

の生成限界を低 Cr 側に移す能力は極めて小さく、 σ 相の生成速度を著しく速めることに特徴がある。

(c) δ フェライト量と磁性との関係

磁性を表わす数値としては磁場の強さ 1000 エルステッドにおける磁化の強さを用いた。装置は Cioffi 型電子管式自記磁束計を用い、磁気履歴曲線から $B-H=4\pi I$ を求めた。計算の便利のため飽和磁化の強さとして $4\pi I$ を使用する。18Cr-4Ni 系および 18Cr-12Ni 系について飽和磁化の強さと δ フェライト量との関係を各々 Fig. 1, 2 に示す。18Cr-4Ni 系については組織的に調べてマルテンサイトの存在しない試料のみから両者の関係を決定した。図からも分かるように δ フェライト量と飽和磁化の強さは直線関係を有する。しかし 18Cr-4Ni 系と 18Cr-12Ni 系ではその勾配は異なっており最小自乗法により求めた関係式は各々 (1) (2) 式の如くなる。

$$y = 135.6x - 30.6 \dots\dots\dots(1)$$

$$y = 75.1x + 225.3 \dots\dots\dots(2)$$

y: 飽和磁化の強さ, x: δ フェライト量

しかし最小自乗法で求めた式すなわち直線のあてはめに意味があるかどうか疑問があつたので回帰分析により検定したところ、95% の信頼度で意味のあることが判明した。またマルテンサイトの混在する場合も sub zero 処理のデータと式 (1) を用いてそのマルテンサイト量を推定することも可能であり、その結果溶体化処理温度の高い程マルテンサイト量が減少し、オーステナイト量が増加することがわかつた。

文 献

- 1) T. P. HOER & K. W. J. BOWEN: Trans. Amer. Soc. Metals, 45 (1953), p.443/475.
- 2) H. T. SHIRLEY: J. Iron. & Steel Inst. (U. K), 174 (1953), p. 242/249.
- 3) 内山: 鉄と鋼, 47 (1961) 10, p. 286.

669, 14, 018, 8 = 669, 15/24/26-196, 56

539.4 = 620, 193, 01

(163) オーステナイト+フェライト系ステンレス鋼の機械的性質および耐食性におよぼす成分および組織の影響 62343

(Cr, Ni, Mo, Mn, Si の影響)
大平金属工業 1506~1508
工博 井上繁弘・土屋 隆

Effects of Chemical Compositions and Structural Conditions on Mechanical Properties and Corrosion Resistance of Austenitic and Ferritic Cast Stainless Steels.

(Effects of Cr, Ni, Mo, Mn, Si)
Dr. Shigehiro INOUE and Takashi TSUCHIYA.

I. 緒 言

オーステナイト系ステンレス鋼中のフェライト相については、耐食性、機械的性質の点から種々問題になつ

ているが、そのフェライト相の役割については定量的な関係がはつきりしていない。本実験では、20Cr-9Ni ステンレス鋼を中心として Cr, Ni, Mn, Si, Mo を変化させて、そのフェライト相の量を測定し、それと、引張強さ、耐力、弾性限 (0.02%) 硬度、5% H₂SO₄ に対する耐食性の関係を調べた。

II. 供試材および実験方法

供試材は 100 kg 高周波炉で溶製し、順次変動成分を添加していつて Keel Type Block に铸造した。その化学成分を Table 1 に示す。全試料について 1100°C × 2h → 水冷処理を行つた。フェライト量は組織中のフェライト相の多少に応じて適当な視野になるような倍率にし、線分析によつて求めた。引張試験片は JIS 4 号試験片を用い、腐食試験は JIS 5% H₂SO₄ 沸騰 6 時間で行つた。

Table 1. Chemical compositions of specimens. (%)

