

아연도금 강판의 대기부식에 미치는 표면 거칠기의 영향

안진호, 강성균, 장세기*

한양대학교 재료공학과, *POSCO기술연구소

Effects of Surface Roughness on Atmospheric Corrosion of Galvanized Steel Sheets

J. H. Ahn, S. G. Kang, S. K. Chang*

Dept. of Materials Eng., Hanyang Univ.,

17 Haengdang-dong, Seongdong-ku, Seoul, 133-791, Korea

*Technical Research Lab., POSCO, P.O. Box 36, Pohang, 790-785, Korea

Abstract

The effects of surface roughness on chromate conversion coating and the corrosion behavior of galvanized steel sheets were investigated. Surface roughness was differently given to the galvanized steel sheets tested and these were then chromated. Accelerated corrosion test was conducted under the condition of 30°C, 90%RH with flowing 200ppm SO₂ gas. The galvanized steels were also exposed to urban environment for 5 weeks. The corrosion rates were measured by weight gain method. The distribution of chromate film and corrosion product on the coating were examined with SEM/EDS. The chromate film formed preferentially at the convex sites rather than at the concave sites on the surface. The corrosion products were found at the concave sites where the chromate film formed rarely. The corrosion rates increased slightly with the surface roughness in accelerated corrosion test but significantly in field test.

1. 서 론

금속이 대기에 노출되면, 금속표면은 어느 정도 자연적으로 부식된다. 대기부식의 일반적인 형태는 균일부식(uniform corrosion)이지만, 환경에 따라서 pitting등의 국지적인 부식도 발생한다. 또한 다른 종류의 금속과 전기적으로 접촉되어 있는 경우 galvanic corrosion을 일으키기도 한다. 대기

의 구성성분은 공기, 수분, 먼지 등을 비롯하여 주변 환경에 따라 대기오염물질인 SO₂, NO_x, O₃, Cl⁻ 등이 존재하는데, 금속의 대기부식반응에 직접 관여하는 성분은 산소와 수분이다. 대기 중에 수분(moisture)이 없는 경우 부식반응은 화학적 과정(chemical process)이다. 그런데, 상대습도(relative humidity)가 증가하여 대기 중에 수분의 양이 증가하면, 금속표면에 불연속적인 수막(dis-

continuous film of moisture)이 형성되며, 상대 습도가 더 높아지면, 수막의 두께가 증가하여 전해질로 작용하므로 부식반응이 전기화학적 과정(electrochemical process)으로 된다¹⁾. 또한 금속이 물 속에 완전히 침적된 경우보다 금속표면에 일정한 두께의 얇은 수막이 형성된 경우에 산소의 이동이 더욱 용이하므로 부식반응이 보다 더 활발히 일어난다. 금속표면의 수막형성은 상대습도, 금속의 조성파 표면상태, 오염물질과 부식생성물의 흡습성에 영향을 받는 것으로 알려져 있다.

금속의 대기부식을 가속화시키는 주된 요인으로 sulfur oxides, hydrogen sulfide, nitrogen oxides, chloride등이 있는데, 이 들은 농도와 반응하는 금속의 종류에 따라 금속표면피막의 성질과 연속성을 변화시키고, 피막이 깨진 틈을 통해 산소와 수분이 부식반응을 진행시키도록 하므로 부식가속물질로 불린다. 이 중 가장 큰 영향을 미치는 요인은 SO_2 으로 알려져 있다. 일반적으로 SO_2 는 1~5%의 SO_3 와 함께 배출되는데, SO_3 는 대기 중의 수분과 빠르게 결합하여 H_2SO_4 aerosol을 형성하는 반면, SO_2 는 수분을 포함한 대기 중에서 매우 천천히 균일하게 산화되어 H_2SO_4 을 형성함으로써 금속표면을 부식시킨다²⁾.

금속의 표면 거칠기 역시 부식거동에 영향을 주는 요인으로 Anodic polarization, 부식전위, 부식전류 등에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 표면 거칠기가 증가함에 따라 부식속도가 증가하는 경향을 보이는데, 이는 표면 거칠기가 증가할수록 반응물과 접촉하는 유효면적이 넓어지기 때문이다. 그러나, 부식속도가 일정한 임계점에서 표면 거칠기 보다는 다른 요인에 의해 지배되기 때문에 표면 거칠기의 증가에 따른 부식속도의 증가는 임계점을 보인 후 거의 일정해 진다는 보고도 있다³⁻⁵⁾.

일정한 거칠기를 가지는 금속표면은 표면 morphology에 따른 미세한 local galvanic cell로 세분된 micro-electrochemical environment를 가진다고 생각할 수 있다. 이 때의 표면의 요철은 화

학적 전처리과정에서 발생한 선택적 식각(preferential etching)이나 압연 등의 제조과정에서 생길 수 있는데, 이는 local galvanic cell을 형성하는 표면전위(surface potential)에 상당한 변화를 가져올 수도 있다.

