

복합기 커버 개폐용 힌지의 설계와 구조 해석

윤여권* · 양광모** · 김도석***

*유한대학교 기계설계과 · **유한대학교 산업경영과 · ***중앙대학교 기계공학부

Design and Structural Analysis on the Open and Close Hinge for Complex Machine

Yeo-Kwon Yun* · Kwang-Mo Yang** · Do-Seok Kim***

*Dept. of Mechanical Design, Yuhan College · **Dept. of Industrial Engineering, Yuhan College

***School of Mechanical Engineering, Chung-Ang University

Abstract

As all kind of industry has developed, metal structure and machine instrument use bolt, pin, rivet and welding for assembly and combination. For pin and hinge, dimension accuracy is crucial to keep the operation and safety of the structure and machine instrument. In case of complex machine, the hinge for cover open-loop system is one of the significant design elements. Most of the hinges are being imported and assembled sine they give high technology development cost for its unit cost position. The reason is that the localization of hinge is inadequate. As the demand increase and the necessity of localization grow, it is now more important than ever to develop low cost structure. By the low cost structure, a new technology could be obtained for electronic product and structural hinge since it would enable for complex machine hinge to be guaranteed, technologically. Open-loop hinge is the link type and designed for the structure to keep constant open-loop.

And, the hinge is examined in design stability by finite element analysis method. In this paper, the operation result is presented when the hinge for complex machine open-loop is designed for link type structure.

Keywords : Hinge safety, Complex machine, Analysis

1. 서 론

각종 산업의 지속적인 발전과 더불어 금속구조물과 시설물 및 기계장치와 시설 등은 조립 및 체결을 위하여 볼트, 핀, 리벳 및 용접 등을 이용하고 있으며, 핀을 비롯한 구동부 힌지(Hinge)의 경우 치수의 정밀도가 구조물 및 기계장치의 작동과 안전유지에 중요한 역할을 하고 있다[1].

사무용 기기 중 복합기의 경우 커버 개폐 장치에 사용되는 힌지가 중요한 설계 요소 중 하나이다.

하지만 종래의 복합기 제품은 고가제품일 뿐만 아니라, 힌지 등은 단가 포지션에 대비하여 기술개발비용 부담이 큰 이유로 주로 수입에 의존하여 조립하는 실정이었기 때문에 힌지의 국산화가 미비한 상황이다.

현재 점차적으로 복합기 힌지의 수요가 증가하고 있고 국산화의 필요성 또한 커지고 있어서 안전한 구조로 성능을 유지하며 작동할 수 있는 힌지의 개발 필요성이 커지고 있다.

† 본 연구는 2011년 중소기업청 『산학연 공동기술개발사업』의 지원으로 수행되었음.

† 교신저자: 김도석, 서울시 동작구 흑석로 84 중앙대학교 기계공학부 미세재료 및 가공연구실

M · P: 010-5425-9230, E-mail: kdoseok@naver.com

2012년 4월 20일 접수; 2012년 6월 11일 수정본 접수; 2012년 6월 11일 게재확정

본 연구에서는 복합기 커버개폐 각도에 따라서 안전하게 일정한 힘이 전달될 수 있도록 커버개폐용 힌지를 링크식 구조로 설계하였다. 이와 같이 설계된 링크식 힌지를 3차원 형상으로 설계를 하였으며, 유한요소해석법을 이용하여 힌지 각 부분에 작용하는 응력을 해석하여 구조 안전성에 대한 검토를 수행하였다 [2],[3],[4].

2. 힌지의 설계 사양

힌지는 Fig. 1과 같이 좌·우 두 곳에서 커버를 지지하는 구조로 하며, ADF(Automatic Document Feeder, 자동 문서 공급장치)가 장착된 복합기로 설정하여 설계를 진행하였다.

