

이종재료인 분말 소결 금속과 탄소강의 레이저 용접성에 대한 고찰

The study of weldability between various sintered materials and carbon steel in CO₂ laser welding

박중원, 이창희

한양대학교 금속공학과 표면개질 및 접합 연구실

1. 서론

비금속 건축용 자재를 절단하는데 사용되고 있는 diamond saw blade의 제조방법은 일반적으로 brazing이 널리 사용되고 있으나 brazing 방법으로 제조된 diamond saw blade는 용접시 상당히 큰 열 영향부로 인한 shank의 많은 변형과 shank와 tip의 낮은 결합성으로 인해 실 사용시 많은 위험을 안고 있다. 따라서 현재는 이 brazing 제조방법을 대체하여 재료의 열 변형을 최소로 줄일 수 있고 용접부의 오염을 감소시킬수 있으며 고속 용접과 용접자동화가 가능한 레이저 용접이 대두되고 있는 상황이다. 그러나 현재 국내에서는 diamond saw blade의 제조에 대한 레이저 용접의 연구가 전무한 실정이므로 본 연구는 레이저 용접을 이용 diamond saw blade를 제조시 접합부에서의 기계적인 특성과 야금학적인 고찰을 통하여 서로 다른 이종재료간의 용접성을 체계적이고 구체적으로 분석, 이해하고자 한다.

2. 본론

2.1 실험 방법

본 실험에 사용된 장비는 continuous CO₂ laser 로써 최대 출력이 2kw, TEM₀₁ mode, 그리고 beam의 focus spot size 0.46mm를 나타내었다. 실험에 사용된 시편으로는 steel 은 SCM435를 사용하였으며 분말소결체 (tip)로는 100%Co 와 50%Co+50%Ni을 사용하였다. 실험은 재료나 변수의 결정 그리고 예비실험과 같은 준비단계를 거친후 용접을 실시하였으며 용접부의 특성을 분석하기 위해 bending test나 microhardness test 같은 기계적인 분석과 광학현미경, SEM, EDS, XRD, Image Analyzer 등의 장비를 사용하여 야금학적인 고찰을 하였다.

2.2 실험 결과

용접을 실시 후 용접성 평가의 기준이 되는 bending test를 실시, 성분의 변화에 따른 bending 값을 얻었다. 100%Co tip과 50%Co+50%Ni tip을 사용했을 때 나타난 bending 값은 Ni을 섞을때가 훨씬 높았는데 (Fig. 1) 기계적인 분석을 하기 위해 입열량, 용접부의 depth, D/W ratio, 그리고 기공분율과 bending 값을 연관지어 분석하여 보았다. 성분의 변화에 따른 bending 값의 차이를 야금학적인 분석을 통해 알아보하고자 각 부분에서의 (steel, HAZ, weldmetal, tip) 조직을 SEM, EDS, XRD를 통해 분석한 용접부에는 많은 양의 기공이 존재하였고 각 부분에서의 미세조직 (Fig 2~Fig 6)을 살펴보면 steel 부분은 tempered martensite, HAZ는 martensite, weld metal 의 경우 100% Co tip은 plate martensite, 50%Co+50%Ni tip은 twinned plate martensite 조직을 나타내었다. 또 SEM을 통해 파단면 (용접부에서)을 관찰한 결과 100%Co tip을 사용한 경우는 cleavage fracture를 50%Co+50%Ni tip을 사용한 경우는 dimple fracture를 나타내었다.

3. 결 론

이상의 실험으로 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 용접성에 많은 영향을 미치는 인자는 기공이었으며 건전한 용접성은 두 용접부가 중첩이 될 때 나타났다.
2. 용접성의 기준이 되는 충분한 접합강도를 얻기 위해서는 입열량이 0.3~0.35kJ/m 이상, 용융부에서의 depth 가 900 μ m 이상, D/W ratio 가 0.9 이상, 그리고 용융부에서의 기공분율이 10~20% 이하일 때 보였다.
3. 각 부분에서의 조직은 steel과 HAZ 에서는 각각 tempered martensite, martensite를 보였으며 용융부에서는 100%Co tip의 경우는 plate martensite, 50%Co+50%Ni tip 에서는 twinned plate martensite의 조직을 나타내었다.
4. 파단형태를 보면 100%Co tip의 경우는 brittle fracture를 50%Co+50%Ni tip의 경우는 ductile fracture를 나타내었다.

4. 참고 문헌

1. Christopher Dawes, CEng : Laser Welding, 1992. pp. 104~109
2. Sindo Kou : Welding Metallurgy. 1987. pp. 91~103
3. D.A.Porter and K.E.Eastering : Phase Transformations in Metals and Alloys. 1993. pp.410~415