아연도금 강판의 부식저항성을 향상시키기 위해 크로메이트 처리(chromate conversion coating)를 하면, 아연도금표면에 내식성을 갖는 수화된 크롬 산화물층(protective hydrated chromium oxide layer)이 생성·고착된다. 크롬 산화물층은 표면결함(surface flaw)에서부터 발생하여 크로메이트 피막을 형성함으로써 금속표면의 macro-electrochemical environment를 변화시키게 된다⁶⁾.

이상의 내용을 기초로 하여 이번 연구에서는 용융도금법으로 제조된 아연도금 강판 표면에 연마지를 사용하여 서로 다른 거칠기를 부여하고, 크로메이트 처리를 실시한 후 SO_2 가스에 의한 가속화 부식시험과 도시대기 분위기에서 대기노출 시험을 진행하여 아연도금 강판의 부식거동에 미치는 표면 거칠기의 영향에 대해 조사하였다.

2. 실험방법

2.1 시편

본 실험에 사용된 시편은 연속아연도금라인에서 용융도금법으로 제작된 아연도금 강판에 100, 220, 800, 2000번의 연마지로 서로 수직한 방향으로 scratch를 가하여 단계적인 거칠기를 부여한 후 크로메이트 원액을 20%로 희석한 용액으로 크로메이트 처리하여 사용하였다. Table 1은 사용한 연마지의 번호에 따라 시편에 부여된 평균 거칠기이다.

2.2 부식시험

위의 방법으로 만들어진 각각의 시편으로 SO_2 가스에 의한 가속화부식시험(Accelerated Corro

Table 1 Average roughness(Ra) to mesh No. of emery papers

mesh #	Ra (μm)
100	2.0
220	0.8
as-r	0.6
800	0.2
2000	0.06

as-r : as-received coated steel sheet

sion Test, ACT) 및 도시대기분위기에서 대기노출시험(Field Test, FT)을 5주간에 걸쳐 실시하였다. 10^{-3}g 까지 측정이 가능한 전자저울을 사용하여 실험전 시편의 무게를 측정후 각 부식시험을 실시하고, 1주 간격으로 부식된 시편의 무게를 측정하여 무게증가량으로 부식속도를 계산하였다. 또한, SEM-EDS를 이용하여 시편표면의 morphology 변화와 부식생성물의 성분 및 분포를 분석하였다.

Fig. 1은 온도와 습도가 일정하게 조절되고 질소와 산소의 혼합가스($\text{N}_2 : \text{O}_2 = 4 : 1$) 및 부식인자인 SO_2 가스의 유량을 조절할 수 있도록 제작된 가속화부식시험장치의 개략도이다. Fig. 2는 대기노출시험을 위해 시편을 30° 로 기울여 남쪽을 향하도록 설치한 대기노출시험대이다. Table 2는 가속화부식시험의 실험조건이고, Table 3은 1997년 9월 1일에서 10월 6일까지 서울시 성동구에 위치한 한양대학교에서 실시한 대기노출시험의 실험조건이다.

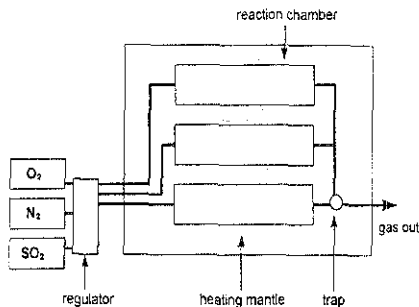


Fig. 1 Layout of accelerated corrosion test system

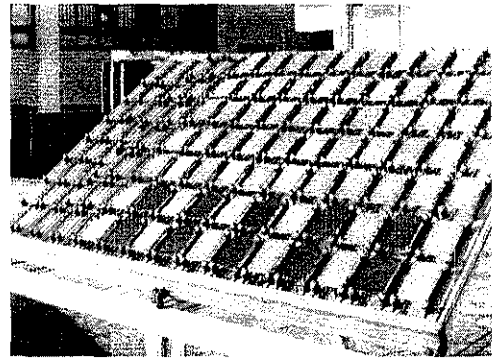


Fig. 2 Atmospheric corrosion test rack

Table 2 Experimental conditions for ACT

Conc. of SO_2	200ppm
Temp.	30°C
RH	90%

Table 3 Atmospheric conditions for FT

Week	Rainy days	Rain fall (mm)	Ave. RH (%)	Ave. temp. ($^\circ\text{C}$)
1	2	25.6	64.6	24.7
2	2	11.6	66.6	22.0
3	2	0.7	56.0	18.0
4	2	39.0	66.0	16.6
5	0	0	63.1	18.0

