

## 아연 도금강판의 몰리브데이트 화성처리 Molybdate Chemical Conversion Coating of Galvanized Steel Sheet

김헌태(동아대학교), 이규환(한국기계연구원), 이유기(위덕대학교), 김인수(동아대학교)

### 1. 서론

철계 및 비철금속의 방식용 코팅으로 광범위하게 사용되고 있는 크로메이트처리는 환경적인 문제로 인하여 전 세계적으로 규제대상 물질로 분류되어 있다. 현재 크로메이트를 대체하고자 많은 연구가 진행되어 왔으며, 가장 잠재성이 있는 재료중의 하나는 몰리브데이트이다. 크로메이트에 상응하는 내식성을 얻기 위해서는 몰리브데이트와 적절한 부식방지제의 첨가 필수적인 것으로 알려져 있다. 본 연구는 향후 몰리브데이트와 부식방지제의 혼합 용액을 개발하기에 앞서 순수한 몰리브데이트만을 이용하여 몰리브데이트 화성코팅층의 기본 조건 및 특성을 파악하고자 수행되었다.

### 2. 결과 및 고찰

본 연구의 실험 절차는 연합철강에서 생산된 아연도금강판을 아세톤에서 5분간 세척→다양한 조건에서 침적→수세 과정을 거쳐 진행 되었으며, 이용된 실험조건은 pH=5 에서 온도는 20,40,50,60℃, 농도( $\text{Na}_2\text{OMoO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )는 5,10,20,30g/L, 침적 시간은 20,40,60,120,180,300초 범위에서 수행되었다. 그림 1은 시간에 따른 몰리 화성 코팅층의 대표적인 성장 과정을 보여 준다. 처음에 아연표면에 검은 반점(몰리가 풍부한 상)이 형성되었으며, 이 반점을 기준으로 크랙이 점차 옆으로 퍼지면서 화성 코팅층이 형성되었다. 형성되는 화성코팅층은 표면의 몰리 함량이 증가하는 조건으로 갈수록(온도, 농도, 침지시간이 증가하는 조건) 입자의 크기가 커졌으며, 입자 사이의 폭 또한 증가하는 경향을 나타내었다. Table 1은 다양한 조건에서 몰리화성 코팅층의 균일성, 색깔, 접착력의 견지에서 조사된 결과이다. 몰리화성층은 표면의 몰리 농도가 낮은 영역에서는 밝은 노랑, 갈색, 푸른색등을 띠었으며 몰리 농도가 증가함에 따라 짙은 갈색을 거쳐 검은색에 가까운 색깔을 나타내었다. 몰리농도가 낮은 영역에서는 접착력은 일반적으로 우수하였으나 표면을 부식성분위로부터 보호할 정도의 충분한 몰리화성 코팅층이 형성되지 않아 전반적으로 낮은 내식성을 나타내었다. 반면에 두꺼운 몰리화성 코팅층이 형성되는 조건에서는 내식성은 상대적으로 양호하였으나 두꺼운 코팅층으로 인하여 접착력은 다소 감소하였다. 이러한 점을 고려 할 때 적당한 코팅층이 형성되는 조건에서 나타나는 어두운 갈색의 표면 상태가 내식성 및 접착성의 견지에서 상대적으로 양호한 결과를 나타내었다. 그림 3은 순수한 아연 및 몰리화성 코팅된 시편에 대한 동전위 분극곡선 및 분극실험후의 표면 상태를 나타낸다. 동전위 분극실험의 결과는 내식성의 측면에서 몰리처리가 아주 효과적인 점을 보여 주지는 못하지만, 표면상태를 보면 순수한 아연은 완전히 부식된 반면에 몰리처리된 시편은 동전위 분극실험시 시편홀더로 인하여 응력을 받은 부분만이 국부적인 부식을 나타내고 있으며 내부는 큰 부식이 관찰되지 않음을 알 수 있다. 이러한 사실은 몰리처리가 어느 정도의 내식성을 갖고 있으며 크로메이트에 상응하는 특성을 얻기 위해서는 적절한 부식방지제의 첨가로 인한 시너지 효과를 유발시켜야 한다고 판단된다.

### 3. 결론

몰리화성코팅층은 온도, 농도, 침적시간이 증가함에 따라 밝은 노랑, 파랑, 갈색에서 어두운 갈색을 거쳐 검은색을 나타내었다. 어두운 갈색이 내식성 및 접착성의 견지에서 양호한 결과를 나타내었다. 하지만 순수한 몰리브데이트 화성처리만으로는 크로메이트에 상응하는

내식성을 얻기가 어려우며 따라서 적절한 부식방지제의 첨가가 필요하다고 판단된다.

