

해수중 금속용사코팅의 박리현상

산업과학기술연구소
한국가스공사

* 권영각, 박재현
양영명

1. 서 론

해수 또는 부식성 용액을 취급하는 설비나 구조물의 방식을 위해 금속용사코팅이 자주 이용되고 있다. Zn, Al, Zn/Al 합금 등이 주로 이용되며 이들은 모재인 철강재에 대해 희생양극으로 작용하여 방식효과를 갖게 된다. 이러한 금속용사코팅의 정상적인 수명은 코팅이 점차적으로 모두 dissolution 되어 없어질때까지가 되겠으나 실제적으로는 코팅의 blistering 이 발생하여 박리되므로써 예상보다 훨씬 빨리 모재의 부식을 초래할 수 있다. 유기코팅의 경우 blistering 은 코팅자체의 부피팽창(swelling), 모재의 오염에 대한 osmosis, electro-osmosis, 코팅안에서의 gas 형성등에 의해 발생되지만 금속코팅의 경우는 아직까지 blistering mechanism 이 명확하게 밝혀지지 못한 실정이다. 본 고에서는 여러가지 금속코팅의 박리현상을 관찰하고 그 mechanism 을 고찰해보고자 한다.

2. 시험재 및 시험방법

Blistering 거동 관찰을 위한 금속코팅으로서는 Zn, Al 및 Al/Zn(98/2) 합금코팅을 이용하였으며 모재로는 LNG 설비에 많이 이용되는 Al 5086 합금판재 및 SS41 강판재를 이용하였다. 20 cm x 10 cm 의 모재판재를 전처리로써 grit blasting 한후 thermal spray 에 의해 0.1 ~ 0.3 mm 의 두께로 용사한 시편을 순환되는 인공해수(ASTM D1141)에 침지하여 약 7 개월간의 blistering 거동을 관찰하였다. 침지후 일정기간이 경과한후 시편의 부식생성물을 SEM 및 EPMA 로 분석하였고 또한 침지전후에 코팅의 부착력 시험을 실시하였다.

3. 시험결과

세가지 종류의 금속을 Al 5086 및 SS41 모재위에 용사한 시편을 인공해수에서 7 개월동안 침지시험한후 표면상태를 관찰한 결과를 Table 1. 에 요약하였다. Zn 코팅과 Al코팅의 부식거동에 있어서 Zn 코팅위의 부식생성물은 얇은 막을 이루는 형태인 반면 Al 코팅의 부식생성물은 군데 군데 피상의 형태로 형성되었다. Al 코팅의 경우는 표면에 여러개의 blister 가 형성되었으나 Zn 코팅에는 아주작은 nod 형태의 돌기가 몇 군데 있을뿐 눈에 띄는 blistering 현상이 발견되지 않았다. SS41 모재위의 코팅이나 Al 5086 모재위의 코팅은 거의 같은 형태를 나타내었으며 특별한 차이점을 발견할 수 없었다. 코팅두께의 영향은 Zn 코팅에서는 아직까지 blister 가 생성되지 않아 관찰할 수 없었으나 Al/Zn (98/2) 합금 코팅에서는 코팅두께가 두꺼울수록 큰 blister 가 발생하는 것이 관찰되었다. Fig. 1 은 Al 코팅과 Zn 코팅의 해수 침지시험후 코팅을 모재로부터 박리하여 모재쪽면을 EPMA 에 의해 면분석한 결과이다. Al 코팅은 20 일 침지후의 상태이고 Zn 코팅은 30 일 침지후의 상태임에도 불구하고 코팅과 모재의 경계부에서 생성된 반응물은 오히려 Al 쪽이 많은 것으로 나타났다.

Table 2.는 Zn 및 Al 코팅의 모재에 대한 접착력을 시험한 결과로써 해수침지 시험전과 90 일동안의 침지시험후의 각 코팅의 접착력을 나타내고 있다. 침지시험전에는 Al 코팅쪽이 Zn 코팅보다 더 높은 접착력을 갖고 있었으나 침지시험후에는 두가지 코팅 모두 접착력이 감소되었으면서 Al 코팅이 Zn 코팅보다 더 낮은 접착력을 나타내었다. 해수침지시험에서 Al 코팅이나 Al/Zn 합금코팅이 Zn 코팅보다 blistering 에 민감한 것으로 나타난 것은 상기의 분석결과로부터 그 원인이 유추될 수 있다. 즉, Al 코팅은 일반적으로 Zn 코팅보다 더 porous 하므로 코팅내로의 해수침입이 용이하고 따라서 모재와 코팅경계부에 부식반응물을 생성시키기 쉽게되므로 침지전후의 접착력 감소가 Zn 코팅보다 더 현저하게 나타나게 되어 코팅과 모재의 박리, 즉 blistering 이 발생되기 쉬운것으로 생각된다.