※ Ave. pH of rain fall : 5.3
 ※ Ave. conc. of SO_2 : 8ppb
 ※ Ave. TSP : $53 \mu\text{g}/\text{m}^3$

3. 실험결과

3.1 크로메이트 피막의 형성에 미치는 표면 거칠기의 영향

Fig. 3은 평균 거칠기가 $2.0\mu\text{m}$ 이고, 20%의 크로메이트 용액으로 크로메이트 처리한 도금강판의 단면에 대한 SEM image와 EDS분석결과이다. Fig. 3의 (b)는 사진(a)의 볼록한(convex)부분에 대한 EDS분석결과이고, (c)는 오목한(concave)부분에 대한 EDS분석결과인데, 오목한 부분보다 볼록한 부분에서 크롬의 성분이 더욱 뚜렷이 나타

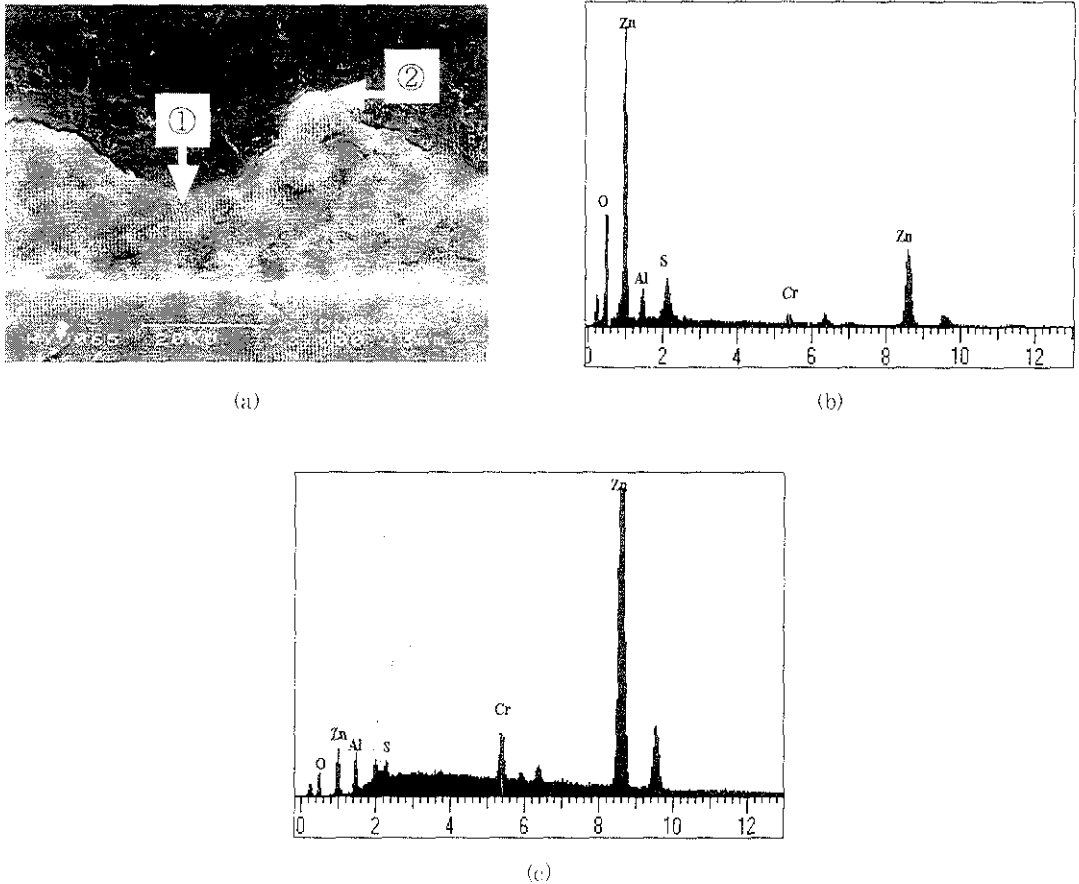


Fig. 3 Cross section of chromated coating with surface roughness of $2.0\mu\text{m}$. (a) SEM image ($\times 3,000$). (b) EDS on ① in (a). (c) EDS on ② in (a)

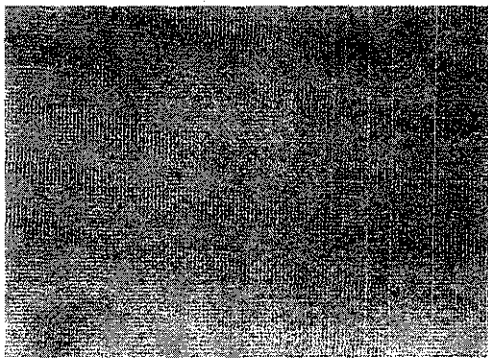
나는 것을 알 수 있었다. 즉, 크로메이트 피막은 도금층의 오목한 부분보다는 볼록한 부분에서 우선적으로 형성되며, 피막의 두께는 표면 요철에 따라 차이가 있는 것으로 관찰되었다. 이는 도금층 표면 요철에 따른 부식 생성물의 차이를 보여주는 Fig. 6에서 나타난 바와 같이 부식시험을 5주간 실시한 후 부식생성물이 크로메이트 피막의 형성이 상대적으로 취약한 오목한 부분에서 주로 관찰된 결과와 일치하였다.

