

CO₂ 용접재의 용접전압과 용접전류에 따른 강도 평가

Evaluation of Welding strength with welding voltage and current in CO₂ Welding plate

송 준희*, 문 창렬*, 임 재규**□

* Materials & Fracture Laboratory, Department of Mechanical Design, Chonbuk National University, Duckjin 1-664-14, Chonju, JB561-756, South Korea

**□ Automobile He-Technology Research Institute, Faculty of Mechanical and Aerospace System Engineering, Chonbuk National University, Duckjin 1-664-14, Chonju, JB561-756, South Korea

1. 서 론

상용차의 다양한 모델의 변화에 따른 여러 가지 용접부의 이음형태를 가지는 차체부품이 요구됨에 따라 생산성 향상을 위해 용접재의 두께별, 형태별 용접조건을 최적화가 시급히 요구된다^{1,2)}. 이를 위해 다양한 두께의 강재를 이용하여 접합방법으로서 요구되는 맞대기이음, 겹치기이음, 필렛이음의 용접조건이 이음강도에 크게 영향을 미치고 있어 용접부의 불량률 감소와 최적 용접공정 개발을 위한 목표로 실험을 수행하게 되었다. 또한 차체구조에서 많이 사용되는 요소들을 대상으로 CO₂ 용접부가 가질 수 있는 최적의 용접조건을 제시하고 인장강도 및 피로강도의 특성들을 다양한 용접조건별로 비교 평가하고자 한다.

2. 시험편 제작 및 시험장치

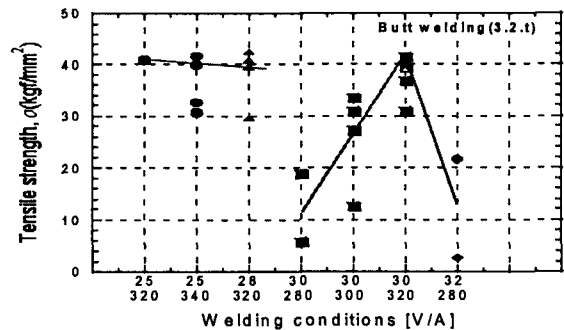
용접시험편은 자동화 CO₂ 용접기를 사용하여 각 조건별로 제작하였다. 용접형태는 맞대기 용접과 겹치기 용접 하였다. 용접조건은 용접전압과 용접전류를 달리 하였으며, 용접속도는 184cm/min로 일정하였다. 모재의 두께에 대한 영향 조사를 위해 3.2t, 4.5t의 2종류를 하였다. 이종 두께의 용접강도를 비교하기 위하여 각 두께에 대한 최적 용접조건으로 두께별 2.3/3.2, 2.3/4.5, 3.2/4.5t 시험편을 제작하였다. 맞대기 용접재와 겹치기 용접재는 인장특성을 조사하였고, 반복하중을 받는 구조재로 많이 사용되고 있는 겹치기 용접재는 피로 시험을 병행하였다.

3. 개발결과 및 고찰

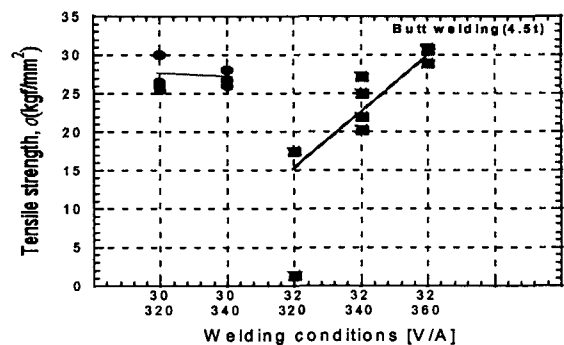
3.1 맞대기 용접

금속의 두께가 3.2mm인 맞대기 용접재의 인장

거동 결과를 Fig. 1(a)에 나타냈다. 전압과 전류를 달리한 용접조건에 대하여 인장강도의 분포를 보이고 있다. 전압과 전류의 인자를 동시에 조절하면, 유사한 입열량에서도 강도가 다르며 어느 용접수준을 넘으면 인장강도가 변화되지 않음을 확인하였다. 3.2t의 두께를 갖는 강판의 맞대기 용접에서는 25V/320A의 조건이 가장 좋다고 판단된다. 강판의 두께가 4.5mm인 경우는 Fig. 1(b)와 같이 약 30kgf/mm²으로 비슷한 인장강도 수준을 보였다. 30V/320A의 용접조건이 인장 특성 측면에서 가장 적합하다고 보여진다.



(a) 3.2t



(b) 4.5t

Fig. 1 Tensile strength distribution with welding conditions in butting welding

3.2 겹치기 용접

용접조건에 따른 인장강도의 분포를 3.2t 두께에 대해 Fig. 2에 나타냈다. 용접전압의 증가에 따라 인장강도는 차이가 없지만 용접전류의 증가에 따라서는 인장강도의 변화가 나타났다. 전류가 증가하면 인장강도는 큰 폭으로 증가하다가 320A 이상에서는 증가 폭이 둔화되었다. 또한 32V/320A의 조건에서는 오히려 강도가 감소하는 경향을 나타내어 입열량의 증가가 강도의 증가로 나타나지 않았다. 따라서 3.2t 두께의 강판에서는 30V/320A의 용접조건이 인장강도의 측면에서 가장 적합하다고 여겨진다.

