

아공정 Al-Si 합금에서 용접변수에 따른 용접부의 미세조직 특성 및 기계적성질 (Microstructural Characterization and Mechanical Properties of Weldments on Welding Parameter in Hypo-Eutectic Al-Si Alloy)

경북대학교 * 김 찬, 박 정식, 박 경채
한국기계연구원 김 경현

I. 서 론

Al-Si합금은 주조성이 우수하고 내마모성이 뛰어나며 열팽창계수가 작은 장점이 있기 때문에 자동차, 공조기기, 가전제품, 차량 에어컨 콤프레사, 유압기등의 왕복운동부 부품이나 복잡하게 설계된 주조품 등에 많이 이용되고 있다. 그러나 특수차량용 엔진 소재중에서 가장 핵심부품인 크랭크 케이스는 고강도이면서 내마모성이 요구되는 동시에, 주조시에 주입중량이 500kg, 그 크기가 470X700X1,100mm의 초대형으로 형상이 매우 복잡하고 치수의 정확도를 요구하고 있기 때문에 기포나 결함들이 전혀 없는 것은 제조하기가 거의 불가능하다. 이 크랭크 케이스의 소재는 Si가 약 10%정도 첨가된 합금으로서 지금까지 Al-Si합금에 대한 보수육성용접후 미세조직에 따른 기계적성질의 변화에 관한 체계적인 연구는 현재까지 보고되지 않고 있다.

따라서 본 연구에서는 보수육성용접에 관한 기초자료를 얻기위하여 주조하여 가공한 Al-Si시편(모재)에 MIG(Metal Inert Gas)용접기를 사용하여 입열량과 용접봉(filler metal)의 종류를 달리하여 "bead on plate" 용접을 수행하여 열처리 전과 후의 미세조직에 따른 기계적성질의 변화를 조사하였다.

II. 실험 방법

실험은 MIG 용접기를 사용하여 용접하였으며, 시편(모재)은 목표조성에 맞추어 전기로에서 용해, 주조하여 3X55X190mm로 가공하였다. 용접봉으로는 현재 시중에서 판매되는 제품중 5356, 4043, 4047의 세종류를 사용하였다. Table 1은 본 실험에 사용된 모재와 용접봉의 화학조성을 나타냈다. Table 2에는 용접조건을 나타냈는데 전압, 전류, 용접속도를 변화시킴으로서 용접입열량을 세가지로 분류하였다.

또한, 용접전에 모재표면의 산화피막 및 개재물을 제거하기 위하여 스테인레스 와이어 브러쉬로 깨끗이 닦아내고 아세톤으로 세척하여 완전히 건조후에 용접하였다. 용접후에 경도, 인장시험 및 광학현미경, SEM, EDX 등을 조사하였다. 또

한 열처리를 실시하였는데, 열처리 조건은 525℃에서 8시간의 용체화처리를 하여 상온의 물에 급냉하였고, 인공시효처리를 위해 160℃에서 6시간 시효처리를 하였다.

III. 실험 결과 및 고찰

그림 1은 용융부(Fusion zone, 이하 FZ)에서의 입열량과 용접봉의 종류에 따른 경도변화를 나타낸 것이다. 5356용접봉의 경우 입열량에 관계없이 모재(Base metal, BM)보다 높고, 4047에서는 모재와 비슷한 경도값을 나타냈다. 그러나 4043의 경우에는 모재보다 낮은 경도값을 나타냈다. 5356의 경우 Mg의 고용효과 때문에 높은 경도값을 나타내는 것으로 판단된다.

그림 2는 부분용융부(Partially melted zone, 이하 PMZ)에서의 입열량과 용접봉의 종류에 따른 경도값을 나타낸 것이다. 전반적인 경도값의 변화는 FZ에서와 같은 경향이었으나 용접봉의 종류에 따른 차이는 현저히 줄어들었음을 알 수 있다. 또한 5356용접봉의 경우 입열량이 가장 높을 경우 경도값이 현저하게 줄어드는 것을 볼 수 있다. 이것은 입열량이 증가함에 따라 낮은 용고속도로 인하여 초정 α (Al)와 Si이 조대화되었기 때문이라고 판단된다.

그림 3은 열처리(T6처리)후에 FZ에서의 입열량과 용접봉의 종류에 따른 경도변화를 나타낸 것이다. 입열량과 용접봉의 종류에 관계없이 경도값은 열처리전에 비해 많이 증가된 것을 볼 수 있다. 이 값들은 모재보다는 낮은 값을 나타냈다. 이것은 열처리에 의해 공정 조직이 미세해졌기 때문이라고 판단된다.

그림 4는 열처리후에 PMZ에서의 입열량과 용접봉의 종류에 따른 경도값을 나타낸 것이다. 전반적인 경도값의 변화는 FZ와 같은 경향이나 용접봉의 종류에 따른 차이는 줄어들었으며 전체적으로 열처리전에 비해 많이 증가된 것을 볼 수 있다.

