

고내식성 내지문 EGI 강판 개발

金亨俊

산업과학기술연구소 표면처리연구부

Development of Anti-Finger Printed EGI Steel Sheet With High Corrosion Resistance

Hyung-Joon Kim

Department of Surface Treatment, Research Institute of Industrial Science and Technology, Pohang 790-330

Abstract

A study on a new anti-finger printed EGI steel sheet with high corrosion resistance has been carried out to meet the recent requirement of high quality and performance of the pure zinc electrogalvanized steel sheet. The substrate was the pure zinc electrogalvanized sheet with the metallic coating of 20g/m². The two different processes for inorganic(chromating) and organic(resin) coating were applied. One was a two coat/two bake type to separately treat chromating and resin coating which is now widely used. The other was a one coat/one bake type to simultaneously treat them which is newly developed in this study. The solution for the one coat/one bake type was an aqua-base coating agents which was composed of inorganic and organic components. The new anti-finger printed EGI steel sheet with the Cr and resin coating weight of 13mg/m² and 800mg/m², respectively shows the superior corrosion resistance besides the good paintability, formability, fingerprint resistance and earth characteristics properties.

1. 서 론

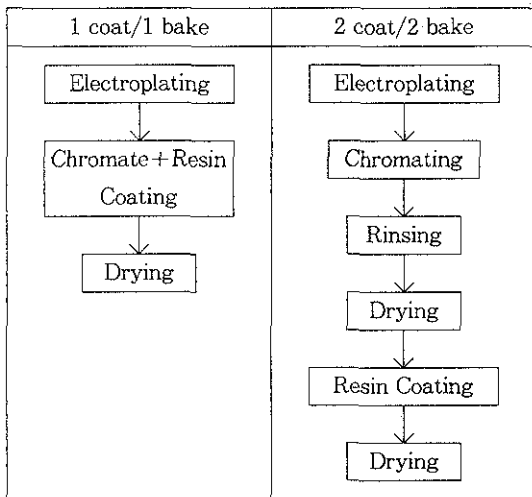
내지문성 및 내식성 등의 품질이 요구되는 가전용 강판으로 초기에는 무기질 즉, 크로메이트처리 전기도금강판을 사용하였으나 최근에는 우수한 도금의 품질 요구도가 증가되어 박막의 유기물 도포처리를 실시한 내지문처리 전기도금제품을 사용하고 있다.

아연도금강판의 내식성을 향상시키는 방법으로써 크로메이트 처리를 실시하여 사용하고 있으나 부식환경하에서는 크로메이트 피막이 자기수복 작용에 필요한 이상으로 Cr⁶⁺ 용출이 되어 방식효

과가 절감되므로 고내식성을 얻기 위해서는 크롬 부착량을 증가시켜야 하지만 밀착성 및 표면외관의 열화로 인해 만족할만한 결과를 얻지 못한다¹⁻³⁾. 따라서 방청에 필요한 최소의 Cr⁶⁺ 양을 용출시키기 위해서는 하층에는 크로메이트처리를 실시한 후 내식성 및 내수성이 우수한 유기수지피막을 상층에 형성하게끔 내지문처리를 하여 복합피막층을 구성함으로써 Cr⁶⁺ 용출을 억제한다. 유기수지 피막은 유기수지와 실리카로 구성되어 있으며 도료밀착성 및 방식효과를 향상시키며 roll coating 방법으로 내지문처리를 실시하며 그 제조공정은 크로메이트 처리 후 수용성 유기·무기 복합처리

로 도포한 후에 건조하는 공정을 거치게 되며 표 1에 나타내었다^{4, 5)}. 이와 같이 통상적으로 제조되는 이액형 내지문강판은 기존의 반응형 크로메이트 처리의 문제점을 갖고 있어 내지문처리후에도 표면외관이 불균일되는 문제점이 있으며 그 처리 과정도 2단계 공정으로써 EGI강판에 크로메이트 용액으로 제1차 피막처리, 수세 및 건조한 후 내지문수지로 제2차 피복처리 및 소부를 실시하고 있다. 따라서, 이러한 문제점 보완과 더불어 국내외 수요가 업체들의 고품질, 고성능화의 요구에 따라 기존의 이액형 내지문강판을 개선하고 있으나 내수 및 수출시장에서 치열한 공급경쟁으로 인하여 가전수요의 요구에 부응하기에는 한계점이 있어 각 철강회사에서도 신제품을 계속적으로 개발함으로써 사용용도에 따라 다양한 제품을 생산하고 있다. 이와 같은 추세에 부응하기 위해 본 연구에서도 표면처리강판의 고부가가치 제품인 1액형 내지문 EGI 강판을 개발하였다.

