

알루미늄 합금 용접부의 기공 발생원에 관한 연구

Study on the porosity source of aluminum alloy welds

윤종원

동의대학교 신소재공학과

1. 서 론

알루미늄 합금의 용접부에 기공 발생 경향이 있음이 여러 연구에 의해 보고되고 있다.^{1,2)} 과열되어 있는 용융풀중에 용해되어 있는 가스가 응고과정에서 응고금속내에 갇혀 가스상태로 존재하는 것을 기공이라 정의하며 알루미늄 합금의 레이저 용접시 기공 발생 현상에 대한 많은 보고가 이뤄지고 있으나^{3,4)} 기공 발생원과 기공 발생기구에 대해서는 아직 명확한규명이 이뤄지고 있지 않다.

본 연구에서 알루미늄 합금 레이저 용접시 실제 상황과 유사한 조건에서 용접시편 이음부 표면상태, 용접wire 표면상태, 보호가스중의 수분함량 및 수소함량을 변화시켜 용접금속중 기공발생량을 측정함으로써 알루미늄 합금 레이저 용접시 기공 발생원을 조사하였다.

2. 실험방법

2.1 레이저 용접

6mm 두께 5083 알루미늄 합금 판재를 100mm×200mm크기의 시편으로 가공하여 10kW CO₂ 레이저 출력으로 6m/min 용접속도로 I-square butt 용접하였다. 용접전 또는 용접중 기공 발생에 영향을 줄 수 있도록 용접 상황을 다음과 같이 변화시켰다. 첫째, 용접 시편의 이음부면 상태를 변화시켜 용접하였다. 아세톤으로 세척한 상태에서 용접, 아세톤 세척후 로안에 장입하여 120℃에서 30분간 건조후 용접, 용접이음부면을 scraping후 아세톤으로 세척후 용접, 용접이음부면을 scraping후 물 분사한 후 용접등 용접이음부면 상태가 기공발생에 미치는 영향을 조사하였다. 둘째, 용접 wire의 표면상태가 기공 발생에 미치는 영향을 조사하기 위해 1.2mm 직경의 5556A 용접 wire를 저장된 상태 그대로, 120℃에서 30분간 건조한 상태, 물에 적신 스폰지를 통과시킨 상태로 각각 용접하였다. 셋째, He 보호가스중에 수소량을 변화시키며 용접하고, 넷째, He 보호가스중 수분함량을 변화시키며 레이저 용접하였다.

2.2 용접금속중 기공함유량의 측정

레이저 용접후 용접금속을 따라 2mm×2mm 정사각기둥형으로 시편을 기계 가공한후 이 시편을 전기저항 측정법과 X-ray 시험법을 사용하여 용접금속중 기공함유량을 측정하였다. 전기저항측정법의 개념은 Fig. 1 에 표시하였다.

3. 결과 및 토의

3.1 시편 표면상태가 용접금속 기공함량에 미치는 영향

Fig. 2 및 3에 용접시편 이음부의 여러 표면상태의 5083합금 시편의 레이저 용접후 용접금속의 전기저항값과 X-ray 시험으로 얻어진 이미지를 보이고 있다.

기준으로 사용된 5083합금 모재의 전기저항값에 비해 모든 용접금속의 전기저항값이 큰 것으로 측정되어 용접금속중에 기공이 다소 포함되어 있는 것으로 추정되며, 특히 용접전 이음부를 물로 스프레이한 시편 용접부의 저항값이 현저히 큰 것이 확인되었다. Fig. 3의 X-ray 사진으로부터 용접전 용접이음부에 물을 스프레이한 시편에 기공이 매우 많이 존재하는 것을 확인할 수 있어 전기저항값이 큰 원인을 잘 설명하고있다.

3.2 용접wire 표면상태가 용접금속 기공함량에 미치는 영향

Fig. 4에 용접와이어의 여러 표면상태에서 용접한 용접금속의 전기저항값을 보이고 있다. 용접와이어를 건조한 상태보다 저장 그대로 상태 또는 물에 적신 스폰지를 통과시켜 용접한 용접금속의 전기저항값이 크게 나타나 이들 시편의 기공 함량이 큰 것으로 추정된다.

3.3 He 보호가스중 수소함량이 용접금속 기공함량에 미치는 영향

Fig.5에 He 보호가스중 수소함량 변화에 따른 용접금속의 전기저항값을 보이고 있다. 수소 함유량이 0에서 1 vol.%로 증가하면 전기저항값이 급격히 증가하며 He 보호가스중 수소함량이 3 vol.%, 5 vol.%로 증가함에 따라 전기저항값이 선형적으로 증가함을 알 수 있다. 따라서 수소가 알루미늄 합금 용접금속중의 기공발생원으로 작용하였음을 알 수 있다.

3.4 He 보호가스중 수분함량이 용접금속 기공함량에 미치는 영향

Fig.6에 실린더 저장 상태 그대로의 He가스와 물 속에 통과시켜 수분을 함유한 He 가스를 이용하여 용접한 경우 용접금속의 전기저항값을 표시하였다.

실린더 저장상태 그대로 사용하여 용접한 경우에 비해 물 속을 통과시킨 He 가스를 사용하여 용접한 경우 전기저항값이 증가함으로써 수분이 함유된 He 가스를 이용하여 용접한 경우 용접금속중 기공함량이 많음을 알 수 있다.

