

- Chemistry, 33 (1941) 4, p. 502
- 5) ASTM (1955) Part 1, p. 536
- 6) 藤津: 鉄と鋼, 50 (1964) p. 2104

(184) ステンレス鋼の孔食におよぼす熱処理の影響

(ステンレス鋼の孔食に関する研究—Ⅱ)

防衛庁技術研究本部 ○安達 豊

Effect of Heat Treatment on Stainless Steel.

(Study of pitting corrosion for stainless steel—Ⅱ)

Yutaka ADACHI.

1. 緒言

筆者はさきにステンレス鋼の表面状態と孔食発生感受性について報告したが¹⁾, 本報告はステンレス鋼を1000°C~1200°Cで溶体化処理した場合, 650°Cで500hrまで鋭敏化処理を行なった場合およびTi, Cbで安定化したステンレス鋼について安定化処理を行なった場合のそれぞれの熱処理とステンレス鋼の耐孔食性について検討を行なった。

2. 試料

実験に用いた試料の化学成分をTable 1に示す。

Table 1. Chemical composition of specimens (%).

Steel	Code	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	Other
SUS 27 Stainless steel	S	0.07	0.64	1.08	0.030	0.010	18.63	9.34	0.17	0.13	
SUS 33 Stainless steel	SM	0.019	0.65	1.34	0.028	0.010	17.12	14.98	2.32		
AISI 321 Stainless steel	T	0.06	0.60	1.65	0.025	0.012	18.69	10.48			Ti 0.32
AISI 347 Stainless steel	N	0.06	0.24	1.48	0.018	0.010	18.31	11.05			Cb 0.87
5% Mo Stainless steel	M	0.05	0.63	1.50	0.015	0.016	17.43	16.50	4.30	0.17	

Table 2. Heat treatment of specimens.

Heat treatment	Code of heat treated specimens
a) Solution treatment 1200°C × 1hr W.Q.	20S, 20SM, 20M, 20T, 20N
1150°C × 1hr W.Q.	15S, 15SM, 15M, 15T, 15N
1100°C × 1hr W.Q.	10S, 10SM, 10M, 10T, 10N
b) Sensitizing treatment 650°C × 3hr A.C 650°C × 100hr A.C 650°C × 500hr A.C	S 3, SM 3, M 3, T 3, N 3 S10, SM10, M10, T10, N10 S50, SM50, M50, T50, N50
c) Stabilizing treatment 970°C × 4hr A.C 871°C × 4hr A.C	T9 N8

3. 実験方法

試験片は30cm角, 厚さ3mmに旋削したものをTable 2に示す熱処理を行なったのち, 表面をエメリー紙600番まで研磨し脱脂清浄し一端面にリード線を半田づけし試験面を残してビニール塗料で被覆する。

前回と同様リストラヘル試験装置で試験した。試験条件は250°Cの3% NaCl水溶液中で電流密度5mA/cm²一定で20min間行なった。試験終了後, 発生した孔食数を万能投影器で10倍に拡大して算えた。また孔食の径と深さを顕微鏡により測定し, 最大孔食についての断面顕微鏡組織を観察した。

4. 実験結果および考察

4.1 電圧の変化

各熱処理を行なった試験片をストラヘル試験装置により試験したときの電圧の変化をFig. 1~Fig. 4に示した。Fig. 1に示すようにSUS33は溶体化処理を行なったものは約2.70Vより電圧は徐々に低下し, 孔食発生開始とともに急激に低下して約1.5~1.6Vで一定になる。孔食発生開始時間は溶体化処理温度1150°Cまでは増加する。650°Cで鋭敏化処理したものは試験開始と同時に孔食を発生し, 電圧も約1.6~1.7Vの低い電圧を示し, 時間とともにあまり降下しない。SUS27においてはFig. 2に示すように溶体化処理したものは, 約2.8~2.9Vの電圧を示し, まもなく急激に低下して1.6V近辺で一定になる傾向はSUS33と同様であるが, 電

