

SiO₂-Al₂O₃계의 조성변화 및 조성변화 및 용사변수가 플라즈마 용사층에 미치는 영향

The influence of composition change and plasma spraying parameters
on the coating of plasma sprayed SiO₂-Al₂O₃ systems

鄭吉童, 徐東秀
충남대학교 재료공학과

1. 서론

내마모 및 단열성을 요하는 기계류 부품의 보수 및 재생의 목적으로 활용되어 왔으나, 1960년대 초부터 항공기 엔진부품의 고온 내식성과 단열성을 증대시키기 위하여 응용되기 시작한 플라즈마 용사법은 분말형태의 고분자 재료, 금속 재료, 세라믹 재료 등의 다양한 용사재료를 고온의 플라즈마 화염중에 혼입하여 용융시키고, 마하2 이상의 속도로 가속시켜 금속 또는 세라믹 모재위에 용사시키는 표면처리 기술로 제품의 신뢰성 및 내구성을 크게 증대시킨다.

알루미나-실리카계에서 사슬구조를 가진 mullite(3Al₂O₃·2SiO₂)는 낮은 열팽창계수를 갖고 있으며, 높은 용융온도(1828±10℃), 높은 creep저항성, 고온에서 우수한 기계적 특성을 가지고 있기 때문에 고온구조재료로 기대되고 있는 화합물이다.

따라서 본 연구에서는 spray drying법을 이용하여 구형의 플라즈마 용사용 혼합 조립분말(Al₂O₃-13wt.% SiO₂, Al₂O₃-28wt.% SiO₂, Al₂O₃-43wt.% SiO₂)을 제조하고 이 혼합분말을 플라즈마 용사하여 혼합분말의 용사층을 제조한 후, 조성변화 및 용사변수에 따라 용사층에 미치는 영향을 조사하여 최적 용사변수를 결정하였다.

2. 실험방법

플라즈마 용사용 분말은 유동성을 좋게하기 위하여 적당한 입도분포와 구형의 입형인 것이 필요한데, 이는 용사분말의 송급율을 일정하게 조절하여 용사효율을 증가시키고, 균일한 코팅층의 미세구조를 얻기 위함이다. 그러므로 본 연구에서는 spray drying법을 이용하여 구형의 조립입자로 유동성이 좋고 적당한 입도 분포를 갖는 용사용 분말을 제조하였다.

사용한 시험편은 SM5C의 금속모재를 25φ × 5t의 원반형으로 가공하여, 표면요철을 주기 위하여 표면에 60 mesh Al₂O₃ shot로 blasting하고 표면을 cleaning한 후 즉시 플라즈마 용사하였다. 또한 조립분말은 기공이 많아 습기에 민감하므로 110℃에서 3시간 이상 건조한 후 즉시 용사하였다. 용사시 사용한 플라즈마 용사장비는 최대 출력이 40kW인 METCO의 MBN Type gun이고 gun이송장치는 자체 제작하여 사용하였다. 플라즈마 발생 1차 gas로 Ar을, 2차 gas로 H₂를 사용하였으며 조성, gun의 출력, 용사거리, 분말유입량과 같은 용사변수를 변화시키면서 플라즈마 용사하였다.

플라즈마 용사된 각 용사층에 대해 용융상태를 관찰하기 위하여 표면상태 및 단면 미세조직을 SEM으로 관찰하였다. 또한 플라즈마 용사에 따른 조성변화 및 상변화를 EDAX, XRD 분석에 의해 알아 보았다. 그리고 용사변수에 따라 용사층의 미세구조가 변하는데, micro-vickers 경도계로 용사층의 경도를 측정하였다. 이와 같이 용사층을 특성평가하여 최적용사변수를 선정하였다.

3. 결과 및 고찰

분말의 유동성을 증가시켜 플라즈마 용사에 적합한 분말을 제조하기 위해 분쇄된 혼합분말을 분무건조하여 양호한 유동성을 가진 구형 분말을 제조하였다. SEM 사진 분석 결과, Fig.1과 같이 대부분 입자의 형상은 구형이었으나, 조립화되지 않은 분말도 일부 존재하였으며 또한 입자 표면과 내부에 기공들이 존재함을 알 수 있다. 원료분말이 물에 용해되지 않는 고체이므로 spray drying할 때 이러한 표면 기공들은 입자표면을 따라 생성되는 모세관 현상에 의해 액체(수분) 이동과 함께 작은 알갱들이 표면방향으로 이동하여 액체 증발시 granule내에 생긴 것으로 생각된다. 분무건조된 조립분말의 입도분포 및 유동도는 다음과 같다.

특성 \ 조성	Al ₂ O ₃ -13wt.%SiO ₂	Al ₂ O ₃ -28wt.%SiO ₂	Al ₂ O ₃ -43wt.%SiO ₂
입도분포 [μ m]	30~60	30~70	20~60
유동도 [sec/g]	3.77	3.06	4.23

조성 및 용사변수를 변화시켜 플라즈마 용사한 용사층의 분석 결과, 분말이 용융되어 퍼져 있기도 하였으나 부분적으로 용융되어 분말상태로 용사층에 있기도 하여 열린 기공이 존재 하기도 하였다. Fig.2는 Al₂O₃-28wt.% SiO₂의 조립분말을 용사한 용사층의 단면을 보여주고 있다.



Fig.1 Plasma spray powder, spray dried

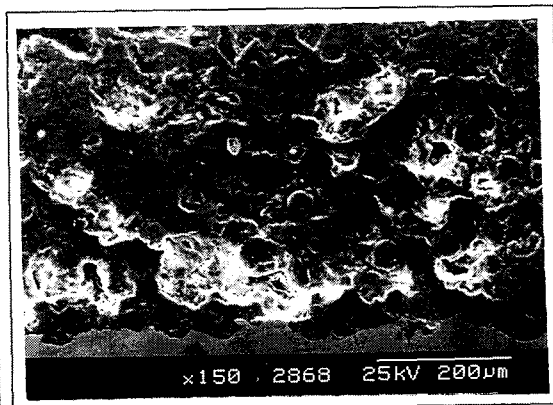


Fig.2 SEM-micrograph of a cross section of a SiO₂-Al₂O₃ coating

4. 참고문헌

- 1) Stanley J.Hukasiewicz, "Spray drying ceramic powders", J.Am.Ceram.Soc.72[4], 1989, 617~624
- 2) H.J.Graef and G.Seitz, "Spray drying of ceramic powders", Key Engineering Materials, Vols.56~57, 1991, 189~204
- 3) K.Masters, "Spray drying handbook", 4th ed., George Godwin, London, 1985
- 4) I.A.Aksay and J.A.Pask, J.Am.Ceram.Soc.,58[11-12] 1975, 507-512