

디메틸아세트아미드 부식억제제를 사용한 금속표면 특성

박근호*, 서정원
 창원대학교 화공시스템공학과
 (khopark@changwon.ac.kr*)

Characterization of Metal Surface Using Corrosion Inhibitor of *N,N*-Dimethylacetamide

Keun-Ho Park*, Jeong-Won Seo
 Dept. of Chemical Engineering, Changwon National University
 (khopark@changwon.ac.kr*)

1. 서론

전기화학측정법 중에서 전극표면 또는 전극표면근방에서 어떠한 반응이 일어나고 있는가를 가장 직접적으로 파악할 수 있는 방법이 순환전압전류법이다. 이와 같은 순환전압전류법을 사용하여 산화·환원 쌍의 형식(forml)산화·환원전위와 농도, 전극반응에 관여하는 전자수 및 화학반응의 확산속도계수 등도 구할 수 있다[1]. 유기부식억제제로서 사용되고 있는 유기물 중에서 메틸기가 함유되어 있는 유기화합물을 사용하였을 경우 금속에 대한 전류-전압 특성과 금속표면 부식상태를 조사하고자하였다[2].

2. 실험

2.1. 시편제작 및 실험방법

실험에 사용한 시편의 크기는 가로 1cm, 세로 1cm, 두께 0.2cm 시편을 제작하여 전처리를 거친 후 사용하였다[3]. 그리고 부식억제제로 사용한 유기화합물은 *N,N*-dimethylacetamide 및 *N,N*-dimethyl formamide를 선택하였다.

전기화학적 특성은 미국의 Bioanalytical System, Inc의 모델 BAS 100W/B 전위차계를 사용하여 순환전류전압법으로 측정하였다. 측정장치의 기준전극은 Ag/AgCl, 보조전극은 Pt선, 작업전극으로는 각 금속 3전극 시스템으로 측정하였다[3]. 주사속도(scan rate)는 100~250 mV/s까지 50mV/s 간격으로 측정하였다.

또한 강제 부식시킨 금속표면 및 부식억제제를 사용한 금속표면 형태를 확인하기 위해서 scanning electron microscope (SEM/EDS-jeol) : JSM-5610을 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 금속의 전기화학적 특성

금속 중에서 SUS-304, 니켈을 선정하여 전해질 NaClO₄의 농도를 0.5 M에서 2.0 M까지 0.5 M 간격으로 농도변화를 시켰다. 그리고 주사속도를 50, 100, 150, 200 및 250 mV/s로 50 mV/s 씩 증가시켜 주사속도 변화에 따른 순환전류전압 곡선을 측정하였다.

Fig. 1은 SUS의 강제부식에 대하여 *N,N*-dimethylacetamide 부식억제제를 사용한 것의 current-voltage 측정결과를 나타낸 것이다. Fig. 1에서 나타난 바와 같이 산화와 환원이 비가역적임을 나타내어 주고 있다. 주사속도를 50, 100, 150, 및 200 mV/s로 증가시킴에 따라 임계 산

화 전류가 각각 266.3, 301.7, 325.6, 및 337.4 μA 로 전류값이 나타나는 것을 볼 수 있다.

한편, 비가역반응에서 나타나는 봉우리전위(E_p)는 전위주사속도 v 의 함수로서 산화반응에 대해서는 v 가 증가함에 따라 (+)방향으로 변화한다. E_p 는 전극반응 속도 상수 k^0 와 이동계수 a 를 포함하는 다음 (1)식과 같이 나타낼 수 있다[4].

$$E_p = E^{0'} - \frac{RT}{\alpha n_a F} 0.780 + \frac{1}{2} \ln D_0 - \ln k^0 + \frac{1}{2} \ln \left(\frac{\alpha n_a F}{RT} v \right) \quad (1)$$

Fig. 1에서 보는 바와 같이 전해질을 0.1 M에서 2.0 M까지 0.5M 간격으로 전해질의 농도를 일정하게 증가시켰을 경우 전형적인 산화와 환원반응이 비가역적임을 잘 나타내어 주고 있음을 볼 수가 있다. 또한, 전해질의 농도를 증가시켰을 경우에는 일반적인 경향과 같이 전하량 Q도 증가하는 경향을 잘 나타내어 주고 있음을 알 수가 있다. 따라서 (1)식을 이용하여 αn_a 나 k^0 를 구할 수 있다.

