

용융 55%Al-Zn 중에서 세라믹 용사 피막의 침식 거동에 관한 연구

강태영* · 임병문* · 최장현* · 김영식**

*연합철강 기술연구소

**한국 해양대학교 기계소재공학과

A study on the Erosion Behavior of the Ceramic Sprayed Coating Layer in the Molten 55%Al-Zn

Tae-Young Kang*, Byung-Moon Lim*, Jang-Hyun Choi* and Young-Sik Kim**

*Research and Development Center, Union Steel MFG. Co., Ltd., Pusan 608-750, Korea

**Dept. of Mechanical & Material Engineering, Korea Maritime University, Pusan 606-791, Korea

Abstract

Sink roll has been used in molten 55%Al-Zn alloy bath of continuous galvanizing line for sinking and stabilizing working steel strip in molten metal bath. In this process, the sink roll body inevitably build up dross compounds and pitting on the sink roll surface during 55%Al-Zn alloy coated strip production, and the life time of the sink roll is shorten by build up dross compounds and pitting. The present study examined the application of thermally sprayed ceramic coatings method on sink roll body for improving erosion resistance at molten 55%Al-Zn pool.

In this experiment, the stainless steels such as STS 316L and STS 430F were used as the substrate materials. The CoNiCr and WC-Co powder were selected as bond coating materials. Moreover $Al_2O_3-ZrO_2-SiO_2$ and ZrO_2-SiO_2 powders were selected as the top coating materials. Appearances of the specimens before and after dipping to molten 55%Al-Zn pool were compared and analyzed.

As a result of this study, STS430F of substrate, WC-Co of bond spray coatings, ZrO_2-SiO_2 powder of top spray coatings is the best quality in erosion resistance test at molten 55%Al-Zn pool

(Received July 1, 1999)

Key Words : Sink roll, Molten 55%Al-Zn alloy, Spray coating, Continuous galvanizing line, Pitting, Dross compounds

1. 서 론

냉연 강판을 용융 도금할 때 사용되는 싱크 롤(Sink roll)은 고온의 도금욕 중에서 작동되는 롤로서 내식성이 우수한 오스테나이트계 316L 스테인리스강이 사용되고 있다. 그러나 이 롤의 표면은 도금욕 중의 용융 금속과 강판에 계속 접촉하기 때문에 롤 표면에 침식 생성물이 발생하여 도금된 강판의 판면에 스크러치(Scratch)가 발생하게 된다. 그래서 연속용융도금 설비를 몇 시간 동안 세우고 롤을 교환하게 된다. 이는 도금생산성의 저하 요인으로 작용되기 때문에 싱크 롤

의 용융 도금욕에 대한 내식성 및 내마모성을 향상시키기 위한 각종 표면처리를 실시하여 롤의 교환주기를 연장하여 제품의 생산성을 향상시키고자 하는 다양한 연구가 진행되고 있다^{1,2)}. 그러나, 합금화 용융 도금인 55%Al-Zn 포트(Pot)에 대한 싱크 롤의 표면 처리 방법은 아직 확립되지 않았다.

본 연구는 용융 55%Al-Zn 포트의 싱크롤에 대해 롤 표면에 세라믹 용사 피막을 형성하여 용융 55%Al-Zn과 롤과의 반응을 차단함으로써 용융 도금 강판의 불량감소 및 생산성 향상을 가져올 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

2. 실험 방법

모재로서는 STS316L강과 STS430F강을 사용하였다. STS316L강은 오스테나이트계 스테인리스강으로 현재 55%Al-Zn 용융 도금강판을 생산할 때 씩크롤로 사용되는 재질이다. 한편 STS430F강은 페라이트 스테인리스 강으로 현재는 씩크롤로 사용되지 않고 있다. 그러나 이 강재는 STS316L강보다 열팽창계수가 작아서 그 표면에 내식 코팅을 실시하면 고온 분위기에서 피막과 소지 금속사이의 열응력을 감소시킬 수 있기 때문에 내식코팅 씩크롤 재료로 적합한 재료로 평가된다. Table 1은 STS316L과 STS430F의 화학적 조성 및 열팽창 계수를 나타내었다³⁾.

본 실험에 사용된 코팅 분말로는 본드 코팅 분말로 CoNiCr계열과 WC-Co계열 두 가지를 선정하였으며 톱 코팅 분말로는 Al_2O_3 - ZrO_2 - SiO_2 베이스 분말 및 ZrO_2 - SiO_2 베이스 분말을 선정하였다. Table 2는 각 분말의 화학적 조성 및 분말의 특성을 나타내었다.