IV. 결 론

이상과 같이 MIG용접에 의해 용접부의 미세조직 및 기계적성질의 변화에 대한 연구에서 아래와 같은 결과를 얻었다.

1. 용접봉의 종류에 따른 접합부의 기계적성질은 5356의 경우 모재보다 우수, 4047은 모재와 비슷한 값, 4043은 모재보다 낮은 값을 나타냈다. 입열량에 따라서는 5356의 경우 입열량이 증가함에 따라 미세조직의 조대화에 의해 기계적성질이 저하했지만, 4043과 4047은 미세조직은 조대화 했지만 초정 Si의 생성에 의해 기계적성질의 변화는 거의 없었다.
2. 열처리(T6)후의 기계적성질은 공정조직의 미세화에 의해 전체적으로 상당히 증가되는 결과를 가져왔다.

V. 참고 문헌

1. A. J. Sunwoo, E. L. Bradley III, and J. W. Morris, Jr. : Metall. Trans 21A (1990) 2795
2. 堀田 昇次, 猿木 勝司, 中村 元志 : 輕金屬, 37 (1987) 146
3. 金 銀錫 : 熔接技術 (1991) 일진사

Table 1 Chemical compositions of base metal and filler metals.

(unit:wt.%)

	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Al
모재	9.8	-	-	-	0.3	-	0.1	bal.
5356	-	-	0.1	0.1	5.0	0.1	0.1	bal.
4043	5.0	0.8	0.3	0.1	0.1	0.1	0.2	bal.
4047	12.0	0.8	0.3	0.1	0.1	0.2	-	bal.

Table 2 Welding conditions.

	전압(V)	전류(A)	용접속도 (cm/min)	용접입열 (J/cm)	Ar공급량 (l/min)
Q-1	18	115	65	1910	15
Q-2	21	120	65	2330	
Q-3	24	130	70	2680	

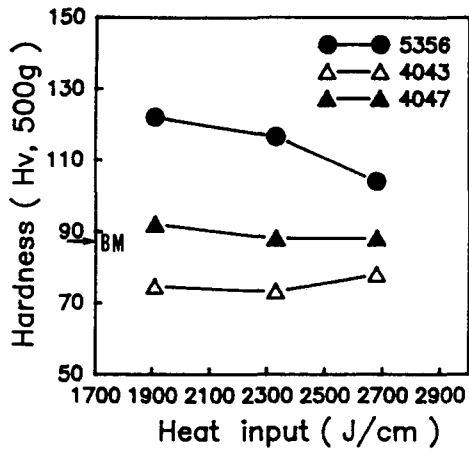


Fig.1 Hardness of fusion zone on heat input and filler metals.

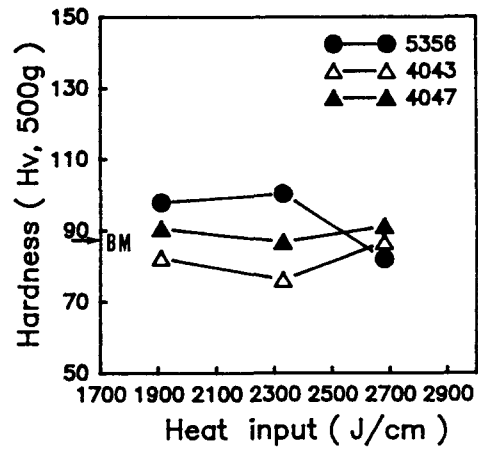


Fig.2 Hardness of partially melted zone on heat input and filler metals.

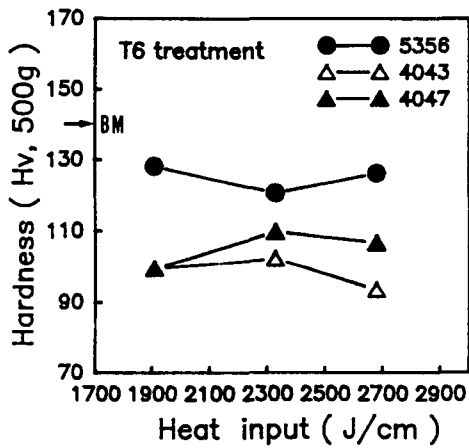


Fig.3 Hardness of fusion zone on heat input and filler metals after heat-treatment(T6).

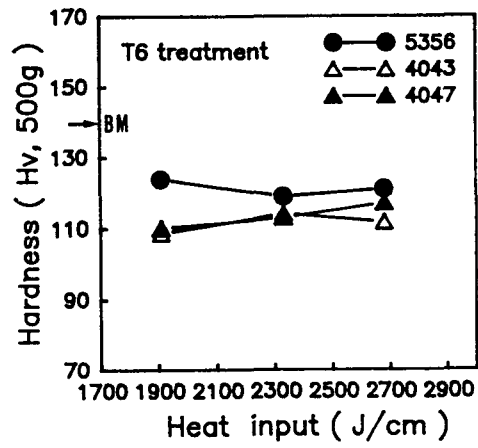


Fig.4 Hardness of partially melted zone on heat input and filler metals after heat-treatment(T6).