

110.62/46
66.9.14/31.62/829

(146) 高速回転クランクシャフト用
肌焼鋼の研究

特殊製鋼 平野 昇・日下 邦男
○荒木昭太郎・佐々木 博

Study on Carburizing Steels for Crank-Shafts of High Speed Revolution.

Noboru HIRANO, Kunio KUSAKA
Shotaro ARAKI and Hiroshi SASAKI.

I. 緒 言

従来クランクシャフト材としては、SNCM 23, 25などが用いられているが、非常に高速回転のエンジンの場合のように、使用条件が厳しい場合には、ピッチング摩耗やフレーキングを生じて寿命が低下することが多い。このようなピッチング摩耗の原因は、非金属介在物によることもあるが、このほかに高速回転による温度上昇によつて浸炭層の硬度が低下することが原因と考えられる。このほかにも温度上昇によつて低温焼戻脆性や青熱脆性のあらわれる温度範囲に入り、靱性を低下することも一因と考えられるが、やはり温度上昇による硬度低下が問題であると考えられるので、300°C位までの温度上昇によつても硬度低下の少ない耐熱肌焼鋼の採用が必要である。著者らは Mo を 5% および 2% 含有する肌焼鋼を試作し、現用肌焼鋼と比較試験を行なつたので、その概要を報告したい。

II. 試 料

実験に用いた6種類の試料の化学組成を Table 1 に示す。試料は 8~12t 塩基性電気炉(真空溶解材以外のもの)、または 100kg 誘導真空炉(真空溶解材)で溶解を行ない、前者の場合には丸 800kg 鋼塊、後者は丸

100kg 鋼塊に铸造し、皮削、中延圧延、仕上げ圧延を行なつて丸 18mm の丸棒にした。またフレーキングテスト用の試料のみは圧延中途から試料を採取し、丸 8mm に圧延し、さらに熱間で丸 5.5mm に引抜き、焼鈍後センターレス研削にて丸 5.2mm にして使用した。

III. 実験結果

1. 焼入性

素材の焼入性曲線を Fig. 1 に示す。Mo 5% の TH 1 が最も焼入性が大き、TH 2, SNCM 25 がこれにつき、以下 SNCM 23(A), SNCM 23(V)の順序で SCM 22 がもつとも小さい。なお浸炭層の焼入性についても試験を行なつた。

2. 浸炭性

同一露点でガス浸炭した結果では、TH 1 は SNCM 23 に比較して表面の炭素濃度が 0.2~0.3% 高目となり、また炭化物も出やすい。固体浸炭もガス浸炭と同一傾向を示す。したがつて TH 1 の表面炭素量を高める場合には、浸炭後炭化物の球状化処理を行なう必要がある。

3. 焼戻硬度

小試片を 925°C × 3h 固体浸炭して約 1mm の浸炭層をあたえ、1次焼入、2次焼入およびサブゼロ処理(-78°C)を行なつたのち、焼戻による硬度変化をみた。SCM 22, SNCM 23, SNCM 25 はほとんど同様な傾向を示して、焼戻温度の上昇にともなつて硬度が低下するが、TH 2 はこれらより焼戻抵抗が大きく、400°C で H_RC 53 を示し、SCM 22 よりも 6度高く、500°C 以上の焼戻で急に軟化する。TH 1 はもつとも焼戻抵抗が大きく、400°C 焼戻では H_RC 57 で SCM 22 より 10度も高い。

無浸炭の場合にも同様な傾向を示し、TH 1, TH 2 は焼戻抵抗が非常に大きい。

4. 浸炭層高温硬度

TH 1, TH 2 および SNCM 23 の丸 10×5mm 試片を 950°C × 5h 固体浸炭後、880°C 油冷1次、800°C 油冷2次焼入後、アカシAVK, HF型高温ピッカース硬度計によつて、500°C までの高温硬度を測定した。その結果は Fig. 2 に示すように、Mo の高い TH 1, TH 2 は SNCM 23 よりもかなり高い硬度を示し、Mo 添加が有効であることを示す。

