

AISI 304 스테인리스강의 입계부식에 미치는 열처리의 영향

최 한 철 · 문 경 태* · 김 관 휴

전남대학교 공과대학 금속공학과, 호남정유 여천공장*

Effects of Heat Treatment on Intergranular Corrosion of AISI 304 stainless steel

H. C. Choe, K. T. Moon*, K. H. Kim

Dept. of Metallurgical Eng. Chonnam National Univ. Kwangju, 500-757

*Honam Oil Refinery Co., Yocheon, 555-206

The electrochemical potentiodynamic reactivation(EPR) technique has been employed to investigate the effects of heat treatment on intergranular corrosion of AISI 304 stainless steel in 0.5M H₂SO₄+0.01M KSCN solution at 25°C. In order to obtain degree of sensitization (DOS), reactivation current density(I_r) and critical current density in active region(I_a) were obtained from EPR curves of the sensitized specimens in various conditions. The width of intergranular corrosion after EPR was observed by using scanning electron microscopy.

Compared with the specimens heat-treated at 500°C and 700°C, the specimen heat-treated at 900°C for 100 hrs showed much lower DOS. The width of intergranular corrosion increased with increasing sensitization time and temperature. However, when the specimen was sensitized at 900°C for 100 hrs the width decreased. The SEM morphology of the specimen sensitized at 700°C revealed continuous attack at grain boundaries, whereas discontinuous intergranular attack was observed in the specimen sensitized at 900°C.

1. 서 론

오스테나이트계 스테인리스강은 여러가지의 부식환경에 대한 저항성이 우수하기 때문에 화학공업을 비롯한 산업계에서 광범위하게 사용되고 있다. 그러나 오스테나이트계 스테인리스강이 예민화온도 구간에서 일정시간 유지되면 입계나 입내에 석출되는 Cr탄화물의 형성으로 인하여 Cr결핍대(CDZ: Cr

depleted Zone)가 생기게 되며 그 부위가 특정한 부식성 분위기에 노출되면 입계 또는 입계근처를 따라 부식이 발생한다.^{1~4)} 이러한 입계부식은 오스테나이트계 스테인리스강의 강도와 연성을 저하시켜 사용에 제한을 주므로 이를 방지하기 위하여 균질화처리온도에서 급랭하여 Cr탄화물의 생성을 억제하는 등의 방법^{5~7)}이 있으나 이는 비경제적이며 용체화처리를 하더라도 설비나 장치를 제작할

때의 용접과정 또는 열교환기등으로 사용할 때의 열 영향등에서 오는 예민화때문에 입계부식에 민감^{5,6)}하게 된다. 일반적으로 오스테나이트계 스테인리스강은 500~900°C에서 일정시간 유지되면 $M_{23}C_6$ 의 탄화물이 석출되며 $M_{23}C_6$ 은 주로 $Cr_{23}C_6$ 로 나타나고 $(Cr, Fe)_{23}C_6$ 또는 $(Cr, Fe, Mo)_{23}C_6$ 형태^{7,8)}로도 존재하며 석출초기에는 Fe함량이 아주 높고 석출탄화물이 성장함에 따라 Cr함량도 증가한다. 또한 304 스테인리스강은 예민화온도구간에서 탄화물석출시간이 길어질 수록 석출물의 Cr함량이 증가한다고 보고⁷⁾되어 있어 예민화정도(DOS: degree of sensitization)는 예민화처리온도와 시간에 따라 크게 좌우됨을 알 수 있다. 이러한 탄화물석출은 입계부식과 입계응력부식(intergranular stress corrosion cracking: IGSCC)을 유발하기 때문에 열처리방법을 조절하여 탄화물을 입계에 고립되도록 석출⁹⁾(isolated carbides)시켜 입계부식 및 IGSCC를 크게 감소시킬 수 있다.

따라서 본 연구에서는 오스테나이트계 스테인리스강을 대상으로 각각의 예민화온도구간과 유지시간을 선택하여 열처리한 다음 각 조건에 따른 내식성을 비교하므로써 입계부식을 최소화할 수 있는 열처리조건을 검토하고자 한다.

2. 실험방법

본 실험에 사용한 시편은 1.0mm 두께의 AISI 304 스테인리스강관으로 그 화학적 조성은 Table 1과 같으며 이를 내부응력이 없도록 10×10mm로 가공한 후, 13φ 석영관에 넣고 10⁻⁶ torr의 진공상태로 밀봉하였다. 밀봉된 시편은 muffle furnace를 사용하여 1050°C에서 1시간동안 균질화처리한 후 0°C의 얼음물에 급랭하였으며 각 온도 구간에서 입계부식이 적은 열처리조건을 찾기 위하여 500, 700 및 900°C에서 각각 3, 25 및 100시간 유지후 공랭하였고 실험에서 사용한 열처리조건에 따라 Table 2와 같이 시편별로 기호를 부여하였다. 열처리된 시편은 탄화물분포 및 내식성을 조사하기 위하여 표면을 600 grit 부터 단계적으로 연마하고 0.3μ의 Al₂O₃분말도 최종마무리 연마하였다. 탄화물분포는 옥살산에서 전해에칭하여 조사하였으며 입계와 입내에서의 Cr함량은 EDX분석방법으로 조사하였다.

