

# 구속력 측정시 자동이송장치에 관한 연구

A study on the automatic feeding device under the measurement of constraint force

고준빈\*, 최원두\*, 김상진\*, 이진우\*, 이규천\*\*, 김기길\*\*\*, 이영호\*\*\*\*

\* 충남대학교 기계공학과 대학원

\*\* 두원공과대학 동력기계과

\*\*\* 한밭대학교 기계설계공학과

\*\*\*\* 충남대학교 기계공학과

## 1. 서론

오늘날 산업의 발전은 끝없는 기술혁신이며 이를 달성하기 위하여 생산공정을 최적화 하기 위한 생산 기술의 개발 및 연구 그리고 신소재 개발에 전력을 기울이고 있다. 또한 급속한 산업 변화속에서 생산기술분야도 다각적인 연구가 진행되고 있으며, 이러한 것들의 기술혁신 또한 불가피하다. 특히 생산기술 분야 중에서도 우리가 흔히 생각 할 수 있는 것 중 가공품의 마무리인 접합법에는 여러 가지 방법이 있으나, 용접중에 발생하는 변형에 대하여 현재 미흡한 실정에 있다. 본 논문은 이러한 관점에 구조적인 현상을 용접시 구속력에 의한 변형을 미리 예측하기 위하여 자체 제작 개발한 실험장치로 연구한 결과에 대하여 제안하고자 한다.

## 2. 실험장치

실험장치 구성을 Fig. 1 와 Fig. 2에 첨부된 도면에 의거 상세하게 설명하면 다음과 같다. 실험에 사용된 용접기는 7.9kW TIG용접기를 사용하였다. 개략적인 구성은 베이스판 양측에 좌,우 이송가능하게 설치되는 한쌍의 이동블럭과, 상기 이동블럭을 타고 전,후 방향으로 이송가능하게 설치되는 LM가이드와, 상기 LM가이드 상부에 설치된 고정부재에 일측이 고정되고 타측에 모재가 고정되며 중앙에 스트레인 게이지가 부착되는 로드셀과, 스트레인 게이지에서 획득한 변형값을 분류 저장하는 한편 모니터를 통해 중앙처리장치로 이루어진다. 또한 베이스판은 용접부의 변형률을 측정하기 위해 측정용 모재를 고정시키고 모재의 크기에 따라 X-Y축 방향으로 이동가능한 고정수단이 설치되는 것으로 사각 판상의 형태로 사방 하부에 다리가 형성되고 상부 양측에 일정간격으로 이송홈이 형성된다. 이송홈을 타고 좌, 우 이송 가능하게 설치되는 한쌍의 이동블럭은 일측 플랜지와 이송홈을 고정구로 관통하여 너트에 체결되므로써 베이스판에 고정상태를 유지하고 모재의 크기에 따라 X축방향으로 폭조절이 필요할 경우에는 고정구를 풀어 이송홈을 따라 좌, 우로 이송할 수 있게 된다. 이동블럭 상부에 설치되는 LM가이드는 공지된 직선운동시스템으로 내측에 볼이 내삽되고 이 볼이 이동블럭 양측면에 형성된 가이드홈에 결합되어 LM가이드가 가이드홈을 타고 부드럽게 이송할 수 있는 한편 일측면이 고정구로 관통되어 고정구를 풀고 조임으로써 이동블럭에 고정상태를 유지, 해제할 수 있게 된다.

