

腐蝕電流密度에 미치는 分極曲線變化와 腐蝕電位變化에 대한 研究

文慶萬 · 金基俊 · 金鎮京

韓國海洋大學 防蝕研究室

A Study for Variations of Polarization Curves and of Corrosion Potentials affecting Corrosion Current Density

K. M. Moon · K. J. Kim · J. G. Kim

Corrosion Laboratory, Korea Maritime University

In this study experiments for measuring the variations of corrosion potentials and polarization curves with variation of submerged time of the materials carried out and the results were examined to find out especially the influence affecting the corrosion current density by the Tafel extrapolation method.

When submerged time to solution of the materials was getting longer and longer, in NaCl solution corrosion potentials shifted to negative direction and corrosion current density was decreased while in 0.5M H₂SO₄ solution corrosion potentials shifted to positive direction and corrosion current density was increased, and controlling types of corrosion in acid solution were different from those in neutral solution.

Accordingly it is considered that the controlling type of corrosion and the corrosion current density can be evaluated qualitatively only by measuring the corrosion potentials and polarization curves.

1. 序 論

腐蝕速度를 測定하는 方法에는 여러가지가 있다. 예를 들면 중량감소법,¹⁾ 分極曲線에 의한 타펠외삽법,²⁻⁵⁾ 교류임피던스법⁶⁻¹¹⁾ 등을 들 수 있다. 이 중에서 중량감소법은 실제의 實驗結果를 重視하는 方法이며 타펠외삽법이나 교류임피던스법은 이론식에 根據를 둔 신속한 方法이라 할수 있겠다. 그러나 後者の 方法들은 측정을 위한 高價의 實驗장치가 필요하며 특히 교류임피던스의 측정용 實驗장치의 값은 엄청나게 비싼 형편이다. 따라서 좀더 값싼 實驗장치로써 간편하면서도 쉽게 부식속도를 定性的

으로 평가하는 方法의 검토는 경제적인 측면에서 그 意味가 크다고 생각된다.

필자는 이러한 점에 착안하여 산성 및 중성용액에서 시편의 浸漬時間의 변화에 따른 分極曲線의 변화 및 타펠외삽법과 중량감소법에 의한 부식속도를 측정하고 동시에 腐蝕電位의 시간적 변화를 측정했다. 이때 부식전위와 분극곡선의 변화가 부식속도에 미치는 상호관련성에 대해서, 電氣化學的인 측면에서 비교 검토해 봄으로써, 부식전위만의 측정으로도 부식속도의 大小와 부식속도의 시간적 변화 및 부식의 支配型式에 대한 定性的 평가가 가능하리라 기대된다.

2. 試驗片과 實驗方法

試驗片은 Table. 1과 같이 3種의 炭素鋼을 이용하였다. 熱處理는 SS41鋼과 S45C鋼은 820°C에서 SCM4種鋼은 850°C에서 각각 1시간 加熱한 後 油冷된 次였으며 다시 530°C에서 1시간 가열한 후 뜨임을 실시하였다. 이들의 試驗片은 모두 測定端子를 붙인 후 表面을 1cm²만 남기고 에폭시수지로 絶綠被覆하였다. 시험편의 표면은 샌드페이파 1000番까지 연마하고 아세톤으로 脫脂하였다. 부식감량을 측정하기 위한 시험편은 직경 1cm 높이 1cm의 막대봉을 이용하였다. 시험한 溶液은 0.5M 황산용액과 1M 염산용액 및 0.01%, 1%, 10% 염화나트륨 용액을 사용하였다. 측정장치로서는 高抵抗電壓計 (YOKOKAWA3221)와 Potentiostat Set (V8-201 0LSR+EC+GT, Yanaco)를 이용하였다.

부식전위의 측정 및 분극곡선의 측정은 浸漬 5분 후 부터 실시하였으며, 특히 부식전위의 측정은 3회 반복실험하여 평균치를 실험값으로 하였고, 분극곡선의 경우는 2회씩 실험한 값의 평균치를 실험값으로 하였다. 단 측정된 분극곡선은 동전위 분극곡선이며 실험값의 오차는 2% 이내였다.

Table. 1. Chemical composition (weight%)

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cu	Cr	Mo
SCM 4	0.43	0.19	0.82	0.02	0.02	.	.	1.10	0.18
S45 C	0.42	0.21	0.75	0.02	0.03	0.15	0.20	0.15	.
SS41	0.35	0.18	0.69	0.03	0.04

3. 實驗結果 및 考察

3.1. 산성용액에서 부식속도에 미치는 부식전위 변화와 분극곡선의 변화

SS41강을 열간압연한 상태에서 0.5M 황산용액에 침지했을 때 침지시간에 따른 陰極분극곡선의 변화를 Fig. 1에 보여주고 있다. Fig. 1에서 알 수 있듯이 침지시간이 0시간에서 15, 21, 24시간으로 길어짐에 따라 분극곡선의 형태는 달라지고 있음을 알 수 있다. 예를 들면, 100mA/cm²에서의 水素過電壓*은 침지시간이 0, 15, 21, 24시간일 경우 각각 -0.68V, -0.59V, -0.56V 및 -0.54V이었다. 이때 타펠의