열처리가 입계부식에 미치는 영향을 조사할 목적으로 EPR(electrochemical potentiodynamic reactivation)방법^{8,10)}을 사용하여 0.5M H₂SO₄+0.01M KSCN 혼합용액에서 75mV/min.의 potential scan rate로 200mV까지 forward scan을 행한후 2분동안

Table 1. Chemical Compositions of AISI 304 Stainless Steel

Composition	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Fe
AISI 304 SS	0.080	0.550	1.003	0.029	0.002	18.30	8.550	0.050	Bal

Table 2. Samples and their Heat Treatment

Samples		The condition of heat treatment
AISI 304	SOL	W. C. (0°C) after holding 1 hour at 1050°C
	5-3S	W. C. (0°C) after holding 1 hour at 1050°C +
	5-25S	
	5-100S	A. C. after 3, 25 and 100hour second holding at 500°C
	7-3S	W. C. (0°C) after holding 1 hour at 1050°C +
	7-25S	
	7-100S	A. C. after 3, 25 and 100hour second holding at 700°C
	9-3S	W. C. (0°C) after holding 1 hour at 1050°C +
	9-25S	
	9-100S	A. C. after 3, 25 and 100hour second holding at 800°C

부동태피막을 형성시켰다. 다시 같은 potential scan rate로 reverse scan시켜 얻은 곡선으로부터 Ia(critical current density at active region)과 Ir(reactivation current density)를 구하여 $I_r/I_a \times 100$ 의 값으로 예민화정도(degree of sensitization : DOS)를 평가하였으며, reactivation시험과정에서 형성된 전하량은 EPR곡선의 면적이 입계부식정도에 비례함^{8,9)}을 이용하여 열처리조건이 입계부식에 미치는 영향을 비교검토하였다. 부식실험에서 기준전극은 포화칼로멜전극(SCE)을, 보조전극은 고밀도탄소전극을, 작업전극으로는 준비된 시편을 각각 사용하였으며 전해액은 실험이 시작되기 60분 전부터 끝날때 까지 Ar 가스를 흘려 보내 탈공기된 분위기에서 실험하였다. EPR시험이 끝난 시편은 주사전자현미경을 통하여 입계부식거동을 조사하였으며 주사전자현미경 사진에서 입계부식부의 폭을 측정하여 예민화 및 입계 부식정도를 비교 하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 열처리조건에 따른 석출탄화물의 분포

사진 1은 500°C, 700°C 및 900°C에서 예민화시켰을 때 시간에 따른 석출물의 분포를 조사하기 위하여 10% 옥살산에서 전해에칭한 후 광학현미경을 사용하여 촬영한 것이다. 본 실험에 사용한 시편의 탄소함량이 0.08wt% 이므로 입계나 입내에 형성된 탄화물은 주로 $M_{23}C_6$ ⁷⁾가 석출되었을 것으로 생각되며 처리온도가 가장 낮은 500°C에서도 예민화처리가 25시간 이상으로 길어짐에 따라 미세하게 석출탄화물이 나타나있다. 700°C에서 석출물분포는 3시간 예민화처리한 경우부터 입계에 연속적으로 나타났으며 시간이 증가된 25시간 이상에서는 입계에 더 많은 탄화물이 석출되었고 입내와 쌍정입계에 탄화물이 두껍게 석출되었음을 확인할 수 있다. 즉 예민화온도가 상승할 수록 짧은 시간에 입계와 쌍정입계에서 탄화물이 쉽게 석출되나 입내석출의 경우는 예민화시간을 많이 필요로 하며 예민화시간이 길 수록 석출층이 두껍게¹¹⁾ 나타난다는 내용과 일치한다. 900

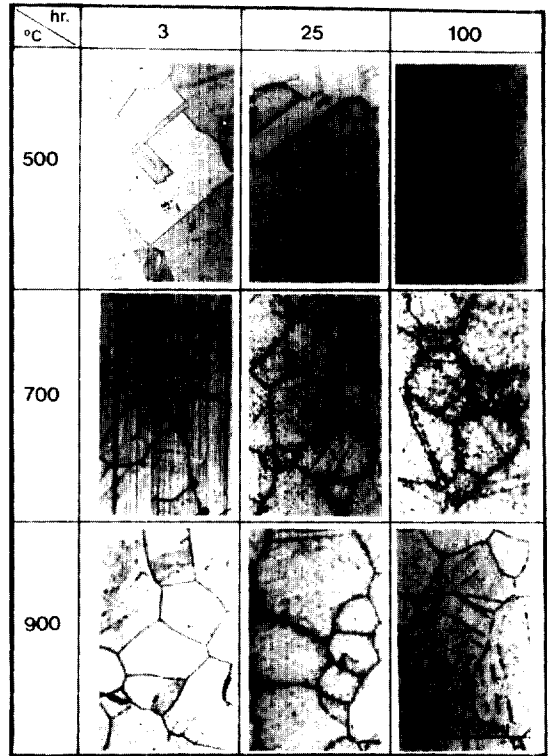


Photo. 1. Carbide distribution with sensitization time and temperature.

