

TT 가
Caustic stress corrosion cracking of austenitic stainless steels with thermal treatment(TT)

¹, ², ², ³

- 1. , 388 (yikim@andong.ac.kr)
- 2. , 134 (corrus@bubble.yonsei.ac.kr)
- 3. , 150 (wsryu@kaeri.re.kr)

가 . 가
 가 , 가 가 (0.35wt.%N),
 가
 가 가
 가 . TT 가
 , , , .

Abstract

This paper dealt with the effects of TT(Thermal Treatment) and nitrogen content on casutic stress corrosion cracking of austenitic stainless steels. Nitrogen content and grain size had affected on the caustic SCC resistance. Increasing nitrogen content, SCC resistance was increased due to the enhanced repassivation rate, but at high nitrogen content, the resistance was decreased because of the dual effects between mechanical and repassivation behavior. Regardless of nitrogen content, TT improved the casutic SCC resistance and this behavior was reviewed on the points of residual stress, grain size, and dislocation array.

1.

600 / 690 , X-750 Ni-

^{1, 2} Mill-annealed 가

Ni-Fe-^{3, 4}
 Ni-600, ^{5, 1}
 1967 PWSCC(Primary Water Stress Corrosion Cracking) 2
 가 (SCC)
 가^{6, 7}
 600 Cr 가 (30wt.%Cr vs. 15wt.%Cr) 690
 , 600 / 690 SCC
 . Mill-annealed 600 / 690 700 , 15
 SCC 가 690 600 Cr
 , 600 / 690
 Cr 가
 Bruemmer⁸, 600 SCC 가
 가 SCC 가
 , 가 , 가
 . 600 / 690 700 , 15 SCC
 , mill-annealing 70
 0 , 15 , mill-annealing
 가⁹
 Muraleedharan³, MgCl₂ 304
 (SCC) . 304
 SCC , 700 가
 . SCC 가
 P
 , 304
 SCC
 Muraleedharan³ 700 , 500 SCC
 , SCC 가 . 1000
 SCC SCC . 304
 SCC 가 ,
 ,
 Cr Cr .
 MgCl₂ SCC 가 Cr
 가 Cr

가 MgCl₂ SCC
 SCC 가 가 SCC
 SCC
 가
 SCC 가
 X-750 SCC 가
 10
 304 SCC
 (UNS S32050)
 가
 가
 TT

2.

3 30Kg ingot
 가
 1
 ingot 가 , 1250 2 soaking 4mm
 가 , 1180 -30min.
 HF:HNO₃:H₂O (1:3:5) 30
 , 2.5mm TT
 (XPS)

1.

Alloys	SRN1	SRN2	SRN3
C	0.027	0.026	0.027
Mn	0.87	0.84	0.82
Si	0.50	0.44	0.49
Fe	bal.	bal.	bal.
P	0.030	0.031	0.028
S	0.002	0.002	0.002
Cr	20.7	20.8	21.4
Mo	6.1	6.1	6.0
N	0.01	0.18	0.35
Ni	23.3	22.8	23.0

3.

3.1 가

(1)

가 SRN1 20wt.% Ni 가
 , TT(550 , 15)
 가 3-4 가 , 가
 . SRN1
 ,
 TT . TT 가 ,
 가

(2) 가

가
 Rockwell B-scale 가 ,
 가 . TT
 가
 Cross head speed 5 mm/ min. . 1150 , 5
 TT(550 , 15) , TT
 가 , 가
 가
 TT
 SRN1 가 1050 , 5
 , , 가 ,
 (1150 , 5) TT
 . SRN2, SRN3
 가 1250 , 5 TT
 SRN1 가 , TT
 가 .

가 가 ,
가 가 .

3.2 가

(1) 가

40% NaOH 2mV/ sec
가 가
가 가
가 2 , 가
가
가
가 Cr Ni
가 (10 μ A)
가
40% NaOH
가 TT 가
가 1, 2

(2) 가 가

(SCC) 가 (1), 0.18wt.% 가 SRN2 ,
SRN1 SCC , TT
가 SCC , 0.35wt.% 가 가 SRN3 ,
SCC 가 SCC
가 가
가
가 , TT (550 ,
15) SCC 가

4.

