

아연-0.2%알루미늄합금 용융도금액 중에서 용사층의 내구성에 관한 연구

강태영* · 임병문* · 최장현* · 김영식**

*연합철강 기술연구소 연구원

**한국 해양대학교 기계소재공학과

A Study on Durability of Sprayed Coating Layer in the Molten Zn-0.2%Al Alloy Bath

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 Zn-0.2%Al alloy bath of continuous galvanizing line in sinking and stabilizing process of the steel strip in molten metal bath. In this process, although the scraper scraps off the sink roll surface, the dross compounds is builded up on the sink roll surface and the life time of the sink roll is shorten by the dross compounds. The present study was investigated the application of the spray coating layer on sink roll body for improving durability in molten Zn-0.2%Al alloy.

Through the durability tests in molten Zn-0.2%Al alloy with various ceramic and cermet coating layer, the optimum bond and top coating material was obtained.

As the results, the system of STS430F base metal, WC-17Co bond and ZrO_2-SiO_2 top coating was clarified to be the best quality of durability in molten Zn-0.2%Al alloy.

(Received May 24, 2001)

Key Words: Sink roll, molten Zn-0.2%Al alloy, Spray coating, Continuous galvanizing line, Dross compounds

1. 서 론

아연도금액강판은 자동차, 가전제품, 건축 등의 분야에서 기본소재로 많이 사용되어 왔는데 최근에는 장시간의 내식성을 보증할 수 있는 용융아연도금액강판의 수요가 증가하고 있는 추세이다¹⁾. 동일한 두께의 아연도금액층을 얻고자 하는 경우 전기도금액보다 용융아연도금액이 저렴하기 때문에 특히 원가 경쟁이 치열한 자동차 분야에 있어서 원가경쟁력 강화를 위하여 자동차 외판용으로 용융아연도금액강판의 사용이 늘어가고 있는 추세이다. 또한 전기도금액강판에 비하여 두꺼운 도금액층을 손쉽게 얻을 수 있기 때문에 자동차의 수명보장기간을 늘릴 수 있는 장점도 있다. 그러나 용융도금액

강판은 전기도금액강판에 비하여 표면이 미려하지 못하기 때문에, 표면결함이 없는 미려한 도금액강판을 얻는 것이 용융도금액에서의 핵심 과제중의 하나이다²⁾.

냉연강판의 용융아연도금시 사용되는 싱크롤은 고온의 도금액 중에서 작동되는 롤로서 내식성이 우수한 오스테나이트계 스테인리스 316L강이 사용되고 있다. 그러나 이 롤의 표면은 도금액 중에 오래 침지되어 있기 때문에 롤 표면의 반응에 의해 드로스가 부착되며 이러한 드로스를 제거하기 위해 롤에 스크래퍼를 대고 긁어 주지만 드로스의 완전한 제거는 어렵다. 그래서 롤이 드로스에 의해 손상되면 이 롤을 통과하는 강판의 판면에 싱크롤에 부착된 드로스의 흔적이 발생하게 되어 제품의 불량률이 발생하게 된다. 그러므로 연속용융도금 설비를 몇 시간 동안 세우고 롤을 교환하

게 된다. 이는 도금생산성의 저하 요인으로 작용하기 때문에 물의 표면에 각종의 표면처리를 실시하여 용융도금금속에 대한 내식성 및 내마모성을 향상시켜, 물의 교환주기를 연장하여 제품의 생산성을 향상시키고자 하는 다양한 연구가 진행되고 있다. 현재 용융아연도금욕에서 사용되는 싱크롤은 그 표면에 탄화텅스텐-코발트를 주성분으로 한 용사층을 형성시켜 사용하고 있다. 하지만 이 방법은 코발트와 아연의 반응으로 큰 효과를 보지 못하고 있는 실정이다³⁾.

저자 등은 앞서 용융55%알루미늄-아연합금 도금에서 싱크롤의 내식성 개선을 위해 세라믹 용사층의 적용성에 관한 연구를 수행하였다⁴⁾. 본 연구에서는 현재 상용화되어 있는 탄화텅스텐-코발트를 주성분으로 한 용사층과, 세라믹 용사층을 용융아연-0.2%알루미늄합금욕 중에서 비교 실험하여 용융금속과 반응성이 현저히 작아 내구성이 더욱 우수한 용사피막을 개발하고자 한다.

2. 실험방법

모재로서는 STS316L강과 STS430F강을 사용하였다. STS316L강은 오스테나이트계 스테인리스강으로 현재 용융아연도금장관을 생산할 때 싱크롤로 사용되는 재질이다. Table 1은 STS316L강과 STS430F강의 화학적 조성 및 열팽창계수를 나타내었다⁵⁾.