실험에서 본드 코팅을 위해 사용된 장비는 TAFE 사

제의 JP-5000으로 등유(Kerosene)와 산소를 열원으로 사용하는 고속 화염용사기(HVOF : High Velocity Oxy-Fuel)이다. 또한 톱 코팅을 위해 사용된 장비는 METCO 사의 7MB이며 아크에서 아르곤 가스로 유도되어 발생된 플라즈마 열원을 이용하는 플라즈마 용사 방식으로 Al_2O_3 - ZrO_2 - SiO_2 베이스 분말과 ZrO_2 - SiO_2 베이스 분말을 코팅하였다. ZrO_2 - SiO_2 베이스 분말은 Al_2O_3 성분이 포함되지 않아서 Al_2O_3 - ZrO_2 - SiO_2 베이스 분말보다 열팽창계수가 크기 때문에 고온 분위기에서 모재인 스테인리스 강재와의 사이에 열응력을 완화시킬 수 있다⁴⁻⁶⁾. Table 3과 4는 각 분말의 용사 조건을 나타내었다. (이하 Al_2O_3 - ZrO_2 - SiO_2 베이스 분말 용사 층을 Al_2O_3 층, ZrO_2 - SiO_2 베이스 분말 용사 층을 ZrO_2 층이라 칭한다)

용사 층 끝단 부로 용융 금속이 우선 침투하여 용사 피막을 침식시키는 것을 막기 위해 용사 층과 모재 경계 부에 BN(용융 금속 이형제)을 브러시로 도포 하였다. $600 \pm 5^\circ C$ 에서 STS316L강에 도포된 BN은 탈락되었지만 STS430F강에 도포된 BN은 탈락되지 않았

Table 1 Chemical compositions and physical characteristics of substrate (STS316L and STS430F) in test specimens (wt%)

Substrate steel	Chemical compositions							Thermal expansion coeff. , ($\times 10^{-6}/K$)
	Ni	Cr	Mo	C	Mn	Si	Fe	
STS316L	12	17	2.5	0.03	2	1	Bal.	19.3
STS430F	-	16	-	0.12	1	1	Bal.	11.3

Table 2 Chemical compositions and physical characteristics of powders used for coatings (Wt%)

Bond coating powder	Chemical compositions						
	WC	Co	Ni	Cr	Al	Ta	Y
CoNiCr	-	bal.	10.5	26	7.5	5.5	0.8
WC-Co	83	17	-	-	-	-	-
Top coating powder	Chemical compositions						
	Al_2O_3	ZrO_2	SiO_2	Others			
Al_2O_3 base	49.8	33.4	15.8	1			
ZrO_2 base	-	65.4	33.1	1.5			

Table 3 HVOF spray conditions of under coatings

Parameters	Conditions	
	CoNiCr	WC-Co
Powder		
Kerosene(psi)	117	125
Oxygen flow rate(SCFH)	1700	1700
Spray distance(mm)	360	380
Thickness(μm)	50	50

Table 4 Plasma spray conditions of top coatings

Parameters	Conditions	
	Al ₂ O ₃	ZrO ₂
Powder	Al ₂ O ₃	ZrO ₂
Arc Current(A)	500	500
Arc Voltage(V)	64-70	60-70
Ar(psi)	100	100
H ₂ (psi)	50	50
Carrier Gas(psi)	37	37
Spray Distance(mm)	50-100	50-100
Thickness(μm)	200	200

Table 5 Formations of test specimens

Specimen No.	Substrate	Under coating	Top coating	BN Sealer	Test Time(Hr.)
1	STS316L	CoNiCr	Al ₂ O ₃ base powder	-	288
2	STS316L	WC-Co	Al ₂ O ₃ base powder	-	288
3	STS430F	WC-Co	Al ₂ O ₃ base powder	treat.	432
4	STS430F	WC-Co	Al ₂ O ₃ base powder	treat.	936
5	STS430F	WC-Co	ZrO ₂ base powder	treat.	936

Table 6 Chemical compositions(wt%) and temperature(°K) of molten 55%Al-Zn

Element	Al	Zn	Si	Fe	Pb, Cu, Sn	Temperature
55%Al-Zn	54~58	40~43	>2.0	>0.5	Tr.	873±5

기 때문에 본 시험에서는 STS430F강에만 sealer로써 BN을 도포 하여 시험을 실시하였다.

Table 5는 본 실험에 사용된 시험편의 모재, 피막, 시험 시간을 나타낸 것이다.

내 침식성 시험은 용사된 부위의 3/4이상이 600±5℃의 용융 55%Al-Zn에 침지되도록 하였으며 주기적으로 용융금속 중에서 시험편을 꺼내어 피막의 손상 유무를 육안으로 관찰한 후 피막이 손상되었다고 판단되었을 때 시험편을 용탕에서 꺼내어 미세 조직관찰 및 성분 분석을 실시하였다. Table 6은 내 침식성 시험에 사용된 용융 금속의 조성 및 온도를 나타낸 것이다.

3. 결과 및 고찰

3. 1 용융 55%Al-Zn 금속 중에 침지 시험 전과 후의 표면 형상 변화

Fig. 1은 Table 5의 시험 편에 대해 용융 55%Al-Zn에서 침지 전과 후의 표면 형상이다.

시험 후 시험편 1의 Al₂O₃ 층은 부분적으로 검은 색

으로 변화하였으며 검은 색과 흰색으로 남아 있는 부분 모두 밀착력은 거의 없이 단지 세라믹 피막이 모재에 접촉되어 있는 형태를 가지고 있다. 시험편 2에서 시험 후 용사 피막의 위 부분 대부분은 흰색으로 남아 있으며, 코팅 층과 모재의 경계 부분에서 40mm정도 용융 금속에 의해 피막이 침식되었다. 침식된 용사 피막 끝단 부는 검은 색을 나타내는 것으로 용융금속에 의해 Al₂O₃ 층이 침식되면 흰색의 Al₂O₃ 층이 검게 변한 후 침식되는 것을 알 수 있다. 시험편 3은 시험편 2보다 많은 면적의 알루미나 층이 검은 색으로 변화하였으며 코팅 층 끝단부의 침식은 전혀 일어나지 않았다. 시험편 4는 시험편 2, 3보다 많은 면적이 검은 색으로 변화하였으며 경계 부의 피막 손상은 전혀 일어나지 않았다. 시험편 5는 외형적인 색깔 변화는 없었으며 ZrO₂ 층 끝단부의 침식은 전혀 일어나지 않았다.

