

Ni-Cr-B-Si계 비정질 용사 피막의 제조 및 특성

(Fabrication and Characteristics of Thermal Sprayed Ni-Cr-B-Si Base Amorphous Coatings)

*정하윤, 박경채
경북대학교 금속공학과

1. 서론

비정질상은 결정입계가 없고 균질하며, 고강인성, 초내식성, 초전도성, 내방사성 및 우수한 자기적성질 등을 가지고 있어서, 비정질상을 응용하기 위한 연구가 다방면에 걸쳐 이루어지고 있다. 그러나, 이러한 비정질상의 제조시에는 $10^5 \sim 10^6 \text{K/s}$ 에 이르는 급냉을 요구하기 때문에 리본상, 세선등과 같이 형상으로만 제조가 가능하고, 이것을 제품에 이용하기 위해서는 bulk처리를 해야하기 때문에 공정이 복잡해지는 어려움이 있다.

본 연구에서는 용사법을 이용하여 Ni-Cr-Si-B계 합금분말을 금속모재에 비정질피막으로 형성시켜, 이들 피막의 기계적성질과 내식성의 조사 및 미세조직의 관찰을 통하여 피막의 특성을 분석하였다.

2. 실험방법

용사피막층의 기지금속으로는 열전도가 우수한 Al과 Cu를 $2.5\text{mmT} \times 30\text{mmW} \times 50\text{mmL}$ 의 크기로 절단하여 사용하였다. 비정질 용사피막을 형성하기 위해 사용되는 분말의 조성은 표 1과 같다.

Table.1 Chemical composition of thermal spray powder (at%)

	Ni	Cr	Fe	Cu	Mo	Si	B	C
A	55.9	15.2	3.3			6.6	15.1	3.9
B	53.7	14.5	2.1	2.2	1.5	6.7	17.4	2.0

용사전 전처리로서 피막의 접합면의 증대를 위하여 Alumina로서 블러스팅하였고, 용사시 비정질 용사피막을 얻기 위해 액체질소를 사용하여 급냉시켰다.

용사피막 제조후 XRD를 사용하여 비정질상의 형성유무를 판단하였고, SEM을 이용하여 피막의 미세조직을 관찰하였다. 기계적성질을 조사하기 위해 내마모성과 경도를 측정하였다. 용사피막층의 경도시험은 micro vickers 경도기를 이용하였다. 마모시험은 JIS K7218 규정에 따른 block식 회전 원판 마모시험법으로 대기중 무윤활상태에서 하였다. 마모 상대재는 SUJ2 회전판(Hv740, 직경 50mm, 두께 3mm)이고, 하중은 30N, 마모거리는 300m로 하였다.

3. 실험결과

3.1 용사에 의한 비정질 분말 제조

용사에 의한 비정질 분말의 제조를 시도하기위해, 액체질소에 직접 분말을 용사하여 급냉시켰다. 그림 1은 급냉전후의 XRD분석결과이다. XRD 분석결과에 나타난 바와 같이 액체질소로 급냉을 하여도 비정질상이 나타나지 않고 급냉전과 같은 양상을 나타내고 있다.

3.2 용사에 의한 비정질 피막 제조

그림 2와 같은 냉각방식을 이용함으로써 비정질 용사피막의 제조를 시도하였다. 그림 3은 급냉을 하지 않은 용사피막조직으로, XRD 분석결과 분말에서 나타난 결과와 같은 양상을 하고 있었다. 그림 4는 급냉을 이용한 용사피막조직이고 그림 5는 이에 대한 XRD분석결과이다. 조직상

에 기공이 나타나고, 급냉을 한 조직이 공냉조직보다 많은 기공을 나타내고 있다. XRD 분석결과 공냉 용사피막조직과 달리 결정화 peak가 약간 나타나고 있는 broad한 pattern을 나타내는 양상으로 결정화가 상당히 억제된 것으로 판단된다.

