

Al 합금후막경화법을 이용한 Piston Ring groove 성형

임병수*, 여유종*, 문정훈*, 서창제*, 김환태**, 황선효**

*성균관대학교 금속공학과, **한국기계연구원 용접기술연구부

1.서론

현재 사용되고 있는 자동차 엔진의 피스톤 재료는 경량화재질인 Al 합금을 주로 사용하고 있다. 그러나 Al은 주철에 비하여 가볍지만 내열, 내마모성이 떨어지므로 피스톤의 왕복운동으로 인한 피스톤 모서리부분의 균열과 Top Ring Groove부의 마모가 쉽게 일어나는 문제점을 가지고 있다.

이와같은 문제점을 해결하기위해 근래까지 주철재 Ni-Resist법과 전자빔을 이용하여 내마모합금층을 형성시키는 방법등이 시도되었다. 그러나 주철재 Ni-Resist 법의 경우 피스톤의 전체중량의 상승, Al과의 접착강도 저하 및 설계상의 제한을 받게된다. 또한 전자빔을 이용하는 경우 설비비등의 문제가 있다.

따라서 본 실험은 위와같은 문제점을 해소하기위해 표면경화법으로 실적이 있는 PTA(Plasma Transferred Arc)법을 이용하여 피스톤 Top Ring Groove 부위에 합금화층을 형성시켜 내마모성이 우수한 피스톤 Top Ring groove를 형성하는 것을 목적으로 하였다.

2.사용재료 및 실험방법

본 실험에 사용한 모재는 자동차 피스톤용 Al 주물재인 AC8A합금을 사용하였고 조성을 Table 1.에 나타내었다. 합금화 분말은 순도 99% 이상인 Cu(150-200 μ m)분말을 사용하였다.

그리고 용접조건으로 용접전류는 직류정극성으로 하여 150 A로 하였고 분말공급량은 10 g/min으로 하였고 Pilot gas로는 Ar, Shield gas는 He를 사용하였다. 또한 피스톤회전기의 회전속도를 조절하여 용접 Torch가 250 mm/min으로 이동하는 속도와 같게 되도록 보정하여 실시하였다. Photo.1에 피스톤회전장치를 나타내었다.

또한 피스톤에 형성된 합금화층의 비드외관, 단면을 관찰하였고 Vickers 경도 및 내마모실험을 통해 기계적성질을 조사하였다. 그리고 광학 및 주사전자현미경을 통해 조직을 관찰하였다.

3. 실험결과

Photo.2는 피스톤표면에 합금화층을 형성시켰을 때의 비드외관사진으로서 사진에서와 같이 양호한합금화층을 형성시킬 수 있었다.

Photo.3은 광학현미경으로 살펴본 합금화층의 미세조직으로 비드 내부의 전영역은 사진의 윗부분과 같이 균일하게 Al과 Cu의 양호한 합금화층을 형성하고 있었고 이러한 합금화층은 금속간화합물인 $CuAl_2$ 상으로 사료되었다., 사진의 중간부분은 합금화층과 모재와의 경계부로서 합금화층 내의 조직에 비해 다소 조대화된 조직을 보였다.

Fig.1은 피스톤표면에 형성된 합금화층의 경도분포로 모재(100-120Hv)에 비해 훨씬 향상된 약 210-220Hv의 경도분포를 나타내고 있다. 이러한 경도의 증가는 Cu분말과 모재인 Al이 반응하여 금속간화합물인 $CuAl_2$ 상의 형성에 기인하는 것으로 사료된다.

4. 결론

- 1.PTA법을 이용하여 피스톤표면에 양호한 합금화층을 형성시키는 것은 가능하였다.
- 2.형성된 합금화층의 경도는 모재(100-120Hv)에 비해 향상된 210-220Hv를 나타내었고 이것은 Cu와 Al이 반응하여 금속간화합물인 $CuAl_2$ 상의 형성 때문으로 사료된다.