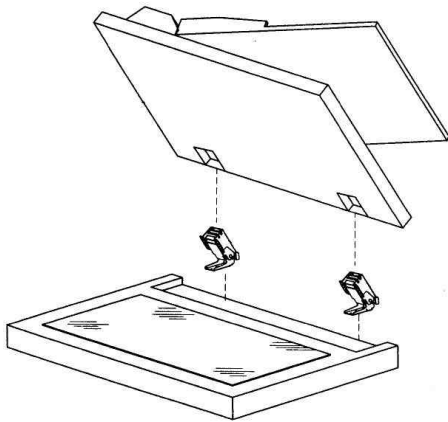
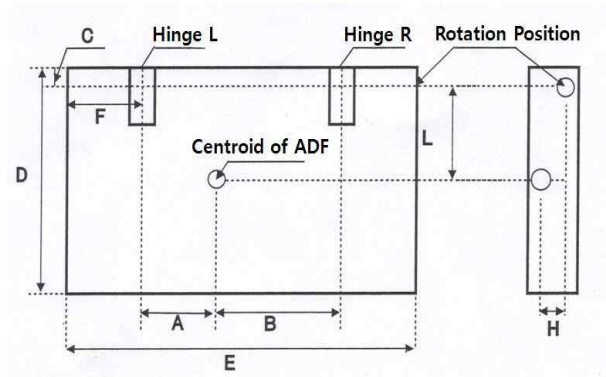


Fig. 1 Schematic of Hinge assembly with ADF

ADF의 질량은 현재 국산 복합기에서 가장 많이 쓰이는 9.4kg(힌지 포함)으로 설정하였고, 힌지의 최대 개폐 각도는 85°이다. 힌지의 치수는 Table 1에 나타낸 것과 같이 정면 기준으로 좌측의 크기가 더 큰 치수이다. 이는 ADF의 질량 중심이 Fig. 2에서와 같이 왼쪽 힌지에 가해지는 하중이 더 크기 때문이다.

Table 1 Design specification

Specification	Value
Max. open/close angle	85°
usually open/close angle	60°
Down angle	15°
ADF Weight(with hinge)	9.4kg
Left Hinge	65×88×50[mm]
Right Hinge	42×86×50[mm]



Specification	Value[mm]
A	89.65
B	173.05
C	11.68
D	460
E	470
F	95.8
L	169.61
H	14.13

Fig. 2 Dimensions of ADF

3. 힌지 구조 설계

3.1 힌지 각부 치수 및 형상 설계

Pro/ENGINEER Wildfire 5.0을 이용하여 복합기 커버 힌지의 3차원 형상을 모델링 하였다. Fig. 3은 복합기 좌측 힌지에 사용되는 부품들이 조립되는 상태를 보여주고 있다. Fig. 4는 좌측 힌지의 조립된 상태를 보여준다. Fig. 5에 복합기 우측 힌지에 사용되는 부품들이 조립되는 상태를 나타내었으며, Fig. 6은 우측 힌지의 조립된 상태를 보여준다.