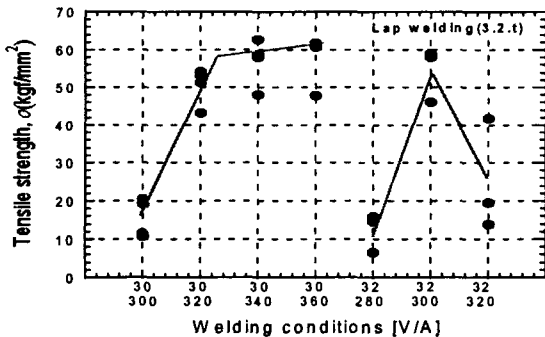


Fig. 2 Tensile strength distribution with welding conditions in lap welding(3.2t)

Fig. 3은 겹치기 용접으로 용접조건에 따른 인장강도의 분포를 4.5t 두께에 대해 나타낸 것이다. 용접조건이 30V/320A, 30V/340A, 32V/320A, 32V/340A의 조건에서 인장강도가 약 42kgf/mm²로 비슷하며 이 중에서 32V/320A의 조건이 강도 분산이 없고 파괴형태도 우수하며 가장 적합한 용접조건이라고 판단된다.

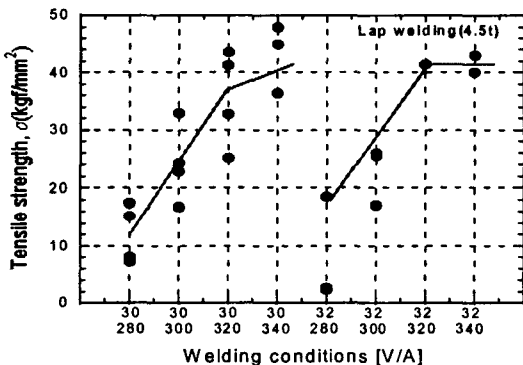


Fig. 3 Tensile strength distribution with welding conditions in lap welding(4.5t)

Fig. 4은 모재의 두께에 대한 영향을 알아보기 위하여 다른 두께하에서 제작된 용접재의 인장강도 경향을 나타내었다. 그림에서 2.3t, 네모모양은 3.2t, 세모모양은 4.5t 두께면에 용접한 것이

다. 2.3t, 4.5t에서는 모재 두께가 달라져도 강도에는 큰 차이가 없지만 3.2t에서는 차이가 발생하여 용접두께가 달라지면 인장강도에 영향을 끼친다는 사실을 보이고 있다. 이의 결과를 Fig. 5에 보여주고 있다. 동일조건으로 동일한 두께면에 용접을 할지라도 인장강도에는 변화가 있음을 나타낸다. 용접부위의 두께보다 작은 용접구조물은 인장강도가 낮지만 큰 두께에 대해 용접을 할 경우 인장강도가 증가됨을 시사하고 있다. 이중 두께의 구조물에서는 두께가 작은 쪽의 면에 용접하는 것이 훨씬 유리함을 알 수 있다.

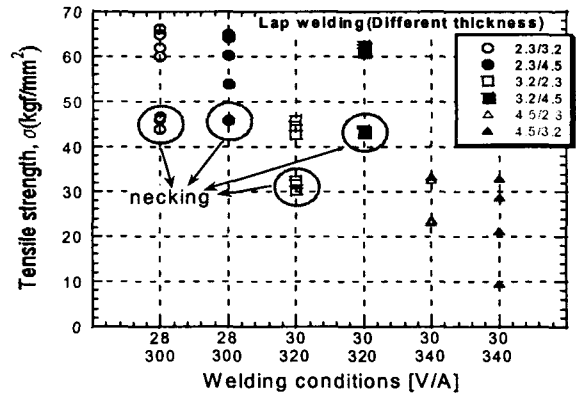


Fig. 4 Tensile strength distribution with lap welding conditions for different thickness

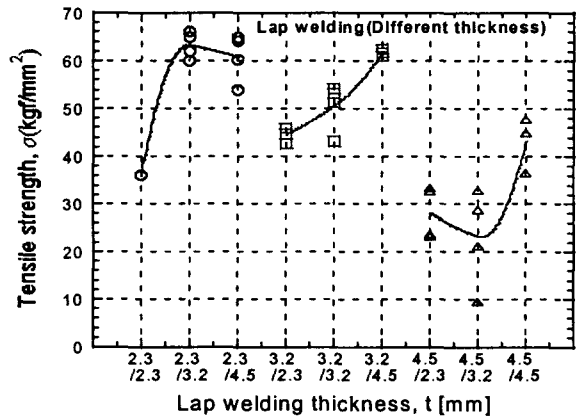


Fig. 9 Tensile strength distribution with lap welding thickness

3.3 피로시험

시험편 형상은 겹치기 용접재를 대상으로 하였고 용접조건에 따른 피로거동을 비교하기 위하여 몇가지 용접조건들을 대상으로 하고 있다. Fig. 10(a)는 3.2t 두께에 대한 피로시험의 결과이다. 그림에서 피로강도를 살펴보면 30V/320A와 30V/340A가 약 20kgf/mm²로 비슷하게 가장 높았고, 30V/300A가 약 9kgf/mm², 32V/280A가 약 8kgf/mm²이었다. Fig. 10(b)는 4.5t 두께에 대한 피로시험의 분포를 보이고 있다. 32V/320A가 약 16kgf/mm² 정도로 피로강도가 가장 높았

