

Al₂O₃ - TiO₂ 플라즈마 세라믹 코팅과 超硬合金間の 미끄럼 磨滅特性

이병섭, 채영훈*, 김석삼**

경북대학교 산업대학원 기계공학전공

*경북대학교 트라이볼로지 연구소

**경북대학교 공과대학 기계공학부

Sliding Wear Behavior of Plasma-Sprayed Al₂O₃ - TiO₂ Coating against Cemented Carbide

Byung-Sub Yi, Young-Hun Chae*, Seock-Sam Kim**

Graduate School of Industry, Kyungpook National University

*Engineering Tribology Research Institute, Kyungpook National University

**School of Mechanical Engineering, Kyungpook National University

Abstract - The sliding wear behavior of Plasma-Sprayed Al₂O₃ - TiO₂ Coating against Cemented Carbide were investigated using a pin on disk type tester. The experiment was conducted using Al₂O₃ - TiO₂ Coating as pin material and Cemented Carbide as disk material and different operating conditions, at room temperature under a dry conditions. The results showed that the type B(250kW power) appeared average wear rate is lowed than type A(80kW power). The specific wear rate of Specimen A1 increased with normal load. But The specific wear rate of Specimen B1 decreased with normal load. Average wear rate of specimen A3, B3 are lowed than other but the sliding wear mechanism of edge were rough.

Keywords - Doctor Blade, Al₂O₃ - TiO₂, Coating,

1. 서 론

닥터 블레이드(Doctor Blade)는 제지과정, 특히 아트지 같은 고급제지의 생산 과정에서 종이표면에 도공액(Clay CaCO₃)을 균일하게 도포해 주는 기능을 하는 부품으로, 폭이 약 100mm 길이는 설치 기계에 따라 약 3m에서 5m이며 두께는 0.5mm로 재료는 탄소공구강(SK4)이다.

닥터 블레이드는 종이 및 도공액과 고속

회전마찰로 인하여 소모성이 아주 많은 부품으로 잦은 교체로 인해 제지의 품질저하 및 생산성 저하의 요인이 되고 있다. 현재 국내 소모품은 수입의존도가 아주 높은 실정이다.

따라서 블레이드의 품질을 향상하고 수명을 연장함으로써 제지의 생산성을 향상하기 위한 내마멸성이 우수한 플라즈마 세라믹 코팅 방법이 절실히 필요한 실정이다.

이 연구는 이러한 닥터 블레이드의 문제점을 해결하고자 다음 2가지 목적으로 실험

을 실시 하였다. 첫째는 닥터 블레이드에 있어서 내마멸성이 우수한 세라믹 코팅 방법을 찾고자 하며, 이를 위해서 코팅분말($Al_2O_3 - TiO_2$) 중 티타니아(TiO_2)의 함량 비율 및 용사조건을 변화하여 각 경우에 대한 미끄럼 마멸특성을 비교 평가하였다. 그리고 닥터 블레이드의 내구성 증대를 위한 세라믹 코팅의 적용에 따른 고찰을 하였다.

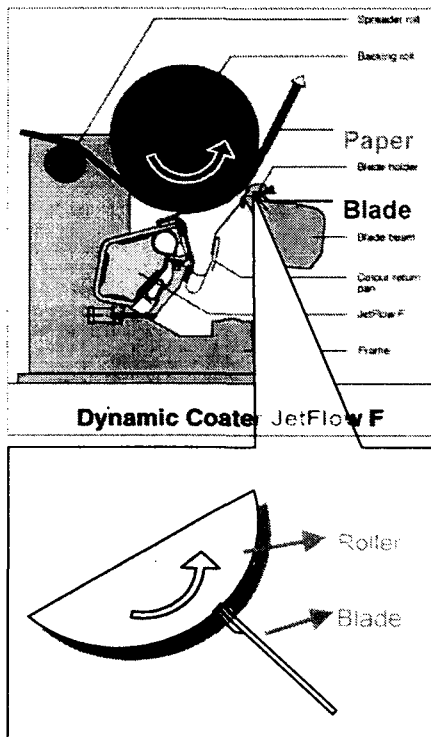


Fig. 1. Picture of paper coater and Doctor Blade

2. 실험

이 연구에 사용한 실험재료로서 닥터 블레이드의 실제 사용 환경을 재현하고자, Blade를 15mm 폭으로 잘라서 사용하였으며, 상부 시편의 길이는 100mm, 폭은 15mm, 두께는

0.5mm이며, 모재의 재료는 탄소공구강(SK4)이다. 약 10mm의 폭으로 코팅이 되어 있습니다. 코팅의 두께는 150 μ m이다. 하부시편은 직경 50mm, 두께 5mm의 초경합금 disk를 사용하였으며, 상부시편과 하부시편의 접촉각을 10° 이다.