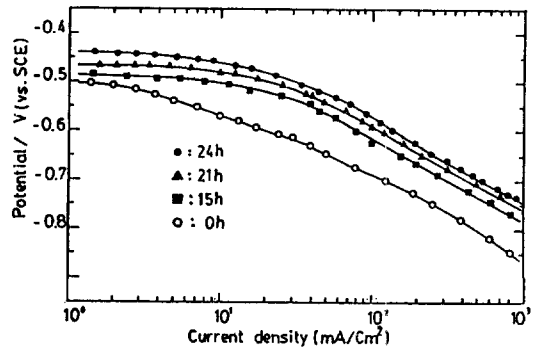


Fig. 1. Cathodic polarization curves of SS41 steel as a function of submerged time in 0.5M H₂SO₄ solution.

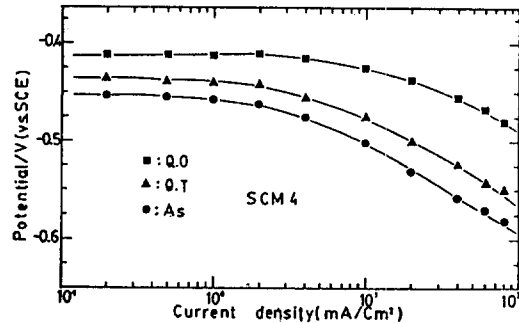


Fig. 2. Cathodic polarization curves of SCM4 steel for various heat treatments (AS: Hot rolling, Q.T: Tempering after quenching, Q.O: Oil quenching) in 0.5M H₂SO₄ solution.

삽법에 의해서 腐蝕電流密度를 구하면 침지시간이 0, 15, 21, 24시간으로 길어짐에 따라 각각 0.15, 0.28, 0.32 및 0.33mA/cm²이었다.

한편 Fig. 2는 SCM4종강을 열처리하였을 경우 열처리의 종류에 따른 분극곡선의 변화를 보여주고 있다. 그림에서 알 수 있듯이 시험편을 열간압연 상태에서 퀴칭뜨임, 퀴칭의 순서대로 분극곡선상의 수소과전압은 각각 10mA/cm²의 경우 -0.52V, -0.47V 및 -0.42V이며 타펠의삽법에 의해서 구한 부식전류밀도는 逆으로 0.35, 0.75 및 1.50mA/cm² 순으로 커짐을 알 수 있다. Fig. 1, 2에서 알 수 있듯이

*수소과전압에는 이론적 수소평형전위로부터 수소가 실제 발생할때까지의 과전압 즉 수소 발생과전압과 분극곡선상에서 어떤 일정전류밀도에서의 분극전위로부터 이론적 평형전위를 뺀 값을 일정전류밀도에서의 수소과전압이라고 한다. 그러므로 본 실험의 경우 수소과전압은 후자의 경우에 해당된다.

이 분극곡선의 시간적 변화와 열처리에 의해서 수소과전압과 부식전류밀도가 변화하고 있음을 알 수 있었다. 그리고 이들의 관계와 부식전위의 변화사이에 어떤 관련성이 있는가를 알기위해 부식전위의 시간적 변화를 측정해 보았다.

Fig.3은 침지시간에 따른 부식전위의 시간적 변화를 보여주고 있다. 열처리의 종류에 관계없이 침지시간이 길어짐에 따라서 부식전위는 貴방향으로 移行하고 있음을 알 수 있다. 또한 부식전위가 貴방향으로 이동함에 따라, 시편표면에서의 수소발생량도 점차 많아짐을 발견할 수 있었다.

Fig.1에서는 침지시간이 길어짐에 따라서 분극곡선의 변화와 함께 수소과전압의 감소에 따른 부식전류밀도가 커짐을 알 수 있었는데, Fig.3의 결과와 관련시켜 생각하여 볼때 부식전위 변화가 황산용액에서 점차 貴방향으로 이동하는 것은 부식의 지배형식이 음극지배에서 양극지배로 변하고 동시에 부식속도가 침지시간에 따라 점차 커짐을 미루어 생각할 수 있다. 그리고 24시간후의 부식전위는 거의 안정된 값을 보여주고 있는데 퀀칭한 경우, 퀀칭뜨임, 열간압연의 경우 각각 $-0.412V$, $-0.437V$, 및 $-0.451V$ 이었다. Fig.2에서는 열처리에 따라서 분극곡선이 변하고 부식전류밀도도 변했으며 특히 퀀칭의 경우가 부식속도가 가장 컸었다. 이들의 결과와 Fig.3의 부식전위의 변화와 비교하여 보면 부식전위가 가장 貴한 값일수록 부식속도 역시 가장 큰 값을 알 수 있다.

한편 부식전위가 침지시간이 길어짐에 따라 점차

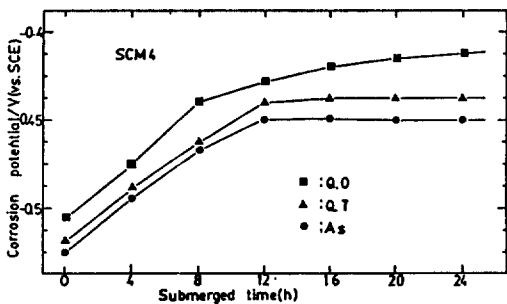


Fig. 3. Variations of corrosion potentials of SCM4 steel as a function of submerged time in 0.5M H_2SO_4 solution.

