

용융 Zn 중에서 용사 피막의 침식 거동에 관한 연구

A study on the erosion behavior of the sprayed coating layer in the molten Zn

*강 태영, 최 장현, 임 병문 : 연합철강 기술 연구소

김 영식 : 한국 해양대학교

1. 서 론

냉연 강판의 용융 도금시 사용되는 썩크 롤(Sink roll)은 고온의 도금욕 중에서 작동되는 롤로서 내식성이 우수한 오스테나이트계 316L 스테인리스 강이 사용되고 있다. 그러나 이 롤의 표면은 도금욕 중에 오래 침적되어 있기 때문에 롤 표면에 반응 생성물(dross)이 부착되고 고온의 용융금속에 의해 롤 표면에 침식이 발생된다. 롤이 반응 생성물과 침식으로 손상되면 이 롤을 통과하는 강판의 판면에 썩크롤에 부착된 반응 생성물이나 침식 흔적이 발생하게 되어 제품의 불량률이 발생하게 된다. 그래서 연속용융도금 설비를 몇 시간 동안 세우고 롤을 교환하게 된다. 이는 도금생산성의 저하 요인으로 작용하게 되기 때문에 용융 도금욕에 대한 내식성 및 내마모성을 향상시킨 각종의 표면처리를 실시하여 롤의 교환주기를 연장하여 제품의 생산성을 향상시키고자 하는 다양한 연구가 진행되고 있다. 현재 용융 아연 도금 욕에서 사용되는 썩크롤의 표면에 WC-Co를 주성분으로 한 용사 피막을 형성시켜 사용하고 있다. 하지만 Co와 Zn과 반응으로 썩크롤의 용사 코팅에 의한 큰 효과를 보지 못하고 있는 실정이다.

앞서의 연구에서는 용융 55%Al-Zn에서 내식성 피막에 관한 연구를 수행 하였다. 그 연구의 결과를 바탕으로 하여 본 연구에서는 현재 상용화 되어 있는 WC-Co를 주성분으로 한 용사 피막과 용융 금속과 반응성이 전혀 없는 세라믹 피막을 용융 아연 욕 중에서 비교 시험을 실시하여 용융 아연과 물과의 반응을 차단하는 더욱 우수한 용사 피막을 선정함으로써 용융 도금 강판의 불량감소 및 생산성 향상을 가져올 수 있는 방안을 제시하고자 한다

2. 실험 방법

모재로써 STS 316L과 STS 430F를 사용하였다.

본 실험에 사용된 코팅 분말로는 WC-CO 분말로 WC-17Co 와 WC-12Co 분말, 세라믹 분말로 ZrO₂ 기지 분말을 선정하였으며 세라믹 분말의 코팅을 위한 하지 용사 분말로 WC-17Co 분말을 사용하였다.

실험에서 WC-Co 용사 코팅을 위해 사용된 장비는 TAFA 사제의 JP-5000으로 등유(Kerosene)와 산소를 열원으로 사용하는 초고속용사법(HVOF ; High Velocity Oxy-Fuel)으로 코팅 하였다.

세라믹 용사를 위해 사용된 장비는 METCO 사제의 7MB이며 아크에서 아르곤 가스로 유도되어 발생된 플라즈마 열원을 이용하는 플라즈마 용사 방식으로 ZrO₂ 기지 분말을 코팅하였다.

Table 1은 본 실험에 사용된 시험편의 모재, 피막, 시험 시간을 나타낸 것이다. 내 침식성 시험은 용사된 부위의 3/4이상이 460±5℃의 용융 아연에 침적되도록 하였으며 주기적으로 용융금속 중에서 시험편을 꺼내어 피막의 손상 유무를 육안으로 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

