

## TiN 이온 플레이팅한 강판의 내식성에 관한 연구(III) - Ni 및 Ti 하지코팅두께의 영향 -

한 전 건, 연 윤 모\*

성균관대학교 금속공학과

\*수원전문대학 용접공학과

## Corrosion Behavior of TiN Ion Plated Steel Plate(III) - Effects of Ni and Ti interlayer thickness -

Jeon G. Han and Yun M. Yeon\*

Sung Kyun Kwan University

\*Suwon Industrial College

### Abstract

The effect of interlayer coating thickness of Ni and Ti on corrosion behavior was studied for TiN ion plated steel plate. Interlayer coating was carried out in a single and bi-layer to a various thickness combination prior to final TiN coating. Corrosion behavior was evaluated by anodic polarization test in 1N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> as well as salt spray test. Ni interlayer coating was effective in reducing corrosion current density of active region and Ti interlayer coating over Ni coating reduced the anodic corrosion current density by an order of 4 with increasing the thickness of Ti up to 3 $\mu$ m. The improvement of corrosion resistance by Ni/Ti interlayer coating was attributed to the effective prevention of penetration of active corrosion agent resulting from the inherent corrosion resistance of Ni and Ti. Pitting corrosion behavior was observed from salt spray test result for all specimens and corrosion resistance at salt atmosphere was enhanced with increasing Ni and Ti thickness. Corrosion in 1N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> occurred by anodic dissolution at steel surface under protective coating and then the overlay TiN coating was spalled out by the generation of corrosion products.

### 1. 서 론

TiN은 경도가 높고 화학적으로 안정하며 미려한 황금색을 띠므로 내마모성, 내식성 및 외장성이 요구되는 코팅분야에 폭넓게 응용되고 있다.<sup>1-3)</sup> 그러나 TiN 피막에는 pin-hole과 같은 미세한 결함들이 있어 내식성 향상에 문제가 되고 있으며<sup>4)</sup> 부식전위가 낮은 소재강판에 코팅된 경우, 부식환

경에서 galvanic corrosion이 이루어져 미세한 pin-hole등을 통해 소재강판이 국부적으로 부식되는 문제점이 야기되고 있다. 이러한 TiN 피막의 미세한 결함들을 줄이는 데는 공정상 상당한 어려움이 있다. 그래서 최근에는 TiN코팅층과 소재강판 사이에 interlayers로서 내식성이 우수한 금속등을 하지코팅하여 내식성 향상을 시도하고 있으며<sup>5,6)</sup> 저자들의 최근 연구<sup>7)</sup>에서도 Ti하지코

팅한 TiN강판의 내식성이 TiN만을 코팅한 경우에 비해 현저히 개선됨을 보고했다. 또한 前 研究<sup>9)</sup>에서는 Ni 및 Ti를 각각 일정한 두께로 2중 하지코팅함으로써 TiN강판의 내식성을 크게 향상시켰다. 따라서 본 연구에서는 TiN코팅강판의 내식성에 미치는 Ni 및 Ti의 2중 하지코팅두께의 영향을 조사하기 위하여 2중 하지코팅 두께를 변화시켜 TiN 이온 플레이팅 강판의 내식성을 비교 검토하였다.

## 2. 실험 방법

본 연구에 사용한 강판 소재는 국내에서 제조 판매되고 있는 두께 0.3mm의 냉연강판을 사용하였으며 화학적 조성은 표 1에 나타낸다.

TiN 코팅 및 Ti하지코팅은 as-received 상태의 소재 표면을 acetone 및 freon을 사용하여 초음파 세정후, 진공상태에서 Ar스퍼터링 세정하여 아크 이온 플레이팅 하였고 Ni하지 코팅에는 전기도금 방법을 사용하였다. Ni하지코팅의 영향을 조사하기 위하여 Ni코팅 두께를 1, 2, 3, 5 $\mu$ m으로 각각 코팅 후 TiN을 코팅하였다. 또한 Ti 하지코팅 두께는 1, 2, 3 $\mu$ m으로 하였다. 아크 이온 플레이팅시, 코팅층의 밀착력 및 밀도를 향상시키기 위해 바이어스 전압을 -100V로 인가하였다.

코팅 강판의 내식성을 평가하기 위해 양극분극 시험법 및 염수분무시험법을 사용하였다. 양극 분극 시험은 30분간 Ar가스로 탈기한 1N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 용액에서 Ag/AgCl보조전극을 사용하여 30°C의 일정 온도에서 Scan, Speed 40mV/min으로 행하였다. 염수 분극 시험은 ASTM표준 방법<sup>9)</sup>에 따라 5% NaCl 용액으로 35°C에서 24시간 행하였다.

양극분극시험 및 염수분무시험후, 코팅층의 표면특성변화는 주사전자현미경(SEM)을 사용하여 상세히 관찰하였다.

