

一面に粒状析出が認められ、破断時間は 1 Mn-0.32N 鋼よりかなり長い。また 3 Mn-0.2 Al-0.67N の破断時間はいちじるしく短くなる。応力 8 kg/mm² の場合も N% に対してほぼ同様の傾向を示すが、3 Mn-0.58 N 鋼のみは 12 kg/mm² の場合と異なり、8 kg/mm² では 1 Mn-0.32N 鋼および 1 Mn-0.17N 鋼に比してもやや劣るようになる。また、この 3 Mn-0.58N 鋼に冷間加工を施しても 8 kg/mm² での試験結果にはあまり改善はみられない。

IV. 結 言

高圧窒素中溶解法により約 0.67% までの N を含む 18-7 ステンレス鋼を溶製し、その諸性質におよぼす N 濃度の影響を検討したが、その結果、N はオーステナイト安定度をいちじるしく高めるとともに常温の機械的性質をかなり改善することを見出し、また高温クリープ破断特性は 0.32% N 付近で最良となるが、これ以上に N% が増せば窒化物が層状に析出してかえつて高温強度が劣化することを認めた。また 3% Mn および 0.2% Al の添加による効果についても若干の検討を加えた。

文 献

- 1) S. C. DAS GUPTA, B. S. LEMENT: J. Metals, 3 (1951), 727.
- 2) R. E. CECH, J. H. HOLLOMON: J. Metals, 5 (1953), 685.
- 3) C. H. SHIH, B. L. AVERFACH, M. COHEN: J. Metals, 7 (1955), 183.

669.14.018.8: 669.1524.26-194.006
: 669.857.86

(172) ステンレス鋼に対する希土類 元素処理 p. 638~639

早稲田大学 工博○長谷川正義
東 化 工 三 沢 正 敏・田 辺 伊 佐 男

Modification of Stainless Steels by Means of Rare Earths Addition.

Dr. Masayoshi HASEGAWA, Masatoshi MIZAWA
and Isao TANABE.

I. 緒 言

鋼に対する希土類元素 (以下 RE と記す) の添加は、米国ではすでにかかなり以前から試みられているし、最近ソ連でも広汎な試験が行なわれている。わが国では著者の 1 人が 1957 年に本誌にその利用を紹介し、その後多くの特殊鋼メーカーでも試用の実績をもっているようであるが、データはほとんど公表されていない。

Table 1. Chemical composition of specimens. (%)

No.	Steels	C	Cr	Ni	Si	Mn	Cu	Mo	La+Ce
3	304	0.034	17.38	11.39	0.51	1.71	0.24	—	—
4	〃 0.3 addn.	0.034	17.34	11.28	0.51	1.68	0.22	—	0.017
5	C-20	0.016	19.47	27.23	0.87	2.14	4.12	1.97	—
7	〃 0.3 addn.	0.019	19.59	27.78	0.89	2.07	4.63	1.93	0.008

諸外国の文献によれば、希土類添加は主としてステンレス鋼、あるいは耐熱合金などの高合金鋼の処理に利点が見出されているようであるが、その効果については必ずしも理論的に明らかにされていないようである。

著者らは鋼に対する RE 処理の効果を明らかにする目的を以て、一連の研究を行なっているが、ここでは国産の RE-Ca-Si 系母合金を用いて、18-8 ステンレス鋼および 25-20 系ステンレス合金を処理した場合の結果について報告する。

II. 実験方法

試料の溶解は 300 kg 容量の高周波炉を用い、RE 処理試料と非処理の標準試料をそれぞれ同一チャージから分注して 50 kg 鋼塊 4 本、または 30 kg 鋼塊 3 本を造塊した。なお溶解には故意に多量のスクラップをチャージし、また RE 合金添加量は 0.3% (total RE として約 0.08%) に一定した。

これらの鋼塊は鍛造および圧延により 22mm φ 棒に加工して供試材とした。かくして得られた試料は 18-8 系 (AISI 304) 4 種、25-20 系 (carpenter 20) 3 種であるが、その代表分析成績は Table 1 に示すごとくである。

III. 実験結果

(1) 溶解および加工

使用した RE-Ca-Si 合金の主要組成は RE 25%, Ca 30%, Si 45% であり、出鋼直前に 0.3% を添加したが、試料中の (La+Ce) の含有量は例えば Table 1 のごとくで歩留は一定せず、チャージによつて 10~25% の範囲であつた。またスクラップを多量に用いたが、熱間加工ではいずれの試料もクラックその他の欠陥を発生しなかつたので、RE 処理の効果は比較できなかつた。

(2) 結晶粒度および清浄度

4 試料を代表例として、オーステナイト粒度および非金属介在物量を JIS 法によつて測定した結果を Table 2 に示した。この結果から明らかなように RE 処理はオーステナイト鋼の結晶粒度には影響をもたない。清浄度についてはいずれの場合も A, B, C 系介在物量を減

Table 2. Grain size and inclusions.

