

## 인hibiter 첨가용액의 침지에 의한 용융아연도금 강판의 내식성 개선에 관한 전기화학적 연구

문경만\* · 조황래\* · 강태영\*\* · 이명훈\*\*\* · 김윤해†  
(원고접수일 : 2006년 11월 14일, 심사완료일 : 2007년 3월 15일)

### An Electrochemical Study on the Corrosion Resistance Improvement of Galvanizing Steel by Dipping to Solution with Inhibitor

Kyung-Man Moon\* · Hwang-Rae Cho\* · Tae-Young Kang\*\* · Myung-Hoon Lee\*\*\* · Yun-Hae Kim†

**Abstract** : Recently, galvanizing method is predominantly being used not only a economical point of view but also due to its stability and long life. For example, guard rail of high way, all kinds of structures for ship etc. were protected with galvanizing and demand of galvanized structural materials was being increased with more and more. However, galvanized structures were inevitably being deteriorated with time eventually because they were corroded with solution of galvanizing film and exfoliation of its film in the present severe corrosive environment. Therefore, it is necessary to improve the corrosion resistance of the galvanizing film through various methods such as variation of chemical composition of galvanizing bath, chromate treatment and coating treatment.

In this study, three test specimens such as pure galvanizing, galvarium, and chromate treatment were submerged at tap water with inhibitor addition. And the effect of their corrosion resistance improvement was comparatively investigated with electrochemical method. Corrosion current density of the galvanized steel was the largest among three specimens, however, the galvarium steel showed the lowest corrosion current density. Futhermore, these three kinds of test specimens indicated considerably excellent corrosion resistance by dipped at tap water with inhibitor addition. Especially, the galvanized steel showed the best effect of corrosion resistance improvement than other test specimens.

**Key words** : Galvanizing(용융아연도금), Galvarium(갈바륨도금), Chromate treatment(크로메이트처리), Corrosion resistance(내식성), Corrosion current density(부식전류밀도), Inhibitor(인hibiter)

† 교신저자(한국해양대학교 기계소재공학부), E-mail:yunheak@hhu.ac.kr, Tel: 051)410-4355

\* 한국해양대학교 공과대학 기계소재공학부

\*\* 유니온스틸주식회사 기술연구소 연구 2팀

\*\*\* 한국해양대학교 해사대학 기관시스템공학부

## 1. 서 론

산업사회의 급격한 발전과 함께 모두 강구조물은 가혹한 부식 환경에 노출되어 있어 산업재해의 안전성 측면에서나 경제적인 측면에서 이들 구조물의 부식 문제는 결코 경시할 수 없는 중요한 사안이 되고 있으며 또한 이들 강구조물의 부식에 관한 연구도 많이 보고 되고 있다<sup>(1)-(3)</sup>. 따라서 이들 구조물은 여러 가지 방법으로 방지 되어지고 있는 게 사실이다. 그리고 구조물과 주위환경의 상호관계 및 구조물의 안정성, 경제성 등에 의해 음극방식법, 피복방식법, 표면처리법과 같은 여러 가지 측면에서 적절한 방식법 등이 채택되어지고 있다<sup>(4)-(7)</sup>.

최근에 경제적인 측면 뿐만 아니라 미관상 및 방식의 용이성 등의 측면에서 표면처리법의 일종인 용융아연 도금이 많이 시행되고 있다. 특히 고속도로 가드레일, 중앙 분리대, 방음벽, 선박의 각종 구조물, 도로의 이정표 및 신호등 지지파일 등 용융아연 도금된 강 구조물의 사용개소는 수없이 많으며 또한 그 수요가 증가하고 있는 추세에 있다. 그러나 이들의 용융아연 도금한 구조물들도 시간 경과에 따라 열화되어 피막의 용해와 박리 등에 의해서 철 표면이 노출되어 결국에는 부식된다. 따라서 용융도금의 방법 및 용융도금액의 조성변화 그리고 크로메이트 처리 등을 통하여 용융아연도금 피막의 내식성을 향상시키고 있다. 그러나 갈바륨도금과 크로메이트 처리의 경우에는 경제적인 문제와 환경공해의 문제가 대두되어 최근에는 기존의 용융아연도금관을 저비용으로 내식성을 개선시키는 방안을 강구하고 있는 실정이다.

본 연구에서는 순수 용융아연 도금과 갈바륨 도금 및 크로메이트 처리를 한 각각의 시험편을 인히비터를 첨가한 용액에 침지하여 표면의 내식성 효과 등을 전기화학적 방법으로 비교 고찰하였다.

따라서 본 연구의 결과는 경제적인 측면에서 용융아연도금 피막의 내식성 증대를 위한 인히비터의 첨가효과 및 전기화학적 방법에 의한 내식성 평가라는 측면에서 그 의미가 크다고 사료된다.