Table 1. Chemical composition of cold rolled sheet steel(wt%)

C	Si	Mn	P	S	Fe
0.08	0.03	0.24	0.05	0.01	Balance

## 3. 실험결과 및 고찰

### 3.1 TiN 피막의 조직

아크이온플레이팅 방법으로 코팅한 TiN피막의 단면(a) 및 표면(b)의 주사전자현미경 사진을 Fig.1에 나타낸다. Fig.1(a)에 나타내듯이 TiN 피막은 주상조직(columnar structure)으로 치밀하게 관찰되었다. TiN피막의 표면에는 Fig.1(b)에 나타내듯이 미세한 결함인 droplet(직경 약 1~3 $\mu$ m)등이 여러곳에서 관찰되었다. 아크 이온플레이팅 방법의 경우, 이러한 미세한 결함들은 피치 못하게 수반되는 결함으로 알려져 있다.<sup>10)</sup> 또한 TiN 표면이 평활치 못하고 약간의 요철이 보이는 것은 소지강판의 표면이 buff연마하지 않은 as-received 상태에 기인된다고 생각된다.

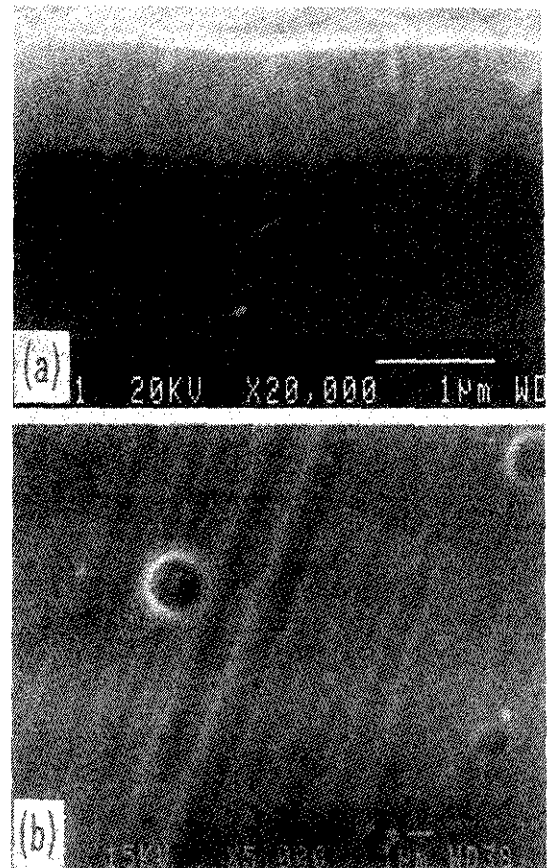


Fig. 1. SEM surface morphology of TiN film

### 3.2 양극 분극 거동에 미치는 Ni 및 Ti 하지 코팅 두께의 영향

Fig.2는 1N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 용액중에서의 소지강판 및 Ti 하지코팅층 두께의 변화에 따른 TiN 코팅강판(Ni 하지코팅층 두께 1 $\mu$ m)의 양극분극곡선을 나타낸다. 소지강판의 부식전류밀도는 약 600mV까지 계속 증가되는데 이는 부식생성물 FeSO<sub>4</sub>가 제거됨에 기인되며<sup>11)</sup> 전위를 더욱 증가시키면 부식전류밀도가 급격히 감소하는데 이는 電位를 더욱 증가시키면 따른 소지강판 표면에서의 얇고 치밀한 부동태 산화피막의 형성<sup>11)</sup> 때문이라고 생각된다. TiN만을 소지강판에 2 $\mu$ m 코팅한 경우의 분극거동은 소지강판의 경우와 거의 비슷하지만 약 600mV 이상으로 활성화영역이 약간 넓어지고 부동태 영역에서의 전류밀도는 오히려 약간 감소하였다. TiN 피막 자체는 양극분극시험시 활성화영역이 거의 나타나지 않을 정도로 내식성이 우수함<sup>14)</sup>에도 불구하고 이처럼 소지강판의 경우와 비슷한 분극거동을 나타내는 것은 Fig.1에 나타낸 TiN 코팅층 피막의 미세한 pin-hole(직경 약 1~3 $\mu$ m) 등의 피막결함 및 코팅층의 불균질함등과 밀접한 관련이 있다고 생각된다. 즉, 이는 pin-hole 등 피막이 불균질한 곳을 통해 부식매체가 침투후 소지강판과 반응하여 형성된 부식생성물 FeSO<sub>4</sub>가 급격히 용해됨을 시사해준다. Ni를 1 $\mu$ m 하지코팅후, TiN을 2 $\mu$ m 코팅한 경우, 활성화영역에서의 부식전류밀도가 2~3 order 정도로 급격히 감소되어 Ni 하지코팅에 의해 TiN 강판의 내식성이 크게 향상됨을 보여주고 있다. Ni 하지코팅에 의해 TiN 코팅 강판의 내식성