Fig. 1은 Table 1의 각각의 시험편에 대해 용융 Zn에서 내식성 시험 전과 후의 시험편의 표면 형상이다. 시험후 시험편 1에서 용사 피막과 용융 Zn가 반응하여 Zn가 시험편 전체에 견고하게 부착되어 있는 것을 관찰할수 있다. 시험편 2에서 시험후 시험편 전체에 Zn이 부착되어 있지만 인위적으로 Zn을 탈락시키면 부착된 아연은 탈락되며, 용사 끝단부가 Zn에 의해 5mm정도 손상되었다. 시험편 3, 4, 5은 ZrO₂ 베이스 용사층은 Zn에 의해 손상되지 않았다. 시험편 3은 용사층 끝단부의 침식을 저지시키기 위해 BN을 도포하였지만 용사층 끝단부가 15mm정도 용융 금속에 의해 침식되었다. 시험편 4는 BN을 도포하지 않아서 용사층 끝단부가 10mm정도 용융금속에 의해 침식되었다. 시험편 5는 용사층 끝단부의 침식을 저지시키는 BN의 효과에 의해 용사층 끝단부가 침식되지 않았으며 침적시

험후에도 도포된 BN 형태의 변화가 없는 것을 관찰할 수 있다.

Fig. 2는 내식성 시험 전과 후의 용사 피막의 단면을 전자 현미경으로 관찰한 것이다. Fig. 3은 내식성 시험후 용사 끝단부로 용융 금속이 침투하는 것을 EDS 면 분석한 것이다. Fig. 2의 시험편 1에서 내식성 시험후 용융금속이 용사층의 취약한 부분으로 침투하여 용사층 내로 용융 금속이 침투한 흔적을 발견할 수 있다. Fig. 3의 1에서 WC-17Co 층이 모재에서 완전히 분리되었고 WC-17Co 층 내부로 Zn이 침투한 것을 관찰할 수 있다.

Fig. 2의 시험편 2에서 용융 금속이 용사 층을 침투하지는 못하고 용사층의 표면부분에서 용융 금속에 의해 용사층이 반응하는 것을 알수 있다. Fig. 3의 2에서 용융금속이 용사층 내부로는 침투하지 못하고 용사층의 표면 부 및 용사 층과 모재 사이로 침식을 발생시킨 것을 관찰할 수 있다. Fig. 3의 (3), (4)에서 용융 금속이 하지 용사층을 침식시키면서 ZrO₂ 기지 층과 하지 용사층 사이로 우선 침투하는 것을 관찰할 수 있다.

Fig. 3의 (5)에서 용사층의 끝단부가 용융 금속에 의해 전혀 손상되지 않았으며 BN이 용사층의 끝단부로 용융금 속의 침투를 저지하였다. 모재가 STS430F인 경우 BN이 용사층 끝단부의 침식을 저지시키나 모재가 STS316L인 경우 BN은 용사층 끝단부의 침식을 저지시키는 효과가 없었다. 이것은 모재가 STS316L인 경우 용융금속 침적시 열팽창으로 BN이 모재에서 탈락되었지만 모재가 STS430F인 경우 열팽창이 STS316L보다 작기 때문에 용융금속 침적시 BN이 모재에 견고하게 부착되어 있어서 BN이 용융 금속의 침투를 저지하였다고 고려된다.

4. 결 론

용융 포트(pot) 중의 오스테나이트계 스테인리스 강재(STS316L) 씽크롤의 사용수명을 연장시키기 위해, 그 표면에 세라믹 및 세멧트 용사를 실시하고 이 피막의 용융 Zn중에서의 침식특성을 조사하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. WC-17Co, WC-12Co, ZrO₂ 기지 용사층 중에서 ZrO₂ 기지 용사층이 용융 금속의 반응을 저지하는데 가장 우수한 특성을 나타내었다.
2. 용사 끝단부의 밀봉제(Sealer)로 적용된 금속 이형체인 BN은 STS316L 모재보다 STS430F모재에서 용사층 끝단의 침식에 관련해 우수한 특성을 나타내었다.
3. ZrO₂ 베이스 용사층은 STS316L과 STS430F 모재에서 동일한 침식 특성을 보였다.