## 2. 실험방법 및 시험편제작

본 실험에 사용된 용융아연도금액의 조성과 온도 및 크로메이트 처리액의 조성은 Table 1과 같다. Table 1에서 알 수 있듯이 용융아연도금액은 0.2% Al과 그외 Cu, Sn, Si의 미량 성분이 함유되어 있으며 갈바륨 도금 욕은 Al이 54~58%이며 Cu, Sn, Pb의 성분이 미량 함유되어 있다. 그리고 크로메이트 처리액의 조성은 1%의 크로메이트액을 휘석하여 15.0~19.0 (g/l)의 6가 크롬양이 함유되어있으며 크로메이트 처리액의 최고온도는 60℃였다. 한편 두께 0.5mm의 강판을 상기의 용융아연도금액에서 표면 처리된 시험편 (이하 Zn 시험편, 도막두께:10 $\mu$ m)과 갈바륨 용액에서 표면 처리된 시험편 (이하 Gal 시험편, 도막두께:10 $\mu$ m) 및 크로메이트 표면 처리된 시험편 (이하 Chrom 시험편, 도막두께:20 $\mu$ m)의 3 종류를 채택하여 표면적 1cm<sup>2</sup>로 한 시험편을 제작하였다. 그리고 이들 3종류의 시험편을 아세트온으로 탈지한 후 수돗물에 인히비터(1액:H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>+ Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>+ $\alpha$ , 2액: Zn(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>+ HNO<sub>3</sub>) +  $\beta$ )를 첨가한 각각의 용액에 일정시간 침지시켰다.

**Table 1 Chemical composition of galvanizing bath, galvarium bath and chromate treatment solution**

1. Galvanizing bath						
	Chemical Composition (wt%)					Tem. (°K)
Comp.	Al	Zn	Pb	Fe	Si, Cu, Sn	733 ±5
Zn-0.2% Al alloy	0.13~0.3	Bal.	>0.07	>0.1	Trace	
2. Galvarium bath						
	Chemical Composition (wt%)					Tem. (°K)
Comp.	Al	Zn	Si	Fe	Si, Cu, Sn	873 ±5
55% Al-Zn alloy	54~58	40~43	>2	>0.5	Trace	
3. Chromate treatment solution						
Spec.	color	pH	S.G (20°C)	Total chromium (g/l)	Cr <sup>+6</sup> (g/l)	
Value	dark brown	1.6~2.5	1.12~1.16	25.0~35.0	15.0~19.0	

그리고 인히비터를 첨가한 용액에 침지된 시험편을 일정시간 경과 후 꺼내어 건조시킨 후 인히비터 처리를 하지 않은 원래의 시험편과 함께 해수 용액에서 부식전위의 시간적 변화와 양극분극 및 음극분극곡선을 측정(측정장치:Garmy사의 CMS100 시스템, 주사속도:1 mV/s, 대극:백금전극, 기준전극:SCE)하여 내식성의 상대적 비교고찰과 동시에 인히비터 첨가 용액의 효과를 비교 고찰하였다. 그리고 가속부식시험(사이클릭 볼타모그램 30회 측정, 주사속도:30 mV/s, 측정범위:-0.5V~1.5V)에 의한 표면사진은 멀티미디어 영상현미경(Sometech사, Model:SV35)으로 100배의 배율로 관찰하였다.

### 3. 아연도금 강판의 내식성에 대한 이론적 고찰

아연을 전기 도금 또는 용융아연 도금한 경우 대기 중에서 우수한 내식성을 나타낸다. 이것은 아연이 대기 오염이 적은 환경에서는 표면에 방식성이 뛰어나고 치밀한 β-Zn(OH)<sub>2</sub>와 염기성 탄산아연 Zn<sub>5</sub>(OH)<sub>6</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>의 피막을 형성하여 아연 자신의 부식이 억제된다. 그리고 아연의 표면에 전해질이 존재할 경우 아연이 용해되어 소지철을 방식하는 희생양극작용을 하여 우수한 내식성을 나타내게 된다<sup>[8]</sup>.

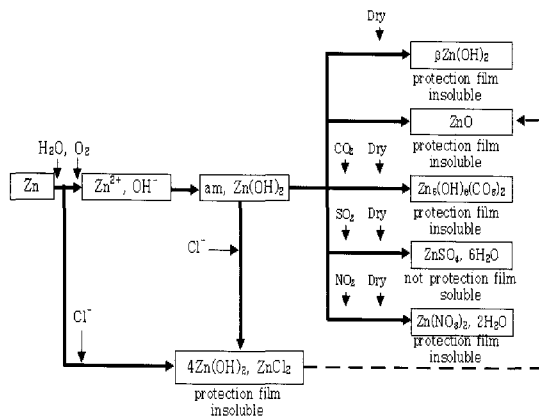


Fig. 1 Generation mechanism of Zn protection film

한편 아연 도금강판의 내식성은 대기환경오염물질의 종류 및 오염정도에 따라 다르며 아연 부착량이 많을수록 수명이 길어진다<sup>[9]</sup>. 그리고 SO<sub>2</sub>가 많은 공업지대에서는 2~7년, 해염입자가 많은 해안 지대에서는 10~12년, 오염이 없는 전원 지대에서는 15년의 수명을 나타내는 것으로 보고되고 있다. 그리고 아연도금 강판의 내식성은 대기오염 물질의 종류와 오염 정도에 따라 다르며 대기 중에서 아연 부식 생성물의 생성과정은 아래의 Fig. 1과 같다<sup>[10]</sup>.