°C에서 예민화 시킬때는 25시간처리까지는 탄화물 석출이 증가되는 경향을 보이나 700°C의 경우보다 적게 석출되었으며 100시간의 경우는 더 감소되어 불연속적인 석출거동¹²⁾을 보인다. 이는 900°C에서 장기간 처리하므로써 기지내의 Cr이 입계의 Cr결핍대로 충분히 확산한 healing효과 때문일 것으로 생각된다.

사진 2의 (a) 및 (b)는 700°C 및 900°C에서 예민화시간을 100시간으로 하여 처리한 경우의 시편을 광학현미경을 사용하여 촬영한 석출탄화물 분포사진이다. 여기에서 100시간 처리한 경우를 온도별로 비교하면 700°C때가 900°C때 보다 입계와 입내에 많은 탄화물이 석출되었음을 확인할 수 있는데 900°C의 경우는 기지의 탄소함량 감소¹³⁾때문에 입내에서 석출탄화물이 훨씬 적게 나타난 것으로 생각된다.



(a)

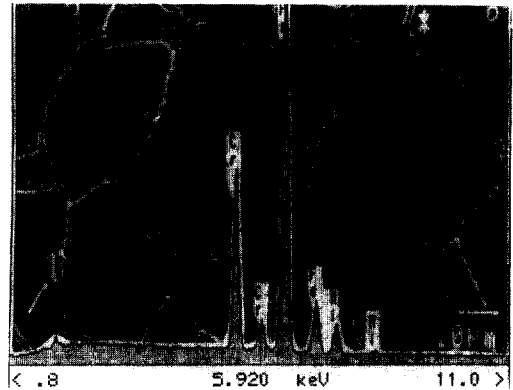


(b)

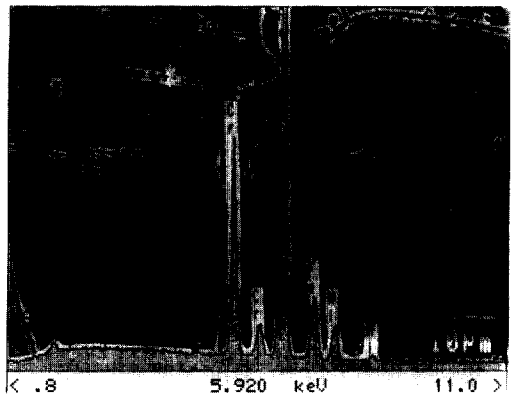
Photo. 2. Cardide distribution of 7-100S(a) and 9-100S(b) sample.

또 700°C의 경우는 석출탄화물이 연속적으로 석출되었으나 900°C의 경우는 불연속적으로 석출된 양상을 보이는데 이는 용질(solute)과 공공(vacancy)의 상호작용¹²⁾에 의한다는 보고와 일치되는 결과이다.

사진 3은 900°C의 healing 효과를 조사하기 위해 EDX를 사용하여 기지와 입계부위(*표시된 부분)의 Cr함량을 조사한 결과로서 여기에서 보면 기지와 입계에서 비슷한 Cr농도를 나타내고 있어 충분한 healing효과를 확인할 수 있다. 이는 P. Chung¹¹⁾이



(a)



(b)

Photo. 3. Scanning electron micrographs showing carbide distribution and EDX of 9-100S sample. (a) matrix (b) twin boundary

보고한 800°C에서의 healing효과와 비슷한 결과이며 Strawstorm과 Hillert¹³⁾가 제시한 열처리온도에서 오는 탄소활동도 감소 및 Cr화산관계와 잘 일치된다.

3.2 EPR시험에 의한 입계부식특성

Fig. 1은 500°C에서 예민화처리시간을 달리한 3S, 25S 및 100S 시편의 EPR곡선으로 3S의 Ia값은 약 2.00×10^{-2} 및 Ir값은 $6.00 \times 10^{-4} \text{A/cm}^2$ 이며 ABC면적을 고찰해볼때 예민화가 약간 발생된 것으로 생각된다. 예민화 처리를 25시간으로 증가시킨 25S의

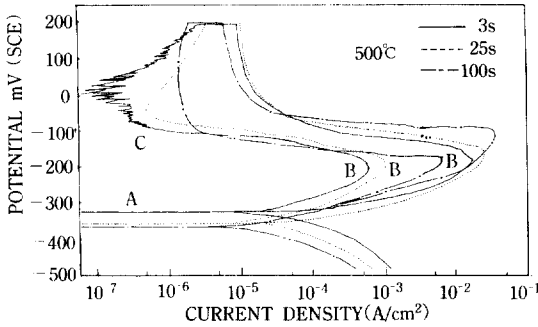


Fig. 1. Anodic polarization curve showing activation and reactivation of 5-3S, 5-25S and 5-100S sample in 0.5M H₂SO₄+0.01M KSCN at 25°C.

