

状態で切削加工が容易であり、しかもその後の時効処理で H_RC 40 前後に硬化し、良好なる機械的性質と良好なる耐食性を有することができる。

下を参考とした。

II. 供試材および試験方法

供試材は、10t 塩基性電弧炉にて 3t 鋼塊を溶製し 160 ϕ の押出用丸鋼片に圧延した後 Ugine Séjournet 熱間押出法によつて 40mm O. D. \times 6.0mm t 継目無鋼管を得 36mm O. D. \times 5.0mm t に冷伸したものを使用した。供試材の化学成分を Table 1 に示す。供試素材としては Binder などの実験式*においてその免疫性の異なる 4 種類を用いた。

冷伸材より採取した弧状試験片を冷間で扁平したのち機械加工により約 34mm \times 20mm \times 4.6mm t に仕上げ実験用塩浴炉にて 1000, 1100, 1150, 1200°C/0.5~30 mn W. Q. 処理後実験用電気炉にて 675°C/1h W. Q. の熱処理を施し予め 60 grit の grinder で表面スケールを除去した後 60, 80, 120 grit の研磨紙で順々に研磨したものを腐食試験 (ASTM-A 262-55 65% 沸騰硝酸試験) に供した。

III. 試験結果

1) 化学成分の影響

Binder などの提示した粒界腐食に対する免疫性についての実験式から得られた値 (以下免疫度(A)と称す) が大きくなるにしたがつて、すなわち C および Ni 含有量は低く Cr 含有量は高く調整することによつて、その耐食性を向上させることが認められた。これは C 含有量を下げることによつて鋭敏化処理時の粒界析出物 Cr₂₃C₆ が減少し、Ni 含有量を低くすることによつてオーステナイト matrix 中への C の溶解度が増加すること並びに Cr 含有量の増加によつて粒界における Cr の濃度低下を補充する作用をなすことに原因すると考えられる。また免疫度(A)によつて規定される steel 1~4 毎に参考許価基準侵食度 0.0020 ipm 以下に満足させるための固溶化処理条件の存在することが認められた。Fig. 1 に 1150°C 各加熱時間固溶化処理後鋭敏化処理材における免疫度と 5 週期平均侵食度との関係を示す。

2) 固溶化処理条件の影響

一般的に固溶化処理温度が高くなるほどまた固溶化処理時間が長くなるほど侵食度の減少する傾向が認められたが steel 1 (A = -18.4) においては、0.5mn および 2mn 加熱では温度が高くなつても侵食度は減少し

669.14.018.8:669.15.24.26-194.56
 :669.112.227.1:620.196.2:621.785
 (152) 低炭素オーステナイト系ステンレス鋼の粒界腐食性に関する考察

(化学成分および固溶化処理条件の耐食性におよぼす影響—I)

神戸製鋼所長府北工場
 高橋孝吉・大西忠利・松本 毅
 ○浜田汎史・大城毅彦

A Study on the Intercrystalline Corrosion Properties of Low-Carbon Austenitic Stainless Steel.

(Effect of chemical composition and solution heat treatment of corrosion resisting properties—I)

Kōkichi TAKAHASHI, Tadatoshi ŌNISHI,
 Tsuyoshi MATSUMOTO, Hirofumi HAMADA
 and Takehiko ŌSHIRO.

I. 緒 言

低炭素オーステナイト系ステンレス鋼は、元来耐粒界腐食性が比較的良好な材料として主に化学工業用に使用されてきたが最近使用条件の苛酷化と相俟つて製品に対してより厳格な耐粒界腐食性の要求がなされるようになり、その耐食性向上のための研究が急務となつてきた。そこで著者などは 304 L 型低炭素オーステナイト系ステンレス鋼管を対象として BINDER などの求めた耐粒界腐食性に対する免疫性をあらわす実験式にもとづいて耐粒界腐食性におよぼす化学成分の影響について検討すると同時に実際製品に対してなされる固溶化処理条件の耐食性におよぼす影響について検討し鋼管製造の立場より耐粒界腐食性向上に関する考察を行なつた。腐食試験法としては、粒界腐食性許価法として主にアメリカにおいて慣用されている 65% 沸騰硝酸試験を採用し、評価基準としては一般に容認されている侵食度 0.0020 ipm 以

Table 1. Chemical composition.