Fig. 1에서 알 수 있듯이 SO<sub>2</sub>가 많은 대기 환경에서는 아연 표면에 형성된 Zn(OH)<sub>2</sub>가 SO<sub>2</sub>와 반응해서 수용성의 ZnSO<sub>4</sub>·6H<sub>2</sub>O를 형성하고 이것이 비바람과 같은 외부환경에 의해 유실되기 때문에 심하게 부식된다. 또한 NO<sub>2</sub>가 존재할 경우 Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O의 보호 피막을 형성하고 SO<sub>2</sub>가 존재하는 공업 지대에 비해서 부식속도는 현저하게 줄어든다. 그리고 해염 입자가 많은 해안지대에서는 4Zn(OH)<sub>2</sub>·ZnCl<sub>2</sub>가 생성되고 동시에 ZnO가 대량으로 생성되어 이것이 결정질의 Zn(OH)<sub>2</sub> 중에 분산해서 분말화 되기 때문에 Zn(OH)<sub>2</sub>의 보호 피막의 역할이 저하되어 부식 속도는 비교적 큰 편이다. 그러나 해수 중에서는 칼슘염과 마그네슘염의 작용으로 시간의 경과에 따라 부식 속도는 점차 감소하게 된다.

### 4. 실험결과 및 고찰

3종류의 시험편을 수돗물과 해수에 침지하여 침지시간에 따른 부식전위의 변화를 측정하였다. Fig. 2에서 알 수 있듯이 침지 초기에서 침지 10시간까지 두 종류의 용액에서 모두 전위가 귀방향으로 상승하는 경향을 알 수 있으며 그리고 3종류의 시험편 모두가 침지시간의 경과와 함께 전위가 심하게 진동하고 있음을 알 수 있다.

그리고 수돗물에서는 비교적 전위가 높고 해수에서 전위가 낮은 경향을 나타내고 있음을 알 수 있다. 특히 용융아연 도금한 시험편(Zn)이 해수에서 가장 전위가 낮음을 알 수 있으며 수돗물에서는 갈바륨 용융 도금한 시험편이 전위가 가장 높았음을 알 수 있다. 수돗물은 해수에 비해서 염소이온에 의

한 피막의 파괴가 적으므로 부식전위는 양분극의 증대와 함께 귀한 값을 유지하는 것으로 사료된다. 그리고 Zn 시험편이 다른 시험편에 비해서 부식전위가 비한 값을 나타내는 것은 염소이온에 의한 피막의 파괴가 심하여 양분극의 감소에 기인하며 또한 내식성이 다른 시험편에 비해서 좋지 않은 것으로 사료된다.

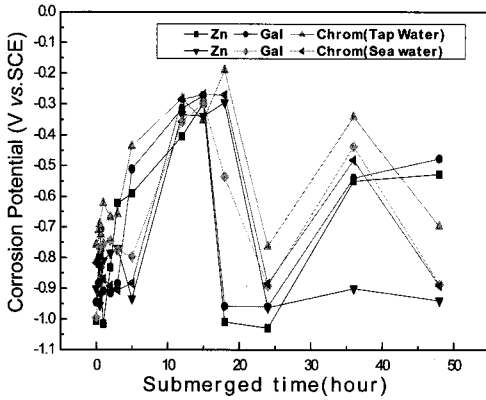


Fig. 2 Variation of corrosion potential as a function of exposed time in sea water and tap water solution

Fig. 3은 인히비터 1액을 첨가한 수돗물에서 10분간 침지한 후의 시험편과 인히비터 첨가용액에 침지하지 않은 시험편을 해수용액에서 침지시간에 따른 부식전위의 시간적 변화를 나타내고 있다.