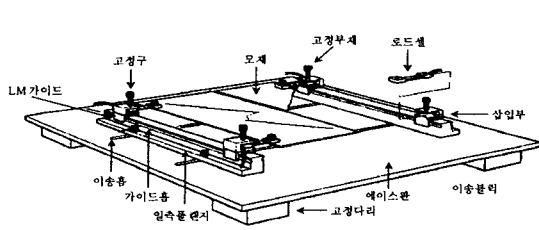


Fig. 1 Schematic drawing of experimental device (1)

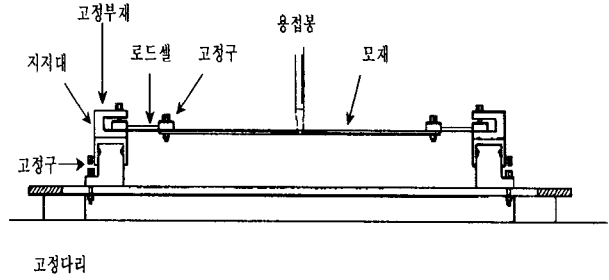


Fig. 2 Schematic drawing of experimental device (2)

### 3 구속력 측정의 결과

용접방향에서 가까운 부분을 전방으로, 뒤쪽을 후방으로 하여 용접전류의 변화를 주면서 일정속도로 용접을 진행해 가면서 전방과 후방의 인장력의 변화를 측정하고자 실험하였다. 실험에 있어서 용접에 관련된 기술들은 두 부분으로 분류될 수 있는 재료의 두 모재를 함께 결합하는 것에 관련된 재료 접합 기술을 사용하는 용접 구성기술에 있었다.

Fig. 3 와 Fig.4, Fig.5는 다양한 용접속도에 대하여 용접전류의 변화에 따른 전방의 인장력의 거동형태를 보여주고 있다. 전방의 인장력은 용접부는 용융되면서 팽창시키지만 주변 모재의 구속력에 의한 힘이 상대적으로 크므로 팽창에 따른 압축의 구속력은 작게 나타나고, 용접이 진행에 따라 용융되었던 모재가 응고를 하면서 인장의 구속력으로 전환을 하고 이는 압축의 구속력에 비해 더 큰 값을 갖는다. 이는 용융시의 팽창되는 용접부분은 온도가 낮은 주변의 모재에 비해 강성이 작아 큰 변화를 주지 못하나, 응고시에는 온도가 내려가면서 강성이 커지고 이에 따라 모재의 거동은 더욱 크게 나타나고 있다고 사료되어 진다. 또한 용접이 모재의 중앙부까지 진행되어진 시점에서의 구속력의 크기를 살펴보면 속도가 가장 빠른 3.5mm/s의 경우에는 180A의 용접조건을 가진 경우가 다른 두 용접조건에 비해 큰 인장력을 가지고 있으며, 이는 모재가 충분히 용융되지 못해 모재의 팽창이 짧은 시간에 이루어지며, 따라서 용융부의 거동이 충분히 일어나지 않은 상황에서 응고를 시작하기 때문이다. 속도가 3.0mm/s의 경우에는 용접전류의 조건에 따라 압축의 구속력과 인장의 구속력은 크기에서 차이가 있으나, 압축과 인장이 걸리는 시간은 거의 큰 차이가 없음을 보여주고 있다. 마지막으로 속도가 가장 느린 2.5mm/s인 경우에는 용접전류가 가장 큰 220A의 경우가 다른 두 조건에 비해 압축의 인장력을 받는 시간이 길게 나타나고 있다. 이는 모재의 용융이 큰 입열에 의해 장 시간 용융상태로 팽창을 하므로 모재에 압축의 영향을 많이 주고 있으며, 상대적으로 다른 용접조건에 비해 더 비드의 폭도 넓게 나타나고 있고, 이에 따라 인장으로의 전환은 더욱 급격하게 나타나고 다른 조건에 비해 그 값도 크게 나타나고 있다. 결과적으로 모재의 용융시 팽창과 압축이 적절하게 이루어지는 200A의 경우에는 세 가지 속도의 경우에 용접이 용이하게 이루어짐을 예측할 수가 있고, 용접전류가 180A, 3.5mm/s의 경우에는 입열량이 약간 부족하여 일정한 백 비드가 형성되지 않으며, 220A, 2.5mm/s의 경우에는 용접의 입열이 과다하여 비드가 넓고, 비드부가 약간 오목한 형상을 나타내고 있다.