5. 機械的性質

引張試験片およびシャルピー衝撃試験片に1次焼入、2次焼入を施したのち、100~400°C の各温度に 1h 焼戻して常温で試験を行なつた。TH

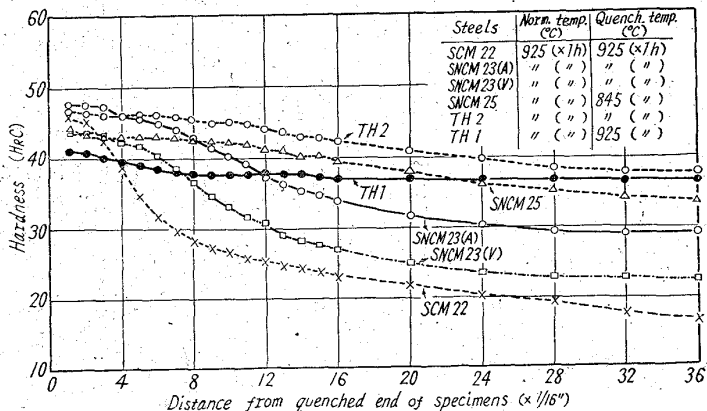


Fig. 1. Comparison of end-quench hardenability curves.

Table 1. Steels tested.

Steels	Atmosphere of melting	Chemical composition (%)								
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu
SCM 22	Air	0.20	0.25	0.75	0.010	0.019	0.10	0.99	0.22	0.10
SNCM 22 (A)	Air	0.23	0.35	0.63	0.013	0.005	1.93	0.54	0.27	0.07
SNCM 23 (V)	Vacuum	0.20	0.20	0.48	0.012	0.010	1.76	0.56	0.24	0.10
SNCM 25	Air	0.15	0.23	0.43	0.008	0.006	3.98	0.77	0.22	0.08
TH 2	Vacuum	0.20	0.23	0.59	0.005	0.013	1.78	0.50	2.08	0.03
TH 1	Vacuum	0.17	0.22	0.44	0.009	0.017	2.76	1.57	5.20	0.03

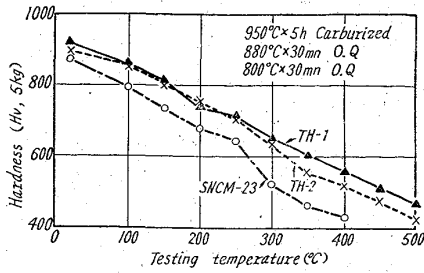


Fig. 2. Hot hardness curves for TH-1, TH-2 and SNCM-23.

1, TH 2 は焼戻硬度の項に記したように高温焼戻で高硬度, 高抗張力であり, また硬度と延性, 靱性のバランスも他鋼種に比して遜色なく, 例えば TH 1 は 200°C 焼戻で硬度 HRC 40, 抗張力 137 kg/mm², 伸び 12%, 絞り 50%, 衝撃値 9 kg-m/cm² である。

また, 同様にして 2 次焼入後, 180°C で焼戻したものを, 100~400°C の各温度で高温衝撃試験を行なった。300~400°C で TH 2 は高硬度にもかかわらず, SCM 22, SNCM 23, 25 と同等の衝撃値を示し, また TH 1 も衝撃値約 6 kg-m/cm² で良い靱性を示す。

6. その他

フレーキングテスト, 結晶粒成長特性などについても検討した。

IV. 結 言

Mo 5% および 2% の耐熱肌焼鋼を試作して, SNCM 23, 25, SCM 22 などと比較試験を行なった。Mo の高い TH 1, TH 2 は焼戻抵抗がいちじるしく大であり, また焼入性も大きく, 機械的性質も良好であるので, 高速回転によつて温度上昇を生ずるようなシャフト材, または軸受材として, 好適のものであることが明らかとなった。

(147) 高炭素 Cr-Mo-V 鋼の焼入性におよぼす合金元素の影響

日本製鋼所室蘭製作所研究所

P.5932595 柴崎鶴雄
Effect of Alloying Elements on Hardenability of High-Carbon Cr-Mo-V Steel.