시험편은 450mm×φ45mm로 가공하여 전처리로서 소지 금속에 묻어 있는 기름을 제거한 후 알루미늄 쇼트를 사용하여 쇼트블라스팅(shot blasting)을 실

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

Substrate steel	Chemical compositions(wt%)							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

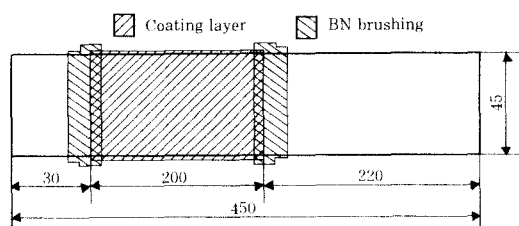


Fig. 1 Schematic diagram of specimen for durability test in molten galvanizing alloy

시한 후 용사를 실시하여 제작하였다. Fig. 1은 본 실험에 사용된 시험편의 형상을 나타낸 것이다.

실험에 사용된 코팅 분말은 서멧 분말인 탄화텅스텐-코발트계 분말로서 탄화텅스텐-17코발트와 탄화텅스텐-12코발트 분말 및 세라믹 분말로서 지르코니아-실리카(ZrO_2-SiO_2) 기지 분말을 선정하였으며, 세라믹 분말의 용사를 위한 하지 용사분말로는 탄화텅스텐-17코발트를 사용하였다. Table 2에 각 분말의 화학적 조성을 나타내었다.

Table 2 Chemical compositions and physical characteristics of powders used for spraying coating

Coating Powder	Chemical compositions(Wt%)					Size (μm)	Cross section hardness(Hv)
	WC	Co	ZrO ₂	SiO ₂	Others		
WC-17Co	83	17	-	-	-	10~35	1000
WC-12Co	88	12	-	-	-	10~35	1200
ZrO ₂ Base	-	-	65.4	33.1	1.5	10~45	360

Table 3 HVOF spray conditions of WC-Co coating powders

Parameters	Conditions	
	WC-17Co	WC-12Co
Powder	WC-17Co	WC-12Co
Kerosene(psi)	125	125
Oxygen Flow Rate(SCFH)	2000	1700
Spray Distance(mm)	380	380
Thickness(μm)	50	50

실험에서 탄화텅스텐-코발트계 용사 코팅을 위해 사용된 장비는 TAFA 사제의 JP-5000으로 등유(Kerosene)와 산소를 열원으로 사용하는 고속화염용사 기기이다^{6~8)}.

또한 세라믹 용사를 위해 사용된 장비는 METCO 사제의 7MB이며, 아크에서 아르곤 가스로 유도되어 발생된 플라즈마 열원을 이용하는 플라즈마 용사 방식으로 지르코니아-실리카 기지 분말을 코팅하였다⁹⁾. Table 3와 Table 4는 각 분말의 용사 조건을 나타내었다. (이하 지르코니아-실리카 기지 용사층을 지르코니아 용사층이라 칭한다.)

모재와 용사층의 경계부로 용융금속이 우선 침투하여 용사피막을 침식시키는 것을 막기 위해 용사층과 모재 경계부에 보론나이트라이드(용융금속 이형제)를 브리시로 도포하였다.

Table 5는 본 실험에 사용된 시험편의 모재, 피막, 실험 시간을 나타낸 것이다. 내구성 실험은 용사된 부

Table 4 Plasma spray conditions of top coating powers

Parameters	Conditions
Powder	ZrO ₂
Arc current(A)	500
Arc voltage(A)	60-70
Ar(psi)	100
H ₂ (psi)	50
Carrier gas(psi)	37
Spray distance	50-100
Thickness(μm)	150

Table 5 Designation of durability test specimens in molten Zn-0.2%Al alloy bath

Specimen No.	Substrate	Under coating	Top coatings	BN sealer	Test Time(Hr.)
1	STS430F	-	WC-17Co	-	96
2	STS430F	-	WC-12Co	-	1272
3	STS316L	WC-17Co	ZrO ₂ Base	treat.	1608
4	STS430F	WC-17Co	ZrO ₂ Base	-	1608
5	STS430F	WC-17Co	ZrO ₂ Base	treat.	1608

Table 6 Chemical compositions(wt%) and temperature(°K) of molten Zn-0.2%Al alloy

Element	Chemical compositions(wt%)					Temperature(°K)
	Al	Zn	Pb	Fe	Si, Cu, Sn	
Zn-0.2% Al alloy	0.13 ~0.3	Bal.	>0.07	>0.1	Trace.	733±5

위의 3/4이상이 460±5℃의 용융 아연-0.2%알루미늄에 침지되도록 하였으며 주기적으로 용융금속 중에서 시험편을 꺼내어 피막의 손상 유무를 육안으로 관찰하였다.

Table 6은 내구성 실험에 사용된 용융금속의 조성 및 온도를 나타낸 것이다.

3. 결과 및 고찰

3.1 내구성 실험 전과 후의 표면 형상 변화

Fig. 2는 Table 5의 각각의 시험편에 대해 용융아연-0.2%알루미늄합금 중에서 내구성 실험 전과 후의 시험편의 표면 형상이다.