Table 1. Comparison of manufacturing process between 1 Coat/1 bake and 2 Coat/2 bake type anti-finger printed steel sheet



본 연구에서 개발된 내지문강판은 도포형 크로메이트 장점을 보유하면서 단점을 보완하여 수지처리를 병행하기 위해 크로메이트와 수지를 복합화한 하나의 용액을 사용하였으며 그 처리 과정도 내지문 도포처리 및 소부를 함으로써 기존 공정의

제 1차 처리를 생략하는 것을 특징으로 하는 제품(일액형 내지문 강판)이다. 이런 공정생략으로 크로메이트용액 원단위 절감 및 작업공해와 폐수 처리부하를 감소시키고 수반된 공정관리 간략화로 작업성을 향상시키면서 생산성 향상을 기대할 수 있다. 상기와 같은 방법으로 제조된 1액형 및 2액형(기존) 내지문 강판의 피막구성을 그림 1에 보여준다.

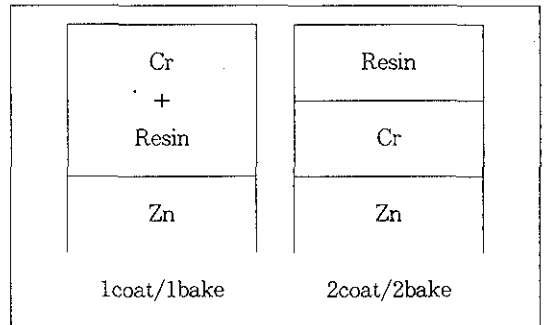


Fig. 1. Schematic illustration of 1 Coat/1 bake and 2 Coat/2 Bake type anti-finger printed steel sheets.

본 연구에서는 개발된 1액형 EG 내지문강판의 품질특성을 분석하여, 기존 2액형 내지문 제품과 비교하였다.

2. 이 론

내지문처리제품은 크로메이트 처리 및 내지문 수지도포처리로 분류할 수 있으며 각각에 대해서 간단히 요약한다.

2.1 크로메이트처리

습윤환경하에 있는 표면처리강판 특히 아연도금강판의 아연의 부식(용출)을 억제하는 방법으로 크로메이트 피막은 대단한 효과가 있다. 인산염 피막은 부식 전류에 대해서 비투과성의 장벽을 형성하여 부식을 억제하는 반면에, 크로메이트 피막은 크롬산 이온(CrO_4^{2-})을 함유한 부동태 피막을 형성하여 anode반응을 억제함으로써 우수한 방청효과를 발휘한다⁶⁾.

이러한 크로메이트처리하는 피막형성 방법에 따

라 반응형, 도포형, 전해형으로 구분되며 이에 따라 사용되는 용액조성 및 피막특성도 차이가 있다.

반응형 chromate 처리는 일반적으로 널리 보급된 처리방법으로써 크로메이트 처리용액이 아연 도금강판과 접촉하면 도금층의 산화반응 및 용액 중의 크로메이트 ion이 Cr³⁺로 환원되는 반응에 의해 도금층 표면에 Gel상태의 크롬산화물이 석출된 후 건조에 의해 완전한 피막을 형성시킨다. 이 처리 방법에서는 산화환원반응을 촉진시키기 위해 황산, 질산, 염산 등의 강산이 필수적으로 첨가되고 표면에 용액이 잔존한 상태로 건조가 되면 내식성 저하 및 표면 변색의 원인이 되므로 처리후에는 수세를 필수적으로 행한다. 반응형 크로메이트 처리는 염수분무시험에 의한 백청발생시간이 24~100시간인 내식성을 보유하는 제품에 적용되지만, 내식성을 향상시키기 위해 크롬부착량을 너무 증가시키면 크로메이트 피막의 Cr⁶⁺ 때문에 황색화되고 외관상 바람직하지 않을 뿐만 아니라 도장 밀착성이 나빠진다⁷⁾. 또한, 도금라인 고속화에 따라서 후처리 공정도 고속화가 요구되고 있는 상황에서 반응형 크로메이트 처리방법을 사용하면 균일하고 충분한 피막량을 얻기 위하여 일정시간(일반적으로는 4~10초)의 침지 또는, 분무시간이 필요하고, 고속화에 대응하기 위하여는 탱크의 수를 증가해서 반응시간을 길게 하여야만 하는 단점이 있다.

