

Fig. 3. Composition of carbides in quenched Co-No.2 high-speed steel.

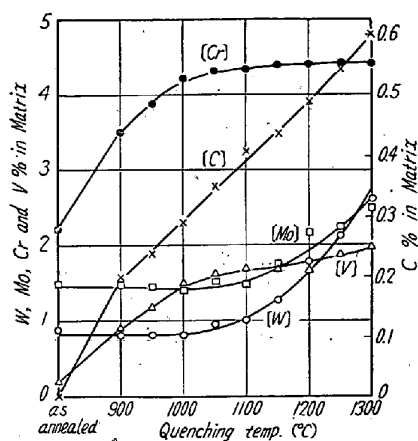


Fig. 4. Composition of matrix in quenched W-Mo high-speed steel.

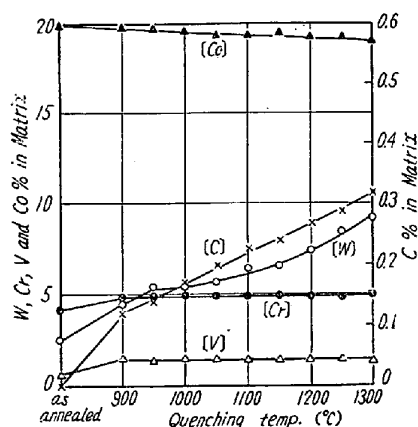


Fig. 5. Composition of matrix in quenched Co-No. 2 high-speed steel.

Cr-V 系高速度鋼におけると同様に M_6C , $M_{23}C_6$, MC なる 3 種類の炭化物よりなる。高速度鋼中における Mo の動向は W のそれに類似であつて、焼鈍状態においては過半が M_6C 型炭化物を形成しており、この炭化物は 1100°C 以上の高温加熱によつて徐々にオーステナイト

に固溶する。

(2) Co は高速度鋼中の炭化物に若干固溶するが、その大部分は焼鈍または焼入状態のいずれにおいても、基質中に存在する。

(84) 工具鋼の機械的性質におよぼすサブゼロ処理の影響

(鋼のサブゼロ処理に関する研究—I)
Effect of Subzero Treatment on the Mechanical Properties of Some Tool Steels

(Studies on subzero treatment of steels—I)

H. Susukida, et alii.

新三菱重工業神戸造船所

会田 博・工〇薄田 寛・安藤 智純

I. 緒 言

鋼のサブゼロ処理は最近わが国においてもいちぢるしく注目され、各方面で研究されているが、いまだその域を出ず実用化に関しては不十分の状態にある。これは各鋼種に対するサブゼロ処理を含む熱処理基準が確立されていないこととともに、その機械的性質におよぼす影響が十分明らかにされていないことなどによるものと考えられる。そこでその実用化に必要な基礎的データを整備確立する目的でサブゼロ処理に関する一連の研究を行うことにした。

本報では炭素工具鋼および合金工具鋼よりそれぞれ 3 種類づつを選び、サブゼロ処理と焼入・焼戻との組合せを主体に各種条件で熱処理を行い、それぞれに対し硬度、耐摩耗性、抗折力、繰返衝撃耐久力、繰返し曲げ疲労強度などを比較検討した結果をとりまとめ報告する。

II. 試料および実験方法

試料は炭素工具鋼として SK3, SK5, SK6 の 3 種を、合金工具鋼として SKS2, SKS3, SKS4 の 3 種をそれぞれ選んだ。Table 1 にその化学成分をしめした。

Table 1 の各試料に対しつぎにしめすどき条件でサブゼロ処理および焼入、焼戻を行った。

- a) 組合せ条件, QT, QST, QTST (Q: 焼入, T: 焼戻, S: サブゼロ処理)
- b) サブゼロ処理, $-70^{\circ}\text{C} \times 2\text{h}$, $-100^{\circ}\text{C} \times 2\text{h}$ (QST のみ)
- c) 焼入, SK3, 5, 6: 790°C 水冷, SKS2: 855°C 油冷, SKS3: 825°C 油冷, SKS4: 800°C 水冷
- d) 焼戻, $180^{\circ}\text{C} \times 1\text{h}$ 空冷

Table 1. Chemical composition of samples.