3.2 대기부식에 미치는 표면 거칠기의 영향

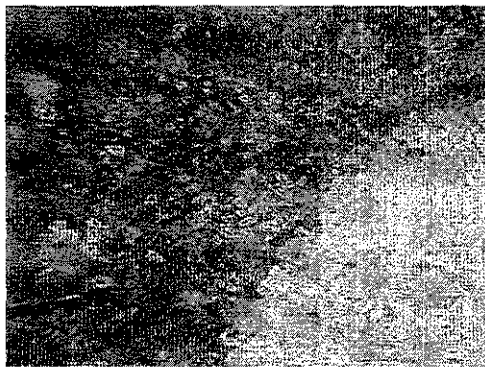
Fig. 4의 (a)와 (b)는 각각 가속화부식시험과

대기노출시험 5주 후의 시편표면의 광학사진이다. 전체적으로 대기노출시험을 실시한 시편에서 부식 정도가 더 심하게 관찰되었다. 그리고, 가속화부식시험 결과 부식생성물이 시편표면에 비교적 균일하게 분포하였으나, 대기부식시험에 의한 부식 생성물은 시편의 아래쪽에 집중적으로 분포하였다. 이는 비 또는 이슬에 의해 시편 표면에 형성된 물방울이 중력에 의해 시편의 아래쪽으로 흘러내려 비교적 장기간 맺혀 있었기 때문으로 생각되었다.

3.2.1 가속화부식시험에 의한 부식기동



(a)



(b)

Fig. 4 Surface of the specimen after 5 weeks' ACT (a), and after 5 weeks' FT (b)

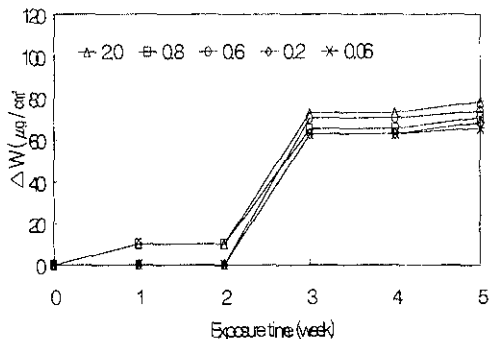
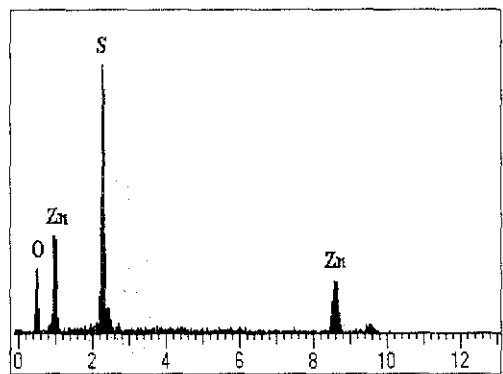


Fig. 5 Weight gain per unit area in ACT

Fig. 5는 30°C, 90%RH, SO₂ 200ppm 분위기 하에서 도금층의 표면 거칠기 변화에 따른 도금강판의 단위면적당 무게증가량을 부식분위기에 노출된 시간에 대해서 나타낸 것이다. 도금층 표면 거칠기가 증가함에 따라 부식에 의한 무게증가로 부식속도가 증가하는 경향을 보였다. 그러나, 도금층의 표면 거칠기에 따른 도금강판의 부식속도 차이는 현저하게 나타나지 않았다. 평균거칠기(Ra)가 0.06μm 및 2.0μm인 시편간 부식에 의한 무게증가량 차이는 10 μg/cm²을 약간 웃도는 수준이었다. 그리고, 시편이 부식환경에 노출된 초기의 2주 동안은 부식에 의한 무게증가량이 매우 적었으며, 2주가 지난 후부터 부식속도가 크게 증가하였다.