Elements No.	Elements					
	C	Ni	Cr	Mn	Si	Mo
11	0.04	5.17	14.75	0.79	0.88	—
12	0.04	5.43	19.88	0.89	0.83	—
13	0.04	5.50	24.72	0.81	0.83	—
21	0.04	9.00	19.67	0.84	0.98	—
22	0.05	9.28	24.32	0.82	0.95	—
23	0.05	9.37	29.79	0.83	0.93	—
31	0.04	14.80	24.93	0.86	1.05	—
32	0.04	15.09	29.02	0.86	0.97	—
33	0.04	14.78	34.10	0.84	0.98	—
41	0.05	8.98	20.67	0.83	0.88	2.56
42	0.05	8.91	20.78	0.83	0.85	3.90
43	0.05	9.36	20.64	0.74	0.84	5.60
44	0.06	8.99	20.82	0.80	0.83	7.80
51	0.04	8.95	19.99	1.87	0.98	—
52	0.05	9.03	19.87	3.09	0.93	—
53	0.04	9.22	19.86	4.18	0.93	—
54	0.05	8.81	19.61	5.50	0.86	—
61	0.04	8.97	19.86	1.02	2.00	—
62	0.05	8.91	19.75	0.98	3.36	—
63	0.04	9.01	19.63	1.00	4.53	—
64	0.04	8.62	19.25	0.98	5.84	—

III. 実 験 結 果

a. 機械的性質

Ni 量 5% では Cr が増加すると引張強さは直線的に低下し、伸びは反対に大きくなるが、耐力、弾性限は、Cr 量 20% で最も小さい。Ni 量 9, 15% では Cr が増加すると機械的強度が大きくなり、また伸びは反対に低下する。20Cr-9Ni に Mo または Si を添加すると、その量の増加につれて機械的強度は大きくなるが、伸びは反対に低下する。Mn は機械的性質にほとんど影響しない。

b. 顕微鏡組織とフェライト量

No. 11, 12 ではマルテンサイトが全面的または一部に認められるが、その他では同一 Ni 量で Cr 量の多い程、また 20Cr-9Ni では Mo, Si の添加量の多い程、フェライト相が多くなる。しかし Mn は約 3% 附近にフェライト量の最小値があるように思われる。

Table 2 に各成分のフェライト実測値とシェフラー組織図より求めたフェライト推定量を示した。Ni, Cr

Table 2. Ferrite content of specimens. (%)

No.	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42
Measured content	1	38	86	9	33	61	16	36	53	29	44
*Estimated content	8	45	80~90	15	35	75	10	20	50	30	45
No.	43	44	51	52	53	54	61	62	63	64	—
Measured content	51	59	15	8	12	17	12	26	53	82	—
*Estimated content	50	60	15	8	7	6	25	30	48	65	—

* Estimated from Schäfflers diagram.

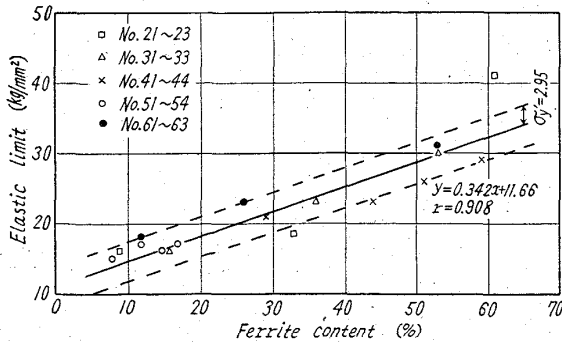


Fig. 1. Relation between ferrite content and elastic limit (0.02%).

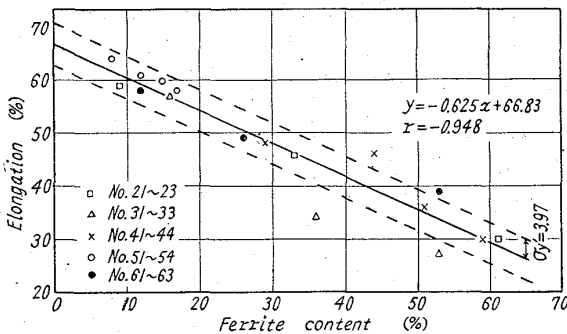


Fig. 2. Relation between ferrite content and elongation.

