

복합분말을 이용한 플라즈마 용사 발열코팅의 특성

A characteristics of heat coating layer by plasma thermal spraying of compound powder

진민석, 김태형, 박경채

경북대학교 공과대학 금속공학과

1. 서 론

용사(Thermal spray)코팅은 기존의 방법인 PVD, CVD, 도금 등에 비해, 건식 및 저온공정으로 비교적 두꺼운 기능성 피막의 형성이 가능하다. 본 기술은 소재의 형상이나 크기에 제한 없이 고속도 가공이 가능한 장점을 가지고 있어, 새로운 분야에 적용하기 위한 연구가 활발히 진행 중에 있다.

용사코팅에 관한 연구는 산업전반에 그 적용범위가 실로 광범위하다. 예를 들면, 전기·전자, 자동차·선박·우주항공, 건축·토목, 인쇄·제지, 의료 분야 등에서의 내마모, 내식, 열차폐, 절연, 내산화, 인공뼈 이식 등의 기능성 피막코팅에 적용되고 있다.

특히, 전기·사무기기부품 중 히터장치의 발열체피막에 관한 연구로 국내에 새로운 적용분야를 개척하므로써 새로운 연구분야로 발전할 수 있을 것이다.

따라서, 본 연구에서는 용사법에 의한 히터롤의 발열특성의 용사코팅에 대한 기초연구로 용사코팅 재료, 용사 조건 등의 변수가 용사코팅층에 미치는 영향을 평가하였다.

2. 실험 방법

용사모재로는 알루미늄과 SUS를 블록(12×12×12mm), 봉상(∅20×15cm)형태로 기계 가공하여 용사 전처리로 피막의 접합면의 증대와 모재 표면의 산화피막의 제거를 위하여 알루미늄으로 블라스팅한 후, 탈지처리와 이물질 제거를 위해 아세톤으로 초음파 세척하였다.

복합 용사분말 제조를 위해 법으로는 전체 공정이 고체상태로 이루어지며 입자가 균일하게 분포하는 복합분말의 제조가 가능한 장점이 있으며, 경제적으로 우수한 특성의 복합분말 제조하기 위해 경제적인 복합분말을 제조를 위해 원통형의 불 밀링법을 적용하여 분말의 합금화를 실시하였다. 불 밀링장치로 원통형 캔을 사용하였으며, 불은 스테인레스 볼로 캔에 대한 불 충전량은 용기내의 체적의 20%로 하였고 분말량은 불 총 중량의 1/10로 하였다. 표 1은 밀링조건을 나타내었다.

플라즈마 용사장치로 Metco사의 9MB 플라즈마 건을 사용하여 표 2의 조건으로 대기 중에서 용사하였다. 플라즈마 발생 가스로 1차 가스는 아르곤을 2차 가스는 수소를 사용하였다. 용사합금분말의 조성에 따라 코팅층 내의 미용융 입자의 생성을 방지하기 위해 온도증가를 1, 2차 가스의 압력을 증가시켜 용사하였다. 분말 공급량은 합금조성에 따라 62 g/mim, 74 g/mim으로 용사하였다. 용사 후 처리로는 300℃~700℃에서 열처리를 실시하였다. 용사 코팅층에 대해 OM, SEM, EPMA, EDS, XRD 등의 분석과 micro-vickers 경도시험과 강도시험을 통하여 코팅층의 특성을 평가하였다.

3. 결 론

- 1) 복합분말을 제조를 위해 합금화장치를 이용하여 5~30시간까지 밀링하여 용사합금분말을 복합분말의 기계적 합금화법으로 제조하였다. 그림 1은 밀링 시간에 따른 합금분말의 형상변화를 관찰한 사진으로 5시간 밀링 한 분말은 불에 의해 입자가 파쇄되기 시작하며, 10~15시간까지 소성변

형되어 판상의 형태로 변형된 형상으로 입자의 크기도 증가하는 경향을 보여주고, 20시간부터 판상의 입자는 부서져 미세한 불규칙한 형상으로 변화되고, 25시간이상에서는 구상의 형태로 변화되며 입자의 크기는 감소하면서 구상의 형상을 유지하였다. 그림 1은 밀링시간에 따른 분말의 유동도를 나타낸 것이다. 따라서 25시간 이상 밀링한 분말을 분급하여 용사코팅에 적합한 복합분말을 얻을 수 있었다.

