

4. 結 言

以上の 18Ni および 15Ni マルエーシング鋼について、本実験の熱処理と冷間加工の組合せの範囲内で次の特性を知ることができた。

- 1) 横弾性係数は時効処理の変化によつてほとんど変わらないが試験温度の上昇とともに次第に低下する。
- 2) 振り比例限度は時効処理温度および同処理時間の何れの影響も受ける。
- 3) 振り比例限度は時効処理温度が低い時は長時間処理で高い時は短時間処理で最高値となる。
- 4) 常温から約 400°C まで振り比例限度はほとんど低下しないが、500~600°C では急激に減少する。
- 5) 冷間加工を行なつて時効処理をほどこしたもののばね特性の改善はあまり期待できない。

文 献

- 1) 金井, 上正原, 関, 内山: 鉄と鋼, 49 (1963) 3, p. 619
- 2) 金井, 上正原, 関, 内山: 鉄と鋼, 49 (1963) 10, p. 1577
- 3) 金井, 関, 上正原, 内山: 鉄と鋼, 50 (1964) 12, p. 1998
- 4) 日下, 荒木: 特殊鋼, 12 (1963) 9, p. 27
- 5) H. R. SMITH, R. E. ANDERSON and J. H. BINGHAM: Metal Progress, 82 (1962) Nov., p. 105
- 6) A. R. POTENSKI: Metal Progress, 82 (1962) Oct., p. 100
- 7) Donald M. CHENEY: Metal Progress, 84 (1964) May, p. 92
- 8) S. FLORLEEN & R. F. DECKER: Trans. Amer. Soc. Metals, 56 (1963), p. 403
- 9) 日下, 荒木: 特殊鋼, 12 (1963) 9, p. 34

(142) 含 Zr, W, V 迅速窒化鋼の機械的性質および熱処理特性について

(迅速窒化鋼の研究—II)

特殊製鋼技術部

工博 日下邦男・荒木昭太郎・○佐々木博

On the Mechanical Properties and Heat-Treating Behavior of Zirconium, Tungsten or Vanadium-Bearing Rapid Nitriding Steel.

(Study of rapid nitriding steel—II)

Dr. Kunio KUSAKA, Shotaro ARAKI and Hiroshi SASAKI.

1. 緒 言

JIS SACMI 鋼など通常使用されている窒化鋼は窒化処理時間が 50~100hr ときわめて長いのが欠点である。これにたいし、Ti を約 2.5% 含有する鋼は、窒化温度を約 650°C に高めることによつて窒化処理時間を 10hr 程度に短縮することが可能である^{1)~3)}。しかしこの鋼種は高 Ti 成分のため真空溶解法によつて溶製しなければならぬ欠点がある。

そこでわれわれは Ti 以外の各種合金元素を含有する鋼について窒化時間を短縮することの可能性を調べ、その結果、迅速窒化性とは通常使用される窒化温度で窒化した場合に窒化硬度が大であることではなくて、窒化温度を上げて窒化した場合に十分高い表面硬度が得られることであるということを知り、さらに周期率表で IVa, Va, VIa 族に属する V, W, Ta, Zr, Nb, Cr, Ti を多量に含有する鋼の間の相対的な迅速窒化性の強さに規則的な関係のあることを明らかにした⁴⁾。さらにわれわれは、これら元素を多量に含有した鋼の実用化について種々研究を行なつており、前回⁵⁾には Nb を多量に含有した鋼の機械的性質および熱処理特性について調べた結果を報告した。今回は Zr, W または V を多量に含有した鋼について同様の調査を行なつた結果を報告する。

2. 試料および実験方法

真空誘導炉によつて Table 1 に示す化学成分の 100 kg 鋼塊を溶製し、これを鍛造圧延し、これより各種機械試験、熱処理特性および窒化特性調査用試片を作成した。

3. 実験結果

3.1 窒化特性

Fig. 1 は試料 C 76, C 77, C 78 について、窒化温

Table 1. Chemical composition of steels tested.

