

평면전극에 의한 Mash-seam 용접의 현상 규명과 용접부 특성 평가

The Search of Welding Mechanism and the Evaluation of joint Properties Estimation in Mash-Seam Welding by Flat-Type Electrode

조호재*, 박찬우*, 탁정수*, 조상명**

* 부경대학교 대학원 생산가공공학과

** 부경대학교 재료공학부 생산가공공학과

1. 서 론

현재 자동차 산업을 중심으로 테일러드 블랭킹 공법의 사용이 점차 증대되고 있는 실정이다. 특히 자동차 산업의 테일러드 블랭킹 공법을 이용하여 TV 및 컴퓨터 모니터용 브라운관의 프레임 생산에도 적용이 증대되고 있다. 테일러드 블랭킹 공법에는 레이저 용접, 저항용접, 그리고 아크 용접을 적용할 수 있다. 테일러드 블랭킹 공법에 적용되는 저항용접의 경우 대부분 디스크 전극을 사용한 Mash-Seam 용접이 적용되고 있고, 연구도 활발히 수행되고 있지만 평면 전극을 이용한 Mash-Seam 용접의 경우 그 연구가 이루어지지 않고 있는 실정이다.

본 연구에서는 평면전극에 의한 Mash-Seam 용접의 용접부 형성과정을 마크로 및 마이크로 단면을 통해서 알아보았고, 기본적인 용접조건을 통한 용접부의 두께 변화 및 인장강도등의 특성을 검토하였다.

2. 실험장치 및 방법

본 연구에서는 실제 테일러드 블랭킹 공법에 사용되는 평면전극을 이용한 Mash-Seam 용접부를 재현하기 위해 시험편의 크기를 축소하여 시험하였다.

실험조건은 Table 1에 나타내었으며 피용접재를 고정할 Jig는 Fig.1에 나타내었고, Fig.2에는 피용접재의 형상을 나타낸 것이다.

Table 1에 나타낸 조건으로 피용접재를 용접하여, 용접부의 단면을 광학현미경을 써서 거시적 및 미시적으로 조사하였고, 마이크로 미터를 이용하여 용접부의 두께를 측정하였으며, INSTRON으로 용접부의 인장강도를 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig.3에는 용접시간에 따른 Mash-Seam 용접부의 단면을 나타낸 것이다. 2~20Cycle까지 통전하여 용접부 형성과정을 단계적으로 나타낸 것으로 초기에는(8Cycle까지) 접촉면이 고온가열하면서 가압력에 의해 가열된 금속은 시험편 끝단쪽으로 소성유동하게 된다. 이로 인해, 사선의 용접부가 형성이 된다. 그 이후의 시간에는 전극과 시험편의 접촉면적도 넓어짐에 따라 가열은 그다지 활발하게 진행되지 못하게 된다. 그러나, 용접부에는 가압력이 계속 가해짐에 따라 가열부는 소성유동을 일으켜 용접부 폭이 더욱 넓어지게 되는 것이다.

한편 용접부 단면에 사선의 띠(Band)가 보였다. 이를 확인하기 위해서 용접부의 마이크로 단면을 관찰하였고, Fig.4에 나타내었다. Fig.4에 나타난 바와 같이 사선의 띠는 가열에 의해 반응된 흔적(침상 페라이트)을 확인 할 수가 있었다.

Fig.5에는 용접시간과 용접전류에 따른 용접부의 두께 변화를 나타낸 것이다. 용접전류가 크고, 용접시간이 길수록 용접부의 Mash-down은 활발해졌다. 한편 용접시간이 8Cycle 이전에는 Mash-에 주이 활발하나, 그 이후의 시간에는 Mash-down이 작게 일어났다. 이는 8Cycle 이전에는 시험편의 고온가열에 의한 Mash-down현상이고, 8Cycle 이후에는 고온가열은 거의 일어나지 않으며, 적용가압력에 따른 소성유동에 의한 Mash-down으로 판단된다.

Fig.6은 용접부의 인장강도 시험 후 파단형상을 나타낸 것이다. Fig.6 (b)의 경우 모재에서 파단이 발생했는데, 인장강도 330kgf 이상에서는 모두 모재에서의 파단이 발생하였다. Fig.7은 겹침길이에 따른 용접부 인장강도를 나타내었다. 겹침길이 0.6mm의 경우 그 인장강도가 매우 낮아(30kgf 이하)

Fig.7에는 나타나지 않았다. Fig.7에서 보는 바와 같이 겹침길이가 클 수록 용접부 인장강도는 증가하였다. 다만 이때는 겹침길이의 증가에 따른 용접전류의 증가가 필요하므로 지나친 겹침길이의 증가는 생산설비의 과잉투자를 유발할 수 있을 것으로 판단된다.