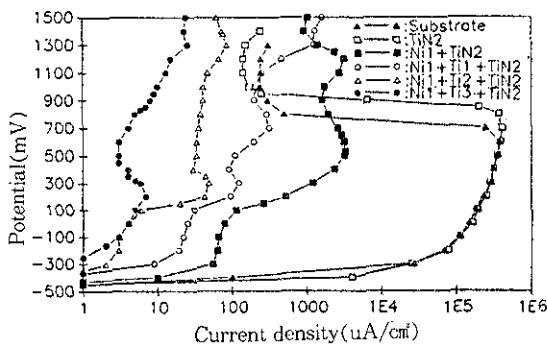


Fig. 2. Anodic polarization curves of arc ion plated TiN(2 $\mu$ m) with Ni(1 $\mu$ m), Ti interlayers of various thickness and steel substrate

이 크게 향상되는 것은 Ni 하지코팅을 하므로서 소지강판으로 통하는 pin-hole을 감소 시키며 TiN층이 비교적 균질해져 TiN 코팅층의 pin-hole과 같은 미세한 결함을 통해 부식매체가 침투하더라도 소지강판보다 부동태화 경향이 큰 Ni이 있어 소지강판을 보호해 주는데 기인된다고 생각된다. 또한, Ni을 1 $\mu$ m 코팅후 Ti를 1 $\mu$ m 하지코팅한 TiN 코팅강판의 부식전류밀도는 활성화영역 및 부동태영역에서 모두 뚜렷이 감소하였다. 이와같이 부동태화 전위가 낮으며 부식전류밀도가 급격히 감소하며 과부동태가 나타나지 않는 것은 하지코팅된 Ti층의 표면에서 치밀한 부동태 산화피막 TiO<sub>2</sub>(또는 Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)의 생성<sup>12)</sup>과 밀접한 관련이 있다고 생각된다. Ti 하지코팅두께가 2 $\mu$ m, 3 $\mu$ m으로 증가할수록 부식전류밀도의 감소경향은 더욱 현저하였다. 이러한 경향은 純 Ti의 분극곡선과도 비슷한 거동으로 Ti 하지코팅의 영향이 지배적임을 보여주고 있다.

이와 같이 Ti 하지코팅층의 두께가 증가할수록 TiN 코팅강판의 내식성이 증가하는 것은 Ti 하지코팅층 두께의 증가에 따라 Ti 코팅층 중의 Fig.1에 나타낸 pin-hole과 같은 미세한 결함 및 불균질함중, 소지강판으로 직접 연결되는 비율이 현저히 감소하여 부식매체가 pin-hole을 통해 침투하여도 Ni층 및 Ti층이 막고있어 소지강판과 반응하기 힘들어지기 때문이라 생각된다. 즉, Ti 하지코팅층을 증가시키면 따라 부식매체가 소지강판으로 침투하는 것을 방지(차단)하는 역할이 증가한다고 생각된다.

Fig.3는 1N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 용액에서 TiN 코팅 강판을 양극분극시험한 후의 대표적인 표면형상을 나타낸다. Fig.3(a)에 나타내듯이 TiN만을 2 $\mu$ m 코팅한 경우, TiN 피막 및 소지강판의 용해가 진행되었음을 보여주고 있다. 이는 Fig.2에 나타낸 TiN 코팅강판의 분극곡선과도 잘 대응되고 있다. 또한 이는 Fig.1(b)에 나타낸 TiN 피막의 pin-hole 등의 미세한 결함을 통해 침투한 부식매체가 소재강판의 결정입계와 같은 불균질한 활성화영역에서 부식반응을 촉진하여 TiN 피막과 소지강판의 결정입계와의 접촉부위에서 선택적으로 부식이 진행되었음을 시사해 준다.