Ia값은 약 3.50×10^{-2} 으로 3시간 처리한 경우와 거의 같은 값을 보이나 Ir값은 $1.20 \times 10^{-3} \text{A/cm}^2$ 로서 예민화가 약간 증가되었음을 알 수 있다. 예민화처리를 100시간으로 증가시켰을 경우 Ia값은 약 5.00×10^{-2} 및 Ir값은 $8.10 \times 10^{-3} \text{A/cm}^2$ 으로 나타나 예민화 시간이 길어질 수록 예민화 정도는 증가되었음을 알 수 있다.

Fig. 2는 온도를 700°C로 하여 3시간, 25시간 및 100시간동안 예민화처리하여 얻은 EPR곡선으로 3 S시편의 Ia값은 약 7.00×10^{-2} 및 Ir값은 $7.00 \times 10^{-3} \text{A/cm}^2$ 을 보여 온도의 증가에 따라 예민화는 쉽게 되며 이로 인해 입계부식이 발생함을 알 수 있고 또 ABC면적을 비교해 볼때 500°C에서의 경우보다 면적이 훨씬 넓어 입계부식이 심함을 알 수 있다. 예민화 시간을 25시간으로 증가 시킨 25S의 경우는 Ia값이 약 1.0×10^{-1} 및 Ir값은 $1.50 \times 10^{-2} \text{A/cm}^2$ 을 보이고 있다. 즉 700°C에서는 앞의 탄화물 분포에서 고찰한 바와 같이 탄화물이 연속적으로 석출⁹⁾하여 그 성장이 점점 더 증가하고 쌍정입계와 불순물이 존재한 부위^{14~16)}에서 탄화물석출로 인하여 Ia 및 Ir값이 크게 증가된 것으로 생각된다. 100시간 예민화처리한 경우는 Ia값이 약 150×10^{-1} 및 Ir값이 $7.00 \times 10^{-2} \text{A/cm}^2$ 을 보이므로서 25시간 처리한 경우 보다는 각각의 전류밀도가 훨씬 증가 하였으며 심한 입계부식이 발생되고 있음을 예측할 수 있다.

Fig. 3은 900°C의 예민화처리온도에서 예민화시

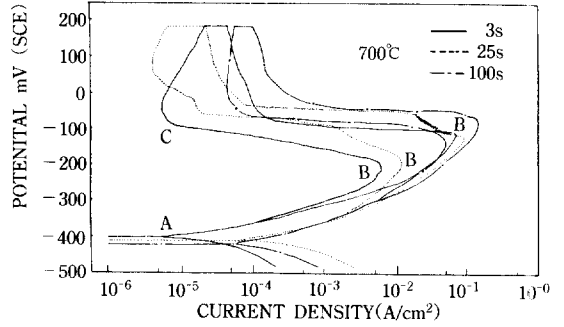


Fig. 2. Anodic polarization curve showing activation and reactivation of 7-3S, 7-25S and 7-100S sample in 0.5M H₂SO₄+0.01M KSCN at 25°C.

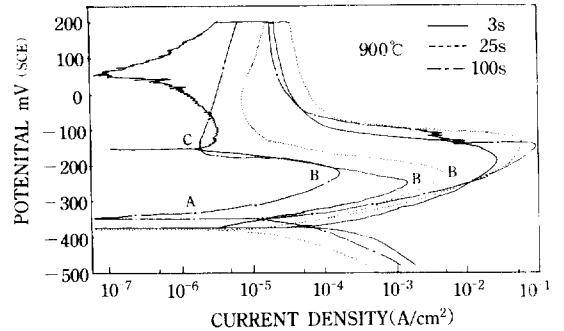


Fig. 3. Anodic polarization curve showing activation and reactivation of 9-3S, 9-25S and 9-100S sample in 0.5M H₂SO₄+0.01M KSCN at 25°C.

