

복합분말에 의한 Fe-Ni-C계 윤활성 복합용사피막의 특성

Characteristics of Thermal Sprayed Lubricant Fe-Ni-C Coatings by Composite Powders

양 병 모, 박 정 식, 변 용 선**, 박 경 채
경북대학교, 대구보건전문대학*, 한국기계연구소**

1. 서론

최근 지구환경 보호의 관점에서 자동차에 대해서 저공해화와 연료절감의 요구증대로 인해 자동차의 경량화에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 현재 가장 효과적인 경량화 방안으로 실용화되고 있는것으로 자동차의 부품소재를 철강재료에서 알루미늄합금으로 대체하는 것이다. 특히, 이러한 자동차부품중에서도 무거운 중량을 차지하는 엔진의 실린더 블록(Cylinder block)소재를 편상흑연주철에서 비중이 2.7로 가벼운 알루미늄합금으로 교체함으로써 자동차의 경량화가 가능하게 되어, 현재 알루미늄합금 소재로 한 실린더 블록의 제조가 증가하고 있다.

그러나 엔진 실린더는 피스톤링이 실린더와 접하여 상하(上下)운동과 연소·폭발시에 기밀성을 가지는 가스 시일(gas seal)이 중요하기 때문에 실린더는 다른 부분에 비해 한층 높은 내마모성과 내식성이 요구된다. 따라서 내마모성이 떨어지는 알루미늄합금 실린더 블록의 경우, 내마모성의 향상을 위한 표면개질에 대한 필요성이 대두되고 있다.

따라서 본 연구에서는 기계적합금화법에 의해 복합합금 분말을 제조하고, 이 분말을 플라즈마용사기를 이용하여 탄소에 의한 윤활성 용사피막을 형성시켜 이들 피막층의 특성을 조사하였다.

2. 실험방법

용사피막층의 기지금속으로는 현재 알루미늄엔진의 실린더 블록의 제작에 사용되고 있는 AC4B를 주조하여 판재(3mmT×50mmW×100mmL)로 절단하여 사용하였다.

윤활성을 가지는 용사피막을 형성하기 위해 사용하는 용사분말은 표 1과 같은 조성으로 기계적합금화(Mechanical alloying)에 의해서 제조하였다.

Table 1 Chemical compositions of thermal spray powders. (wt%)

NO.	C	Ni	Fe
1	5	20	Bal.
2	"	40	"
3	"	60	"

MA분말의 제조는 회전식 Ball Mill 기계적 합금화 장치를 사용하여 표2와 같은 조건으로 제조하였다.

용사는 Metco社의 MBN Plasma 용사기를 사용하여 표 3과 같은 조건으로 하였다. 전처리로는 피막의 접합면의 중대를 위하여 Alumina로서 블라스팅(blasting)하였다.

용사피막층의 경도 특성을 위해 용사피막층 단면의 경도는 마이크로 비커스 경도기를 이용하였다. 이때 시험 하중은 300g, 부하시간은 10초로 하였다. 피막층의 경도값은 10회 측정하여 평균치로서 나타내었다.

용사피막층의 내마모성을 측정하기 위하여 마모시험을 하였다. 마모시험은 JIS K7218 규정 Block-회전 원판 마모시험법(大越式 迅速) 으로 대기중 무윤활상태에서 실시하였다. 마모시험은

표면의 산화 피막을 제거하지 않은 상태에서 마모시험을 하였다.

Table 2 Mechanical alloying conditions.

Milling receptacle	Stainless steel (SUS304) ϕ 100mm, Inside volume : 0.9 l
Milling media	Stainless steel ball (SUS304) ϕ 7mm, 1.2Kg
Media fill up ratio	0.5
Ball : Powder	60 : 1 (mass ratio)
Revolution speed	200 \pm 1
Milling assistant	.
Atomosphere	Ar
Milling time	3~24 hour

Table 3 Condition of plasma spray coatings.

Spray Gun	Metco - MBN
Gas Pressure (Ar/H ₂)	50/10 psi
Spray Distance	150, 170 mm
Air pressure	50 psi
Transverse speed	600 mm/min
Spray Angle	90°
Arc Voltage	55 V
Arc current	500 A

3. 실험결과 및 고찰

그림 1은 용사피막의 경도치를 보여주고 있다. 먼저 용사거리에 따라서는 150mm가 170mm에 비해서 높은 경도치를 보여주고 있다. 이것은 그림 2의 단면 조작사진에서 보는 바와 같이 150mm가 170mm에 비해서 용사피막의 입자층(lamella) 두께가 얇은 것을 알수 있다. 이는 용사거리에 따라 용융된 입자가 모체에 충돌속도의 차이에 의한 것으로 사료되는데, 이러한 입자층의 차이로 인해서 150mm의 경도치가 높은 것으로 판단된다. 또한 Ni량의 변화 따른 경도치의 변화는 다소간의 차이는 나타나지만 큰 변화가 없다.

그림 3은 마모시험 결과를 나타내고 있는데, 마모시험 결과, Fe-5C-60Ni이 비마모량이 가장 적은 것을 알수 있다. 이것은 대기중 용사로 인해 용사시 용융된 입자가 산화되게 되는데, 이러한 용융입자의 표면산화는 용사피막의 내마모성을 저하시키는 원인이 된다. 따라서 내산화성이 우수한 Ni의 양이 많은 Fe-5C-60Ni은 상대적으로 산화정도가 적었기 때문에 비마모량이 적은것으로 판단된다.