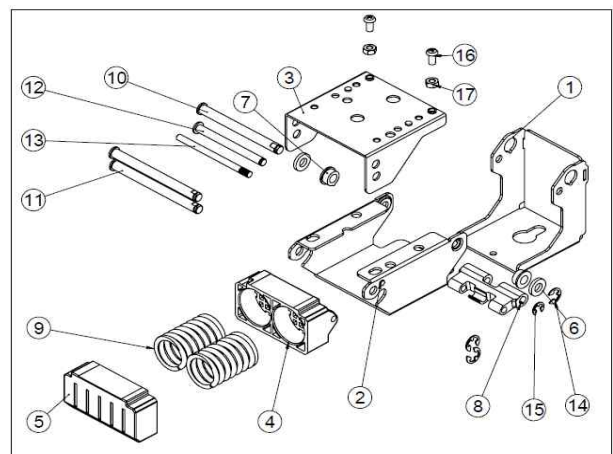


Fig. 3 3-D disassemble drawing of left hinge

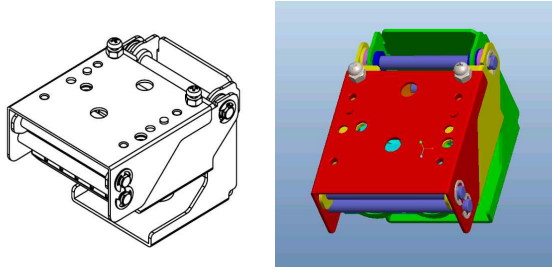


Fig. 4 3-D assemble of left hinge

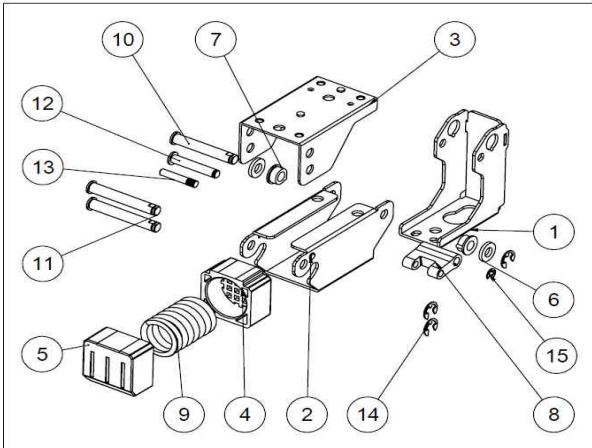


Fig. 5 3-D disassemble drawing of right hinge

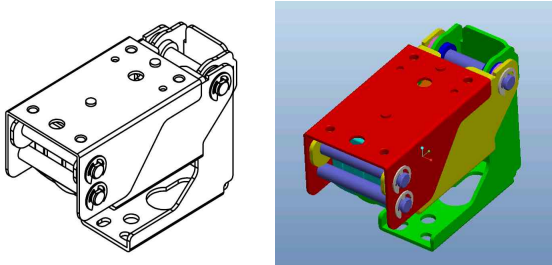


Fig. 6 3-D assemble of right hinge

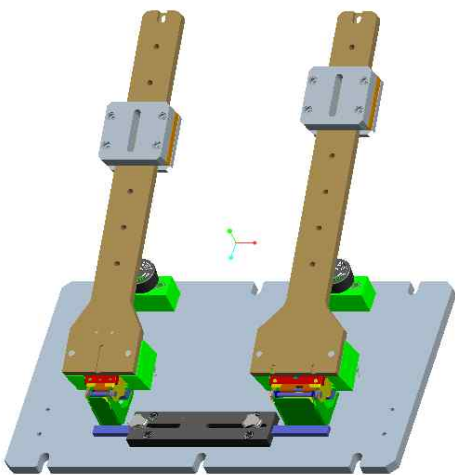


Fig. 7 Assemble of the test loader and Hinges

3.2 힌지 시험용 장치의 설계

설계된 힌지에 하중을 부여하여 동작할 때 개폐각도에 따라 구조해석을 할 수 있도록 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0을 이용하여 힌지 작동시험용 장치를 설계하였다. 힌지 시험용 장치와 힌지가 조립된 전체 형상은 Fig. 7과 같다.

4. 힌지 구조 해석 및 고찰

설계된 힌지에 대하여 커버가 개폐 동작을 수행할 때 설계 조건을 만족하며 안전하게 작동하는지를 분석하기 위하여 ANSYS 13.0 Workbench 소프트웨어를 이용하여 구조 해석을 수행하였다.

Fig. 8은 구조 해석을 진행하기 위하여 힌지시험용 장치에 힌지를 장착하여 조립된 전체 모델을 설정하고 ANSYS 소프트웨어로 연동시킨 형상이다.

