

맞춤용접 보론강판의 고온인장 특성평가

Mechanical Properties of Tailor Welded Boron Steel Sheet at High Temperatures

*#김대용¹, 김지훈¹, 유동환², 정관수², 김용³, 이문용⁴

*#D. Kim(daeyong@kims.re.kr)¹, J. H. Kim¹, D. H. Yoo², K. Chung², Y. Kim³, M. Y. Lee⁴

¹한국기계연구원 부설 재료연구소 변형제어연구그룹, ²서울대학교 재료공학부,

³고등기술연구원 로봇생산기술센터, ⁴성우하이텍 기술연구소

Key words : Tailor Welded Blank, Laser Welding, Boron Steel Sheet, Hot Stamping, Mechanical Properties

1. 서론

최근 자동차 관련 법규는 안전성 강화를 위해 고속에서의 높은 충돌 성능을 요구하고 있다. 또한 환경에 대한 인식이 높아지면서 배기가스 규제에 따른 연비 기준이 강화되어 이에 따른 차체 경량화에 대한 필요성이 높아지고 있다. 충돌성능향상과 차체경량화라는 상충되는 요구 조건을 동시에 만족하기 위한 노력의 일환으로 고온에서 가열된 보론 첨가 소재(보론강판)를 프레스에서 성형 후 냉각하는 열간 성형(핫스탬핑(hot stamping), 핫포밍(hot forming), 프레스 하드닝(press hardening))기술이 1990년대 말부터 개발되었고, 핫스탬핑 기술을 이용한 1400MPa급 차체부품이 다양하게 적용되고 있다.^{1,2} 최근 보론강판의 핫스탬핑 기술은 부품의 부위별 요구 성능을 달리하여 부품의 성능을 최적화하는 기술로 확대되고 있다. 즉, 종전에 냉간 성형 기술에서 적용되고 있는 맞춤용접판재(tailor welded blank, TWB) 기술, 일체화 성형(patch forming) 기술 또는 맞춤압연판재(tailor rolled blank, TRB) 기술을 핫스탬핑 기술과 접목하는 연구나, 핫스탬핑 공정 시 위치별로 냉각조건을 달리하여 물성을 달리하는 부분냉각(partial quenching) 기술에 대한 연구가 진행되고 있다. 그 중에서 TWB 보론강판 핫스탬핑 기술은 보론강판과 종류나 두께가 다른 소재를 용접(주로 레이저 용접)하여 블랭크를 제작하고 이를 핫스탬핑 공법으로 부품을 성형하는 기술로 부품의 충돌 향상 및 경량화를 극대화시킬 수는 장점이 있다. 이러한 TWB 보론강판 핫스탬핑 기술을 확보하기 위해서는 TWB 보론강판의 고온 변형의 특성을 이해하는 것이 매우 중요하다. 본 연구에서는 레이저 용접된

TWB 보론강판을 핫스탬핑 공정과 유사한 공정 이력에서 인장 시험을 수행하여 TWB 보론강판의 고온 인장 특성을 평가하였다.

2. 실험 절차

같은 두께(1.5t)의 보론강판을 3kW CW- Nd:YAG (Trumf 사 HL3006D) 용접기를 이용하여 맞대기 용접하였으며, 이때 레이저 출력은 3kW, 용접속도는 1.0m/min로 하였다. 레이저 용접된 TWB 보론강판의 고온 인장 특성을 평가하기 위하여 온도와 변형률 속도를 달리하며 인장시험을 수행하였으며, 모재(base material, BM)와 그 결과를 비교하였다. 고온 인장시험은 가열로가 장착된 인장시험기(모델명: Shimadzu AG-100kNx)에서 수행되었다. Fig. 1(a)에 도시된 대로 시험편은 ASTM E 8M

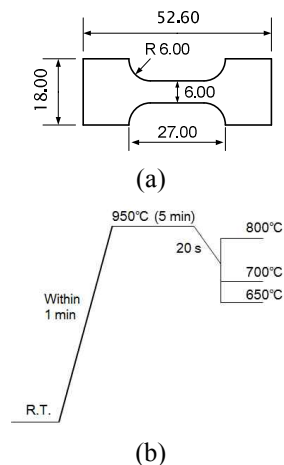


Fig. 1 (a) Dimension of the specimen (unit: mm) and (b) thermal histories of tensile test.