(a)



(b)

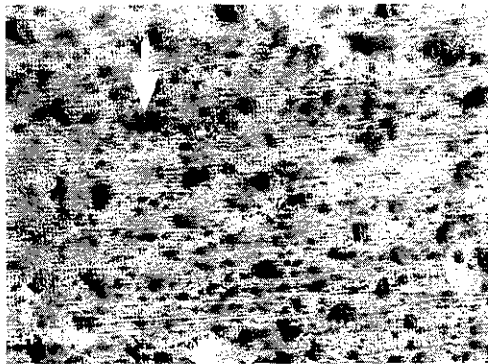
Fig. 6 Coating surface with roughness of 2.0μm after 5 weeks' ACT. (a) SEM image (×400), (b) EDS on the marked area in (a)

그러나, 3주 후에는 다시 안정적인 부식속도를 보였다. 이러한 현상은 도금강판의 표면 거칠기 변화에 무관하게 모두 유사한 경향을 나타냈다. Fig. 6은 가속화부식시험 5주 후 2.0 μm 의 평균거칠기를 가지는 시편의 확대된 표면조직을 보여 주는데, 도금층 표면의 오목한 부분보다 볼록한 부분에서 부식생성물이 더욱 많이 생성되었음을 보여 주고 있다. 이는 Fig. 3에서 확인된 바와 같이 표면의 오목한 부분에 크로메이트 피막이 비교적 취약하게 형성되었다는 사실과 일치하는 것이었다. 반면, Fig. 7은 평균거칠기가 0.06 μm 인 시편의 확대표면으로 부식생성물이 표면의 요철에 관계없이 비교

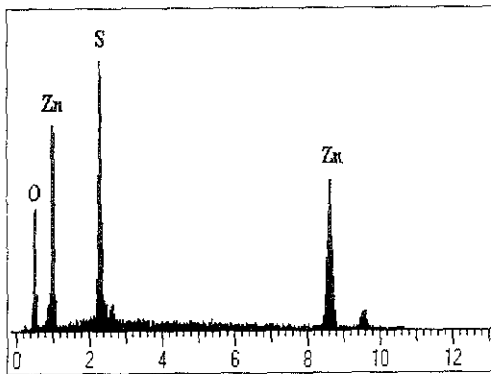
적 규칙적으로 분포하였다. EDS분석 결과 부식생성물은 아연의 산화물과 황화물로 이루어 졌음을 알 수 있었다.

3.3.2 대기노출시험에 의한 부식거동

Fig. 8은 대도시 환경에 설치된 대기부식 시험대에서 도금층 표면의 거칠기를 달리한 도금강판들을 5주 동안 노출시킨 후 1주일 간격으로 각 도금강판들에 대해서 부식시간에 따른 시편의 단위면적당 무게증가량을 측정된 결과이다. 실험기간 중 강우일수는 8일이었으며, 총 강우량은 76.9mm, 강우의 평균 pH는 5.3, 평균습도는 75.9%, 평균기온은 23.7 $^{\circ}\text{C}$ 였다. 대기환경에 직접 노출된 도금강판들은 도금층 표면 거칠기에 무관하게 초기에 부식속도가 급격히 증가하다가 일주일 이후부터는 비교적 안정된 형태의 부식속도가 5주일의 노출이 끝날 때까지 지속됨을 알 수 있었다. 앞서 소개된 가속화부식시험에 의해 발생된 무게증가량보다 최소한 3배 이상의 무게증가량을 나타냈고, 도금층의 표면 거칠기 증가에 따른 부식속도의 차이도 가속화부식시험에 의한 경우보다 훨씬 현저히 나타났다. 평균 거칠기가 0.06 μm 및 2.0 μm 인 시편간의 무게증가량의 차이는 2배 이상으로 나타났다. 가속화부식시험에 의한 경우와의 차이는 부식속도가 현저히 증가되었으며, 동시에 초기의 부식이 진행되는 속도가 매우 다르다는 점이다.



(a)



(b)

Fig. 7 Coating surface with roughness of 0.06 μm after 5 weeks' ACT. (a) SFM image ($\times 400$). (c) EDS on the marked area in (a)

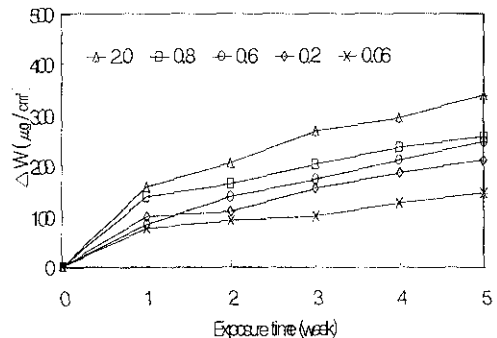
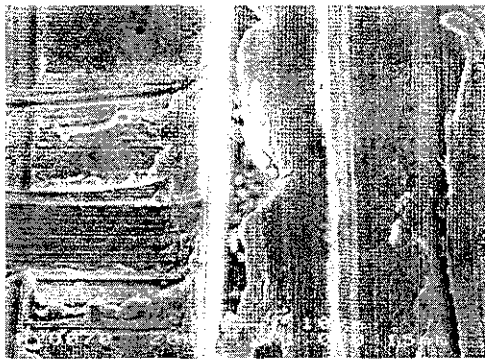


