

V 형 토크로드의 피로해석

Fatigue analysis of V-type Torque rod

*하정민¹, #한동섭², 한근조

*J. M. Ha¹, #D. S. Han(dshan@dau.ac.kr)², G. J. Han³

¹ 동아대학교 기계공학과, ² 동아대학교 BK21 총괄사업단, ³ 동아대학교 기계공학과

Key words : V-type torque rod, Fatigue analysis

1. 서론

차량이 움직일 때 노면의 형상에 따라 바퀴로 다양한 힘이 작용하게 된다. 이 힘은 차량의 바퀴를 통해서 차축과 차체로 전달되어 차량에 다양한 힘과 진동을 가하게 된다. 이러한 다양한 힘은 차량의 수명을 감소시키는 원인이 되기도 하고, 운전자 및 탑승자로 하여금 불편함을 느끼게 만든다. 이러한 것을 해결하기 위해 설치된 것을 충격하여 현가장치라고 하는데, 토크 로드(Torque rod)는 이러한 현가장치에서 바퀴에서 전달되는 충격력을 최소화시키게 하는 역할을 한다. 그러나 종전에 사용하던 I 형 토크 로드(I-type torque rod)는 차량의 양쪽에 각각 설치되어 그 역할을 수행하였지만, V 형 토크 로드(V-type torque rod)는 아래의 Fig.1 과 같이 가운데에 설치되어 한번에 양쪽의 역할을 수행하여 4 개가 필요했던 로드 엔드(rod end)의 수를 하나 줄여 재료비를 감소시킬 수 있게 된다. 또한, 로드 엔드(rod end)를 튜브(tube)형 로드엔드에 삽입한 후 프레스 가공하여 고정하여 정지마찰력으로 고정하는 방식의 스웨이징(swaging)이 아닌 마찰용접(friction welding)이라는 방식을 사용하면 접합 효율도 높이고, 무게도 감소시키며, 재료비도 감소시킬 수 있게 된다.

본 논문에서는 마찰용접된 V 형 토크 로드엔드에 작용하는 하중과 지속적인 피로하중이 작용했을 때 V 형 토크로드의 수명에 대한 연구를 수행하고자 한다.

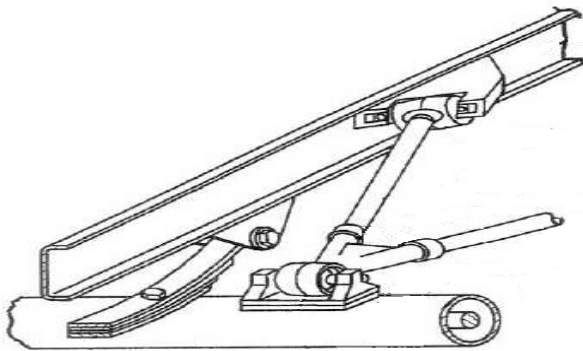


Fig. 1 The position of V-type torque rod

2. 유한 요소 해석

2.1 유한 요소 모델

V 형 토크 로드에서 I 형 로드 엔드와 V 형 로드 엔드에 작용하는 하중에 대한 영향을 살펴보기 위하여 범용 3D 모델링 프로그램인 INVENTOR 10.0 을 사용하였으며, 이를 해석하기 위해 범용 유한요소해석 프로그램인 ANSYS WORKBENCH 10.0 를 사용하여 토크로드의 구조 안정성을 평가하였다. 해석을 위해 사용된 요소(element)는 사면체(tetrahedron)요소로 77690 개이고, 절점의 수는 110173 개이다.