내구성 실험 후 시험편 1은 용사층과 용융아연-

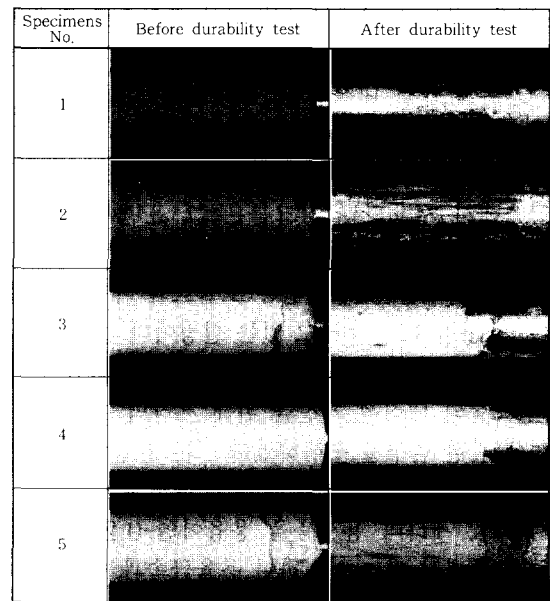


Fig. 2 Test specimens appearance before and after durability test in molten Zn-0.2%Al alloy

0.2%알루미늄합금이 반응하여 아연이 시험편 전체에 견고하게 부착되어 있는 것을 관찰할 수 있다.

시험편 2에서는 내구성 실험 후 시험편 전체에 아연이 부착되어 있지만, 인위적으로 Zn을 탈락시키면 부착된 아연은 탈락되며, 용사 끝단부가 용융 아연에 의해 5mm 정도 손상되었다.

시험편 3, 4, 5에서는 내구성 실험 후 용융아연-0.2%알루미늄합금에 의해 지르코니아 용사층의 몸체 부위는 손상되지 않았지만, 시험편 3, 4에서 용사층의 끝단부가 손상되었다. 시험편 3은 용사층 끝단부의 침식을 저지시키기 위해 보론나이트라이드를 도포한 시험편인데도 용사층 끝단부가 30mm정도 용융금속에 의해 침식되었다. 시험편 4는 보론나이트라이드를 도포하지 않은 시험편으로, 용사층 끝단부가 25mm 정도 용융금속에 의해 침식되었다. 시험편 5는 보론나이트라이드를 도포한 시험편으로, 내구성 실험 후에도 보론나이트라이드는 내구성 실험 전과 같이 남아 있었으며 용사층이 손상된 흔적은 없었다.

3.2 내구성 실험 전과 후의 용사층의 미세 조직 및 성분 변화

용융아연-0.2%알루미늄합금에 의한 용사층의 침식 여부를 관찰하기 위해 내구성 실험 전과 후 용사층 단면의 미세 조직 및 성분 변화를 관찰하였다.

Fig. 3는 내구성 실험 전과 후의 용사층 단면을 전자 현미경으로 관찰한 것이다.

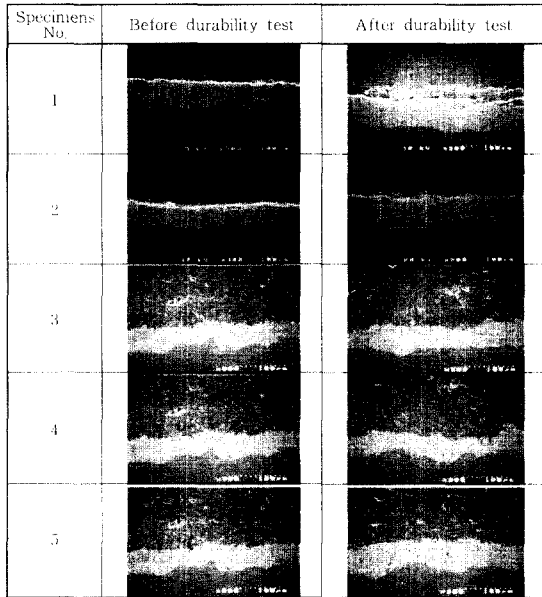


Fig. 3 SEM images of cross section before and after durability test in molten Zn-0.2%Al alloy

Fig. 4와 Fig. 5는 각각 시험편 1과 2의 용사층을 확대하여 EPMA 분석 및 각 지점의 성분 함량을 EDX로 분석한 것이다. Fig. 4에서 시험편 1의 EPMA 분석 결과 아연 성분과 텅스텐, 코발트 성분이

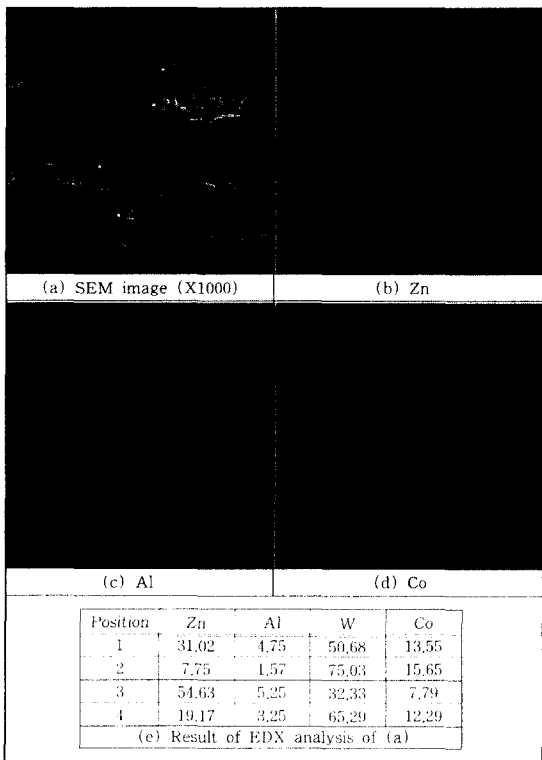


Fig. 4 SEM image, EPMA images and EDX analysis of cross section after durability test in molten Zn-0.2%Al alloy for specimen 1