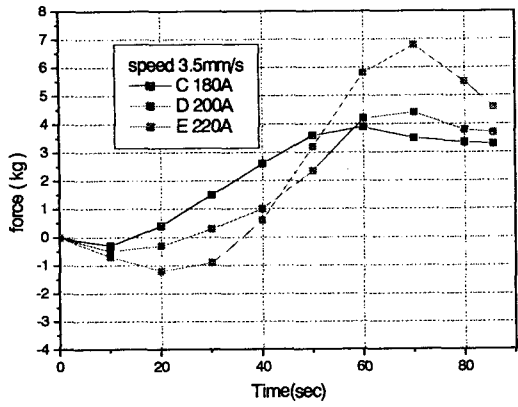


Fig. 3 Forward tension forces on the welding current for welding velocity 3.5mm/s

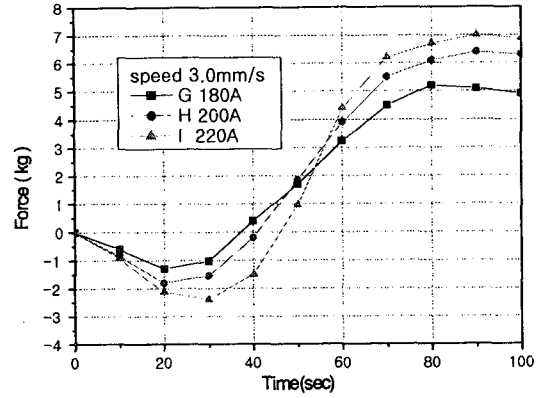


Fig. 4 Forward tension forces on the welding current for welding velocity 3.0mm/s

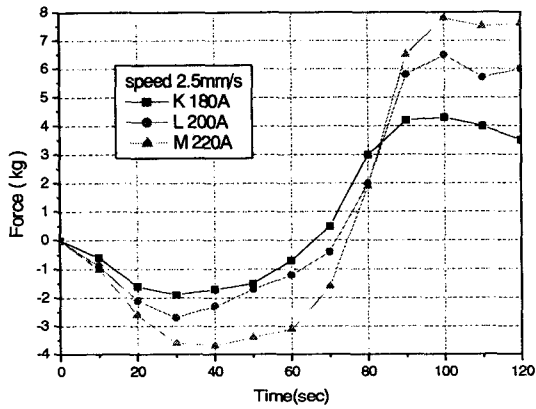


Fig. 5 Forward tension forces on the welding current for welding velocity 2.5mm/s

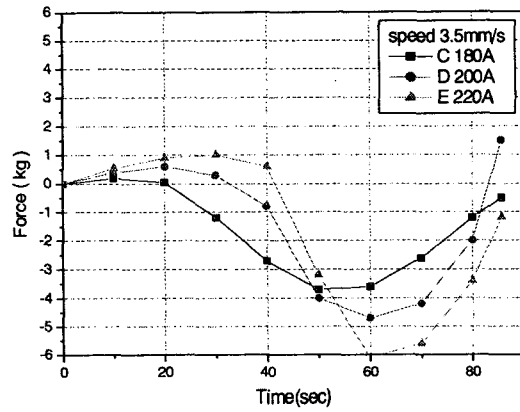


Fig. 6 Backward tension forces on the welding current for welding velocity 3.5mm/s

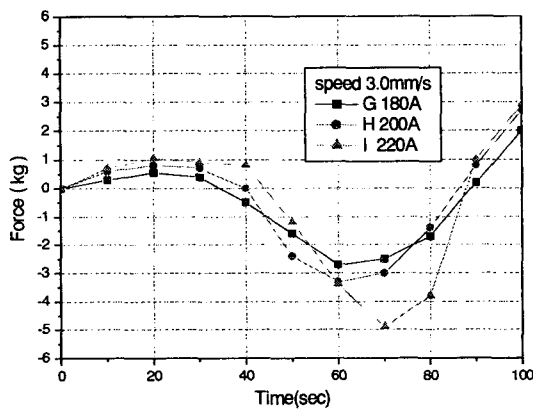


Fig. 7 Backward tension forces on the welding current for welding velocity 3.0mm/s