3. 2 용융 55%Al-Zn 금속 중에 침지 시험 전과 후의 용사 피막층의 미세 조직 및 성분 변화

Fig. 2는 침지 시험 전 Al₂O₃ 층과 ZrO₂ 층의 단면

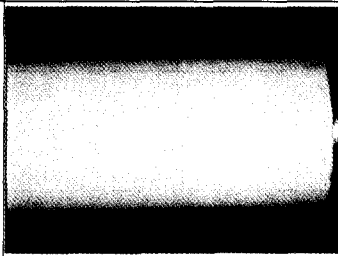
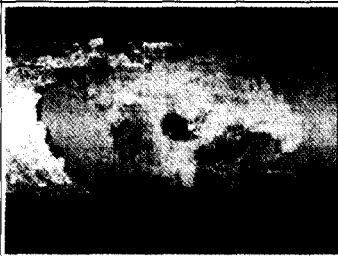
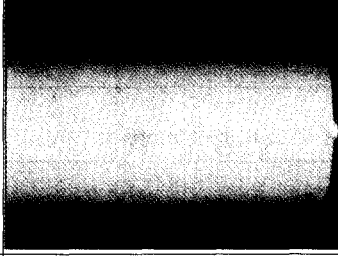
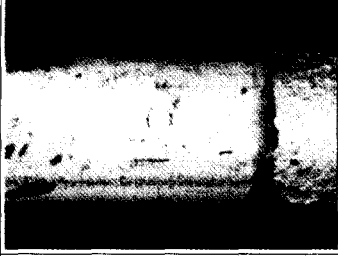
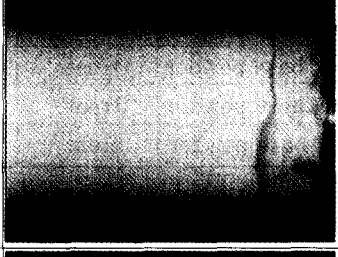
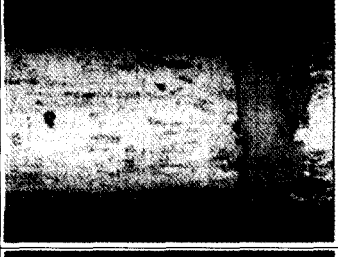
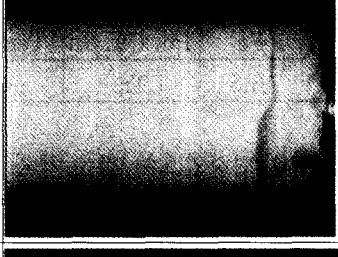
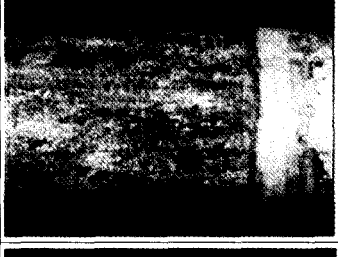
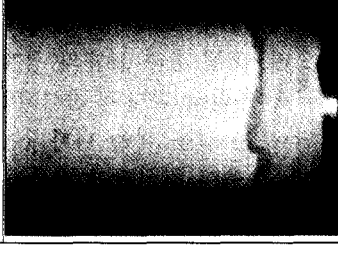
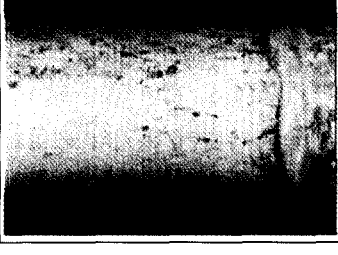
Specimens No.	Before erosion test	After erosion test	Specimens
1			Al ₂ O ₃ base CoNiCr STS316L
2			Al ₂ O ₃ base WC-Co STS316L
3			Al ₂ O ₃ base WC-Co STS430F
4			Al ₂ O ₃ base WC-Co STS430F
5			ZrO ₂ base WC-Co STS430F

Fig. 1 Test specimens appearance before and after erosion test in molten 55%Al-Zn

형상 및 EDS 성분 분석 결과를 나타낸 것이다. 세라믹 층에 기공이 다수 포함되어 있으며⁷⁾ EDS 성분 분석 결과 Al₂O₃ 층의 성분은 Al 31.59%, Si 9%, Zr 29.4%로 나타났고 ZrO₂ 층의 성분은 Si 17.32%, Zr 62.08%로 나타났다.

Fig. 3는 용융 55%Al-Zn 금속 중에 침지 시험 전과 후의 각 시험편의 용사 피막의 단면을 전자 현미경으로 관찰한 것이다.

