

구속균열 시험편의 용접시 응력 해석

Stress analysis of the restraint test specimen

최 광*, 임 성우**

* 포항산업과학연구원 강구조 연구소

** 포항산업과학연구원 강구조 연구소

ABSTRACT In this report, stress analysis of restraint specimen was done by numerical method(finite element method). Calculations were done by elastic-plastic analysis and thermo-elastic-plastic analysis. The results showed similarities for both cases, and by thermo-elastic-plastic analysis transient characteristics of welding could be found.

1. 서 론

후판 용접시에 저온균열을 방지하기 위하여 적정 예열 온도를 선정하여야 하며, 이를 결정하기 위한 방법으로 구속균열 시험을 이용한다. 본 연구에서는 구속균열 시험시 일어나는 응력에 대하여 검토하였다. 해석은 유한 요소법을 이용하였으며, 탄소성 및 열탄소성 해석을 이용하여 수행하였다.

2. 실 험

시험에 사용된 소재는 두께 45,60,80 mm의 SM570TMC 강을 사용하였으며, 구속균열 시험편을 제작하였다.

2.1 소재 실험

소재의 화학적 성분 및 기계적 성질은 다음과 같다.

C :0.06 Mn:1.6 Si:0.253 Ni:0.372 Cr:0.026

Mo:0.19 V:<0.001, B:0.002 S:0.035 P:0.035

Ceq=0.33 Pcm=0.24

YP=509.8 MPa ,TS= 627.9 MPa,EL=28.5 % 였다.

2.2 용접 실험

용접은 서브 머지드 아아크 용접으로 하였으며 용접봉은 인장강도 600 MPa 급의 직경 4mm 로 하였다. 시험 후 시험편은 48 시간후 절단을 하여 단면을 검사하였다.

3. 해 석

구속균열 시험편 용접 시 일어나는 응력에 대한 해석을 본 연구에서는 2차원 형상을 대상으로 하여 유한 요소법을 이용하여 계산을 수행하였다. 시험에서 얻어진 형상을 기본으로 하여 모델을 만들었으며, 해석은 범용 비선형 프로그램인 Msc/Marc를 사용 하였다. 사용한 절점은 6143개 이고 요소수는 5944개로 하였다. 그림 1 에 해석 모델을 나타낸다. 계산은 실험에서 얻은 값을 데이터로 사용하였다.

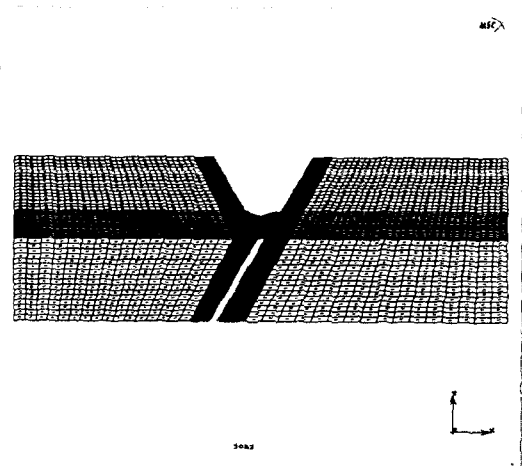


그림 1

3.1 절 탄소성 해석

해석은 한단은 고정하고 다른 단에서 변위를 가하는 것으로 하여 수행하였으며, 변위가 일정

량으로 증가하는 것으로 하여 계산을 수행하였다. 탄소성해석 수행 결과 최대응력은 용착금속 부에서 일어나는 것으로 나타났다.

3.2 절 열 탄소성 해석

열 탄소성 해석은 기존 고온인장실험결과를 이용하였으며, 다른 물성 값들은 온도의존성을 고려하여 계산을 수행하였다. 계산은 양단을 고정하고 용착금속이 고온의 열로 작용하는 것으로 하여 계산을 수행 하였다. 그리고 모델은 탄소성 해석한 모델과 동일한 것으로 하여 계산을 수행 하였다.

계산결과 용접이 시작되는 경우는 물성치의 값들이 저하하여 낮은 응력이 나타났으나, 냉각이 되면서 응력이 커지고 있음을 알 수 있었으며, 냉각된 후에 발생하는 응력은 탄소성해석의 경우와 유사함을 알 수 있었다.

그림 2에 용접후 냉각과정에 있어서의 von-Mises 등가응력의 한 예를 나타낸다.

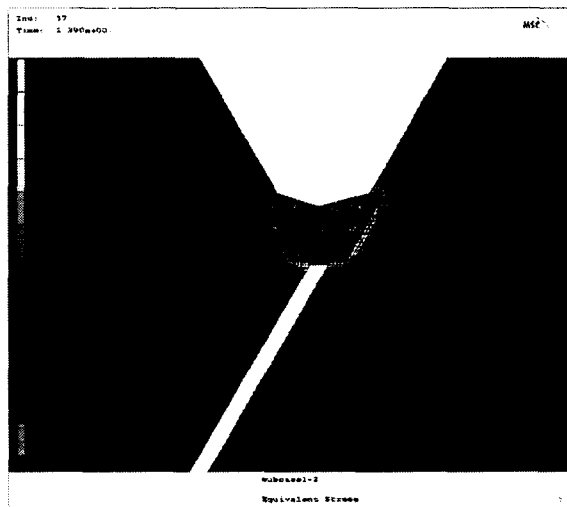


그림 2

4. 결 론

이상의 해석결과 다음과 같은 사항을 알 수 있었다.

- 1) 탄소성 해석결과 용착금속 주변에 응력이 집중되는 과정을 확인할 수 있었다.
- 2) 열탄소성 해석결과 온도상승 및 냉각과정을 무시하면 결과는 탄소성 해석과 근사한 것으로 나타났다.
- 3) 열탄소성 해석을 하면 용접이 시작되어서부

터 냉각에 이르는 과도상태에 있어서의 온도 및 응력의 이력을 보다 상세하게 검토할 수 있었다. 또한 보다 실제적인 해석을 위하여 3차원 해석의 수행이 필요하다고 사료된다.

참고문헌

1. 村川 英一:工作精度管理를 위한 熔接變形 시뮬레이션(Japanese), 熔接技術2003.3, 75-80
2. 佐藤 邦彦, 上田 幸雄, 藤本 二男:熔接 變形, 殘留 應力(Japanese), 産報 出版, 1981
3. K.Masubuchi:Analysis of welded structure, Pergamon press, 1980
4. S.P.Timoshenko:Strength of Materials(I, II), Van Nostrand, 1955
5. Lars-Erik Lindgren: Finite element modeling and simulation of welding part 1,2,3, Journal of thermal stresses, 2001, 24:141-192, 195-231, 305-334