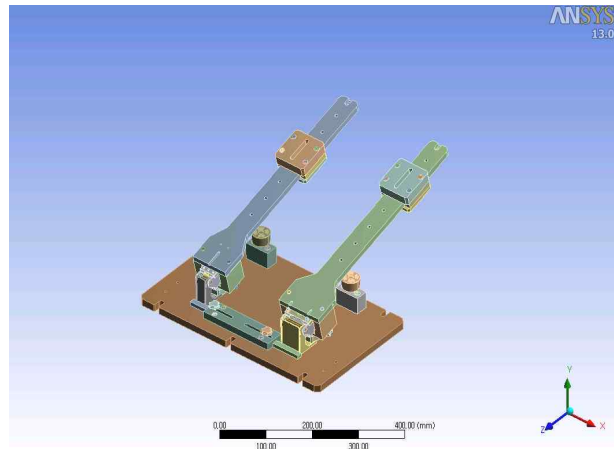


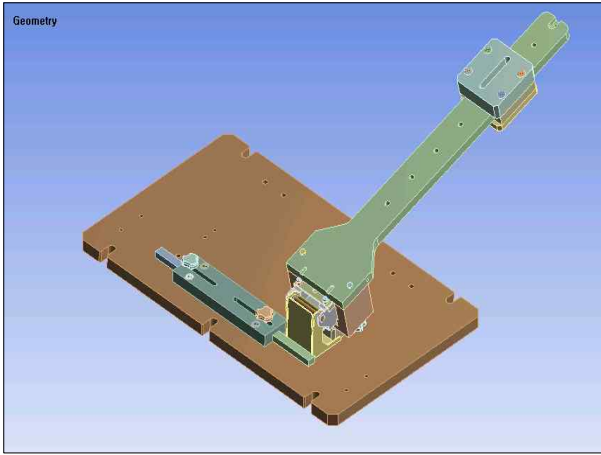
Fig. 8 Total assemble of the test loader and Hinges with ANSYS 13.0 Workbench(Angle 15°)

구조 해석을 수행할 때 설계된 힌지의 초기 개폐력을 검토하기 위하여 개폐각도 15°와 85°에 대하여 검토하였으며, 좌·우 힌지가 받는 하중을 다르게 적용하여 각각 별도로 시뮬레이션을 수행하였다. ADF가 장착된 경우의 힌지 설계로 좌·우 힌지가 받는 하중을 미리 설정하는 것은 동시에 받는 하중에 따른 응력을 검증하는 것보다 각각의 힌지가 받는 하중을 모사하여 검증하는 것이 더욱 효과적이기 때문이다.

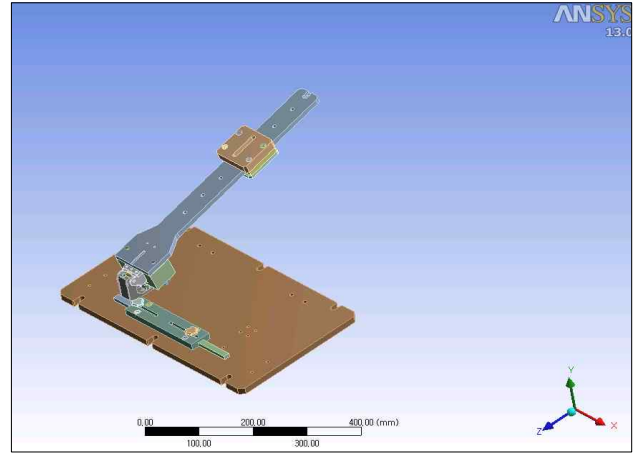
힌지 자체의 설계 중량은 왼쪽 힌지는 525g, 오른쪽 힌지는 320g이다. ADF의 중량 비율을 맞추기 위하여 왼쪽 힌지에 가해지는 시험 중량은 5,230g, 오른쪽 힌지에 가해지는 시험 중량은 3,325g 으로 설정하였다.