- 2) 용사 코팅층의 단면조직은 전형적인 스플랫(splat)층이 관찰되고 있으며, 스플랫 층은 용사입자가 모재에 충돌 적층되어 피막을 형성하는 용사의 특성 때문에 나타나는 것으로 용사 입자의 용융정도에 따라 점성이 증가하여 모재 충돌 시 퍼짐성이 증가되고 있는 것을 알 수 있다. 그림 2는 알루미늄의 모재인 경우에는 용사 입자의 모재 충돌 시 모재와의 열전달에 코팅층의 냉각속도가 증가하여 코팅층내의 기공형성이 SUS 모재보다 기공의 형성이 용이한 것으로 판단된다.
- 3) 열처리에 따른 용사층의 특성은 코팅층과 모재와의 접합성이 향상되고 코팅층내의 기공율이 감소하는 결과를 얻을 수 있었다.

참고문헌

1. Lech Pawlowski: The Science and Engineering of Thermal Spray Coating, pp 330-340
2. R. Mhazen, Limarry and W. Finzden: Chem. 43-3 (1981) 143
3. Ying-chun, Ken Yukimura, Chuan Ding, Ping-yu Zhang: Tribological properties of nanostructured and conventional WC-Co coatings deposited by plasma spraying, journal of thin solid film, 388(2001), pp 277-282
4. Keitaro Yamashita, Koji Noguchi: Development of System Parts for Electrophotographic printer 日立金樹技報 vol. 1 pp 15-20
5. Yoshiaki Arata, Akira Ohmori and Gofuku: Structure and Electrical Properties of TiO₂ Plasma Sprayed coating

Table 1. The conditions of Ball milling

Milling receptacle	Stainless steel (SUS304) ϕ 100mm, Inside volume : 6.3 l
Milling media	Stainless steel ball (SUS304) ϕ 12.5mm, 2.5Kg
Media fill up ratio	0.5
Ball : Powder	50 : 1 (mass ratio)
Revolution speed(rpm)	50 ± 1
Milling assistant	.
Atomosphere	Low pressure
Milling time	5 ~30 hours

Table 2. The conditions of APS coating

Spray gun	Metco - 9MB	
Chemical composition (wt%)	TiO ₂ + 10%Ni-C	TiO ₂ + 30%Ni-C
	Al ₂ O ₃ + 10%Ni-C	Al ₂ O ₃ + 30%Ni-C
Gas pressure(Ar/H ₂) (psi)	96/20	116/23.5
Spray distance (mm)	150	←
Transverse speed (mm/min)	500	←
Spray angle (°)	90	←
Arc voltage (V)	70	←
Arc current (A)	500	←
Feed rate indicator (g/min)	74	62
Carrier gas flow (SCFH)	13.5	←

