

(39) 6-5-4-2 型高速度鋼の研究

Study on 6-5-4-2 Type High Speed Steels

T. Onishi, et alii.

神戸製鋼所, 研究部

工 高橋 武一・工〇大西 忠利

工 辻 克己・日浦 保

I. 緒 言

モリブデン高速度鋼は 1930 年頃より米国において急速な発展を遂げた比較的新らしい高速度鋼であるが、米国では近年ますますその生産量を増加し、現在では高速度鋼生産量の 85~90% がこのモリブデン高速度鋼によつて占められている。これらモリブデン高速度鋼の中でも、とくに 6-5-4-2 タイプと称せられるタングステンモリブデン型高速度鋼はモリブデン高速度鋼として最初に生れた従来のタングステン型高速度鋼中のタングステンの全部あるいはそのほとんど大部分をモリブデンによつて置き換えた 0-8-4-2 タイプあるいは 1-9-4-1 タイプの取扱上の欠点を補うべく発明されたものであるが、近年その性能の極めて優秀なことが再認識されるにいたり米国 SAE および AISI 規格はもちろん、世界各国の主要工具鋼メーカーにおいて本鋼種が代表的高速度鋼の一つとして広く採用されており、戦後この鋼種によつて作られた各種工具はわが国にも多数輸入されて機械加工業者に珍重されている。先般この鋼種が JIS にも採用されることになり、性能の優秀なこと、素材製造および熱処理上の取扱いのいたつて簡単なこと、価格の比較的低廉なことなどの幾多の有利な特性のためにわが国においても今後盛んに使用されることになるものと考えられるが、著者らは夙にこの種タングステン—モリブデン型高速度鋼に着目して 18-4-1 タイプおよび 18-4-1+5 Co タイプとの比較を考慮しつつ、本鋼種の試作研究をおこない既に本鋼種の特性の大要を把握し得たので、その一端を披歴して広く批判を仰ぎ度いとする。

II. 供 試 材

供試材の化学成分は Table 1 に示すごときもので、

Table 1. Chemical composition of test specimens.

No.	Type	Chemical composition %									
		C	Mn	Si	P	S	Cr	Mo	W	V	Co
A	6-5-4-2	0.87	0.23	0.31	0.011	0.021	4.06	5.60	6.31	2.01	—
B		0.87	0.26	0.34	0.009	0.020	4.36	5.65	6.32	2.10	—
C	18-4-1	0.81	0.30	0.20	0.011	0.011	4.46	0.50	18.13	0.95	—
D	18-4-1+5Co	0.82	0.40	0.22	0.009	0.012	3.64	0.46	18.73	0.98	5.30

A, B は 6-5-4-2 タイプ, C は 18-4-1 タイプ, D は 18-4-1+5 Co タイプである。これらは、いずれも 100 KVA 高周波炉によつて熔製し、95 kg 型鋼塊より鍛造圧延を経て、16 mm ϕ の試験用素材を作製し 860°C の完全焼鈍後各種の試験に供した。

6-5-4-2 タイプの鍛造、圧延に際しては 18-4-1 タイプ、18-4-1+5Co タイプに比して 20~30°C 低目の温度を目標として加工をおこなつたが、本鋼種の加工性は他の 2 鋼種に比べて遜色なく、素材製造に際しての特別の困難は、何等ともなわなことが認められた。

III. 実 験 結 果

(1) 焼入硬度と焼入組織

まず各鋼種の焼鈍素材より 10 mm \times 10 mm \times 15 mm の熱処理試験片を作製し、6-5-4-2 タイプについては、1140°C より 1290°C 間の各種焼入温度と焼入硬度の関係を求め 18-4-1 タイプ、18-4-1+5Co タイプについてはそれぞれ常用焼入温度 1280°C および 1290°C による焼入硬度を求めて比較をおこなつた。

6-5-4-2 タイプ高速度鋼では 1200~1230°C の焼入によつて最高硬度 Rc 65~66 が得られ、焼入温度 1260°C 以上ではかなり急激な硬度低下を示した。また 18-4-1 タイプおよび 18-4-1+5 Co タイプをそれぞれ 1280°C および 1290°C より焼入れて得られた硬度も Rc 65~66 の範囲であり、焼入による最高硬度は 3 鋼種とも同程度であることが認められた。

6-5-4-2 タイプの焼入組織の顕著な特徴はカーバイドの形状が他の 2 鋼種に比して極めて微細であることである。また焼入硬度の急激な低下の見られた 1260°C 焼入試片では既に粒界の熔融が一部始まつており、1290°C の焼入試片は完全な熔融組織となつた。

また 6-5-4-2 タイプの 1200~1230°C 焼入試片の結晶粒度は今回の試作材については 18-4-1 タイプの 1280°C 焼入試片および 18-4-1+5 Co タイプの 1290°C 焼入試片の結晶粒度とほぼ同一であり、400 倍の顕微鏡観察により 5 時の線分で切断される結晶粒の数値を求めた結果は 3 鋼種とも 12~13 の範囲であつた。

