

669.14.018.295;
669.15.24-194.3.621.785.616
22.620.172.22;
620.178.152.22

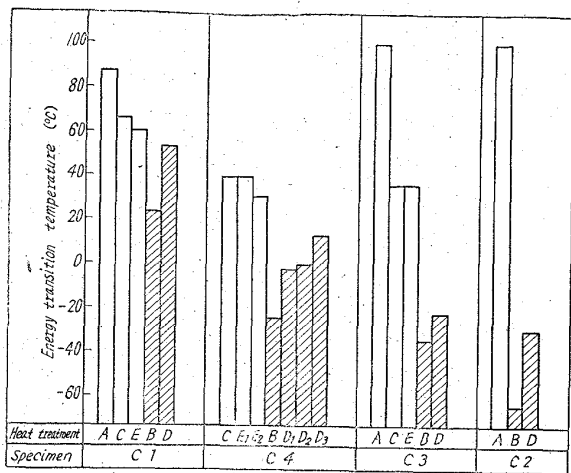


Fig. 2. Summary of energy-transition temperature (V-notch Charpy: 5kgm/cm²) of the specimen C1, C2, C3, C4 after various heat treatments.

Fig. 2は各供試材について求められた衝撃エネルギー遷移温度(比較の便宜上、5 kg·m/cm²の温度をとつた)を一括して示したものである。

いずれの供試材においても調質処理が焼鈍処理である場合、すなわち組織がフェライト・パーライト組織の場合には(顕著なウィドマンシュテッテン状組織の残留する場合を含めて)衝撃遷移温度に対し前熱処理の影響の全く認められないことがわかる。これに対し調質処理が焼入・焼もどしの場合には、前熱処理の有無の影響が認められ、前熱処理によつて遷移温度の上昇することが示されている。この理由についての明確なことはわからないが前熱処理によつて生ずる組織的、成分的不均一に基因するものと考えられる。この遷移温度の上昇はわずかなものであり、またここでおこなつた前熱処理がきわめて長時間にわたるものであることを考慮するとこの上昇も實際上、特に問題になるとは考えられないが、以上の諸結果はさらに一般的に、炭素鋼が焼準ないしは炉冷などの調質処理によつてフェライト・パーライト組織として使用される場合には、その機械的性質に調質前の熱処理履歴の影響はないこと、また焼入・焼もどしをおこなつて使用される場合には前熱処理履歴の影響する場合であることを示唆しているといえよう。

文献

- 岡田: 鉄と鋼, 47 (1961), p. 438~440.
- 岡田: 鉄と鋼, 48 (1962), p. 613~614.

(150) 25% Ni および 20% Ni マルエージング鋼の試作研究

(高 Ni 超高張力鋼の研究-I)

日本冶金工業川崎製造所 63/50

工博 川畑 正夫・工博 横田 孝三

渡辺 哲弥・江波戸和男

Study on Trial Manufacture and Properties of 25% Ni and 20% Ni "Maraging" Steels.

(Study on high-Ni ultra-high strength steel - I)

Dr. Masao KAWAHATA, Dr. Kozo YOKOTA, Tetsuya WATANABE and Kazuo EBATO.

I. 緒言

鉄鋼をより広い分野に使用するために常にその性能に対する新しい要求が提起され、これを満足すべく新しい鋼が開発されてきた。各種性能のうちでも強度に対する要求は非常に大きく強度/比重あるいは強度/単価の大きい鋼が常に目標とされる。今までに我が国および諸外国において数多くの高抗張力鋼が開発されてきた。しかし近年所謂超高張力が靱性の点から難点のあることを示す事例も報告されており新たな超高張力鋼の開発に当つては強度とともに靱性が重要視されていることは当然のことであろう。最近米国において開発されている低C高Ni超高抗張力鋼は鉄基析出硬化型鋼として耐力 1・80 kg/mm², 抗張力 190 kg/mm², 伸び 11%, 絞り 50%, 切欠強度 200 kg/mm² 前後が報告されている。この種鋼は 18%~25% Ni を含み変態および析出により上記特性をもたらしすもので析出硬化に寄与する元素として Ti, Al あるいは Co, Mo を用いている。われわれはここに強化手段の異なる2鋼種、すなわち 25% Ni 鋼および 20% Ni 鋼を工業規模で試作しその熱処理による各種性質の変化を検討し、両鋼種の特性を追求したのでここにその結果を報告する。