Steel No.	Chemical composition (%)							Value calculated from equation (1)* A.
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	
1	0.023	0.43	1.63	0.029	0.010	18.08	12.94	-18.4
2	0.021	0.51	1.71	0.027	0.009	18.38	12.98	-0.4
3	0.020	0.46	1.64	0.024	0.006	19.25	12.45	23.9
4	0.016	0.50	1.61	0.024	0.009	19.33	12.49	56.8
ASTMA 312 TP304L	≤0.03	≤1.00	≤2.00	≤0.045	≤0.030	18.00 ~20.00	8.00 ~12.00	—

* Binder's equation.

$$6.17(\%C)^{-0.83} + 13.8(\%Cr) - 10(\%Ni) - 276 = 0 \dots\dots\dots (1)$$

; applied in C 0.015~0.050%, Cr 16~25% and Ni 7~25%.

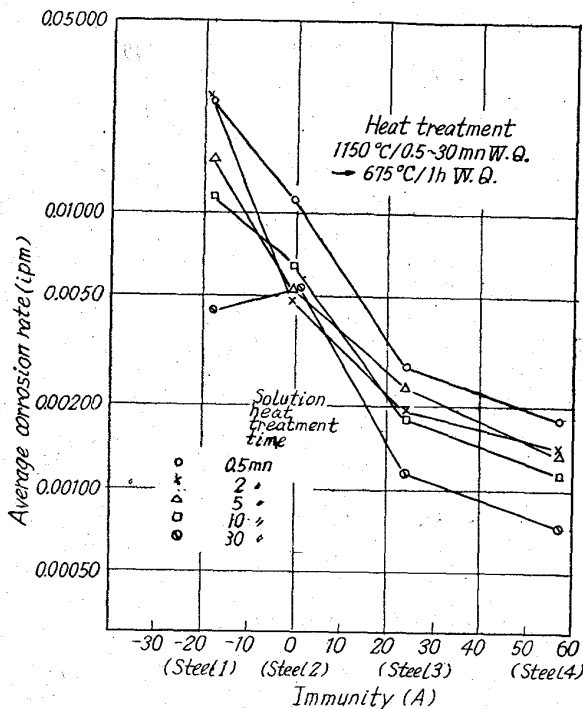


Fig. 1. Relation between average corrosion rate (\bar{x}) and immunity (A).

ないが処理時間がこれより長くなると 1100°C または 1150°C で急激に減少しその程度は steel 4 (A=56.8) よりも顕著であることが認められた。また免疫度の低い steel 1 (A=-18.4), steel 2 (A=-0.4) については 1200°C/30mn 固溶化処理の場合にのみ基準侵食度 0.0020 ipm 以下となり, steel 3 (A=23.9) では 1150°C/2mn よりまた steel 4 については 1100°C 以上の

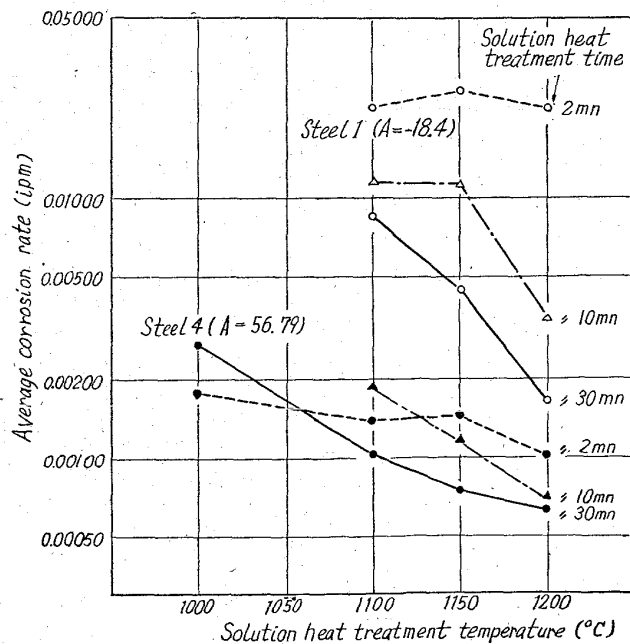


Fig. 2. Relation between solution heat treatment temperature and average corrosion rate on steel 1 and steel 4. (Test specimens were heated at 675°C for 1h after each solution heat treatment.)

