韓國精密工學會 2003 年度 春季學術大會論文集 pp

전차레버에 대한 3 차원 모델링 및 응력해석

김성진*(인제대 대학원 기계공학과), 이성범(인제대 기계·자동차공학부),
윤중환(주식회사 시공사)

3-Dimensional Modeling and Stress Analysis for Lever of Tank

S. J. Kim(Dept. of Mech. Eng., Inje Univ.), S. Lee(School of Mech. and Auto. Eng., Inje Univ.),
J. H. Yoon(SiGongSa Co., LTD.)

ABSTRACT

Korean tank has been used from the end of 1980's. Even though Korean tank is regarded as the tank which is made in Korea, a lot of parts still need to be imported from abroad. Therefore, the localization for the parts of Korean Tank is necessary to be set free from the rate of dependence on imports.

In this research, one of the most important part of Korean Tank, Lever, was considered to carry out localization. For the first step, two dimensional drawing and three dimensional modeling of the Lever was done. Secondly, the stress analysis was carried out for Lever and it is shown that the predictions of the proposed modeling are in very good agreement with the expected results.

Key Words : Lever (레버), Korean Tank (한국형 전차), Stress analysis (응력해석)

1. 서론

한국형 전차는 세계적 성능을 가진 전차로 인정을 받은 후 1980 년대 후반부터 야전에 배치되어 기갑전력의 획기적인 향상을 도모한 중요무기로 실전 배치가 완료되어 있으며, 같은 계열의 성능이 향상된 전차가 개발되고 있지만 일부 부품에 있어서는 국산화 개발이 되어 있지 않고 수입품을 장착하고 있는 실정이다.

따라서, 방위산업 제품의 품질수준이 국가의 방위력 및 군 전투력과 직결된다는 인식 하에 현재 국방부에서 추진하고 있는 부품 국산화의 일환으로 여러 방위산업체에 부품개발 연구를 장려하고 있으며 전차 및 군용 중장비의 ASS'Y 부품을 국산화하여, 부품의 국산화 비율을 높여 완제품 수입비율을 줄이려 하고 있다.

본 연구의 대상인 전차레버는 제동 성능과 안정성에 있어 매우 중요한 역할을 한다. 제동부의 중간 부품은 타 부품에서 전달되는 힘을 원활히 전달하는 부품으로써 전차의 급제동, 급선회에 따라 과도한 힘이 전달되기 때문에 안정되고 신뢰성 있는 부품의 개발이 요구된다. 현재 제동부의 작동기(유압 스프링용) 및 브레이크(다중 디스크형)는 국산화 기술로 개발이 완료되어 있으나, 작동기(유압 스프링용)에 부착되어 브레이크(다중 디스크형)에 힘을 전달하는 역할을 하는 레버 및 브래킷 조립체는 독일의 ZF 사로부터 수입에 의존하고 있다.

만약 레버 및 브래킷 조립체 부품이 원활히 수급되지 않는다면 단종의 문제가 발생할 우려가 있으므로 이에 대처한 부품의 국산화와 유사제품개발 기술력을 확보할 필요성이 요구되어져 왔다. 따라서, 본 연구에서는 전차레버의 3 차원 모델링 및 응력해석에 주안점을 두었으며, 이를 바탕으로 상위기종 개발을 용이하게 진행할 수 있는 기술적 토대를 마련하고자 하였다.

2. 모델링

본 연구에서는 Fig. 1 에 나타나 있는 독일 ZF 사의 레버 및 브래킷 조립체에 대한 2 차원 도면을

바탕으로 컴퓨터 패키지를 활용하여 몸체, 레버, 축, 니들베어링(2 종), 봉합링, 스프링용 링, 멈춤링 총 8 개의 부품을 3 차원으로 모델링하였다.