II. 供試材および試験方法

Fe-Ni 系において Ms 点を常温附近にもたらしすには約 28% Ni が必要である。われわれは焼鈍、サブゼロ処理によりマルテンサイト組織を得る 20% Ni 鋼と焼鈍、オースエージングおよびサブゼロ処理によりマルテンサイト組織が得られる。25% Ni 鋼と Ti, Nb を添加した Table 1 に示す 2 鋼種を溶製し供試材とした。溶製に当つては誘導式真空溶解炉を使用し、得られた 500 kg 鋼塊を熱間鍛造および熱間圧延により 25mm φ とし各種試験に供した。熱処理による機械的性質の変化を知るために種々の熱処理を行なつたがその内容はつぎの通りである。

Table 1. Chemical composition of 25%Ni and 20%Ni "maraging" steels.

Steels	Chemical composition (%)													
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Ti	Nb	Ta	Zr	Al	B	N
25%Ni	0.01	0.07	tr.	0.002	0.024	25.29	0.08	1.49	0.39	0.10	0.05	0.13	0.003	0.008
20%Ni	0.01	0.07	tr.	0.002	0.031	20.29	0.01	1.42	0.40	0.10	0.05	0.13	0.003	0.005

A 処理 (焼鈍処理) : 760°C ~ 982°C × 1h. a 処理 (オースエージング処理) : 703°C × 4h, R 処理 (サブゼロ処理) : -730°C × 16h, M 処理 (マルエージング処理) : 371°C ~ 593°C × 3h.

以上の処理により得られた試片について Ms 点の測定, 顕微鏡組織, マルエージング処理による析出硬化および高温, 常温, 低温における強度試験を実施した.

III. 実験結果

(1) 供試材の Ms 点および組織

816°C 焼鈍後の Ms 点測定結果によれば 20% Ni 鋼では Ms 点は 222°C, 25% Ni 鋼では 70°C である. Mf 点は前者は 60°C 後者は -73°C であつた. したがつて 816°C 焼鈍状態, サブゼロ処理により 20% Ni 鋼はマルテンサイト組織が得られたが同処理で 25% Ni 鋼はマルテンサイトオーステナイト組織である. 25% Ni 鋼の Ms 点を上昇させる目的で 816°C 焼鈍, 空冷後 763°C で時効処理した結果 Ms 点は 110°C となり Mf 点は約 -70°C にある. これは時効処理により Fe₂Ti 等の析出が起り Ms 点を上昇させているものと考えられる.

(2) マルテンサイト基質の機械的性質におよぼす焼鈍温度の影響

760°C ~ 982°C での焼鈍後 20% Ni 鋼については R 処理, 25% Ni 鋼については a 処理, R 処理を行ないその機械的性質を調べた. その結果は Fig. 1 に示すように 25% Ni 鋼では焼鈍温度 760°C で硬さ, 強さ, 伸び, 絞り共に大きく, 816°C 以上では殆んど変化しない. 20% Ni 鋼では焼鈍温度の上昇とともに硬さ, 強さは減少するが伸び, 絞りは殆んど変化しない. 25% Ni 鋼の 760°C 焼鈍状態で伸びおよび絞りの大きいのは a 処理により充分 Ms 点が増えず R 処理によつても一部残留オーステナイトが存在するためと考えられる. このようことから両鋼種の焼鈍温度は 816°C が適当と考えられる. なお 25% Ni 鋼の 816°C 焼鈍空冷後の組織はオーステナイトであり機械的性質は Table 2 に示すように引張り強さ 83 kg/mm², 伸び 28%, 硬さ 200 (Hv) である.

(3) 時効処理硬さ

Fig. 2 に 450°C, 482°C および 550°C 100 で h 迄時効処理した場合の硬さ変化を示す. 25% Ni 鋼は A 処理 (816°C) + a 処理 (703°C) + R 処理後, 20% Ni 鋼は A 処理 (816°C) + R 処理後試験に供した. Fig. 2 にみるように時効温度 450°C では硬化は比較的遅く硬化量は 25% Ni 鋼の方が大きい. 482°C では硬化が急激で 20 mn ではほぼ最高硬さに達し 4 h まで殆んど同じ硬さを保持し, それ以上の時効で徐々に軟化する. 550°C では 20 mn で最高硬さ 525 ~ 550 Hv に達しそのあとは軟化する. 482°C および 550°C の時効温度において 25% Ni, 20% Ni 鋼ともにほとんど硬さ変化を示し, 両者の硬化機構は同じものであると推察され