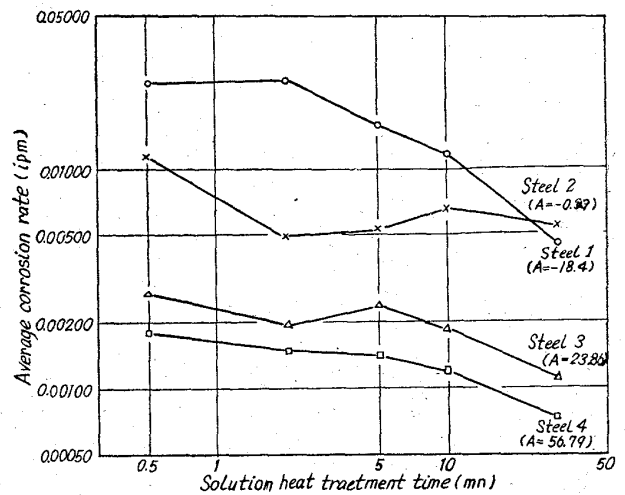


Fig. 3. Relation between average corrosion rate and solution heat treatment time at 1150°C on steel 1~4. (Test specimens after heated at 675°C for 1h after each solution heat treatment.)

温度であれば, 0.5mn 程度のごく短時間処理によつて基準侵食度以下にもちきたしうることが認められた。Fig. 2, Fig. 3 に steel 1~4 に対する 1150°C における 5 週期平均侵食度と固溶化処理時間との関係を示す。

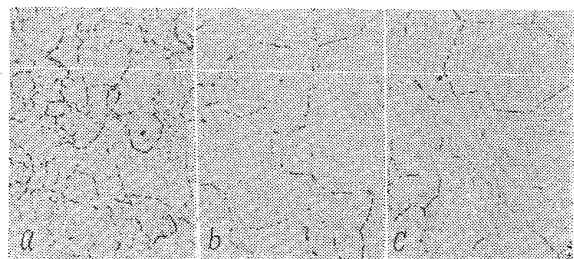
3) 顕微鏡組織と侵食度との関係

Steel 1~4 の 1150°C 固溶化処理後鋭敏化処理を施行した試験片を対象に顕微鏡組織と侵食度との関係を調査した結果免疫度のいかにかわらず粒界の炭化物析出が顕著であることおよび 0.5mn 処理材のオーステナイト結晶粒度が特に細かいなど同一の組織性状を呈しており顕微鏡的には差は全く認められなかつた。以上免疫度のちがひによつて顕著に認められた耐食性水準の差を組織的に確認することは全くできなかつた。Fig. 4 に 1150°C 各時間に固溶化処理後鋭敏化処理したものの顕微鏡組織代表例およびそれぞれの侵食度を示した。

IV. 結 言

以上の試験結果を総括すると下記のごとくである。

1) 化学成分については, C および Ni 含有量をできるだけ低くまた Cr 含有量をできるだけ高くすることに



Solution heat treatment (a) 0.5mn (0.02498), (b) 5mn (0.01562), (c) 30mn (0.00444). () : average corrosion rate ipm.

Fig. 4. Typical micro structure of steel 1. (Specimens were heated at 675°C for 1h after each solution heat treatment at 1150°C).

よつて Binder などの実験式の左辺の値(A)が⊕側に大きくなるように調整する必要がある。

2) 固溶化処理時間は長い程また温度は高い程耐食性の向上することが認められたが、化学成分によつてその固溶化処理条件を変える必要があり免疫度(A)=56・8以上のものに対しては 1100°C において 0・5 mn 程度の短時間固溶化処理で十分基準侵食度 0・0020 ipm 以下の耐食性を有するもの得られることが認められた。

文 献

- 1) W. Q. BINDER, C. M. BROWN & R. FRANKS:
Trans. Amer. Soc. Metals, 41 (1949), p. 1301

669.14.018.584-157.8=621.785
787.01

(153) 冷間加工硬化型および析出硬化型非磁性鋼の硬化性について

(タービン発電機用非磁性鋼の研究—Ⅲ)

神戸製鋼所中央研究所

鈴木 章・中野 平・高田 寿

後藤督高・○前田昌敏

63343

1551~1553

Characteristics of Non Magnetic Cold Work Hardening Steel and Precipitation Hardening Steel.

(Study of non magnetic steel for turbo-generator—Ⅲ)

Akira SUZUKI, Taira NAKANO,
Hisashi TAKATA, Tadataka GOTÔ
and Masatoshi MAEDA.