4.1 가

가 XPS , O_{1s}
 Fe, Cr, Mo, Ni
 가 가 SRN3 가 가 SRN1
 Ni가 , Cr Mo 가
 Cr, Mo
 가 가 SRN1 , O_{1s} OH⁻ 가
 O²⁻
 Fe FeOOH, Cr Cr(OH)₃ , Ni Ni(OH)₂
 가 가 SRN3 ,
 Fe, Ni, Mo 가 , Cr
 O_{1s} SRN1 O²⁻ 가
 SRN1 , SRN3
 Cr ,
 Ni, Fe . Mo_{3p} N_{1s}
 Mo 가 , Mo_{3d}
 Mo가 Mo
 N_{1s} 397eV
 Fe, Ni, Mo 가
 가 ,
 가

4.2 가

TT

(1)

40% NaOH (1),
 가 (SCC)
 가 ,
 가 가 , 가 가
 , 가 가
 가 .

가 가 SRN2 , 가 가 , 가 (band)

(b), 가 (c). SCC 가 SCC

가 가

가 가 3(a)

가 가 , 가 ,

(3(b)) 가 가 , 가 ,

가 , 가

가 SRN1 가 SRN3 (0.35wt.%N)

SCC 가

SRN2 SCC 가 (0.18wt.%N) 가 가

가 가 가 가

SCC , TT 가 가

(2) TT

40% NaOH (1),

TT 가 가 ; ①

, ② 가, ③ .

$4 \sin^2$ XRD .

1150 , 5 , TT (550 , 15)

SCC , 5 alloy 600 alloy
690 SCC

TT SCC 가
1 SCC
6 가 가 SCC 가 가 가

SCC , 가 ,
가 가 SCC 가
가 가 가 SCC 가
가 가 가 SCC
가 SCC

, 가 가
가 , SCC

7 TT . (a) (SRN1)
(b),

(c) (SRN2, SRN3)
가 가
가 TT , 가 SCC 가 ,
TT 가

5. 가

(1) 가 가
가 가 , 가 가 ,
가 가 가 가

- (2) 가 , TT
- (3) TT 가 가

1. G. P. Airey, Corrosion, vol. 36, no. 1, pp9 - 17 (1980)
2. M. C. Tsai, W. T. Tsai and J. T. Lee, Corrosion Science, vol. 34, no. 5, pp741 - 757 (1993)
3. P. Muraleedharan, J. B. Gnanamoorthy and P. Rodriguez, Corrosion Science, vol. 38, no. 7, pp1187 - 1201 (1996)
4. , “ ”, , 1997
5. P. Berge and J. R. Donati, Nuclear Technology, vol. 55, pp88 - 104 (1981)
6. F. W. Pement, Proceedings of 2nd Int. Conf. on Environmental Degradation of Engineering Materials in Aggressive Environments, Virginia Polytechnic Institute, Blacksburg, Virginia, pp329 - 335 (1981)
7. S. J. Green and J. P. N. Paine, Nuclear Technology, vol. 55 (1981)
8. S. M. Bruemmer, L. A. Chariot and C. H. Henager Jr., Corrosion, vol. 44, no. 11, pp782 - 788 (1988)
9. S. M. Payne and P. McIntyre, Corrosion, vol. 44, no. 5, pp314 - 319 (1988)
10. S. Floreen and J. L. Nelson, Metallurgical Transactions A, vol. 14A, pp133 -139 (1983)