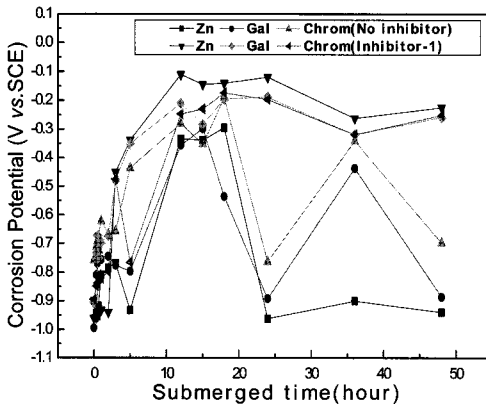


Fig. 3 Variation of corrosion potential as a function of exposed time in sea water solution with inhibitor addition or not

그래프에서 알 수 있듯이 인히비터를 첨가한 용액에 침지시킨 시험편의 경우 침지하지 않은 시험편에 비해서 부식전위는 귀한 값을 나타내고 있음을 알 수 있다. 그리고 인히비터첨가용액에 침지하지 않은 경우 Zn 시험편이 가장 낮은 부식전위를 나타내었으나 인히비터 첨가용액에 침지한 경우에는 오히려 가장 높은 귀전위 값을 나타내었다. 그리고 인히비터를 첨가함으로써 전위가 안정된 값을 유지하고 있음을 알 수 있었다. 따라서 인히비터를 첨가한 용액의 경우 도금피막과 인히비터의 상호작용에 의해서 표면에 치밀한 산화막이 형성되어 양분극의 증대와 함께 부식전위는 귀한방향으로 이행하면서 내식성은 향상되는 것으로 사료된다.

Fig. 4는 인히비터 2액을 첨가한 수돗물에 10분간 침지시킨 후의 시험편과 침지하지 않은 시험편 대해서 해수용액에서 침지 시간에 따른 부식전위의 시간적 변화를 나타내고 있다. 인히비터 2액을 첨가한 경우 첨가하지 않은 경우에 비해서 비교적 전위가 높은 값을 나타내고 있음을 알 수 있다. 그리고 인히비터 2의 경우에도 Zn 시험편은 인히비터를 첨가한 경우 가장 높은 부식전위값을 나타내는 경향을 알 수 있었다.

Fig. 5는 인히비터 1과 인히비터 2의 효과에 따른 부식 전위의 시간적 변화를 나타내고 있다. 인히비터 1액을 첨가한 경우가 인히비터 2액에 비해서

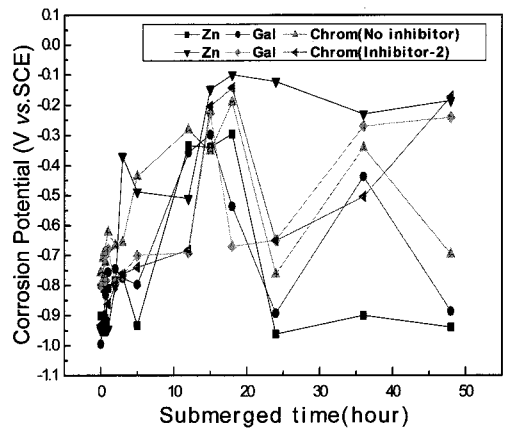


Fig. 4 Variation of corrosion potential as a function of exposed time in sea water solution with inhibitor 2 addition or not

비교적 안정된 전위 상승을 나타내고 있으며 Chrom 시험편의 경우 인히비터 2액에 침지한 경우 부식전위가 침지시간에 따라 심하게 진동하는 경향을 알 수 있다.

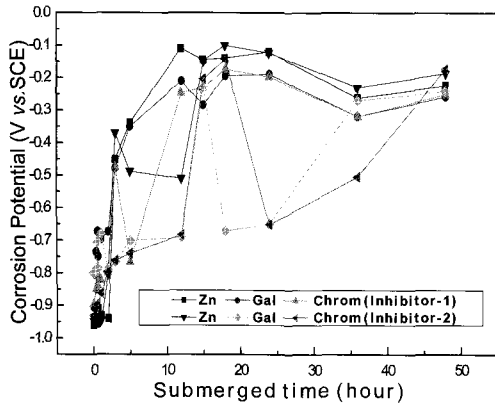


Fig. 5 Variation of corrosion potential in sea water solution in case of immersed in inhibitor 1 and 2

그동안 10여종의 인히비터를 이용한 예비실험에서 최종적으로 2종의 인히비터를 선정하여 실험하였으나 인히비터 2의 경우 내식성 개선효과와 재현성이 충분치 못하다는 결론을 얻게 되었다. 따라서 본 실험에서는 인히비터 1액에 대해서만 연속적으로 내식성의 상대적 평가를 할 수 있는 분극곡선측정실험을 하게 되었다.

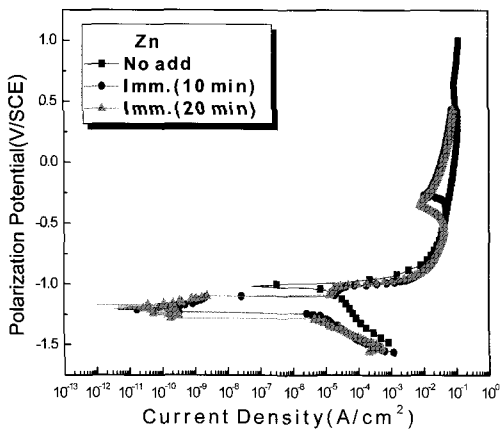


Fig. 6 Cathodic and anodic polarization curves of test specimens in sea water solution with inhibitors addition or not and immersion time

Fig. 6은 용융아연 도금한 시험편과 인히비터 1액을 첨가한 용액에 이 시험편을 10분과 20분 각각 침지후 물에 가볍게 수세 후 건조시킨 3종류의 시험편을 해수 용액에서 구한 음극 및 양극분극곡선이다.