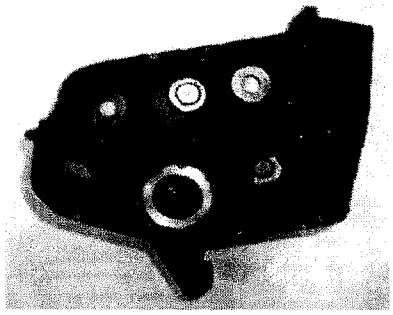


Fig. 1 Lever and breakit assembly of ZF

Fig. 2 는 3 차원 모델링된 레버 및 브래킷 조립체를 나타내고 있으며, Fig. 3 은 각 부품들에 대한 3 차원 모델링을 보여 주고 있다. 또한, 3 차원 모델링된 부품들 중 브레이크(다중 디스크형)로부터 직접적인 힘을 받게되는 레버에 대해서 CATIA[1] 와 ANSYS[2] 를 이용하여 응력해석을 실시하고 결과값을 비교, 분석하여 해석의 정확도를 높였다.

레버는 스프링 유압 작동기로부터 힘을 받아 브레이크(다중 디스크형)으로부터 최대 80MPa, 최소 78MPa 의 압력을 받게 된다. 기타 부품에 대해서는 전차의 제동시 직접적으로 영향을 받지 않으므로 해석에서 제외하였다.

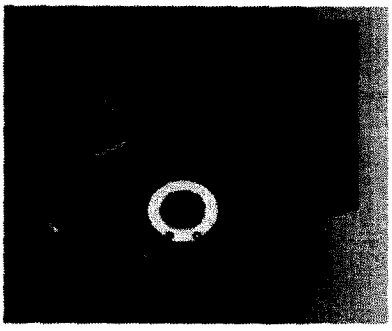
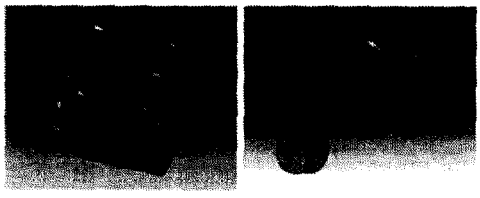
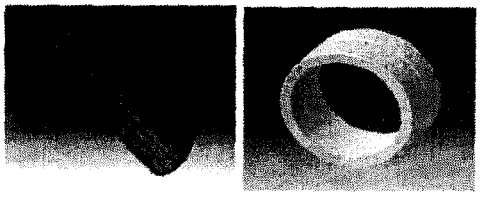


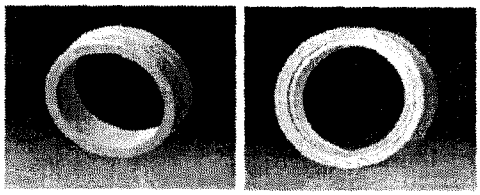
Fig. 2 Three dimensional modeling of lever and breakit assembly



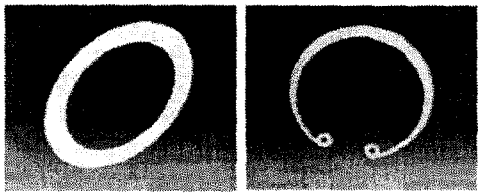
(a) 몸체 (b) 레버



(c) 축 (d) 니들베어링 I



(e) 니들베어링 II (f) 봉합링



(g) 스프링용 링 (h) 멈춤링

Fig. 3 Three dimensional modeling of lever and breakit parts

본 해석에서는 작용압력으로 최대 80MPa 의 하중을 적용하여 응력해석을 수행하였으며, 응력해석에 필요한 레버의 사용 재질은 니켈-크롬-몰리브덴강 KS SCM4(JIS SCM4 or AISI 4140)[3,4] 으로써 화학적 성질은 Table 1 을 기준으로 하였다.

기계적 성질은 일반적인 성질들 중 불림온도 870℃ 를 기준으로 극한강도 807MPa, 항복응력 689MPa, 탄성계수 205GPa, 프아송비 0.25 를 사용하였다.