또한 i_p 를 주사속도 $v^{1/2}$ 에 대해 도시하여 $299 n (\alpha n_a)^{1/2} A D_0^{1/2} v^{1/2} C_0^*$ 을 이용하여 그 기울기 값으로부터 확산계수(D)를 구하였다[4]. 위 식을 이용하여 계산한 확산계수는 전자 1개가 금속표면에 분자 하나에 전달하여 $n=1$ 이라고 가정하여 산출하였으며, *N,N*-dimethyl acetamide를 부식억제제로 사용한 결과를 Table 1에 나타내었다. Table 1에서 보면 전해질의 농도가 저농도인 경우 확산계수 값이 가장 크며, 중간 정도 농도인 1.0 M인 경우가 비교적 확산계수가 크며, 농도가 증가할 수록 감소하는 경향을 나타내고 있다.

또한 Fig. 2는 여러 가지 금속에 대한 아미드 화합물의 부식억제 영향을 알아보기 위하여 전해질의 농도를 0.1 M NaClO_4 로 고정하고, *N,N*-dimethylacet amide 부식억제제를 1.0×10^{-3} M 농도로 일정하게 첨가한 결과를 SEM 이미지로 나타낸 것이다. Fig. 2에서 보는 바와 같이 니켈을 제외한 모든 금속표면의 부식이 다양한 형태로 확산되어 부식방지 효과가 거의 없음을 볼 수 있는데 이것은 비가역과정임과 일치하는 경향을 나타내고 있다.

Table 1. Diffusivity(D) according to Electrolyte Concentration(NaClO_4) of SUS using *N,N*-Dimethylacetamide Corrosion Inhibitor

Electrolyte concentration (NaClO_4)	$D^{1/2}$ ($\times 10^6$)	$[\text{cm}^2 \text{s}^{-1} \times 10^{10}]$
0.1M	6.110	37.400
0.5M	0.966	0.934
1.0M	1.280	1.640
1.5M	0.771	0.595
2.0M	0.459	0.211

또한 Fig. 3은 여러 가지 금속에 대한 아미드 화합물의 부식억제 영향을 알아보기 위하여 전해질의 농도를 0.1 M NaClO_4 로 고정고, *N,N*-dimethylacetamide 부식억제제를 1.0×10^{-3} M 농도로 일정하게 첨가한 결과를 SEM 이미지로 나타낸 것이다. Fig. 3에서 보는 바와 같이 니켈을 제외한 모든 금속표면의 부식이 다양한 형태로 확산되어 부식방지 효과가 거의 없음을 볼 수 있는데 이것은 비가역과정임과 일치하는 경향을 나타내고 있음을 알 수 있다.