Fig.8에는 가압력 160kgf, 겹침길이 1mm에서 용접전류에 따른 용접부의 인장강도 변화를 나타낸 것이다. 용접전류가 증가함에 따라 용접부 인장강도는 증가하였지만, 인장강도 350kgf에서는 강도가 더 이상 증가하지 않았다.

4. 결론

- (1) 용접시간 8Cycle까지는 고온가열에 의해 용접부가 형성되고, 그 이후의 시간에서는 가압력에 의한 소성유동으로 용접부가 형성되었다.
- (2) 용접부 마크로 단면에 보이는 사선의 띠는 마이크로 조사에서 침상 페라이트로 확인되었다.
- (3) 용접 시간이 흐름에 따라 용접부의 두께는 감소하였으나, 8Cycle 이후에서는 두께 감소가 현저히 작게 발생하였다.
- (4) 겹침길이가 증가함에 따라 용접부의 인장강도는 증가하였지만, 겹침길이의 지속적인 증가는 용접전류의 증가를 동반해야 하므로 적절한 겹침길이가 설정되어야 한다.
- (5) 용접전류의 증가에 따라 용접부 인장강도는 증가하였고, 시험편의 인장강도가 330~350kgf 임으로 인장강도 350kgf에서 강도포화를 이루었다.

참고문헌

- (1) Resistance Welding Manual, fourth Edition, RWMA(1991)
- (2) 抵抗溶接現象 第2編 日本溶接學會 抵抗溶接研究委員會

Table 1. Experiments Condition

Base metal	Welding machine	Lap-Length (mm)
SPCC (50×10×1)	Single-phase AC Welding machine	0.6, 0.8, 1.0, 1.2
Welding Condition		
Current (kA)	Eletrode force (kgf)	Welding time (Cycle)
5.4~13	150~250	2 - 20

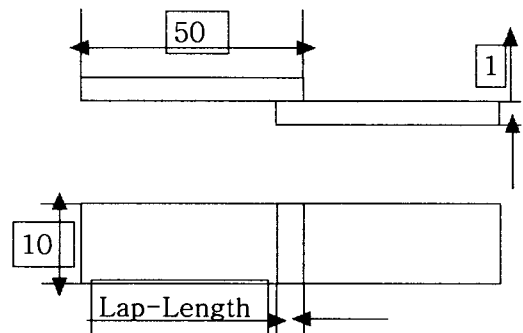


Fig.2 The Specimem geometry



Fig.1 The Jig used for welding experiments

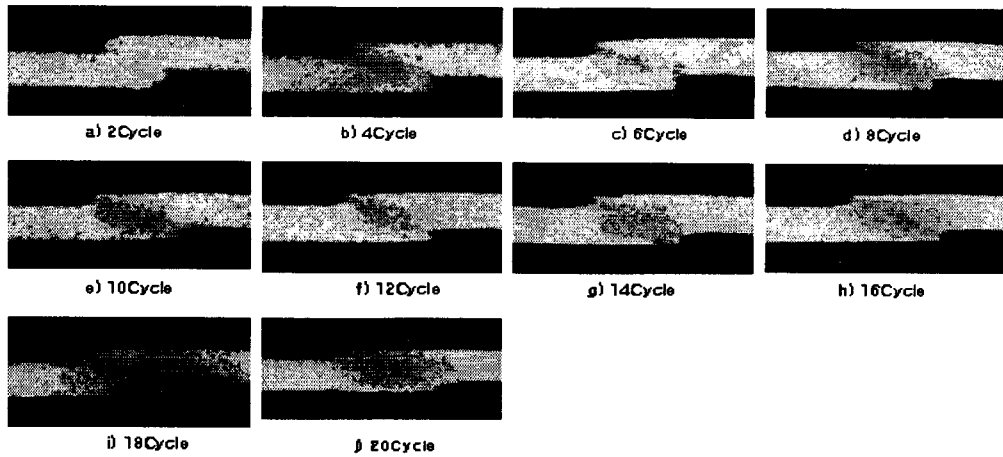


Fig.3 A welded joint macro section by welding time(8000A, 200kgf)



