

# PTAW法에 依한 Al 合金 表面의 厚膜硬化層 形成에 關한 研究

오세훈\*, 김봉수\*, 임병수\*, 서창제\*, 황선흐\*\*

\*성균관대학교 금속공학과, \*\*한국기계연구원 용접기술연구부

## 1. 서론

알루미늄 합금 재료의 표면경화법으로는 종전까지는 경질 Alumite처리나 각종 도금법이 실용화되어 왔지만, 이러한 방법으로는 경화층 두께가 수mm-수십mm의 극히 얕은 경화층 밖에 형성시킬 수 없어 면밀하증을 받는 상태에서의 내마모성이 충분하지 못하므로 mm두께의 비교적 두꺼운 경화층을 형성시킬 수 있는 후막표면경화법에 대한 연구가 요구되어 왔으며, 이를 위한 방법으로서 Plasma Arc 열원을 이용한 알루미늄의 후막복합육성법이 검토되고 있다. 이러한 후막복합육성법을 이용하여 알루미늄 합금 표면에 내마모성 및 내열성이 우수한 표면 육성층을 형성할 수 있다면 알루미늄 합금의 활용 용도는 크게 넓어 질 것이다.

따라서 본 연구에서는 PTA(Plasma Transferred Arc)법을 이용하여 A5083합금에 Cu, NbC, TiC분말로 각각 합금화 및 복합화층을 형성하는 실험을 실시하였으며, 또한 자동차 피스톤(AC8A)표면에 Cu, TiC 등의 분말로 경화층을 형성시키는 실험을 실시하여 경화층의 형성조건 영역 및 조직을 조사하고, 기계적 특성에 대해 검토하였다.

## 2. 사용재료 및 실험방법

모재는 실용가능성을 알아보고자 실제 구조재로 많이 사용되고 있는 비교적 강도가 높은 A5083과 현재 자동차에 사용되고 있는 엔진용 피스톤 합금인 AC8A와 실제 piston에 PTA 분체육성법을 이용하여 Cu, NbC, TiC 분말로 경화층을 형성하였다.

Fig.1과 Fig.2에 PTA원리도와 자동차 피스톤 top ring groove 육성용접부의 모식도를 나타내었다. PTA법은 Plasma Arc에 의해 일정한 속도로 모재를 용융시키면서 분말이 Arc내부를 통해 용융지에 공급되어 모재와 공급분말의 경화층을 형성시키는 원리이다. 또한, 실제 피스톤에의 응용성을 알아보고자 AC8A 및 피스톤 top ring groove 부위에 적용하여 육성경화층을 형성 하였다.

용접조건은 A5083의 경우는 전류 120~180A, 분말 공급량은 5~10g/min으로 변화시켰으며, 용접속도는 250mm/min으로 일정하게 하였고, AC8A의 경우는 Cu는 150A, 10g/min, 250mm/min, TiC는 150~180A, 200~350mm/min로 하였고, 모재와 토오치 사이의 거리는 10mm로 하였으며 pilot gas는 Ar, shield gas는 He를 사용하였다. 그리고 이외의 다른 조건은 모두 일정하게 하였다.

경화층을 형성시킨 후 비드외관 및 단면을 관찰하였고 vickers경도 및 내마모 실험을 실시 하였으며 형성된 조직을 관찰하고자 광학현미경 및 주사전자 현미경을 통한 조직관찰을 하였다.