圧低下の時間が速い。5% Moを含むステンレス鋼はFig. 3に示すような溶体化処理を行なったものは2.8Vより徐々に電圧は降下するが急激な低下は認められず試験終了後も孔食の発生を認めなかつた。しかし鋭敏化処理を行なったものは1.7Vの電圧を示し試験開始とともに孔食を発生した。Tiを含むステンレス鋼についての結果をFig. 4に示す。この種のものでは溶体化処理, 鋭敏化処理, 安定化処理のいずれの処理を行なつても大差は認められず, 全面に細い孔食を発生する。Cbを含むものにおいてもほぼ同様な傾向を示した。以上の実験結果よりMoを含むステンレスはすぐれた耐孔食性を示すが, 650°Cで長時間加熱すると耐孔食性は急激に低下する。溶体化処理温度を高めることはある程度耐孔食性を改善する。鋭敏化処理や安定化処理を行なつて, クロムカーバイトやCbC, TiCを析出させたものはあまり優れた耐孔食性を示さない。安定化ステンレス鋼の耐孔食性は劣る。

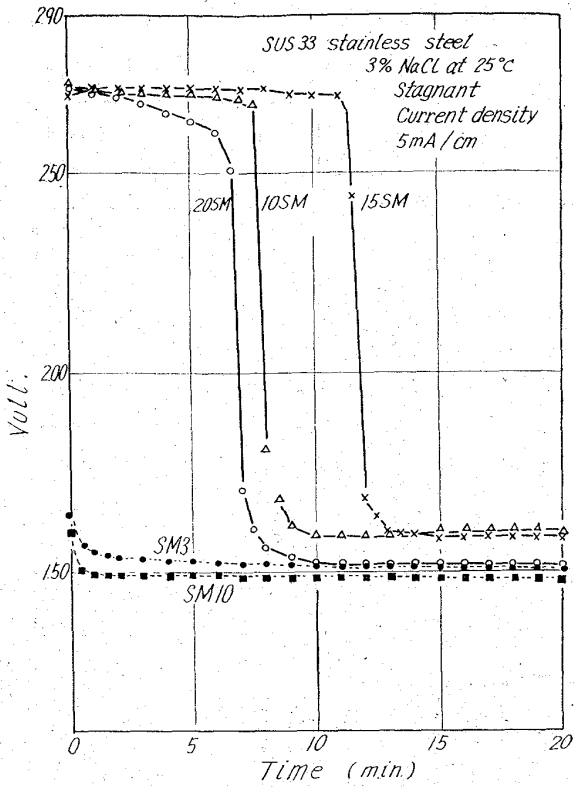


Fig. 1. Change of voltage on pitting test.

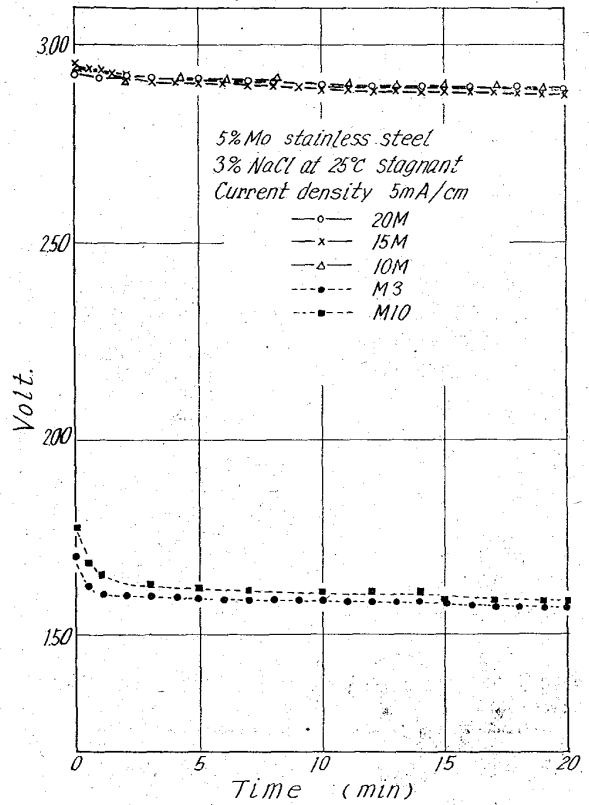


Fig. 3. Change of voltage on pitting test.