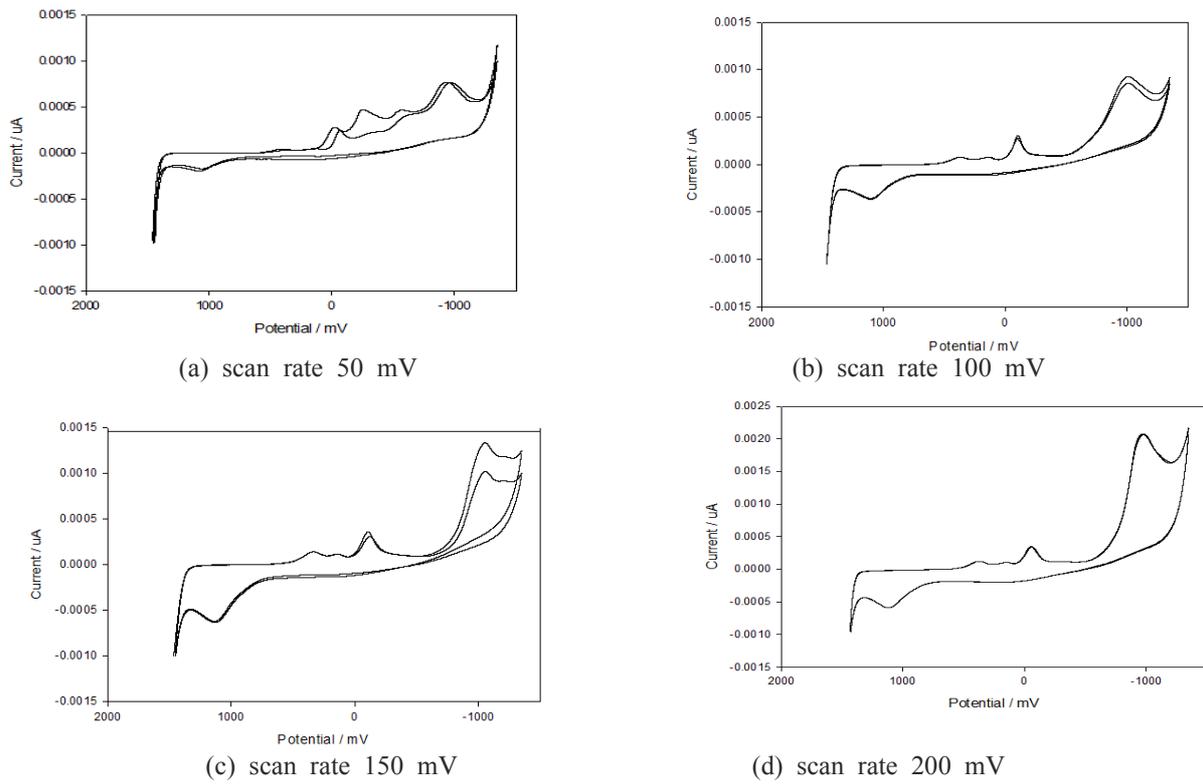


Fig. 1. C-V curves of SUS using $1.0 \times 10^{-3} \text{M}$ *N,N*-dimethylacetamide inhibitor in 0.5M NaClO_4 electrolyte.

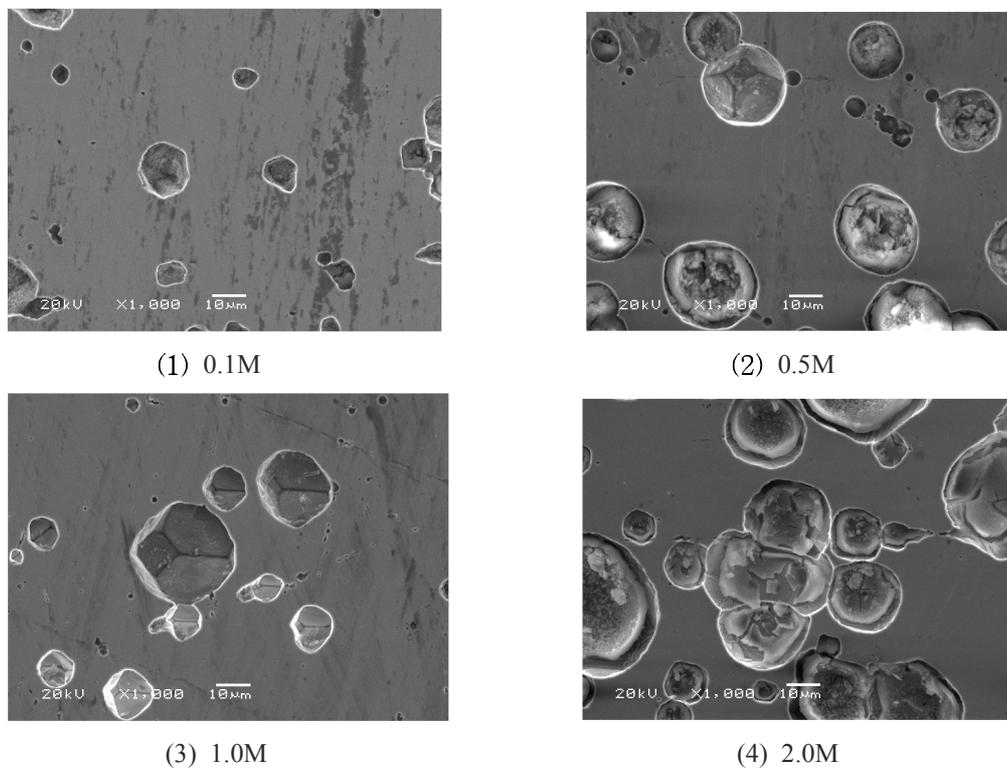


Fig. 2. SEM micrographs of nickel using *N,N*-dimethylacetamide $1.0 \times 10^{-3} \text{M}$ at various electrolyte concentration (NaClO_4).

