

°C 遷移温度が上昇した。

文 献

- 1) K. J. IRVINE and F. B. PICKERING: J. Iron & Steel Inst. (U.K.), 201 (1963) 6, p. 944
- 2) 遠藤, 金尾: 鉄と鋼, 50 (1964) 12, p. 2017
- 3) D. N. SHACKLETON and P. M. KELLY: J. Iron & Steel Inst. (U.K.), Iron & Steel Inst. Special Report, 93 (1965), p. 126
- 4) J. HESLOP and N. J. PETCH: Phil. Mag., 3 (1958), p. 1128~1136

(233) 18%Ni マルエージング鋼におよぼす Ti, Be の影響

特殊製鋼, 技術研究所

工博 日下 邦男・○岩丸 正明  
八洲特殊鋼 荒木 昭太郎

Effect of Ti and Be on 18% Ni Maraging Steels

Dr. Kunio KUSAKA, Masaaki IWAMARU and Shotaro ARAKI

1. 緒 言

18% Ni マルエージング鋼は超強力鋼として、すぐれた性能を有することは、すでにいろいろ報告されているが、その溶体化状態では HRC 30 と軟らかく、約 480°C 時効によつて HRC 52 に硬化し、しかもこの際の寸法変化が少なく、0.05% 程度の収縮であるので、精密型としての用途が考えられる。型として用いる場合には一般に耐摩耗性の点から HRC 60 以上の硬度を必要とし、標準型 18%Ni マルエージング鋼では硬度不足である。よつてわれわれは HRC 60 を目標として、これに種々の合金元素を添加し、または変化させて実験を行なつていくが、今回は Ti および Be 添加の影響について報告する。

2. 供 試 材

供試材は 3kW 真空管式高周波炉により 500g 鋼塊を溶製し、これを鍛伸したもの、および真空溶解炉により 100 kg 鋼塊を溶製し、皮削後 70 mm 角および 20 mm φ に鍛伸したものをを用いた。供試材の化学成分は Table 1 に示すごとく、Ni 18, Mo 5, Co 9, Ti 0.6, Al 0.2 を基本成分とし Be を 1.1% まで添加し、また Ti を 4.9% まで変化させた。

3. 実 験 結 果

3.1 溶体化硬度

抜型その他の型に使用する場合には、溶体化処理状態において切削またはコールド、ポピング法によつて型彫りをするため、硬度はなるべく低い方がのぞましい。

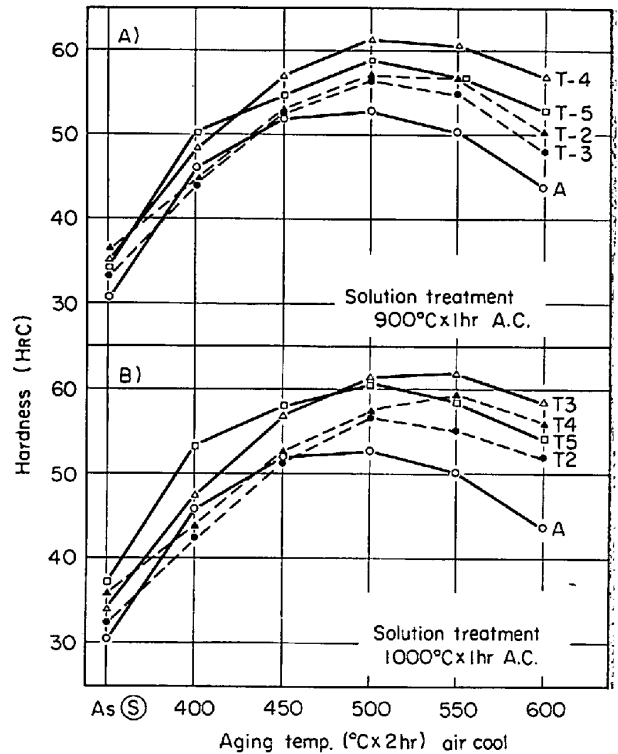


Fig. 1. Effect of aging temperature on the hardness of 18% Ni maraging 0.6~4.9%Ti.