양극 및 음극분극 곡선상에서 인히비터 첨가용액에 침지한 두 종류의 시험편은 모두 약  $3 \times 10^{-9} \text{ A/cm}^2$ 부터  $10^{-5} \text{ A/cm}^2$  사이의 영역에서 급격하게 직선적으로 전류가 증가하는 양상을 알 수 있다. 이것은 부식전위에서 약  $-1500 \text{ mV}$ 까지 일시적으로 음분극된 상태에서 서서히 양분극으로 이행하면서 음극 분극곡선이 구해지고 공급전류밀도가 없는 즉 부식전위 상태에서 다시 양극전류밀도가 공급되면서 양극분극곡선이 구하여지므로 상기한 전류의 영역에서 음분극시에 피막의 생성에 과도한 공급전류가 필요하며 양분극시에는 피막의 파괴가 급격하게 일어남에 따라 전류가 급격히 증가한 것으로 사료된다. 그리고 분극곡선상에서 양극과 음극분극곡선이 만나는 점을 중심으로 활성태 영역에서 타펠의삼법으로 정상적인 부식전류밀도를 고찰할 때 인히비터를 첨가한 용액에 침지한 경우가 침지하지 않은 경우에 비해서 부식전류밀도가 감소되었음을 알 수 있으며 그리고 20분간 침지한 경우와 10분간 침지한 경우는 분극곡선상으로 내식성 개선에 있어 큰 차이가 없는 것으로 사료된다.

Fig. 7은 Gal 시험편과 이 시험편을 인히비터를 첨가한 용액에 10분과 20분 침지 후에 각각의 시험편을 꺼내어 수세 후 건조시켜서 이들 3종류의 시험편을 함께 양극 및 음극분극곡선을 구하여 비교한 그래프이다. 인히비터를 첨가한 용액에서 10분 침지한 경우가 20분 침지한 경우에 비해서 그리고 인히비터 처리를 하지않은 시험편에 비해서 비교적 내식성이 우수한 경향을 분극곡선을 통하여 알 수 있다. 그리고 침지 20분의 경우는 인히비터 첨가 용액에 침지하지 않은 경우보다 오히려 부식속도가 증가하고 있음을 분극곡선상에서 알 수 있었다. 따라서 Gal 시험편은 인히비터 첨가 용액에 장시간의 침지는 내식성 개선효과가 나타나지 않으며 오히려 부식성이 증가하고 있음을 머루어 추측 할 수 있다고 사료된다.

Fig. 8은 크로메이트 처리한 시험편과 이 시험편을 인히비터 첨가 용액에 10분과 20분 각각 침지 후 꺼내어 수세한 후 3종류의 시험편을 해수용액에서 구한 양극 및 음극분극곡선이다. 그래프에서 알 수 있듯이 10분간 인히비터 첨가 용액에 침지 시킨 경우가 오히려 20분간 인히비터 용액에 침지 또는 인히비터 용액에 침지시키지 않는 경우보다 부식전류밀도가 분극곡선상에서 가장 적다는 사실을 알 수 있다.

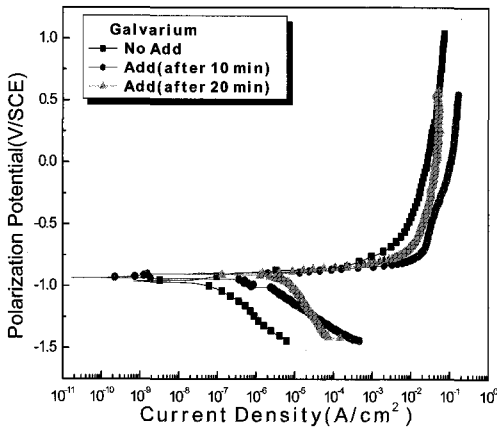


Fig. 7 Cathodic and anodic polarization curves of test specimens with inhibitors addition or not and immersion time in sea water solution

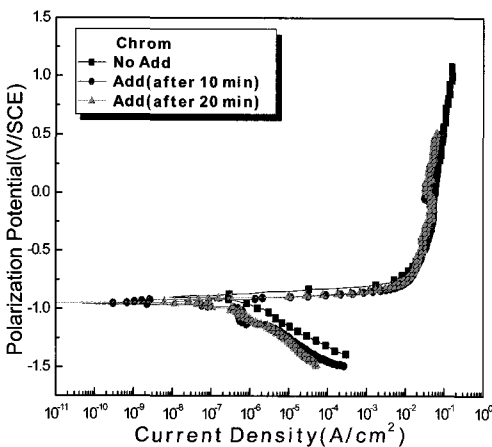


Fig. 8 Cathodic and anodic polarization curves of test specimens with inhibitors addition or not and immersion time in sea water solution