4. 참고문헌

- 1) R. C. McCume, M. J. Zalusec, L. V. Reatherford, E. L. Cartwright : 1994 Thermal Spray Industrial Application, 25
- 2) Lech Pawlowski : The Science and Engineering of Thermal Spray Coatings, (1995) John Wiley & Sons Ltd.

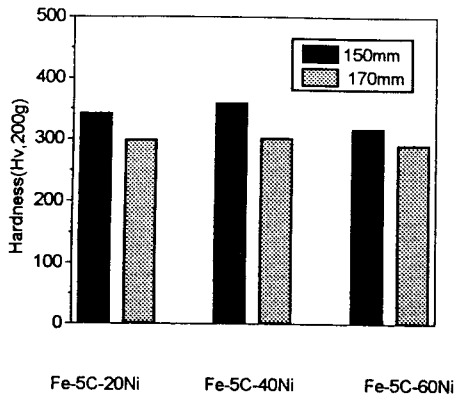


Fig. 1 Hardnesses of plasma-sprayed Fe-5C-20Ni, Fe-5C-40Ni, Fe-5C-60Ni coatings.

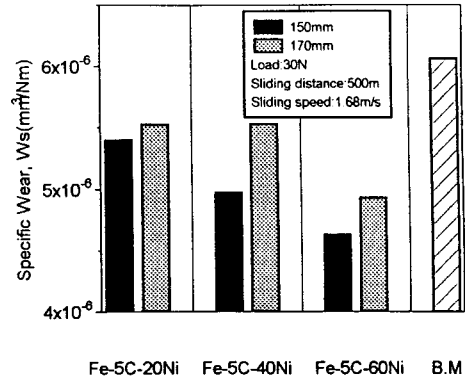


Fig. 3 Specific wears of substrate and plasma-sprayed Fe-5C-20Ni, Fe-5C-40Ni, Fe-5C-60Ni coatings.

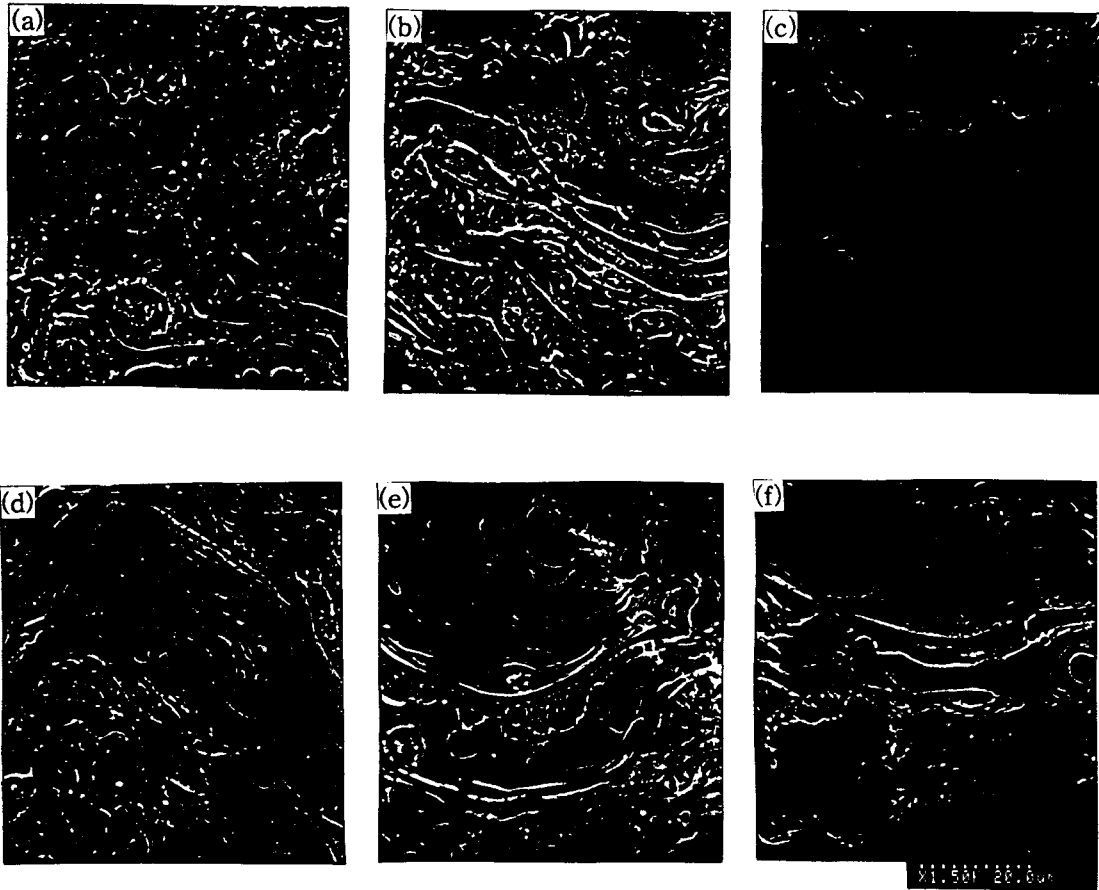


Fig. 2 Microstructures of plasma-sprayed coatings on spray distance of 150mm [Fe-5C-20Ni(a), Fe-5C-40Ni(b), Fe-5C-60Ni(c)] and 170mm [Fe-5C-20Ni(d), Fe-5C-40Ni(e), Fe-5C-60Ni(f)]