

구조해석을 이용한 브레이크 캘리퍼의 수명 평가

Life assessment of Brake Caliper using Computational Structural Analysis

#정태성¹, 강우승², 이용현³, 이충도²

#T. S. Jung(tsjung@inhac.ac.kr)¹, W. S. Kang², Y. H. Lee³, C. D. Lee²

¹인하공업전문대학 기계설계과, ²인하공업전문대학 금속재료과, ³(주)만택

Key words : Brake caliper, Cast iron, Aluminum, Fatigue, CAE

1. 서론

캘리퍼 브레이크의 하우징 부품은 현재 주철소재의 일체형으로 주로 제조되고 있으며, 주철의 과중량 결점을 보완하고자 알루미늄 일체형으로 제조되기도 하지만 강성 유지를 위하여 부피가 커지며 소재의 원가가 상승되는 단점을 가지고 있다.

기존의 일체형 주철 캘리퍼 브레이크 하우징의 과중량 단점을 보완할 수 있는 한 방법으로 분리형 캘리퍼를 적용할 수 있다. 분리형 캘리퍼는 개별적으로 각각 제조한 브릿지(bridge)와 실린더(cylinder)를 최종적으로 볼트로 일체화 시키는 구조로 되어있다. 제동시 굽힘 모멘트가 많이 부가되는 브릿지(bridge) 부위는 기존의 주철을 사용하여 강성을 유지하고 내부 유압에 의한 등분포 압력을 받는 실린더(cylinder) 부위는 비교적 강성이 덜 요구되는 경량의 알루미늄을 사용하여 전체적으로 경량화를 달성할 수 있다. 분리형 캘리퍼부품의 적용은 경량화뿐만 아니라 각각의 부재인 브릿지(주철)와 실린더(알루미늄)를 별개로 제조함에 따라 주조와 가공 효율성 향상 및 최적의 형상 설계가 용이한 장점을 가질 수 있다.

본 논문에서는 일체형 주철 캘리퍼 브레이크 하우징의 단점을 보완할 수 있는 경량의 분리형 캘리퍼 적용 시 기존 부품대비 강성의 수준을 해석을 통해 파악하고자 한다.

2. 해석 조건

Fig. 1 은 본 연구에서의 구조해석을 위한 분리형 브레이크 캘리퍼의 모델링과 Mesh 를

보여준다. 분리형 캘리퍼는 실린더와 브리지, 2 개의 체결 나사로 구성되어 있으며, 각각의 재질과 기계적 물성은 아래 Table 1 과 같으며 약 2.55 kg 의 중량을 가지고 있다. 해석을 위한 메쉬는 3 차원 Hexa-dominant 조건으로 생성하였고, 절점의 개수는 총 505,870 개 요소의 개수는 153,297 개 이다.

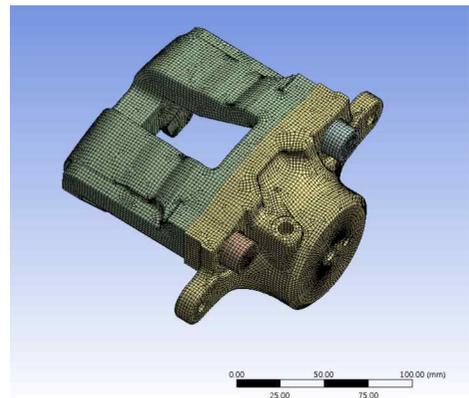


Fig. 1 Analysis model and mesh

Table 1 of parts and material properties

part	bridge	cylinder	bolt
material	FCD450	AL-A357	SCM435
Young's modulus	166	71	210
0.2% Yield strength	310	290	700
Tensile strength	460	310	850

Fig. 2 는 분리형 브레이크 캘리퍼의 구조해석을 위한 경계 조건을 보여준다.