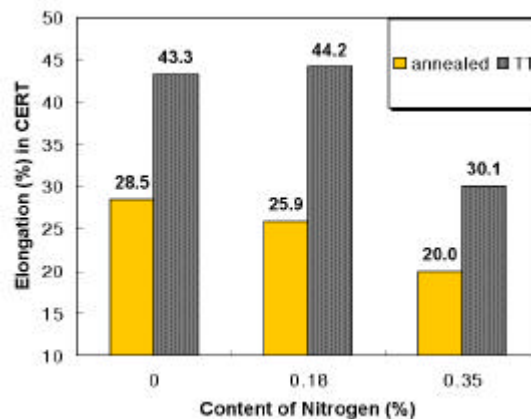


Fig. 1 SCC resistance of experimental alloys in 40% NaOH at boiling point applying -900mV(SCE)

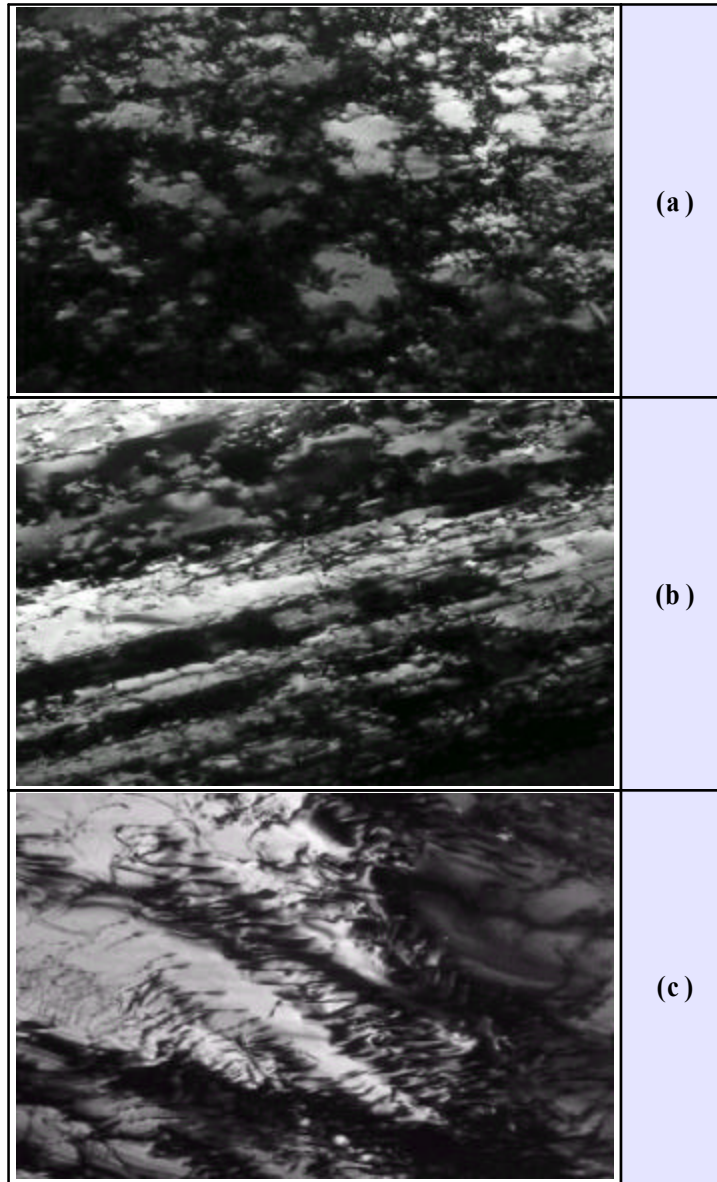
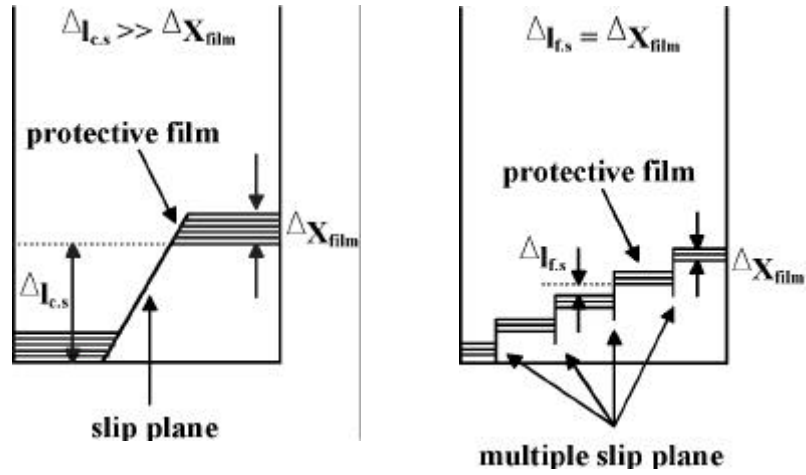


