

Nd:YAG 레이저빔의 펄스 파형에 따른 Al 3003 합금의 용접에 관한 연구

Study on the Welding Behavior of Al 3003 by pulse shape of Nd:YAG Laser Beam

연세대학교 재료공학부 *허인석, 김도훈

I. 서론

Al합금은 가볍고 높은 부식저항을 가지고 있으나 열전도가 크므로 일반적인 용접 방법으로는 부품손상과 내용물의 온도증가를 입열량 제어로 억제하는 것이 쉽지 않다. 따라서, 이러한 문제점을 해결하기 위해 레이저빔을 이용한 용접을 시도하였다. 레이저빔은 고밀도 열원으로 집속하여 금속표면에 조사시 큰 에너지 밀도를 줌으로 금속 전체적으로 열영향을 주지않고 국부적으로 금속의 온도를 크게 증가시킬 수 있다. 이러한 특성으로 레이저빔은 금속의 용접, 절단, 천공등에 이용되고 있다. Al합금은 열전도도가 크고 반사도가 크므로 파장이 짧고 높은 흡수율을 가질 수 있는 Nd:YAG레이저를 사용하였다. 알루미늄 합금의 용접시 용접금속과 열영향부를 포함한 용접부의 기계적 성질은 일반적으로 모재에 비해 열화되는 것으로 알려져 있다. 알루미늄 합금 용접부 기계적 성질의 열화 정도는 모재의 강화 기구 합금 조성등에 의존한다. 아크 용접의 경우 장치가격이 저렴하나, 용접부의 기계적 성질이 열화되는 영역이 넓고, 변형량이 큰 단점이 있다. 이에 반해 laser용접은 장치비가 고가이며 정밀한 용접 이음부 준비가 필요하나, 빠른 용접속도와 적은 변형량, 급냉에 의한 용접부 조직 미세화, 폭이 좁은 열영향부등 유리한 특성이 있으며, 이 결과 레이저 용접부의 기계적 성질은 아크 용접부에 비해 우수한 것으로 알려져 있다.

II. 실험방법

본 실험에 사용된 재료로는 Al 3003합금 H18이 사용되었으며, 0.4mm 판재가 사용되었다. 55mm×35mm 크기의 시편을 맞대기 용접하였다. Nd:YAG 레이저빔의 펄스 파형에 따라 용접성향을 알아보기위해 실험계획법을 사용하였다. Pulse Width, Peak Power, Scanning Speed, Frequency의 4가지 인자가 Bead형상에 미치는 영향을 고찰하기위해 Factorial Design에 따라 실험한 후, 그 결과를 이용하여 Central Composite Design을 하였다. 인장시험을 통해 각 조건의 기계적 특성을 고찰하였으며, 미소경도기를 이용하여 경도를 측정하였다. 그리고 광학현미경과 전자현미경을 이용하여 조직을 검사하였다.

III. 결과 및 고찰

Fig.1은 Al 3003합금을 맞대기 용접을 하여 나타난 거시형상이다.

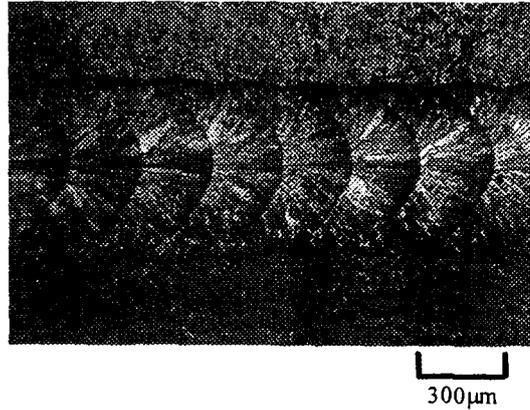


Fig.1 Macrography of Al 3003 butt welding by Nd:YAG laser

본 실험에 사용된 시편은 Al 3003합금 H18로서 가공경화에 의해 강화되는 비열처리 합금의 경우로서 용접금속과 열영향부는 각각 응고조직 상태와 어닐링된 상태로 되므로 역시 모재에 비하여 강도가 저하된다. 각 조건에서의 인장시험을 한 결과 모두 모재보다 낮은 Stress값을 얻었다.

Fig.2는 모재(Workpiece)와 용접한 시편에 대한 Stress-Strain 곡선이다.