2.2 하중 및 경계조건

V 형 토크 로드는 I 형 토크 로드 2 개를 하나로 만든 것으로 V 형 로드 엔드 하나가 두 개의 로드 엔드의 역할을 한다. I 형 토크 로드에서 JAIC 의 피로하중 시험 조건에서 6000kgf 의 인장·압축 하중을 토크로드에 가했을 때

의 발생하는 응력과 200000 cycle 의 반복 피로 하중을 가했을 때의 안전율에 대해 알아보하고자 한다. 이를 위해서 한 쪽로드 엔드에서만 하중이 작용했을 때, 가운데의 V 형 로드 엔드에서 하중이 작용했을 때, 로드 엔드에서 인장과 압축이 서로 반대로 작용할 때로 나누어서 해석을 진행하였다.

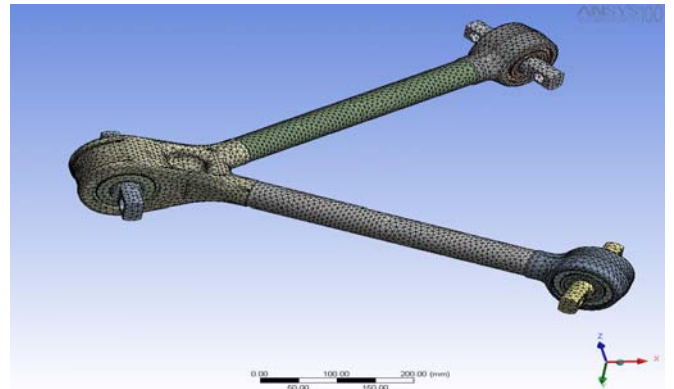


Fig. 2 Modeling of the V-type Torque Rod

3. 해석 결과 및 고찰

구속조건과 하중조건은 핀에 가했지만, 해석을 해야하는 부위는 로드 엔드와 튜브이므로 해석 결과에서는 핀과 부위 부분은 보이지 않도록 설정하고 해석 결과를 나타내었다.

3.1 로드 엔드 한쪽에서만 하중이 작용하였을 때

V 형 로드 엔드와 다른 한쪽 로드 엔드를 고정시키고 한쪽에서만 6000kgf 의 하중을 가했을 때, 약 58MPa 의 최대 응력이 튜브에서 발생하였다. 또한 200000 cycle 의 반복 하중을 가했을 때, 튜브에서 4.4 의 안전율이 측정되었다.

3.2 V 형 로드 엔드에서 하중이 작용했을 때

가운데에서 힘을 가할 때는 로드 엔드가 양쪽으로 나뉘므로 6000kgf 의 두 배인 12000kgf 의 하중을 작용시켰다. 그리고 이때 작용하였을 때, 튜브에서 87MPa 의 최대 응력이 측정되었고, 이때는 200000 cycle 의 반복하중을 가했을 때, 최소 3 의 안전율이 측정되었다.

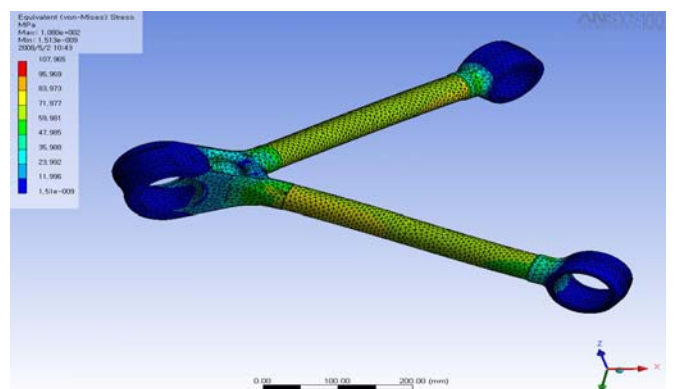


Fig. 3 The case of 6000kgf force on V-rod end

3.3 로드 엔드에서 인장과 압축이 교차로 작용할 때

V 형 로드 엔드를 고정시키고, 각 로드 엔드에 6000kgf 의 인장과 압축을 동시에 작용시켰을 때에는 튜브에서 57MPa 의 최대 응력이 측정되었고, 앞에서와 마찬가지로 200000 cycle 의 반복 피로하중을 주었을 때, 튜브에서 최소 4.2 의 안전율을 측정할 수 있었다.

