

열연권취기용 유압실린더의 구조 건전성 평가 Evaluation of Static Structural Integrity of the Hydraulic Cylinder for Downcoiler.

*#윤소남¹, 윤동원¹, 박중호¹, 정황훈¹, 하승진²

*#S.N. Yun(ysn688@kimm.re.kr)¹, D.W. Yun¹, J.H. Park¹, H.H. Jeong¹ and S.J. Ha²
¹한국기계연구원, ²누리텍, 기술연구소

Key words : Downcoiler, Hydraulic cylinder, Hydraulic pressure, Cylinder rod, Piston

1. 서론

본 연구에서는 제철소의 열연권취기용으로 사용되는 유압실린더를 대상으로 정적인 구조 건전성 평가가 이루어졌다. 열연 권취기는 권취 설비 공정의 Strip 진행을 안내하는 Side Guide 장치와 권취되는 코일에 일정한 장력을 부가하는 Pinch Roll 장치, 초기 코일 권취시 Strip Top(선단)부 단차회피 제어를 위한 QOC(Quick Opening control) 유닛으로 구성되며, 전술한 QOC 유닛은 Mandrel 외경에 인접한 코일에 일정한 장력을 유지시켜주는 Unit Roll과 고정밀 유압 서보밸브 및 위치 센서 내장형 QOC Cylinder가 일체로 조립되어 있다. 본 연구에서 논의되는 QOC 실린더는 사용환경이 매우 열악하고, 휴지시간이 없이 24시간 계속적으로 운전되기 때문에, 성능뿐만 아니라 내구성이 매우 중요하다.

본 연구에서는 이론해석을 통하여, 설계된 실린더의 구조 건전성을 평가하여 열연권취기용으로 사용되는 데에 문제가 없는 실린더를 제공하는 것을 목적으로 하고 있다.

2. 구조해석 조건 및 결과

Fig. 1은 본 연구의 대상으로 하는 QOC cylinder의 외관을 보이는 것으로, 복동식이며 최대 350bar의 압력에서도 작동이 가능하도록 설계되었다. 해석시에는 실린더 로드부와 로드 커버부로 나누어 독립적으로 해석한 후에 이 둘을 조립하여 해석을 수행하였다. 또한, 해석 정밀도와 수렴성을 높이기 위하여 정육면체의 격자를 사용하였다.

Fig. 2와 Fig. 3은 해석에 사용된 로드와 로드 커버를 보이고 있으며, Fig. 4은 해석에 사용된 재료의 물성치를 보이는 것이다. Fig. 2의 Rod는 Nodes : 59675, Elements : 12416개로 정의하였으

며, Fig. 3의 Rod Cover는 Nodes : 104261, Elements : 21728 개로 정의하였다.

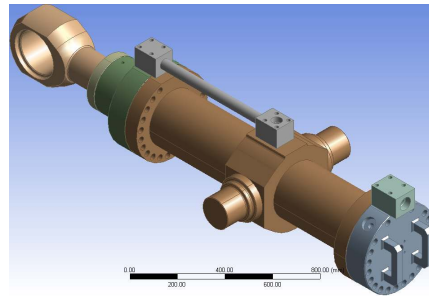


Fig. 1 QOC cylinder exterior view

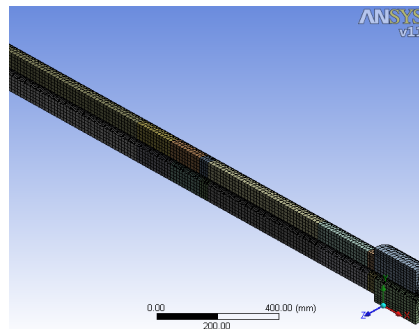


Fig. 2 QOC cylinder rod for analysis

Fig. 5는 로드커버 변위가 0mm일 때의 실린더 변형특성을 결과를 보이는 것이다. 대상체는 좌우 대칭형상이므로 대칭면에 해당하는 부분을 축방향 강제 변위 조건을 부여하였다. 또한 내압 조건으로 37.5MPa를 적용하였으며, 로드의 끝부분에 40Kgf가 작용하는 것을 가정하여 400N의 로드가 작용하는 것으로 구속조건을 입력하였다. 해석

결과, 로드에서 압력이 작용하는 실린더 헤드 부분에 0.7mm 정도 변위가 일어나는 것을 확인 할 수 있었으며, 이러한 변위는 상하 변위가 아닌 실린더 축방향의 변위임으로 큰 고려사항이 아님을 알 수 있다.