간을 3시간, 25시간 및 100시간으로 한 경우의 EPR곡선이다. 여기에서 보면 3S의 Ia값은 3.50×10^{-2} 및 Ir값은 $2.00 \times 10^{-3} \text{A/cm}^2$ 을 나타내 700°C의 경우보다 감소됨을 보이고 있는데 이는 900°C에서는 탄화물의 불연속적인 석출로 입계부식이 감소한 것으로 생각된다. 또 예민화시간을 25시간으로 한 경우 Ia값이 약 6.00×10^{-2} 및 Ir값은 $6.10 \times 10^{-3} \text{A/cm}^2$ 을 보이며 시간이 길어짐에 따라 탄화물석출이 성장하므로써 전류밀도가 증가된 것으로 생각된다. 예민화시간을 증가시켜 100시간으로 처리한 경우의 Ia값은 약 1.00×10^{-1} 및 Ir값은 $1.80 \times 10^{-4} \text{A/cm}^2$ 로서 Ir전류밀도가 크게 감소하였음을 보이고 있는데 이는 고온에서의 오랜시간 가열로 Cr의 back diffusion에 의해 CDZ영역에 Cr농도가 증가^{12,17)}하였기

때문으로 생각되며 전술한 탄화물분포와도 잘 일치하고 있다.

3.3 예민화 온도와 시간이 DOS에 미치는 영향

Table 3은 EPR곡선으로 부터 측정된 Ir과 Ia를 토대로 예민화정도(DOS)를 구한 것이며 Fig. 4는 이를 도표로 만든것이다. 여기에서 보면 예민화온도를 500℃로 하여 3시간처리한 경우 DOS는 3.00이며 25시간 처리한 경우는 3.42로 예민화가 약간 증가되었음을 알 수 있고 100시간 처리한 경우에는 DOS가 약 16.20으로 증가된 것으로 보아 500℃에서도 장시간 처리하면 처리시간에 따라 점점 많아짐을 알 수 있다. 700℃의 경우에는 3시간 처리에도 DOS가 10을 보여 예민화가 쉽게 일어남을 알 수 있으며 25시간으로 증가 시키면 15, 100시간 처리하면 46.60으로 크게 증가하여 입계, 입내와 쌍정 입계에 심한 침식이 발생되었음을 예측할 수 있다. 예민화처리 온도를 더 증가시켜 900℃로한 경우 처리시간이 3시간에서는 5.71을 보여 700℃의 경우보다 크게 감소하는데 이는 불연속적인 탄화물형성에 기인한 것으로 생각되며 다시 25시간으로 길어지면 10.16으로 증가 하다가 100시간으로되면 0.18까지 감소하여 내입계부식성이 증가함을 나타내고 있다.

Table 3. EPR Results for AISI 304 Stainless Steel

SEN temp/time	Ir (A/cm ²)	Ia (A/cm ²)	DOS (Ir/Ia×100)	
500	3S	6.00×10 ⁻⁴	2.00×10 ⁻²	3.00
	25S	1.20×10 ⁻³	3.50×10 ⁻²	3.42
	100S	8.10×10 ⁻³	5.00×10 ⁻²	16.20
700	3S	7.00×10 ⁻³	7.00×10 ⁻²	10.00
	25S	1.50×10 ⁻²	1.00×10 ⁻¹	15.00
	100S	7.00×10 ⁻²	1.50×10 ⁻¹	46.66
900	3S	2.00×10 ⁻³	3.50×10 ⁻²	5.71
	25S	6.10×10 ⁻³	6.00×10 ⁻²	10.16
	100S	1.80×10 ⁻⁴	1.00×10 ⁻¹	0.18

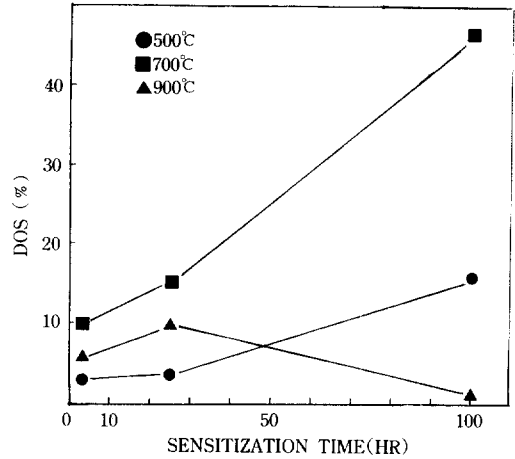


Fig. 4. Effect of sensitization time on DOS.

3.4 전자현미경에 의한 입계부식거동

사진 4는 500℃에서 열처리한 시편에 대하여 EPR시험을 행한후 전자현미경으로 촬영한 입계부식 사진이다. 여기에서 (a)는 3시간, (b)는 25시간 및 (c)는 100시간 예민화처리한 시편의 것으로 (a)와 (b)는 거의 입계침식이 방향성의 차이¹⁸⁾에 의한 것이나 100시간 처리한 (c)의 경우는 입계의 석출 탄화물존재 부위가 쉽게 침식받음으로서 앞의 DOS값을 16.20으로 증가시켰던 결과와 잘 일치하며 또한 입계의 침식부위가 3시간 및 25시간처리한 경우보다 훨씬 넓고 선으로 나타나 있어 탄화물이 입계를 따라 연속적으로 형성¹²⁾되었음을 알 수 있다.

