

# 레이저 용접 블랭크 응용 자동차 범퍼 개발

## Application of Laser Welded Tailored Blank for Automobile Bumper

(주)성우금속 이문용, 이광현, 김태일  
한국기계연구원 서 정, 한유희, 김정오

### I. 서 론

기존의 강판 범퍼의 구조에서 범퍼빔은 두께가 일정한 판재를 성형하여 제작하기 때문에 국부적으로 편중되는 강성요구부에는 보강재를 저항 점용접으로 부착하여 강성을 향상시키고 있다. 그러나, 국부적으로 강판의 두께를 조절하여 보강재를 제거할 수 있다면, 무게의 감소 및 생산 비용의 절감이 가능해 질 수 있다. 즉, 두께 또는 재질이 다른 강판을 일체화된 형태로서 용접(TBW)한 후 성형을 하는 것이 생산성 및 정밀도 향상을 위해서 유효한 방법으로 알려져 있다. 따라서, 본 연구에서는 기존 범퍼빔 구조를 레이저 용접 블랭크 구조로 대체함으로써 범퍼의 경량화 및 제조 원가 절감을 목표로 하였다.

### II. 실험 방법

실험에 사용한 재료는 자동차용으로 사용되는 강판인 SPFC 590 (이하 SPFC로 정의)과 SPRC 35R (SPRC로 정의)이다. SPFC는 인장강도가 590MPa이상인 고장력강이며, SPFC는 인장강도가 340MPa 이상인 P 첨가 고용강화형강이다.



Photo. 1



Photo. 2

Photo. 1은 레이저 용접 블랭크 제작을 위한 레이저 용접 장치의 헤드(head)와 용접 블랭크용 용접치구(jig)를 보여주고 있다. 용접실험에서는 사령한 상태에서의 판재를 사용하였다.

레이저 용접된 이종 두께·이종 재질의 레이저 용접블랭크에 대하여 프레스 성형과 롤 성형 실험(Photo. 2 참조)을 하였다. 충격실험은 자동차 성능시험 연구소의 충격시험실에서 실시하였으며, 진자(pendulum) 충격흡수 시험과 고정벽(barrier) 충격흡수 시험으로 실시하였다.

### III. 실험결과 및 고찰

Photo. 3은 레이저 출력 3.5 kW하에서 여러 용접속도에 따른 SPFC 강판 (두께: 1.4mm)의 맞대기 용접 결과이다. 용접속도 4m/min 조건인 (a)의 경우, 용입부족 현상이 나타났으나, (b) 3.5m/min, (c) 3m/min 및 (d) 2.5m/min의 용접속도에서는 양호한 용접부를 얻을 수 있었다.

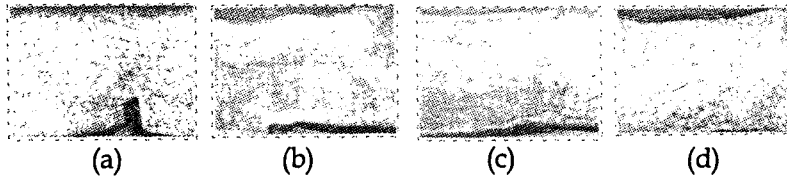


Photo 3

Photo. 4는 레이저 출력 3.5 kW, 용접속도 3.0m/min에서 이중재질·이중두께, 이중재질·동중두께, 이중재질·이중두께의 강판들의 조합에 따른 맞대기 용접부 단면 사진들을 나타내고 있다. 각 경우에서 양호한 용접부를 얻을 수 있었다.

레이저 출력 3.5kW에서 여러 용접속도로 실험한 SPFC 강판의 경우, 용접속도에 따른 용접부의 경도값은 큰 차이를 보이지 않았으며, 이중재질·이중두께의 용접부에서도 거의 비슷한 용접부 경도값을 보이며, 모재의 약 1.7~2배의 값을 나타내었다.

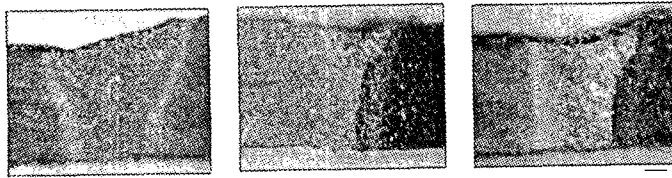


Photo 4

동일한 SPFC 강판으로 맞대기 용접된 시편에서 용접속도와 관계없이 모재부에서 파괴가 발생하였으며 이때, 파괴강도 값은 590MPa이었다. 인장강도가 가장 높은 조건은 동일한 SPFC 강판으로 형성된 용접부를 인장방향과 수평의 위치로 하여 실험하였을 경우이며, 611.6 MPa의 값을 나타내었다. 인장강도가 가장 낮은 조건은 SPRC 시편의 용접부를 인장방향과 수직의 위치로 하였을 경우이며, 364.7 MPa의 값을 나타내었다. 이 값은 SPRC 모재의 파괴강도 값으로 SPRC 강판의 파괴강도 범위와 일치하고 있다.