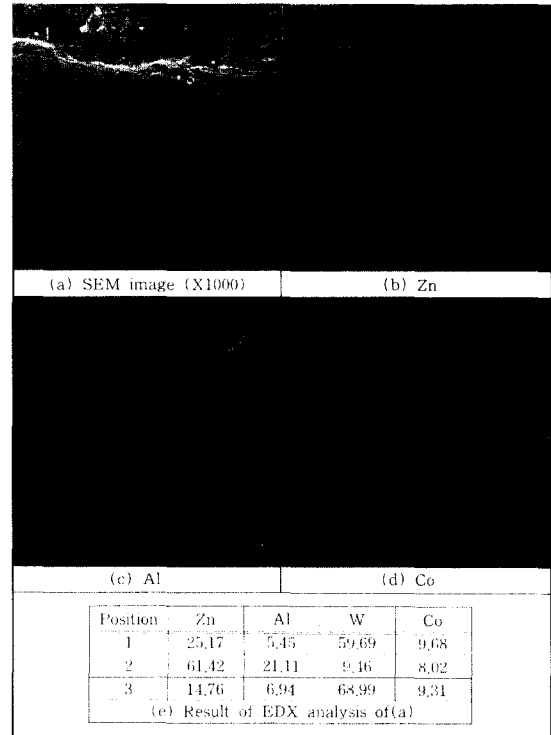


Fig. 5 SEM image, EPMA images and EDX analysis of cross section after durability test in molten Zn-0.2%Al alloy for specimen 2

용사층 표면 부에서 혼재되어 있고, 용사층 내부에서도 아연이 검출되었다. 지점 3에서 아연 성분이 대부분이며 지점 1, 2, 4에서 아연성분이 검출되었다. 이것은 용융아연-0.2%알루미늄합금이 용사층 표면부인 탄화텅스텐-17코발트 용사층을 침식시키고 탄화텅스텐-17코발트 용사층의 약한 부위로 침투하여 용사층의 내부를 급격히 손상시키면서 다시 탄화텅스텐-17코발트 용사층의 내부로 침투하여 탄화텅스텐-17코발트 용사층을 손상시킨 것으로 판단된다.

Fig. 5에서 시험편 2의 EPMA, EDX 분석 결과, 탄화텅스텐-12코발트 용사층의 표면 부에서 텅스텐, 코발트, 아연, 알루미늄이 혼재되어 있고 용사층 내부에는 용융금속의 성분이 나타나지 않았기 때문에 용사층의 내부는 손상되지 않았지만 표면부에서는 용융아연에 의해 용사층의 침식이 발생된 것으로 판단된다.

K. Tani⁽⁹⁾ 등은 알루미늄이 첨가된 용융아연 욕에서의 탄화텅스텐-코발트 용사층의 용융아연에서 내 침식 특성을 비교하였다. 그들의 결과에 따르면 용융아연에 첨가된 알루미늄의 양이 증가할수록 용사층으로 아연의 침투깊이는 현저히 감소하였다. 그 이유는 용사층 표면의 바인더 상을 따라서 코발트와 아연을 포함하는 알루미늄 리치 상(Al-rich solid phase)이 형성되어 아연과 코발트의 확산을 방지하는 확산벽

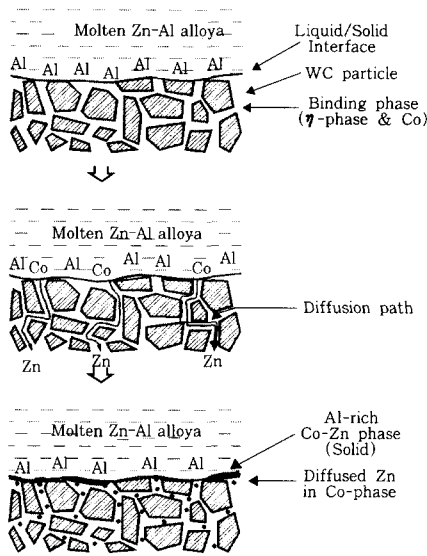


Fig. 6 Schematic diagram showing mechanism of suppressing Zn-diffusion

(diffusion barrier)으로 작용하기 때문으로 설명하였다. Fig. 6⁹⁾은 그들이 제시한 알루미늄이 첨가된 아연욕에서, 아연이 용사층으로 확산이 지연되는 모델을 나타낸 것이다. 그런데 알루미늄이 용사층의 표면에만 존재하고 용사층의 내부로는 확산해 들어가지 않는다는 K. Tani 등의 결과와는 달리 Fig. 5, (c)의 지점 3의 EDX 성분 함량 분석 결과에서 알루미늄이 6.94% 검출되었기 때문에 알루미늄이 용사층으로 확산한 것을 알 수 있다.

