

열연 800MPa급 TRIP강의 Non-shield Nd:YAG 레이저 용접부의 특성

Characteristics on non-shielding Nd-YAG laser welded 800MPa TRIP steel

부산대학교 재료공학과 김성훈, 김옥배, 한태교, 이봉근, 강정운
성우하이텍 기술연구소 연구원 정병훈

I. 서론

인장강도 800MPa 이상을 가지는 TRIP형 고장력 강판은 자동차용 소재로 주목을 받고 있다 또한 레이저 용접은 열 변형이 적고 비드 외관이 미려할 뿐만 아니라 연속 및 고속 용접이 가능하여 생산성 및 정밀성, 안정성이 높아 자동차 조립 및 부품 제조 공정에 적용되고 있다 따라서 자동차를 비롯한 조립급속분야에 이러한 강판을 적용하기 위해서 레이저 용접성과 용접부의 경화특성, 인장성질 등에 대한 연구가 필요하므로, 본 실험에서는 800MPa급 열연 TRIP강판의 용접특성을 고찰하고자 한다

II. 실험방법

본 실험에 사용한 재료는 인장강도 800MPa급 TRIP 강판으로서 화학조성을 Table 1에 나타낸다 사용한 레이저 장치는 최대 출력 4kW CW-Nd YAG Laser system(독일 TRUMPF사의 HL4006D)으로 레이저빔의 직경은 0.6mm의 multi mode를 사용하였으며, 용접 조건은 보호가스를 사용하지 않은 상태에서 출력을 35kW, 초점거리를 0mm로 고정시키고, 용접속도를 1.8m/min ~ 3.6m/min로 변화시켜 검토하였다 모재와 용접부의 조직관찰은 2%Nital로 부식후 OM 및 SEM으로 관찰하였으며, 비드단면의 경도는 마이크로비커스경도기를 사용하여 측정하였다 용접부의 인장성질은 용접선에 수직 방향과 수평 방향으로 5m/min의 속도로 평가하였다

III. 결과 및 고찰

용접 속도에 따른 비드 형상의 변화를 Fig 1에 나타내었다 저속의 용접속도 구간에서는 비드폭이 넓어졌으며, 불완전 용입이 일어나는 고속의 용접속도의 경우 상부비드폭이 넓고 하부폭이 좁은 역삼각형 형상을 나타내었다

Fig 2는 완전용입이 일어나는 속도구간에서 최저 속도인 1.8m/min와 최고 속도인 3.3m/min에 대하여 용접부의 경도 분포를 나타 낸 것이다. 용접금속 전체가 거의 균일한 최고 경도치를 나타내고, 용접부에 인접한 열 영향부의 경도치도 이와 유사한 최대 경도값을 나타내었으며, 열 영향부를 지나 모재 쪽으로 진행할수록 그 경도치가 감소하였다

타 용접속도 구간에서도 경도 분포를 조사한 결과 동일한 경향을 나타내었다 따라서, 타 용접속도에 대한 경도분포를 생략하고 용접속도에 따른 최대 경도만을 조사하여 Fig 3에 나타내었다 용접속도변화에 무관하게 최고 경도치는 수냉한 원모재의 경도값에 거의 인접한 것으로 나타났다

용접부의 경도는 조직과 상관관계를 가지므로, 경도값의 변화를 미세조직학적으로 해석해 보았다 Fig 4는 상기와 같은 경도분포를 나타내는 이유를 알아보기 위하여, 용융부, 용융부에 인접한 열영향부, 열영향부, 열영향부 중심, 모재에 대한 용접속도 1.8m/min에서의 SEM조직이다 용융부는 마르텐사이트 조직이고, 용융부에 인접한 열영향부에서는 용융부에 비해 상대적으로 작은 크기의 마르텐사이트와 그 패킷 주위에 다각형의 페라이트가 소량 관찰된다 모재에 인접한 열영향부에서는 베이나이트 조직과 다량의 페라이트가 관찰 된다 이상의 결과로부터 용융부에서 최대경도가 얻어지는 것은 마르텐사이트로 구성되어 있기 때문이며, 모재 쪽으로 갈수록 경도가 감소하는 것은 마르텐사이트의 감소와 더불어 페