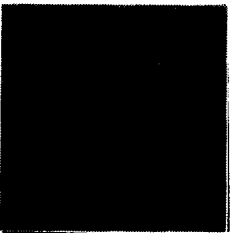
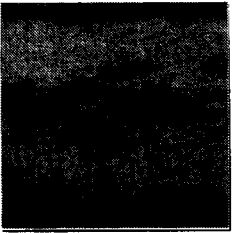
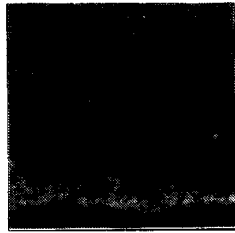
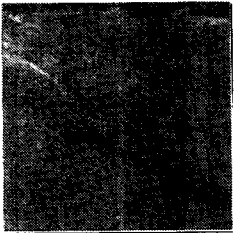
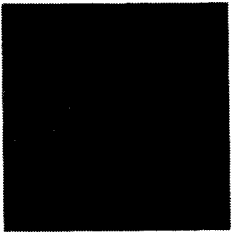
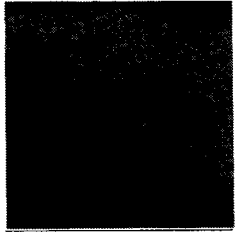
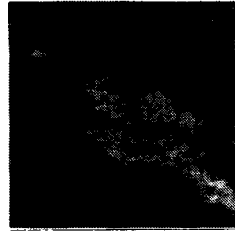
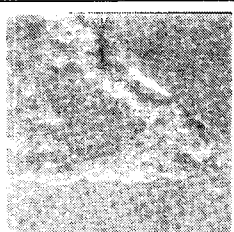
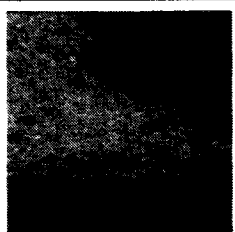
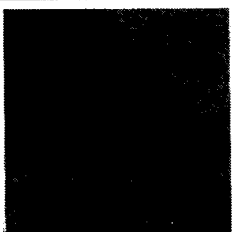


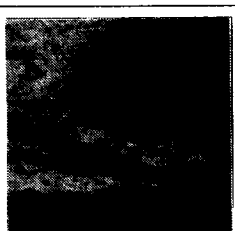
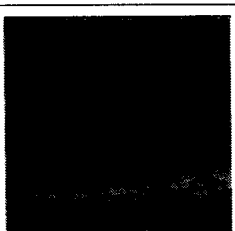
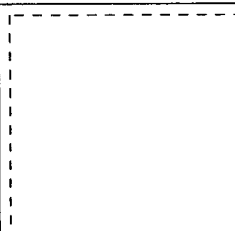
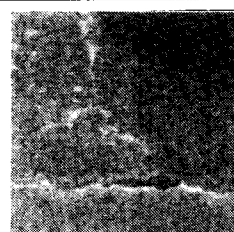
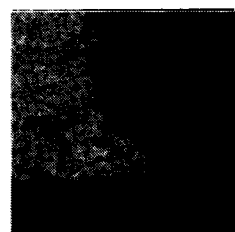
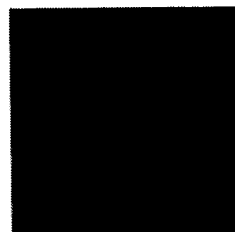
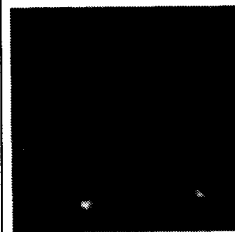
No.				
1				
	IMAGE(X1000)	W	Zn	Al
2				
	IMAGE(X1000)	W	Zn	Al
3				
	IMAGE(X300)	Zr	Zn	Al
4				
	IMAGE(X300)	Zr	Zn	Al
5				
	IMAGE(X300)	Zr	Zn	Al

Fig. 3 IMAGE and EDS-mapping of spray coating layer edge after erosion test in molten Zn

