및 개발에 활용할 수 있을 것으로 사료되며, 또한 디자인 면에서 융합 기술로의 접목도 가능하여 미적인 감각을 나타낼 수 있다.

REFERENCES

- [1] N. J. Joh, "A Study on Folding Furniture through the Structure of Hinges", Journal of Korea Furniture Society, Vol. 12, No. 2, pp. 81-90, 2001.
- [2] J. S. Moon, J. W. Kim, J. C. Shin, M. S. Kim, "Reliability Estimation of Door Hinge for Home Appliances", Journal of the Korean Society of Mechanical Engineers, Vol. 29, No. 5, pp. 689-697, 2005.
- [3] J. U. Cho, M. S. Han, "Structural Durability Analysis Related to Shape and Direction of Bicycle Frames", Journal of the Korean Society of Manufacturing Technology Engineers, No. 22, Vol. 6, pp. 969-975, 2013.
- [4] H. K. Choi, J. U. Cho, "Structural Analysis on the Fracture of Bonded Double Cantilever Beam Model", Jou. of Korean Society of Mechanical Technology, Vol. 14, No. 4, pp. 41-47, 2012.
- [5] J. U. Cho, M. S. Han, "Structural Durability Analysis According to the Thickness of Bicycle Frame Tube", Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 11, No. 3, pp. 122-129, 2012.
- [6] J. U. Cho, M. S. Han, "Fatigue Analysis of Bike Brake under Nonuniform Load", Journal of the Korean Society of Automotive Engineers Vol. 20, No. 4, pp. 133-141, 2012.
- [7] S. S. Kang, J. H. Lee, "Evaluation of Fatigue Life and Structural Analysis for Dish-Type and Spoke-Type Automobile Wheels", Journal of the Korean Society of Mechanical Engineers, Vol. 35, No. 10, pp. 1315-1321, 2011.
- [8] G. E. Jeon, T. S. No, G. S. Kim, "Design of Individual Pitch Control and Fatigue Analysis of Wind Turbine", Journal of the Korean Society of Mechanical Engineers, Vol. 38, No. 1, pp. 1-9, 2014.
- [9] M. S. Han, J. U. Cho, "Structural and Fatigue Analysis on Shock Absorber Mount of Automobile", Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 11, No. 1, pp. 125-133, 2012.
- [10] M. S. Han, J. U. Cho, "Structural and Fatigue Analysis on Bicycle Pedal", Korean Society of Manufacturing Technology Engineers, Vol. 21, No. 1, pp. 51-57, 2012.
- [11] J. W. Hur, "Study on Fatigue Life Estimation for Aircraft Engine Support Structure", Journal of the Korean Society of Mechanical Engineers, Vol. 34, No. 11, pp. 1667-1674, 2010.
- [12] J. U. Cho, M. S. Han, "A Study on Fatigue Analysis of Automotive Shock Absorber", Transactions of the Korean Society of Machine Tool Engineers, Vol. 17, No. 1, pp. 92-97, 2008.
- [13] J. U. Cho, M. S. Han, "Structural Analysis on Door Hinge of Car", Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 9, No. 2, pp. 33-39, 2010.
- [14] S. R. Park, D. C. Shim, D. Kim, M. Y. Lyu, "A Study on the Structural Analysis for Plastic Door Handle of Automobile", Transactions of Materials Processing, Vol. 19, No. 3, pp. 185-190, 2010.
- [15] S. H. Cheong, S. D. Choi, H. K. Kwon, H. S. Son, "A Study on the Structural Analysis of a Polishing Machine for Silicon Wafer", The Korean Society of Manufacturing Process Engineers Spring Conference, pp. 95-99, 2006.

저자소개

이 정 호(Jung-Ho Lee)

[학생회원]



- 2015년 2월 : 공주대학교 기계자동차공학부(공학사)
- 2015년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 대학원 기계공학과(공학석사 과정)

<관심분야> : 기계 및 자동차 부품 설계 및 내구성 평가, 피로 또는 충돌 시 동적 해석

조 재 응(Jae-Ung Cho)

[중신회원]



- 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