라이트량의 증가에 인한 것임을 알 수 있다

용접부의 인장성질은 기공발생이 없는 용접속도와 최고 경도치, 경화부 폭의 변화를 고려하여 용접 속도 조건을 선정하였으며 용접선에 수평 한 방향과 수직 한 방향으로 인장시험을 실시하였다 Fig 5는 용접선에 수직 한 방향으로 인장시험 한 결과를 나타낸 것이다 파단은 모재에서 일어났다 항복강도, 인장강도, 연신율은 모재의 것과 거의 같은 값을 나타내고 있다 이것은 용접조건에 관계없이 모든 시편 이 모재에서 파단이 발생했기 때문에 모재의 인장 성질과 유사한 값을 나타내는 것으로 생각된다

Fig 6은 용접선에 수평 한 방향으로 인장시험 한 결과이다 용접선 중심으로 균열이 발생 전과되어 파단이 일어났으며, 용접부와 모재의 가장자리 부분의 연신된 정도가 달랐으므로 연신율은 용접부와 모 재의 연신율을 별도로 측정하였다 용접속도 변화에 따른 인장강도, 항복강도는 모재보다 높게 나타났 으며 연신율은 모재보다 낮게 나타났다 이것은 비드 폭이 증가할수록 강도는 증가하지만 연신율은 감소하고 있음을 볼 수있다

IV. 결론

800MPa급 TRIP강에서 Non-shielding Nd YAG 레이저를 이용한 평판용접의 미세조직과 기계적 성질에 미치는 용접속도의 영향에 관해 연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다

- 1 용접금속과 용접금속에 인접한 HAZ부에서 최고경도치를 나타냈으며, 모재쪽으로 갈수록 그 경도치가 떨어졌다 비드형상은 하부비드폭이 상부비드폭에 비해 넓게 나타나고, 용접속도가 빨라질수록 하부 비드폭과 상부비드폭이 유사하게 나타났다
- 2 경도분포는 용접금속과 용접금속에 근접한 HAZ에서 최고 경도치를 나타냈으며, 모든 조건에서 최고 경도치는 수냉한 원모재 경도치보다 낮게 나타났다
- 3 용접선과 수직 한 방향으로 인장시험 한 결과, 파단은 모두 모재에서 일어났으며, 인장강도, 항복강도 는 모재에 비해 다소 높게 나타났으나, 연신율은 모재에 비해 낮게 나타났다
- 4 용접선과 수평 한 방향으로 인장시험 한 결과, 파단은 용접부에서 일어났며, 용접부와 모재의 연신율 차이가 발생하였다 모든 조건에서 인장강도, 항복강도는 모재에 비해 다소 높게 나타났으나, 연신율 은 용접부와 모재에 차이가 발생되었다

감사의 글

본 연구에 도움을 주신 (주)포스코 기술연구소 자동차소재연구 그룹에 감사드립니다

Table 1 Chemical composition of TRIP steel (wt%)