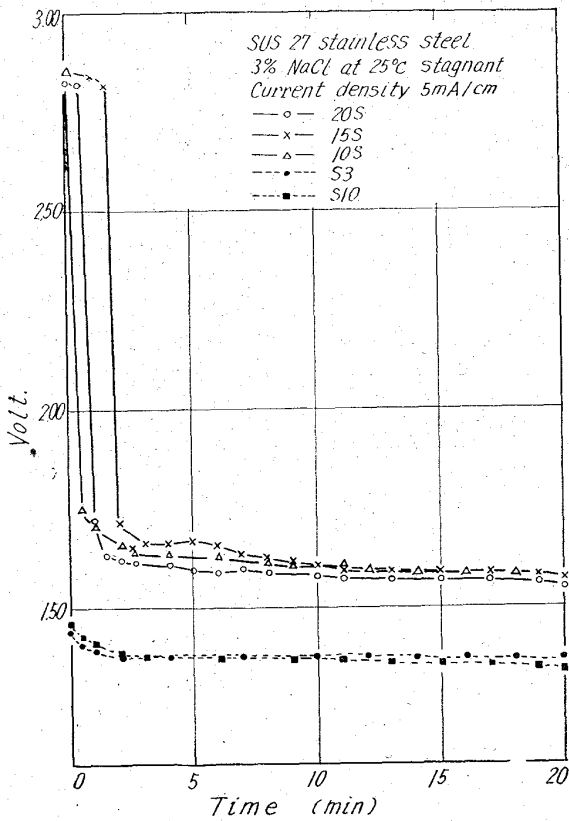


Fig. 2. Change of voltage on pitting test.

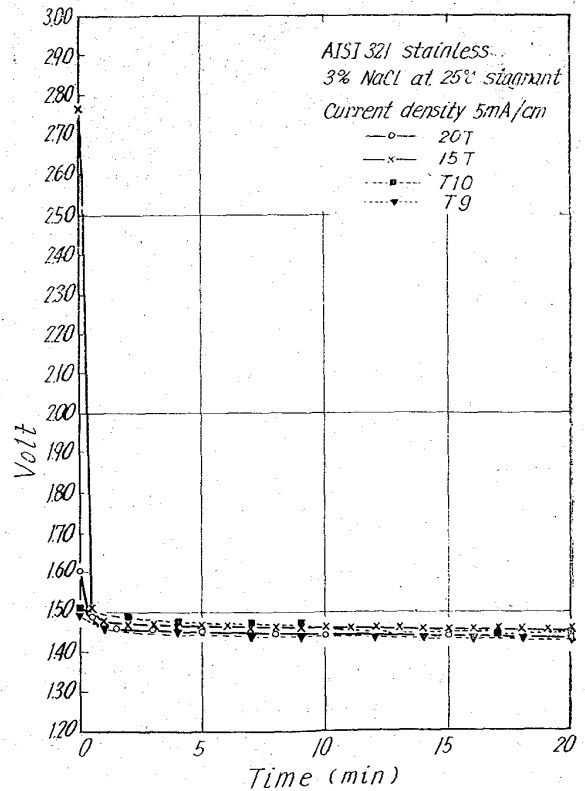
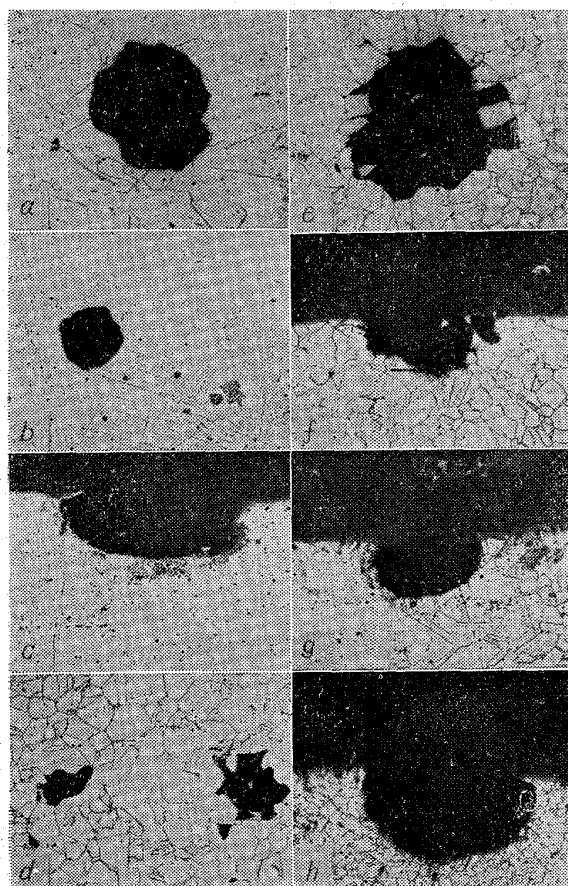