Samples	C	Si	Mn	P	S	Cr	W	Dimension
SK 3	1.05	0.27	0.44	0.014	0.023	—	—	38 mm ϕ rod
SK 5	0.82	0.27	0.38	0.008	0.020	—	—	
SK 6	0.75	0.23	0.19	0.007	0.017	—	—	
SKS 2	1.08	0.31	0.40	0.011	0.018	0.86	1.29	22 mm ϕ rod
SKS 3	1.00	0.25	0.95	0.030	0.017	0.98	0.95	
SKS 4	0.49	0.28	0.35	0.007	0.013	0.76	0.77	

サブゼロ処理と焼入、焼戻との組合せは各鋼種に対するサブゼロ処理法の選定上もつとも重要な問題であり、QST、QTSTの両者につき比較検討することにした。サブゼロ処理温度は -70°C を主体とし、QST系に対しては -100°C についても行い、処理温度の影響をあわせ検討するようにした。サブゼロ処理はフレオン 13, 22 二元冷凍法によるサブゼロ冷却槽の中で実施した。焼入後サブゼロ処理までの放置時間は 20 分を基準として行つた。焼入および焼戻温度はいずれも JIS に示された温度範囲の中央値をとつた。これは実用の規格材に対するサブゼロ処理の影響を調査するためである。

以上のごとき要領で熱処理を施した各試料に対し硬度、摩耗、抗析、繰返衝撃、繰返曲げ、顕微鏡組織の諸試験を実施した。なお一部試料につき X線結晶分析により残留オーステナイトの定量を行い、その組織を電子顕微鏡により比較観察した。

III. 実験結果および考察

(1) 硬 度

各試料 (10 mm ϕ \times 10 mm l) に対し各種条件下で熱処理を行つたものにつき、ビッカース、硬度を測定した結果の一部を Fig. 1 にしめた。SK, SKS各試料とも焼入のままのものにくらべ、焼入後サブゼロ処理を

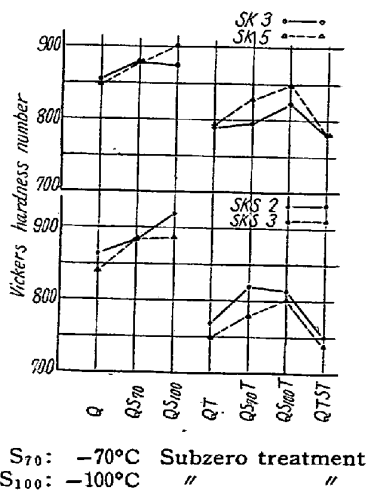


Fig. 1. Comparison of hardness of samples under various heat treatment.

行つたものはいずれも硬度上昇が認められる。焼戻硬度はQT, QST, QTSTの3者を比較すると、各試料を通じQSTがもつとも高く、つぎがQTで、QTSTはもつとも低い傾向がしめされた。QST系におけるサブゼロ処理温度の影響としては -100°C の方が硬度上昇に対し若干効果的である。なおSK, SKS両試料とも焼戻温度 $200^{\circ}\text{C} \sim 300^{\circ}\text{C}$ まではQSTの方がQSより高目の硬度をしめし、それ以上では両者ほぼ一致する成績をしめた。

(2) 耐摩耗性

各種試料に対し大越式迅速摩耗試験機により摩耗試験を行つた。本試験においては摩擦距離を一定にし、荷重および摩擦速度を変え、回転円板としてSKH3 (30 mm ϕ \times 3.4 mm t) を用い、これを試料である平面試験片 (30 mm \times 25 mm \times 10 mm t) におしつけて摩擦し、その際の摩擦痕巾を測定し、これより接触圧力、摩耗量、比摩耗量などを求めた。結果の表示としては摩擦速度Vを一定にして各荷重ごとの比摩耗量 w_s を比較すると熱処理条件と耐摩耗性との関係が明瞭になる。Fig. 2は試料SK3の $V=2.38\text{m/s}$ の場合における比摩耗量を比較図示したものである。他の試料を通じ比摩耗量の順位はいずれもほとんど $\text{QT} > \text{QTST} > \text{QST}$ となつてい

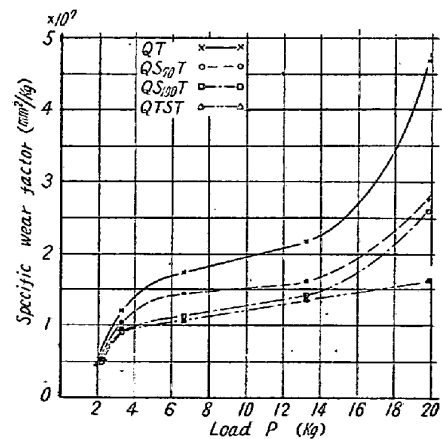


Fig. 2. Comparison of specific wear factor of sample SK3 under various heat treatments. ($V=2.38\text{m/s}$)

