

PTA 분체 육성에 의한 Al 합금의 경화후막 합금화층의 형성(II)

-Hardening Characteristics on the Surface of Aluminum Alloy-

이 규 천, 이 영 호 (충남 대학교 기계 공학과)

松田 福久, 中田 一博 (大阪大學 溶接工學 研究所)

1. 서론

경량화 및 소형화가 필수 요건인 자동차 및 산업용 로봇, 사무기기 등의 산업 기계분야에 있어서는 경량의 Al계 재료가 널리 이용되어 오고있다. 금후 내마멸성이 요구되는 차량, 공구 및 기계 부품 등에 그 적용 범위가 더욱 넓어지리라 예상되고 있으나 Al에 내마멸성을 부여하기 위한 표면경화 기술은 아직 충분하게 확립되어 있지 않는 것이 현실이다. 따라서, 본 연구는 실용적으로 그 유효성이 대단히 높은 PTA(Plasma Transferred Arc)법을 이용하여 금속분말을 Al 합금 표면에 오우버레이한 경우의 합금화층에 대한 금속학적인 검토와 아울러 그 경화 특성에 관하여 조사하였다.

2. 사용재료 및 실험방법

모재는 Al 합금(AC2B) 주물판(100x60x10)을 사용하였으며, Table 1은 모재의 화학조성을 나타낸다. 표면 경화 합금화층(surface hardening alloying layer)의 형성을 위한 합금화 분말(alloying powder)로써는 순도 99.9%의 Cr, Cu 및 Ni 금속분말을 사용하였으며 각 분말 공급량은 5~20 g/min까지 변화시켰다. 본 실험에 사용된 PTA법에서는 파이롯트 가스(0.5 l/min), 분말 송급가스 (2 l/min) 및 시일드가스(16 l/min)의 3가지 형태의 아르곤 가스를 사용하였다.

Fig. 1은 합금화층의 오우버레이법으로써 플라즈마 아크에 의해 모재 표면을 일정 속도로 용융시키면서 그림에 나타낸 바와 같이 각 가스의 공급과 함께, 토치로부터 금속분말을 플라즈마 아크를 통하여 용융부울에 공급하여 모재와의 합금화층을 형성시킨다. Table 2는 합금화층의 오우버레이 조건이다.

상기와 같은 방법에 의하여 얻어진 각 합금화층에 대해서는 그 비이드 표면 외관 및 단면 형상의 조사와 함께, 미세 조직에 대한 광학 및 주사 전자 현미경 관찰을 하였다. 그리고 EPMA 분석 및 X-ray 회절법($\text{CuK}\alpha$, $80^\circ \sim 20^\circ$)에 의해 형성된 상의 검토와 아울러 경도시험과 마멸실험을 실시하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

3.1 적정합금화 조건

오우버레이 조건에 의한 합금화 비이드 외관은 Cr의 경우는 150 A 이상에서 모재와 양호한 용융을 보이나 분말 공급량의 증가에 따라서 비이드 표면에 분말의 퇴적이 나타나며, Cu, Ni의 경우는 150 A 이상에서도 분말 공급량의 증가에도 불구하고 양호한 비이드 표면이 얻어지고 있다.

한편 각 합금화층의 비이드 단면 형상에 있어서는 분말을 공급함에 따라 비이드 폭, 용융 깊이는 분말을 공급하지 않은 경우에 비하여 증가하지만 그 영향은 분말의 종류에 의해 다르게 나타나고 있다. Cr에서는 Cu 및 Ni에 비하여 동일 조건에서 용융 깊이는 작으며 균일한 합금화층이 얻어지고 있지 않는데, 이것은 포정반응에 의해 고용점의 화합물이 비이드 표면에 층상으로 형성되고 있기 때문이다. 반면, Cu에서는 전반적으로 균일한 합금화층이 형성되고 있다. 이것은 Cu가 Al과 넓은 조성 범위에서 저용점의 공정반응을 갖고 있기 때문으로 생각된다. Ni에서는 그 양이 적은 범위에서 저용점의 공정반응이 존재하여 용이하게 균일한 합금화층이 형성되고 있으나 Ni량의 증가에 따라 포정반응에 수반하는 액상선 온도가 급격히 높게되어 비이드 표면에 고용점의 화합물상이 형성되어 불균일 조직을 나타내고 있다.

3.2 합금화층의 조직 및 경화 특성

Cr 합금화층은 침상 및 괴상조직을 나타내며, 화합물이 층상(Cr_5Al_8)으로 형성되는 부분에서는 크랙이 발생하고 있다. Cu 합금화층에서는 균일한 아공정조직($\alpha+E$)과 과공정조직($\theta+E$)을 나타내며 크랙은 발생하지 않고 있다. Ni 합금화층에서는 Cr의 경우와 유사한 경향을 보이며, 화합물(NiAl)이 괴상 또는 층상으로 증

양부까지 형성되면서 크랙이 발생하고 있다.

한편 합금화층의 경도분포는 Cr, Ni의 경우는 조직의 불균일로 인하여 경도값의 현저한 변화와 함께 각각 Hv 740, Hv 850까지를, Cu에서는 합금화층내의 Cu 함유량이 일정한 범위내에 있으므로 경도 분포도 Hv 250~330 정도를 나타냈다. 또한 내마멸성은 각합금화층의 경도 증가와 함께 모재에 비하여 현저하게 향상되었다.

Table 1 Chemical compositions of base metal

Material	Chemical compositions (wt.%)						
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Al
AC2B	5.8	0.49	2.5	0.31	0.04	0.08	Bal.

Table 2 Overlaying conditions used in this experiment

I MEAN (A)	I EN (A)	I EP (A)	T EN / T E ₁	Powder feeding rate (g/min)	Overlaying speed (mm/min)	Ar gas (l/min)		
						Pilot gas	Powder carrier gas	Shield. gas
125	172	80	75 / 25	5	150			
150	217							
175	255					0.5	2	16
200	295							

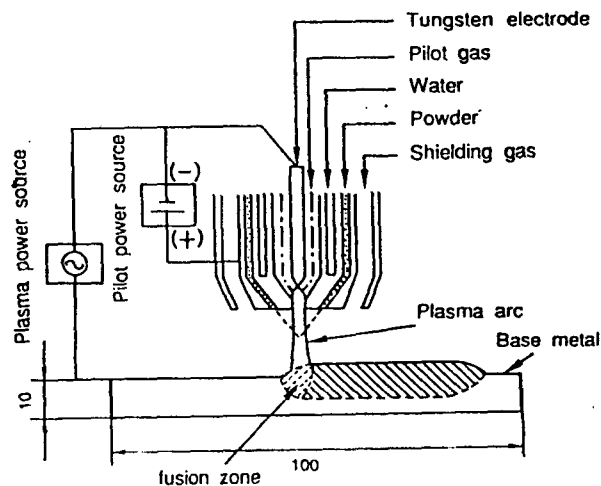


Fig. 1 Schematic illustration of PTA overlaying process