그러나 TiN층 밑에 Ni 및 Ti를 각각 1 $\mu$ m 하지코팅한 경우는 Fig.3(b)에 나타내듯이 일부에서

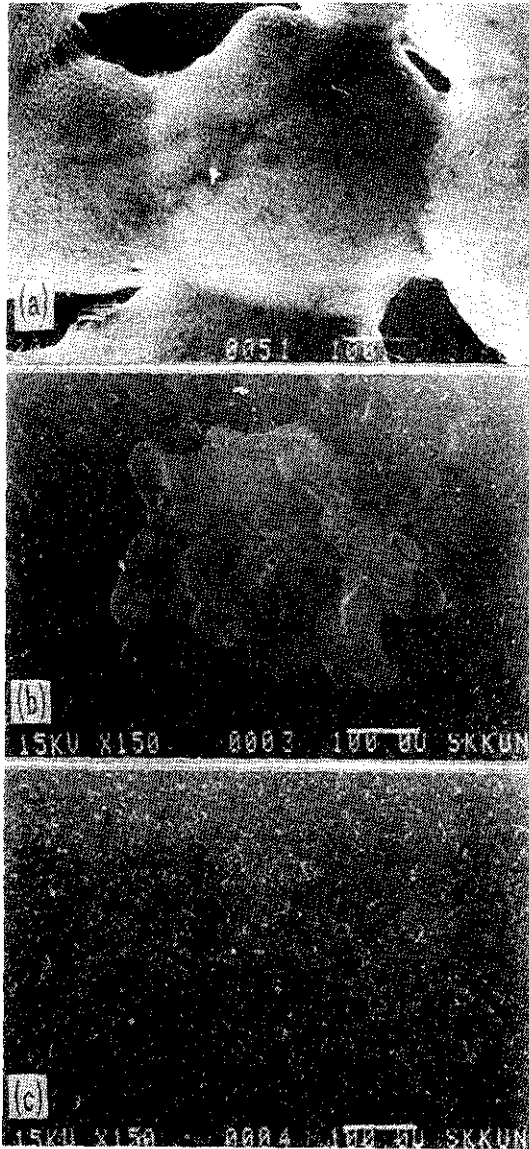


Fig. 3. SEM surface morphology after anodic polarization tests

- (a) TiN(2 $\mu$ m)/substrate
- (b) TiN(2 $\mu$ m)/Ti(1 $\mu$ m)/Ni(1 $\mu$ m)/substrate
- (c) TiN(2 $\mu$ m)/Ti(3 $\mu$ m)/Ni(1 $\mu$ m)/substrate

피막층만이 파괴되어 떨어지고 소지강판 내부로의 부식은 크게 관찰되지 않았다. 이는 TiN 피막상의 pin-hole 및 불균질한 곳을 통해 부식매체가 침투하더라도 소지강판위에 코팅된 Ni 및 Ti 등의 부동태화 경향이 큰 피막이 있어 이들이 소지강판

으로의 부식매체의 침투를 억제함에 의해 강판의 부식을 억제한다고 생각된다. 이러한 Ni 및 Ti 하지코팅한 TiN 강판은 前報<sup>8)</sup>의 Ti 하지코팅한 TiN 강판의 경우에 비해 소지강판내부로의 부식현상이 억제되는 결과로부터 Ni 하지코팅에 의해 내식성이 더욱 개선됨을 보여주고 있다. Fig.3(c)는 Ti 및 Ni를 각각 3 $\mu$ m, 1 $\mu$ m 하지코팅한 TiN 코팅 강판의 표면으로서 TiN 피막의 부식현상은 거의 관찰되지 않았다. 이와같이 Ti 및 Ni를 하지코팅함에 의해 TiN 피막의 부식이 억제되는 것은 Fig.2에 나타낸 양극분극곡선에서의 활성태역 뿐만 아니라 부동태역에서의 부식전류밀도의 현저한 감소와 잘 대응되고 있다.

이상에서와 같이 Ni를 소지강판에 1차 코팅한 후 Ti를 비교적 두껍게 하지코팅한 TiN 코팅 강판은 1N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 용액에서의 내식성이 현저히 개선되어 부식된 곳이 거의 관찰되지 않았다.

Fig.4는 소지강판에 Ni를 3 $\mu$ m 하지코팅한 경우의 Ti 하지코팅 두께의 변화에 따른 TiN 코팅 강판의 1N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 용액에서의 양극 분극 곡선을 나타낸다. Ni를 3 $\mu$ m 하지코팅한 TiN 코팅 강판의 활성태 영역에서의 부식전류밀도는 TiN만을 코팅한 강판의 경우에 비해 약 2~4 order로 급격히 감소하였으며 Fig.2에 나타낸 Ni 하지코팅 두께 1 $\mu$ m의 경우에 비해 -500mV~300mV 부근의 활성화 영역에서 부식전류밀도가 더욱 감소하고 부식전위가 낮아지는 경향은 Ni의 영향임을 시사해 주고 있다.

Ni 하지코팅후 Ti를 1 $\mu$ m 하지 코팅한 TiN 코팅

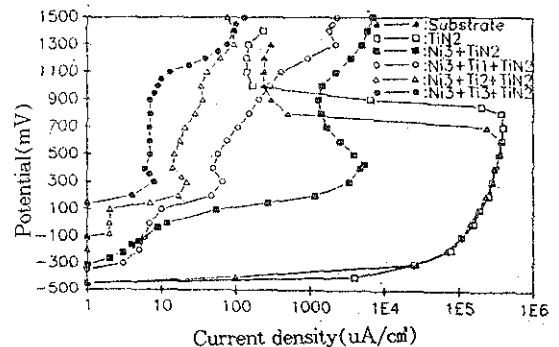


Fig. 4. Anodic polarization curves of arc ion plated TiN(2 $\mu$ m) with Ni(3 $\mu$ m), Ti interlayers of various thickness and steel substrate

강판은 Ni만을 하지코팅한 TiN코팅강판의 경우에 비해 부식전류밀도가 거의 모든 전위영역에서 1~2 order 정도 감소하였다. 더우기 Ti하지코팅 두께를 2 $\mu\text{m}$ , 3 $\mu\text{m}$ 으로 증가시킨 경우, 부식 전류 밀도가 더욱 뚜렷이 감소하였으며 부식 전위는 더욱 값싼 방향으로 이동하여 Ti를 3 $\mu\text{m}$  하지코팅한 경우, 약130mV의 부식전위( $E_{\text{corr}}$ )를 나타내었다. 이와같이 Ti하지코팅 두께가 증가함에 따라 부식전류밀도가 현저히 감소하였으며 부식전위가 값싼 방향으로 크게 이동하였다. Ti 하지코팅두께의 증가에 따라 부식 전류밀도가 현저히 감소하는 것은 Fig.2 에 나타난 Ni 하지 코팅 두께 1 $\mu\text{m}$ 의 경우와 거의 비슷한 경향으로서 Ni보다 부동태화 경향이 큰 Ti의 영향으로 생각되며 부식전위가 Fig 2의 Ni 하지코팅두께 1 $\mu\text{m}$ 의 경우보다 값싸게 되는 것은 Ti하지 코팅 및 Ni하지 코팅두께의 영

향이 크다고 생각된다.