Fig. 8 Weight gain per unit area in FT

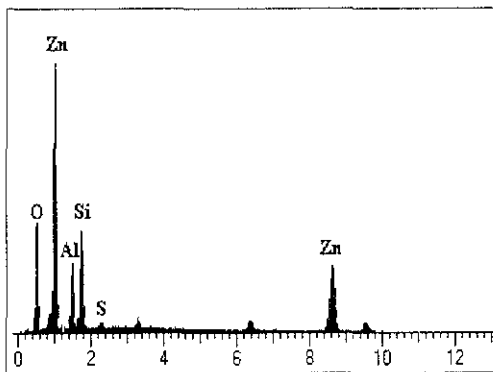
Fig. 9는 평균 거칠기를 2.0 μm 로 조정하고, 크로메이트 처리한 후 5주간 대기노출시험을 실시한 시편의 SEM image와 시편표면의 오목한 부분에 대한 EDS성분분석 결과이다. 부식생성물은 도금층 표면의 오목한 부분에서 많이 관찰되었으며, 산소가 검출되는 것으로 보아 대부분 아연의 산화물로 이루어진 부식생성물이 집중적으로 분포함을 알 수 있었다. 분석결과 알루미늄과 실리콘이 검출되었는데, 알루미늄은 아연도금층 자체에 포함되어 있던 것이었고, 실리콘은 대기중의 흙먼지에서 비

롯된 분진이 흡착된 것으로 생각되었다. Fig. 10은 평균 거칠기가 0.06 μm 인 시편의 SEM image와 시편 표면의 오목한 부분에 대한 EDS성분분석 결과로서 부식생성물은 거의 관찰되지 않았으나, 어두운 부분에서 산소와 황의 성분이 약간 검출되었다.

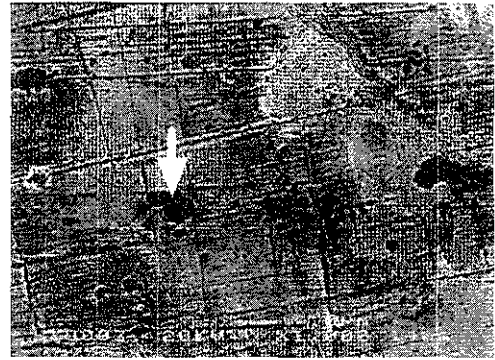
Fig. 11은 앞서 소개된 가속화부식시험 및 대기노출시험에 의한 도금강판들의 부식속도를 도금층의 표면 거칠기에 따라 정리한 결과이다. 5주 노출 후 부식속도의 평균값으로 비교하였는데, 가속부식시험에 의해서는 도금층의 표면 거칠기에 의



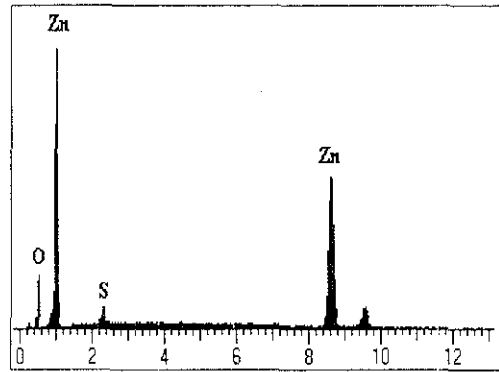
(a)



(b)



(a)



(b)

Fig. 9 Coating surface(Ra 2.0 μm) exposed to urban environment for 5 weeks. (a) SEM image ($\times 1,000$), (b)EDS on the marked area in (a)

Fig. 10 Coating surface(Ra 0.06 μm) exposed to urban environment for 5 weeks. (a) SEM image($\times 1,000$), (b) EDS on the marked area in (a)

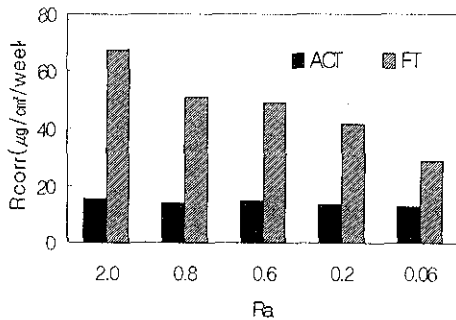


Fig. 11 Effect of surface roughness on corrosion rates after 5 weeks' exposure in ACT and FT

한 부식속도의 차이가 거의 관찰되지 않았다. 그러나, 대기부식시험에 의해서는 도금강판들의 부식속도가 상대적으로 크게 증가하였음은 물론이고, 도금층 표면 거칠기 증가에 의한 영향이 매우 현저히 관찰되었다. 도금층의 표면 거칠기가 심할수록 가속부식과 대기부식에 의한 도금강판의 부식속도는 더욱 큰 차이를 나타내었다.