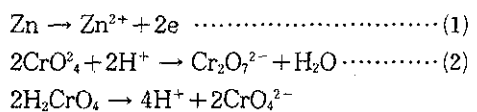
도포형 chromate 처리는 아연도금강판 표면이 처리액을 도포하여 건조시켜 피막을 형성하는 방법으로써 반응형 크로메이트에서의 산화환원반응보다는 표면에 도포되어 Gel상태로 되어 있는 Cr 화합물들을 건조할 때 발생하는 탈수 축합반응에 의해 피막을 고분자화시키는 방법을 말한다. 이 처리 방법은 Cr 화합물들의 탈수축합반응만을 이용하므로 반응형 크로메이트 처리와는 달리 용액 중에 반응을 촉진하는 강산이 필요없기 때문에 크로메이트 처리후 수세과정이 필요없지만 Cr 화합물을 고분자화 시키기위해 건조과정이 매우 중요하다. 도포형 크로메이트 처리는 피막 중에 Cr⁶⁺가 많이 함유되어 있어서 염수분무시험으로 200시간 이상의 우수한 내식성을 보유하는 제품에 주로 적용되고, 일반적으로 막형성체로서 콜로이드실리카

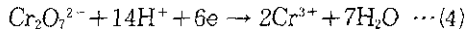
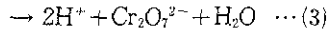
를 첨가하는 방법⁸⁾, 혹은 유기중합체를 함유한 크로메이트액을 로울도포 혹은 침지→로울 압착탈수(roll squeezing)하여 수세하던가 혹은 그대로 건조시키는 것이다. 그러나, 도포형 크로메이트 처리법의 결점은 피막량의 조절이 어려운 점, 고속화에 대하여는 폭방향에서의 피막이 불균일하게 되기 쉽고, 처리상 불균일의 원인이 되며 크로메이트 피막전체가 6가 크롬이 그대로 존재하고 두터운 막 때문에 도막 밀착성은 극히 나쁘다.

한편, 강판을 음극전해 처리하는 전해형 크로메이트 처리법에서는, 강판표면에서 전기적으로 6가 크롬이 환원되어 3가 크롬으로 되고, 크롬수산화 피막이 형성되며 피막량은 인가해주는 전기량에 의해 조절할 수 있기 때문에 고속화 반응이 용이하며, 또한 도금과 크로메이트 액중에서 6가 크롬의 산화환원 반응에 의하지 않고, 전기적으로 환원하기 때문에 다품종의 강판에 대응할 수가 있는 반면에, 피막성분이 거의 3가 크롬이므로 도막 밀착성은 반응형, 도포형 처리보다도 우수하지만 내식성이 반응형 처리보다 열등하며, 비교적 저전류 밀도가 아니면 좋은 피막을 얻을 수 없다. 또한 전기량을 증가하더라도 크로메이트층은 성장하지 않고 얇은 크로메이트층 밖에 형성되지 않아서 아연계 합금 도금강판에 두터운 크로메이트 피막을 형성할 수 없는 단점이 있다⁹⁾.

각종 특성(내식성, 도장성, 외관색조, Cr 고정률 등)을 고려하면 상기 3종류의 chromate 처리 방법에 대해서는 일장일단이 있으나 범용으로는 반응형 chromate 처리, 내식성 chromate 피막으로는 도포형 chromate 등이 적용되며 최근에는 user들의 다양한 요구특성에 대응하기 위해 피막 설계가 비교적 용이한 도포형 chromate 처리 방법의 연구가 활발히 진행되고 있으며¹⁰⁻¹²⁾, 또한 표면외관을 중시하는 경우에는 전해형 chromate 가 적절하다¹³⁾.

상기와 같은 처리방법중 2액형 내지문제품에 많이 사용하고 있는 것은 반응형 크로메이트 처리이며 이때 피막형성 반응은 다음과 같다¹⁴⁾.





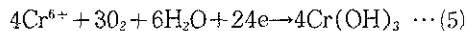
반응 1) 소지 도금층과 용액중 수소이온의 반응에 의한 아연 ion의 용출

반응 2) $Cr^{6+} \rightarrow Cr^{3+}$ 의 환원반응

반응 3) 재면에서 pH 상승에 기인된 $Cr(OH)_3$ 석출

반응 4) 용액중의 확산에 의한 크로메이트 이온의 흡착으로 구분된다.

이상의 반응 결과 생성된 피막은 Cr^{3+} 의 수산화물과 크로메이트이온으로 구성되며, 각각은 다른 방식에 의해 방식효과를 나타낸다. Cr^{3+} 의 수산화물은 소재 도금층과 대기와의 접촉을 차단함으로써 부식장벽효과(corrosion barrier effect)을 나타내며, Cr^{6+} 은



의 반응에서와 같이 백청의 원인이 되는 산소와 반응하여 산소를 제거함과 동시에 자신은 불용성의 크롬수산화물로 환원됨으로써 소지 도금층의 노출부위(피막의 흡집, 또는 crack부위)를 다시 자체 부동태화 시키는 효과(self-healing effect)를 나타낸다.