1N  $\text{H}_2\text{SO}_4$  용액에서의 양극분극 시험 후의 대표적인 표면형태를 Fig.5에 나타낸다. TiN 코팅강판의 경우[Fig.5(a)]에 비해 부식 전류 밀도가 2~3 order로 급격히 감소했던 Ni하지 코팅한 TiN코팅강판의 표면은 Fig.5(b)에 나타내듯이 부식에 의한 코팅층의 파괴가 여러곳에서 관찰되었다. 부식전류밀도가 더욱 감소했던 Ti(1 $\mu\text{m}$ )/Ni(3 $\mu\text{m}$ ) 하지 코팅한 TiN코팅강판의 경우는 Fig.5(c)에 나타내듯이 Fig.3(b)에 나타낸 Ti(1 $\mu\text{m}$ )/Ni(1 $\mu\text{m}$ )의 경우에 비해 부식공의 크기 및 수가 크게 감소하였다. 또한 부식전류 밀도가 감소하고 부식 전위가 값싸게 이동한 Ti(3 $\mu\text{m}$ )/Ni(3 $\mu\text{m}$ ) 하지 코팅한 TiN강판의 표면에는 Fig.5(d)에 나타내듯이 부식된 곳이 거의 관찰되지 않았다. 이는 Ti 및 Ni을 하지코팅함에 의해 1N  $\text{H}_2\text{SO}_4$  용액에서의

