

티타니아 세라믹 용사피막의 強度向上에 關한 研究 (I)
A study on the strengthening of the TiO₂ ceramic coating layer
on the steel substrate (I)

- 積層形態가 皮膜強度에 미치는 영향 -
The effect of the deposition configuration
on the strength of the coating layer

한국해양대학 대학원 김 영 식*
중합플스타(주) 김 시 건
한국 해양 대학 김 영 식

1. 머리말

금속 표면에 대한 세라믹 용사는 금속과 세라믹의 두가지 特性을 同時に 만족하는 新素材 創製기법으로서 최근들어 각광을 받고 있다. 그러나 용사과정중 발생하는 각종 冶金學的 현상이나 力學的 현상으로 인해 세라믹 피막을 形成하는 입자와 입자사이의 밀착특성과, 피막과 素地금속사이의 밀착특성이 저하하여 신뢰성과 내구성이 충분한 세라믹 용사제품을 얻는 데는 아직도 많은 문제점이 남아 있다.

본 연구에서는 프레임 용사에 의한 티타니아 (TiO₂) 세라믹 용사시, 세라믹 피막의 強度를 向上시키기 위한 一環으로서 세라믹 피막의 積層形態를 여러가지로 변화시켜, 이러한 積層形態가 피막의 構造, 硬度, 열충격 強度에 미치는 영향을 정량적으로 검토하였다.

2. 실험 방법

본 실험의 용사장치로는 Eutectio 社製의 프레임 용사장치 (Terodyn system 2000) 를 사용하고, 素地 (Substrate) 재료로서는 탄소강 평판 (SS41, 30 X 40 X 6 mm)을 사용하였다. 鋼素地表面에 본드 코팅재료 (Ni 95% - Al 5%, 粒徑 46 - 107 μm) 와 세라믹 코팅재료 (TiO₂ 100%, 粒徑 15-88 μm) 를 이용하여 積層形態가 다른 9종류의 용사피막을 작성하였다. 이와 같이 작성된 용사피막에 대해 미시적인 구조를 관찰하고, 마이크로 비커스 硬度 시험기에 의해 피막단면의 硬度를 조사하였다. 그리고 전기저항보를 이용하여 800 °C 로 가열하여 10분간 유지후 20 °C 의 清水中에 급냉시키는 방법으로 열충격시험을 실시하였다. 이와 같은 열충격 시험은 피막의 박리나 부풀음 또는 피막의 깨어짐이 관찰될 때까지 반복하여, 적층형태에 따른 열충격의 반복가능회수를 조사하였다.

Table 1 과 2는 각각 본 실험에 있어서의 용사조건 및 피막의 적층방법을 나타낸 것이다.

3. 실험결과 및 고찰

Photo. 1 은 적층방법을 달리한 D, E, F 시험편에 대해 용사 피막층의 미시조직을 조사하여 나타낸 것이다.

素地金屬 표면에 본드 코팅 실시후 세라믹 분말을 용사한 D 시험편의 경우는 본드 코팅층과 세라믹 코팅층의 경계가 뚜렷이 나타나 있으나, 본드 코팅 분말과 세라믹 분말을 혼합하여 一時에 용사를 실시한 E, F 시험편의 경우는 경계가 나타나지 않고 세라믹과 본드 코팅재가 혼합되어 있음을 알 수 있다. 또한 D 시험편에 비해 E, F 시험편의 경우가 조직이 더

육 치밀하고 산화물 등의 혼입이 작게 되어 있음을 알 수 있다.

Fig. 1 은 각 적층형태에 있어서, 표면의 마이크로 비커스 경도값을 나타낸 것이다. 이 결과에 의하면 본드 코팅과 세라믹 코팅을 분리하여 실시한 C 나 D 시험편의 경우, 혼합분말을 이용하여 一時에 실시한 E, F 시험편과 거의 동등하며 더욱 높은 표면 硬度를 얻기 위해서는 본드 코팅 분말과 세라믹 코팅 분말의 혼합비율 3:1 로 한 G 시험편이나, 多層 복합 피막인 H, I 形態로 적층하는 것이 바람직하다는 것을 알 수 있다. 특히 H, I 시험편은 鋼表面에 세라믹 만을 코팅한 B 시험편과 거의 同等한 硬度값을 보이고 있다.

Fig. 2 는 각 시험편에 대해 800 °C - 20 °C 間의 열충격시험을 실시한 결과를 나타낸 것이다. 세라믹만을 용사한 B 시험편의 경우가 가장 낮은 열충격 특성을 나타내고 있으며, C, E 및 I 시험편은 매우 양호한 열충격특성을 나타내고 있다. 여기서 적층방법이 同一한 C, D 시험편의 경우, D 시험편이 C 시험편에 비해 현저히 열충격 특성이 떨어지는 것은 Table 2 에 나타난 바와 같은 피막층의 두께에 의한 영향이라고 推料된다. 즉, 피막층의 두께가 증가하면 異種재료간의 열적거동에 현격한 차가 나타나게 되고 이러한 현상에 의해 열충격시험에 박리가 일어나는 것으로 생각할 수 있다. 또한 열충격 특성을 개선하기 위해서는 본드 코팅 분말과 세라믹 코팅 분말의 혼합비율 3:1로 한 E 시험편의 형태로 적층하는 것이 바람직함을 알 수 있다.