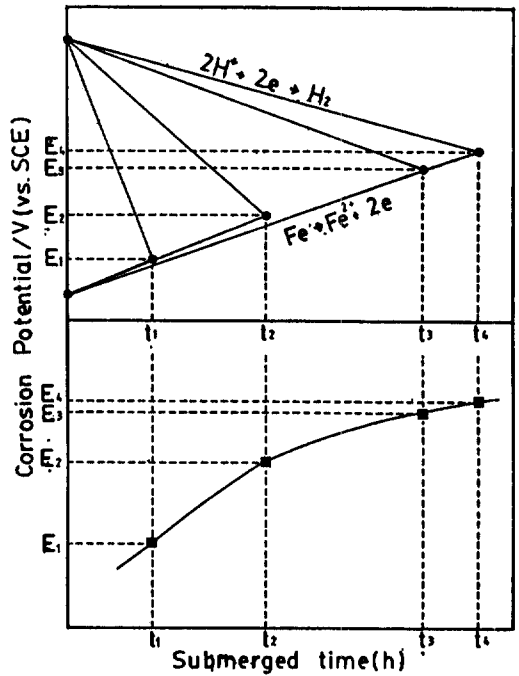


Fig. 4. Schematic diagram of internal polarization curves for variations of corrosion potentials.

貴방향으로 변화하면서 수소발생량이 증가하고 동시에 부식속도가 증가하는 것은, 부식의 지배형식이 음극지배에서 양극지배로 변화하고 있음을 가정할 수 있는데, 이것에 대한 모델을 Fig.4에 나타내고 있다. 즉 수소발생량이 Fig.4에 증가하고 분극곡선상의 수소과전압이 적은 것은 시험편표면의 음극면적이 부식이 진행함에 따라서 점차 커져서 수소발생이 용이하게 일어나게 되며, 동시에 양극반응도 촉진되어 부식전류 밀도를 증가하는 것으로 생각되어 진다.

Fig.5는 SCM4종강을 열처리 했을때 Fig. 5의 전자현미경에 의한 조직사진이다. 열처리를 하지 않은 상태에서는 패라이트와 퍼얼라이트로 되어 있으며 퀀칭을 하였을 경우, 針狀의 마르텐사이트이고 퀀칭후 뜨임을 했을때는 세멘타이트 粒子가 미세한 마르텐사이트 조직임을 알 수 있다. Fig.2에서는 시험편을 열처리 함으로써 분극곡선상의 수소과전압이 변화하였고 부식전류 밀도가 퀀칭의 경우가 가장 컸음을 알 수 있었다. 이들의 관계와 Fig.5의

