

Al 합금의 Pulse-YAG용접시 용융특성에 미치는 용접조건의 영향

Effect of welding conditions on the melting characteristics of Al alloys as pulse-YAG Laser welding

조창현, 하용수, 하정원, 강정운, 김우열**, 김종도***
 부산대학교 금속공학과, 부경대학교 생산가공공학과**
 대판대학교 용접기술연구소***

1. 서론

최근 지구환경에 대한 문제점이 심각하게 대두됨에 따라서 각종 수송기기의 “경량화기술”은 이러한 문제점을 해결하는 가장 중요한 과제로 인식되고 있다. 경량화 재료로는 경량화구조의 품질, 신뢰성, 안전성등을 고려해 볼 때 Al합금이 가장 적당한 것으로 판단되었고, 제조프로세스는 구조물의 대형화, 정밀화에 따라 용접부에 요구되는 생산성, 신뢰성, 품질성등의 관점에서 레이저 용접이 타당한 것으로 인식되었다. 그러나 Al합금의 레이저 용접에서는 Al이 레이저에 대해서 반사율이 높고 열확산율이 크기 때문에 충분한 용입깊이를 얻기가 힘들뿐만 아니라 합금종류에 따라서 포로시티 및 크랙발생이 쉽다는 것으로 보고되고 있다.

본 연구에서는 Al합금의 레이저용접시 용융특성을 검토하기 위한 일환으로, 스포트 레이저 용접하여, 재료의 종류와 빔의 조사조건(Ar : 20~50 l/min, Lamp power : 420~495V, pulse length : 5~20ms, F_d : +6~-6)에 따른 용입폭, 용입깊이 및 용접부에 발생하는 제결함(포로시티 및 균열현상)을 조사하였다.

2. 실험방법

본 실험에 사용한 경량화재료는 판두께 4mm인 5083 비열처리형 합금과 6N01, 7N01 열처리 합금을 사용하였다. 이들 재료의 화학조성은 Table 1에 나타낸다. 이 합금들을 25×25×4(t)mm로 절단하여, 에머리 페이퍼 400번까지 연마하고 아세톤 세척을 한 후 Ar 분위기에서 여러 가지 조사조건으로 단파형 펄스 Nd:YAG레이저를 발진하였다. 이때 사용한 YAG레이저 장치는 MIYACHI TECHNOS(Model MHL250A) 파형제어형 펄스 레이저로서 최대출력 5kW, 최대램프전압 495V, 파장 1.06 μ m, 펄스시간은 1~20ms까지 설정할 수 있다.

각각의 재료 및 조사조건변화(램프전압, 펄스시간, 가스유량, 초점거리, 펄스파형)에 따른 용접부의 형상은 실체현미경으로 촬영하고, 용입깊이 및 용접부 미세조직은 micro-polishing한 후 Keller's etchant (distilled water 50ml+HF 5ml+HNO₃ 25ml+HCl 15ml)를 사용하여 부식시켜 O.M, SEM, EDX등으로 관찰하였다.

Table 1 Chemical composition of Al alloys

Materials	Chemical Compositions(wt.%)									Treatment Condition
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Al	
5083	0.16	0.18	0.05	0.70	4.50	0.11	0.02	0.03	bal.	H112*
6N01	0.61	0.17	0.21	0.03	0.63	0.02	0.03	0.01	bal.	T6**
7N01	0.09	0.18	0.10	0.41	1.23	0.19	4.52	0.02	bal.	T5***

* * as rolled, ** solution treatment(quenching from 525~535 $^{\circ}$ C)→aging (170~180 $^{\circ}$ C×8hrs), *** aging(120 $^{\circ}$ C×24hrs)

3. 실험결과 및 고찰

Fig 1은 각각의 합금에 램프전압(495V), 보호가스유량(Ar= 30 l/min), 초점거리($F_d= 0$) 및 pulse length(5ms)를 일정하게 유지시켜 단파형펄스 레이저를 발진하였을 경우 생성된 용융폭 및 용입깊이를 나타낸 것이다. 6N01보다는 5083과 7N01이 용융폭 및 용입깊이가 더욱 크고 깊게 형성되었을 뿐만 아니라 용융부에 포로시티와 크랙이 발생하였다. 특히 5083, 7N01합금의 경우에는 표면에 스패터(Spatter)가 많이 발생하였고, 이러한 현상은 합금에 포함되어 있는 증발성이 강한 원소인 Mg, Zn의 영향때문이라고 생각되어진다.