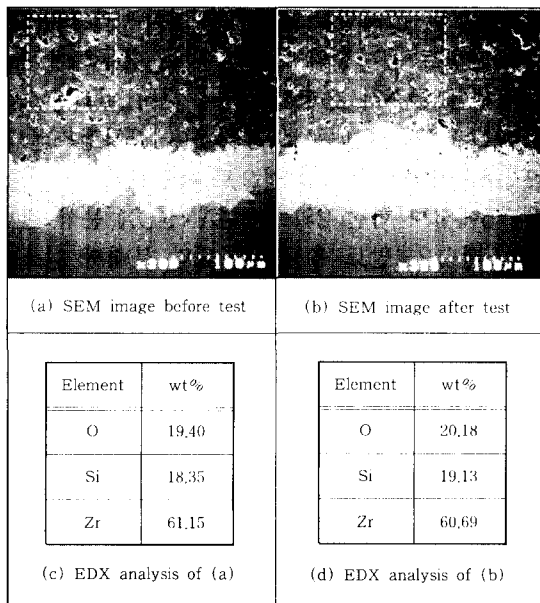


Fig. 7 SEM images of cross section and EDX analysis of ceramic layers of specimens 3, 4, 5 before and after durability test in molten Zn-0.2% Al alloy

Fig. 7은 시험편 3, 4, 5의 내구성 실험 전과 후의 단면 형상과 지르코니아 용사층의 EDX 성분 함량을 나타낸 것이다. 단면 형상이 변화되지 않았고 지르코니아 용사층 내에서 아연이나 알루미늄 성분이 검출되지 않았기 때문에 지르코니아 용사층은 용융아연-0.2%알루미늄합금에 의해 손상되지 않은 것으로 판단된다.

3.3 탄화텅스텐-코발트 용사층 침식 특성

용융아연-0.2%알루미늄합금에 의한 탄화텅스텐-코발트 용사층 끝단부 침식특성을 조직 관찰 및 성분 분석을 통하여 관찰하였다.

Fig. 8과 Fig. 9는 각각 시험편 1과 2의 내구성 실험 후 용사층 끝단부의 형상관찰, EPMA, EDX분석 결과이다.

Fig. 8의 시험편 1에서 모재와 탄화텅스텐-17코발트 용사층 사이 및 탄화텅스텐-17코발트 용사층 내부에서 아연 성분이 검출되었다. 이것은 용사층이 아연과 반응하여 모재에서 탄화텅스텐-17코발트 용사층이 완전히 박리되었고, 탄화텅스텐-17코발트 용사층도 조각으로 분리되어 아연-0.2%알루미늄 합금 중에 혼재되어 있다는 것을 알 수 있다. 용융금속 중의 알부

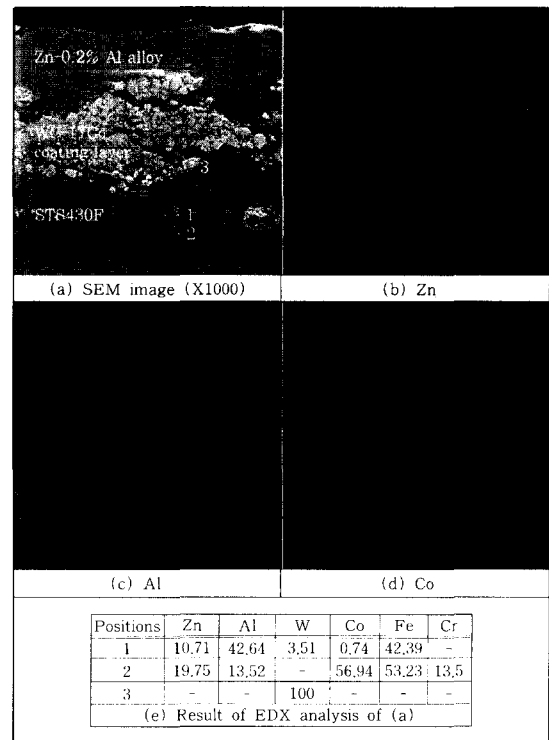


Fig. 8 SEM image, EPMA images and EDX analysis of spray coating layer edge after durability test in molten Zn-0.2%Al alloy for specimen 1

미늄과 모재인 STS430F강 중의 철과 반응하여 모재 표면 부에 알루미늄-철(Al-Fe) 화합물을 형성하고 있다는 것을 알 수 있다.

Fig. 9의 시험편 2에서 끝단부에 남아 있는 탄화텅스텐-12코발트 용사층 내에서는 아연 성분이 검출되지 않았지만 탄화텅스텐-12코발트 용사층과 모재 사이 및 이미 탄화텅스텐-12코발트 용사층이 탈락된 모재 부분에 아연 성분이 검출되는 것으로 보아 용융아연-0.2%알루미늄합금이 탄화텅스텐-12코발트 용사층의 표면부위도 침식시키고 모재와도 반응하여 모재와 탄화텅스텐-12코발트 용사층 사이로 침투하여 반응하는 것을 알 수 있다. 탄화텅스텐-17코발트 용사층 분석과 같이 용융금속 중의 알루미늄이 모재인 STS430F강 중의 철과 반응하여 모재 표면부에 알루미늄-철 화합물이 형성되었다는 것을 알 수 있다.