4. 결과고찰

4.1 크로메이트 피막의 형성에 미치는 표면 거칠기의 영향

크로메이트 피막은 에너지적으로 불안정한 불순물, 결정립계 등의 결합지역 (flaw site)에 우선적으로 형성되며, 균일하지 않은 구조를 가지고 있는 것으로 알려져 있다. Richardson과 Wood는 금속표면에 존재할 수 있는 결합을 미시적 거칠기 (microscopic roughness)에 기인한 기계적 결합 (mechanical flaw)과 불순물에 기인한 잔류결합 (residual flaw)의 2종류로 분류하였다⁹⁾. 아무리 깨끗한 표면이라도 반드시 어느 정도의 결합을 포함하고 있게 된다.

Fig. 3과 같이 요철(凹凸)이 있는 표면의 형상을 고려해 볼 때 불룩한 부분은 이웃하는 원자의

수가 오목한 부분이나 평평한 부분에 비해 상대적으로 적기 때문에, 즉 broken bond가 많기 때문에 에너지적으로 불안정하므로 상대적 결합지역이 된다. 따라서, 불룩한 부분에서 우선적으로 크로메이트 피막이 형성된다. 즉, 표면 거칠기가 심할수록 크로메이트 피막의 형성은 표면의 요철에 따라 편차가 더욱 커질 것으로 생각된다. 이는 Fig. 3의 EDS 분석결과에서 보는 바와 같이 오목한 부분보다 불룩한 부분에서 크롬성분이 현저하게 명확히 검출된 것으로부터 확인할 수 있으며, 따라서 Fig. 6에서 보는 바와 같이 크로메이트 피막이 상대적으로 취약하게 형성될 것으로 예상되는 오목한 부분에서 부식생성물이 현저하게 관찰되는 결과를 초래한 것이다.

4.2 대기부식에 미치는 표면 거칠기의 영향

도금강판의 부식속도는 Fig. 11에서 보는 바와 같이 가속화부식시험 조건에서는 표면 거칠기의 변화에 따른 영향이 대기노출에 의한 부식에 비해서 매우 적음을 알 수 있었다. 가속화부식시험은 부식환경을 인위적으로 유지시켜주므로 도금강판이 노출된 분위기가 항상 일정한 조건을 유지하게 되며, 부식인자들은 일정한 속도로 계속 공급된다. 즉, 30°C의 온도와 90%의 상대습도가 항상 유지되며, O₂와 SO₂등도 일정한 유속으로 계속 공급된다. 이러한 상태에서 크로메이트 처리된 도금강판은 시험 초기에 크로메이트 피막에 의해 일정 기간 동안 부식이 쉽게 진행되지 않지만, 크로메이트 피막이 계속적인 부식환경 하에서 부분적으로 파괴되면서 이연 도금층의 부식속도는 증가하게 된다. 그러나, 새로 형성된 아연의 수산화물은 부동태 효과를 나타내면서 다시 부식속도를 저하시킨다.

도금층 표면에 형성된 크로메이트 피막은 비와 바람 같은 외부환경인자가 없는 조건에서 비교적 오래 보존되면서 도금층을 보호하게 되고, 동시에 아연의 부식생성물 자체가 어느 정도 보호피막 역

할을 하게 된다. 이러한 이유 때문에 가속화부식 시험에서는 Fig. 5에서 보는 바와 같이 노출 초기에 일정 기간동안 부식이 거의 진행되지 않는 초기단계를 거치게 되는 것으로 판단된다. 또한, 도금층 표면의 거칠기가 다름에도 불구하고 표층을 덮고있는 크로메이트 피막이 전반적으로 도금층 표면을 보호하게 되므로 도금층의 표면 거칠기에 의한 효과는 부식속도에 큰 차이를 가져오지 못하게 된다. 도금층 표면의 오목한 부분, 즉 크로메이트 피막의 형성이 상대적으로 취약한 부분에서 부식이 선택적으로 진행된다하여도 그 차이는 현저하지 않게 되는 것이다. 가속화부식시험에서는 SO₂의 농도가 200ppm임에도 불구하고 전체적인 부식속도는 Fig. 11에서 보는 바와 같이 SO₂의 농도가 8ppb수준인 대기노출시험에서보다도 훨씬 느리게 진행되었다.