시험편 1에서 침지 시험 후 모재, CoNiCr 층,

Al₂O₃ 층이 각각 박리 되었고 용융 금속이 CoNiCr 본드 코팅 층과 모재 사이로 침투하여 모재와 반응한 것을 관찰할 수 있다. 이것은 600℃의 용융 금속 중에 장시간 침지되면서 CoNiCr 층 내에 포함된 Al이 다른 금속과 반응하거나 산소와 반응하여 Al₂O₃ 로 되어 본드 코팅 층으로써의 역할을 상실하였기 때문에 모재, 본드 코팅 층, 텃 코팅 층에서 박리가 발생한 것으로 사료된다⁸⁾.

시험편 3에서 침지 시험 후 모재 표면, 모재와 본드

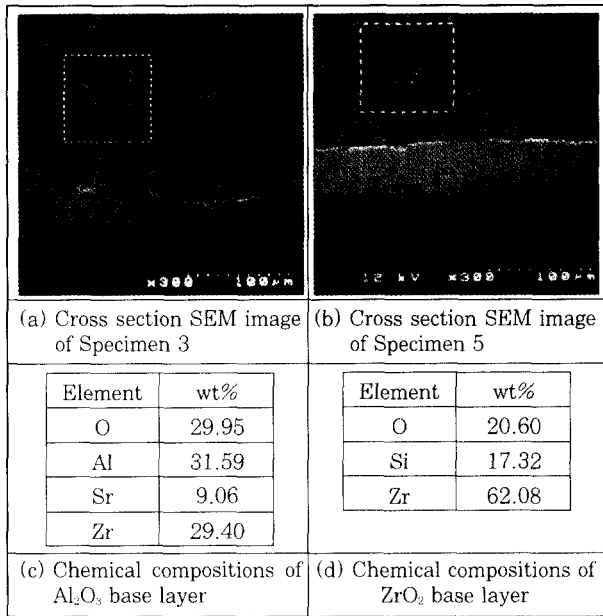


Fig. 2 SEM micrographs of cross section and chemical compositions of ceramic layer before erosion test in molten 55Al%-Zn of specimen 3 and specimen 5

코팅 층 사이, 본드 코팅 층과 톱 코팅 층 사이에 균열이 형성된 것을 관찰할 수 있다.

이러한 균열은 침지 시험할 때 각 층 사이의 열팽창 차이로 인해 모재와 본드 코팅 층 사이, 본드 코팅 층과 톱 코팅 층 사이에 균열이 형성되었다고 생각된다.

시험편 1과 2에서 모재와 WC-Co 층과 Al₂O₃ 층 열팽창 차이에 의해 균열이 생성됨에도 불구하고 시험편 2에서는 시험편 1과 같은 전체적인 피막 탈락이 없는 것은 고온의 용융 금속 내에서 CoNiCr 층은 600℃의 장시간 침지시 반응에 의해 열화되어 본드 코팅 층으로써 특성을 잃어버렸지만 WC-Co 층은 600℃의 장시간 침지시 고온에서 안정하여 본드 코팅 층으로써 특성을 계속 유지하기 때문이라고 판단된다.

시험편 3은 침지 시험 후 모재와 WC-Co 층 사이에서 균열은 관찰할 수 없지만 WC-Co 층과 Al₂O₃ 층 사이에서 미세 균열이 생성된 것을 관찰할 수 있다. 가열할 때 STS430F의 열 팽창이 본드 코팅 층인 WC-Co 층은 손상시키지 않으나 열팽창계수가 작은 Al₂O₃ 층에 수직 방향으로 균열을 생성시키고 형성된 균열로 용융 금속이 침투된다. 다시 냉각할 때 STS430F의 열 수축에 따라 WC-Co 층은 모재와 함께 수축하지만 Al₂O₃ 층은 형성된 균열로 침투된 용융 금속에 의해 가열 전과 동일한 형태로 되돌아가지 못하고 WC-Co 층과 Al₂O₃ 층 사이에 균열을 형성시킨다고 사료된다.

Fig. 4는 시험편 3의 침지 시험 후 단면 형상 및

EDS 면 분석 결과를 나타낸 것이다. (a)에서 Al₂O₃ 층에 존재하는 흰색의 나뭇가지 모양과 (d)에서 EDS 면 분석한 Zn과 형태가 일치하는 것으로 보아 Al₂O₃ 층에 존재하는 흰색의 나뭇가지 모양은 용융금속으로 판단되며 이것은 열 팽창 때 형성된 Al₂O₃ 층의 균열 안으로 용융 금속이 침투한 것으로 판단된다.

시험편 3의 시험 후 전체 시험편 형상 관찰할 경우 Al₂O₃ 층에 부분적으로 검은 부위와 흰 부위가 관찰되었다. Fig. 5는 이러한 흰 부위와 검은 부위의 Al₂O₃ 층을 인위적으로 박리시켜 Al₂O₃ 층의 흰 부위(a, c)와 검은 부위(b, d)의 표면 형상 관찰 및 EDS 성분 분석 결과를 나타낸 것이다. Fig. 5에서 흰 부위(a)는 용사 입자의 전형적인 모양인 스프렛(splat) 형상을 하고 있지만⁹⁾ 검은 부위(b)는 스프렛의 모양이 많이 변화되었다는 것을 알 수 있다. 또한 성분 변화에 있어 침지 시험 전(c)과 후(d)를 비교하면 시험 후 Al, Zn이 상당히 증가하였고 상대적으로 Si, Zr이 감소한 것으로 보아 용융 금속이 Al₂O₃ 층 내로 침투하여 Al₂O₃ 층을 손상시켰다는 것을 추정할 수 있다.