사진 5는 700℃에서 열처리한 시편의 EPR시험 후 입계부식형태를 촬영한 전자현미경 사진이다. 이들중에서 (a)는 3시간, (b)는 25시간 및 (c)는 100시간 예민화처리한 시편의 것으로 (a)는 입계부위가 좁게침식을 받은반면 (b)는 넓은 침식양상을 보인다. 특히 입계의 중앙부분에 Cr탄화물이 존재하고 있으며 입내와 쌍정입계에서도 탄화물의 석출자리로 보이는 부위가 침식 받았음을 볼 수 있다. 또 100시간 처리한 경우인 (c)를 보면 침식부위가 훨씬 넓게 나타나 있는데 이역시 연속적인 탄화물 형성¹²⁾에 기인한 것으로 생각된다. 특히 쌍정입계와 입내부

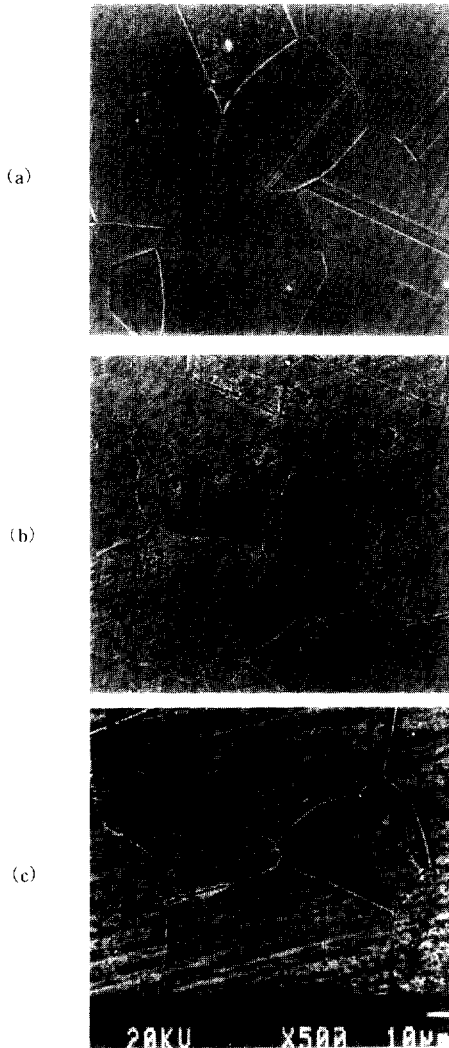


Photo. 4. Scanning electron micrographs showing intergranular corrosion behavior of 5-3S, 5-25S and 5-100S sample after EPR testing in 0.5M $H_2SO_4 + 0.01M$ KSCN solution at 25°C. (a) 5-3S (b) 5-25S (c) 5-100S

위에도 부식이 심하게 발생되어 있어 Fig. 2의 EPR곡선에 나타난 결과와 잘 일치하며 DOS값도 46.60으로 가장 크고 전술한 석출탄화물분포 결과와도 합치된다.

사진 6은 900°C에서 열처리한 시편을 EPR시험 후

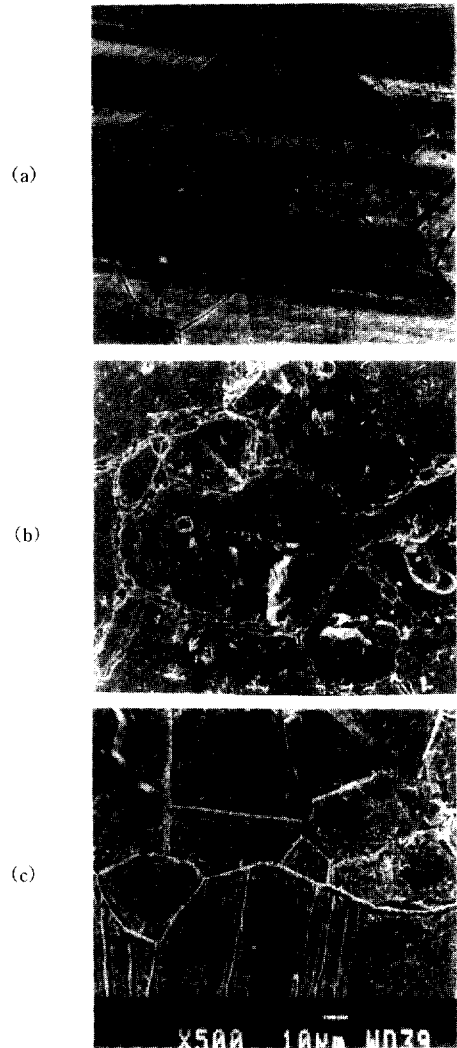


Photo. 5. Scanning electron micrographs showing intergranular corrosion behavior of 7-3S, 7-25S and 7-100S sample after EPR testing in 0.5M $H_2SO_4 + 0.01M$ KSCN solution at 25°C. (a) 7-3S (b) 7-25S (c) 7-100S

전자현미경으로 촬영한 입계부식 사진이다. 여기에서도 (a)는 3시간, (b)는 25시간 및 (c)는 100시간 예민화처리한 시편의 것이며 3시간 및 25시간처리한 경우, 700°C때 보다 침식된 입계면적은 넓게 나타났지만 불연속적인 침식을 보이고 있다.