반면, 대기 중에 노출된 도금강판은 가속화부식 환경과는 다른 외부환경인자들의 영향을 받게 된다. 도금층 표면의 습도는 하루 중에도 수시로 변화되며, 도금층 표면의 크로메이트 피막은 빗물에 의해 씻겨 나갈 수도 있다. 도금층 표면의 볼록한 부분은 오목한 부분보다 빗물에 의한 세척효과가 상대적으로 커서 부식물들이 패인 부분에서 주로 관찰되는데, 이는 Fig. 9에서 보는 바와 같다. 또한, 아연도금층의 부식에 의해 생성된 아연수산화물이 부동태 효과를 나타내는 하지만, 수용성이므로 빗물에 의해서 씻겨져 나가게 되고, 결국 대기 중에 노출된 도금강판은 전체적인 부식속도가 가속부식 분위기에 놓여진 경우보다 빠르게 된다. 이 외에도 공기 중의 부식인자를 함유한 분진 및 흡습성의 분진들이 도금층 표면에 흡착되어 부식 반응을 촉진시키기도 하고, 흙먼지와 바람에 의한 마모도 일어나게 된다. 그러므로 대기 중에 노출된 도금강판은 Fig. 8에서 보는 바와 같이 가속화부식시험에서와는 달리 노출 초기에 비교적 빠른 부식속도를 나타낸다. 따라서 크로메이트 피막에 의해 부식반응이 지연되는 초기단계가 나타나지

않았다. 그리고, 시편표면에 형성된 크로메이트 피막이 비, 바람 등의 외부 인자들에 의해 손상되면서 부식이 촉진되는 물론, 표면의 오목한 부분에 흡착된 흡습성의 분진 및 정제되어 있는 부식인자들에 의해서 국부적인 부식이 우선적으로 진행될 수 있다. 표면의 오목한 부분에 흡착된 부식인자들은 습도의 변화에 따라 농도의 변화가 동반되어 농축된 상태에서는 부식을 가속화시킬 수 있게 된다. 따라서 표면의 거칠기가 심할수록 표면의 오목한 부분에 부식인자들이 잔류할 확률이 높고, 수분이 응축되어 있는 시간도 증가하므로 부식반응이 촉진될 수 있다. 반면, 표면 거칠기가 작을수록 부식인자 및 응축된 수분이 존재할 확률 및 시간이 감소하게 될 것이며, 크로메이트 피막의 분포도 비교적 균일하므로 부식속도가 상대적으로 느리게 나타나게 된다.

이상으로부터 가속화시험과 대기노출시험에 영향을 줄 수 있는 요인을 생각해 보면, 가속화부식 시험은 O₂, SO₂, H₂O 등의 부식인자가 지속적으로 공급되기는 하지만, 도금층 표면에서는 가스와 의 계면반응에 의해서만 부식이 진행되므로 급격한 부식속도가 나타나지 않는다. 그리고, 도금층 표면의 부식생성물은 그 자체가 금속과 부식인자와의 반응을 둔화시키는 역할도 하게 된다. 한편, 대기노출시험은 대기 중의 부식인자들과 도금층 표면이 화학적인 반응을 하는 동시에 산성을 띤 빗물과 이슬, 오염된 흙먼지 등의 환경요인에 의해 물리적 변화를 초래하여 부식반응을 촉진시킨다. 대기중의 아황산가스 양은 가속부식시험 분위기의 경우보다 적지만, 시편표면에 이물질들과 함께 흡착된 부식인자들은 국부적인 농화를 가져와 부식을 촉진시킬 수도 있다.

5. 결 론

1) 크로메이트 피막은 요철이 있는 도금강판 표면의 볼록한 부분에서 우선적으로 형성되었는데,

이는 불룩한 부분이 에너지적으로 불안정한 상대적 결함지역이기 때문이다.

2) 부식생성물은 도금강판 표면의 불룩한 부분보다 오목한 부분에서 주로 검출되었는데, 이는 크로메이트 피막이 오목한 부분에 취약하게 형성되었기 때문인 것으로 판단된다.

3) 도금강판의 부식속도는 가속부식보다는 대기부식에서 현저히 빠르게 나타났으며, 부식속도에 대한 표면 거칠기의 영향은 가속부식에 비하여 대기부식에서 훨씬 뚜렷이 관찰되었다.

4) 가속화부식시험에서는 도금층 표면과 분위기 가스의 계면에서 부식인자와의 화학반응에 의하여 부식반응이 주로 진행되지만, 대기부식시험에서는 화학반응 이외에 분진, 바람, 빗물 등 외부인자의 물리적 작용에 의해서 도금층 표면의 보호피막이 손상을 입을 수 있다. 따라서, 아황산가스의 농도가 낮은 대기 중의 부식이 더 빠르게 진행될 수 있다.

후 기

이 연구는 포항종합제철주식회사의 1997년도 연구비지원으로 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. 전대회 : 부식과 방식의 관리, 일중사, 서울 (1985) 260
2. P. W. Brawn : Atmospheric Corrosion, John Wiley & Sons, New York (1982) 31
3. W. J. Tomlinson, M. W. Carroll : J. Materials Sci., 25 (1990) 4972
4. S. N. Ganguli, D. Berk : J. Vac. Sci. Technol. A6 (6) (1988) 3068
5. G. M. Brown, K. Shimizu : Corr. Sci., 33 (1992) 1371
6. J. A. Richardson and G.C. Wood : Corr., Sci., 10 (1970) 313