제품의 시험 규격에 맞춰 실린더의 내면에는 70bar(7Mpa)의 압력이 가해지는 것으로 하였고, 디스크 패드와 접촉되는 캘리퍼 브리지의 브리지면은 힘평형 고려해서 4.5794Mpa의 압력이 균일하게 작용하는 것으로 하였다. 또한, 체결나사에 20,000N의 체결력이 작용하고 가정하였다.

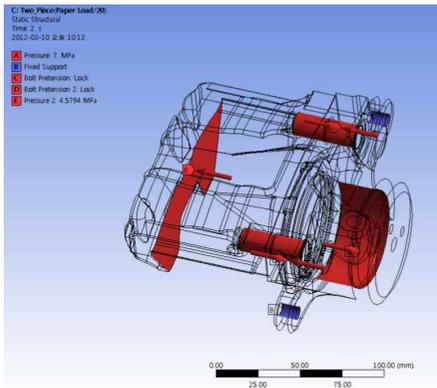


Fig. 2 Boundary conditions

3. 해석 결과 및 고찰

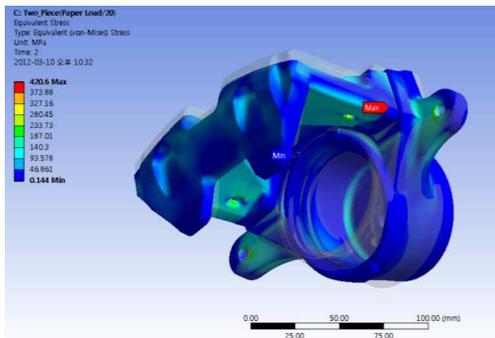


Fig. 3 Expected equivalent stress

Fig. 3는 분리형 브레이크 캘리퍼에 하중이 가해졌을 때, 예측된 등가응력 분포를 보여준다. 최대 등가응력은 캘리퍼의 고정구멍부근에서 주변에서 0.2% 항복응력 290MPa에 가까운 270MPa로 예측되었는데 이는 브레이크 캘리퍼의 구멍을 고정된 것으로 가정하였기 때문으로 캘리퍼의 브리지와 실린더에 가해지는 응력은 안전한 영역에 드는

것으로 판단할 수 있다. 한편, 체결볼트에 가해지는 응력은 최대 62.4Mpa로 SCM435의 최대항복응력에 비하여 충분히 여유가 있는 상태이다.

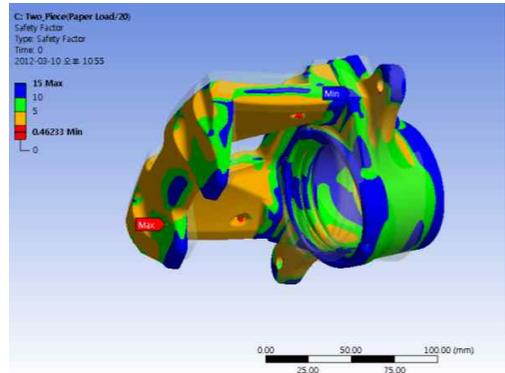


Fig. 4 Expected safety factor

Fig.4는 Mean Stress Curve 이론을 적용하여 분리형 브레이크의 피로 수명을 예측하였을 때 설계 내구수명 500,000회를 기준으로 한 안전계수를 보여준다.

4. 결론

본 연구에서는 경량 분리형 캘리퍼의 개발을 위해 구조해석을 통한 수명평가를 수행하였다. 분리형 캘리퍼의 재질별 피로선도를 적용하였을 경우 100만회 이상의 반복하중을 견딜 것으로 예상되며, 캘리퍼의 브리지 부위보다 유압실린더 부분이 상대적으로 안전하게 설계된 것을 알 수 있다

후기

본 연구는 중소기업청의 2011년도 중소기업 기술혁신개발사업 “친환경 경량분리형 브레이크 캘리퍼 하우징 개발” 과제 수행 연구결과임.

참고문헌

1. 김정엽, 모종운, "ABS 작동에 의한 캘리퍼 하우징에 미치는 피로손상평가," 한국자동차공학회지, **4(4)**, 156-163, 1996.