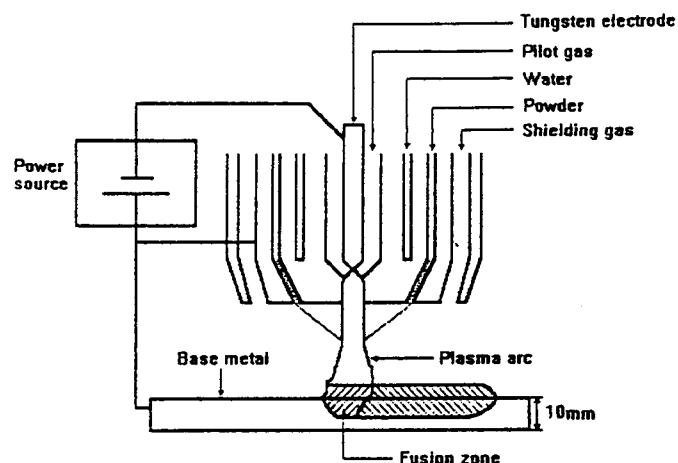


Fig.1 Schematic illustration of PTA overlaying process

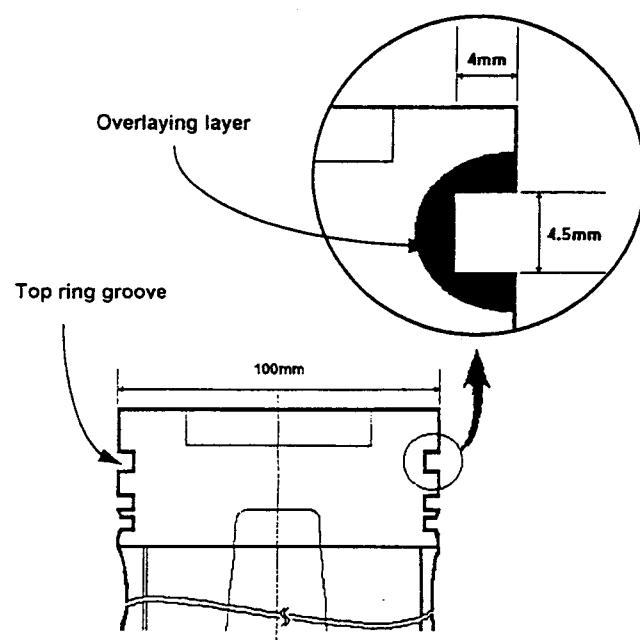


Fig.2 Schematic illustration of piston appearance

### 3. 실험결과

A5083의 경우 Cu분말로 경화층을 육성시킨 경우 150A, 180A에서 그리고 NbC, TiC 분말의 경우 거의 모든 영역에서 양호한 비드 외관을 관찰할 수 있었으며, AC8A의 경우 Cu분말은 150A, 10g/min에서, TiC의 경우 대부분의 경우에서 양호한 비드 외관을 관찰 할 수 있었다.

Fig.3 (a),(b),(c)는 A5083에 각 분말로 경화층을 육성시켰을때의 vickers경도 분포이다. (a) Cu분말의 경우 약 240~285Hv, (b) NbC 분말의 경우 약 60~100Hv, (c) TiC분말의 경우 약 60~125Hv를 나타내고 있는데 이것은 Cu분말의 경화층의 경우 Cu와 모재가 반응한 미세한 CuAl<sub>2</sub>상이 경도증가에 기여한다고 사료되나 세라믹 분말의 경우 모재와 반응을 하지 않고 미용용으로 존재하는 세라믹 분말이 경도를 증가시키기에는 너무 조대 (70-140μm)하여 경도치가 Cu분말을 사용한 경화층에 비해 낮은 경도치를 나타낸다고 사료된다.

Fig.4는 피스톤 표면에 Cu분말로 형성된 합금화층과 모재인 알루미늄 합금(AC8A)과의 비마모량을 비교하여 나타낸 마모시험 결과이다. 그림에서 알 수 있듯이 모재인 AC8A 합금의 경우 마모속도가 각각 1,3,5m/sec으로 증가함에 따라 비마모량이 점차 비례하여 증가함을 관찰 할 수 있으나, 육성경화층의 경우는 마모속도의 증가와 거의 무관하게 일정함을 알 수 있는데 이러한 내마모성의 향상은 경도 증가와 마찬가지로 경화층 내부의 CuAl<sub>2</sub>상의 형성에 기인한 결과로 사료된다.