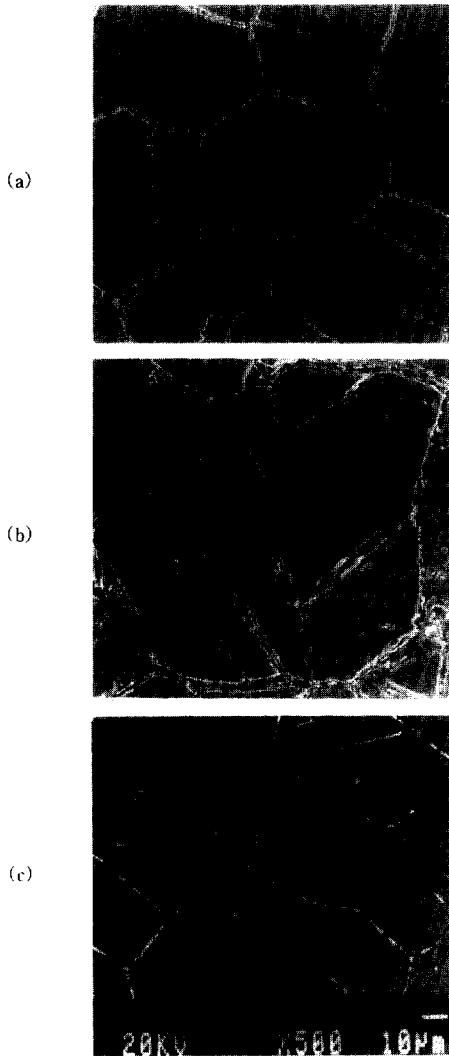


Photo. 6. Scanning electron micrographs showing intergranular corrosion behavior of 9-3S, 9-25S and 9-100S sample after EPR testing in 0.5M H₂SO₄+0.01M KSCN solution at 25°C, (a) 9-3S (b) 9-25S (c) 9-100S

특히 100시간 처리한 경우에 입계부식의 폭이 좁게 나타났는데 그 이유는 탄화물이 석출되면서 Cr이 고갈되었던 부위에 고온의 영향으로 기지로 부터 Cr이 확산된 healing effect의 결과 기지와 CDZ사이의 Cr농도기울기를 감소 시켰기 때문으로 생각

되며 500°C~700°C와는 달리 석출탄화물의 형태가 불연속적으로 석출되므로서 입계침식부위를 감소 시켰기 때문일 것이며 (c)의 경우는 입계에 탄화물이 석출되어 있으나 (b)에 비해서 침식된 입계면적이 아주 좁게 나타나 있어 800°C에서 120시간 처리한 선행 연구¹¹⁾와 비슷한 경향을 보인다.

Table 4는 주사전자현미경 사진에서 측정된 입계부식의 폭을 나타내며 Fig. 5는 이를 도표로 만든 것이다. 즉 500°C에서 3시간 예민화처리한 시편의 입계부식폭은 약 0.63µ이며 25시간과 100시간동안 처리한 시편의 것은 각각 1.05µ 및 1.47µ를 보여 예민화시간이 증가함에 따라 입계부식 부의 두께가 점점 넓어짐을 알 수 있다. 700°C의 경우는 3시간 처리한 시편의 것이 약 1.05µ이며 25시간 및 100시간에서는 약 3.15µ 와 4.21µ를 각각 나타내 부식부의 폭이 크게 증가되어 탄화물분포 및 EPR시험결과에서 보였던 700°C 처리때의 특징들과 잘 일치된다.

Table 4. The Width of Intergranular Corrosion(µm)

TEMP(°C)/TEMP (HR)	3	25	100
500	0.63µ	1.05µ	1.47µ
700	1.05µ	3.15µ	4.21µ
900	1.68µ	3.74µ	2.10µ

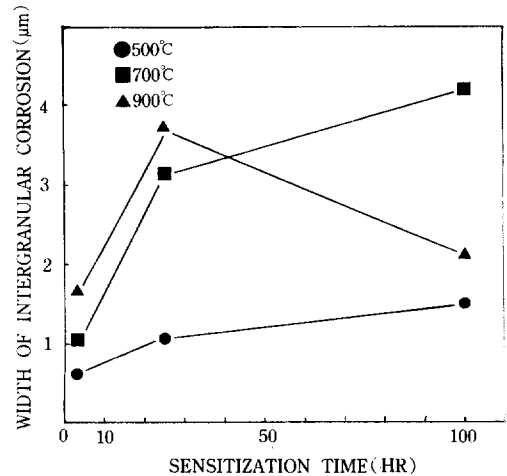


Fig. 5. Effect of sensitization time on the width of intergranular corrosion.