なお繰返焼入によるフィッシュスケール形成の感受性を結晶粒度の比較によつて求めた結果 6-5-4-2 タイプは他の 2 鋼種とほとんど同一の挙動を示した。

(2) 焼戻硬度

6-5-4-2 タイプについては 1170°C, 1200°C, 1230°C 焼入試片, 18-4-1 タイプおよび 18-4-1+5 Co タイプについては, それぞれ 1280°C および 1290°C 焼入試片について 100~700°C 間の各温度における 1.5h 2 回繰返焼戻をおこない, 各鋼種の二次硬化曲線 (Fig. 1) を求めた。

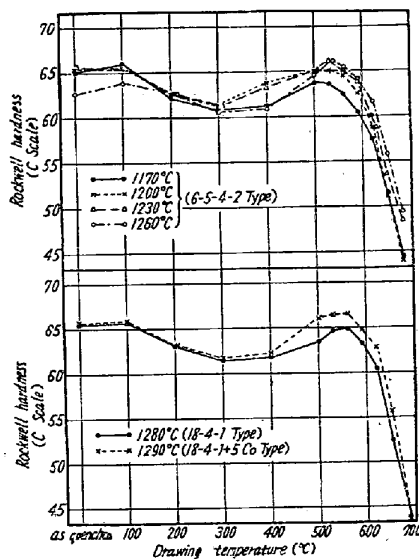


Fig. 1. Relation between drawing temperature and hardness for various quenching temperatures.

図より明らかなように 6-5-4-2 タイプの最高二次硬化硬度は他の 2 鋼種に比しやや低目の 530°C において得られるが, 最高硬度値は 3 鋼種ともに Rc 65~66 で大差ないことが認められた。

(3) 酸化性および脱炭性

脱酸剤を添加しないソルトバス中において, 焼入温度に各種の時間保持後焼入れた試片について表面より内部にいたる硬度分布を求めるとともに同一処理をおこなった試片を鉛浴中にて再酸化後表面各層から分析試料を採取し, その C 量を求めた結果 6-5-4-2 タイプは他の 2 鋼種に比し, 脱炭生起の感受性が遙かに小さいことが認められた。また 800°C, 850°C, 900°C の各温度に開放雰囲気中で長時間加熱した場合の脱炭生起も 18-4-1 タイプ, 18-4-1+5Co タイプの方がむしろ大きいことが認められた。

他方, 6-5-4-2 タイプの開放雰囲気中における酸化性は他の 2 鋼種よりもかなり大きい。ただし焼鈍時にドライ粉を充填してケース焼鈍をおこなう限り, この酸化性

の大きい欠点は實際上何等問題とならない。

(4) 靱性の比較

各種の焼入焼戻をおこなった 8 mm × 10 mm × 120 mm 試片を使用し, 支点間距離 80 mm, 押金具先端半径 5 mm によりアムスラー試験機を用いて屈曲試験をおこない, 各鋼種の靱性を比較した。破断にいたるまでの焼量を 6-5-4-2 タイプについては, たとえば 1200°C 焼入, 530°C 焼戻, 18-4-1 タイプに対しては 1280°C 焼入, 560°C 焼戻, 18-4-1+5 Co に対しては 1290°C 焼入 560°C 焼戻の状態において比較すれば, それぞれ 2.48 mm 1.52 mm, 1.22 mm であり, この場合の最大荷重はそれぞれ 1.9t, 1.1t, 0.9t で 6-5-4-2 タイプが他の 2 鋼種に比べて遙かに大きい靱性を有し, 工具鋼として極めて有利な特性を具えることを確認した。

(5) 切削性能

各鋼種 16 mm φ 焼鈍素材より 13 mm φ テーパーシャンクドリルを製作して各種の熱処理をほどこし SK7 焼鈍材 (B.H.N 202~207) を被削材として穿孔試験をおこない, 孔明け個数により求めた全切削長さを比較した。この結果は Fig. 2 (a) のごとくであり 6-5-4-2 タイプの切削性能は平均して 18-4-1 タイプよりも優れており, 熱処理条件の如何によつては 18-4-1+5Co タイプをも凌駕することを認めた。

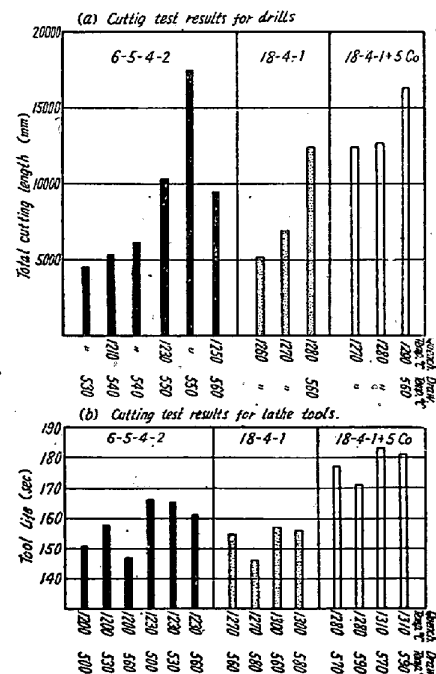


Fig. 2. Cutting test results.