4. 결 론

용접시편 이음부 표면이나 용접와이어 표면, He 보호가스중의 수분함량이 많은 경우에 용접금속의 전기저항값과 X-ray 시험 이미지로부터 기공함유량이 증가함을 알 수 있어 수분이 알루미늄 합금 레이저 용접부의 기공 발생원이 됨을 확인하였다. He 보호가스중에 함유된 수소량이 용접금속중의 기공함유량과 비례 관계를 가지는 것으로부터 수분이 용접열원에 의해 수소로 분해되어 수소 자체가 직접적인 기공발생원인이 됨을 알 수 있다.

참고문헌

1. Lawerence F.V et al., "Effect of porosity on the tensile properties of 5083 and 6061 aluminum alloy weld metals." WRC Balletin 181, Feb., 1973
2. Lawerence F.V et al., "Effect of porosity on the fatigue properties of 5083 aluminum alloy weld metals." WRC Balletin 206, June, 1975.
3. Trizil J . P. et al., "Electron beam welding 2219 aluminum alloy for pressure vessel application", W.J., Vol. 48, No. 9, 1969, pp 395s-408s.
4. Woods R . A. "Porosity and hydrogen absorption in aluminum welds." W.J., Vol. 53, No. 3 1974, pp 97s-408s.

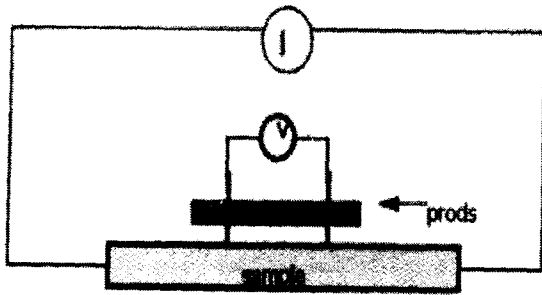


Fig. 1 Measurement of electrical resistance of bar shaped sample.

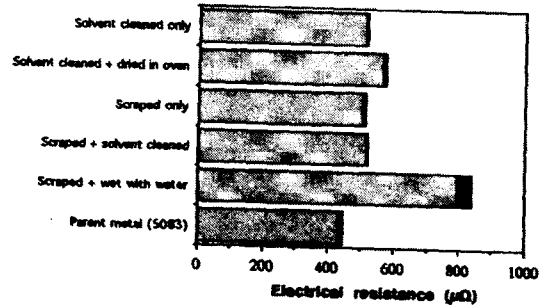


Fig. 2 Variation of electrical resistances of welds made using plates where surfaces were pre-treated prior to laser welding (10kW, 6m/min).

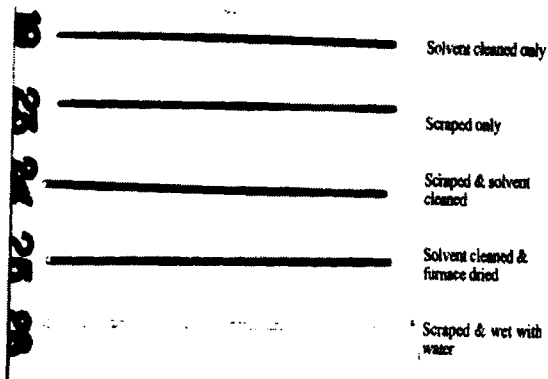


Fig. 3 X-ray radiographic image of rectangular bar samples containing pores.

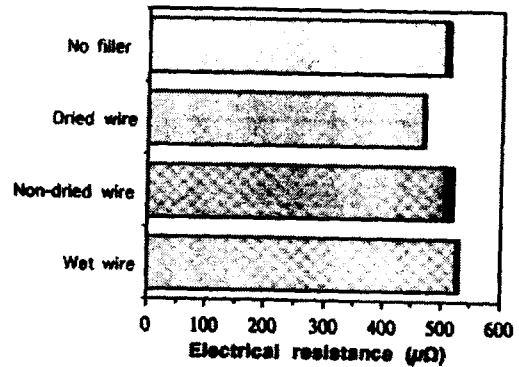


Fig. 4 Variation of electrical resistances of weld metal made using filler wires pre-treated prior to laser welding.

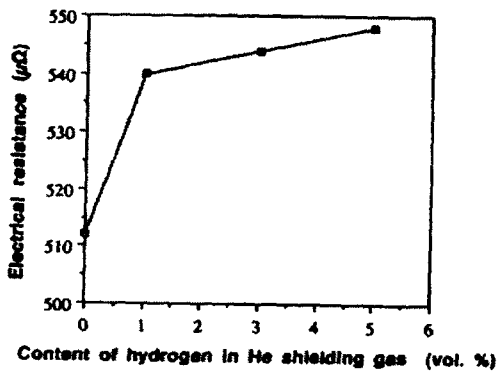


Fig. 5 Variation of electrical resistances of weld metal using He shielding gases with different hydrogen contents.

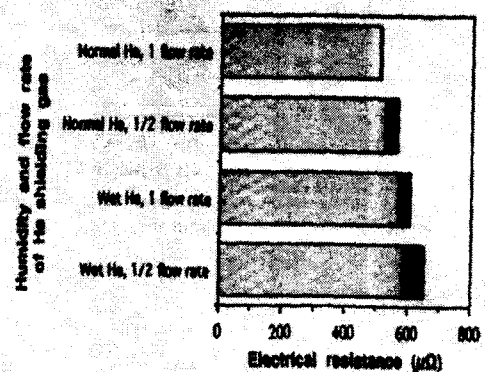


Fig. 6 Variation of electrical resistances of weld metal using He shielding gases with different flow rates and humidity levels.