상부시편으로 코팅분말 알루미나 티타니아($Al_2O_3 - TiO_2$)의 조성비 중 티타니아(TiO_2)의 함량을 10%에서 50%까지 4가지 시편을 준비하였으며, 용사조건을 Plasmatron의 전원공급량을 80kW와 250kW 2가지로 변화하였다. 이렇게 해서 총 8가지의 시편을 마련하였다. 요사조건에 따라 A형, B형으로 구분하였고, 함량의 비에 따라 A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3, B4로 라벨링 하였다.

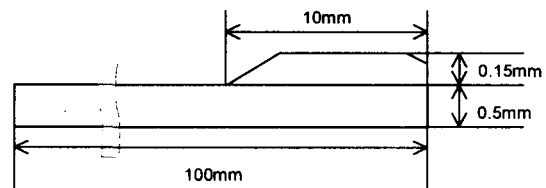


Fig. 2. Picture of specimen

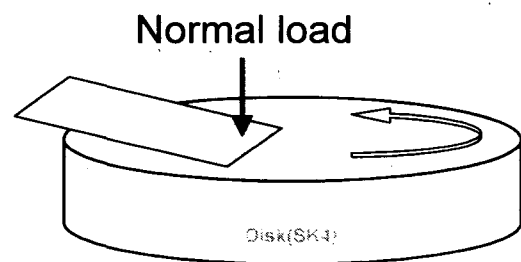


Fig. 3. Pin-on-disk type sliding test.

실험조건은 Normal load 29.4N, 41.2N, 49.0N으로 실시 하였고, 이때 하부시편은 300rpm으로 고정하였습니다. 이는 선속도

0.47m/s에 해당한다.

1시간 마멸실험을 실시한 후 초음파 세척기로 세척후 표면거칠기로 측정하였으며, 3시간 실험하였다. 마멸 면적은 면적계로 계



Fig. 4. Shape of a specimen before wear

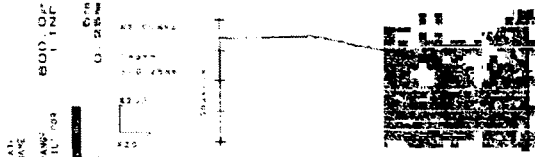


Fig. 5. Shape of a specimen after wear

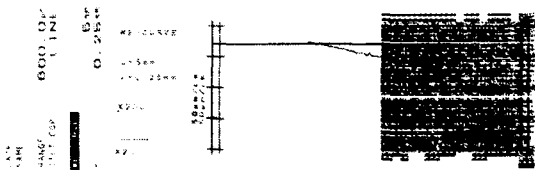


Fig-6 Wear shape of a specimen 산하였다.

3. 실험결과

3.1 A형(80kW power)시편의 마멸율 특성

이 실험에서는 용사조건을 80kW에서 TiO₂의 함량을 10%에서 50%까지 4가지 종류로 코팅한 각 시편의 마멸특성을 평가하기 위하여 마멸율 변화곡선을 구하였으며, 각 하중별 코팅의 미끄럼 마멸거동을 평가하였다.

Fig. 7.은 수직하중 29.4N에서의 A형 각

시편의 마멸률을 나타내고 있다. 비교적 낮은 마멸율을 나타내고 있으나, A3시편은 29.4N에서부터 높은 마멸율을 보이고 있다.

Fig. 8.은 수직하중 41.2N에서의 A형 각 시편의 마멸률을 나타내고 있다. 시편들의 마멸율이 증가하고 있음을 볼수 있다.

Fig. 9.은 수직하중 49.0N에서의 A형 각 시편의 마멸률을 나타내고 있다. 모든 시편들의 마멸율이 높게 나타나고 있음을 볼수 있다.

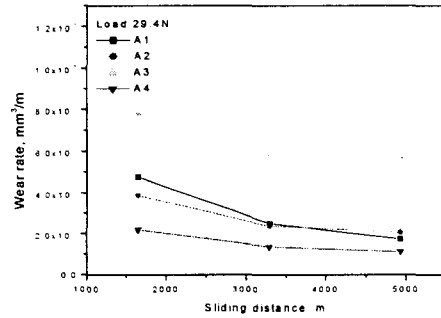


Fig. 7. Variation of wear rate for specimens of type A as function of sliding distance for at 29.4N

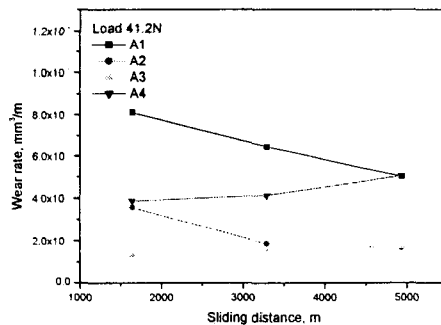


Fig. 8. Variation of wear rate for specimens of type A as function of sliding distance for at 41.2N