Table 2 The Corrosion property data obtained by Stern-Geary method from three kinds of test specimens with inhibitors addition or not in sea water solution

Item Specimen		$i_{corr}$ (A/cm <sup>2</sup> )	$E_{corr}$ (V)
		Stern-Geary	
Zn	No add	$2.672 \times 10^{-5}$	-1.018
	Add Inhibitor Imm. 10 min.	$1.087 \times 10^{-11}$	-1.205
	Add Inhibitor Imm. 20 min.	$6.782 \times 10^{-10}$	-1.198
Galvarium	No add	$9.725 \times 10^{-8}$	-0.962
	Add Inhibitor Imm. 10 min.	$1.875 \times 10^{-9}$	-0.917
	Add Inhibitor Imm. 20 min.	$4.174 \times 10^{-6}$	-0.904
Chromate	No add	$7.614 \times 10^{-7}$	-0.896
	Add Inhibitor Imm. 10 min.	$1.196 \times 10^{-9}$	-0.933
	Add Inhibitor Imm. 20 min.	$8.921 \times 10^{-8}$	-0.938

이와 같은 경향은 Gal 시험편의 경우에도 같은 실험결과가 나왔음을 알 수 있다. 따라서 내식성 개선을 위한 인히비터 첨가 용액의 침지시간은 도금강판의 성분 따라 적절한 시간의 선택이 중요하다는 사실을 알 수 있었다.

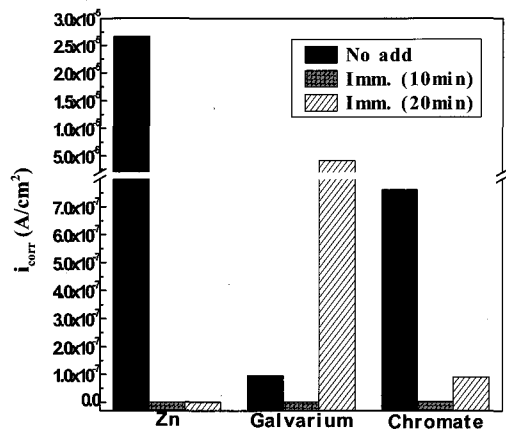


Fig. 9 Variation of corrosion current density with inhibitor addition or not and immersion time in sea water solution

Table 2는 3종류의 시험편에 대해서 인히버터 첨가용액의 침지 유무 등에 대해서 측정한 Fig. 6, 7, 8의 분극곡선에서, Stern-Geary식에 기초한 Garmy사의 CMS100 시스템으로 분석한 부식전류 밀도 등을 비교하여 정리한 결과를 보여주고 있다.

그리고 Fig. 9는 Table 2의 데이터를 알기 쉽게 그래프로 나타내고 있다.

Fig. 9에서 알 수 있듯이 인히버터 첨가용액에 침지하지 않은 경우에는 Gal 시험편이 가장 내식성이 우수하고 Zn 시험편이 부식성이 가장 크다는 사실을 알 수 있다<sup>(11)-(13)</sup>. 그러나 인히버터 첨가용액에 침지한 경우에는 인히버터 첨가용액에 침지하지 않은 경우보다 상대적으로 내식성이 향상되었음을 알 수 있으며, 인히버터 첨가 용액에서 10분간 침지한 경우 무첨가의 경우보다 내식성이 현저하게 향상되었음을 알 수 있었다. 특히 Zn 시험편의 경우 인히버터를 첨가한 용액에 침지 시간 10분과 20분에서 거의 같은 현저한 내식성 효과가 있었으나 Gal과 Chrom 시험편은 침지 20분보다 10분의 침지가 현저한 내식성 효과를 나타내었음을 알 수 있었다. 그리고 Gal 시험편의 경우 침지20분에서는 오히려 인히버터처리를 하지 않은 경우보다 부식속도가 증가하였음을 재확인 할 수 있었다. 또한 인히버터 첨가용액에 10분간 침지한 경우에는 3종류의 시험편이 거의 같은 내식성을 나타내고 있음을 알 수 있었다.