따라서 설계된 힌지가 포함된 ADF 총 중량은 9.4kg이다. Fig. 9는 왼쪽 힌지의 개폐각도 15°의 경우에 대한 해석 수행 결과이다. Fig. 9의 (c)에서와 같이 좌측 힌지의 개폐각도 15°의 경우에 발생하는 최대 응력분포

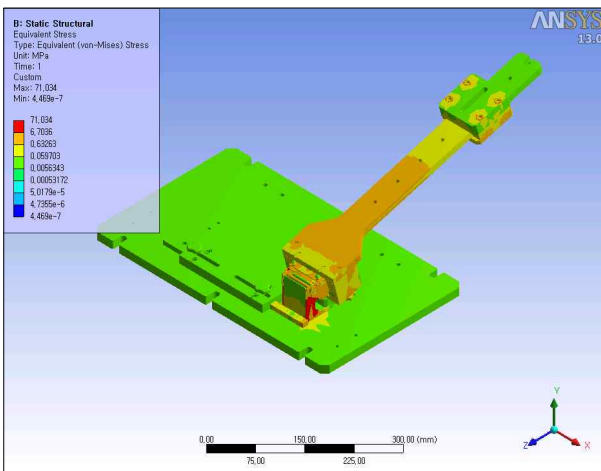
는 Fig. 3의 품번 ①(base hinge L)의 좌우 측벽부분에 주요하게 나타났다. 또한, 품번 ①, 품번 ②(main hinge L), 품번 ⑦(bush L), 품번 ⑩(shaft L)이 결합되는 부분에서 최대 응력 (71.034MPa)이 발생되었다.



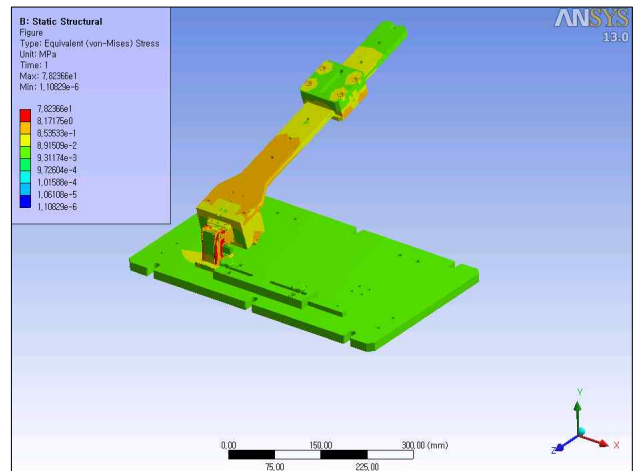
(a) Left hinge(Angle 15°)



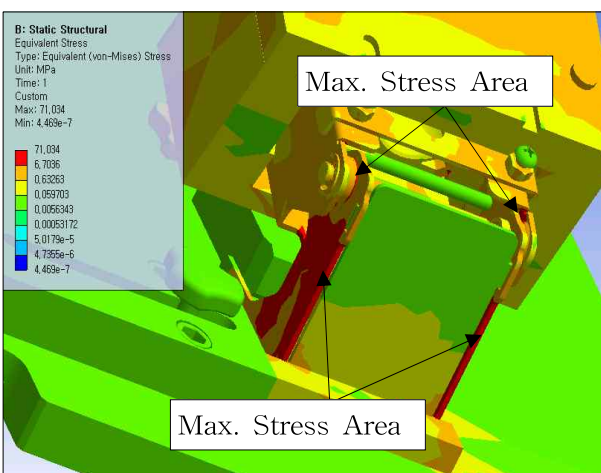
(a) Right hinge(Angle 15°)



(b) Simulation result(Max. 71.034MPa)

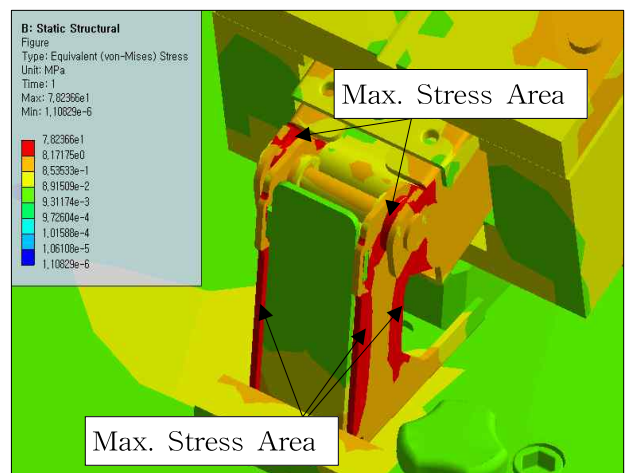


(b) Simulation result(Max. 78.2366MPa)