탄화텅스텐-코발트 용사층과 모재인 STS430F강과 용융아연-0.2%알루미늄합금과의 반응을 관찰한 결과를 Fig. 10에 개략적으로 나타내었다.

(a)는 탄화텅스텐-코발트 용사층을 형성한 시험편을 용융아연-0.2%알루미늄합금에 내구성 실험 초기의 그림이다.

(b)는 용융아연-0.2%알루미늄 합금 중의 아연이

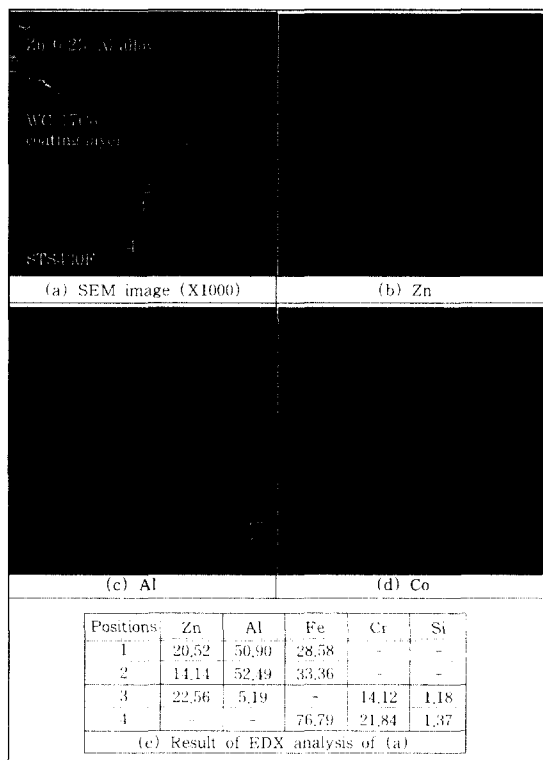


Fig. 9 SEM image, EPMA images and EDX analysis of spray coating layer edge after durability test in molten Zn-0.2%Al alloy for specimen 2

탄화텅스텐-코발트 용사층의 코발트와 반응하여 용사층의 표면 부로 약간 확산해 들어가며 아연은 모재의 표면에 철과 결합하여 철-아연화합물(Fe-Zn화합물, Intermetallic Compound) 층을 만든다.

(c)에서 형성된 철-아연 화합물은 용융아연-0.2%알루미늄합금 내의 알루미늄과 치환반응을 일으켜 철-아연 화합물이 Al_5Fe_2 로 바뀌기 시작하고, 아연은 용사층의 바인딩 상(Binding Phase)으로 존재하는 코발트와 반응하여 녹이면서 용사층으로 침투해 들어간다. 용사층 내부에서는 탄화텅스텐 입자들의 바인딩 상으로 존재하는 코발트와 아연이 반응하여 바인딩 고리를 끊음으로써 용사층이 궁극적으로 바리가 일어나기 시작한다. 또한 용융아연-0.2%알루미늄 합금은 용사층과 모재부 경계로 용사층의 코발트와 모재 부의 철과 반응하면서 침투하여 들어가기 시작한다.

(d)에서 모재 표면에 처음 형성된 철-아연 화합물은 Al_5-Fe_2 로 치환되어 Al_5Fe_2 층을 만들고 아연은 모재부의 철과 계속 확산 반응하여 철-아연 화합물을 만들고 철-아연 화합물은 다시 철-알루미늄 화합물로 치환되면서 Al_5Fe_2 층이 성장하기 시작한다.

Fig. 8의 (e)에서 EDX 성분 분석 결과, 지점 1은 알루미늄 50.90%, 철 28.58%, 아연 20.52%, 지점 2는 알루미늄 52.49%, 철 33.36%, 아연 14.14%이다. 지점 1과 2에서 알루미늄과 철의 조성으로 보아

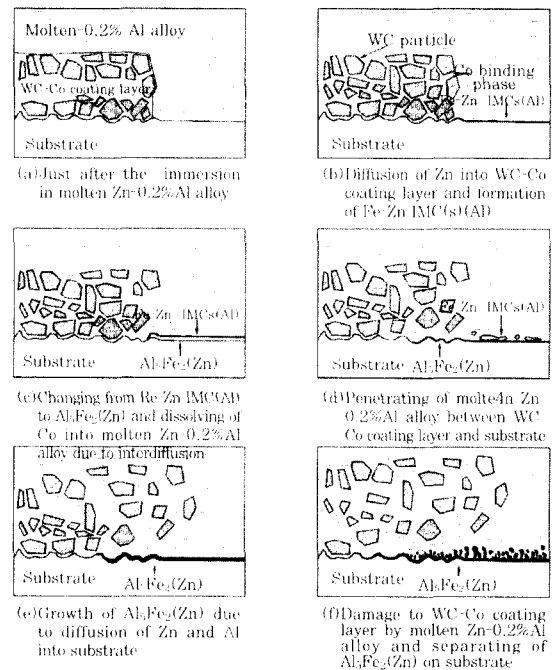


Fig. 10 Schematic diagram of damage process of the thermally sprayed WC-Co coatings layers at durability test in molten Zn-0.2%Al alloy