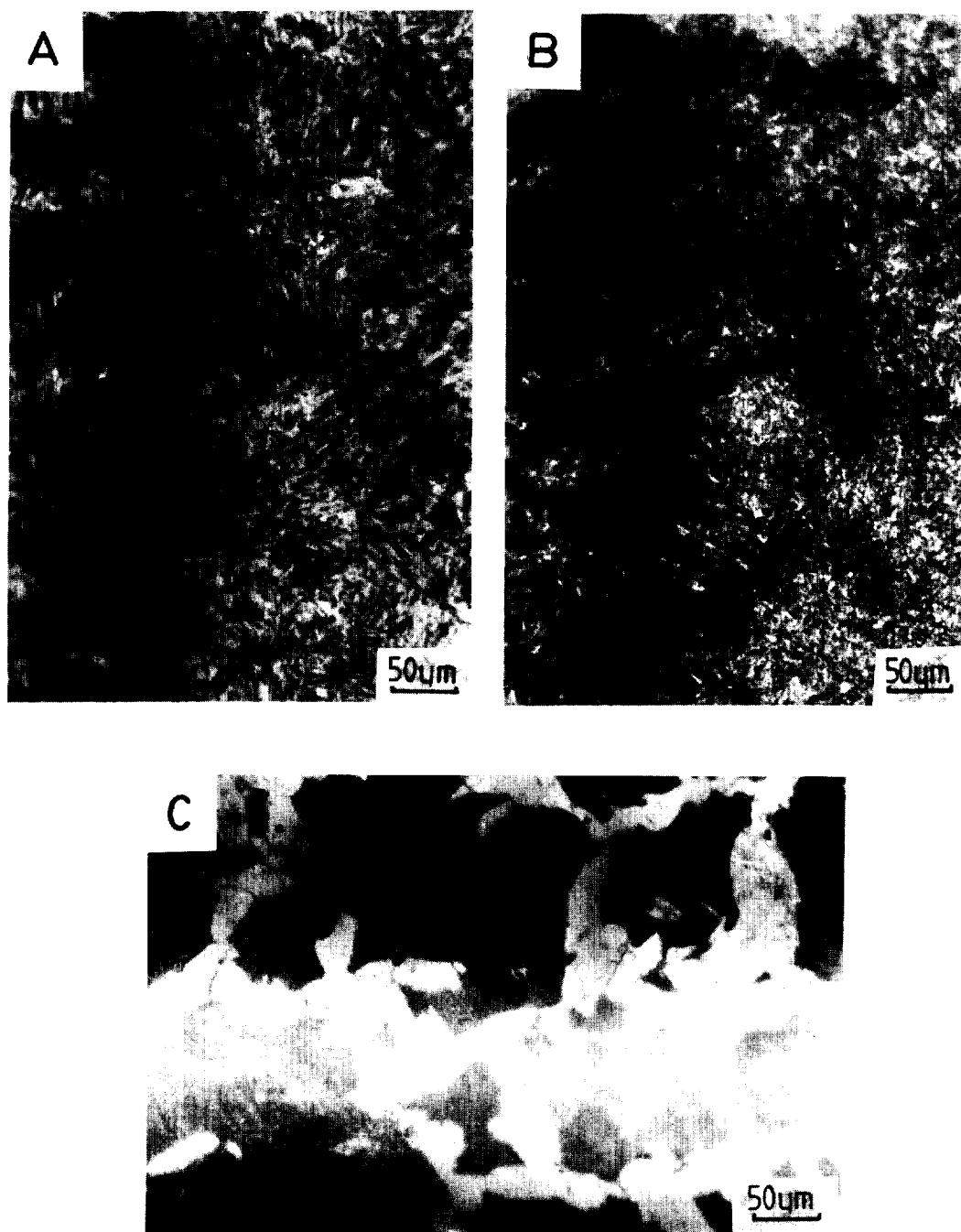


Fig. 5. Microstructures of SCM4 steel for various heat treatments (A: Oil quenching, B: Tempering after quenching, C: Hot rolling)

조직사진의 상호관계에서, 열처리에 의한 조직의 변화는 분극곡선상의 수소과전압은 물론 부식전류 밀도에도 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

지금까지 검토한 부식전류밀도와 수소과전압, 부식전위 및 중량감소법에 의한 부식속도와와의 관계를 Table.2와 Fig.6에 정리 하여 보았다. 결과적으로 부식전위가 貴한 값일 수록 또는 분극곡선상의 수소과전압이 적을수록, 부식속도는 커짐을 알 수 있었다. 또한 SCM4종강이 SS41강 보다 부식속도가

Table. 2. Relation between corrosion current density, corrosion rate (mdd) and hydrogen overvoltage, corrosion potentials.

	i_{cor} (mA/Cmf)	mdd	η (00mA/Cmf)	E_{cor} (SCE)
SCM(As)	0.35	1.11×10^{-6}	-0.52	-0.451
.. (QT)	0.75	1.24×10^{-6}	-0.47	-0.437
.. (Q.O)	1.50	1.98×10^{-6}	-0.42	-0.412
SCM(Q.O)	1.50	1.98×10^{-6}	-0.42	-0.412
S45C(Q.O)	0.95	1.2×10^{-6}	-0.48	-0.423
SS41(Q.O)	0.83	0.7×10^{-6}	-0.54	-0.431

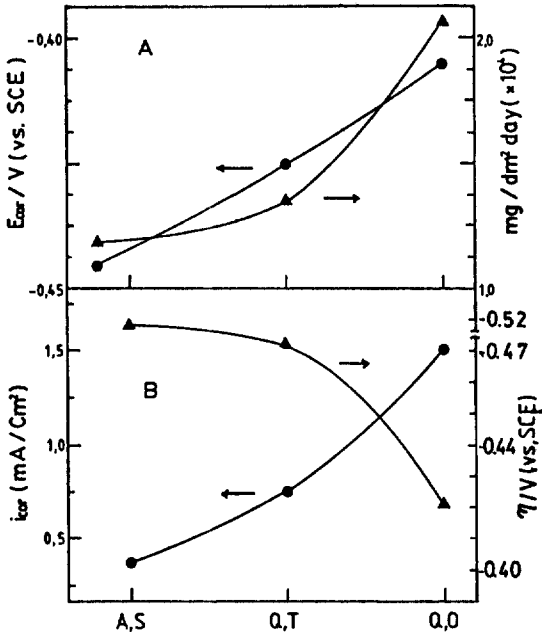


Fig. 6. A) Relation between corrosion potentials and corrosion rate (mdd).
B) Relation between corrosion current density and hydrogen overvoltage.

가장 높다는 사실도 알았다. 그런데 지금까지 고찰한 결과는 황산용액에서 수소발생형 부식의 경우에 대한 것이므로, 만약 용액중에 인히비타를 첨가하거나 혹은 용액의 종류 및 시편의 종류를 달리 했을 경우에는, 똑같은 결과를 기대할 수는 없을 것이다. 예를 들면 스테인레스강의 경우 부식전위가 貴한 값이라고 해서 반드시 부식속도와 비례관계에 있지 않고 이른바 공식역으로 되거나 아니면 부동태역으로 되는 수가 있다.” 따라서 부식전위와 부식속도의 상관관계에 대해서는, 앞으로 좀더 시편의 종류에 따른 구체적인 검토의 필요성이 있다고 생각되어 진다.