Table 1. Chemical composition of steels tested.

Steel	Chemical composition (%)									
	C	Si	Mn	Ni	Mo	Co	Al	Ti	Be	Zr
A	0.03	0.09	0.14	18.70	5.00	9.46	0.09	0.60		
B-2	0.02	0.10	0.14	17.26	4.89	8.72	0.18	0.65	0.17	
B-3	0.02	0.10	0.15	17.89	4.89	9.08	0.29	0.73	0.39	
B-4	0.02	0.11	0.13	17.89	4.89	9.16	0.29	0.57	0.65	
B-5	0.02	0.06	0.06	17.01	4.41	8.36	0.30	0.72	0.84	
B-6	0.02	0.05	0.05	16.59	4.48	8.60	0.29	0.92	1.10	
T-2	0.01	0.05	0.02	18.27	4.88	8.72	0.18	1.71		
T-3	0.01	0.05	0.03	18.78	5.15	9.41	0.19	2.25		
T-4	0.01	0.05	0.02	18.20	5.00	9.00	0.20	3.50		
T-5	0.04	0.05	0.05	18.64	4.80	8.90	0.17	4.90		
C-134	0.02	0.02	0.07	18.55	4.96	9.15	0.31	2.35		0.014

18% Ni マルエージング鋼に Ti および Be を添加すると、溶体化硬度は上昇し、1000°C 空冷の場合に標準型は HRC 30 であるが、Ti 2.2% 添加で HRC 34 に上昇し、また Be 0.4% 添加で HRC 37 に上昇する。なお溶体化硬度は溶体化温度の上昇によつて、低下の傾向を示す。

3.2 時効硬度

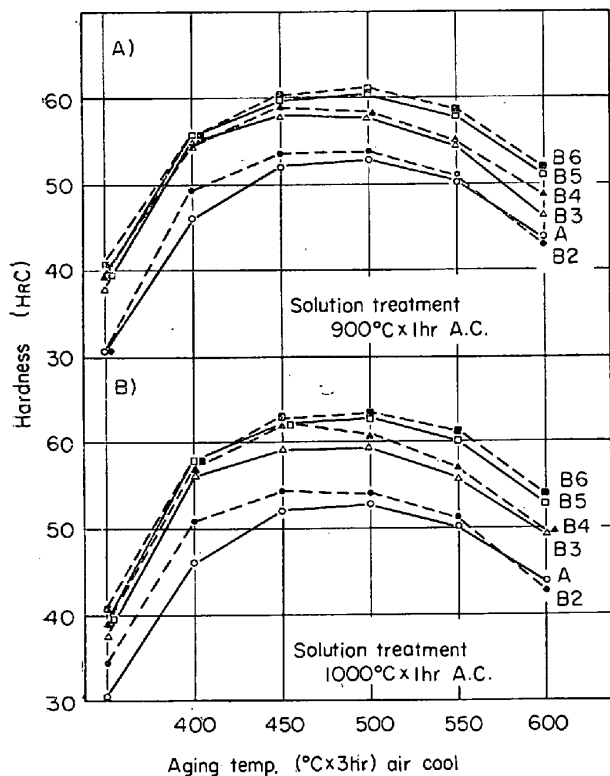


Fig. 2. Effect of aging temperature on the hardness of 18%Ni maraging steel containing Be.