3.3 용사피막에 대한 기계적성질 조사

공냉 용사피막과 급냉에 의한 용사피막에 대해 내마모와 경도를 측정하였다. 내마모 측정결과 공냉 용사피막이 급냉에 의한 용사피막보다 우수한 내마모성을 나타내고 있는데, 이것은 급냉시 용사피막에 많은 기공이 존재하게 됨으로서 내마모성이 저해되었다고 사료된다. 그림 6의 경도 측정결과를 보면 공냉 용사피막은 650정도인데 반해 급냉에 의한 용사피막은 평균 960정도이고 최대 1200으로 나타났다. 이것으로 보아 급냉시 용사피막내에 기공이 다량 함유되어 내마모성에 는 악영향을 끼치지만, 비정질상이 형성됨으로 해서 경도는 향상되었다고 판단된다.

4. 결론

Ni-Cr-Si-B계 합금분말을 사용하여 용사시 급냉하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 합금분말을 액체질소에 직접 용사하여도 충분한 급냉이 이루어지지 않아서 비정질상이 형성되지 않는 것으로 추정된다.
2. 그림 2와 같은 냉각방식으로 용사피막을 제조할 경우 용융입자는 모재에 적층됨과 동시에 급냉된다. 이렇게 제조된 용사피막은 XRD 분석결과 비정질상과 비슷한 broad pattern이 얻어졌다.
3. 공냉 용사피막에도 기공이 함유되어 있지만, 비정질 용사피막을 형성시킨 경우는 더 많은 기공을 함유하고 있다. 이와 같이 조직상의 문제 때문에 내마모성이 더 나쁘게 나타났으나, 비정질상의 형성으로 인해 경도값은 50%이상 향상된 결과가 얻어졌다.

※ 참고문헌

1. K.Kishitake, H.Era and F.Otsubo : "Chracterization of Plasma Sprayed Fe-10Cr-10Mo-(C,B) Amorphous Coatings", Journal of Thermal Spray Technology, Vol.5, No.2, pp.145-153
2. K.Kishitake, H.Era and F.Otsubo : "Chracterization of Plasma Sprayed Fe-17Cr-38Mo-4C Amorphous Coatings Crystallizing at Extremely High Temperature", Journal of Thermal Spray Technology, Vol.5, No.3, pp.278-283
- 3 Loren A. Jacobson, Joanna McKittrick : "Rapid Solidfication Processing", Materials Science and Engineering, 1994, pp.355-408

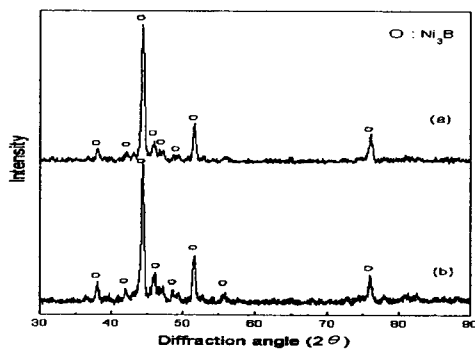


Fig.1 XRD patterns of B powder(a), sprayed B powder into liquid nitrogen(b)