크로메이트 피막은 비정질의 젤상 피막이며 피막두께는 Cr부착량으로 보통 표시한다. 일반적으로 Cr부착량이 어느 정도 이상이면 백청발생이 대폭 감소되는 반면에¹⁵⁾, 크로메이트 피막 부착량이 많으면 Cr^{6+} 에 의해 착색화 및 밀착성이 저하되는 문제가 발생되므로 표면외관 및 내식성의 상관성을 고려하여 크로메이트 피막부착량을 확보한다.

2. 2 내지문처리

앞서 논한 크로메이트 처리방법으로 아연도금강판의 내식성을 향상시킬 수 있으나 크롬부착량을 증가시키면 표면외관의 불균일과 도막밀착성 및 전도성 열화로 인해 만족한 제품을 얻지 못한다^{1-3, 13)}. 따라서 Cr 부착량을 줄이는 대신에 크로메이트피막위에 유기수지와 실리카로 구성되어 있는 유기수지피막을 형성하게끔 내지문처리를

실시하여 복합피막층을 구성함으로써 도료밀착성 및 방식효과를 향상시킬 수 있고 roll coating방법으로 내지문처리를 실시한다.

3. 실험방법

표 2는 본 연구에서 사용한 시편들의 도금, 크롬 및 수지부착량을 나타내며, 시편은 앞서 논한 바와 같이 표 1에서 보여준 방법으로 제조하였다.

Table 2. Coating weights of samples used in this study

	1coat/1bake			2coat/2bake
	A	B	C	D
Electroplating (g/m ²)	20			20
Cr (mg/m ²)	13	20	25	7
Resin (mg/m ²)	800	1000	1200	1000

내지문 제품의 품질은 내지문성, 내식성, 도장성, 전도성 및 표면 색상 등에 의해서 좌우되므로 상기와 같이 제조한 시편들은 다음과 같은 방법으로 평가하였다.

1) 표면색상 및 광택도

색차계 및 광택도 측정기기를 사용하여 내지문처리제품의 표면색상 및 광택도를 측정하였다.

2) 내지문성

내지문처리제품에 백색 와세린 도포전과 후의 표면색차를 측정하였다.

3) 전도성

저항측정기기를 사용하여 표면저항을 측정하여 전도성을 평가하였다.

4) 내알카리성

알카리탈지 전·후의 내지문처리피막의 Cr양을 분석하여 Cr 용출율을 조사함으로써 내알카리성을 평가하였다.

5) 도장밀착성

내지문 강판을 melamine alkyd resin enamel로 도장(건조도막 : 20 μ m)하여 1차(cross-cut 후 scotch taping-out test) 및 2차(끓는 물 30분 침지후

도막박리성 test) 밀착성을 평가하였다.

6) 내식성

염수분무시험

표 2의 시편을 $70 \times 150\text{mm}$ 로 절단하여 단면 부분을 비닐 테이프로 완전히 밀봉한 후 1000시간 염수분무 환경(ASTM G170, 35°C , 5% NaCl) 하에서 평면부 및 가공부(erichsen 6mm 압출)의 백청발생시간을 측정하여 각 시편의 내식성을 평가하였다.

A. C. 임피던스

A. C. 임피던스측정은 포텐시오스타트(EG&G Model 273)와 주파수 응답장치(F. R. A. Solatron Model 1250)을 이용하여 용존산소환원분극(-1.2V vs S. C. E.)에 각각 $\pm 10\text{mV}$ 의 정현파를 5steps/decade로 10^4Hz 에서 10^{-2}Hz 의 범위의 주파수를 사용하였으며 이때의 용액과 노출면적은 1cm^2 으로 고정하였다.

4. 실험결과 및 고찰

일반적으로 전기아연도금강판은 용융아연도금강판에 비하여 부착량조절 용이, 표면상태의 균일과 우수한 외관등의 장점이 있는 반면에, 지문등의 유기물질에 의해 표면오염이 용이하고 적은 부착량으로 인해 강판수명이 짧은 단점을 갖고 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해서 크로메이트-수지복합피막처리를 실시하여 내지문처리강판을 생산하고 있다. 내지문강판의 요구품질은 내지문성, 전도성, 도장성 및 표면외관 등이며 사용용도 및 물성의 상관성에 의해서 각 품질들의 특성이 결정되며 이들은 Cr 및 내지문 수지 부착량에 의해서 크게 좌우된다¹⁶⁾. 일반적으로 1000mg/m^2 이하의 내지문 부착량을 확보하면 용접성 및 전도성이 양호한 반면에, 내지문 부착량이 1000mg/m^2 이상으로 증가하면 전도성은 열화되고 Cr과 수지의 효과적인 결합으로 인해 내식성, 내지문성, 내탈지성 및 도장성은 증가된다. 따라서, 재반물성을 고려하여 수지부착량을 조정하면 용도에 맞는 내지문강판을 제조할 수 있으므로 본 연구에서

