

열응력해석을 통한 토크컨버터의 잔류응력 평가 Residual Stress Estimation of Torque Converter Using Thermal Stress Analysis

박태준¹, 조원래¹, *#이승재², 장재덕³

T. J. Park¹, Y. R. Jo¹, *#S. J. Lee(sjlee@ghi.re.kr)², J. D. Jang³

¹포항공대 기계시스템과, ²경북하이브리드부품연구원 전략기획팀, ³한국과워트레인(주)R&D센터

Key words : Torque Converter, Thermal Stress, Residual Stress

1. 서론

운전 편의성 등의 이유로 자동 변속기를 장착한 차량이 증가함에 따라 자동 변속과 관련된 다양한 연구가 진행중에 있다. 이 중 토크 컨버터는 엔진과 자동 변속기 사이에 위치해 있으며, 엔진의 토크를 오토미션 오일을 이용하여 유체적으로 증가시키는 장치로, 최근 활발히 연구가 진행중이다.¹⁻⁴

그러나 대부분의 연구가 토크 컨버터내의 단품에 대한 연구들이며, 토크 컨버터 제품 제작이 중요한 공정인 용접공정에 대한 연구가 미비하다. 이에 본 연구에서는 엔진과 토크컨버터사이의 연결부에 해당하는 러그부의 용접공정에 대한 해석을 수행하였다.

2. 용접 잔류응력

일반적인 아크용접에서 용접부 부근은 용접 아크에 의해 국부적으로 가열되며, 이로 인하여 불균일한 온도분포와 그에 따른 열응력이 발생하고, 용접 후에는 비선형 소성 변형 및 이로 인한 잔류응력이 존재하게 된다.

용접 잔류응력과 변형은 용접 구조물(제품)의 제작과정 중 여러 장애를 유발하며 그 구조물을 사용하는 도중에 파괴를 유발하거나 파괴에 직, 간접적으로 영향을 끼치게 된다. 또한 용접 잔류응력은 용접 구조물의 피로강도를 저하시키거나, 취성 균열 및 피로 균열의 진전을 촉진시키며, 용접 변형은 구조물의 외관을 해치고 국부적으로 스트레인 집중을 초래하여 취성 파괴의 원인으로 작용하여 구조물의 파괴 사고를 유발할 위험성을 내포하고 있다.^{5,6}

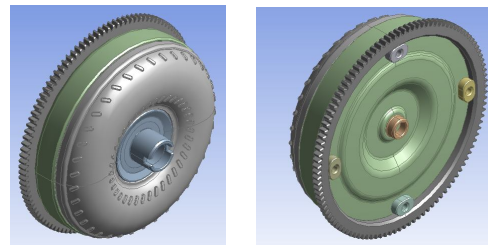
이러한 이유로 용접 잔류응력을 구조물 개발시 평가할 필요가 있으며, 이를 위해 ANSYS를 이용하

여 열응력해석을 수행하였다.

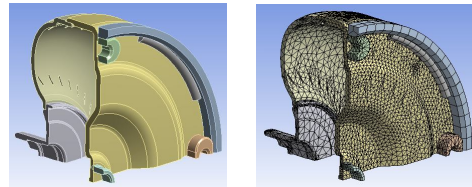
3. 열응력해석을 통한 잔류응력예측

1) 해석 조건

잔류응력평가를 위한 열응력 해석의 대상이 되는 개발 모델은 Fig. 1과 같다. 3D 모델을 이용하여 열응력 해석을 수행하였으며, 해석시 사용된 S/W는 ANSYS (Mechanical version 11.0)이다. 열응력 해석을 통해 구해진 응력값을 이용하여 잔류응력값을 예측하였다.