시험편 4는 침지 시험 후 WC-Co 층과 Al₂O₃ 층 사이에서 Al₂O₃ 층의 손상을 확인 할 수 있다. 이것은 시험편 3에서 형성된 WC-Co 층과 Al₂O₃ 층 사이에서 형성된 균열이 침지 시험 시간의 경과에 따라 Al₂O₃ 층에 작용하는 인장 및 압축 응력의 작용 결과로 Al₂O₃ 층이 더욱 손상된 것이다. Fig. 6은 시험편 4에서 Al₂O₃ 층의 흰 부분(a, c)과 검은 부분(b, d) 각각의 단면 형상 관찰 및 EDS 성분 분석 결과를 나타낸 것이다. 시험 후 단면 형상의 변화 및 EDS 성분 변화에서 흰 부분은 시험 전(Fig. 2 a, c)과 거의 변화가 없으며 검은 부분은 시험전과 비교해서 Al₂O₃ 층이 손상되었고 Al 및 Zn이 증가하고 Si 및 Zr이 감소하였기 때문에 용융 금속이 Al₂O₃ 층으로 침투한 것으로 판단된다.

시험편 2와 3, 4를 비교해보면 STS430F강이 STS316L강보다 열팽창률이 작기 때문에 Al₂O₃ 층 및 WC-Co의 박리를 저지하는데 있어서 우수하다는 것을 알 수 있다.

시험편 5는 침지 시험 후 WC-Co 층과 ZrO₂ 층이 손상되지 않았다. Fig. 7은 시험편 5의 침지 시험 전(a, c)과 후(b, d)의 단면 형상 및 ZrO₂ 층의 EDS 성분을 나타낸 것이다. 시험편 5에서 침지 시험 후 조직 변화에서 ZrO₂ 층이 손상된 흔적은 발견할 수 없었으며 EDS 성분 비교에서 용융 금속의 주성분인 Al 및 Zn 성분이 검출되지 않은 것으로 보아 ZrO₂ 층으로 용융 금속의 침투는 없는 것으로 판단된다.

ZrO₂ 층은 열 팽창 계수가 Al₂O₃ 층보다 크고 본드

Specimens No.	Before test	After test	Specimens
1			Al ₂ O ₃ base ----- CoNiCr ----- STS316L
2			Al ₂ O ₃ base ----- WC-Co ----- STS316L
3			Al ₂ O ₃ base ----- WC-Co ----- STS430F
4			Al ₂ O ₃ base ----- WC-Co ----- STS430F
5			ZrO ₂ base ----- WC-Co ----- STS430F

Fig. 3 Cross section SEM micrographs before and after erosion test in molten 55%Al-Zn

코팅 층인 WC-Co 층과 비슷하기 때문에 가열 및 냉각할 때 응력 불일치에 의한 ZrO₂ 층의 손상은 없다고 판단된다.

3. 3 용융 금속 중에서 Al₂O₃ 세라믹 피막의 침식 과정

Fig. 8은 시험편 2, 3, 4의 시험 후 시험편 분석을 통하여 용융 금속 중에서 Al₂O₃ 층의 침식 과정을 개략

도로 나타낸 것이다.

Fig. 3 시험편 2의 시험 후 조직 사진처럼 초기에 Fig. 7의 (b)에서 세라믹 용사 층과 본드 코팅 층 사이의 열팽창 불일치로 인한 열 응력 완화를 위해 세라믹 코팅의 표면층에 인장 응력이 발생하여 세라믹 피막에 수직인 방향의 균열이 계면 근처에서 발생하여 열 응력을 완화시킨다. 그리고, 세라믹 층에 존재하는 기공 및 생성된 균열로 용융 금속이 침투하여 용융 금속이 세라믹 피막의 균열 사이로 침투한다¹⁰⁾. 다시 상

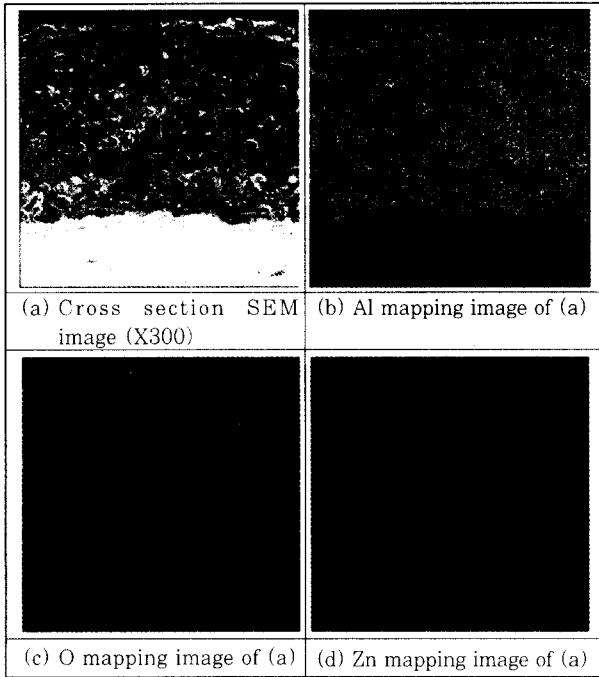


Fig. 4 SEM image and EDS-mapping images of cross section after erosion test in molten 55%Al-Zn of specimen 3