る。すなわちサブゼロ処理を行つたものはいずれも耐摩耗性が向上し QST がもつとも効果のある成績をしめした。QST は 3 種の中でもつとも硬度が高くやはり耐摩耗性との密接な関係を示唆しているように考えられる。

(3) 抗折力

各試料 (10mm φ × 100mm l) に対し支点間距離 80 mm の条件で抗折試験を行い、破断荷量、撓みおよび破断に要した吸収エネルギーを測定し比較検討した。その結果各試料を通じどの測定値も QT と QTST とは大差なく、QST はこれらより若干低い成績をしめした。このように抗折力の大小は硬度の大小とまったく逆の関係が認められ、焼入後のサブゼロ処理は抗折力を若干低下せしめるように思われる。

(4) 耐久性

試各料の QT, QST, QTST 3 種に対し、松村式繰返衝撃試験機およびシエンク式繰返曲げ試験により耐久試験を行つた。その結果繰返衝撃耐久力および繰返曲げ疲労強度に対し、サブゼロ処理の影響はほとんど認められなかつた。

なお SK5 および SKS3 の試料に対し焼入による残留オーステナイトを X 線分析で定量した結果によれば、前者は 13%、後者は 16% をしめし、サブゼロ処理によればこれを半量以下に減少させられることも確認された。またその間の組織的变化を電子顕微鏡的に観察できた。Fig. 3 は試料 SK5 の焼入後の組織と焼入・サブゼロ処

理・焼戻を施したものの組織の一例をしめしたものである。

IV. 総 括

炭素工具鋼および合金工具鋼の機械的性質におよぼすサブゼロ処理の影響に関し実験検討しつぎの結果を得た。

(1) 焼入・サブゼロ処理・焼戻を施したものは普通の焼入・焼戻を行つたものに比し、硬度および耐摩耗性が向上する。また繰返衝撃耐久力や繰返曲げ疲労強度は大差なく、抗折力は若干低下する。

(2) 焼入・焼戻後サブゼロ処理したものは機械的性質におよぼすサブゼロ処理の効果がほとんど認められない。

(3) 炭素工具鋼および合金工具鋼に対するサブゼロ処理法としては焼入・サブゼロ処理・焼戻の組合せ条件が最適であり、耐摩耗性を主眼とする鋼種への適用が効果的である。

(85) ばね鋼の選定に関する一考察

A Contribution to the Selection of Spring Steels

Y. Yamaki.

三菱鋼材管理課 工〇八 巻 雄 三

I. 緒 言

従来ばね鋼を選定する方法は、熱処理後そのばねが、ばねに必要な機械的性質をしめすようになるかいなかを、個々に調べるに止まつていたが、最近のように、ばねの熱処理が連続作業となつてくると、素材が変わるとに熱処理温度を変更することは不可能になり、一定温度に保つた炉中を通り過ぎて熱処理を行つても、目的通りの Spring-Hardness のばねをつねに得られるような鋼を、ばね鋼として選ぶ必要が生ずる。さらにすすんでは、このときの温度範囲ができるだけ広い鋼を選ぶほど、ばねの品質を安定させることは容易となり、工業的な意味で、使いやすいばね鋼を得られることになる。

筆者は、この点に関し、統計的側面から考察し、実用的な計算図表を求め得たので、これを報告する。

II. 一般的考察

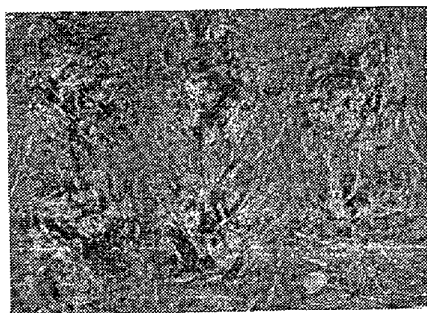
焼戻後の硬さ x を確率変数、焼戻温度 t を指定変数とし、 x の確率密度函数を $f(x)$ 、その母平均 μ_t 、母分散 σ_t^2 は有限確定かつ t の函数として、

$$\mu_t = \phi(t), \quad \sigma_t = \varphi(t) \dots \dots \dots (1)$$

とする。すると $f(x)$ は t の函数となる。



a) Q ×6000 (2/3)



b) QST ×6000 (2/3)

Fig. 3. Electron micrograph of sample SK5.