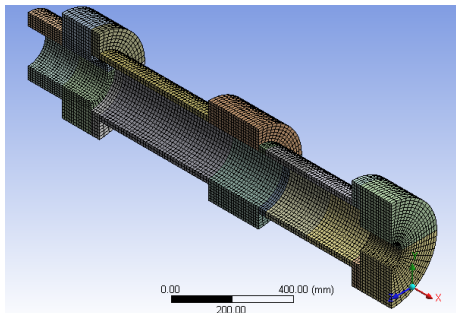


Fig. 3 QOC cylinder rod for analysis

SCM415	
Structural Add/Remove Properties	
<input type="checkbox"/> Young's Modulus	2.05e+005 MPa
<input type="checkbox"/> Poisson's Ratio	0.29
<input type="checkbox"/> Density	7.75e-006 kg/mm ³
<input type="checkbox"/> Thermal Expansion	1.7e-005 1/°C
<input type="checkbox"/> Tensile Yield Strength	625, MPa
<input type="checkbox"/> Compressive Yield Strength	625, MPa
<input type="checkbox"/> Tensile Ultimate Strength	855, MPa
<input type="checkbox"/> Compressive Ultimate Strength	0, MPa
Thermal Add/Remove Properties	
<input type="checkbox"/> Thermal Conductivity	1.51e-002 W/mm·°C
<input type="checkbox"/> Specific Heat	480, J/kg·°C
Electromagnetics Add/Remove Properties	
<input type="checkbox"/> Relative Permeability	10000
<input type="checkbox"/> Resistivity	7.7e-004 Ohm-mm

Fig. 4 Physical parameters for analysis

Fig. 6은 실린더 Rod의 변위가 초기 위치일 때에서 250mm 변위 할 때 내압과 구조해석 결과를 보이는 것으로, 내압 조건으로 37.5MPa를 적용하였으며 로드 끝부분에 40Kgf가 작용하는 것을 가정하여 400N의 로드가 작용하는 것으로 구속조건을 입력하였다. 변위의 경우는 로드에서 압력이 작용하는 실린더 헤드 부분에 0.67mm 정도 변위가 일어나는 것을 확인할 수 있었으며, 이러한 변위는 상하 변위가 아닌 실린더 축방향의 변위임으로 큰 고려사항이 아님을 알 수 있다.

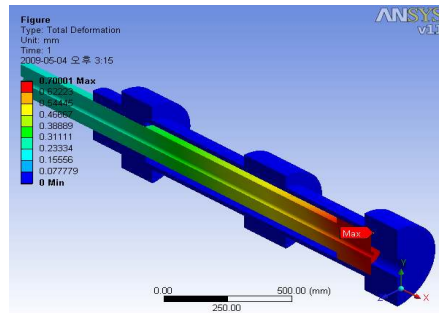


Fig. 5 Displacement results at cover displacement of 0mm

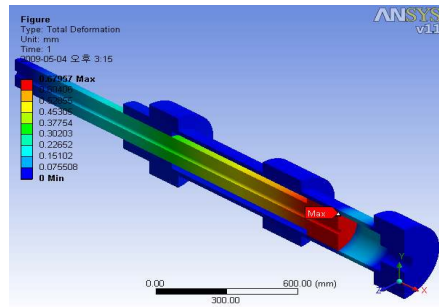


Fig. 6 Displacement results at cover displacement of 250mm

3. 결론

QOC Cylinder의 해석결과 내압조건이 해석의 가장 큰 변수가 됨을 알 수 있었으며, Rod에 작용되는 외력은 내압 조건에 비하면 매우 적은 것을 확인할 수 있었다. 해석모델링 과정에서 Pipe는 충분히 안전하다는 것이 확인되었으므로 해석상에서 제외해도 무방하다는 것을 확인할 수 있었다.

전체 응력 해석결과 최고 응력은 217MPa이 나타났으며 이는 가장 약한 재료의 탄성 한계값인 405MPa보다 약 절반정도로 약한 것이기 때문에 충분한 안전율이 고려됨을 확인할 수 있었다. 또한 재료비용을 절감을 하기 위해 재료를 일반 강으로 할 경우 Roa Case의 두께는 20mm이상 보강해야 한다는 것도 확인하였다.

참고문헌

- 1) J. L. Shearer and B. T. Kulakowski, "Dynamic modeling and control of engineering systems", Macmillan Publishing Company and Collier Macmillan Publishers, 1990.