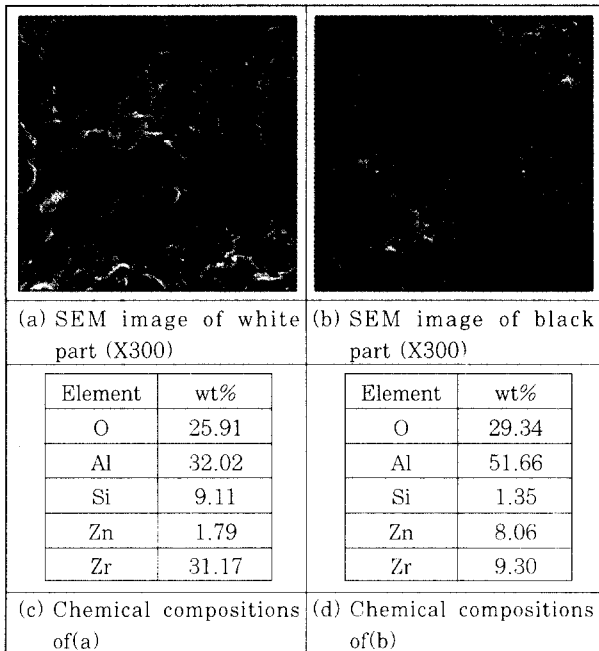


Fig. 5 SEM images and chemical compositions of middle-face (a) white part and (b) black part in Al₂O₃ base layer after erosion test in molten 55%Al-Zn of specimen 3

온으로 냉각할 때 모재의 수축과 함께 본드 코팅 층은 함께 수축하지만 세라믹 피막은 세라믹 균열 층에 침투된 용융 금속 때문에 세라믹 피막 가열전의 상태로

수축하지 못하여 본드 코팅 층과 세라믹 용사 층 사이에서 압축 응력이 발생한다. 이러한 응력에 의해 본드 코팅 층과 세라믹 용사 층 중간에서 수평 방향의 균열이 생성된다. 이러한 수평 방향의 균열은 시험편 2에서 모재 표면 부에 생성된 수평 방향의 균열과 같은 원리로 생성된다¹¹⁾.

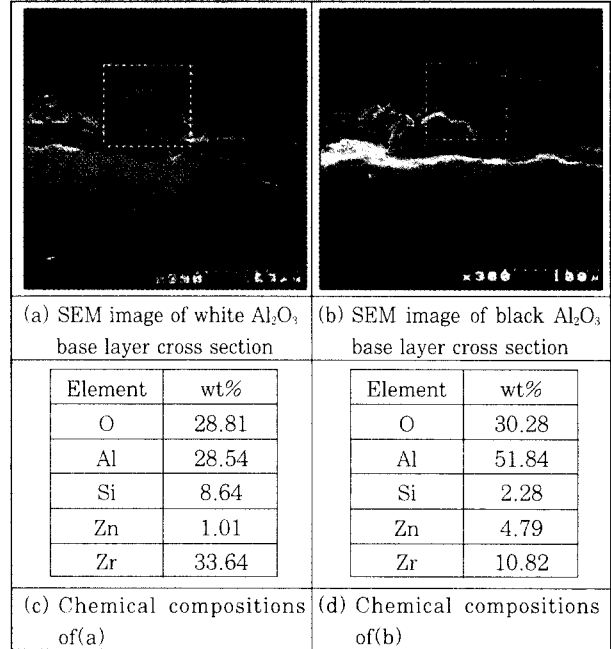


Fig. 6 SEM micrographs and chemical compositions of white Al₂O₃ base layer and black Al₂O₃ base layer of cross section after erosion test in molten 55%Al-Zn of specimen 4

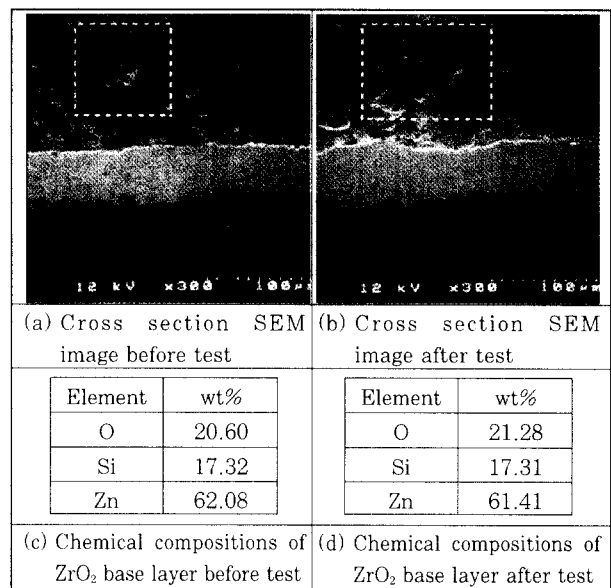


Fig. 7 SEM micrographs and chemical compositions of cross section before and after erosion test in molten 55%Al-Zn of specimen 5