4. 결 론

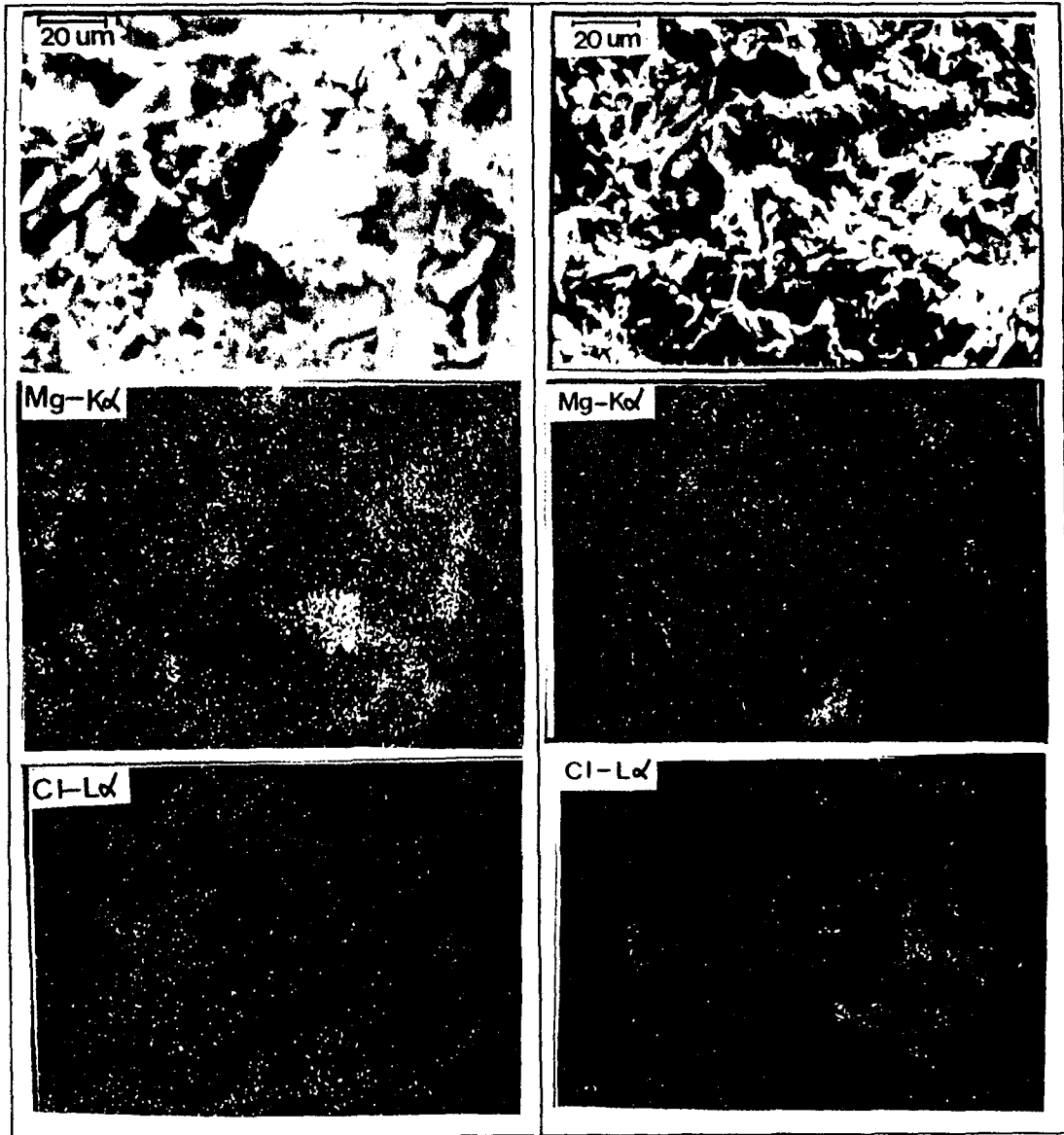
- 1) Al 코팅은 Zn 코팅에 비해 코팅과 모재의 경계부에 생성되는 부식반응물이 신속하게 생성되며, 해수침지에 의한 코팅의 접착력이 급격히 감소하고 또한 blistering 에 민감한 것으로 관찰되었다.
- 2) 금속코팅의 부식및 blistering 거동은 모재의 종류에 큰 영향을 받지 않으며 blistering 이 발생되지 않는한 코팅두께도 큰 영향이 없었다.
- 3) Al/Zn (98/2) 합금 코팅의 경우 두께 변화에 따라 부식거동은 비슷한 형태를 나타내었으나 코팅두께가 두꺼울수록 큰 직경의 blister 가 발생되었다.

Table 1. Corrosion and blistering behavior of various metallic coatings after 7 months immersion in seawater

Base Metal	Coating	Thickness (mm)	Corrosion and blistering behavior
SS41	100% Zn	0.1	Thin film of white corrosion products on whole surface
		0.2	"
	100% Al	0.2	Stacked corrosion products on scattered spots. Blisters under corrosion products.
Al 5086	100% Zn	0.1	Thin film of white corrosion products
		0.2	"
	100% Al	0.2	Some blisters of 3 ~ 10 mm ϕ
	Al/Zn (98/2)	0.1	Some corrosion products. No blister.
		0.2	Blister of 2 ~ 3 mm ϕ on whole surface
		0.3	Blister of 3 ~ 4 mm ϕ on whole surface

Table 2. Result of adhesion test of Zn and Al coatings

Coating	Before immersion	After immersion
100 % Al	10 MPa upper	3 MPa
100 % Zn	7 MPa	4 MPa



a) Al coating
(after 20 days immersion)

b) Zn coating
(after 30 days immersion)

Fig. 1. EPMA analysis of Al and Zn coatings(substrate side)
after seawater immersion.