Fig.7은 1M의 염산용액에 3종의 시험편을 침지했을 때 부식전위의 시간적 변화를 보여주고 있다. SS41강의 경우에는 침지시간이 길어짐에 따라서 부식전위는 貴방향으로 이행하여 일정시간후 안정된 값을 유지하고 있다. 이것은 황산용액에서의 부식전위변화와 같은 樣相을 보여주고 있음을 알 수 있다. 그런데 S45C 및 SCM4종강의 경우는 일정시

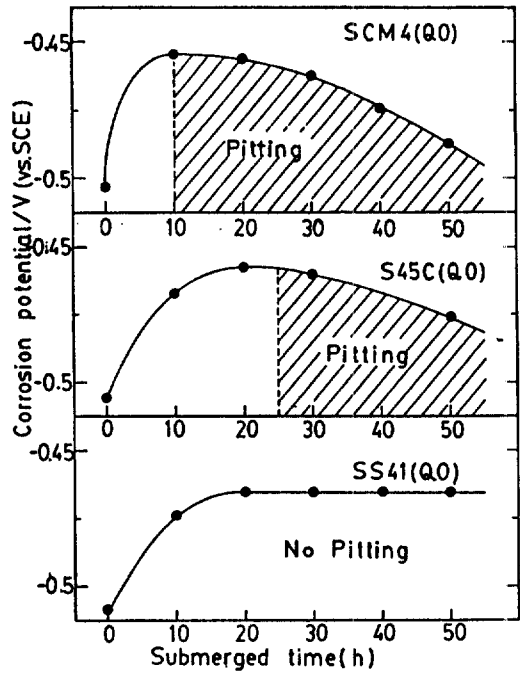


Fig. 7. Variations of corrosion potentials as a function of submerged time in 1M HCl solution.

간까지 貴방향으로 이행하다가, 일정시간후 부터는 다시 卑방향으로 이행함을 볼 수 있다. 卑방향으로 이행하는 시점부터 肉眼으로 孔蝕이 발견되었다. 스테인레스강의 경우에도 부식전위가 貴방향으로 이행하여 부식전위가 공식역까지 접근하면 다시 卑방향으로 이행하는 실험결과¹⁰⁾가 알려지고 있는데, 본 실험의 경우에도 유사한 변화를 보여주고 있다. 결국 염산용액의 경우 침지초기에는 황산용액과 마찬가지로 수소발생의 증가에 따른 양극지배형부식이 일어나지만 일정한 침지시간이 지나면 염소이온에 의한 피막의 파괴와 함께 공식이 발생되어, 양극의 면적은 증가됨으로써 부식의 지배형식은 양극지배에서 음극지배형으로 변하고, 부식전위는 다시 卑방향으로 이행한다고 생각되어 진다.

3.2. 염화나트륨 용액에서 부식속도에 미치는 부식 전위변화와 분극곡선의 변화.

황산 및 염산용액에서의 부식은 수소의 발생을 동반한 부식이나, 중성용액에서의 부식은 용존산소의 확산에 의한 환원반응이 음극반응으로 작용하는 부식임은 잘 알고 있는 사실이다. 염화나트륨 용액에서의 부식도 용존산소의 확산에 의한 환원반응과 염소이온농도가 각각 음극반응과 양극반응을 지배하는 중요한 인자로 작용한다고 할 수 있다. 따라서 이 경우의 분극곡선과 부식전위의 변화는 황산 및 염산용액의 경우와는 다른 형태로 나타날 수 있을 것이다. Fig. 8은 SS41강을 킨칭한 후 1% 염화나트륨 용액에서의 음극분극곡선을 나타내고 있다. 침지직후의 부식전위는 -0.571V였고 1시간과 13시간후의 부식전위는 각각 -0.584V, -0.612V였다. 그리고 침지시간에 따라 분극곡선의 형태는 다소 변하고 있음을 알 수 있는데, 침지 직후에서 1시간까지는 변화가 크며 1시간부터 13시간 사이에는 큰 변화를 보이지 않고 있다. 또한 침지직후에는 확산한계전류 밀도가 뚜렷이 나타나고 있으며 침지시간이 1시간 또는 13시간의 경우에는 확산한계 전류밀도는 뚜렷이 나타나고 있지 않으나, 대략적인 확산한계 전류밀도는 침지시간이 0, 1, 13시간의 경우 각각 110, 90, 85 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ 였다. 중성용액에서의 확산한계 전류밀도는 부식전류밀도와 같으므로¹²⁻¹³⁾ 본 실험의 경우 침지초기로부터 시간의 경과에 따라

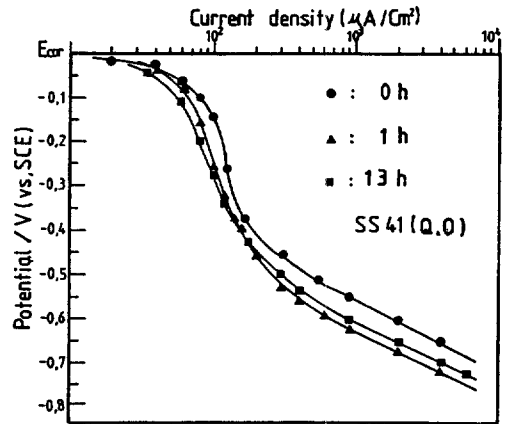


Fig. 8. Cathodic polarization curves as a function of submerged time in 1% NaCl solution.