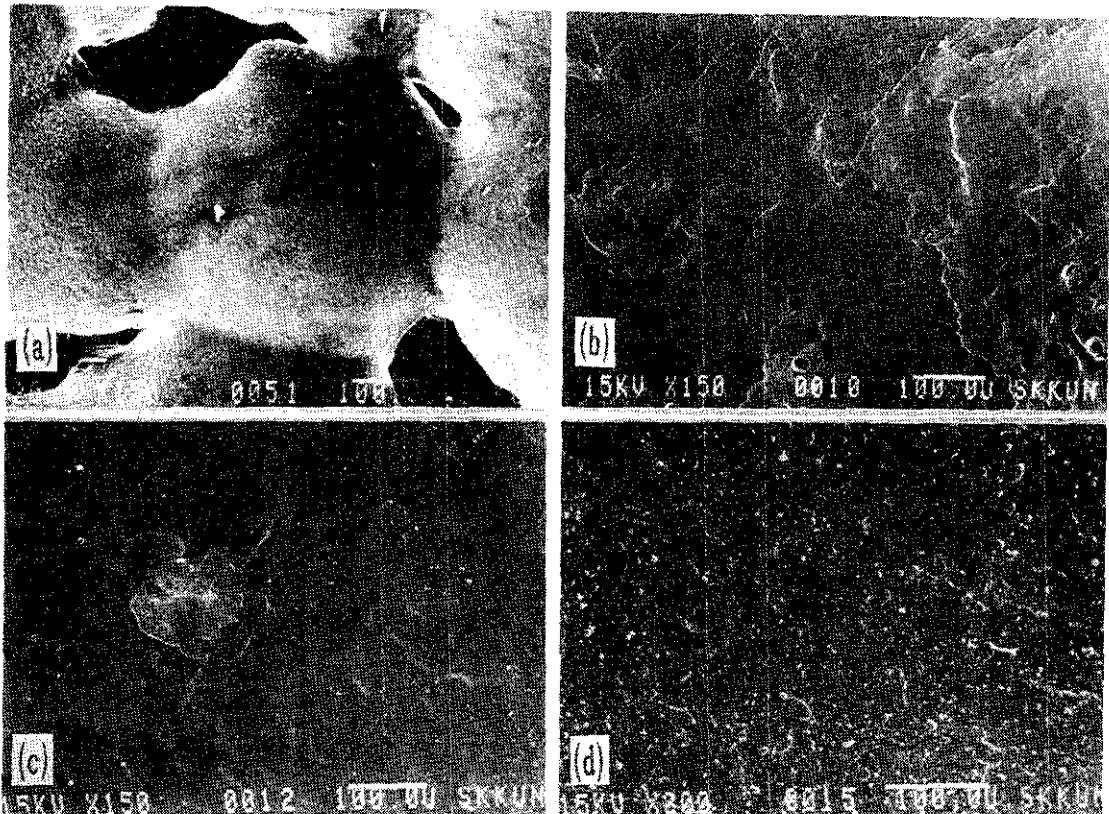


Fig. 5. SEM surface morphology after anodic polarization tests

(a) TiN(2 $\mu\text{m}$ )/substrate

(c) TiN(2 $\mu\text{m}$ ) /Ti(1 $\mu\text{m}$ )/Ni(3 $\mu\text{m}$ )/substrate

(b) TiN(2 $\mu\text{m}$ )/Ni(3 $\mu\text{m}$ )/substrate

(d) TiN(2 $\mu\text{m}$ ) /Ti(3 $\mu\text{m}$ )/Ni(3 $\mu\text{m}$ )/substrate

TiN코팅강판의 내식성이 크게 향상됨을 보여준다. 이러한 표면 형상은 Fig.4에 나타낸 분극곡선에서의 부식전류밀도의 감소와 잘 대응되고 있다. 이상의  $H_2SO_4$  용액에서의 TiN 코팅강판의 부식저항은 TiN의 pin-hole등의 미세한 결함을 통해 노출된 소지강판 부분에서 생기는 수소 발생형 부식<sup>1,13)</sup>이라 생각된다.

### 3.3 염수 분무 시험에서의 TiN강판의 내식성에 미치는 Ni 및 Ti 하지코팅의 영향.

Fig.6은 Ti 및 Ni 하지코팅에 따른 염수분무분위기에서의 코팅층 표면의 부식형상을 나타낸다. Fig.6(a)에 나타내듯이 소지강판에 TiN만을 2 $\mu m$  코팅한 경우는 일정방향으로 부식이 진행되었고 부식공도 비교적 많이 관찰되었다. 이는 TiN 코팅층의 pin-hole과 같은 불균질한 곳을 통해 Cl<sup>-</sup>가 침투하여 TiN 코팅층과 모재 사이에서 galvanic cell이 형성되어 활성이 큰 모재로 pitting에 의해 부식이 진행되었다고 생각된다. 그러나 Ti 및 Ni를 각각 1 $\mu m$ 씩 TiN 밑에 하지코팅한 경우는 Fig.6(b)에 나타내듯이 일정방향으로의 부식은 별로 진행되지 않았으며 부식공의 수도 TiN을 코팅한 경우에 비해 크게 감소하였다. 이처럼 Ti 및 Ni를 하지코팅함에 의해 일정방향으로의 부식이 억제되는 것은 Ti 및 Ni하지코팅에 의해 소지강판표면의 요철이 감소하며 TiN 피막의 결함을 통해 부식매체가 침투하더라도 Ti 및 Ni의 높은 내식성 때문에 부식이 억제된다고 생각된다. 그러나 Ti 및 Ni층이 비교적 얇아 일부에서 Ti코팅층의 결함을 통해 Cl<sup>-</sup>가 침입하여 substrate에서 pitting이 관찰되었다. 또한 Ni를 1 $\mu m$  하지코팅한 후 Ti 하지코팅두께를 3 $\mu m$ 으로 증가시킨 경우는 Fig.6(c)에 나타내듯이 pitting에 의한 부식공이 거의 관찰되지 않았다. 즉, 이는 염수에서 耐孔蝕性이 매우 우수한 Ti가 TiN 밑에 비교적 두껍게 코팅되어 있어 Cl<sup>-</sup>의 침투를 막아 Ni층 및 모재를 보호해 주기 때문이라 생각된다. Ti를 비교적 두껍게 하지코팅한 경우, TiN 강판의 내식성이 크게 향상됨을 보여준다. Fig.7은 염수분무분위기에서 부식시험후의 코팅층 표면의 부식형상을 나타낸다. Fig.7(a)는 소지강판에 TiN만을 2 $\mu m$  코팅한 경우의 표면상태를 나타낸다. Fig.7(b)에 나타내듯이 TiN 밑에 Ni만 3 $\mu m$  하지코팅



Fig. 6. SEM surface morphology after salt spray tests

- (a) TiN(2 $\mu m$ )/substrate
- (b) TiN(2 $\mu m$ )/Ti(1 $\mu m$ )/Ni(1 $\mu m$ )/substrate
- (c) TiN(2 $\mu m$ )/Ti(3 $\mu m$ )/Ni(1 $\mu m$ )/substrate

한 경우는 TiN 표면에서의 부식공의 수가 현저히 감소하였고 일정 방향으로의 부식은 관찰되지 않았다. 그러나, Ni는 염수에서 active-passive 전지를 형성하여 孔蝕이 발생하기 쉬워<sup>12)</sup> TiN 코팅층 밑으로 원형의 孔蝕이 생겼고 일부 TiN층이 떨어진 곳에서 부식공이 관찰되었다. 또한 TiN