Al₅Fe₂가 주성분을 이루고 있으며, 두 위치의 조성으로 보아 위치 1은 Al₅Fe₂가 성장하여 모재에서 떨어져 나간 것이고 지점 2는 Al₅Fe₂가 모재에서 성장하고 있는 것이다. 지점 3은 알루미늄 5.19%, 철 56.94%, 아연 22.56%, 실리콘 1.18%, 크롬 14.12%이며, 알루미늄이 지점 2에 비해 작고 아연이 많은 것으로 판단하여 Al₅Fe₂층 내의 아연이 모재부로 일단 확산하여 철-아연 화합물을 만들고, 그 다음 아연이 알루미늄으로 치환되어 Al₅Fe₂층으로 성장하는 중간 단계로 추정된다. 지점 4는 철 76.79%, 크롬 21.84%, 실리콘 1.37% 이며 모재의 성분을 나타내고 있으며 아연이 위치 4까지는 확산하지 않았다는 것을 알 수 있다. 그리고 용융아연-0.2%알루미늄 합금 내의 아연은 탄화텅스텐-코발트 용사층 내부로 코발트를 용해시키면서 더욱 깊이 침투한다.

(e)와 (f)에서 아연과 코발트의 상호 확산 및 코발트의 용해에 의해 용사층의 표면 부와 용사층 끝단부에서 침식을 받아서 용사층이 완전히 박리 된다. Al₅Fe₂층에 존재하는 아연이 모재 속으로 확산 반응하여 침투하고 알루미늄이 다시 아연과 치환하여 모재를 침식시킨다. 이렇게 성장한 Al₅Fe₂층은 모재에서 떨어져 나가게 되며 용융아연합금도금 욕의 상부드로스(Top dross)로 존재하게 된다. Fig. 8과 Fig. 9의 조직 사진 및 성분 분석 결과를 통해 Fig. 10의 (e), (f)를 확인 할 수 있다^{10,13)}.

3.4 용융아연-0.2%알루미늄합금에서 세라믹 용사층 끝단부의 침식 특성

용융아연-0.2%알루미늄합금에 의한 세라믹 용사층 끝단부의 침식특성 및 침식을 방지하기 위해 도포된 보론나이트라이드의 용융아연-0.2%알루미늄 합금에 대한 봉공 특성을 조직 사진 및 성분 분석을 통하여 관찰하였다.

Fig. 11은 시험편 3, 4, 5의 내구성 실험 후 용사층 끝단부를 관찰한 것이다. 시험편 3, 4의 EPMA 분석인 (b), (d)에서 아연 성분이 지르코니아 용사층 내부에서는 검출되지 않았지만, 지르코니아 용사층과 탄화텅스텐-17코발트 용사층 사이에서 검출된 것으로 보아 용융아연-0.2%알루미늄합금이 하지 용사층인 탄화텅스텐-17코발트 용사층과 상부 용사층인 지르코니아 용사층 사이로 침투하여 탄화텅스텐-17코발트 용사층을 침식시키고 그 다음 하지 용사층인 탄화텅스텐-17코발트가 침식되면 지르코니아 용사층을 탈락시켜 지르코니아 용사층이 손상된 것으로 판단된다.

시험편 5의 조직 사진인 (e)에서 보론나이트라이드

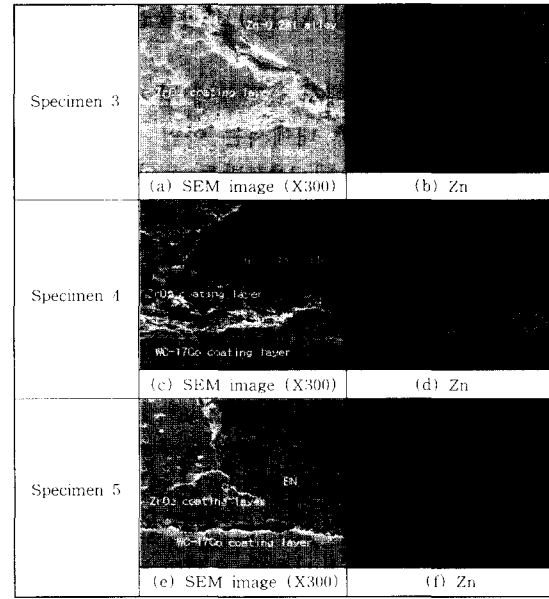


Fig. 11 SEM images and EPMA images of spray coating layer edge after durability test in molten Zn-0.2%Al alloy for specimen 3, 4, 5

가 그대로 형성되어 있으며, 지르코니아 용사층과 용사 끝단부로 용융아연-0.2%알루미늄합금이 침투한 흔적은 발견할 수 없었다.