I. 緒 言

最近、タービン発電機に用いられる非磁性保持環は益々高い強度が要求されており、またその材料はこれまでの冷間加工硬化型非磁性鋼と共に析出硬化型非磁性鋼も漸次実用化されている。当社はすでに Mn-Ni-Cr 系および Mn-Cr 系冷間加工硬化型鋼 3 鋼種の冷間加工硬化による諸特性を報告したが、本報はこれなどの中の Mn-Cr 系冷間加工硬化型鋼の加工硬化性におよぼす Ni, N 添加の影響と Mn-Cr-V-N 系析出硬化型非磁性鋼の析出硬化性について報告する。

II. 実 験 材

実験材は冷間加工硬化型鋼として 18 Mn-4 Cr 鋼, 18 Mn-4 Cr 鋼に Ni 2・0%, N 0・1% を添加したものおよび析出硬化型鋼として 20 Mn-15 Cr-V-N 鋼を選び、18 Mn-4 Cr 鋼は第 1 報の実験材を、他は塩基性 100 kg 高周波炉で溶製した 90 kg 鋼塊を 30mm 角材に鍛

伸して用いた。Table 1 に供試材の化学成分を示す。

III. 実 験 方 法

冷間加工硬化型鋼は 30mm 角材により 1050°C/3h 溶体化後、水冷と空冷 2 通りの冷却を行ない、JIS 4 号の引張試験片に加工して常温から 400°C 間の温度で最大 30% までの引張加工を加えた。加工後の歪取焼鈍は 300°C~600°C の温度で各々 10h 保持後空冷した。なお 18 Mn-4 Cr 鋼は一部追加実験を行ない、他は既報の値を用いた。他方、析出硬化型鋼については 30mm 角材を用いて溶体化温度を 1050°C~1150°C に変化させ各 3h 保持後、冷却速度を水冷、空冷の 2 通りに変え、時効処理は 550°C~750°C 間の温度で最大 30h まで行な

た。以上の処理を施したものについて硬度、引張およびシャルピー衝撃試験、ならびに導磁率の測定を行ない、各鋼種の冷間加工硬化あるいは析出硬化による諸性質の変化を調べた。

IV. 実 験 結 果

1) 冷間加工硬化型鋼について

冷間加工によつて強度、特に耐力を上昇せしめる場合の冷間加工条件と機械的および磁氣的性質の関係は現在多用されている代表的な 3 鋼種についてすでに報告した。すなわち、① 8 Mn-8 Ni-4 Cr 鋼は冷間加工温度が高い方が(500°C)硬化度が大きく、溶体化後の冷却速度は殆んど影響しない。② 18 Mn-4 Cr 鋼は加工温度の低い方が(常温)硬化度は大で、しかも加工温度の低い場合には溶体化後の冷却速度は速い方がすぐれている。③ 14 Mn-6 Ni-4 Cr 鋼は 8 Mn-8 Ni-4 Cr 鋼と同傾向を示すが加工硬化度はやや小さい。④ 各鋼種共 600°C 以上の加工温度および歪取焼鈍では著しい脆化をもたらす。また導磁率は 30% 程度の加工率を加えても殆んど増加せず極めて小さい値を示すことなどを明らかにした。

本実験においては 18 Mn-4 Cr 鋼に Ni 2%, N 0・1% を添加したものは冷間加工温度が低い場合のみ溶体化後の冷却速度の速い方がすぐれた硬化性を示すが Ni および N を含まないものよりもその効果はやや小さい。しかし冷間加工硬化性は Ni, N の添加により向上し、各加工温度共耐力の増加が大きくかつ絞りの低下が小さい。(Fig. 1, 2) 歪取焼鈍の影響は両鋼種共、加工温度が常温の場合は 400°C 以上、400°C の場合は 500°C 以上の焼鈍温度で耐力および絞りが低下するが、いずれの歪取焼鈍温度の場合も Ni, N を含むものの方が含まないものよりも耐力値が高く、すぐれた常温機械的性質を示した。(Fig. 3) また導磁率は 1・002~1・003 の範囲で非常に小さく冷間加工による影響は認めなかつた。

Table 1. Chemical compositions of specimens tested. (%)

Type	Steel	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	V	N
Cold work hardening type	18Mn-4Cr	0・43	0・65	17・53	0・026	0・009	0・11	0・11	4・63	—	—
	18Mn-4Cr-Ni-N	0・42	0・58	18・14	0・026	0・006	—	1・88	4・75	—	0・086
Precipitation hardening type	20Mn-15Cr-V-N	0・56	0・56	20・70	0・024	0・005	—	—	15・60	2・02	0・25