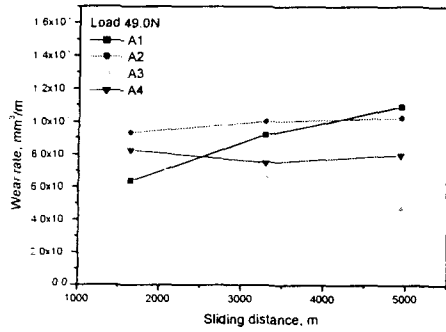


Fig. 9. Variation of wear rate for specimens of type A as function of sliding distance for at 49.0N

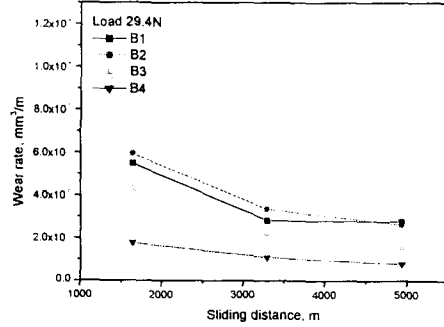


Fig. 10. Variation of wear rate for specimens of type B as function of sliding distance for at 29.4N

3.2 B형(200kW power)시편의 마멸율 특성

이 실험에서는 용사조건을 250kW에서 TiO₂의 함량을 10%에서 50%까지 4가지 종류로 코팅한 각 시편의 마멸특성을 평가하기 위하여 마멸율 변화곡선을 구하였으며, 각 하중별 코팅의 미끄럼 마멸거동을 평가하였다.

Fig. 10.은 수직하중 29.4N에서의 B형 각 시편의 마멸률을 나타내고 있다. 시편들의 마멸율이 A형 시편들에 비하여 비교적 적게 나타나고 있음을 알수 있다.

Fig. 11.은 수직하중 41.2N에서의 B형 각 시편의 마멸률을 나타내고 있다. 수직하중 29.4N에서의 마멸율보다 오히려 낮게 나타나고 있음을 볼수 있다.

Fig. 12.은 수직하중 49.0N에서의 B형 각 시편의 마멸률을 나타내고 있다. 시편들의 마멸율이 높아지고 있음을 알 수 있으나, B1의 경우 49.0N에서도 낮은 마멸률을 보이고 있다.

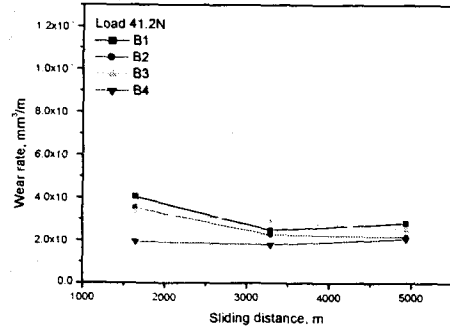


Fig. 11. Variation of wear rate for specimens of type B as function of sliding distance for at 41.2N

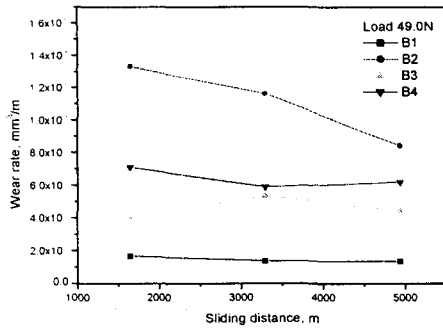


Fig. 12. Variation of wear rate for specimens of type B as function of sliding distance for at 49.0N

	29.4N	41.2N	49.0N
A1	0.59	1.22	2.22
A2	0.70	0.40	2.09
A3	1.95	0.42	0.96
A4	0.39	1.23	1.62
B1	0.94	0.68	0.27
B2	0.89	0.52	1.71
B3	0.53	0.61	0.90
B4	0.27	0.50	1.26

Table 1. Variation of specific wear rate for specimens as normal load for sliding distance 4950m
 $\times 10^{-6} \text{mm}^2/\text{Nm}$

3.3 각시편의 비마멸율 특성

Fig. 13.은 각 시편의 비마멸율을 나타내고 있으며, Table 1은 미끄럼거리 4950m에서의 비마멸율이다. A1시편의 경우 하중 증가에 따라 비마멸율이 증가하고 있음을 알 수가 있고, B1시편의 경우는 하중 증가에 따라 비마멸율이 감소하고 있음을 알 수 있다. 반면, B3시편의 경우 하중 증가에 따라 비마멸율이 증가하기는 하지만, 비교적 안정적인 마멸거동을 보이고 있다.