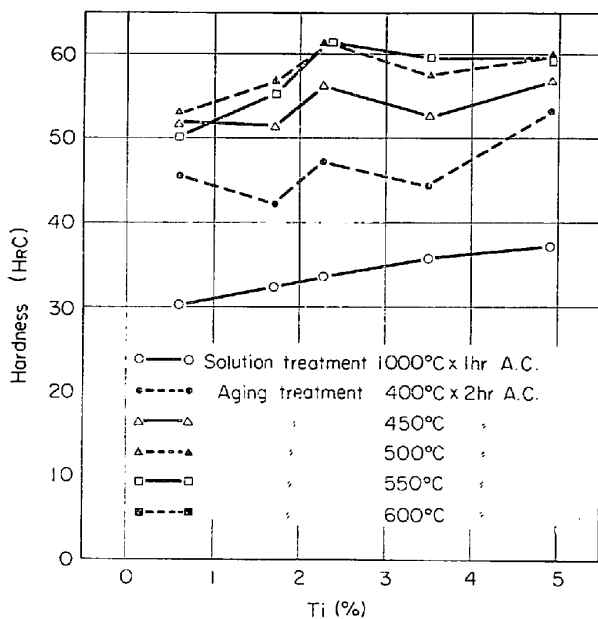


Fig. 3. Effect of Ti on the aged hardness after solution treating from 1000°C.

Fig. 1 は 18% Ni 標準型および Ti を 4.9% まで多く添加したものの時効硬度を示したもので、溶体化温度は 900°C および 1000°C、時効時間は 2hr とした。時効硬度は 450~550°C で最高となるが、Ti 添加量 2.3% までは Ti の多くなるにつれて最高硬度のえられる温度は高目となる。溶体化温度が 1000°C の場合には 550°C × 2hr 時効で HRC 62 の硬度に達する。Ti が多くなりすぎると最高時効硬度は、かえつて低下する。つぎに Fig. 2 は Be 添加の影響を示したもので、時効温度 500°C にて最高硬度を示し、その値は Be 添加量の多くなるほど高くなる。たとえば Be 0.4% では HRC 60, Be 1.1% では HRC 63 となる。

Fig. 3 および Fig. 4 は時効硬度におよぼす Ti および Be の影響を示したものである。

3.3 靱性試験

靱性は型材にとっては耐摩性ととも重要な性質である。靱性試験としてはいろいろな方法があるが、われわ

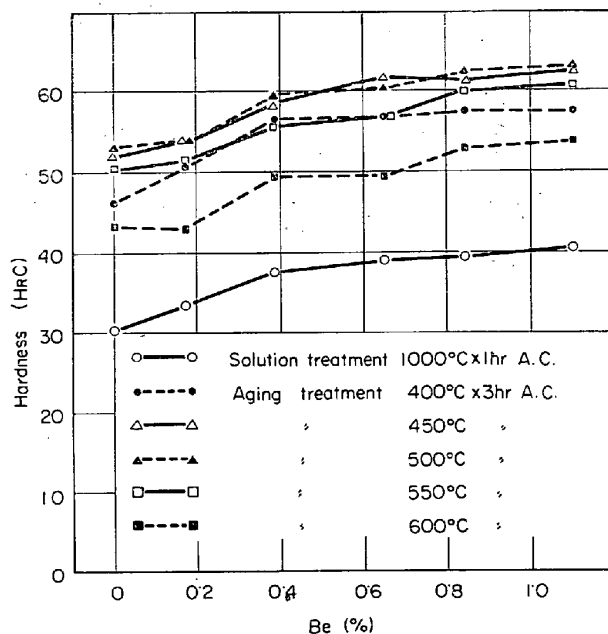


Fig. 4. Effect of Be on the aging hardness after solution from 1000°C.

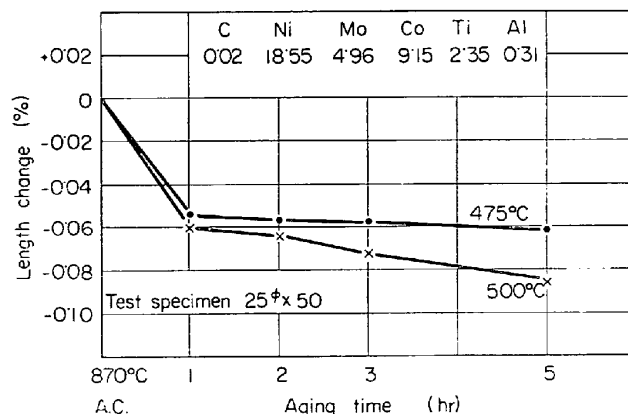


Fig. 5. Dimensional change of 18Ni-5Mo-9Co-2Ti steel by aging after solution treating from 870°C.