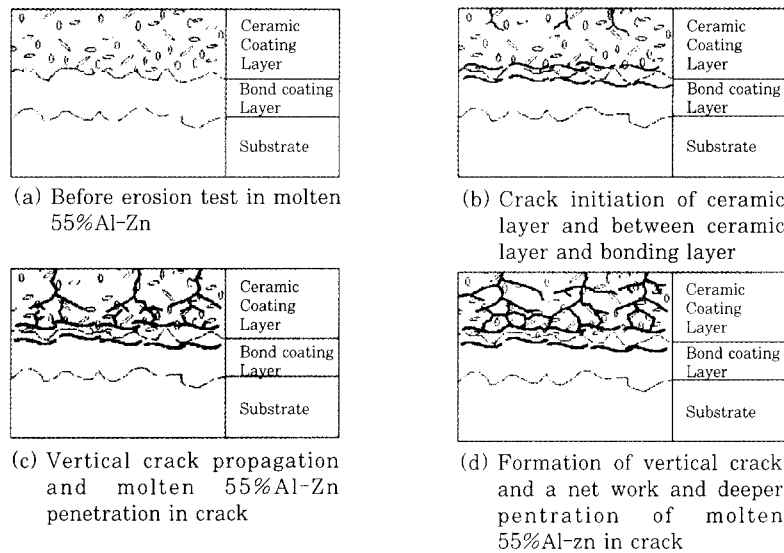


Fig. 8 Schematic diagram of erosion process of the thermally sprayed ceramic coating layers at erosion test in molten 55%Al-Zn

Fig. 3 시험편 3의 시험 후 조직 사진처럼 침지 시간이 더 경과하면 Fig. 8의 (c)에서 세라믹 용사 층과 본드 코팅 층 사이에서 수평 방향으로 생성되어 성장 하던 균열은 용사 코팅 층 내에 존재하는 기공이나 균열을 만나고 세라믹 용사 층과 본드 코팅 층 사이에서 존재하는 인장 및 압축 응력에 의해 균열은 수직 방향으로 형성하게 된다. 그리고 용융 금속은 세라믹 층 내로 더 깊이 침투하게 된다¹²⁾.

Fig. 3 시험편 4의 시험 후 조직 사진처럼 Fig. 8의 (d)에서 세라믹 층과 본드 코팅 층 사이에서 수평 및 수직 방향으로 성장하던 균열은 세라믹 층을 망상 조직으로 만들며 이렇게 형성된 망상 조직까지 용융 금속이 침투하게 되어 결국에 세라믹 층은 망상조직으로 발전해서 손상된다.

3. 4 BN 실링(Sealing)의 효과

Fig. 9는 BN을 적용하지 않은 시험편 2의 침지 후 용사 피막의 끝단부(a, b)와 BN을 용사 층 끝단부에 브러싱으로 적용한 시험편 3의 침지 후 용사 층 끝단부(c, d)의 단면에 대해 각각의 형상 관찰 결과 및 Al에 대해 EDS 면 분석 결과를 나타낸 것이다.

BN을 적용하지 않은 시험편 2의 용사 층 끝단부는 (a)에서 용사 층이 모재와 박리 되어 있으며 (b)에서 원편의 흰 부분은 용융 금속을 나타내며 이러한 용융 금속이 본드 코팅 층인 WC-Co 층을 침식시키면서 톱 코팅 층과 모재 사이로 침투하였다는 것을 알 수 있다.

BN을 적용한 시험편 3의 용사 층 끝단부는 (c)에서 원편의 BN이 용사층 끝단부에 형성되어 있으며 용사

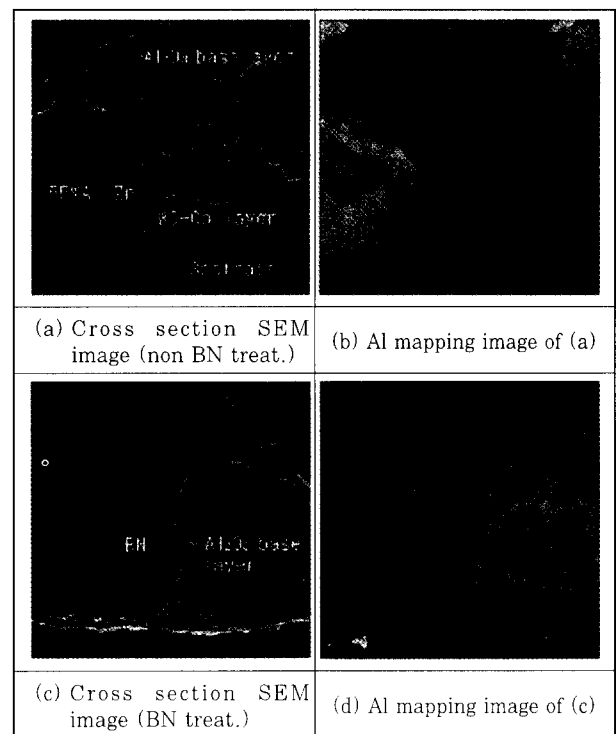


Fig. 9 SEM images and EDS mapping images of cross section of spray coating layers edge after erosion test in molten 55%Al-Zn of Specimen 2 (a, b) and Specimen 3 (c, d)

층은 손상되지 않았으며 (d)에서 용융 금속이 침투한 흔적은 찾을 수 없다. 이상의 관찰 결과 용융 금속이 형제인 BN은 용사 층 끝 부분과 모재 사이로 용융 금속이 침투하는 것을 저지하는 효과가 우수한 것으로 판단된다.