Fig. 4. Change of voltage on pitting test.

Table 3. Corrosion type of two specimens.

	20S	15S	10S	S3	S10	20N	15N	10N	N3	N10	N8
Dia. of pit (mm)	0.312	0.377	0.33	0.308	0.31	0.223	0.243	0.27	0.273	0.196	0.21
Depth (μ)	153.3	175.5	186.9	154.7	165.2	176.4	180.2	190.3	162.6	168.3	91.5
Dia/Depth	2.03	2.15	1.83	1.999	1.87	1.25	1.35	1.42	1.68	1.16	2.29



×100 (1/2)

- a) 1100°C×1hr wc(SUS27) b) 1200°C×1hr wc(SUS33)
 c) 1200°C×1hr wc(SUS33) d) 650°C×100hr ac(SUS27)
 e) 650°C×100hr ac(SUS27) f) 650°C×3hr ac(SUS27)
 g) 1100°C×1hr wc(AISI347) h) 970°C×4hr ac(AISI321)

Fig. 5. Electrolytically formed pits of heat treated specimens.

4.2 孔食の径と深さの関係

発生した孔食の径と深さの関係を顕微鏡を用いて測定した結果 SUS 27 および SUS 33 の溶体化処理したものは孔径 0.25~0.35mm 近辺まで径と深さは直線関係を示しこより深さは一定になる。AISI 321, AISI 347 および各試料の鋭敏化処理したものは同様な傾向を示すが、深さが一定になるのは 0.20~0.25mm (孔径) であつた。各試料について最大孔径と深さにより腐食型式を測定した結果の例を Table 3 に示した。

Table 3 に示したように 18-8 ステンレス鋼は溶体化処理したものは浅い孔径の大きなものが認められ、鋭敏化処理したものおよび Ti, Cb で安定化したものは小さい孔を生ずることが明瞭である。

4.3 顕微鏡組織

各試料の大きな孔食を選び、その断面の顕微鏡組織を

観察した結果を Fig. 5 に示した。孔食は溶体化処理した試料においては、孔径の大きなものはほぼ円形を示し Fig. 5 (a) W. SCHWENK²⁾ などがのべているように発生初期のものは Fig. 5 (b) に示すように角形または六角形をしており、これらの断面は(c)に示すように楕円球形をしている。鋭敏化処理を行なつたものは、(d) および(e)に示したように溶体化処理のものとは異なり、不規則な粒が抜け落ちたような形をしており、その断面も(f)に示したように結晶粒界にそつて腐食が進行している。AISI 321, AISI 347 においては(g)および(f)に示したように熱処理に無関係に半球形に近い形を示した。

4. 結 言

ステンレス鋼の耐孔食性におよぼす熱処理の影響についてストライヘル試験法により検討した結果、つぎのことが認められた。

(1) SUS27 および SUS33 は、溶体化温度を高めると耐孔食性は改善され(孔食発生開始時間が長くなる)この傾向は Mo を含むものほど顕著である。

(2) 650°C の鋭敏化処理を行なうと、いずれのステンレス鋼でも耐孔食性を低下する。

(3) 安定化処理を行なつたものは、他の熱処理と大差は認められなかつた。

(4) Ti および Cb を含むものは溶体化処理によつて耐孔食性の改善は認められなかつた。

(5) 発生した孔食の形態は、溶体化処理したものは半球形、鋭敏化処理したものは、不規則な形(結晶粒が脱落して凸凹になる)を呈した。

文 献

- 1) 安達: 鉄と鋼, 50 (1964) 4, p. 565
 2) W. SCHWENK: Corrosion, 20 (1964) 4, p. 129