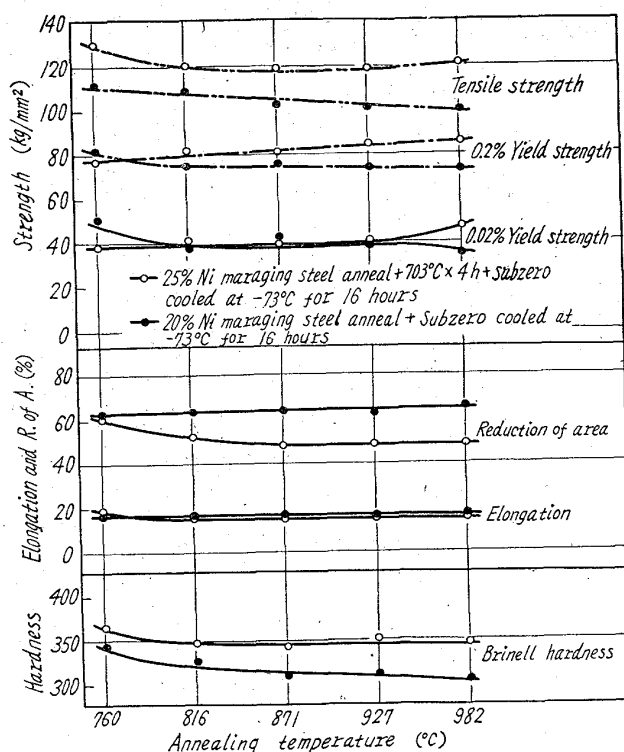


Fig. 1. Effect of annealing temperature on mechanical properties of 25%Ni and 20%Ni "maraging" steels.

Table 2. Mechanical properties of "maraging" steels as rolled and "maraged" conditions.

Steel	Conditions	Y.S. _{0.02} (kg/mm ²)	Y.S. _{0.2} (kg/mm ²)	T.S. (kg/mm ²)	Elongation (%)	R.A. (%)	Charpy impact value ft-lb	Brinell hardness
25%Ni	As hot-rolled	20.1	40.8	83.5	28.6	70.2	114.0	241
	816°C for 1h annealed	20.1	40.2	82.8	28.4	70.2	95.0	201
	703°C for 4h + subzero-cooled at -73°C for 16h + 482°C for 3h	140.2	170.5	186.0	8.9	37.8	8.7	522
20%Ni	As hot-rolled	35.2	71.5	105.6	16.1	65.8	61.0	325
	816°C for 1h annealed and subzero-cooled at -73°C	34.8	72.3	106.0	14.6	62.1	61.0	321
	Subzero cooled at -73°C for 16h and maraged at 482°C for 3h	146.0	171.5	184.0	11.6	46.4	14.8	514

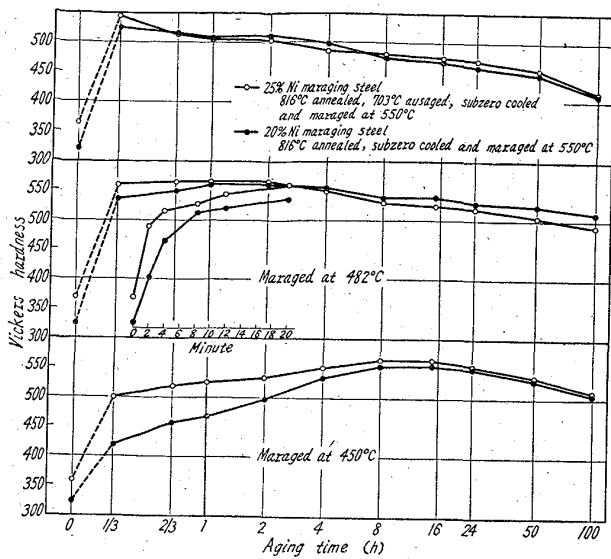


Fig. 2. Effect of "maraging" on hardness of 25%Ni and 20%Ni steels.

