

구속력을 고려한 균열 감수성 평가 방법의 제안

(Proposal on a welding cracking susceptibility evaluation method)

신상범*, 윤중근, 권오종
현대중공업(주), 산업기술연구소

1. 서론

용접부 저온 균열을 방지하기 위한 대책으로는 탄소당량이 낮은 모재를 사용하거나, 저 수소계 용접봉을 사용하는 것이 가장 일반적인 방법이다. 그러나 대형 노즐이나 tower의 circular 용접부, 압력 용기의 girth 및 longitudinal 용접부 혹은 대형 H-beam에서 fillet 용접부등과 같이 자체 구속력이 높은 용접부에서는 모재의 조성 및 확산성 수소량을 고려한 용접 조건하에서도 용접부 균열이 빈번하게 관찰되고 있다. 이는 구조물에서 용접부에 작용하는 구속응력에 대한 평가가 정량적으로 이루어지지 못했기 때문이다.

본 연구에서는 용접부에서 발생할 수 있는 다양한 크기의 구속응력을 재현할 수 있으며, 시편 제작의 간편성 및 각종 균열원에 대한 영향을 동시에 고려하여 모재나 용접재의 균열 감수성을 정량적으로 평가할 수 있는 용접부 균열 감수성 평가 시험법을 정립하고자 한다.

2. 균열 감수성 평가 시험 방법의 선정

기존 보고된 여러가지의 시험방법들에 대한 용접부의 구속조건을 평가하기 위해 본 연구에서 고려된 균열 감수성 평가 시험방법들의 형상과 dimension은 Fig.1과 같다. 그리고, 각 시험편의 용접부에 작용하는 구속도는 범용 구조 해석 프로그램은 ANSYS 5.0을 이용하여 유한요소해석으로 평가하였다. 유한요소해석 결과 시험편의 형상에 따른 구속도는 Fig.1의 (a) MHT, (b)ST 그리고,(c)CT 공히 약 $120\text{kg}/\text{mm}^2/\text{mm}$ 이상으로 평가되었으며, 그외 다른 구속 균열 시험편에 비해 매우 큰 구속도를 가지고 있었다. 본 연구에서는 1차적으로 이 3가지 type에 대해서 동일한 모재와 용접재에 대한 균열 감수성을 평가하고자 하였다. 이때, 사용된 모재는 선급용 EH36이며, 용접봉은 저 수소계($5\text{ml}/100\text{g}$ 이하)인 S7016LF ($H_p=3.05\text{ml}/100\text{g}$) 이었다.

용접부 균열 감수성 평가결과 얻어진 용접부의 균열 발생율을 Fig.2에 도시하였다. MHT, CT 그리고, ST의 균열 발생율은 강재에 관계없이 표면과 단면에서 거의 전 용접부를 따라서 관찰되었으나, MHT가 ST나 CT에 비해서 다소 높은 균열 발생율을

보여주고 있다. 구속력이 큰 MHT와 CT시편을 비교하여 보면, MHT Type의 경우에는 Fig.3에서와 같이 구속용접장의 길이만 변경시킴으로써, 용접부에 작용되는 구속응력 및 구속도를 자유롭게 조절할 수 있다. 반면 CT시편의 경우에는 circular부분의 크기를 변경시킴으로써, 구속응력을 변경시킬수는 있으나, 이는 MHT시편과 비교시 가공상 어려움을 수반하게 된다.

따라서, 본 연구에서는 구속력이 매우 큰 구조물의 용접부에 작용하는 최대 구속응력에 대한 재현성 및 구속용접 길이의 변화에 따른 구속도 및 구속응력 변화의 용이성, 균열원에 대한 민감성 그리고, 인위적인 인자(예를들면, 시편의 가공성이나 작업자의 능력등)를 최소화라는 측면에서 MHT이 초기에 선정된 3가지 type중 가장 우수한 용접 균열 감수성 평가 시험법이라고 판단된다.