Table 1 Chemical composition of KS SCM4(JIS SCM4)

Elmt	Element(%)
C	0.38 ~ 0.43
Fe	97
Mn	0.93
P	Max 0.035
S	Max 0.04

마지막으로, 작용압력 80MPa 을 기준으로 응력해석을 실시함에 있어, 항복응력 689MPa 이하인 허용기준응력을 340MPa 로 하였을 때 노즐의 화학적

성분과 기계적 성질을 기준으로 작용압력에 대한 최대응력이 제품제작에 적합한지를 판단하였다.[5]

3. 해석방법 및 조건

2 차원 도면을 바탕으로 3 차원으로 모델링한 것은 몸체, 레버, 축, 니들베어링(2 종), 봉합링, 스프링용 링, 멈춤링으로써 총 8 개의 부품이다. 그러나 해석이 요구되는 부품은 모델링된 8 개의 부품들 중 Fig. 4 에서와 같이 스프링 유압 작동기로부터 힘을 받아 브레이크(다중 디스크형)로부터 실제적으로 최대힘을 받게 되는 레버에 대해서만 CATIA 와 ANSYS 를 이용하여 응력해석을 수행하였으며 여기서 나온 결과값을 비교, 분석하였다.

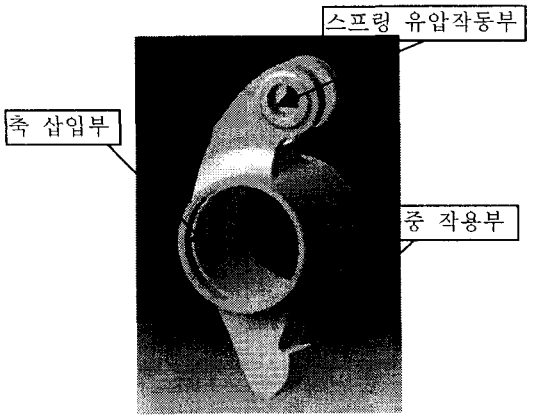


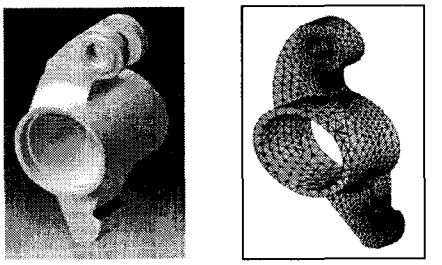
Fig. 4 Lever model

그리고 결과 값을 얻기 위한 해석조건으로 하중조건, 구속조건 등을 바탕으로 해석모델에 대한 요소망 생성 작업 후 결과 값을 도출하였다.

레버를 해석하기 위한 하중조건으로, 하중은 압력형태로 작용되며 레버와 브레이크(다중 디스크형)에 접촉하는 면에 80MPa 의 하중이 Fig. 5 에 표시한 것과 같이 작용하도록 하였다.

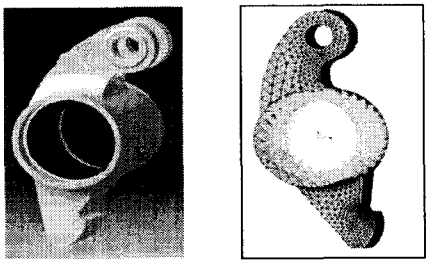
기타 다른 기계적 물성치는 니켈-크롬-몰리브덴강 KS SCM4(JIS SCM4 or AISI 4140) 불림온도 870℃를 기준으로 극한강도 807MPa, 항복응력 689MPa, 탄성계수 205GPa, 프아송비 0.25 를 적용하였다.

또한, Fig. 6 에서와 같이 레버의 축 삽입 부분에 구속조건을 부여하였다.



(a) CATIA model (b) ANSYS model

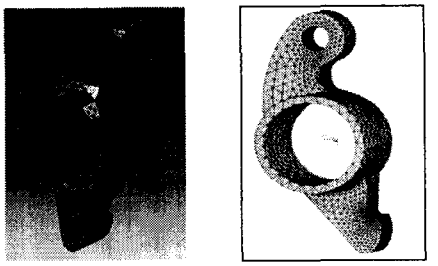
Fig. 5 Loading condition



(a) CATIA model (b) ANSYS model

Fig. 6 Boundary condition

하중조건과 구속조건에 대한 원활한 해석을 위해 요소망을 삼각형으로 생성하여 프로그램을 실행하였고, 해석의 신뢰성을 얻기 위해서 ANSYS 에서는 압력이 작용되는 부위의 요소망의 밀도를 높게 하였고, CATIA 에서는 전체적인 요소의 밀도를 높게 하였다. 그 결과 레버에 생성된 각각의 요소망으로는 ANSYS 가 노드 4,836 개와 요소 20,563 개이며, CATIA 는 노드 2,195 개와 요소 8,174 개가 생성되었으며, Fig. 7 에 나타나 있다.