また同じく 16 mm φ 素材より試験用剣先バイトを製作しテーラー螺旋切削試験法により切削耐久時間を求めた結果の一例は Fig. 2 (b) のごとくであり, これによ

り 6-5-4-2 タイプのバイトの切削性能は 18-4-1 タイプと 18-4-1+5Co タイプのほぼ中間に位することが明らかとなつた。

(6) その他

高温硬度, 比重, 加熱冷却変態点, 線膨脹係数等を求めて 6-5-4-2 タイプ高速度鋼の特性を明らかにした。

IV. 結 言

6-5-4-2 タイプ高速度鋼の諸性質を従来のタングステン型高速度鋼 18-4-1 タイプおよび 18-4-1+5Co タイプと比較し, この種モリブデン-タングステン型高速度鋼の性能が極めて優秀であり, かつ, 素材製造および工具熱処理上の取扱が極めて容易であることを確めた。

主なる結果を列挙すればつきのごとくである。

1. 6-5-4-2 タイプ高速度鋼は溶解, 鍛造, 圧延, 中間焼鈍等の各種製造工程上なら特別な困難をともしない。
2. 焼入温度は 18-4-1 タイプおよび 18-4-1+5Co タイプに比べてかなり低く有効温度範囲はこれらとほぼ同程度である。焼戻温度に関しても類似の関係が成立する。
3. 焼戻後の最高硬度 Rc 65~66 が得られ, タングステン型高速度鋼とほぼ同値である。
4. 熱処理時の脱炭の感受性は 18-4-1 タイプおよび 18-4-1+5Co タイプよりもむしろ小さく焼入操作上なら危険をともしない。
5. 酸化性はやや大きい, ケース焼鈍, ソルトバス加熱等をおこなう限り実際面においてはなら問題とならない。
6. ドリルによる切削試験の結果によれば 6-5-4-2 タイプの切削性能は 18-4-1 タイプを凌ぎ, また熱処理条件の如何によつては 18-4-1+5Co タイプの性能を凌ぐ可能性もある。
7. バイトによる切削試験の結果によれば 6-5-4-2 タイプの切削性能は 18-4-1 タイプと 18-4-1+5Co タイプのほぼ中間に位する。
8. 6-5-4-2 タイプは 18-4-1 タイプ, 18-4-1+5Co タイプに比べていちじるしく優れた靱性を有している。
9. 焼入温度が低いために 18-4-1 タイプ, 18-4-1+5Co タイプに比し熱処理による変形が極めて小さくなる可能性がある。

(40) LCN 155 耐熱鋼に及ぶ Cb, N₂ の影響

(溶体化処理後の焼戻過程の析出について—I)
Effects of Cb and N₂ on the LCN 155 Heat-Resisting Steel

(On the Precipitation in Tempering after Solution Treatment)

T. Masumoto.

東北大学金属材料研究所 工博 今井 勇之進
東北大学工学部大学院 工〇増本 健

I. 緒 言

当研究室において, 先に耐熱鋼 Timken に関する研究結果を発表したが, それに続いて“LCN 155 耐熱鋼におよぼす Cb, N₂ の影響”, とくに焼戻過程の析出について報告する. 本材料には Cb 1% および N₂, C 各 0.1~0.2% 含有されている故に Dulis および Smith が 18 Cr-8 Ni-Cb 鋼の研究で報告しているように, 溶体化処理後も Cb の炭化物, 窒化物の存在が考えられる. 故に筆者達は Cb および N₂ の本合金の時効性におよぼす効果を調べるために, Cb, N₂ の有無による焼戻過程の析出変化を硬度, 熱膨脹, 比熱, 顕微鏡組織により調べ, さらにその析出物を電解抽出し, X線分析, 化学分析により構造, 種類を決定し電子顕微鏡により析出物の形状を観察した。

II. 試 料

実験に使用した試料の化学分析値は Table 1 に示した. なお N₂ の添加は高窒素低炭素フェロクロムを使用した。

III. 実験方法

熱膨脹測定には 5φ×70mm の棒状試片を使用し, 示差膨脹により測定した. 中性体は 1250°C に溶体化処理をおこなつた後, 1050°C まで焼戻したものと, 試料 No. 6 の Fe-Cr-Ni-Co を真空溶解したものを使用した. 比熱測定には 18φ×20mm 円筒状試片を, 硬度および顕微鏡試料には 10φ×5mm の試片を使用し, 硬度は普通ヴィッカーズ硬度計および微小ヴィッカーズ硬度計を用い各試料 3 個づつ 5 点平均をおこなつた. 電解抽出にはディラト試片を用い, 電解条件は, 検討した結果, HCl 5~10% 溶液, 電流密度 10mA/cm² が最適であつた. X線分析は CrKα (filter V₂O₅) を用い Debye-Scherrer 法によりおこなつた。

IV. 実験結果および考察

1) LCN 155 実用材の焼戻過程の変化

本材料 (No. 3~No. 4) を溶体化処理後焼戻した場合の熱膨脹, 比熱変化を測定した結果, 450~550°C および 750~1000°C に二段の析出変化が見られた. ただ,