(a) Front View (b) Rear View
Fig. 1 3D Model of Torque Converter



(a) 3D Model (b) FEM Model
Fig. 1 FEM Model of Torque Converter

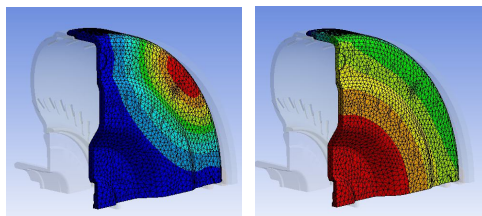
열응력해석을 위해 용접부를 추가하였으며, 전체 모델이 아닌 1/4모델을 이용하여 해석시간을

단축하였다. 해석에 사용된 3D 모델 및 FEM 모델은 그림 2에 나타내었다.

해석에서는 해석의 편의상 강제대류는 일어나지 않는다고 가정하고 전체적으로 자연대류만을 고려하여 해석하였으며 자연대류 열전달계수로는 $h=10W/m^2$ 을 사용하였다. 총 해석시간은 500초로 하여 자연대류에 의한 냉각이 일어나도록 하였다.

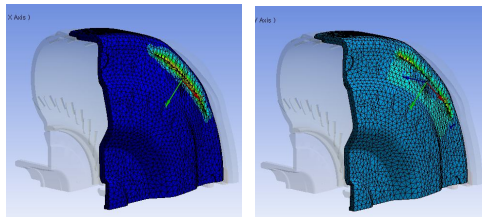
2) 해석 결과

그림 3은 용접 완료후 20초 및 5,000초후의 온도 분포를 나타낸 것이다.



(a) 20s (b) 5,000s
Fig. 3 Temperature Distribution

열해석 결과를 이용하여 열응력해석을 수행하였으며, 해석결과는 그림 4에 나타내었다.



(a) X-axis (b) Y-axis
Fig. 4 Residual Stress

Table 1 Residual Stress in some point

Point	Measure (MPa)	
	X-axis	Y-axis
1mm	336.5	33.3
10mm	-0.5	-28.3

용접부에서 거리 1mm 및 10mm 거리에서의 X축 및 Y축방향의 잔류응력을 나타내면 Table 1과 같이 된다.

해석결과 용접부 부근에서는 인장응력을 보여주고 있으며 용접선에서 멀어질수록 압축응력이 작용하는 것을 알 수가 있었다.

4. 결론

본 연구를 통해 토크컨버터의 잔류응력을 평가하였다.

이를 위해 유한요소법을 이용하여 러그부의 용접시 발생하는 열응력을 해석하였으며, 이를 통해 러그부의 잔류응력을 예측할 수 있었다.

이는 기존의 실제 용접공정을 통한 결과 분석에 비해 개발 기간 단축 및 개발비 절감을 이룰 수 있을 것으로 판단된다. 또한 다양한 용접 조건 적용을 통한 최적 용접공정 선정이 가능할 것이다.

추후 실제 실험결과와의 비교를 통한 해석 결과의 검증이 필요하다

후기

이 논문은 2008년도 지역산업기술개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임.

참고문헌

1. 박병건, 황길언, 김재정, 장재덕, “최적화를 통한 토크 컨버터 댐퍼 스프링 설계 자동화에 관한 연구”, 한국 CAD/CAM 학회 논문집, v.12, no.3, pp.163-170, 2007.
2. 이인태, 송재훈, 장재덕, 주인식, “SUV용 토크 컨버터의 언발라스량과 소음과의 상관관계 분석”, 한국정밀공학회 2007년도 추계학술대회 논문집, pp. 807-808, 2007.
3. 박은철, 이인태, 장재덕, 주인식, “토크컨버터의 소음저감에 관한 연구”, 한국소음진동공학회 2007년도 추계학술대회 논문집, pp.304-304, 2007. SAE, APAC-14, 2007,
4. Taejun Park, Jaehoon Song, Jaeduk Jang, Insik Joo, "Dynamic Analysis of Damper System in Torque Converter",
5. 김정호, 조성욱, 유중돈, 박상규. “유한요소법에 의한 용접잔류응력 해석”, 한국CAD/CAM학회, 1998 학술발표회 논문집, pp.159-164, 1998
6. 김재웅, “용접부의 열유동 해석”, 대한용접접합학회, 2001 용접공학 하계대학교재, pp.1-37. 2001.