고, 30V/340A가 약 13kgf/mm², 30V/300A가 약 12kgf/mm², 30V/280A가 약 7kgf/mm² 정도로 낮아졌다 대체적으로 3.2t의 조건보다 4.5t의 조건에서 피로강도가 낮게 분포하였고 이러한 경향은 인장강도 분포에서도 동일한 결과이다. 32V/320A의 조건이 우수한 피로강도를 나타내었고, 인장강도의 분포에서도 가장 좋은 결과를 나타내어 기계적 특성이 가장 우수한 조건이라고 판단되었다.

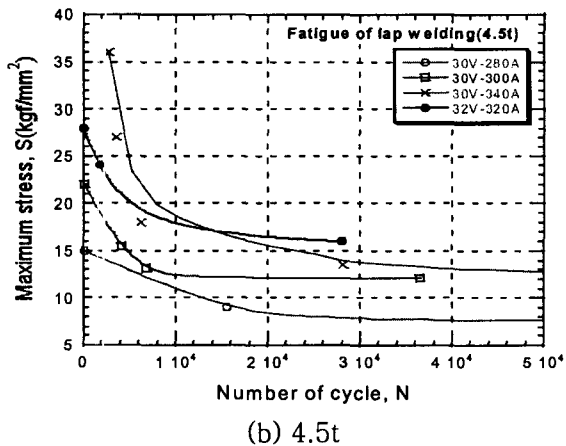
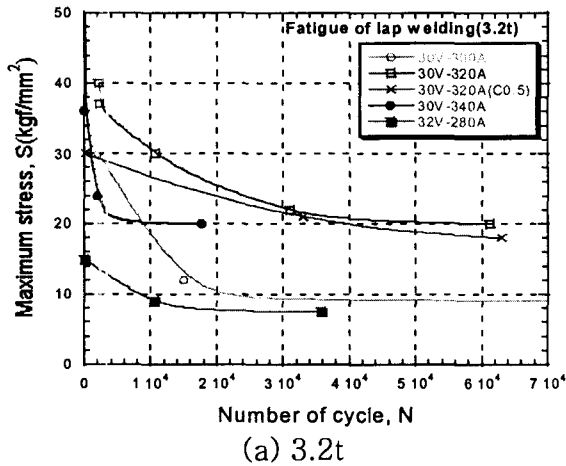


Fig. 10 Stress(S) and cycle(N) curves for fatigue test in lap welding

4. 결 론

CO2 용접에 대한 최적조건을 구하기 위하여 용접형태와 모재두께를 달리하여 용접전압과 용접전류를 변화시켜 시험편을 제작하였다. 제작된 시험편들은 인장강도와 피로강도를 기준으로 기계적 성질들을 비교하였다.

(1) 맞대기 용접형태에서 3.2t 용접재는 25V/320A의 조건이 인장강도 측면에서 가장 적합하였으나 비드폭이 넓어 25V/340A가 최적조건으로 결정되었다. 4.5t에서는 인장강도와 비드 형성 측면 모두 30V/320A 조건이 가장 우수하

였다.

(2) 겹치기 용접형태에서 3.2t 용접재는 30V/320A가 인장강도 측면에서 적합하나 비드 형성이 많아지고, 유사한 강도치를 갖는 32V/300A는 비드폭이 작아 31V/310A가 가장 적합할 것으로 판단된다. 4.5t에서는 32V/320A가 인장강도와 비드 폭이 적절하여 최적조건이라고 생각되었다.

(3) 겹치기 용접에 대한 피로시험에서 3.2t 용접재는 30V/320A와 30V/340A의 조건이 인장강도와 더불어 피로강도에서도 우수한 특성을 나타내어 기계적 특성이 가장 우수한 조건임을 알 수 있었다. 4.5t 용접재는 32V/320A의 조건이 우수한 피로강도를 나타내었고, 인장강도의 분포에서도 가장 좋은 결과를 나타내어 기계적 특성이 가장 우수한 조건이라고 판단되었다.

후 기

본 연구는 중소기업청 2003 산학연 공동기술개발 컨소시엄사업의 지원으로 수행되었으며, 이에 관계자 분들께 감사드립니다.

참고문헌

1. S.V.Dubovetskii, G.I.Sergatskii, and O.G.Kasatkin : Optimization of CO2 Welding Conditions, Automatic Welding, Vol.33, No.12, (1980), pp.22-26
- 2 서 정, 한유희 : "자동차 산업에서의 레이저 용접," 대한용접학회지, 제 12권, 제 2호, (1994), pp. 49-63