시험편 3과 시험편 5에 도포된 보론나이트라이드는 열팽창계수가 큰 STS316L강에 도포되면 내구성 실험 할 때 탈락되지만 열팽창계수가 작은 STS430F강에 도포되면 내구성 실험 할 때 탈락되지 않고 그 형태를 그대로 유지하여 세라믹 피막 내로 용융금속이 가장 잘 침투하기 쉬운 용사층 끝단부의 침식을 막아 주는 역할을 한다는 것을 알 수 있다.

4. 결 론

용융아연 0.2%알루미늄합금 중에서 사용되는 싱크물에 드로스 부착 방지 및 표면 침식 방지를 위해, STS316L강과 STS430F강의 2가지의 모재, WC-17Co, WC-12Co, ZrO₂-SiO₂ 분말의 3가지 톱 코팅 분말과 용사층 끝단부의 용융 금속 침투를 저지하기 위한 봉공재로써 보론나이트라이드를 적용하여 각각을 조합하여 5가지의 시험편을 제조하여 용융아연 0.2%알루미늄 합금중에서 내구성 실험을 행한 결과는 다음과 같다.

1)탄화텅스텐-17코발트, 탄화텅스텐-12코발트, 지르코니아 베이스 분말의 3가지 톱 코팅층을 형성한 후 용융아연-0.2%알루미늄 합금중에서 내구성 실험한 결과, 지르코니아 용사층이 드로스 부착 방지 및 용융

아연에 의한 표면 침식 방지에 가장 우수한 특성을 나타내었다.

2) 용사 끝단부의 봉공재(sealer)로 사용된 금속 이형제인 보론나이트라이드는 용융아연-0.2%알루미늄합금 중에서 STS316L강에 적용되었을 경우 열팽창으로 탈락되었지만 STS430F강에 적용되었을 경우에는 양호하게 밀착되어 용융아연-0.2%알루미늄합금에 의한 용사층 끝단부의 침식을 방지하는데 우수한 특성을 나타내었다.

3) 열팽창계수 차이가 약 두 배 정도인 STS316L강과 STS430F강에 지르코니아 베이스 용사층을 적용하여 용융아연-0.2%알루미늄 합금에서 내구성 실험을 한 결과, 모재의 열팽창 계수 차이에도 불구하고 지르코니아 베이스 용사층은 STS316L강과 STS430F강 모재에서 양호한 내구성을 나타내었다.

참 고 문 헌

1. A. Sosiki, K. Onisawa, A. Ihda, J. Morita and S. Kanemaru : Automobile Technique, 42 (1988), 767
2. 成嘒瑾, 黃淳鶴, 金文哲, 金奎泳 : 용융아연도금액라인의 아연 욕에서 사용한 WC-Co 용사코팅의 열화거동, 대한금속·재료학회지, 38-3(2000), 488-494
3. 이동섭 : 초고속 용사코팅에 의한 WC계 Sink Roll과 Zinc와의 반응연구, 석사학위 논문(1997)
4. 강 태영, 임 병문, 최 장현, 김 영식 : 용융 55%Al-Zn 중에서 세라믹 용사 피막의 침식 거동에 관한 연구, 대한용접학회지, 18-6(2000), 51-59
5. 日本金屬學會編 : 金屬 データブック, 改訂 3版(1993), 122, 133-134
6. E.g. H.Kreye, P.Heinrich and G. Loewe : Proc. ATTAC' 88(1988), Osaka, 73
7. H. Nakahira, Y. Harada and K. Tani : Proc. ATTAC' 88, Osaka(1988), 79
8. H. Nakahira, Y. Harada T. Doi, Y. Takatani and T. Tomita : J. High Temp. Soc., 16(1990), 317
9. Kazumi Tani, Tomoki Tomita, Yoshifumi Kobayashi, Yasuyuki Takatani and Yoshio Harada : Durability of Sprayed WC/Co Coatings in Al-added Zinc Bath, ISIJ, Vol. 34, Number 10(1994), 822-828
10. Atsushi Komatsu, Yukio Uchida, Atsuchi Andoh and Koji Yamakawa : Changing Behavior from Fe-Zn Intermetallic Compounds to Al-Fe Intermetallic Compounds in Molten Zn-0.2mass%Al Alloy Bath, ISIJ, 4th International Conference on Zinc and Zinc Alloy Coated Steel Sheet(1998), 121-126
11. Yukio Uchida, Atsushi Komatsu, Atsuchi Andoh and Koji Yamakawa : Initial Stage of Reaction between Sheet and Molten Zn-0.2mass%Al Alloy Bath, ISIJ, 4th International Conference on Zinc and Zinc Alloy Coated Steel Sheet(1998), 127-132
12. Y.Lepretre, J.M.mataigne : Reaction Mechanism During Hot Dip Galvanizing : Effect of Phosphorous on Coating Development, ISIJ, 4th International Conference on Zinc and Zinc Alloy Coated Steel Sheet(1998), 133-140
13. E. T. McDevitt, Y. Morimoto, and M. Meshii : Formation and Breakdown of the Fe-Al Inhibition Layer. : ISIJ, 4th International Conference on Zinc and Zinc Alloy Coated Steel Sheet(1998), 153-160