Fig. 2 Transmission electron microscopy analysis of dislocation arrays
(a) SRN1 1150 -5min. (b), (c) SRN2 1150 -5min.



(a) coarse slip step

(b) fine slip step

Fig. 3 Schematic diagram of dislocation slip steps in the crack interior

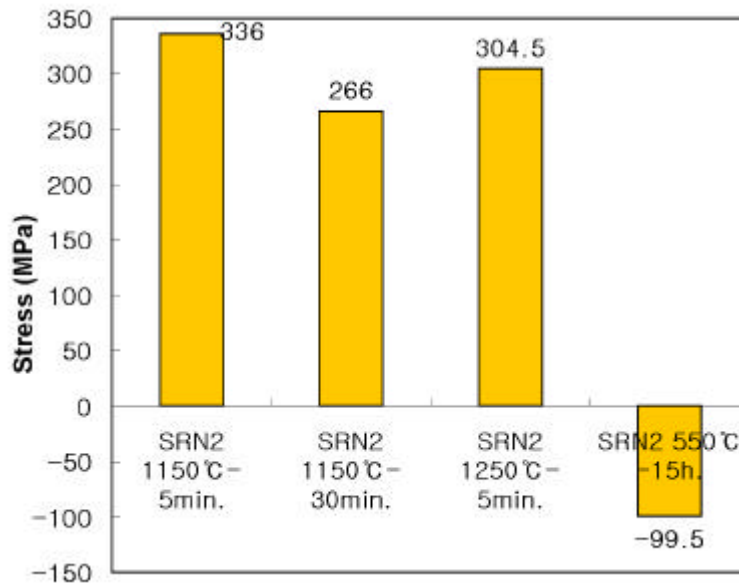


Fig. 4 Effect of thermal treatment on the residual stress of experimental alloy

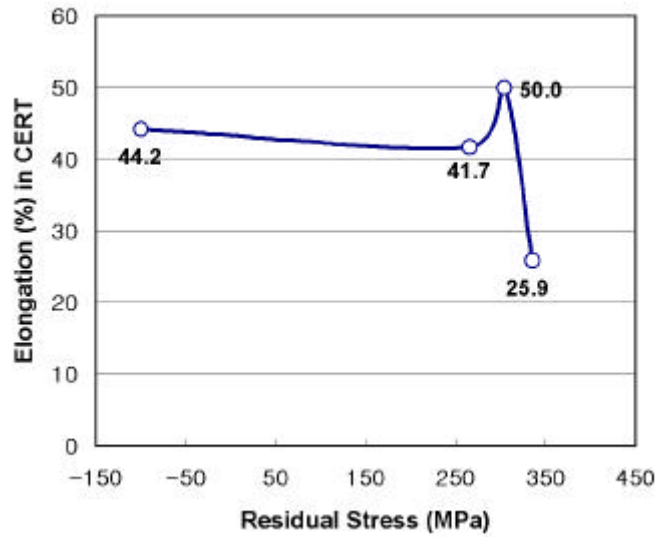


Fig. 5 Effect of residual stress on the SCC resistance of experimental alloy (SRN2)