4. 결 론

鋼材표면에 티타니아 (TiO₂)세라믹 용사시 적층방법을 여러가지로 변화시켜 이러한 적층 형태가 피막의 미세조직, 硬度, 열충격특성에 미치는 영향을 조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

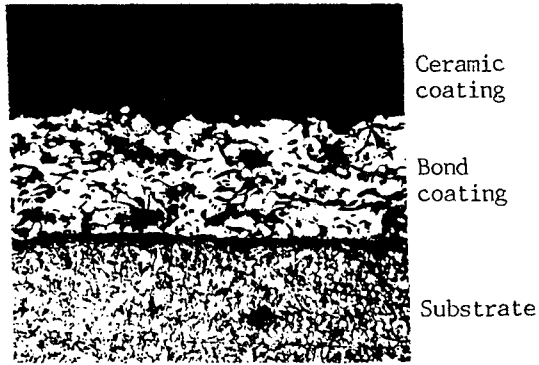
1. 본드코팅과 세라믹코팅을 분리하여 용사를 실시한 경우보다 본드코팅제와 세라믹코팅제를 혼합하여 一時에 용사를 실시한 경우가 더욱 치밀한 조직이 된다.
2. 세라믹 용사피막의 표면경도는 본드코팅 후, 본드코팅제와 세라믹코팅제의 혼합 피막을 작성하고 그 위에 세라믹 피막을 입히는 多層 복합 피막으로한 경우가 가장 높은 값을 나타낸다.
3. 세라믹피막의 열충격 특성은 본드코팅제와 세라믹코팅제의 혼합비율 3:1 로 한 혼합피막의 경우가 가장 우수하다.

Table 1. Spraying condition

Oxy. gas pressure	50psi
Ace. gas pressure	15psi
Spraying distance	Bond 200mm TiO ₂ 150mm
Spray rate	Bond 3.6kg/hr TiO ₂ 1.6kg/hr
Air pressure	40psi

Table 2. Configuration of coating deposition

Specimen	Procedure & Mixture ratio	Thickness of coated layer(μm)
A	Bond coating	360
B	TiO ₂ coating	330
C	Composite coating (A, B)	350
D	Composite coating (A, B)	390
E	Mixture coating (A:B = 3:1)	340
F	Mixture coating (A:B = 1:1)	330
G	Mixture coating (A:B = 1:3)	370
H	Composite coating (A, F, B)	380
I	Composite coating (A, E, F, G, B)	390



(specimen D)

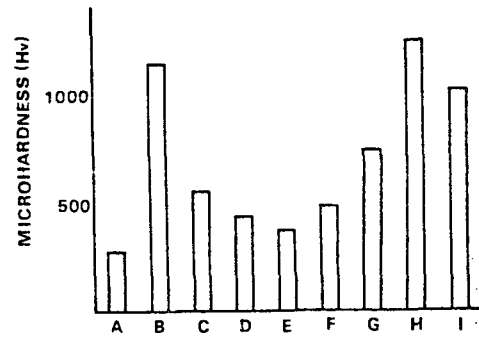
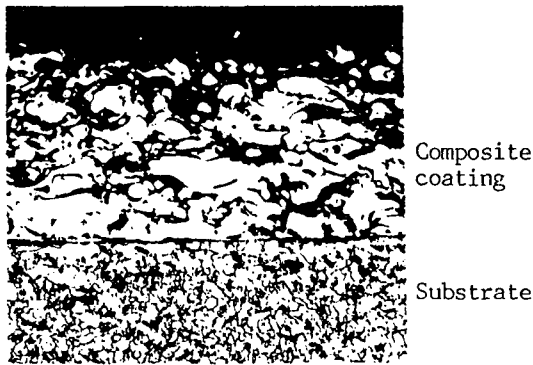


Fig. 1 Result of microhardness test



(specimen E)

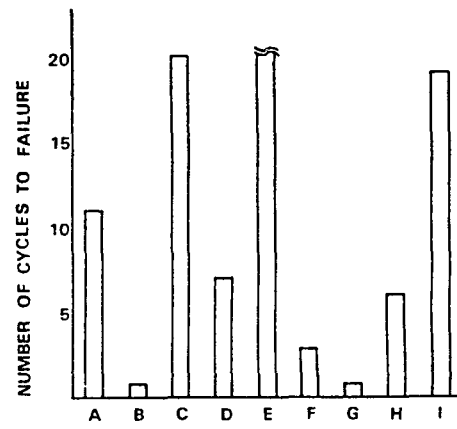
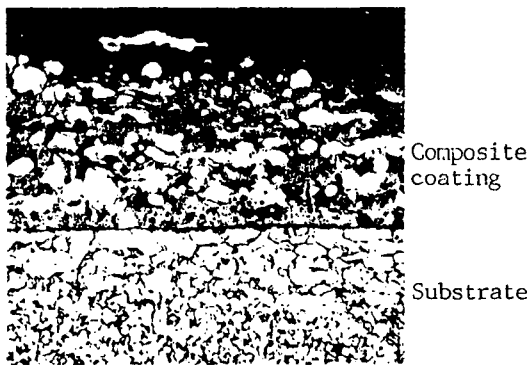


Fig. 2 Result of thermal shock test



(specimen F)

Photo. Microstructure of sprayed coating