레이저 용접된 이중 두께·이중 재질의 레이저 용접블랭크의 프레스 성형실험은 성우 금속에서 보유하고 있는 기존의 프레스 금형을 수정없이 기존 그대로 사용하였으며, 성형성은 매우 우수하였다. 프레스 성형품은 롤 성형품과 비교를 위한 것으로, 본 연구에서는 범퍼빔 제작 경비를 줄이는 방안으로 롤 성형성에 중점을 두었다. 롤 성형기로 성형되는 동일 두께·이중 재질 및 이중 두께·동일 재질의 레이저 용접블랭크가 롤 성형기를 통과할 때, 용접부를 중심으로 롤 성형 진행방향과 수직하게 인장응력이 발생함과 동시에 곡률형성이 이루어지므로 용접부가 인장방향과 수직한 경우의 인장시험의 조건을 가지며, 동시

레이저 용접된 이중 두께·이중 재질의 레이저 용접블랭크의 프레스 성형실험은 성우 금속에서 보유하고 있는 기존의 프레스 금형을 수정없이 기존 그대로 사용하였으며, 성형성은 매우 우수하였다. 프레스 성형품은 롤 성형품과 비교를 위한 것으로, 본 연구에서는 범퍼빔 제작 경비를 줄이는 방안으로 롤 성형성에 중점을 두었다. 롤 성형기로 성형되는 동일 두께·이중 재질 및 이중 두께·동일 재질의 레이저 용접블랭크가 롤 성형기를 통과할 때, 용접부를 중심으로 롤 성형 진행방향과 수직하게 인장응력이 발생함과 동시에 곡률형성이 이루어지므로 용접부가 인장방향과 수직한 경우의 인장시험의 조건을 가지며, 동시

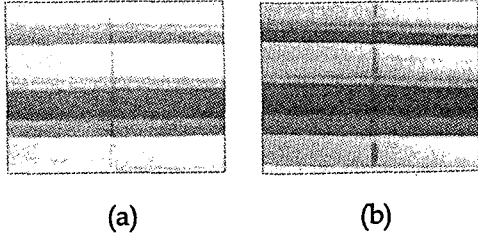


Photo. 5

에 굽힘변형도 발생하게 된다. 따라서, 용접부에 미세결합이 존재하면, 파단은 용접선을 따라 급속히 진행하며 Photo. 5 (a)와 같은 폭 끝단에서 파단부가 발생하게 된다. (b)는 양호한 용접부를 가지는 성형 범퍼빔을 보여주고 있으며, 용접부의 성형성은 매우 우수하였다.

Photo. 6(a)와 (b)는 충돌시험을 실시한 후의 프레스 성형 범퍼빔과 롤 성형 범퍼빔의 형상들을 각각 나타내고 있다. 프레스 성형 범퍼빔에서는 충돌시험 후 중심부에 V자 모양

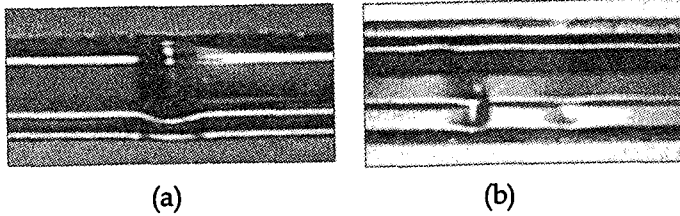


Photo. 6

의 충격에 의한 변형이 발생되었고, 롤 성형 범퍼에서도 중심부에 변형이 발생하였으나, 프레스 성형에 비해 상대적으로 적음을 알 수 있다.

범퍼 충돌시험에서 밀림량(intrusion)은 시속 5마일 속도에서 100mm를 넘지 않아야 하며, 굽힘량(deflection)은 범퍼빔 후면에서 차체까지의 허용거리로서 승용차에서는 대부분 50mm의 값을 넘지 않아야 한다. 프레스 성형 범퍼와 롤 성형범퍼는 밀림량과 굽힘량에 대한 이 요구조건을 모두 잘 만족하였으며, 특히, 롤 성형 범퍼가 프레스 성형 범퍼에 비하여 충돌 변형량이 적었다.

본 연구를 통하여 기존의 점용접 구조의 범퍼와 비교하여 13~15%의 경량화와 16%의 원가절감을 할 수 있었으며, 앞으로 범퍼 구매업체와의 협의를 통하여 양산라인 구축을 계획하고 있으며, 자동차 차체 등 타 부분으로의 적용을 확대 할 계획이다.

#### 참고문헌

1. T. Mori, H. Hamano, K. Suzuki, A. Yoshitake, Y. Hashimoto and K. Iwase, "Application of Ultra-high Strength Steel Sheets to Bumper Beams," NKK 技報 No.151 (1995), pp.17-21.
2. 서정, 한유희, 김정오, 이영신, "이종두께 강판의 CO<sub>2</sub> 레이저 용접 및 성형성," 대한용접학회지, 제14권, 제1호, pp. 45-54 (1996).
3. K. Ikemoto, Y. Niimi and T. Iwai, "Application of Laser Welding for Automobile Body Panel," Journal of JWS, Vol. 10, No. 1, pp. 196-201 (1992).