(c) Magnification stress distributions

Fig. 9 Simulation result(left hinge, Angle 15°)



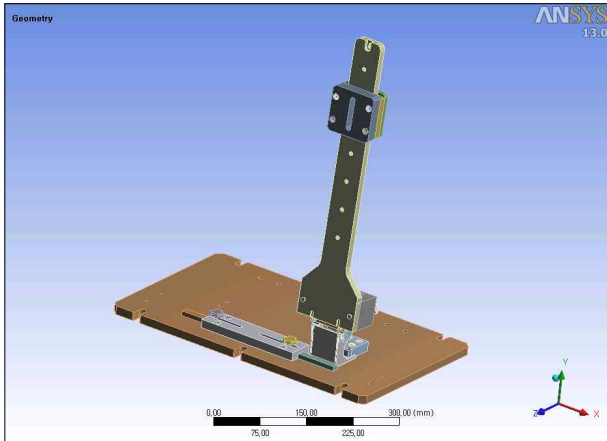
(c) Magnification stress distributions

Fig. 10 Simulation result(Right Hinge, Angle 15°)

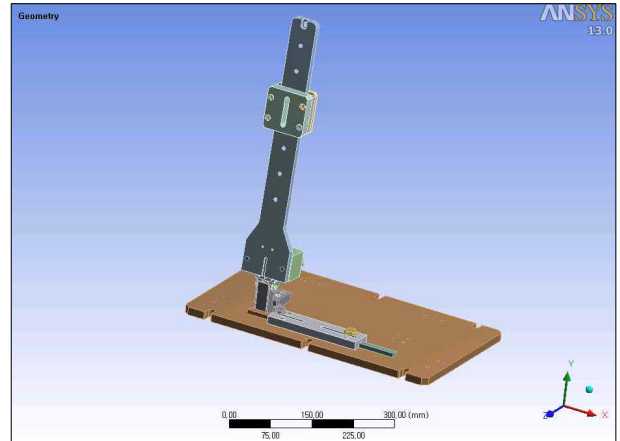
이는 힌지 구조상 품번 ①이 복합기 본체에 장착되어 고정되는 부분으로 힌지의 다른 부품들과 시험중량을 지지해주는 주요 부분이므로 가해지는 하중이 가장 크게 걸리기 때문으로 생각된다. 품번 ②, ⑦, ⑩의 경우 역시 품번 ①과 결합된 부분으로서 개폐력에 의해 최대응력(78.2366MPa)이 집중되는 부분으로 판단된다.

Fig. 10의 (c)에서와 같이 우측 힌지의 개폐각도 15°의 경우에 발생하는 최대 응력분포는 Fig. 5의 품번 ① (base hinge R)의 부분에 주요하게 나타났다.

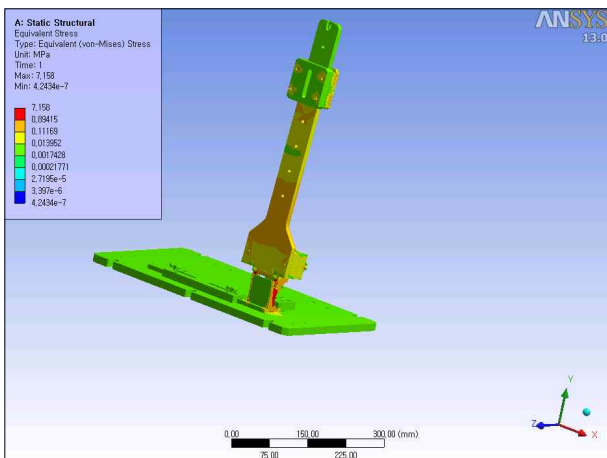
또한 품번 ①, 품번 ②(main hinge R), 품번 ⑦(bush R), 품번 ⑩(shaft R)이 결합되는 부분에서 최대 응력분포가 발생하는 결과를 얻었다.