Steel No.	Type of steel	Chemical composition (%)												
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	Al	V	W	Zr
C 76	4Zr-I V	0.20	0.38	1.03	0.009	0.015	3.42	1.23	0.30	0.05	0.20	0.95	—	3.84
C 77	10W-I V	0.22	0.36	1.35	0.012	0.014	3.36	1.63	0.30	0.03	0.15	1.02	9.57	—
C 78	4V	0.24	0.39	0.99	0.011	0.011	3.46	1.00	0.33	0.03	0.13	4.02	—	—

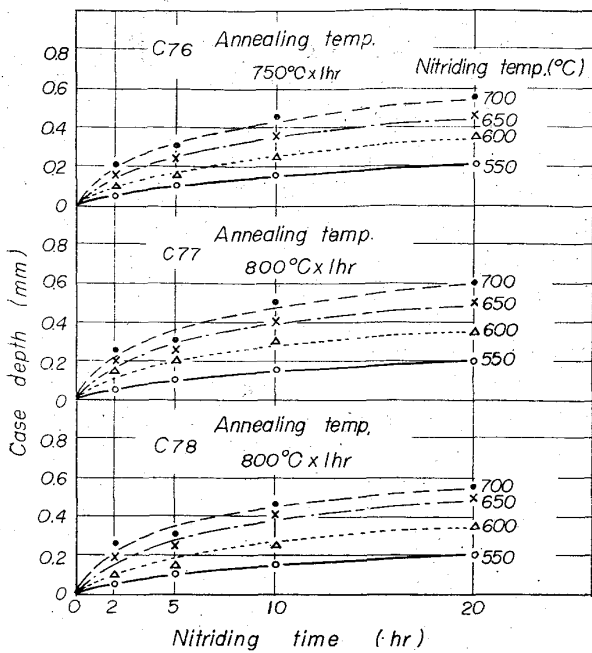


Fig. 1. Effect of nitriding temperature and time on case depth.

度、時間を変化させて、窒化深さを測定した結果である。これより、どの鋼種もほぼ同様な窒化特性を有することがわかる。たとえば窒化深さ 0.4mm を得ようとする場合に、窒化温度を 650°C とすれば窒化時間は約 10hr である。

次に Fig. 2 は各鋼種を 550°C~700°C の各温度で窒化した場合の窒化硬化曲線を示したものである。4%V を含有した C78 が最も硬度が高く、4%Zr を含有した C76 がこれにつき、10%W を含有した C77 は最も硬度が低い。また Fig. 3 は Fig. 2 から窒化温度、窒化時間、窒化深さおよび窒化硬度の関係を探ったものである。実用的にはかりに窒化深さを 0.4mm 以上、

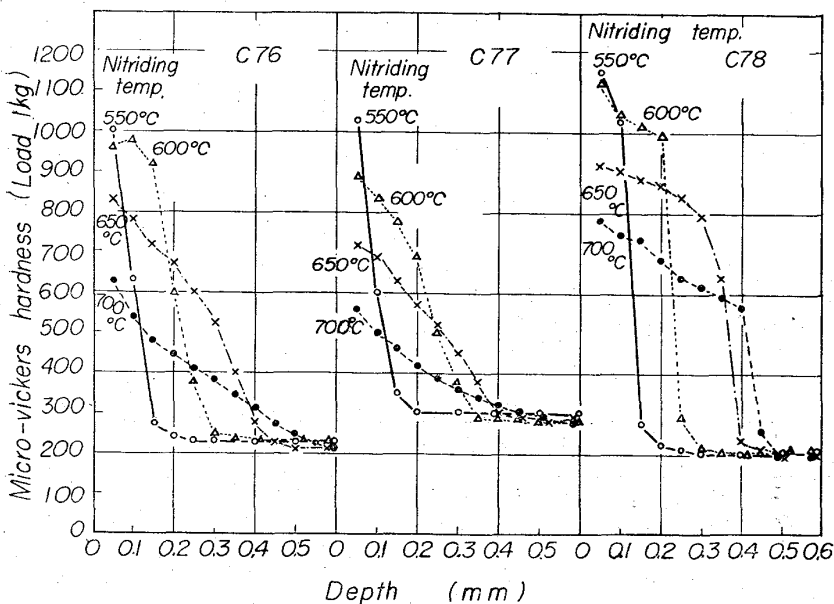


Fig. 2. Hardness distribution curves of nitrided case (nitriding time: 10 hr).