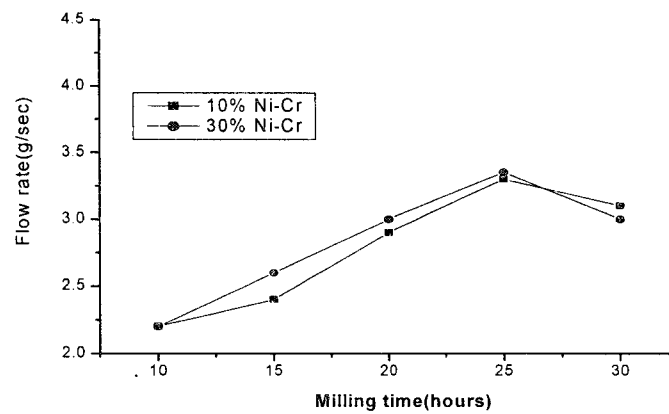


Fig. 1 Powder flowrate with ball milling time

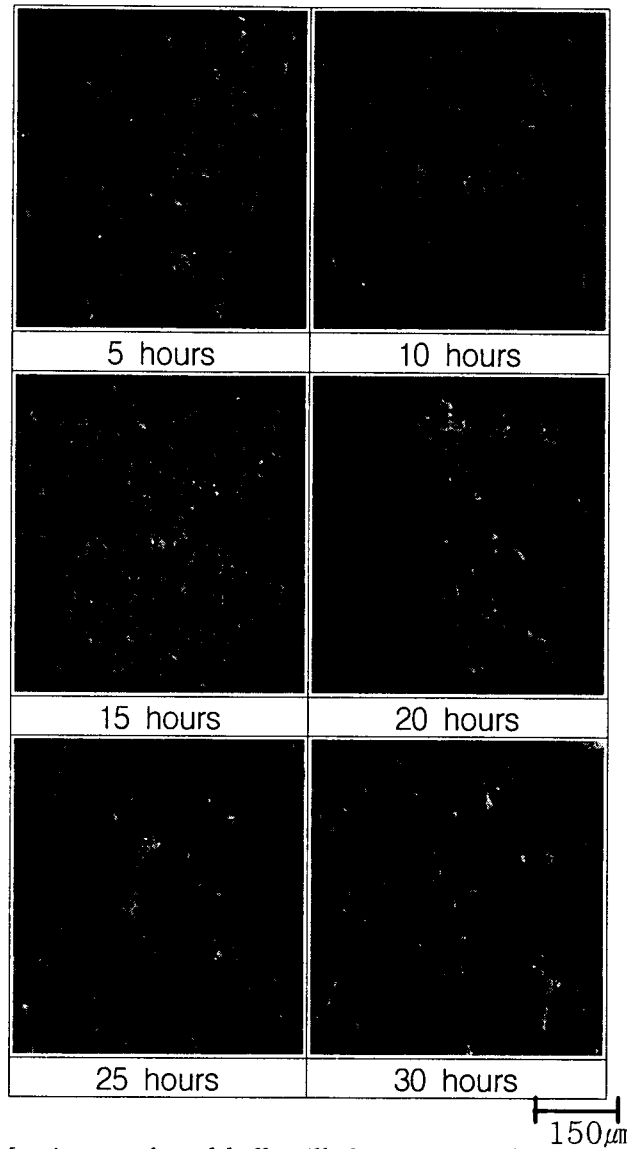


Fig. 2 SEM micrographs of ball milled spray powder with milling time

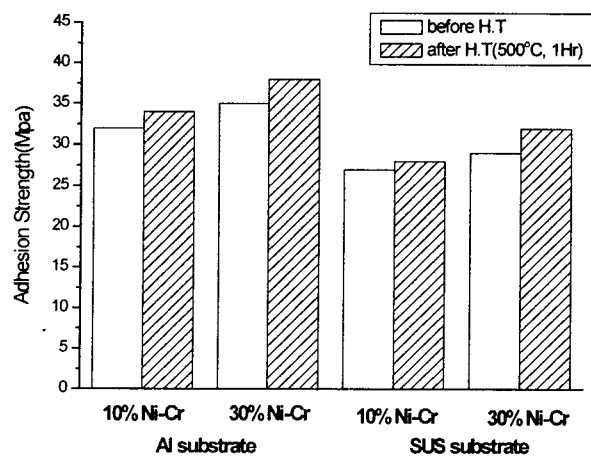


Fig. 3 Adhesive strength of plasma-sprayed coatings. Before and after heat treatment. at 500°C for 1hours