### 4. 결론

PTA법을 이용하여 A5083 및 AC8A합금에 각분말들로 경화층을 육성시킨 후 조직관찰과 특성평가를 실시하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 경도측정 결과 A5083의 경우 모재는 약 50-55Hv, 경화층의 경우 Cu분말은 약 260-285Hv, NbC분말은 약 65-100Hv, TiC분말은 약 60-120Hv의 경도분포를 나타내었다. 또한 내마모 실험결과 모재에 비해 각 분말들로 육성시킨 경화층의 내마모성이 월등히 우수하였다.

2. 피스톤 표면에 Cu분말과 TiC분말을 사용하여 양호한 합금복합화층을 형성시킬 수 있었고 Cu분말로 경화층을 형성시킨 경우 모재인 AC8A 합금에 비해 형성된 합금화층의 경우 경도 및 내마모성이 우수하였으며, 경도는 모재에 비해 약 2배, 내마모특성은 5m/sec의 경우 모재에 비해 약 10배 정도의 내마모성 향상을 관찰할 수 있었다.

### 5. 참고문헌

1. J.D.AYERS, R.J.SCHAFFER AND W.P.ROBEY : J. METAL, 3(1981), pp.19-23
2. K.P.COOPER AND J.D.AYERS : SURFACE ENGINEERING, 1(1985), pp.263-272
3. (財)金屬係材料研究開發 CENTER : Al表面 mm order 硬化技術調査 報告書, (1989), 3
4. 松田 福久 : アルミニウム合金の表面厚膜硬化技術の現状, 溶接技術 (1991.6)

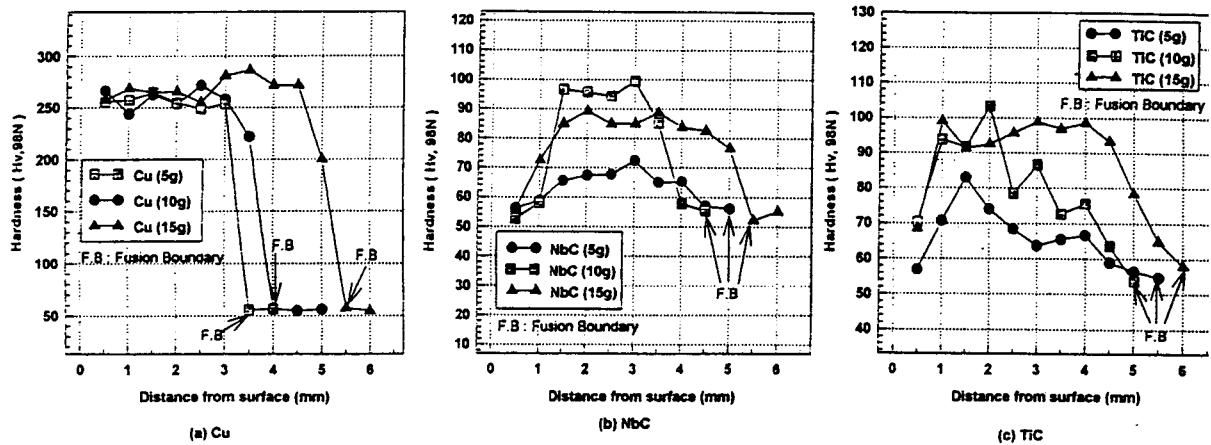


Fig.3 Hardness distribution on hardened lalyer : A5083, 150A

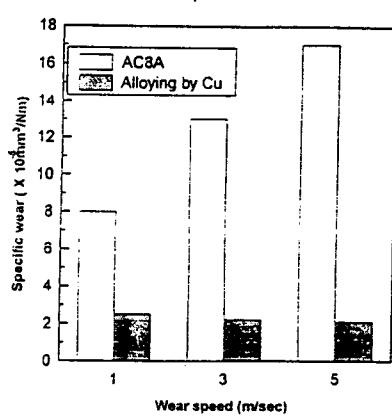


Fig.4 Wear test graphs of base metal (AC8A) and Cu alloying metal on piston