4. 결 론

용융 55%Al-Zn에서 사용되는 싱크 롤(SINK ROLL)의 수명 연장을 목적으로 세라믹 용사 피막을 적용하기 위해 STS316L강과 STS430F강의 2가지의 모재, CoNiCr 분말과 WC-Co 분말의 2가지 본드 코팅 분말, $Al_2O_3-ZrO_2-SiO_2$ 와 ZrO_2-SiO_2 분말의 2가지 톱 코팅 분말과 용사 층 끝단부의 용융 금속 침투를 저지하기 위한 SEALER로써의 BN을 적용하여 각각을 조합하여 5개의 시편을 제조하여 용융 55%Al-Zn 중에서 침지 시험을 행한 결과는 다음과 같다.

1. 시험 모재로 사용된 STS316L강과 STS430F강 중에서 STS430F강이 STS316L강보다 열팽창이 작아서 STS430F강에 형성된 $Al_2O_3-ZrO_2-SiO_2$ 층이 STS316L강에 형성된 $Al_2O_3-ZrO_2-SiO_2$ 층 보다 우수한 특성을 나타내었다.

2. CoNiCr 분말과 WC-Co 분말의 2가지 본드 코팅 층을 형성한 후 톱 코팅 층으로 $Al_2O_3-ZrO_2-SiO_2$ 용사 층을 적용하여 침지 시험을 실시한 결과 WC-Co 용사 층이 600℃에서 장시간 유지할 경우 CoNiCr 층 보다 안정하여 상부 용사 층의 박리를 저지하는 효과가 더 우수한 것으로 나타났다.

3. $Al_2O_3-ZrO_2-SiO_2$ 분말과 ZrO_2-SiO_2 분말의 2가지 톱 코팅 분말을 적용하여 침지 시험을 했을 경우 Al_2O_3 기지 층은 용융 금속 중에서 침지 시험 시간의 경과에 따라 용융 금속에 의한 Al_2O_3 기지 층의 손상 정도(검은 부위)가 점점 증가하였지만 ZrO_2 층은 조직상의 손상 여부는 관찰할 수 없었기 때문에 상부 용사 분말로써 $Al_2O_3-ZrO_2-SiO_2$ 분말보다 ZrO_2-SiO_2 분말이 더 우수한 것으로 나타났다.

4. 용사 층 끝단 부에서 용융 금속의 침투를 막기 위한 실러(SEALER)로써 이용된 금속 이형체인 BN은 용사 층 끝단과 모재 경계 부로 용융 금속이 침투하지 못하도록 하여 용융 금속에 의한 용사 층 끝단부의 침식을 저지하는데 우수한 특성을 나타내었다.

참 고 문 헌

1. Minoru Maruyama 外 3 人 : Prevention of Accumulated Dross Compounds on Pot Equipment in Galvalume Bath, Inter ZAC 98
2. T. Taylor : Notes taken at Op ZAC session of Inetr ZAC 96
3. 日本金屬學會編 : 金屬 데이터북, 改訂 3版, p122, p133-134
4. 金文晝 외 3인 : 폭발용사 코팅의 기술 현황, 대한금속학회지, 제 7권 제 1호(1994) pp.12-18
5. 谷 和美 : ジェットコート法によるWCサーメット皮膜の應用, 金屬(1987年 5月), pp.58-61
6. R. C. Tucker, Jr : Structure property relationships in deposits produced by plasma spray and detonation gun techniques, J. Vac. Technol., Vol. 11, No. 4, July/Aug. (1974) pp.725-734
7. Research and Development for Improved Thermal Barrier Coating, Technical Proposal, TRW Contract No. F33615-81-C-5063(1981)
8. 徐東瑋 : 단일 ZrO_2 Coating의 내구성에 미치는 NiCrAl 조성의 영향, 대한금속학회지, Vol. 25, No.2. 1987, p.99-106
9. 설동욱, 김병희 외 3명 : 분무건조법에 의한 용사용 WC-17%Co 복합분말제조 및 HVOF (High Velocity Oxy-Fuel) 용사특성, 대한용접학회지, Vol. 14, No 6(1996), pp.436-443
10. 朴正植 외 3명 : 耐磨耗 및 耐蝕性 向上을 위한 氣孔制御한 Al_2O_3 熔射皮膜의 製造 및 開發, 대한금속학회지, Vol. 32, No. 5(1994), pp.624-629
11. Robert A. Miller, Carl E. Lowell : FAILURE MECHANISM OF THERMAL BARRIER COATINGS EXPOSED TO ELEVATED TEMPERATURES, Thin Solid Films, 95(1982), pp.265-273
12. Hyun Ahn, Won Tae Ju, Tae Hyung Hwang and Sang Hee Hong : Design and experiments of Graded Thermal Barrier coatings by Plasma Sprayings, 제 7회 용사기술 workshop(1998), pp.65-70