점차 부식전위는 卑한 방향으로 이행함과 동시에 부식속도는 줄어들고 있음을 알 수 있다. PH6.3의 Na_2SO_4 용액에서 연강의 부식시험에서도 침지초기로부터 시간의 경과에 따라 확산한계 전류밀도는 줄어들고 동시에, 중량감소법에 의한 결과와도 잘 일치하고 있다는 보고가 있다.¹⁴⁾ 그런데 앞에서 토론한 산성용액의 경우에는 침지시간의 경과에 따라 부식전위는 貴한 방향으로 이행함과 동시에 부식속도를 증가하는 경향이 있었는데, 염화나트륨 용액의 경우와 좋은 대조를 보이고 있다.

산성용액의 경우는 음극반응이 수소의 발생이므로 금속표면상에 계속적인 유동현상이 일어나 수소발생 반응이 방해받지 않으므로 계속적인 수소발생이 가능하고, 또한 음극면적의 증대에 따라 수소발생은 더욱 용이하게 일어날 수 있다고 앞에서도 토론한 바 있다. 그러나 중성용액의 경우에는 음극반응이 산소의 환원반응이므로 용존산소가 시편표면에 도달하는데 있어서 초기에는 방해받지 않으나, 침지시간의 경과에 따라 시편표면상에 산화물($\text{FeO} \cdot n\text{H}_2\text{O}$, $\text{Fe}(\text{OH})_2$)이 형성되며 이 산화물은 다시 산소와 반응하여 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 혹은 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 형태로 변하게 된다. 따라서 이들의 산화물은 산소의 확산을 방해하는 장벽으로 작용할뿐 아니라, 이들의 반응에 여분의 산소가 소비되므로 침지시간의 경과에 따라 실질적으로 부식속도는 줄어드는 것으로 사료되어 진다.

Fig. 9는 0.01% 염화나트륨 용액에서 3종의 강에 대해서 구한 분극곡선이다. 그림에서 알 수 있듯이 강의 종류에 관계없이 비교적 뚜렷한 확산한계 전류밀도를 나타내고 있으며, SCM4종강이 확산한계 전류밀도가 가장 크고 동시에 양극분극곡선에서 구한 부식전류밀도도 가장 컸음을 알 수 있었다. 그리고 부식전위도 SCM4종강 경우가 가장 貴한 값이었다.

Fig. 10은 1%염화나트륨 용액에서 구한 분극곡선이다. 0.01%염화나트륨 용액의 경우보다 확산한계 전류밀도가 뚜렷하게 나타나지 않으나, 그 값은 0.01%염화나트륨 용액의 경우보다 큰 값을 나타내었고, 양극분극곡선에서 구한 부식전류밀도 역시 큰 값을 나타내었다. 부식전위는 0.01%염화나트륨 용액의 경우보다 전체적으로 卑한 값이었고 SCM4종강이 가장 貴한 값을 나타내었다.

Fig. 11은 SCM4종강의 경우 농도에 따른 부식전위의 시간적 변화와 1%염화나트륨 용액에서 3종의 강이 침지되었을 때, 침지시간에 따른 부식전위

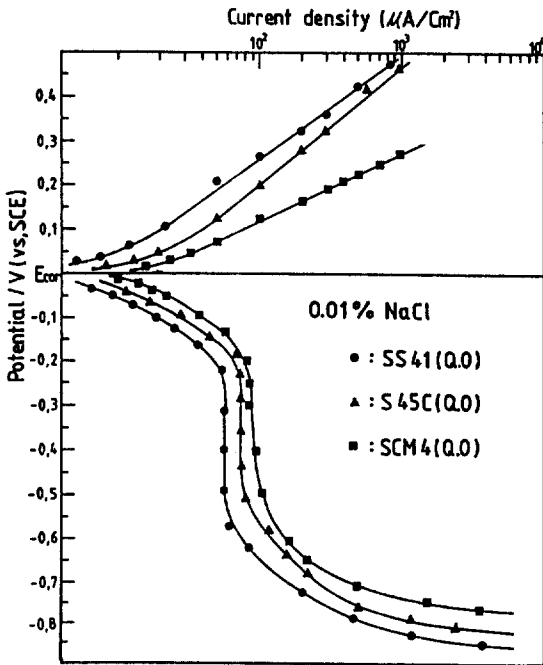


Fig. 9. Cathodic and anodic polarization curves for various steels in 0.01% NaCl solution.

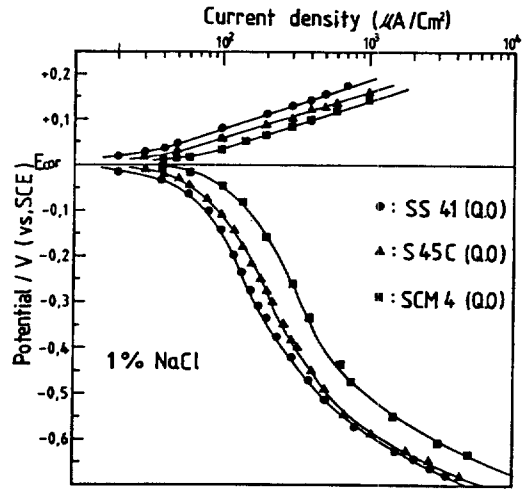


Fig. 10. Cathodic and anodic polarization curves for various steels in 1% NaCl solution.