Fig 2는 각각의 합금에 pulse length와 lamp power를 변화시킬 경우 용입깊이의 변화를 나타낸 것이다. 5083 및 7N01합금의 경우에는 Pulse length와 lamp power가 증가함에 따라서 용입깊이가 증가함을 알 수 있다. 그러나 6N01의 경우에는 변화의 폭이 작는데 이것은 합금원소중에서 증발성이 강한 원소의 첨가량이 적기 때문이라고 생각되어진다.

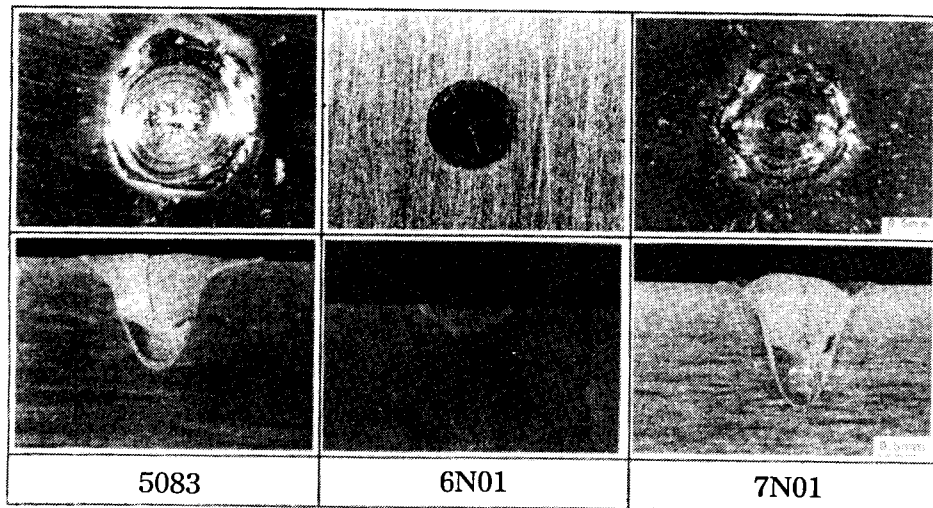


Fig 1 Bead Shapes of Al alloys with varying pulse length at $F_d=0$, lamp power = 495V, and Ar flow rate(30 l/min)

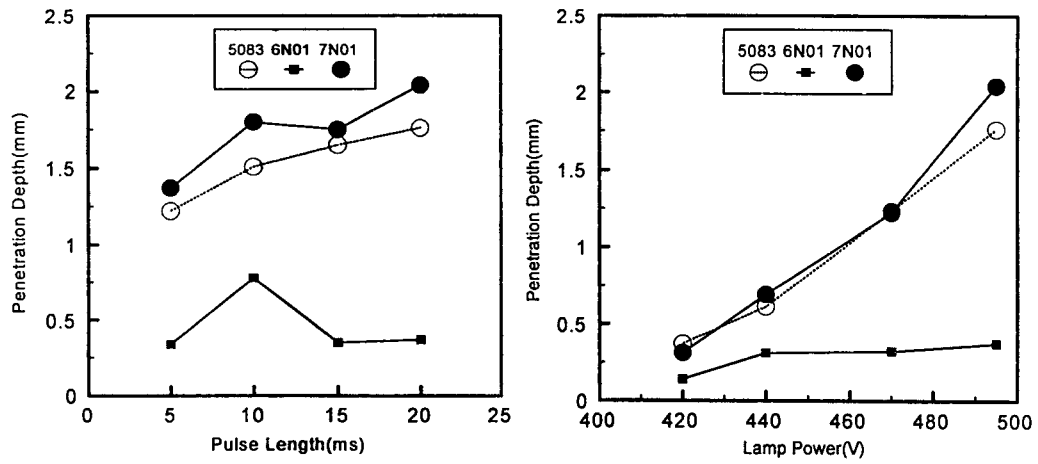


Fig 2 Effect of pulse length and lamp power on penetration depth in Al alloys(5083, 6N01, 7N01)