(a) CATIA model (b) ANSYS model

Fig. 7 Mesh shape

4. 결론

전차레버에 대하여 CATIA 와 ANSYS 를 이용하여 강도해석을 실행한 결과 작용하중 80MPa 에 대한 최대응력은 허용기준응력 340MPa 보다 작은 200MPa(ANSYS), 219MPa(CATIA)로써 화학적 성분과 기계적 성질을 만족하였다.

그리고 Fig. 8 과 Fig. 9 는 Von-Mises 응력설을 기준으로 단위체적당 변형에너지의 분포를 위치별로 확인할 수 있었으며, 레버가 브레이크(다중 디스크형)와 접촉하여 하중이 가해지는 곳에서 최대응력이 발생하는 것을 확인할 수 있었다.

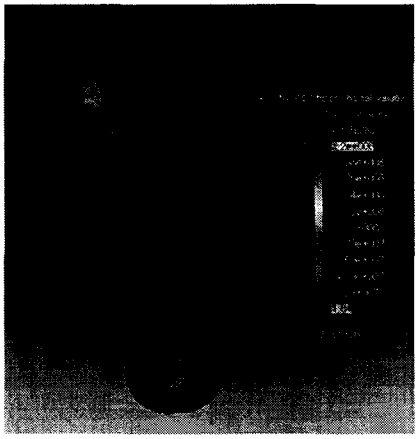


Fig. 8 Result of stress analysis for lever (CATIA)

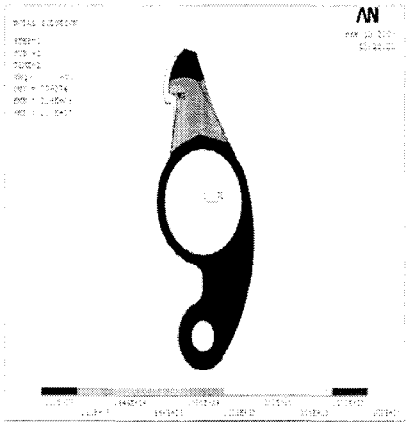


Fig. 9 Result of stress analysis for lever (ANSYS)

본 연구에서는 전차의 레버 및 브래킷 조립체를 국산화하는 첫 단계로서 제품제작에 기본이 되는 3차원 모델링과 강도에 관한 해석을 기초연구로 수행함으로 그 의미를 가진다. 하지만, 제품의 국산화에는 설계와 더불어 제품의 재질에 관한 정보가 매우 중요하다. 또한, 전차가 제동시 발생할 수 있는 진동과 반복하중에 의한 제품의 해석 결과와 더불어, 향후 기본성능시험과 내구성시험 및 실차운용시험 등을 고려한 제품제작이 필수적이다.

후 기

본 연구는 ㈜시공사를 참여기업으로 하여, 경남지방중소기업청에서 지원하는 인제대학교 2002 년도 산· 학· 연 공동기술개발 컨소시엄 사업의 지원에 의하여 수행되었으며, 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

1. 김영도, 김창동, 최인근, "CATIA", 웅보출판사, 2000.
2. 태성에스엔이 FEM 사업부, "유한요소해석입문과 선형해석", 도서출판 계림, 2000.
3. 김낙수, 임용택, 진종태, "공업재료가공학", ㈜피어슨에듀케이션 코리아, 2001.
4. 엄빈, "특수강", ㈜한국종합특수강, 1978.
5. 최종근, 이성범, "해석재료역학", 청문각, 2001.