Steel No.	JIS aust. grain size No.		JIS nonmetallic inclusion counting (%)		
	Soln treated	Stab'zd.	A-series	B-series	C-series
3	4.4	4.9	0.043	0.056	0.24
4	4.6	4.4	0.031	0.036	0.13
5	4.3	4.5	0.018	0.015	0.26
7	4.3	4.0	0.012	0.012	0.16

669.14. 018.8: 669.15'20'26)
 -194.56: 669.3
 : 669.786 639

Table 3. Room temperature mechanical properties. No. 62173

No.	σ_s (kg/mm ²)	σ_B (kg/mm ²)	δ (%)	ϕ (%)	Kb (kg-m)	σ_s (kg/mm ²)	σ_B (kg/mm ²)	δ (%)	ϕ (%)
	As rolled					As solution treated			
3	28.1	62.5	53	67	15.3	20.5	54.9	64.4	69.7
4	31.3	63.8	54	67	25.8	24.1	56.0	62.8	68.5
5	38.2	65.8	46	62	11.9	22.5	57.2	51.4	65.2
7	39.6	68.4	48	60	13.5	21.7	57.2	52.8	68.7

じ、とくにC系介在物の減少が顕著であつた。ただし各試料ともS含有量がかなり低いので、とくに硫化物系介在物について期待したような差異は認められなかつた。なお炭化物の形態、分布やその他の顕微鏡組織にはとくに変化はなかつた。

(3) 機械的性質

常温の引張試験および衝撃試験を圧延のまま、および溶体化処理の状態について測定した結果は Table 3 に例示してある。圧延状態では常温引張成績は、RE 処理鋼の方がやや強度、伸びともに大であるが、その効果は微細であり、溶体化状態ではほとんど差異はない。ただ衝撃値は RE 処理鋼の方が非処理鋼に比していちじるしく高い値を示したが、とくにスクラップを多量にチャージした 18-8 鋼において、その効果が顕著であつた。この理由としてガス成分の減少または安定化が考えられるが、18-8 鋼の試料 No. 3, 4 についてのガス分析結果は O, H および N のいずれも処理鋼の方がやや低値を示した。

高温の機械的性質としては、主として熱間加工性、あるいは熱間靱性の観点から、熱間衝撃試験および熱間衝撃圧縮試験を行なつた。結果は Table 4 に示すごとく、RE 処理によるこれら熱間性能の改良はほとんど現れなかつたが、1200°C の高温では熱間衝撃値がやや増大を示している。

(4) その他の性質

以上のほか各試料について短時間熱間引張、クリープ強さ、耐硫酸試験、粒界腐食試験、応力腐食割れなどについて RE 処理の効果を比較したが、若干の改良効果を認めた他には、いちじるしい差異は認められなかつたので、結局これら Cr-Ni 系ステンレス鋼に対する微量の RE 処理は、ガス成分、S, P および介在物の減少または安定化などの清浄作用によつて、靱性の改良のような 2 次的効果を示すものと考えられる。

Table 4. High temperature properties.

Steel No.	Impact tests at				Impact-compression test at 1190°C
	900°C	1000°C	1100°C	1200°C	
3	5.8	7.5	7.5	6.4	9.75
4	5.8	7.9	7.5	7.1	10.02
5	6.2	7.1	6.7	5.2	11.92
7	5.9	7.4	6.5	6.1	11.71

(173) Cr-Ni ステンレス鋼の諸性質におよぼす成分および組織の影響 (Cu, N の影響)

金属材料技術研究所

○乙黒靖男・河部義邦・工博 中川竜一

Effects of Chemical Composition and Structural Conditions on Properties of Cr-Ni Stainless Steels.

(Effect of Cu and N addition)

Yasuo OTOGURO, Yoshikuni KAWABE
 Dr. Ryuichi NAKAGAWA.

I. 緒言

Cu, N はともにオーステナイト生成元素であり、特に N はその能力がきわめて大きく、その Ni 当量は 25~30 倍と報告されている。したがつて Ni 節減を目的として Fe-Ni-Cr-N 系、Fe-Cr-Mn-N 系などの組織に関して数多くの研究が報告されている。

Cu は Cu-rich 相の析出硬化を利用して強度を高める PH ステンレス鋼に添加されることが多いが、そのオーステナイト生成能力は比較的弱く Ni の代用としてはあまり用いられず、したがつて Ni-Cr 鋼の組織におよぼす影響についてはあまりよく知られていない。

本実験においては Ni-Cr ステンレス鋼の組織、特に δ フェライト量におよぼす Cu, N の影響を調べ、組織と機械的性質および化学的性質との関係を調べるため、18Cr-4Ni 系に Cu, N を種々の量添加した試料について、組織の観察、時効硬さ測定、引張り試験、腐食試験などを行なつた。

II. 試料

本実験に用いた試料の化学組成を Table 1 に示す。Mn, Si, Cr, Ni はおのおの 2, 1, 18, 4% と一定とし、Cu 量を変えた C 系では Cu を 1, 3, 4% 添加し、N 量を変えた N 系では N を 0.05, 0.10, 0.20, 0.30% 添加した。C は出来るだけ低く抑えた。

溶解は 10 kg 高周波溶解炉で 9 kg 溶製し、80mm ϕ のインゴットとし、鍛造は硬さ、組織用には 10mm 角に、引張試験用には 13mm ϕ 、腐食試験用には 18mm ϕ の丸棒に鍛造した。溶体化処理は δ フェライト量と処理温度の関係を調べるため、1100°, 1150°, 1200°, 1250°C の 4 段階で各 1 時間行なつた。

III. 実験結果および考察

a) 時効硬さ

時効は δ フェライトから σ 相への変化が高温ほど速く