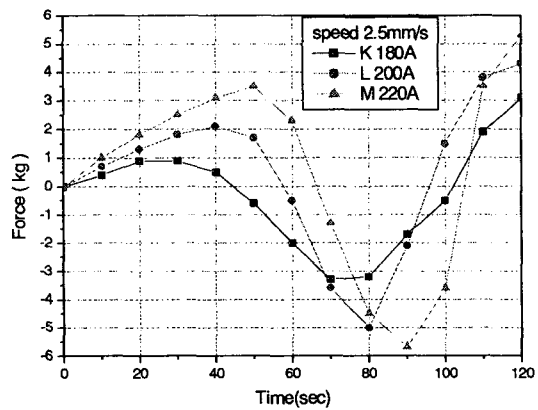


Fig. 8 Backward tension forces on the welding current for welding velocity 2.5mm/s

Fig. 6, Fig. 7, Fig. 8은 세가지의 용접속도에 대하여 각각 용접전류의 변화에 따른 후방의 인장력의 거동형태를 보여주고 있다. 후방의 인장력은 용접의 초기에는 상대적으로 거리가 먼 전방부에 용접 열원이 있으므로 완만한 변화를 갖는다. 전방의 용접부가 팽창을 하면 상대적으로 회전에 의한 힘에 의해 완만하지만 인장의 구속력을 갖는다. 용접이 중앙부까지 진행되었을 때 구속력의 크기를 살펴보면, 전체적으로 인장에서 압축으로 전환되고 있음을 보여주고 있다. 속도가 가장 빠른 3.5mm/s인 경우에는 용접전류가 180A인 경우를 제외하고는 압축으로의 전환이 막 시작되는 시점이 되고 있다. 속도가 3.0mm/s인 경우는 경향은 거의 유사하고 크기에서만 약간의 차이가 있다. 속도가 가장 느린 2.5mm/s인 경우에는 220A의 경우 전방부의 용융이 전방부의 인장력에 나타나듯이 용융이 오랜 시간 지속이 되므로, 회전에 의한 인장의 구속력도 길고, 그 변화량도 크게 나타나고 있다. 후방의 인장구속력은 전방에 비해 압축구속력이 급격하고 그 크기도 크게 나타나는데, 이는 전방은 응고에 의한 수축이 나타나고 동시에 후방부는 용융에 의한 팽창이 나타나기 때문이다. 또한, 인장으로의 전환도 급격하게 이루어 지는데 이는 후방부도 응고가 진행되면서 전방에서의 응고에 의한 수축에 의한 힘이 더해지기 때문으로 사료되어진다. 전방에 비해 후방부의 인장구속력의 특징은 용접진행의 전방부는 완만한 변화를 가지며 용접진행이 후방부로 접어들면서는 전방부에 의한 변화에 비해 급격한 변화를 갖는다. 이는 용접의 전방부에서의 변화는 후방의 용접부가 구속상태가 아니지만, 후방에서의 변화는 전방의 용접부가 용접이 되어 구속되어져 있기 때문이다.

#### 4 결 론

본 연구에서는 스트레인 게이지를 이용하여 제작한 로드셀을 사용하여 박판용접시 발생하는 구속력을 측정하고, 용접부에 작용하는 구속응력에 대하여 실험을 수행하였으며, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

구속응력 분포는 용접전류가 높고 속도가 느릴수록 최대값 부근에서 머물러있는 시간은 길게 나타나고, 그 변화는 급격하게 상승되며, 구속력 또한 최대치가 된다. 인장구속력의 경우 용접의 진행에 따라 온도가 상승하는 과정에서는 압축 구속력을 나타내며, 냉각의 과정에서는 인장 구속력을 나타낸다. 또한 용접의 진행됨에 따라 구속되는 모재부는 커지기 때문에 후방의 구속력에 대한 변화의 기울기가 더 크게 나타남을 알 수 있다.