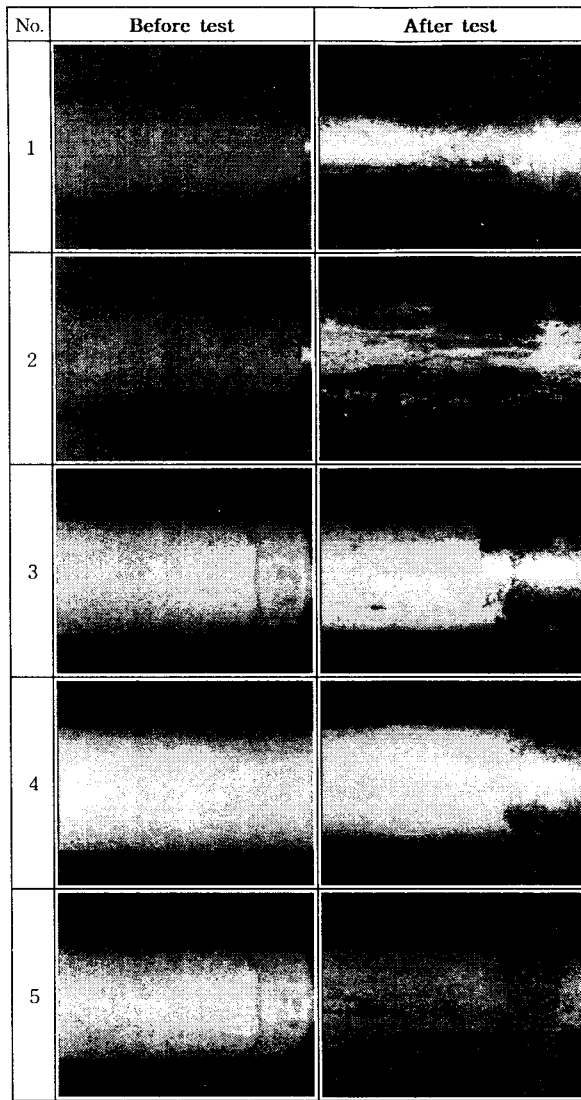


Fig. 1 Test specimen appearance before and after erosion test in molten Zn

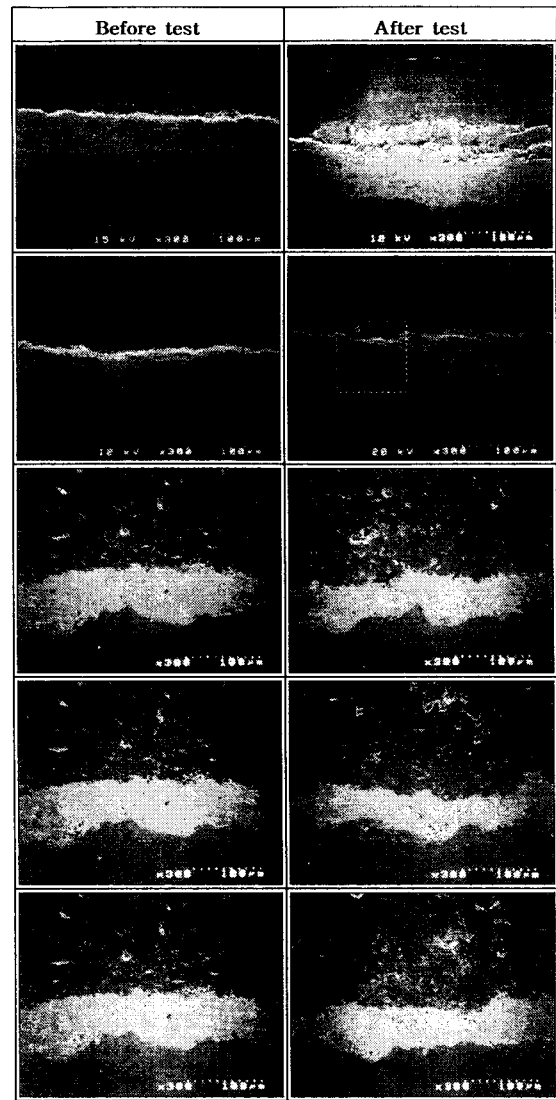


Fig. 2 SEM micrograph of before and after erosion test in molten Zn

Table 1. Formation of test Specimen and erosion test time

No.	Substrate	Under coating	Top coating	BN Sealer	Test Time(Hr.)
1	STS 430F	-	WC-17Co	-	96
2	STS 430F	-	WC-12Co	-	1272
3	STS 316L	WC-17Co	ZrO ₂ base	O	1608
4	STS 430F	WC-17Co	ZrO ₂ base	-	1608
5	STS 430F	WC-17Co	ZrO ₂ base	O	1608