Turuo SHIBASAKI.

I. 結 言

冷間圧延用ロールなどに用いられる高炭素 Cr-Mo-V 鋼は, 焼入後に適量の炭化物を残留せしめるような熱処理が施される。したがって, Cをはじめとする炭化物形成元素の含有量と焼入温度の変化によつて, 焼入性状がいちじるしく変化することが知られている。しかしながら合金元素の比較的小範囲における変動の効果, とくにその組合せ効果は, 実際作業において重要な問題である。本実験はこの点に着目して, 実用の高炭素 Cr-Mo-V 鋼における, C, Cr および Mo の比較的小範囲の変動の影響について, その組合せ効果をも含めて明らかに

することを目的として行なつたものである。

III. 実験方法

焼入性状におよぼす合金元素の変動効果のうち, とくにその組合せ効果を明確に把握するために, 供試鋼の化学組成を簡単な直交表を用いて決定した。すなわち C は 0.8% および 0.9%, Cr は 1.9% および 2.3%, Mo は 0.25% および 0.35% の各 2 水準を選び Table 1 に示すとき 8 種の供試鋼を溶製した。小型高周波炉で作つた鋼塊を鍛造, 球状化焼鈍後, ジョミニー焼入性試験片と 10mm φ × 10mm の硬度測定用試験片を採取した。

Table 1. Chemical composition (%) of steels investigated.

Steels	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
C	0.83	0.33	0.34	0.021	0.017	1.92	0.26	0.14
D	0.79	0.28	0.34	0.024	0.025	1.80	0.33	0.12
E	0.80	0.28	0.30	0.022	0.023	2.27	0.25	0.14
M	0.80	0.32	0.32	0.021	0.025	2.15	0.32	0.14
H	0.93	0.32	0.32	0.016	0.017	1.86	0.26	0.13
N	0.93	0.31	0.30	0.020	0.018	1.88	0.34	0.14
T	0.90	0.30	0.30	0.017	0.019	2.36	0.23	0.14
S	0.90	0.30	0.30	0.019	0.017	2.25	0.33	0.13

各供試鋼について, 850°C および 880°C に 1 h オーステナイト化した場合の焼入性を比較した。ジョミニー試験で焼入性を定量的に表示するには種々の方法があるが, 本実験の場合には実用硬度を対称として, HRC 58 の硬度の得られる深さで表示した。また, ジョミニー試験片と同様のオーステナイト処理を施した硬度測定用試験片を, 油冷後焼入硬度を測定し比較した。さらに同じ温度に加熱した鉛浴中に, 500°C に予熱した試験片をそれぞれ 2, 5, 10, 15, 30mn および 1 h 浸漬後油冷したものの硬度を測定して, 前述の焼入硬度と比較することによつて炭化物の固溶速度を調べた。

III. 実験結果

Table 2 に実験結果を総括して示す。なお, 急速加熱の場合の硬度測定値は, 徐加熱の場合の焼入硬度に対する % として別に示した。

Table 2 から判ることく, 小範囲の成分変化にもかかわらず各特性値には相当な変動がみられる。各特性値に対する合金元素の変化の影響をつぎに示す。

1) 焼入性

焼入性におよぼす成化変化の影響は複雑である。すなわち C と Cr, C と Mo の間には大きな交互作用があり, 組合せ効果として焼入性に影響をおよぼす。Fig. 1 にこれら元素の組合せ効果をも 880°C の場合について示す。Cr および Mo は, 一般に鋼の焼入性

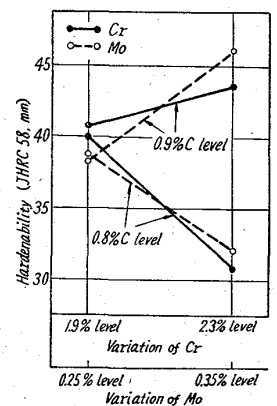


Fig. 1. Effect of variation of C, Cr and Mo on hardenability. (Austenitizing temperature: 880°C)