예민화처리온도를 900°C로 높여 3시간 처리한 경우는 부식부의 폭이 약 1.68 μ 이며 25시간과 100시간의 경우는 약 3.74 및 2.10 μ 를 보인다. 이로부터 예민화처리시간이 25시간까지는 900°C의 경우가 폭이 넓게 나타나며 100시간에서는 healing effect로 인하여 700°C에서 100시간 처리한 경우 보다 크게 감소됨을 확인할 수 있고 이는 앞에서 고찰한 결과와 잘 일치된다. 여기서 Fig. 4의 예민화정도와 입계 침식폭을 비교해 보면 3시간에서 25시간사이의 예민화에서는 700°C때의 DOS가 900°C때의 DOS보다 큰값을 보이지만 반대로 입계침식폭은 좁은데 이는 DOS를 나타내는 전체전하량이 부식깊이에도 크게 관계¹⁰⁾되기 때문으로 생각된다.

4. 결 론

AISI 304 스테인리스강의 입계부식에 미치는 열처리의 영향을 알아보기 위하여 500, 700 및 900°C에서 각각 3시간, 25시간 및 100시간 예민화처리하여 고찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 열처리조건에 따르는 석출산화물분포는 처리시간이 증가함에 따라 500°C에서 입계에 서서히 석출되며 700°C에서는 입계, 쌍정입계 및 입내에서 심하게 석출된다. 또 900°C에서 처리시간을 100시간으로 하면 CDZ주위의 Cr농도가 EDX결과와 같이 기지의 Cr농도와 비슷하게 나타난다.
- 2) EPR시험곡선에서 활성태 전류밀도(Ia)는 예민화온도가 높아지고 예민화처리시간이 길어질수록 증가하며 700°C에서 가장 높은 값을 보인다.
- 3) EPR곡선에서 재활성태 전류밀도(Ir)는 예민화온도와 예민화처리시간에 비례하여 증가하며 900°C에서 100시간 처리하면 그 값이 낮아진다.
- 4) 예민화정도(DOS)는 700°C에서 100시간 처리한 경우가 가장 높으며 900°C에서 100시간 처리한 경우가 가장 낮은 값을 보인다.
- 5) 부식 morphology는 700°C에서 100시간 예민화처리한 경우에 입계부위의 침식이 가장 넓게 나타나며 입내와 쌍정입계에서도 심한 침식을 보이고

900°C에서 처리한 경우는 healing effect의 결과로 입계부위가 좁게 침식받으며 입내에서도 심한 침식은 보이지 않는다.

<후 기>

본 연구는 교육부 '90 지방대육성 학술연구조성비 지원에 의하여 수행된 것으로서 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. E. C. Bain, R. H. Aborn, and J. J. B. Rutherford, Trans. Amer. Soc. Steel Treat., 21, 481(1933)
2. A. B. Kinzd, J. Met., 4, 469(1952)
3. R. Stickler and A. Vinckier, Trans. Am. Soc. Met., 54, 362(1961)
4. R. Stickler and A. Vinckier, Corros. Sci., 3, 1(1963)
5. M. G. Fontana, Corrosion Engineering, McGraw-Hill Book Company, NY, 76(1982)
6. E. A. Loria, J. Met., 31, 137(1979)
7. Peckner et al, Hand Book of Stainless Steels, McGraw-Hill book Co. 4-35(1977)
8. 최한철, 이흥근, 김관휴, 한국부식학회지, Vol. 19, No. 2, 87(1990)
9. S. M. Brummer et al, Corros., Vol. 48, No. 1, 42(1992)
10. R. F. A. Jargelius et al, Corros., Vol. 47, No. 6, 429(1991)
11. P. Chung et al, Corros., Vol. 3, No. 1, 39(1981)
12. K. T. Aust et al, Trans. Am. Soc. Met., 59, 544(1966)
13. C. Strawstrom et al, J. Iron Steel Inst., Vol. 279, 77(1969)
14. V. Cihal, Protection of Metals, Vol. 4, No. 6, 563(1968)
15. R. Stickler and A. Vinckier, Trans. Am. Soc. Met., Vol. 54, 362(1961)
16. 최한철, 김관휴, 대한금속학회지, Vol. 29, No.

- 10, 979(1991)
17. C. S. Tedmon et al, J. Electrochem. Soc., Vol. 118, No. 2, 192(1971)
18. 최한철, 김관휴, 대한금속학회지, Vol. 24, No. 10, 48(1986)