는 이러한 영향을 조사하여 적정 수지부착량을 결정하기 위해 표 2와 같이 800mg/m^2 에서 1200mg/m^2 의 범위의 시편을 제조하였다. 표 3은 제조된 시편의 각 물성을 비교한 결과이다. 일액형 내지문강판의 표면외관은 수지부착량에 관계없이 유사한 값을 보이거나 수지부착량이 낮은 시편(A)이다소 우수한 백색도를 나타내고 황색도는 감소함을 알 수 있다. 내지문강판의 표면외관은 수지 및 Cr부착량에 따라 영향을 받으며 특히 일액형 내지문강판의 경우는 도포형 크로메이트 type이므로 Cr-수지복합피막에 존재하는 Cr부착량과 밀접한 관계를 갖고 있어서 Cr부착량이 증가하면 그 표면의 황색도는 증가한다. 일반적으로 내지문성은 색차(ΔE)가 3이하이면 육안판별이 어렵다는 보고가 있다¹⁷⁾. 표 3에 의하면 일액형 내지문강판 및 기존 내지문강판의 내지문성은 목표 내지문성($\Delta E < 3$) 범위내에 있고 일액형 내지문강판의 경우 수지부착량이 감소함에 따라 내지문성이 저하하나 수지부착량이 제일 낮은 시편(800mg/m^2)에서도 목표 내지문성을 확보했을 뿐만 아니라 기존 내지문강판보다도 우수함을 알 수 있다.

가전용 강판의 전도성 측정 방법 및 기준에 대해서는 아직 명확하지 않지만 강판의 표면저항을 측정하여 각 제품의 전도성을 비교한다. 통상 가전강판의 전도성 요구범위는 표면저항 $200\text{m}\Omega$ 미만이며 수지 부착량이 증가하면 전도성이 열화된다¹⁸⁾. 본 연구에서도 수지 부착량이 증가하면 전도성이 열화됨을 알 수 있다(표 3). 또한 표 3에 의하면 같은 수지 부착량(1000mg/m^2)에서 1액형(B)보다 2액형(D) 내지문제품의 전도성이 약간 우수함을 알 수 있다. 이는 각 제품의 수지부착량이 일정하지만 크롬부착량 및 크로메이트 처리방법에 기인한 것으로 판단된다. 즉, 2액형의 크로메이트 처리방법은 반응형인 반면에 1액형은 도포형인 동시에, 2액형보다 1액형 내지문제품에서의 크롬부착량이 약 3배 많아서 전도성이 저하되지만 가전용 강판의 전도성 요구범위를 충족시키고 있다. 그러나 내지문강판의 수지부착량을 800mg/m^2 으로 조절한 일액형 내지문처리강판(A)은 기존 1액형 내지문 강판과의 동등의 전도성을 확보할

Table 3. Comparison of surface appearance, fingerprint resistance and surface resistance

		1coat/1bake			2coat/2bake
		A	B	C	
Surface Appearance	L*	65	64	63	67
	b*	-1.4	-0.7	0.4	-2.5
Fingerprint Resistance(ΔE)		0.7	0.4	0.15	1.5
Surface Resistance(m Ω)		68~92	77~121	157~171	63~90
Cr Dissoluton(%)		-	-	28	-
Paintability		No fault			No fault
Corrosion Resistance (hrs)**	Flat	768~790	816~840	936~960	120
	Formed	336~384	384~432	432~504	96

*L : whiteness, b : yellowness

**Time to 1% white rusting area

수 있다.

도포형 크로메이트처리에서는 알카리탈지후 크로메이트 피막내에 존재하는 Cr의 일부가 용출되는 문제가 발생된다. 일액형 내지문강관중 수지부착량이 1200mg/m²인 시편(C)의 경우는 탈지후 Cr용출이 심함을 알 수 있고 그외의 일액형 내지문시편(B와 C)의 경우는 기존 일액형 내지문과 같이 Cr용출이 없음을 알 수 있다. 1액형 및 2액형 내지문 강관의 평면부 및 가공부의 도장밀착성 결과를 표 3과 사진 1에 나타낸다. 각 제품의 1차 및 2차 도장밀착성은 우수하고 기존 2액형에 비해 1액형 내지문제품의 도장밀착성도 동등의 품질을 보유함을 알 수 있다.