Fig.4 A Welded joint micro section

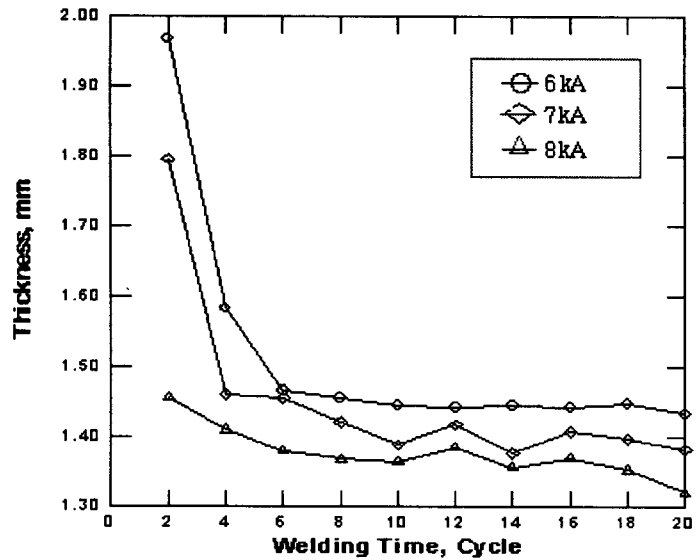
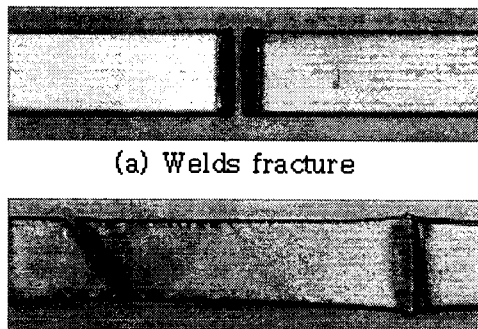


Fig.5 A Welded joint thickness as eletrode force 150kgf



(a) Welds fracture

(b) Base metal fracture

Fig.6 The Fracture shape by tensile strength test

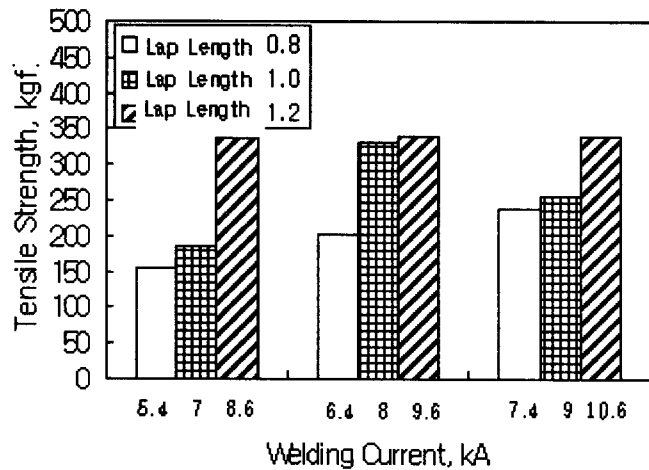


Fig.7 A welded joint tensile strength properties by lap-length in eletrode force 200kgf

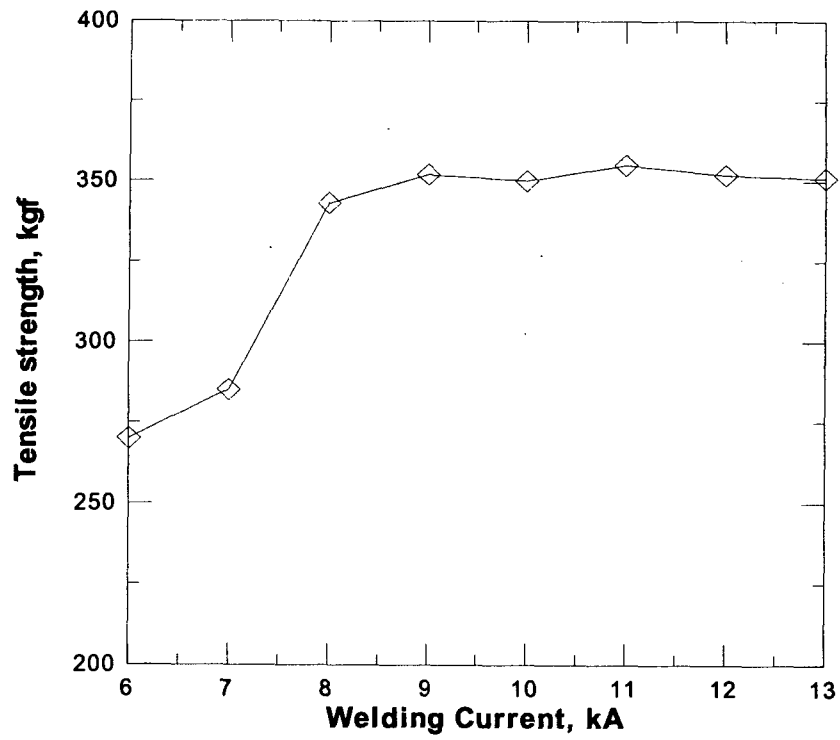


Fig.8 A Welded joint tensile strength properties by welding current in electrode force 160kgf and lap-length 1mm