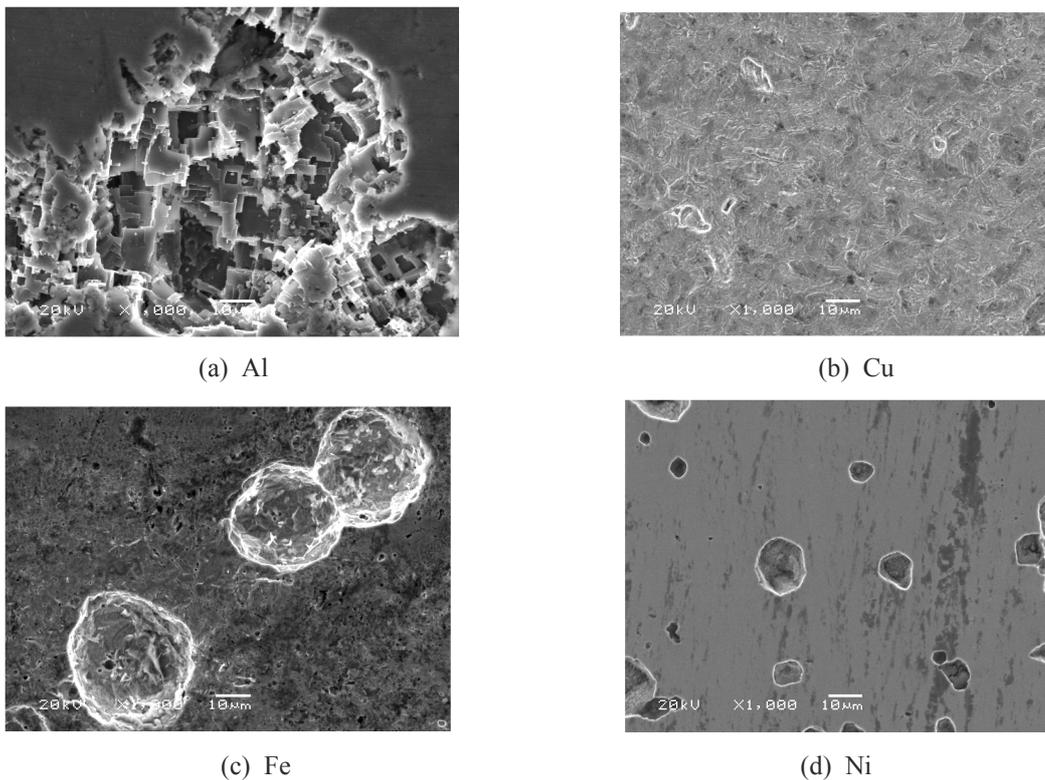


Fig. 3. SEM micrographs of metal using N,N -dimethylacetamide $1.0 \times 10^{-3} \text{M}$ (0.1M NaClO_4 electrolyte).

4. 결론

1. 부식억제제로 N,N -dimethylformamide을 사용하였을 경우에는 전해질의 농도가 증가할 수록 확산계수가 감소하는 경향을 나타내었다.
2. 니켈의 SEM 이미지를 조사한 결과, 전해질 농도를 증가시키면 표면부식은 증가 하였고, N,N -dimethylacetamide $1.0 \times 10^{-3} \text{M}$ 을 부식억제제로 첨가한 전해질 농도 0.1M 의 경우에 부식억제 효과가 가장 좋음을 알 수 있었다.

참고문헌

1. D. Landolt, "Corrosion and surface Chemistry of metals", p.204, EPFL Press, Lausanne, Switzerland (2007).
2. G. Gece and S. Bilgic, A theoretical study on the inhibition efficiencies of some amino acids as corrosion inhibitors of nickel, *Corrosion Sci.*, **52**, 3435 (2010).
3. K. H. Park, A Study on the Inhibition Effect of Metal Corrosion Using Organic Copmpound Containing an Amine Group, *J. Kor. Oil Chem. Soc.*, **27(3)**, 361 (2010).
4. K. H. Park, Electrochemistry Characterization of Nickel Using Ethanolamine Compound Additives, *J. Kor. Oil Chem. Soc.*, **27(4)**, 531 (2010).