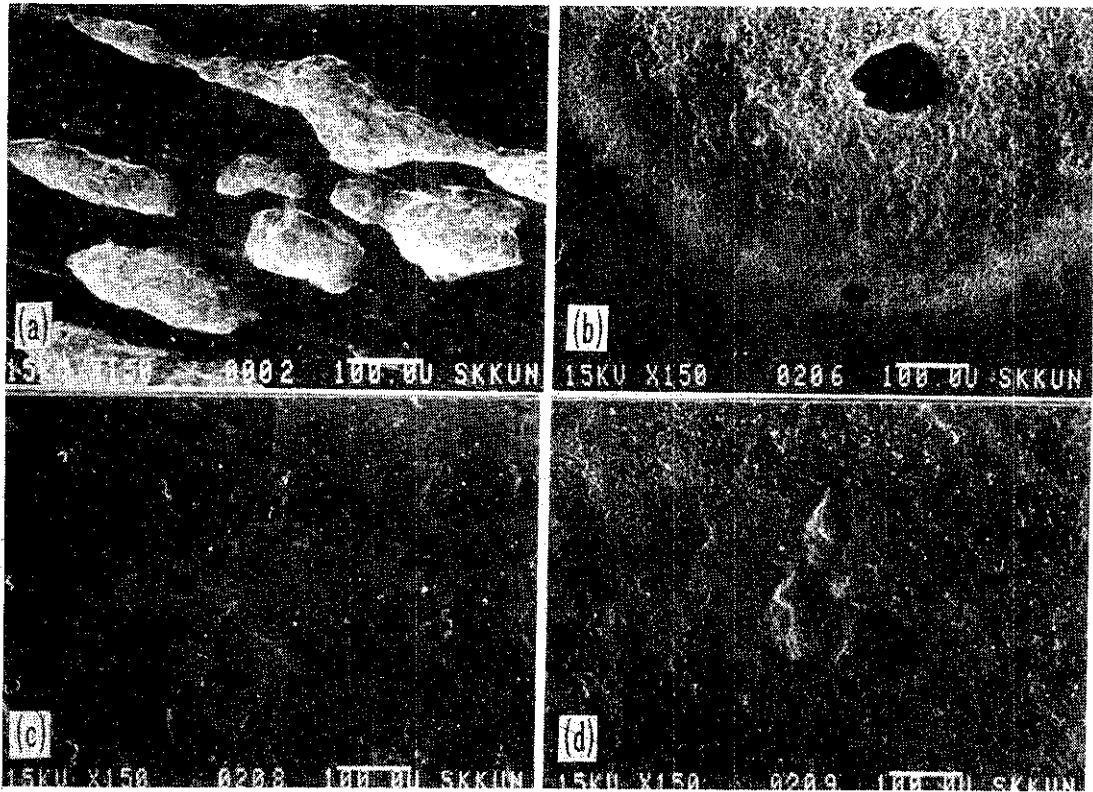


Fig. 7. SEM surface morphology after salt spray tests

- |  |   |
|--|---|
| (a) TiN(2 $\mu$ m)/substrate               | (c) TiN(2 $\mu$ m) /Ti(1 $\mu$ m)/Ni(3 $\mu$ m)/substrate |
| (b) TiN(2 $\mu$ m)/Ni(3 $\mu$ m)/substrate | (d) TiN(2 $\mu$ m) /Ti(3 $\mu$ m)/Ni(3 $\mu$ m)/substrate |

밑에 Ti(1 $\mu$ m) 및 Ni(3 $\mu$ m)을 2중 하지코팅한 경우는 Fig.7(c)에 나타내듯이 孔蝕발생은 거의 관찰되지 않았으며 부식공의 크기도 현저히 작아졌다. 이는 耐孔蝕性이 큰 Ti의 영향이라 생각된다. Ti의 두께를 3 $\mu$ m으로 증가시켜 Ni(3 $\mu$ m)와 2중 하지코팅한 경우의 표면은 Fig.7(d)에 나타내듯이 부식공이 거의 관찰되지 않아 염수분무분위기에서의 내식성이 현저히 개선됨을 보여주고 있다. 이와 같이 TiN 코팅 강판의 내식성을 향상시키는 데는 같은 두께라도 Ti의 영향이 현저함을 알 수 있다. 이는 Ti 표면에 TiO<sub>2</sub>의 부동태 피막이 형성되어 Cl<sup>-</sup> 흡착을 억제<sup>12)</sup>하는데 기인한다고 생각된다. 이러한 경향은 Fig.5에 나타냈듯이 1N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 용액에서의 내식성과 잘 일치하고 있다. 이상의 염수분무 환경에서의 TiN코팅 강판의 부식은 코팅층의 pin-hole과 같은 미세한 결함을 통해 노

출된 소지강판에서의 공식에 의해 발생한다고 생각된다. Fig.8은 Ti 및 Ni 하지 코팅 두께 변화에 따른 TiN(2 $\mu$ m) 코팅 강판의 염수 분위기에서의 내식성을 종합적으로 검토하기 위해 단위면적(15mm×15mm)당 0.2mm이상의 크기로 부식된 곳의 수를 나타낸 것이다. 1차 Ni하지코팅두께가 증가함에 따라 어떠한 두께의 Ti코팅층의 경우에서도 부식공의 수가 현저히 감소하여 Ni 3 $\mu$ m의 경우, Ni 1 $\mu$ m의 경우에 비해 부식공의 수가 거의 1/2이하로 크게 감소하였으며 Ni 5 $\mu$ m의 경우는 더욱 현저히 감소하였다. 2차 Ti하지코팅의 영향은 Ni하지코팅과 마찬가지로 Ni 하지코팅두께 1 $\mu$ m 및 3 $\mu$ m의 경우, 가장 현저하여 부식공의 수가 현저히 감소하였다. 그러나 1차 Ni하지코팅 두께가 두꺼운 5 $\mu$ m의 경우에는 Ti 하지코팅 두께의 영향이 현저하지는 않았다. 이처럼 TiN 코팅 강