Table 1. Composition of AC8A Al alloy

Chemical composition (%)								
Cu	Si	Mg	Zn	Fe	Mn	Ni	Ti	Al
0.8-1.3	11.0-13.0	0.7-1.3	0.1	0.8	0.1	1.0-2.5	0.2	Bal



Photo.2. Shape of overlaying metal on piston

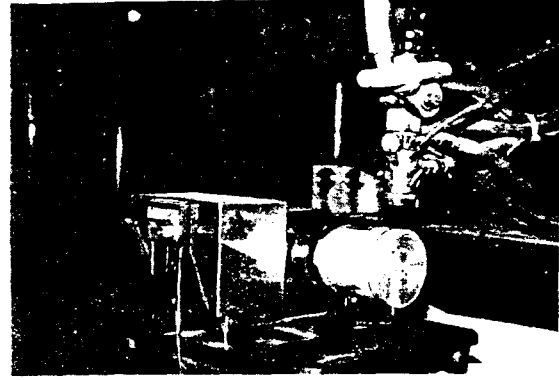


Photo.1. Piston rotator used in this experiment

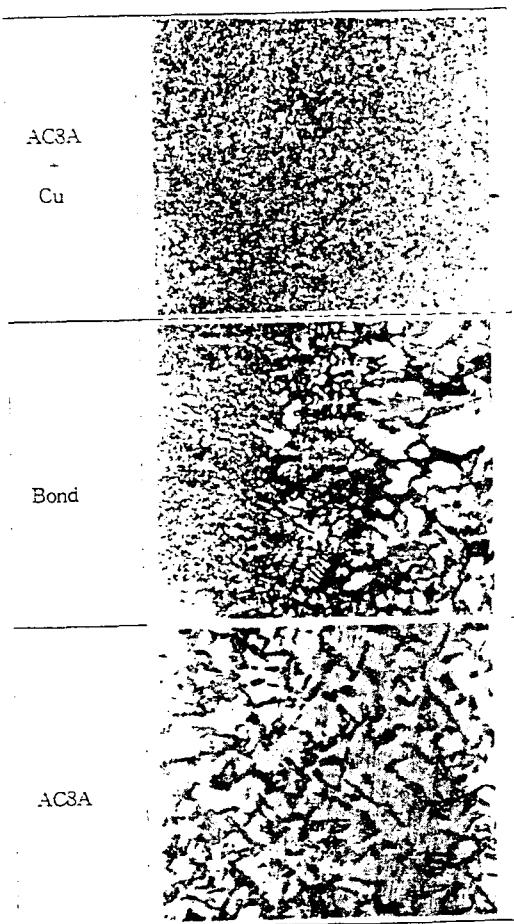


Photo.3. Microstructure of hardened layer

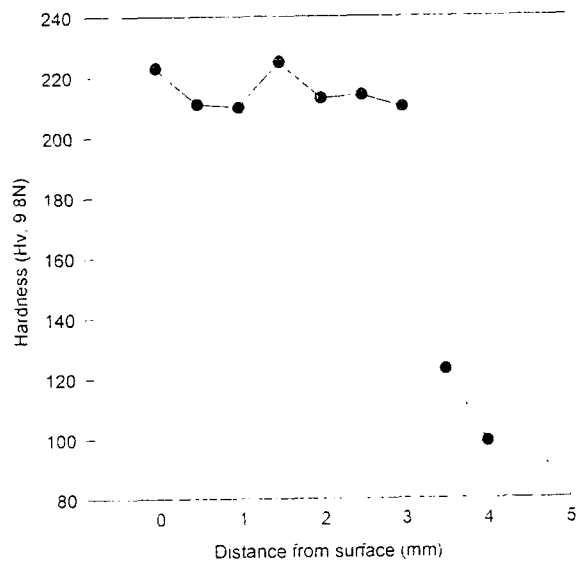


Fig.1. Hardness distribution in Cu alloyed layer on piston