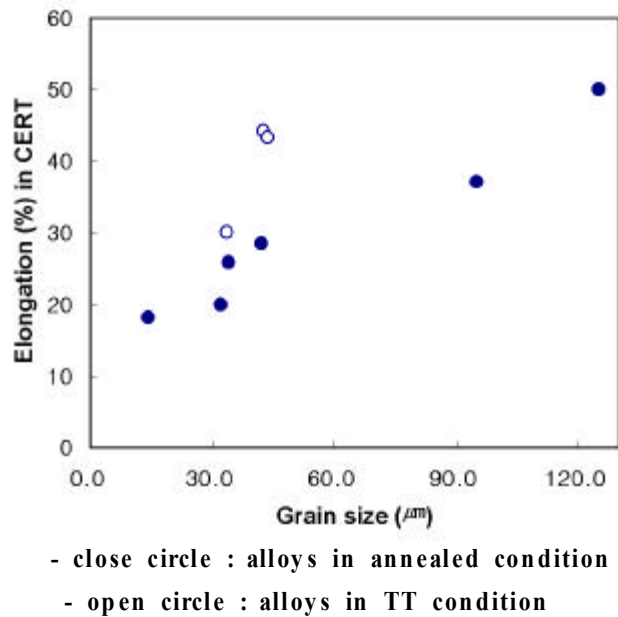


Fig. 6 Effect of grain size on the SCC resistance of the experimental alloys in 40% NaOH at boiling point, applying -900mV (SCE)

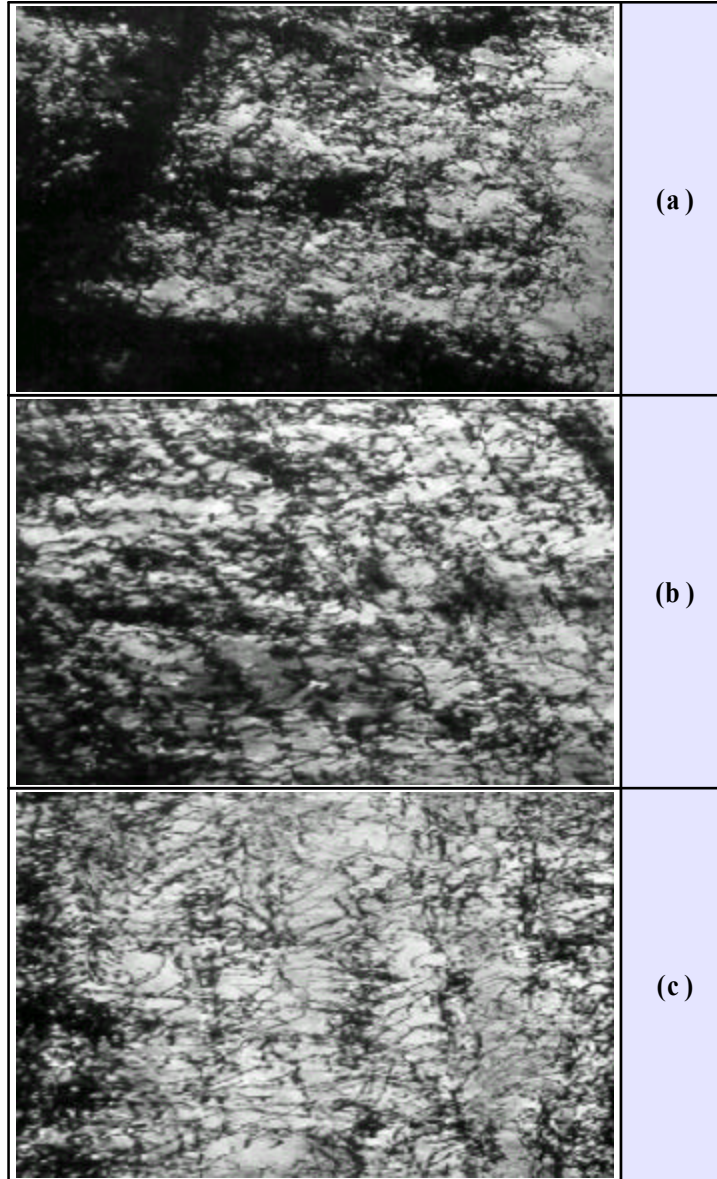


Fig. 7 Transmission electron microscopy analysis of dislocation arrays

(a) SRN1 TT

(b) SRN2 TT

(c) SRN3 TT