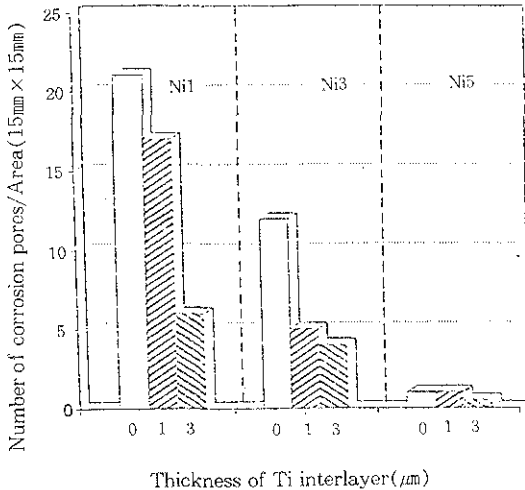


Fig. 8. Density profile of corrosion attacked area after salt spray for Ti and Ni interlayers of various thickness coated on steel substrate (TiN 2 $\mu$ m)

판의 내식성에 미치는 2차 하지코팅 Ti의 영향은 1차 하지 코팅층의 두께가 비교적 얇은 경우 현저히 나타났으며 비교적 두꺼운 경우에는 1차 하지 코팅의 영향이 지배적이었다.

#### 4. 결 론

TiN 코팅강판의 내식성에 미치는 Ni 및 Ti 하지코팅두께의 영향을 양극분극시험 및 염수 분무 시험에 의해 조사한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) Ni 1차 하지코팅층에 의해 TiN 이온 플래이팅 강판의 활성화역의 부식전류밀도가 현저히 감소하였다. 또한 Ni위에 Ti 2차 하지코팅 두께를 3 $\mu$ m까지 증가시키에 따라 부식전류밀도가 더욱 현저히 감소하였으며 소재강판의 경우에 비해 활성화역에서의 부식전류밀도가 약 4 order 정도로 감소하였다.
- (2) Ni 및 Ti를 2중 하지코팅함에 의해 TiN 이온 플래이팅 강판의 내식성이 향상되는 것은 Ni 및 Ti의 고유한 내식성에 의해 부식매체가 TiN층의 피막결함을 통해 들어와도 Ni 및 Ti가 이들 부식매체의 소지강판으로의 침투를 억제하는 데 기인한다고 생각된다.

- (3) 염수분무시험결과, TiN코팅강판의 내식성에 미치는 2차 하지코팅(Ti)의 영향은 1차 하지코팅층의 두께가 비교적 얇은 경우 현저히 나타났으며 비교적 두꺼운 경우에는 2차 하지코팅의 영향은 적었다. 또한 하지코팅층이 없는 TiN코팅강판의 경우, 孔蝕이 관찰되었고 Ni 및 Ti 하지코팅의 두께가 증가할수록 이러한 孔蝕의 수는 현저히 감소하였다.
- (4) 양극분극시험결과 1N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>용액에서의 TiN코팅강판의 부식거동은 pin-hole등을 통해 노출된 소재강판표면이 용해되면서 TiN코팅층이 떨어져 나가는 일종의 수소 발생형 부식의 양상을 나타내었다.

#### 참 고 문 헌

1. H. Jacobs : Surf. Coat. Technol., 29(1986) 221
2. J. Vogel, E. Bergman : J. Vac. Sci. Technol., A4(1986) 2731
3. A. Matthews : Surf. Eng. 1 (1985) 93
4. K. Takizawa, M. Fukushima, K. Kurokawa, H. Okada, H. Imai : 表面技術, 42(1991) 1152
5. M. J. Park, A. Leyland, A. Matthews : Surf. Coat. Technol., 43(1990) 481
6. 한전건 : 범진금속화학 연구보고서, 1990
7. 연운모, 한전건, 김대진, 배은현 : 한국표면공학회지, 25(1992) 34
8. 한전건, 연운모, 홍준희 : 한국표면공학회지, 25(1992) 82
9. Annual Book of ASTM Standard : Vol. 02. 05, B117-85
10. 精密工學會 : 表面改質技術. 日刊工業 (1988)
11. 吉澤, 山川, 片桐 : 金屬の腐食防食序論. (1981) 化學同人
12. H. H. Uhlig, R. W. Revie : Corrosion and Corrosion Control, 3rd ed., (1985) Wiley Interscience
13. 山口, 原, 杉木 : 日本金屬學會誌, 56(1992) 294