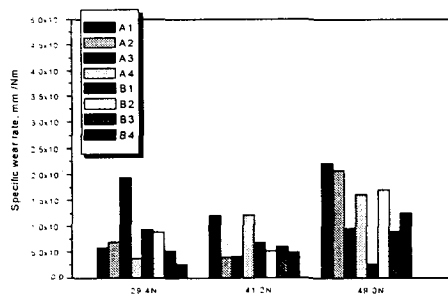


Fig. 13. Variation of specific wear rat for specimens as normal load for sliding distance 4950m

4. 고찰

실험결과 코팅의 마멸률은 Plasmatron의 Power와 코팅분말의 함량비에 지배를 받고 있다는 것을 알았다. 마멸량 측면에서는 A3 시편과 B3시편이 내마모성이 우수할 것으로 나타났다.

그러나, 닥터 블레이드의 기능은 액상의 도공액을 종이에 균일하게 도포하는 기능을 하고 있음을 고려할 때, 내마멸성보다 균일한 도포성 더 중요하다 하겠다. 따라서 마멸면의 상태를 주시형 전자현미경을 통해 면밀히 관찰할 필요가 있다고 판단되었다.

Fig. 14, fig. 15는 각각 A3시편과 B3시편의 마멸면의 모습으로 마멸면이 아주 거친 것을 알 수 있다. 그러나, Fig. 16, Fig. 17에서 볼 수 있는 A1시편 및 B1시편의 마멸면 특히 Edge의 면이 아주 깨끗한 것을 볼 수 있다.

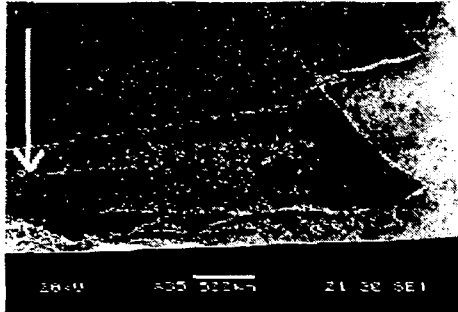


Fig. 14. SEM photograph of worm surface for A3 under normal load 49.0N, the arrow indicate sliding direction

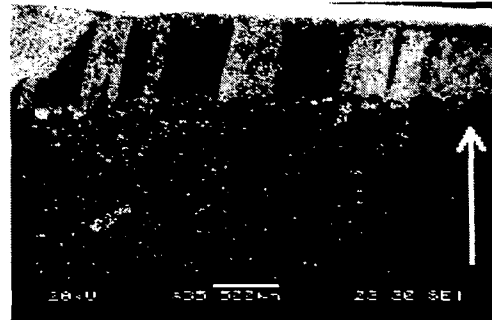


Fig. 17. SEM photograph of worm surface for B1 under normal load 49.0N, the arrow indicate sliding direction

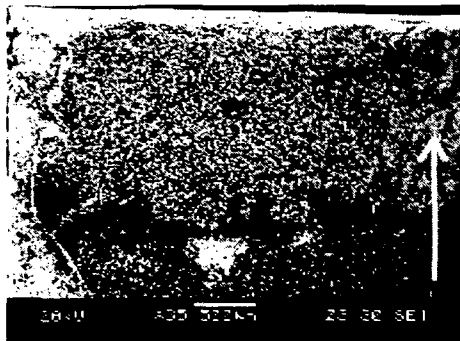


Fig. 15. SEM photograph of worm surface for B3 under normal load 49.0N, the arrow indicate sliding direction

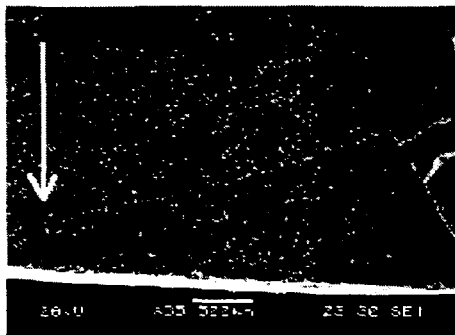


Fig. 16. SEM photograph of worm surface for A1 under normal load 49.0N, the arrow indicate sliding direction

5. 결론

이 실험의 결과를 정리하면, 용사조건에 따른 마멸율의 변화는 A형의 경우 29.4N에서부터, B형의 경우 49.0N에서부터 급격한 증가를 보이고 있다.

함량에 따른 비마멸량의 변화는 Table 2와 같다.

마멸량과 마멸면 및 Doctor Blade의 기능적 관계 즉 균일한 도포성을 고려하면 판단하면, B1이 가장 우수한 코팅방법으로 판단된다.

	29.4N	49.0N
A형	A4<A1<A2<A3	A3<A4<A2<A1
B형	B4<B3<B2<B1	B1<B3<B4<B2

Table 2.

마멸량과 마멸면 및 Doctor Blade의 기능적 관계 즉 균일한 도포성을 고려하면 판단하면, B1이 가장 우수한 코팅방법으로 판단된다.