れはシャルピー試験, 静的曲げ試験および振り衝撃試験を行なった.  $1000^{\circ}\text{C}$  空冷,  $500^{\circ}\text{C} \times 3\text{hr}$  時効の熱処理を行なった場合, Be 添加量の多くなるにつれてシャルピー衝撃値は低下し, 0.4% で  $1.0 \text{ kg} \cdot \text{m}/\text{cm}^2$  となる. また Ti 2.3% 添加の場合には  $1.5 \text{ kg} \cdot \text{m}/\text{cm}^2$  を示した. これらの値は SKS 31 の焼入焼もどし硬度 HRC 60.5 のときの衝撃値が  $0.6 \text{ kg} \cdot \text{m}/\text{cm}^2$  または SKD11 の HRC 62 における衝撃値  $0.6 \text{ kg} \cdot \text{m}/\text{cm}^2$  にくらべると, かなり良好である. また平行部  $7 \times 17 \text{ mm}$  で  $R = 4 \text{ mm}$  の試験片を用いて振り衝撃試験を行なった結果も C-134 は振り衝撃値  $5.7 \text{ kg} \cdot \text{m}$  を示し, SKS 31 および SKD 11 と同程度の値を示した.

#### 3.4 寸法変化

時効硬化性型鋼は硬化処理にさいして膨張を示さず, ごくわずかの収縮を示すのが特長であるが, Ti 2.35% 添加の C-134 を用い  $25\phi \times 50 \text{ mm}$  試片を採取して  $870^{\circ}\text{C}$  空冷後,  $475^{\circ}\text{C}$  および  $500^{\circ}\text{C}$  にて時効したのちの長さ方向寸法変化を Fig. 5 に示す. 時効温度が  $475^{\circ}\text{C}$  の場合には 5hr 加熱で  $-0.06\%$ , また  $500^{\circ}\text{C}$  の場合には  $-0.082\%$  の寸法変化を示した.

#### 3.5 摩耗特性

型材にとっては耐摩耗性は重要な性質の一つである. 本実験では大越式迅速摩耗試験機を使用し, 荷重, 摩耗距離を一定とし摩耗速度を変えて比摩耗量を求めた. 試験片は標準型 18%Ni マルエージング鋼とそれに Ti 23% 添加の C-134 を用い,  $850^{\circ}\text{C}$  溶体化後  $500^{\circ}\text{C} \times 3\text{hr}$

時効処理を行なったものを使用した. 相手材は SUJ 2 の球状化処理材を使用した. 回転速度  $0.5 \sim 2.5 \text{ m}/\text{sec}$  の範囲では Ti 2.3% 添加の C-134 は標準型 18%Ni マルエージング鋼に比較して耐摩耗性は非常に良好である.

#### 4. 結 言

以上, 精密型用鋼種の開発を目的として, 標準型 18%Ni マルエージング鋼の性質におよぼす Ti, Be の影響についてしらべた結果, Ti 約 2% あるいは Be 約 0.4% を添加することによつて, HRC 60 以上の高硬度を得ることが可能であり, また耐圧強度, 靱性などの機械的性質も実用工具鋼と同程度であり, しかも時効硬化にさいしての寸法変化も小さく, わずかの収縮を示すことがわかった.

#### 文 献

- 1) R. F. DECKER, R. B. G. YEO: *Metaterials in Design Engineering*, May (1962), p. 106
- 2) H. R. SMITH and R. E. ANDERSON: *Metal Progress*, Nov. (1962)
- 3) A. R. POTENOKI: *Metal Progress*, Oct. (1962), p. 100
- 4) R. F. DECKER: *Trans. Amer. Soc. Metals*, 55 (1962), p. 58
- 5) 特公 昭39-12233 (INGO)
- 6) D. H. YATES and J. C. HAMAKER: *Metal Progress*, Aug. (1966), p. 75