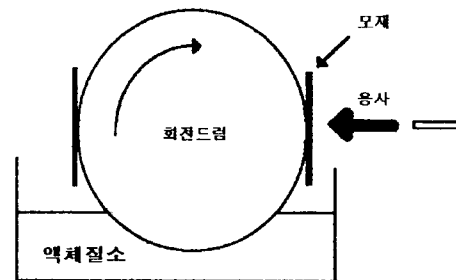


Fig.2 Schematic of thermal spray process

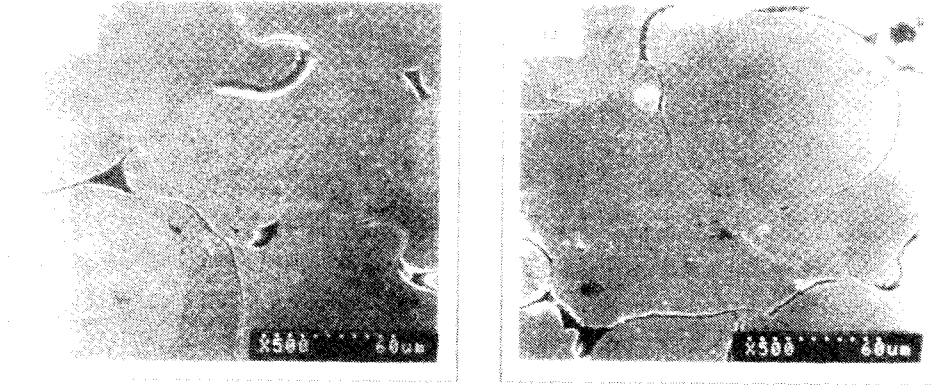


Fig.3 Microstructures of A powder sprayed coatings(a), B powder sprayed coatings(b)

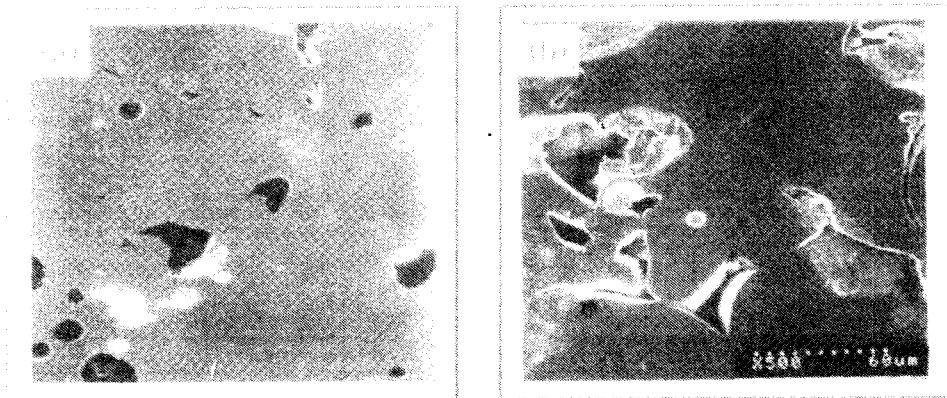


Fig.4 Microstructures of B powder sprayed amorphous coatings on (a) Al substrate, (b) Cu substrate

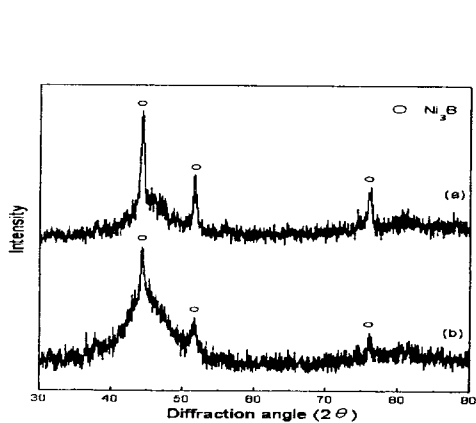


Fig.5 XRD patterns of B powder sprayed amorphous coating surface(a), inside(b) on Al substrate

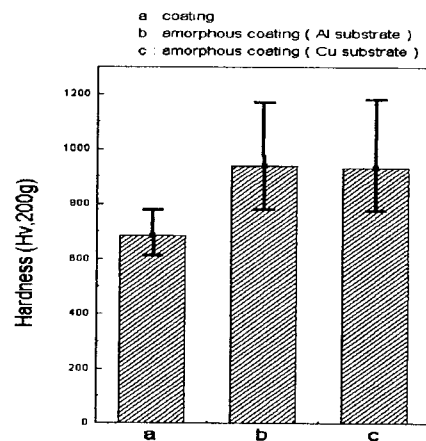


Fig.6 Hardness of coatings formed by B powder spraying