を変えた場合には実測値と推定値との間に差はあるが同じ傾向を示した。20Cr-9Ni に Mo を添加したものの実測値は推定値とよく一致しているが、Mn の場合には 3% 以上になると反ってフェライトが多くなり、推定値より完全にはづれた。Si の場合には実測値と推定値は同じ傾向を示しているが、シエフラー組織図で示すように、Si は Cr 当量 1.5 でなく、特に 3% 以上では約 2.5 の Cr 当量を示した。

c. 機械的性質とフェライト量との関係

成分組成に関係なく、機械的諸性質をフェライト量との関係で現すと Fig. 1, 2 (弾性限, 伸び) の例に示すように高度の相関がある。引張強さ, 耐力, 硬さ等にも同様な傾向が認められた。すなわち, オーステナイト+フェライト系ステンレス鋼の機械的性質は, その成分組成の相異よりも, 成分変動によって生じたフェライト量に依存することが極めて大きいことを示している。

しかしながら, このバラツキは成分によってある一定の傾向があるように見られたので, フェライト量 30% を修正値として Mo, Si, Mn の母平均推定区間を求め

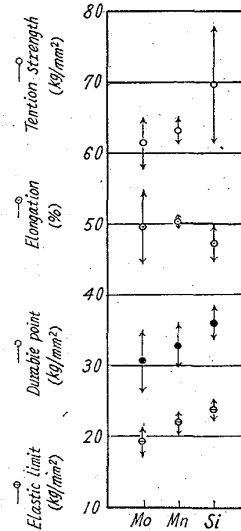


Fig. 3. Confidence interval for mechanical properties of cast stainless steels containing Mo, Mn and Si at ferrite 30%.

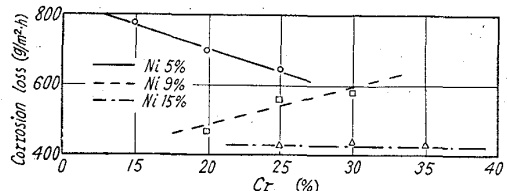


Fig. 4. Effect of Cr content on corrosion loss in boiling 5% H₂SO₄ for 6h.

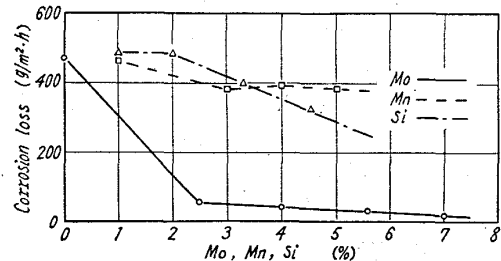


Fig. 5. Effect of Mo, Mn and Si on corrosion loss in boiling 5% H₂SO₄ for 6h.

ると, Fig. 3 に示すようになる。この結果より, Mo, Mn, Si の順に強度を大きくする傾向があると思われる。

d. 腐食試験

Fig. 4, 5 に Ni, Cr を変動した供試材と 20Cr-9Ni に Mo, Si, Mn を添加した供試材の腐食減量を示す。この場合、耐食性はフェライト量の多少に関係なく、その成分の種類と量によつて決定される。

III. 結 言

- 1) オーステナイトフェライト系ステンレス鋼の機械的性質はフェライト量と直線関係がある。
- 2) 同一フェライト量での機械的強度は Mo, Mn, Si の順に大きくなる傾向がある。
- 3) 腐食量とフェライト量との間には一定の関係がなく腐食量は主として成分の種類と量による。

B を 0.03% にした。また S 84 は S 81 の Zr の代りに Nb を 1% 添加し、S 85 は Al を 0.5% 添加したものである。

III. 実 験 結 果

1) クリープ破断試験

試験片はつぎの熱処理を行ない、650°C, 700°C および 750°C でクリープ破断試験を行なつた。

1150°C × 1 h → O. Q. 750°C × 20 h → A. C.

すなわち 1150°C で金属間化合物および炭化物などをオーステナイト地に固溶せしめ、つぎにこれを 750°C に加熱してこれらを析出せしめた。

Table 2 に S 81, S 82 の 650°C 60 kg/mm², および 750°C 30 kg/mm² の試験結果を示す。

S 81 および S 82 は析出硬化元素 Ti 量の差の影響もあるが、Mo 3% を添加したもののほうがクリープ破断強度は低い。しかしながら Nimonic 95 以上の破断強度を示す。

Fig. 1 (a) に 650°C, Fig. 1 (b) に 700°C における Mo, Nb および Al の影響を示す。

S 83 は Mo を 3% 添加したものであるが 650~700

669.14, 0.18, 44 = 669.15 / 24 / 26 - 19456
 539.434 = 539.4, 0.16, 3

(164) 15Cr-25Ni 系オーステナイト耐熱鋼におよぼす Mo, Nb, Al および Zr の影響 62344

(オーステナイト系耐熱鋼の研究—VII)

東京大学工学部 工博 藤田 利夫
 日立金属工業 ○笹倉 利彦

Effect of Molybdenum, Niobium, Aluminium and Zirconium on 15% Cr-25% Ni Austenitic Heat-Resisting Steels.