Fig. 10은 분극곡선에 의한 내식성의 상대적 평가를 재확인 하기 위해서 부식 실험전과 가속 부식 실험 후의 부식된 시험편을 100배의 배율로 확대한 표면사진을 보여주고 있다. Zn의 경우 원래의 표면상태는 균일하지 못함을 알 수 있으며 Gal 과 Chrom시험편의 경우에는 균일한 산화막의 형성에 의해서 표면이 비교적 균일함을 알 수 있다. 그리고 가속부식 실험 후에도 Zn의 경우 부식으로 인한 붉은 산화물이 표면을 심하게 덮고 있으며 붉은 균열이 나타나고 있음을 알 수 있다. Chrom의 경우에도 붉은 산화물이 나타나고 있으나 Zn에 비해서 다소 양호하며 균열흔적도 적음을 알 수 있다. 그러나 Gal의 경우에는 표면에 붉은 반점이 드물게 나타나고 있으나, 전체적으로 Zn과 Chrom에 비해서 부

식되지 않은 양호한 표면상태를 보여주고 있음을 알 수 있다.

— : 558 $\mu$ m,  $\times$ 100

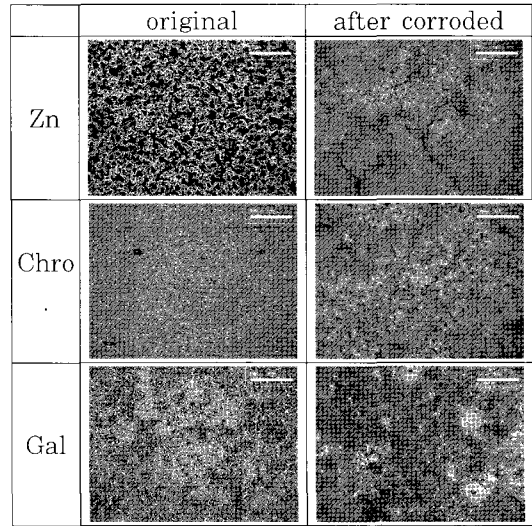


Fig. 10 Morphology of original and corroded surface after 30th cyclic voltammogram

— : 558 $\mu$ m,  $\times$ 100

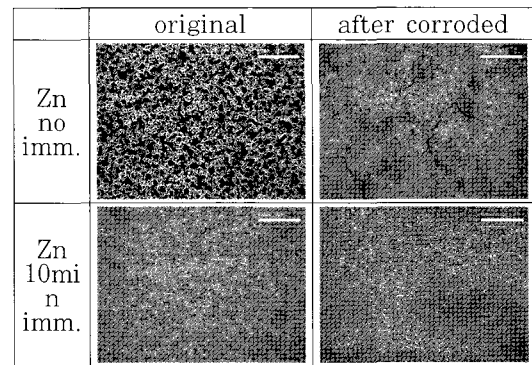


Fig. 11 Morphology of original and corroded surface after 30th cyclic voltammogram with immersion(10min) to inhibitor solution or not

Fig. 11은 Zn 시험편을 인히버터 첨가용액에 침지한 경우와 침지하지 않은 경우에 대해서 가속 부식실험 후의 부식된 표면상태를 보여 주고 있다. 인히버터 용액에 10분간 침지 후의 표면 상태는 침지

하지 않은 경우에 비해서 표면의 오목볼록이 사라지고 비교적 균일한 상태를 나타내고 있음을 알 수 있다. 그리고 가속 부식 실험후에도 인히비터 용액에 침지한 시험편의 표면은 침지하지 않은 시험편에 비해서 붉은 산화물이 거의 발생되지 않고 있음을 알 수 있다. 따라서 인히비터 용액의 침지에 의해서 내식성 개선효과가 있음을 알 수 있으며 또한 내식성 평가에 있어서 분극곡선 측정과 실제의 가속 부식실험의 결과는 잘 일치하고 있음을 알 수 있었다.

따라서 용융아연도금강판을 인히비터처리에 의해서 갈바륨 또는 크로메이트처리에 상응하는 내식성을 나타내는 표면처리가 가능할 수 있다는 실험결과를 얻을 수 있었다.

## 5. 결 론

지금까지 3종류의 시험편을 인히비터를 첨가한 용액에 10분 및 20분간 침지하여 꺼낸 후 건조시킨 시험편과 인히비터를 첨가한 용액에 침지하지 않은 시험편을 함께 해수용액에서 부식전위의 시간적 변화를 측정하고 음극 및 양극분극곡선을 측정하여 내식성 개선효과를 비교 고찰하였다. 그 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 인히비터를 첨가한 용액에 침지한 시험편은 인히비터와의 상호작용에 의한 치밀한 막의 생성에 의해서 인히비터용액에 침지하지 않은 시험편보다 부식전위는 양분극의 증대와 함께 귀한 값을 나타내는 것으로 사료된다.
2. Zn 시험편의 부식전위는 인히비터 첨가용액에 침지하지 않은 경우 가장 낮은 값을 나타내었으나 인히비터를 첨가한 용액에 침지한 경우에는 다른 시험편에 비해서 인히비터에 의한 치밀한 막의 생성이 용이하여 가장 귀한 전위값을 나타내었음을 알 수 있었다.
3. 인히비터를 첨가한 용액에 침지하지 않은 시험편의 경우에는 Zn 시험편이 가장 부식속도가 크게 나타났으며 그리고 표면이 알루미늄과의 치밀한 산화막으로 형성되어있는 Gal 시험편의 경우가 가장 부식속도가 낮았다.