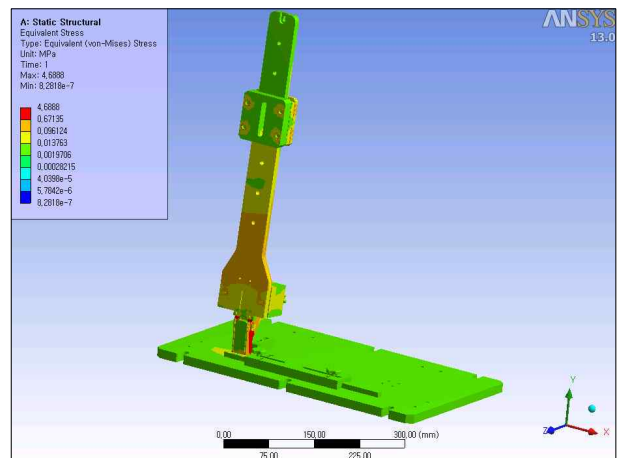
(a) Left hinge(Angle 85°)



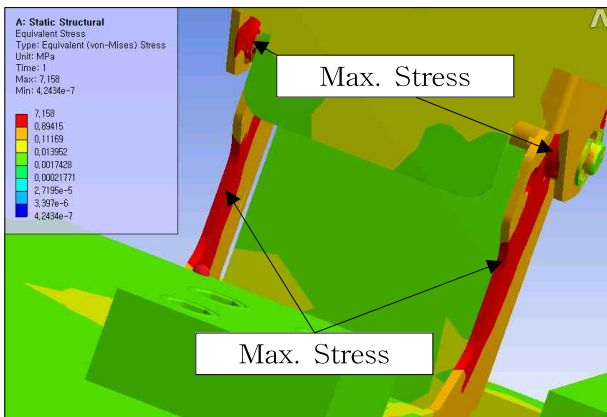
(a) Right hinge(Angle 85°)g



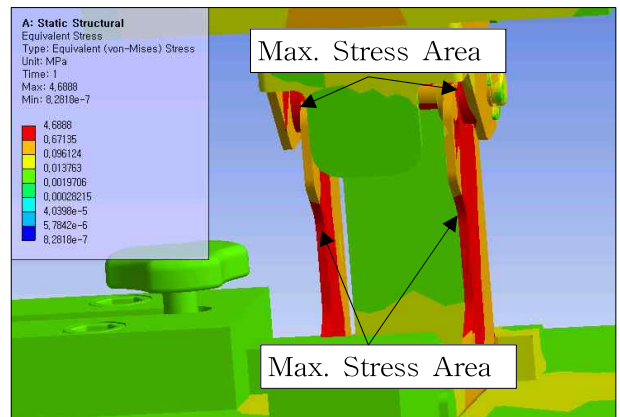
(b) Simulation result(Max. 7.158MPa)



(b) Simulation result(Max. 4.6888MPa)



(c) Magnification stress distributions



(c) Magnification stress distributions

Fig. 11 Simulation result(Left Hinge, Angle 85°)

Fig. 12 Simulation result(Right Hinge, Angle 85°)

좌측 힌지에서와 마찬가지로 힌지 구조상 품번 ①이 복합기에 장착되어 고정되는 부분으로 힌지의 다른 부품들과 시험 중량을 지지해주는 주요 부분이므로 가해지는 하중이 가장 크게 걸리기 때문에 판단된다.

품번 ②, ⑦, ⑩의 경우 역시 품번 ①과 핀으로 결합되어 힌지의 역할을 수행하는 부분으로 개폐력이 집중적으로 작용하여 응력이 집중되는 부분으로 판단된다.

Fig. 11은 좌측 힌지, Fig. 12는 우측 힌지에서 개폐각도 85°의 경우에 대한 해석 수행 결과를 나타낸다.