	C	Mn	Si	Ni	S	P	Fe	Thickness
80TRIP	0.12	1.15	1.29	0.5	0.002	0.015	Bal.	2.5mm

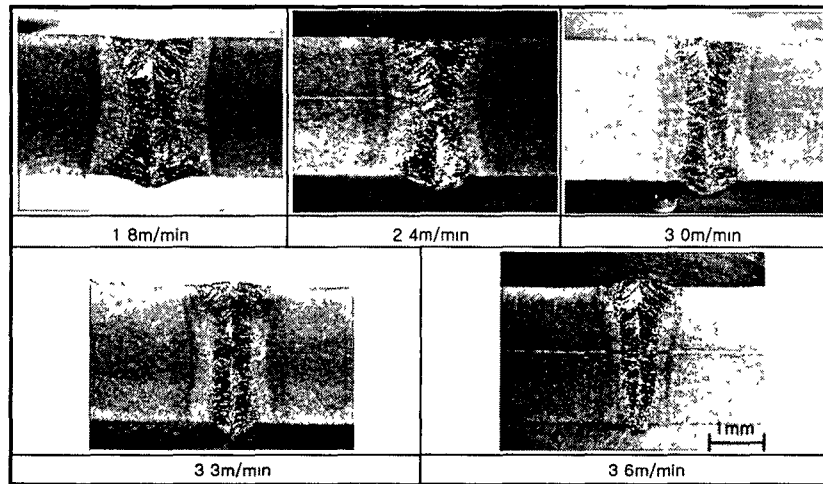


Fig 1 Change of cross-section with welding speed

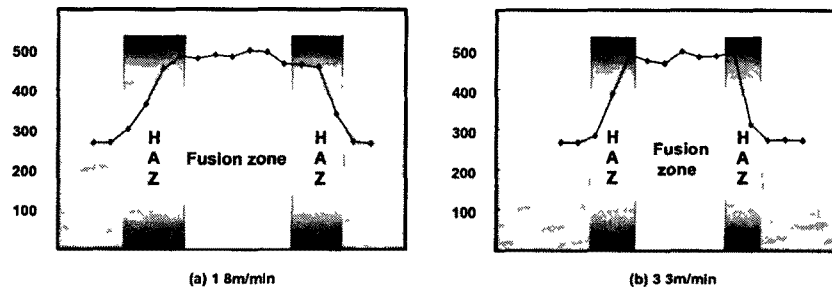


Fig 2 Distribution of hardness near fusion zone

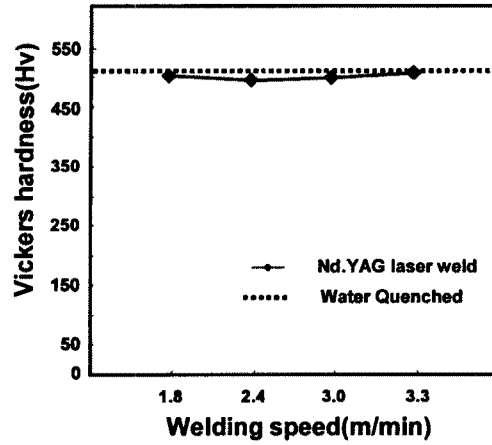


Fig 3 Change of maximum hardness with welding speed

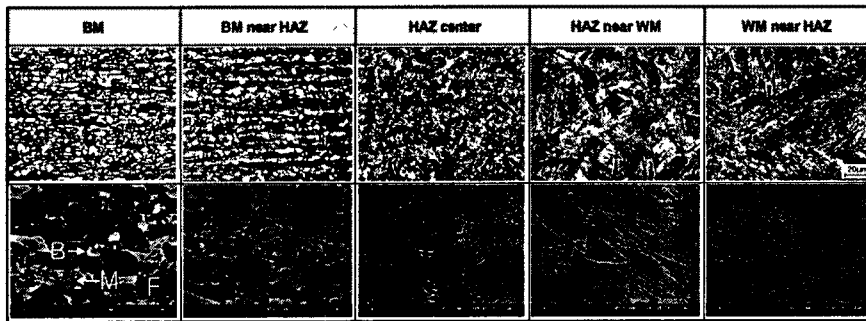


Fig 4 SEM microstructures of Nd YAG laser welded 800MPa TRIP

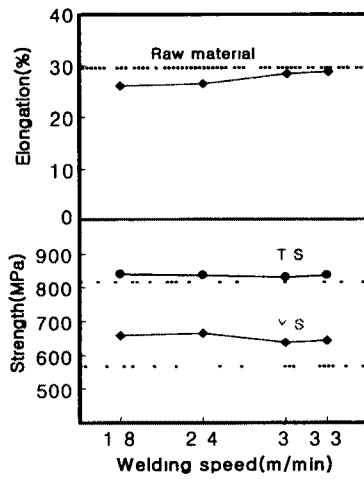


Fig 5 Tensile properties with welding speed (perpendicular direction to weld line)

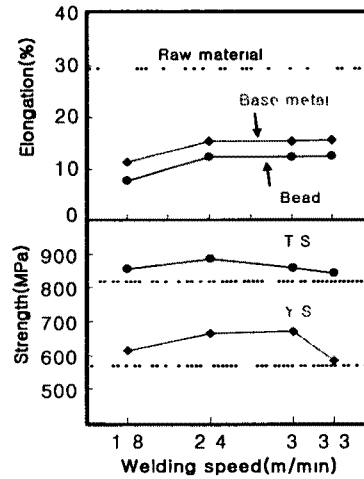


Fig 6 Tensile properties with welding speed (parallel direction to weld line)