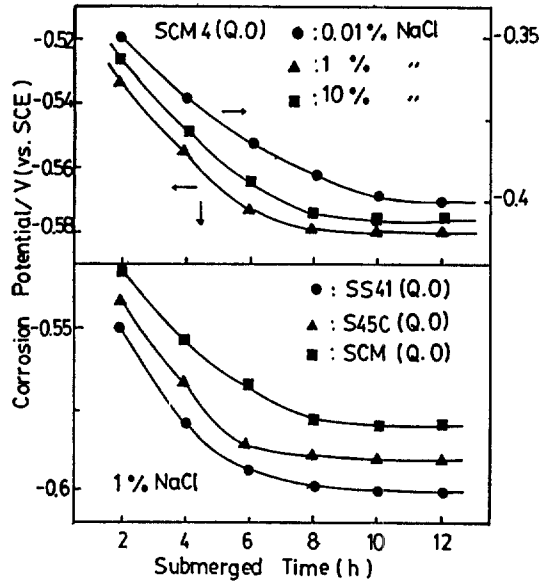


Fig. 11. Variations of corrosion potentials as a function of submerged time for various NaCl concentrations and various steels.

의 변화를 보여주고 있다. 염화나트륨 용액에서는 농도나 강의 종류에 관계없이 침지시간에 따라 부식전위는 卑한 방향으로 이행하고 있는데, Fig. 3의 황산용액의 경우와 좋은 대조를 보인다. 황산용액의 경우 음극반응이 수소발생반응에 의한 양극지배

이고 염화나트륨 용액에서는 용존산소의 확산에 의한 환원반응이 음극반응으로 작용하고, 동시에 염소이온에 의한 피막의 파괴작용으로 양극분극의 감소에起因한 음극지배로 변하게 되므로, 부식전위의 시간적변화는 황산용액과 대조적인 것으로 사료되어진다.

Table.3과 Fig. 12는 염화나트륨 용액의 농도에 따라 부식전위, 확산한계 전류밀도(i_L) 그리고 양극분극곡선으로부터 구한 부식전류밀도(i_a)와의 관계

Table. 3. The data of corrosion potentials, corrosion current density (i_a : corrosion current density obtained by anodic polarization curves, i_L : diffusion limiting current density) obtained by various NaCl concentrations.

	E_{cor} (V)	E_{corc} (V)	i_a ($\mu A/cm^2$)	i_L ($\mu A/cm^2$)	kind
0.01 %	-0.415	-0.412	8	55	SS41, A
	-0.332	-0.334	16	72	S45C, B
	-0.312	-0.315	20	86	SCM4, C
1 %	-0.604	-0.601	20	130	" , A
	-0.590	-0.592	28	160	" , B
	-0.585	-0.581	68	250	" , C
10 %	-0.595	-0.598	19	60	" , A
	-0.586	-0.592	28	180	" , B
	-0.582	-0.575	60	220	" , C

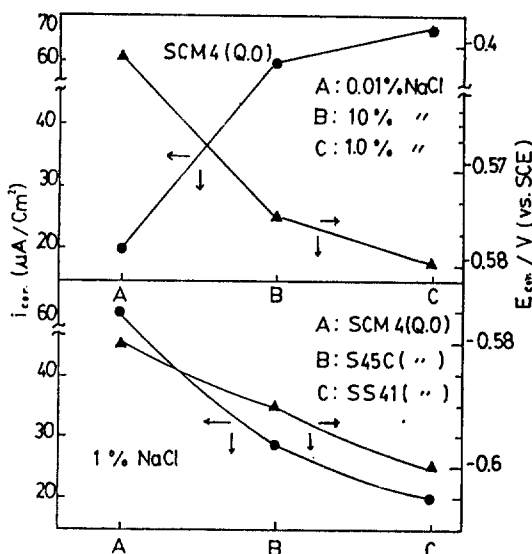


Fig. 12. Variations of corrosion current density and corrosion potentials for various NaCl concentrations and various steels.