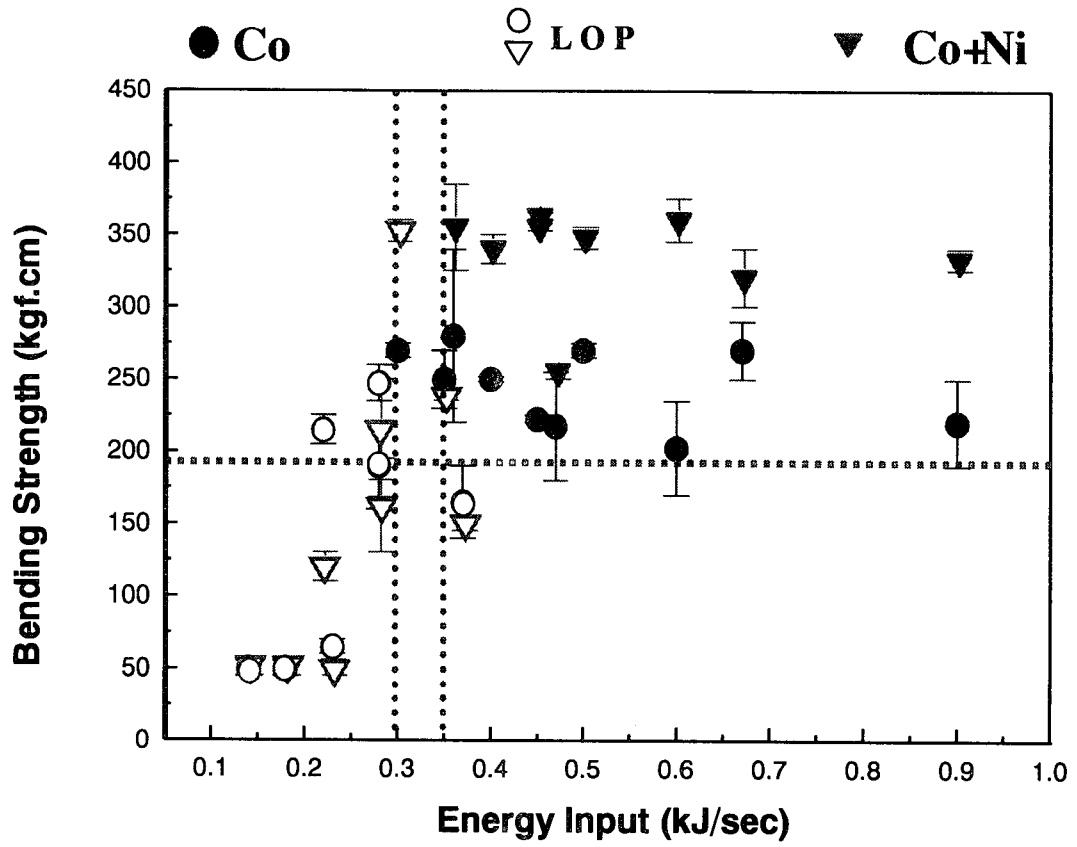


Fig. 1 The bending difference between 100%Co tip and 50%Co+50%Ni tip

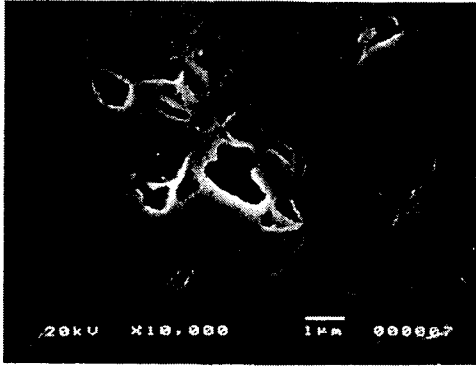


Fig 2. Microstructure of Tip

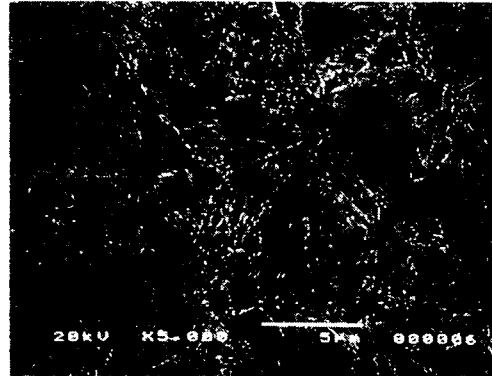


Fig 3. Microstructure of Shank

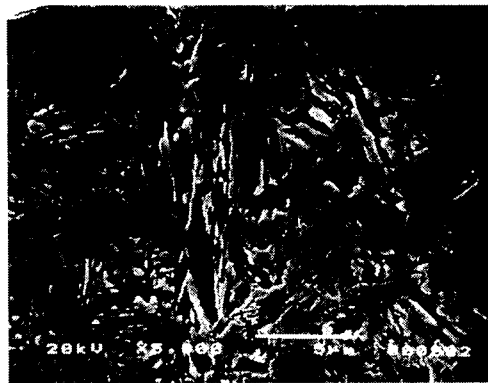


Fig 4. Microstructure of HAZ

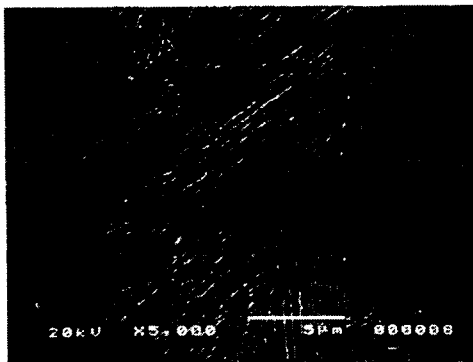


Fig 5. Microstructure of Weld metal (100%Co)

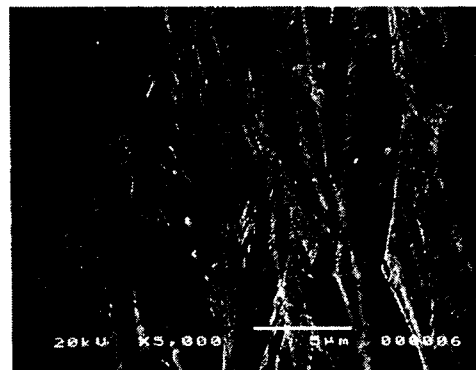


Fig 6. Microstructure of Weld metal (50%Co+50%Ni)