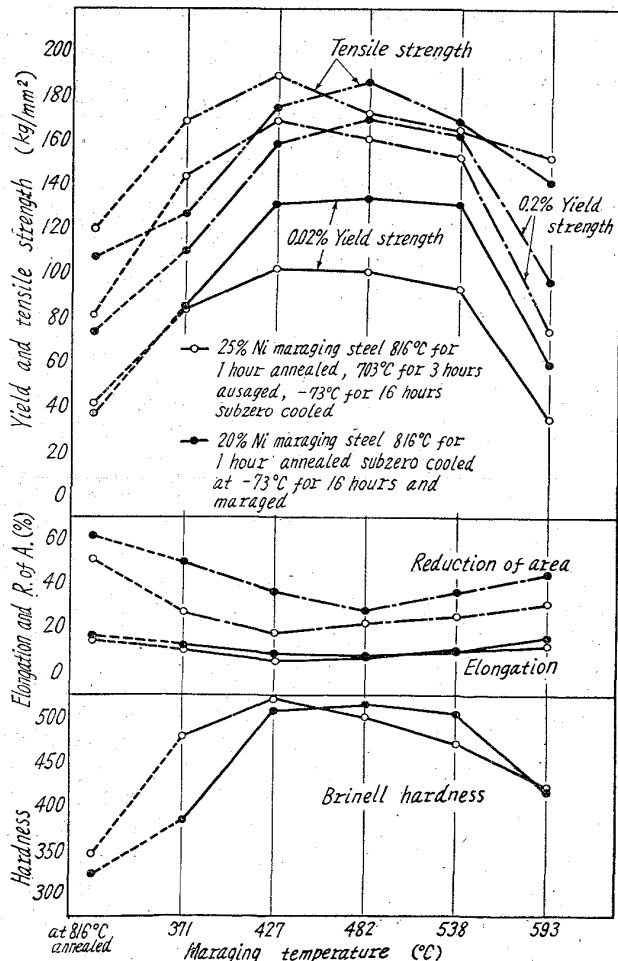


Fig. 3. Effect of "maraging" temperature on mechanical properties of 25%Ni and 20%Ni "maraging" steels.

(4) 機械的性質におよぼす時効温度の影響
Fig. 3は 371~593°C で各 3 h 時効処理した後の機

械的性質を示す。25% Ni 鋼では 427°C で最高硬さ 190 kg/mm² (抗張力) 6% (伸び) を、20% Ni 鋼では 482°C でそれぞれ 187 kg/mm², 8% が得られている。なお Table 2 に示すように圧延のままの材料に A, a, R, M 処理 (482°C) を施した場合に 25% Ni 鋼で抗張力 186 kg/mm², 20% Ni 鋼で 184 kg/mm² が得られている。

IV. 結 言

25% Ni および 20% 鋼を工業的規模で試作し各種熱処理条件での機械的性質を調査した結果つぎのことが知られた。

(1) 20% Ni 鋼は焼鈍, サブゼロ処理によりマルテンサイト組織となるが, 25% Ni 鋼は焼鈍状態でオーステナイトでありオースエージングおよびサブゼロ処理によりマルテンサイト組織となる。

(2) 該鋼種の最高強さを得るに適正な熱処理は20% Ni 鋼については焼鈍 (816°C) 空冷+サブゼロ+マルエージング (482°C) であり, 25% Ni 鋼については焼鈍 (816°C) 空冷+オースエージング (703°C)+サブゼロ+マルエージング (427°C) である。

(3) 該鋼種の特徴は高抗張力であつ良い靱性を持ちさらに低温および高温での優れている点にある。

669.15/24/25/28-194

621.785.78

(151) 18% Ni-Co-Moマルエージング鋼の試作研究 63151

(高 Ni 超高張力鋼の研究-II)

日本冶金工業川崎製造所 570~572

工博 川畑 正夫・工博 横田 孝三

渡辺 哲弥・江波戸和男

Study on Trial Manufacture and Properties of 18% Ni-Co-Mo-"Maraging" Steels.

(Study on high-Ni ultra-high strength steel -II)

Dr. Masao KAWAHATA, Dr. Kozo YOKOTA

Tetsuya WATANABE and Kazuo EBATO.

I. 結 言

前報において低 C 高 Ni 鉄基析出硬化型 25% Ni および 20% Ni 鋼の試作研究結果とその特性を報告した。本報告の対称とした鋼種は 18% Ni を基としこれに Co, Mo および Ti を添加し, 時効硬化により引張り強さ 200 kg/mm² 以上, 伸び 10% 以上, 切欠強さ 270 kg/mm² 以上を得ようとするものである。前報の 25% Ni および 20% Ni 鋼と異なる点は Ni を 18% に減らし Co 7.5~9.0%, Mo 4.5~5% を添加し Ms 点を高くし焼鈍・空冷処理により基質を非常に靱性に富むマルテンサイトとし, また時効硬化により得られる最高強度状態で比較的優れた靱性を持つことにある。われわれはここでは 18% Ni 鋼で Co, Mo, Ti 量の異なる 2 鋼種を工業的規模で試作し, その熱処理による各種性質の変化を検討し, 両鋼に対する適正熱処理とその特性を追求したのでその結果を報告する。