를 나타내고 있다. Table.3과 Fig.12에서 알 수 있듯이, 용액의 농도가 클수록 부식속도는 커지며 이때의 부식전위는 뒀한 값이었다. 이것은 농도가 높을수록 비저항이 적고 염소이온 농도가 크므로 금속표면의 산화막은 쉽게 파괴되어, 음극지배형으로 변하면서 부식전위는 뒀한 값으로 되며, 동시에 부식속도는 증가한다고 생각되어진다. 그리고, 1%와 10%용액의 경우에는 비록 농도의 차이는 있으나, 부식전위와 부식전류밀도의 값은 큰 차이를 보이지 않았음을 알 수 있다. 이것은 1%의 경우 염소이온의 농도는 적으나 용존산소량이 10%용액의 경우보다 큰 것에 기인하는 것으로 사료되어진다. 또한 동일용액의 경우에는 강의 종류에 따라서 즉 SCM4종강의 경우가 다른 강에 비해서 부식전위가 뒀한 값이며 부식속도가 컸었는데, 이것은 산성용액의 경우와 마찬가지로 SCM4종강이 산소의 환원반응으로 작용하는 음극면적이 크므로, 부식전위는 뒀한 값으로 변하면서 부식속도는 큰 것으로 생각되어진다. 그리고 Table.3에서 양극분극곡선에서 구한 부식전류 밀도와 음극분극곡선상의 확산한계 전류밀도를 비교할 때, 전체적으로 확산한계 전류밀도가 큰 값을 나타내고 있다. 용존산소의 확산에 의한 음극반응이 부식을 지배할 경우 확산한계 전류밀도를 부식전류밀도로 간주하는 것으로 앞서서도 토론한 바 있다. 그리고 부식전위로부터 양극분극곡선을 구하고 타펠외삽법으로 연장해서 전류밀도를 나타내는 가로축과 만나는 점과 음극분극곡선에서 확산한계 전류밀도를 연장해서 만나는 점은, 일치하게 되어 있는데, 본 실험의 경우에는 일치하지 않았다. Okamoto¹⁹⁾는 0.5M 황산용액에서 양극과 음극분극곡선을 구할 경우, 소인속도(scanning speed)를 빨리해서 구하면 타펠외삽법에 의한 부식전류밀도는 양극과 음극분극곡선에서 일치한다고 보고하고 있다. 그러나 이 경우에는 양극반응과 음극반응이 모두 활성화분극이므로 큰 차가 없는 것으로 생각되어지나, 중성용액의 경우에는 양극반응과 음극반응이 각각 활성화분극과 농도분극이 일어나므로 소인속도를 같이 하였을 경우에, 확산한계 전류밀도와 양극분극곡선에서 구한 부식전류밀도는 반드시 일치하지 않을 것으로 사료되어진다. 그러

므로 양극 또는 음극분극곡선에서 어느 경우이나 부식속도의 상대평가는 가능하지만 정확한 부식전류 밀도를 구할 경우, 소인속도에 대한 검토가 필요하다고 생각되어진다.

4. 結 論

지금까지 산성 및 염화나트륨 용액에서 부식전류 밀도에 미치는 부식전위 변화와 분극곡선의 상호관련성에 대해서 검토해 보았다. 그 결과 다음과 같은 사실을 알 수 있었다.

1. 황산용액에서의 부식전위는 시간적 변화와 함께 貴한 방향으로 이행하였다. 또한 부식전류밀도 역시 시간적변화와 함께 점차 증가하였고, 부식전위가 가장 貴한 값일수록 부식전류밀도는 가장 컸었다. 따라서 부식의 지배형식은 침지시간이 길어짐에 따라 음극지배에서 양극지배로 변한다고 할 수 있다.

2. 염산용액의 경우 초기에는 부식전위가 貴한 방향으로 이행하나 공식의 발생과 함께 다시 卑한 방향으로 이행하는 이른바 양극지배에서 음극지배형으로 변하는 경우가 있었다.

3. 염화나트륨 용액의 경우 부식전위는 시간적변화와 함께 卑한 방향으로 이행하며 동시에 부식전류밀도는 감소하였다.

4. 동일한 시험편이 농도가 다른 염화나트륨 용액에 침지되었을 경우, 부식전위는 卑한 값일수록 부식속도는 증가하고 異種의 시험편을 동일한 용액에 침지했을 경우 부식전위가 貴한 값일수록 부식속도는 증가하였다.

5. 양극 또는 음극분극곡선에서 부식속도를 구할 경우 소인속도에 대한 검토가 필요하다고 생각되어진다.

參 考 交 獻

1. 日根文男：腐蝕工学の概要 化学同人, 10 (1977)
2. 加藤正義, 馬場宜良：現代電氣化学概論, オム社 63 (1981)
3. 沖猛雄：金屬電氣化学, 共立出版株式会社, 55 (1981)
4. 北村義治：防蝕技術の實際, 11 (1978)
5. 前掲書(1), 71
6. 水流徹, 田大熙, 春山志郎：防蝕技術, 34, 36 (1965)
7. F. MANSFELD, M. W. KENDIG, and S. TSAI : corrosion, 38, 570 (1985)
8. 水流徹, 春山志郎：防蝕技術, 27, 573 (1978)
9. 玉虫イ今太：電氣化学, 東京化学同人, 253 (1982); 松田誠吾, 松島巖：腐蝕反應と速度制御, 産業図書, 116 (1980)
10. 前掲書(4), 90
11. Mars G. Fontana, Norbert D. Greene : "Corrosion Engineering," 2nd ed., McGraw-Hill, 319 (1986)
12. 前掲書(4), 12
13. 岡本剛, 永山政一：電氣化学, 25, 238 (1957)
14. 日根文男：腐蝕工学の概要, 化学同人, 72 (1977)
15. G. Okamoto, M. Nagayama, J. Kato, and T. Baba : Corrosion Science, 2, 21 (1962)

《謝 意》

本 研究는 韓國科学財團의 研究費支援에 의한 것이며 韓國科学財團에 謝意를 表합니다.