(Studies on austenitic heat-resisting steels—VII)

Dr. Toshio FUJITA and Toshihiko SASAKURA.

I. 緒 言

第6報では 15Cr-25Ni 系オーステナイト耐熱鋼におよぼす Ti 量および溶解法の影響について報告した。

本報では W 545, A 286 のごとく W を含まず Mo を 3% 添加してオーステナイト地を強化したものとおよび Nb, Al などを添加した耐熱鋼につき、クリープ破断強度、時効硬度、顕微鏡組織などにどのような影響をおよぼすかについて調べた。

II. 試 料

S 81, S 82 は高周波真空溶解炉で 30 kg, S 83~S

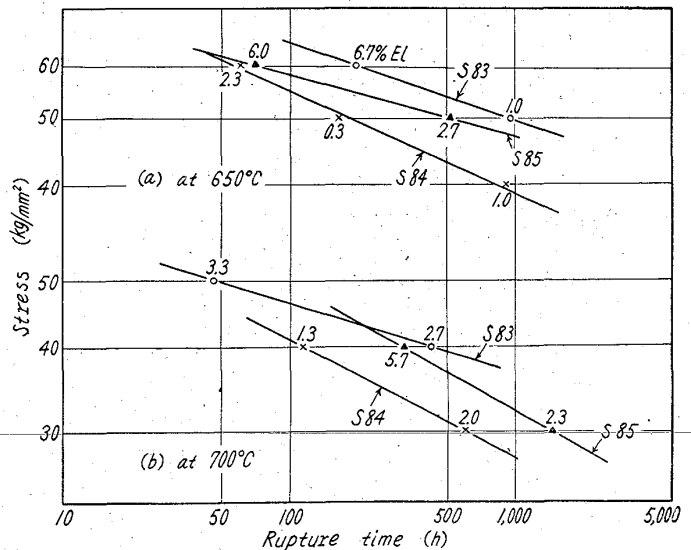


Fig. 1. Stress-time curves at 650°C and 700°C.

Table 1. Chemical composition of specimens. (%)

Steel No.	C	Ni	Cr	W	Mo	Ti	B	Zr	Others
S 81	0.08	24.40	14.96	1.28	1.50	4.48	0.047	(0.05)	—
S 82	0.05	25.60	15.05	—	3.00	3.56	0.044	(0.05)	—
S 83	0.07	25.43	14.42	—	2.63	4.32	0.029	—	—
S 84	0.04	25.59	14.39	1.54	1.64	4.64	0.027	—	Nb 0.76
S 85	0.03	25.63	14.54	1.48	1.58	4.16	0.027	—	Al 0.47

S 85 は 6 kg 溶製した。これを 20mm の角棒に鍛造してクリープ破断試験に供し、さらに 10mm の角棒に鍛造して時効硬度および顕微鏡組織に使用した。

試料の化学組成を Table 1 に示す。

S 81 は 15Cr-25Ni に W 1.5%, Mo 1.5%, Ti 4%, B 0.05%, Zr 0.05% を添加したものである。S 82 は S 81 の W を Mo に置換し、Mo 3% としオーステナイト地をさらに強化したものである。S 83 は S 82 の

Table 2. Creep rupture data.

Steel No.	650°C and 60 kg/mm ²		700°C and 40 kg/mm ²		750°C and 30 kg/mm ²	
	Rupture time (h)	Elong. (%)	Rupture time (h)	Elong. (%)	Rupture time (h)	Elong. (%)
S 81	440.8	6.7	623.5	7.3	—	—
S 82	110.4	14.0	175.4	18.3	254.8	13.7