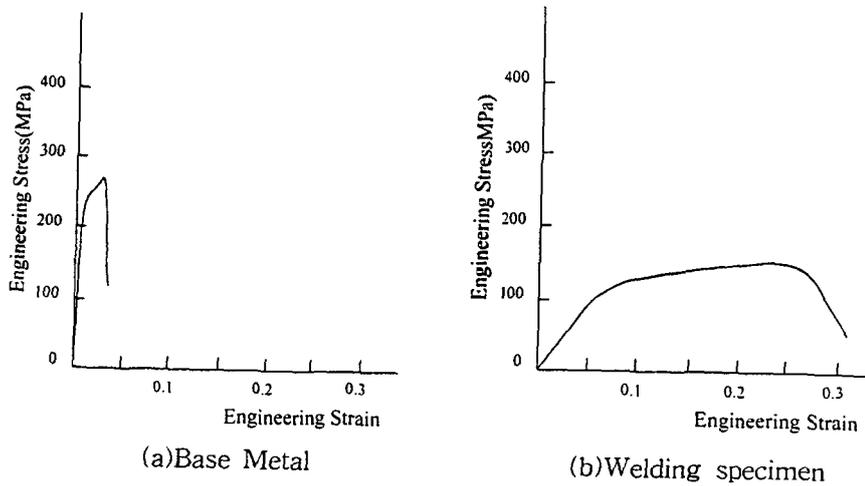


Fig.2 Stress-Strain Curve (a) Base Metal (b) Welding specimen

미소경도기를 이용하여 경도를 측정한 결과 HAZ, 용접부, 모재 순의 경도값을 가졌다. Fig.3은 HAZ, 용접부, 모재의 경도값을 나타낸다.

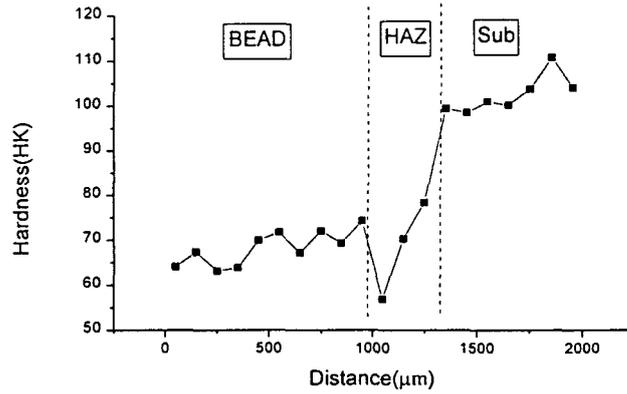
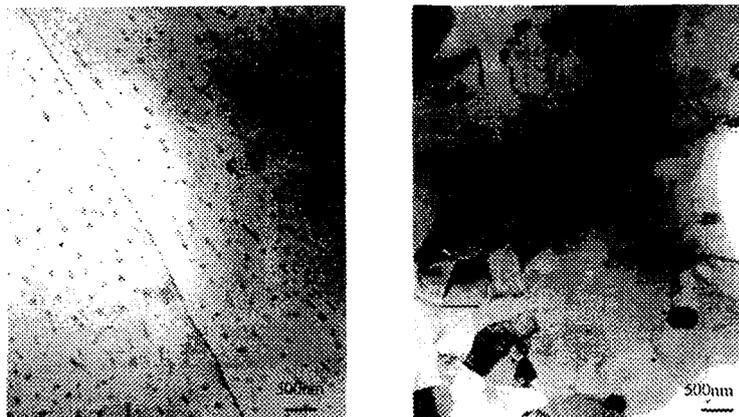


Fig.3 Microhardness Profiles

투과전자현미경을 이용하여 석출물을 검사한 결과 모재에서는 미세한 석출물이 고루 분포하고, HAZ에서는 석출물이 모재의 약 40배 정도 조대함을 관찰할 수 있었다.

Fig.4는 모재와 HAZ에서의 투과전자현미경으로 분석한 결과이다.



(a)Substrate

(b)HAZ

Fig.4 TEM micrographs of Al 3003alloy

(a)Substrate

(b)HAZ

IV. 결론

파장이 짧고 높은 흡수율을 가진 Nd:YAG레이저를 사용하여 Al 3003합금 H18의 맞대기 용접을 수행하였다. 또한 실험계획법을 통해 최적조건을 도출하였다. 최적조건은 (Scanning Speed : 7mm/sec, Frequency : 31Hz, Pulse Width는 첫 번째 파형이 0.3ms, 두 번째 파형이 1.0ms, 세 번째 파형이 1.4ms, 네 번째 파형이 0ms, Peak Power는 첫 번째 파형이 63%, 두 번째 파형이 38%, 세 번째 파형이 32%, 네 번째 파형이 0%)이다.

V. 참고문헌

1. Montgomery : Design And Analysis Of Experiments : p290-340 (1997)
2. Tobjorn Lundstedt, Elisabeth Seifert, Lisbeth Abramo, , Bernt Thelin, Asa Nystrom, Jarle Pettersen, Rolf Bergman : Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems 42(1998)3-40
3. V. Gunaraj, N. Murugan : Journal Of Material Processing Technology 88(1999)266-275
4. S.M. Darwish, S.D. Al-Dekhial : International Journal Of Machine Tools & manufacture 39(1999) 1589-1610
5. 김도훈 : 레이저 가공학, 경문사, p256-279(1997)
6. Seiji KATAYAMA, Yasuhiro YAMAGUCHI, Masami MIZUTANI and Akira MATAYAMA : Joining and Welding Research Institute, Osaka University 11-1 Mihogaoka, Ibaraki, Osaka 567, JAPAN
7. Aira MATSUNAWA, Jong-Do KIM and Seiji KATAYAMA : Joining and Welding Research Institute, Osaka University 11-1 Mihogaoka, Ibaraki, Osaka 567, JAPAN