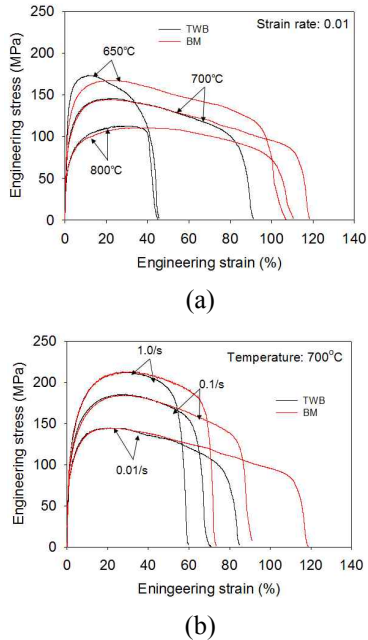


Fig. 2 Stress-strain curves of TWB boron steel sheets with different (a) temperatures and (b) strain rates.

소형 크기 시험편 형상을 고온 인장 시험에 적합하도록 수정하여 사용하였으며, 용접 판재의 용접부가 인장하중 방향과 수직이 되도록 시험편이 제작되었다. 핫스탬핑 공정 조건과 유사한 상태에서 TWB 보론강판의 변형거동을 살펴보기 위해서 Fig. 1(b)와 같은 온도 이력 조건에서 실험이 수행되었다. 시험편을 외부 가열로에서 950°C, 5분간 유지시킨 후 가열로가 장착된 인장시험기에 이동하여 장착하고 약 20초 후 시험편의 온도가 원하는 온도가 되었을 때 인장 시험을 실시하였다.³ 본 연구에서는 0.01/s 변형률 속도 조건에서 온도를 650, 700, 800°C로 달리하고, 700°C 온도 조건에서 변형률 속도를 0.01/s, 0.1/s, 1.0/s로 달리하여 인장 시험을 수행하였다.

3. 결과 및 논의

Fig. 2는 온도와 변형률 속도를 달리하며 측정된 용접 판재와 모재의 응력-변형률 선도를 보여 준다. 용접판재의 인장강도는 모재와 유사하게 온도가 증가할수록 변형률 속도가 감소할수록 작아졌으며, 반대로 균일 연신율을

온도가 증가할수록 변형률 속도가 감소할수록 증가하는 경향을 보였다. 전 조건에서 용접판재와 모재의 항복응력은 유사하였으나, 용접판재의 균일 변형률과 파단 변형률은 모재 대비 작았다. Fig. 2(a)에서 800°C에서 용접판재의 파단 연신율을 급격히 감소하는 경향을 확인할 수 있다. 이는 Fig. 3에서 확인할 수 있듯이 인장 시험 중 650와 700°C에서는 모재부에서 파단이 일어난 반면, 800°C에서는 용접부에서 파단이 일어나기 때문이다.

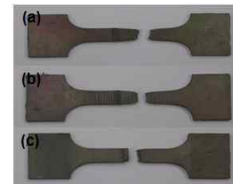


Fig. 3 Fractured specimen at different temperature (a) 650°C (b) 700°C and (c) 800°C.

4. 결론

본 연구에서는 레이저 용접된 TWB 보론강판의 고온 인장 시험을 수행하였으며 그 결과로 변형률 속도 0.01/s 조건에서 650°C, 700°C에서는 모재에서 파단이 발생하였고, 800°C에서는 용접부에서 파단이 발생함을 확인할 수 있었다.

후기

본 과제는 지식경제부에서 시행한 광역경제권 선도산업 육성사업의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

1. Karbasian, H., Tekkaya, A.E., "A Review on Hot Stamping", *Journal of Materials Processing Technology*, **210**, 2103-2118, 2010.
2. 이명규, 김성준, 정우창, "초고강도 자동차 부품 제조를 위한 프레스 하드닝 기술 현황", *기계와 재료*, **20(3)**, 82-92, 2008.
3. Yoo, D., Kim, D., Ahn, K., Kim, H.G., Son, H., Kim, G.S., Chung, K., "Characterization of Mechanical Properties of Hot Press Forming", *Steel Research International*, **81(9)**, 857-860, 2010.