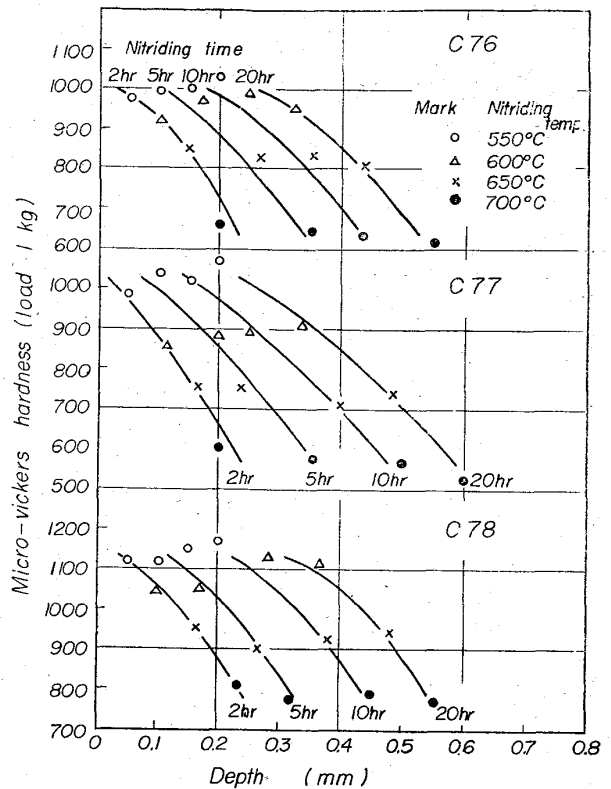


Fig. 3. Relation between nitriding temperature, time, depth and hardness of nitrided case.

表面硬度は H_MV850 以上を必要とすると、窒化時間 10 hr では、窒化温度は C76, C77 は 650°C, C77 は該当温度がなく窒化時間 20hr のときに硬度 H_MV850 , 深さ 0.4mm が得られる。

3.2 時効硬化特性

内部硬度の点から、各試料とも約 3.5% Ni および 0.1% Al を含有させて弱い時効硬化性を与えてある。

これら試料について、まず 700~950°C の各温度でいつたん加熱後 700°C まで炉冷し、この温度に 1hr 保持後空冷し、この熱処理によって、もつとも硬度の低くなる温度を選んだ。次におのおのの試料をこの温度で上記のように熱処理を行なつてのちに、450~650°C の各温度で 1~10hr 時効させて硬度および衝撃値の変化を調べた。Fig. 4 はこの結果を示したものであり、C76 は 450°C, C77, C78 は 500°C で最も時効硬化は著しいが、増加量はいずれもあまり大でなく HRC 3 程度である。

3.3 焼鈍状態の機械的性質

各鋼種を 700~950°C の各温度に加熱後、700°C まで炉冷し、この温度に 1hr 保持後空冷して機械的性質を調べた。その結果は 700°C 以上加熱温度の上昇とともに硬度、抗張力および降伏点は減少し、C76 は 700°C, C77 および C78

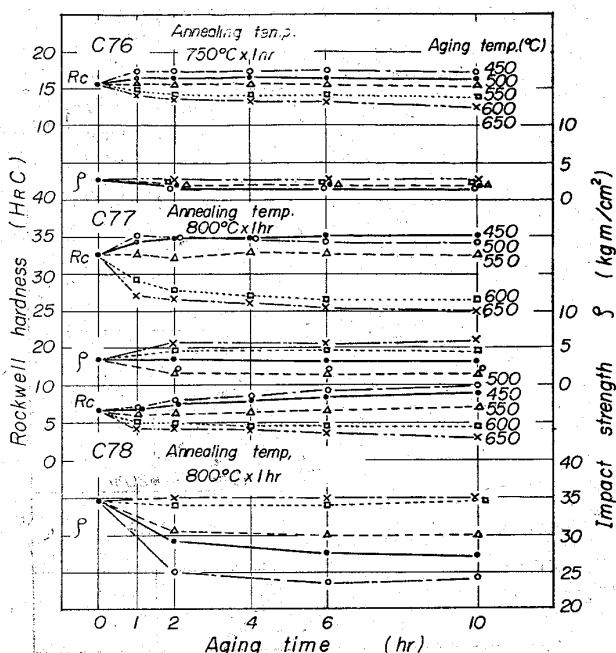


Fig. 4. Effect of aging temperature and time on hardness and Charpy impact strength.