개폐각도 85°의 경우에 좌측 힌지는 Fig. 11의 (c), 우측 힌지는 Fig. 12의 (c)에서와 같은 응력분포를 나타내었다. 구조 해석 결과 개폐각도 15°의 경우와 유사한 형태의 응력분포를 나타내었다. 그러나 발생하는 최대 응력값의 경우 좌측 힌지에서는 7.158MPa, 우측 힌지에서는 4.6888MPa로 나타나므로, 개폐각도 15°의 경우에서 훨씬 큰 응력집중이 나타나어 각도가 작아질수록 더 큰 응력이 발생하는 것으로 분석되었다.

5. 결 론

본 연구에서는 사무기기의 커버 개폐용 힌지 장치를 설계함에 있어서 힌지가 개폐력을 안전하게 지지하며 동작할 수 있는 설계의 안전과 타당성을 검토하기 위하여 링크 구조의 힌지 설계를 수행하였고, 힌지의 형상을 3차원으로 모델링 하여 구조 해석을 수행하였다.

힌지 설계에 사용될 재료로 냉간압연강판(SPCC)을 사용하였으며, 항복응력(Yielding Stress)은 285MPa이다. 구조 해석 결과 발생하는 최대 응력값은 우측힌지의 개폐각도 15°에서 78.2366MPa이었다. 커버 개폐시 힌지에 발생하는 최대응력이 사용재료의 허용응력을 초과하지 않는 것으로 분석되었기에 복합기 힌지 설계는 타당하다고 판단된다.

이와 같이 구조 해석과 작동 시뮬레이션 결과를 통하여 실제 복합기 개폐커버의 힌지에 적용이 가능할 것으로 판단된다. 향후, 설계된 내용을 적용하여 시제품 제작을 진행하여 실험적으로 적용 가능성을 검토할 필요가 있을 것으로 생각된다.

6. 참 고 문 헌

- [1] Herbert. H. Uhlig and R. Winston revie, "Corrosion and corrosion control" 157-162, 1984.
- [2] Shin, S. J., Lee, T. S. and Oh, S. I., "Three-dimensional Finite Element Analysis of Rubber Pad Deformation Part I : Development of Implicit and Explicit Methods", Trans. of

KSME(A), Vol. 22, No. 1, pp. 111-120, 1998.

- [3] Kwon, Y. D., Kwon, H. W., Shin, S. M. and Lee, C. B., "Finite Element Analyses of Cylinder Problems Using Pseudo-General Plane Strain Elements(Planar Constraints)", Journal of the KSOE, Vol. 17, No. 5, pp. 66-75, 2003.
- [4] Kim, S. H., Huh, H., Song, J. H., "Application of the CAE Process for the Determination of Parameters in the Stamping Process of an Auto-body Member", 2004 Autumn Conference Proceeding of KSAE, Vol. 3, pp. 1086-1091, 2004.

저 자 소 개

윤 여 권



명지대학교 대학원에서 석사, 박사학위를 취득하였으며, 관심분야는 CAD/CAM 및 초정밀 가공과 산업안전 관련 분야이며 현재는 유한대학교 기계설계과 조교수로 재직하고 있다.

주소: 경기도 부천시 소사구 경인로 500 유한대학교 기계설계과

양 광 모



명지대학교 산업공학과 학사, 석사 박사, 현재 유한대학교 산업경영과에 조교수로 재직 중이며, 관심분야는 생산관리, 작업관리, 안전관리 등이다.

주소: 경기도 부천시 소사구 경인로 500 유한대학교 산업경영과

김 도 석



중앙대학교 대학원에서 석사, 박사 학위를 취득하였으며, 관심분야는 CAD/CAM, 생산공학, 태양전지 산업 관련 분야이며 현재는 중앙대학교 기계공학부 겸임교수로 재직하고 있다.

주소: 서울시 동작구 흑석로 84 중앙대학교 기계공학부 미세 재료 및 가공연구실