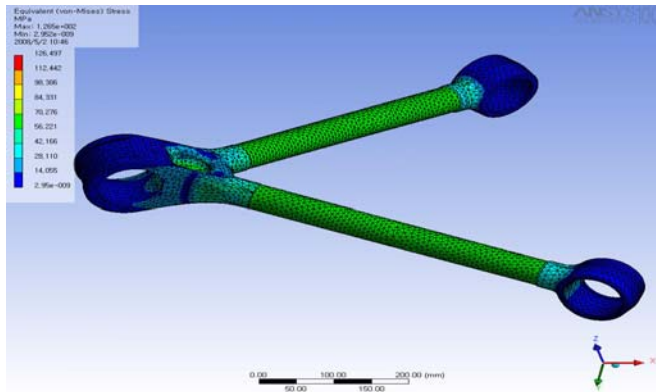


Fig. 4 Von-Mises Stress of V-Rod

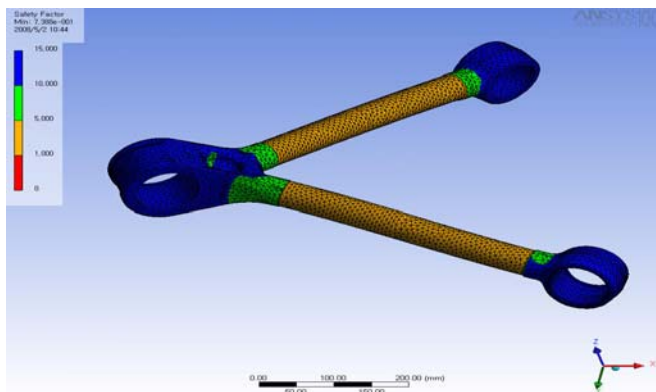


Fig.5 Safety factor of forced on V-Rod

Table.1 FEA result of v-type torque rod

	Stress	Safety Factor
Case 1	58 MPa	4.4
Case 2	87 MPa	3
Case 3	57 MPa	4.2

4. 결론

본 연구는 차량에서 축과 차체 사이에서 충격흡수와 감쇠역할을 하는 토크 로드를 I 형 2 개에서 V 형 1 개로 줄여 경량화한 V 형 토크 로드에서 작용하는 응력과 반복하중이 가해질 때 V 형 토크 로드에서 발생하는 응력에 대해 해석 하였다. V 형 토크 로드는 그 구조상 두 개의 토크 로드 가 같이 움직이므로 한쪽에서 작용하는 힘이 중간의 V 로드 엔드를 통해 다른 한쪽으로까지 전달된다. 또한 Fig. 3 이나 Fig.4 와 같이 V 형 로드 엔드 부위에서 양쪽 로드 엔드 부 로 힘이 분산된다. 따라서 가운데 위치한 V 형 로드 엔드의 움직임에 여유를 주어 작용하는 서로의 간섭으로 인한 응 력을 완화시킬 필요가 있다고 생각된다.

후기

본 연구는 산업자원부 지정 지역혁신센터사업(RIC) 신소 형제가공청정공정개발센터 지원으로 수행되었음.

참고문헌

1. 이순복, 김완두, “토크 로드 부품의 정하중 및 피로하중 하에서의 성능 평가 연구”, 대한기계학회 논문집, Vol.14, No.5, 1330~1336, 1990
2. 김철순, 이준형, 김정규, “커넥팅 로드의 피로강도에 대한 신뢰성 해석”, 대한기계학회 논문집 A, Vol. 25, No.10, 1651~1658, 2001
3. 조재용, 한문식, “자동차 속업소버의 피로 해석에 관한 연구”, 한국공작기계학회논문집, Vol. 17, No.1, 92~97,2008
4. ANSYS Inc, ANSYS User’s Manual, 1992
5. 태성에스엔이, ANSYS Workbench, 2007