4. 인히비터를 첨가한 용액에 10분간 침지한 경우에는 3종류의 시험편 모두 내식성이 크게 향상되었으며 Zn 시험편이 인히비터 첨가 효과가 가장 크다는 사실을 알 수 있었다.
5. 시험편의 표면처리 성분이 다른 경우 인히비터를 첨가한 용액의 침지시간에 따라 내식성 개선 효과가 다를 수 있다는 실험결과를 얻을 수 있었다.

## 6. 참고문헌

- [1] B. H. Jung, M. G. Kim, Effect of Thermal Cycle and Stress on the Intergranular Corrosion in 316 Stainless Steel, Journal of the Korean Society of Marine Engineering, vol. 30, No. 6, pp. 709-715, 2006.
- [2] S. J. Kim, J. Y. Ko, Investigation of Optimum Protection of High-Strength Al alloy for Application in Ships, Journal of the Korean Society of Marine Engineering, vol. 30, No. 6, pp. 57-168, 2006.
- [3] D. H. Youn, M. H. Lee, K. J. Kim, K. M. Moon, An Electrochemical Evaluation on the Corrosion Resistance of a Al Alloy, Journal of the Korean Society of Marine Engineering, vol. 29, No. 5, pp. 495-501, 2005.
- [4] Denny A. Jones, "PRINCIPLES AND PREVENTION OF CORROSION", Maxwell Macmillian International Publishing Group, New York, USA, pp.398, 1991.
- [5] The Techonlogy Center of the Coastal Development, Corrosion Control Manual of Harbor Steel Structure, Tokyo, Jappen, pp. 21, 1987.
- [6] W. Von Baeckmann, "Handbook of



CATHODIC CORROSION PROTECTION", Guef publishing Company, Houston Texas, USA pp.180, 1997.

- [7] Mars G. Fontana etc., "Corrosion Engineering", McGraw-Hill, Inc, New Jersey, USA pp.39, 1978.
- [8] R. S. Treseder, Ed.: Corrosion Engineers Reference Book, NACE, pp.71 .1980.
- [9] A. J. Stavros, Metals Handbook, Corrosion, 9th ed., ASM International, Metals Park, OH, Vol. 13, pp. 436, 1987.
- [10] Korea Institute Construction of Anticorrosive Technology, Corrosion and Corrosion Control, pp. 28-30, 1998.
- [11] J. C. Zoccola, H. E. Townsend, A. R. Borzillo and J. B. Horton, ASTM STP 646 ASTM, Philadelphia, pp. 165, 1978.
- [12] L. L. Shreir, Corrosion, Volume 2, Corrosion Control, London Polytechnic, Butter Worth & Co(Published) Ltd., pp. 55-57, 1979.
- [13] H. Z. Masayuki, Corrosion Resistance of Al Alloy for Automobile, Rust Prevention & Control, Japan, vol. 47, No. 8, pp. 305-312, 2003.



**조황래(趙鳳來)**

1997년 한국해양대학교 기계소재공학부 입학, 2004년 한국해양대학교졸업 및 동 대학원의 석사과정 입학, 2006년 한국해양대학교재료공학대학원 석사과정 이수



**강태영(姜兌映)**

1990년 한국해양대학교 재료공학부 입학, 1994년 한국해양대학교졸업 및 동 대학원의 석사과정 입학, 1996년 한국해양대학교재료공학대학원 석사과정 수료 및 유니온스틸입사, 1997년 한국해양대학교 기계공학원의 박사과정 입학, 2000년 한국해양대학교 기계공학대학원의 박사과정취득, 2006년 UNIONSTEEL 기술연구소 재직 중



**이명훈(李明勳)**

1983년 한국해양대학교 기관학과 졸업(학사) 1987년 한국해양대학교 대학원 졸업(석사), 1994년 일본 나고야대학 졸업(박사), 현 한국해양대학교 해사대학 기관시스템공학부 교수



**김윤해(金允海)**

1983. 2. 한국해양대학교 졸업, 1990. 3. 일본도쿠시마대학교 대학원 졸업(공학석사), 1993. 3. 일본규슈대학교 대학원 졸업(공학박사), 1997. 8. 미국국립표준과학연구소 객원교수, 2006. 3 한국해양대학교 기계소재공학부 교수

**저 자 소 개**



**문경만(文慶萬)**

1976년 한국해양대학교 기관학과 졸업(공학사), 1978년 한국해양대학교 대학원 졸업(석사), 1992년 일본 나고야대학 졸업(박사), 현 한국해양대학교 공과대학 기계소재공학부 교수