사진 2와 표 3은 본 연구에서 조사한 내지문강관의 염수분무시험 결과를 보여준다. 이 결과에 의하면 수지부착량 및 Cr부착량이 증가하는 순으로 내식성을 나타낸다. 일반적으로 2액형 내지문강관의 경우 크로메이트 및 수지층은 물, 산소 및 염분 등의 부식성 물질이 침투못하게 하는 방어장벽(barrier)역할을 하여 내식성을 확보하며 크롬 및 수지부착량이 증가하면 내식성이 향상된다¹⁸⁾. 본 연구에서는 수지 부착량이 제일 적은 시편(800mg/m²)의 평면부위 백청 발생시간은 768~790시간으로써 일반내지문의 경우(120시간)보다

도 내식성이 월등히 우수함을 보인다. 또한, 수지부착량이 증가하면 백청 발생시간도 증가하여 수지부착량이 제일 많은 시편(1200mg/m²)에서는 936~960시간의 백청 발생시간을 보유한다. 이는 내지문 수지층에서의 방식효과뿐만 아니라 2액형보다 일액형 내지문 시편에서의 크롬부착량이 많은 것에 기인한다.

그림 2는 Air bubbling 분위기인 0.2%NaCl 염수용액에서 측정된 내지문처리강관의 동전위 환원분극곡선을 나타낸다. 이때 사용한 일액형 내지문 강관의 수지부착량은 앞서 살펴본 바와 같이 기존 일액형 내지문과 동등의 전도성을 보유하는 800mg/m²이다. 조사된 내지문 제품의 동전위 환원분극곡선은 유사한 거동을 보이며 일액형보다 일액형 내지문처리제품이 완만한 분극곡선을 나타낸다. 내지문처리시편은 크로메이트와 수지피막 처리를 실시하였기 때문에 크로메이트 피막효과 이외에 수지층 자체가 용존산소의 침투를 막는 부식장벽효과를 나타내고 수지층의 기공등을 통한 용존산소의 환원반응도 발생한다. -1500mV(vs S. C. E.)이하의 수소발생영역에서는 전극 표면에서 수소의 발생을 육안관찰할 수 있었고 분극곡선 형태도 유사함을 알 수 있다. 이러한 D. C.를 이용하는 방법은 비극성 용매나 painting등 두꺼운

