

철강재료 레이저 용접부의 고온균열 발생거동

Solidification Cracking Behavior of Laser Welded Structural Steel

김기철

RIST 집합가공 연구팀

1. 서언

테일러드 블랭크등 자동차 공업의 발전과 더불어 레이저 용접 기술은 과거 어느 때 보다도 큰 관심을 불러 일으키고 있다. 레이저 용접 기술은 용접부 품질, 공정의 제어와 자동화 용이성 때문에 종래의 박판 용접 중심에서 점차 후판재에 이르기 까지 그 영역이 넓어지고 있으며, 특히 조선 공업등 중후판 제조 공업에서도 도입의 가능성을 적극적으로 검토하고 있는 것으로 알려지고 있다. 이러한 이유에서 구미의 일부 국가에서는 레이저 용접이라는 특별한 환경에 맞는 철강 제품의 공인 규격 제정도 거론되고 있는 실정이다. 그러나, 고장력강을 이용하여 구조 부재를 만들 경우 용접 과정 또는 용접 후의 균열 발생 특성은 구조물의 강도를 포함하여 안전성에 큰 영향을 미치는 요소이므로 매우 중요하게 다루어지고 있다. 본 연구는 구조용 열연 강재의 레이저 용접시 응고 과정에서 발생하는 고온 균열이 소재의 조성, 용접 조건 등과 어떤 상관성을 가지고 있는가에 초점을 맞추어 조사한 것이다.

2. 실험 결과 및 고찰

구조용 고장력강에서는 소정의 기계적 강도를 확보하기 위하여 C, Ni 등 합금 원소를 첨가하여야 하는데, 이러한 원소들은 철강 조직내의 불순물 원소인 P 및 S의 용해도를 낮춘다. 용접시 이 원소들은 Fe-Mn-S(P)합금계의 저 용점 개재물을 형성하여 용접부 응고의 마지막 단계에서 용융 막을 만들기 때문에 응고 수축에 대한 저항력을 저하와 함께 용접균열을 형성하게 된다. 한편, 박판 강재의 레이저 용접부는 소입열 고속 용접의 영향으로 용융금속의 절대량이 적고, 응고 과정에서의 온도 기울기가 매우 급격하여 응고 조직의 성장 속도가 빠르다. 뿐만 아니라, 용융지에서의 격심한 교반효과도 증첩되므로 용접부의 조직이 매우 미세하고 복잡하다. 그 결과, 동일한 양의 저용점 개재물이 용융상태로 존재하는 조건이라고 하더라도 응고과정에서 이러한 물질들의 분산 효과가 높아 통상의 아크 용접부와는 다르게 용접 속도가 빠를수록 고온 균열에 대한 저항력이 높게 나타난다. Figure 1은 실험 결과의 한 예로써 용접 속도가 용접부의 고온 균열발생에 미치는 영향을 제시하고 있다. 이 실험에 사용된 재료는 탄소량이 다소 많았고(0.34%), Cr, Mo, Ni등의 원소도 함유된 것으로 소입성 지표인 탄소 당량이 높으므로(0.69%) 용접 후의 응력 집중도도 크다⁽¹⁾. 그림에 의하면 용접 속도의 증가에 따라 균열 발생에 소요되는 응력이 높아지고 있다. 즉, 레이저 출력을 고정한 조건에서 빠른 용접 속도로 용접을 실시할 경우, 용접부의 고온 균열 발생의 확률이 낮아진다는 것을 의미한다. 이것은 레이저 용접법을 박판 강재에 적용할 때, 용접부의 고온 균열 발생 거동이 아크 용접법에서와 전혀 다른 양상을 보인 것이며, 그 이유는 레이저 용접시 용접부의 형성 메카니즘과 깊은 관계가 있는 것으로 판단 되었다.

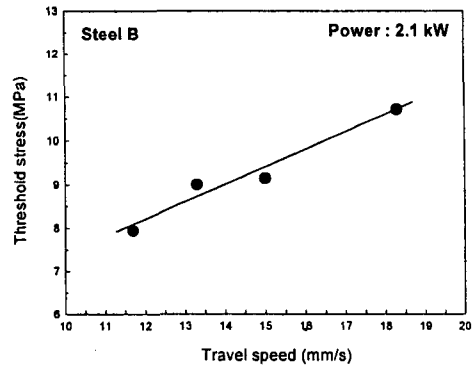


Figure 1 Effect of welding speed on the cracking characteristics.

[참고문헌]

- (1) M. Kutsuna: Metallurgical aspect in laser welding of steels and aluminum alloys, ICALEO-96 (1996), 122-131