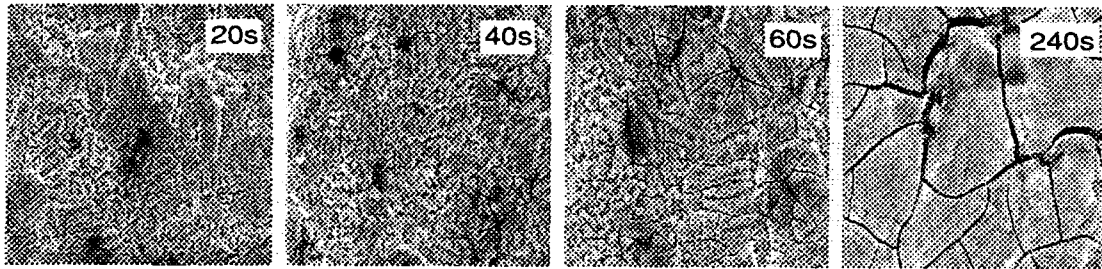


그림 1. 시간에 따른 표면 형상의 변화 (코팅조건: 50°C, 10g/L, 배율:2000x)

온도	농도	20sec			40sec			60sec			120sec			180sec			240sec			300sec		
		U	A	C	U	A	C	U	A	C	U	A	C	U	A	C	U	A	C	U	A	C
25	5g/L	M	G	Y	M	G	b	M	G	b	M	G	Y	M	G	Y	M	G	B	M	G	B
	10g/L	M	G	b	M	G	Y	M	G	R	M	G	G	M	G	B	M	G	B	M	G	B
	20g/L	M	G	R	M	G	G	M	G	R	M	M	B	G	P	B	G	P	D	G	P	D
	30g/L	M	G	b	M	G	R	M	G	G	G	M	B	G	P	D	G	P	D	G	P	D
40	5g/L	M	G	b	M	G	b	P	G	B	P	G	B	P	G	B	M	G	B	M	G	B
	10g/L	M	G	Y	M	G	b	G	G	B	G	G	B	G	G	B	M	G	D	M	G	D
	20g/L	M	G	b	G	G	B	G	G	B	G	G	D	G	P	D	G	P	D	G	P	D
	30g/L	M	G	b	M	G	b	G	G	B	G	M	B	G	P	D	G	P	D	G	P	D
50	5g/L	P	G	B	P	G	B	P	G	B	P	G	B	P	G	B	P	G	B	P	G	B
	10g/L	M	G	B	M	G	B	P	G	B	P	G	B	P	G	B	P	G	D	P	G	D
	20g/L	M	G	B	G	G	B	G	G	B	G	G	B	G	P	D	G	P	D	G	P	D
	30g/L	M	G	B	G	G	B	G	G	B	G	M	D	G	M	B	G	M	B	G	P	D
60	5g/L	M	G	B	M	G	B	M	G	B	M	G	B	M	G	B	M	G	B	M	G	D
	10g/L	G	G	B	G	G	B	M	G	B	M	G	D	M	G	D	M	G	D	M	G	D
	20g/L	G	G	B	G	G	B	G	G	B	G	G	D	G	P	D	G	P	D	G	P	D
	30g/L	G	G	B	G	G	D	G	M	D	G	M	D	G	P	D	G	P	D	G	P	D

※ U: 코팅의 균일성, A: 코팅의 접착력, C: 코팅의 색깔  
 G: 양호, M: 중간, P: 부족, Y: 노란색, G: 적색, G: 녹색 b: 푸른색, B: 갈색, D: 검은색  
 음영부분은 양호한 코팅상태를 나타내는 조건

도표 1. 시간, 온도, 농도의 조건에서 코팅층의 균일성, 접착력, 색깔의 특성

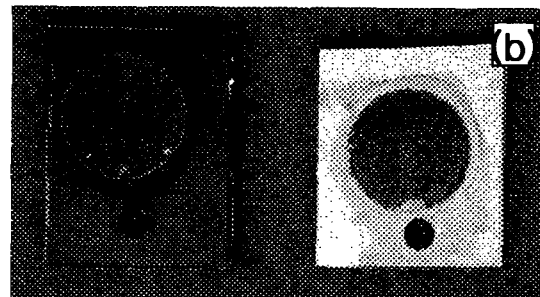
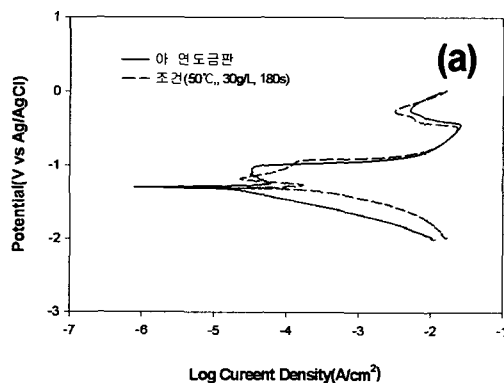


그림 2. 물리화성처리 된 시편 및 아연도금 강판의 동전위 분극곡선(a) 및 동전위 분극실험 후 표면 형상(b)