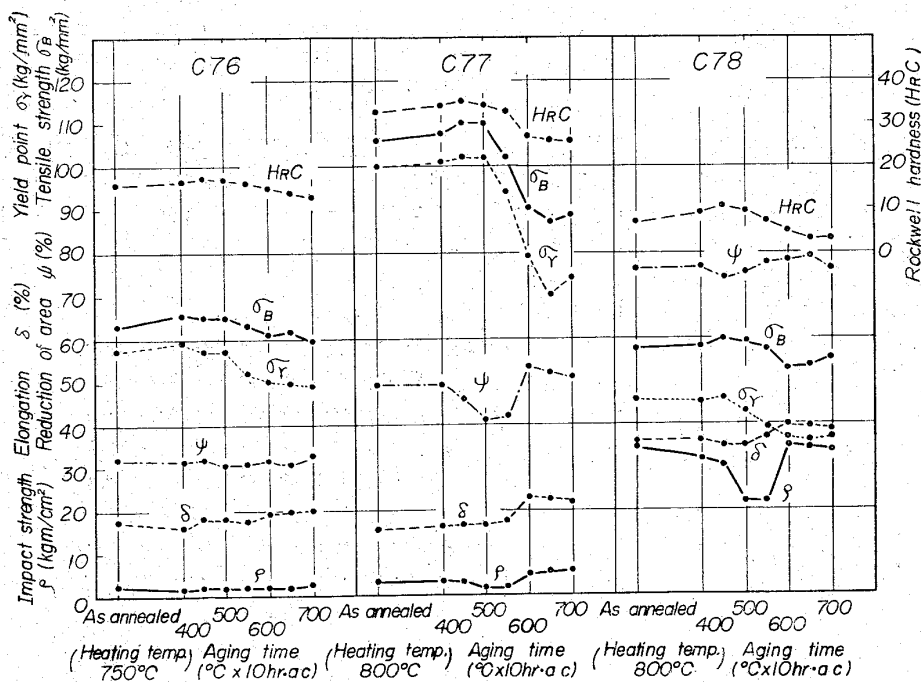


Fig. 5. Effect of aging temperature on mechanical properties.

Table 2. Mechanical properties after aging at 650°C for 10 hr.

Steel No.	Mechanical properties					
	Yield point (kg/mm ²)	Tensile strength (kg/mm ²)	Elongation (%)	Reduction of area (%)	Impact strength (kg m/cm ²)	Rockwell hardness (HRC)
C 76	49.4	61.5	19.3	30.4	2.2	13.7
C 77	69.8	86.8	22.6	52.0	5.3	26.4
C 78	34.0	53.6	39.6	78.6	34.8	3.6

は 800°C で最低になり、それ以上温度の上昇とともに再び増加する。伸び、絞りおよび衝撃値は硬度などとおおよそ反対の傾向を示すが、900°C 以上では結晶粒の粗大化のために値が下がる。

3.4 時効状態の機械的性質

Fig. 5 は最も硬度が低くなるよう図に示す温度にいったん加熱したのち 700°C まで炉冷し、この温度から空冷した。これを 400~700°C の各温度で 10hr 時効した場合の機械的性質を示したものである。いずれの鋼種も時効硬化は著しくないが約 450~500°C で最も時効硬化する。そして C 76 は時効温度による機械的性質の変化は著しくないが、C 77 は約 500°C を超えると急速に軟化し、硬度、抗張力、降伏点が減少する。伸び、絞り、衝撃値は 500~550°C で最低となり、それ以上の温度では増加する。C 78 は C 77 と同じような傾向を示す。なお時効温度 650°C の場合の各鋼種の機械的性質を比較すると、Table 2 のように C 77 は強度が大であるので、ジーン性、延性は小であり、C 78 は逆に強度が小であるので、ジーン性、延性は最も大である。しかし C 76 は強度は C 77, C 78 の中間であるがジーン性延性ともに最も悪い。

4. 結 言

以上含 Nb 迅速窒化鋼に引続いて、含 Zr, W, V 迅速窒化鋼の窒化特性、熱処理特性および機械的性質について試験したが、これより含 V 鋼は窒化温度を 600~650°C にすることによって窒化時間を 10hr 程度に短縮でき、しかも機械的性質も良好であることがわかった。

文 献

- 1) 矢島, 古沢: 日本金属学会誌, 26 (1962), p. 141
- 2) 矢島, 古沢: 日本金属学会誌, 26 (1962), p. 371
- 3) 矢島, 日下, 鶴見, 山崎: 鉄と鋼, 49 (1963) 3, p. 550
- 4) 日下, 荒木, 佐々木: 日本金属学会誌, 昭 38 秋季大会講演概要, p. 62
- 5) 日下, 荒木, 佐々木: 鉄と鋼, 50 (1964) 12, p. 2025