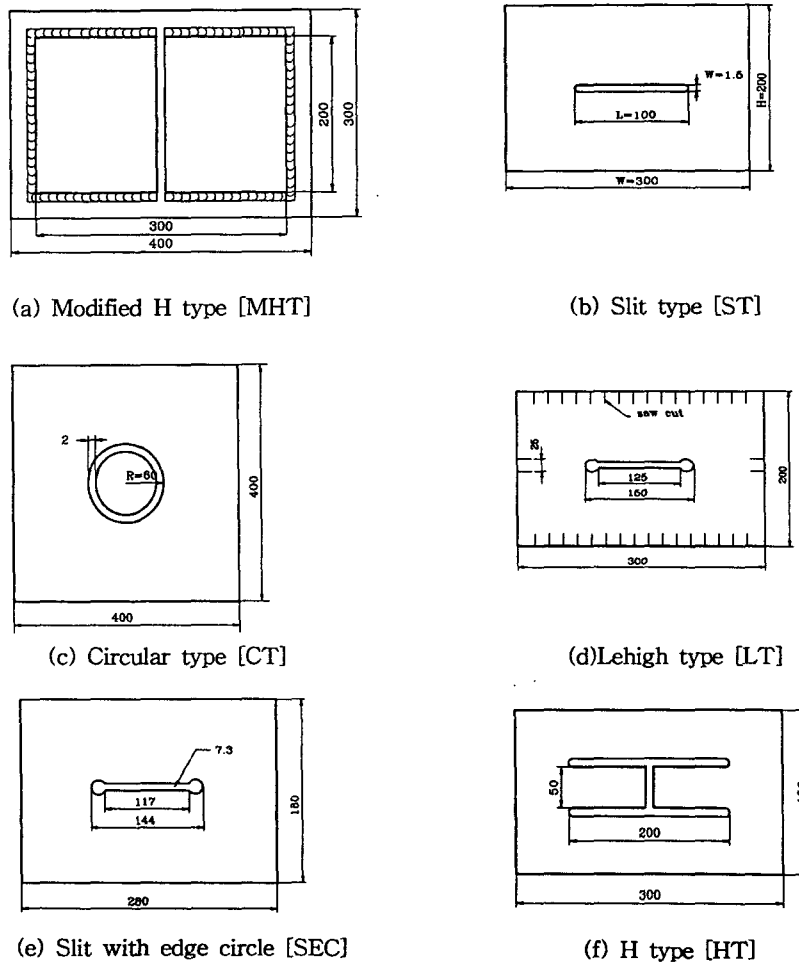


Fig.1 Various specimens published for restraint cracking test

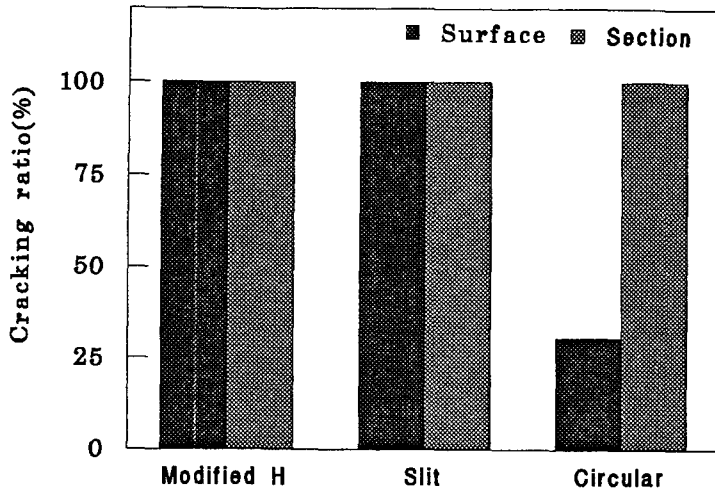


Fig.2 Cracking ratio at EH36 steel weldment (S7016LF)

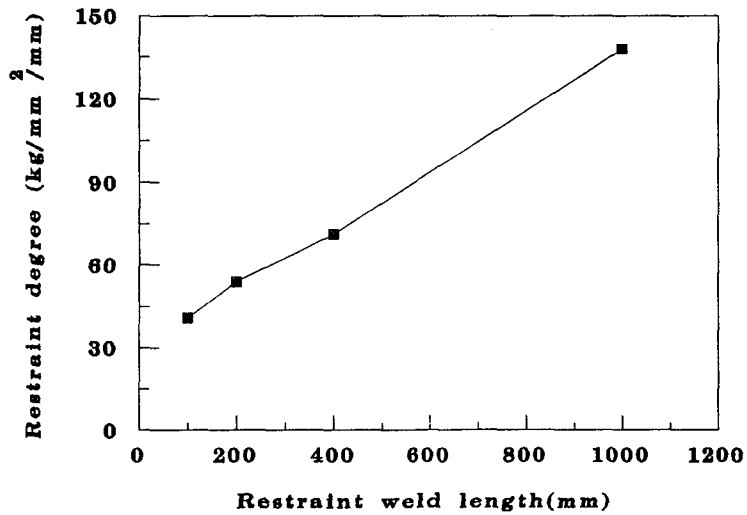


Fig.3 Relationships between restraint and restraint weld length

4. 결론

1. 용접부의 균열 감수성 평가시, 최대 구속응력 및 다양한 구속응력의 재현성과 시편의 가공성 및 인위적인 인자들의 배제성등을 종합 검토할 때, 가장 효율적이며, 신뢰성 있는 시험방법은 Modified H type 시편을 이용한 시험 방법이다.
2. 용접부의 저온 균열의 발생을 억제하기 위해서는 모재의 조성이나 확산성 수소량에 대한 제어 뿐아니라 Modified H type의 균열 감수성 평가를 통해 구속응력을 고려하여야 한다.