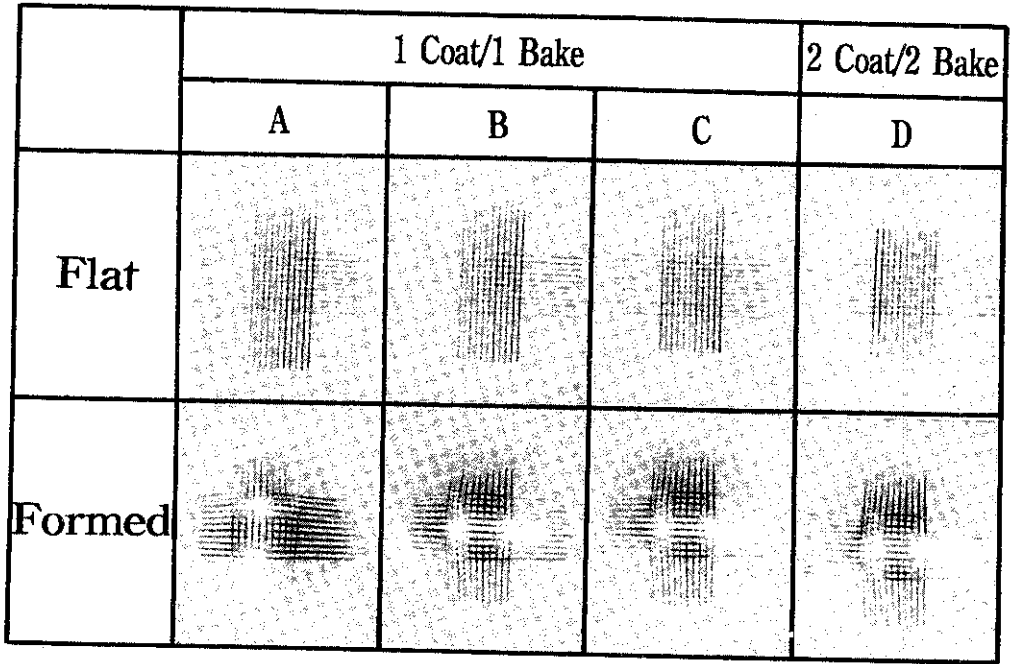


Photo 1. Result of Water Boiling Test

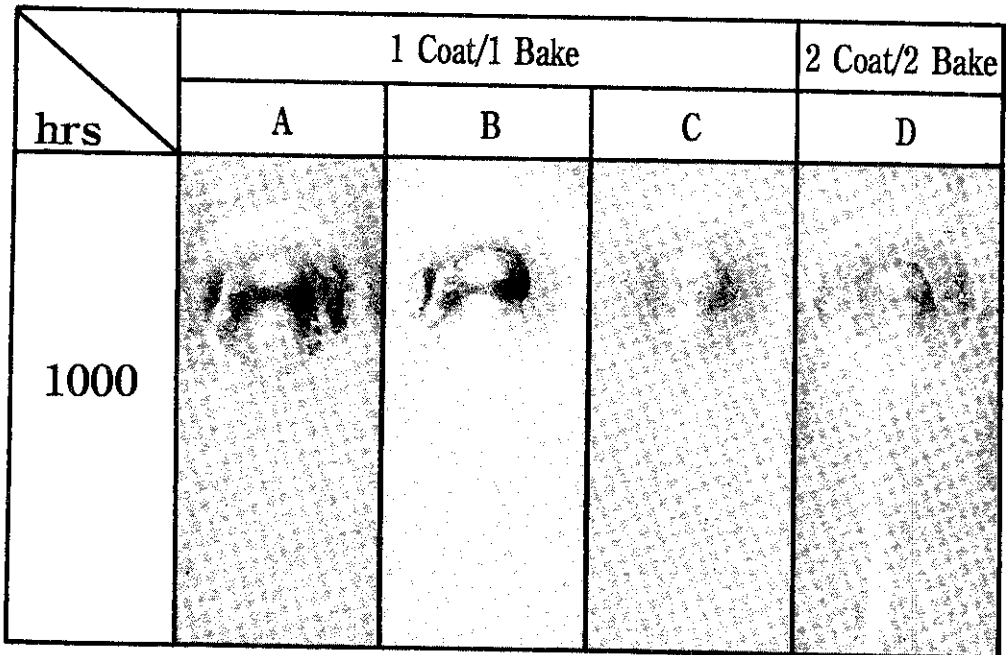


Photo 2. Result of Corrosion Resistance

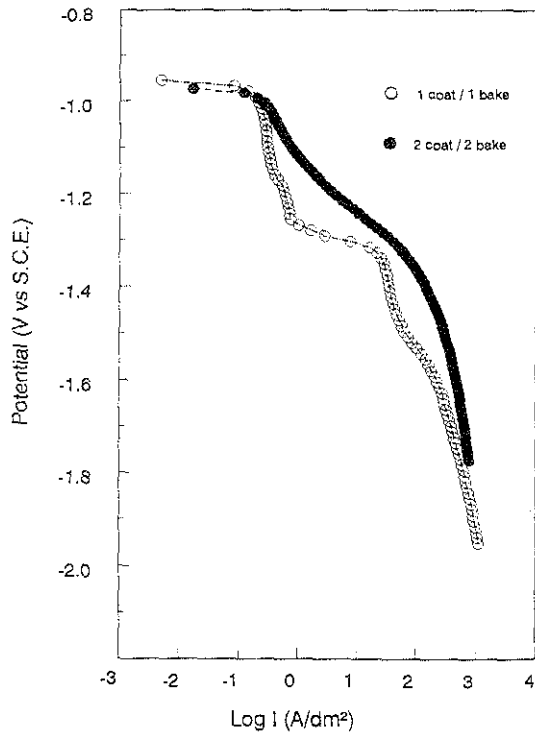


Fig. 2. Cathodic polarization of 1 coat/1 bake and 2 coat/2 bake organic composite coated steel sheet.

수지 피막이 coating된 부식반응계에는 적용할 수 없고 전극표면에서의 반응물의 흡착반응 및 용속 단계등의 정성적 해석을 하기에는 한계점을 지니고 있다.

한편, 표면처리장관에 인가한 환원전위별 A. C. 임피던스 측정결과를 보고한 것을 살펴보면, 자연 부식 전위에서는 표면처리층의 특성에 따라 용액과의 산화환원 반응이 서로 상이하므로 장시간의 침지시간이 요구되는 동시에, 수소환원분극전위에서는 수소환원의 높은 과전압으로 인해 표면처리 피막의 종류에 관계없이 비슷한 Rp값을 갖게되어 내식성 평가에 적용할 수 없는 한계점이 있다¹⁹⁾. 그러나, 용존산소의 환원분극전위는 부식반응에 참여하는 용액내의 용존산소의 농도가 일정하므로, 환원반응에 참여하는 용존산소의 임계화산전류 밀도값은 피막층의 확산거리에만 반비례하는 함수가 되므로 표면처리피막층의 용존산소의 환원반응정도의 차이로 부터 내식성을 평가할 수 있

다²⁰⁾. 따라서 본 연구에서도 용존 산소의 환원분극전위(-1.2V vs S. C. E.)를 인가하여 임피던스를 측정하였으며 측정된 임피던스의 Nyquist plot과 Bode plot을 그림 3에 기재 하였다. 두 시편의 Nyquist plot상에서의 임피던스 캐직은 각각에 대해서 한개의 저그러진 반원케적이 관찰되었으며 이는 내지문처리시편에 있어서 주된 환원 반응의 율속기구가 활성화 분극제어에 의한 것이기 때문이다. Bode plot상에서의 Rp값은 일액형 내지문의 경우 350,000 ohm 정도인 반면에, 기존 이액형의 경우는 30,000 ohm정도의 값을 얻을 수가 있다. 따라서, 기존 이액형 내지문 강관에 비해 본 연구에서 개발된 일액형 내지문 강관은 우수한 내식성을 보유함을 알 수 있으며 이는 염수분무시험결과와도 일치한다.

이상의 결과를 종합하여 보면 수지부착량이 감

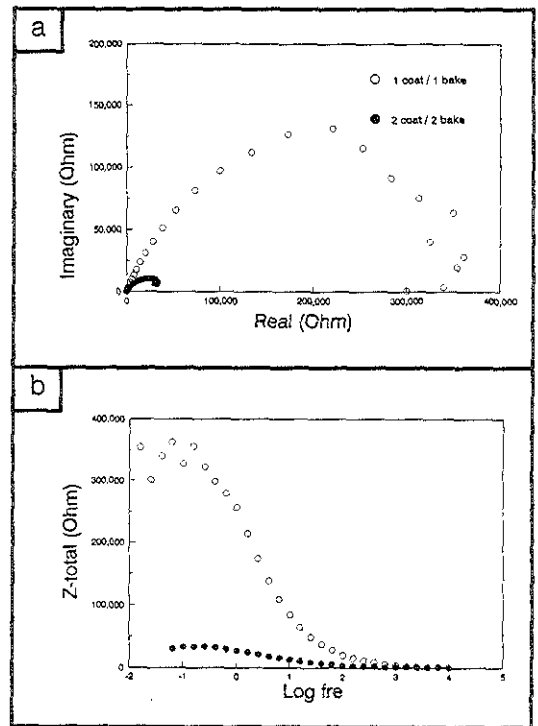


Fig. 3. Impedance spectra of 1 coat/1 bake and 2 coat/2 bake organic composite coated steel sheet at oxygen reduction potential (-1.2V vs S. C. E.).

(a) Nyquist plot (b) Bode plot

소함에 따라 Cr부착량, 내지문성, 내식성은 감소하는 반면에, 전도성 및 표면외관은 향상되는 경향을 보인다.

5. 결 론

본 연구에서 개발된 1액형 EG 내지문강판의 품질특성을 기존 2액형 내지문강판의 품질과 비교 분석한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 기존 2액형 내지문제품 대비 1액형 내지문제품은 동등의 표면외관을 보유한다.

2) 개발된 1액형 내지문강판의 내지문성 및 내식성이 우수하며, 특히 기존 내지문강판대비 동등의 전도성을 확보하면서도 내식성이 월등히 우수한 복합피막조건은 Cr부착량 $13\text{mg}/\text{m}^2$ 및 수지부착량 $800\text{mg}/\text{m}^2$ 일 때이다.

따라서, 제조공정 및 품질면에서 우수한 1액형 내지문강판은 현재 국내수요업체에서 사용하는 표면처리강판과의 대체 및 수입대체를 할 수 있으며 제조원가 감소 및 생산성과 품질 향상이 가능하여 국내의 경제력 제고에 기여할 수 있다.

참 고 문 헌

1. 高村日出夫, 後藤實成: 日本公開特許公報 昭 58-53070
2. 木村鹽, 石川智香子, 望月一雄: 日本公開特許

- 公報 昭 64-36793
3. 毛利泰三, 小林繁, 大和康二: 日本公開特許公報 平 1-225780
4. 吉原敬久, 松田明, 宮地一明, 安永久雄: 材料 Process 84-S333
5. 吉川幸宏, 八内昭博: 日本公開特許公報 平1-111884
6. 김형준: 도장강판개발, RIST 연구보고서 (1992)
7. 高村日出夫, 後藤實成: 日本公開特許公報 昭 57-56554
8. 岡田, 田村: 日本公開特許公報 昭 42-14050
9. 日本公開特許公告 昭 47-44417
10. 高橋: CAMP-ISIJ, 2 (1989) 1663
11. 武津: CAMP-ISIJ, 2 (1989) 660
12. 仲澤: CAMP-ISIJ, 2 (1989) 657
13. 石川智香子: CAMP-ISIJ, 1 (1988) 681
14. J. M. West: Basic Corrosion and Oxidation, 2nd ed. Halsted Press, New York
15. 亞鉛鐵板會: 전기용융도금강판 (1983)
16. 김형준: 특수 chromate처리용액 및 제품개발, RIST 연구보고서 (1993)
17. 堀: CAMP-ISIJ, 1 (1988) 1665
18. Nomura: Kobe Steel Engineering Reports, 39 (1989) 6
19. 송연균, 김형준: 대한금속학회지, 31 (1993) 658
20. 김형준, 송연균: 대한금속학회지, 31 (1993) 1382