

(78) 含ボロンバネ鋼に関する研究

(Research on the Boron-Treated Spring Steel) Minoru Makioka, Lecturer, et alii.

株式会社神戸製鋼所 理 高 橋 孝 吉
研究部 工 西 原 守
理 中野 平・〇牧 岡 稔

I. 緒 言

略々完全にマルテンサイト化後焼戻した状態では、大抵の構造用鋼は硬度 200~400 BHN の範囲で略同等の機械的性質を有すると云う考えに基づいて、ボロン鋼に依る代用は、焼入性能の同等性を基礎として行われてきている。その応用の一つとして、バネ鋼が採り上げられ現在米国では、AISI 9260, 8660 に代つて、それと同等若しくは、それ以上の焼入性能を有する TS 50 B 60 及び TS 51 B 60 が用いられ、非常に良い成績を挙げている事が報ぜられている。

当社に於いてもボロン鋼に関する一環として、バネ鋼を採り上げ、TS 50 B 60 を選んで、その諸性能の実態を調査し、併せて JIS. Sup 6 との比較を試みた。

II. 供 試 材

試験材としては、先ず 500 kg 塩基性高周波炉を用い造塊時各鑄型中で、B 添加量を 0~0.005% 迄変化させて添加を行つた 80 kg 鋼塊 5 本について、この種高炭素鋼に於ける B 含有量の影響を調査し、次に在来のバネ鋼 Sup 6 或いは Sup 4 との性能を比較する目的で、塩基性電弧炉で熔製した Sup 6, Sup 4 夫々 1 チャージを比較材として用いた。これら試験材の化学組成を第 1 表に示す。

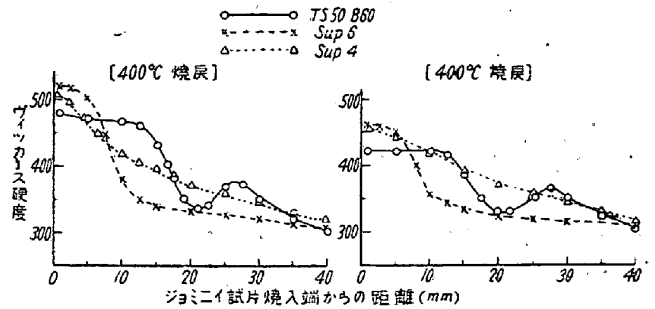
II. 焼 入 性 能

B 含有量を異にする 5 種の試験材に就き本多式熱膨脹試験並びにジョミニー一端焼入試験を行つた結果、B の効果は明白に認められ、50%マルテンサイトで B 材の相乗係数は約 1.2 であるが、中、低炭素鋼に於けるボロンの効果に比べると、その効果は少ない。一方 B 含有量に

よる焼入性能の差異は、この実験の B 含有量範囲では認められなかつた。

III. 焼 戻 性 能

イ) TS 50 B 60, Sup 6, Sup 4 に対する焼戻軟化抵抗をジョミニー焼戻硬度曲線で比較したものを第 1 図に示した。



第 1 図 焼 戻 硬 度 曲 線

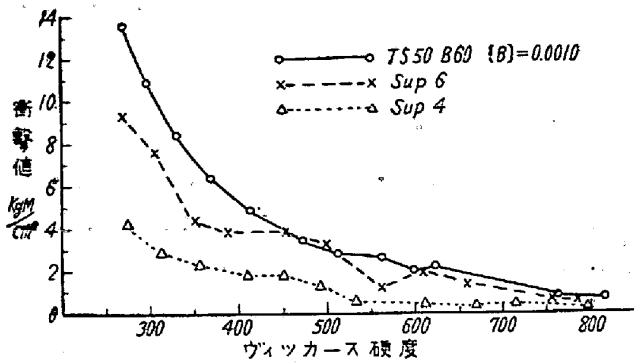
ジョミニー試片上、比較的冷却速度の大きい点、即ち焼入時マルテンサイト組織になつている処での焼戻軟化抵抗に於いて、TS 50 B 60 は、Sup 6 に比べ劣つている。反面焼入端から 6~15mm の冷却速度範囲では焼入性能がすぐれている事から焼戻硬度の上に於いても格段優れた性質を持つ事が認められる。尚、TS 50 B 60 のジョミニー焼入曲線に現われる異常性は、焼戻処理時に於いても消失せず、焼入端から 20mm 附近に明瞭な谷を作つている。

ロ) TS 50 B 60, Sup 6, Sup 4 の各々に就いて、焼入後 100~650°C の各温度で焼戻を行い衝撃値及び硬度の測定を行つた。TS 50 B 60 に就いては、焼戻脆性の上にボロン添加及び添加量の差異による影響は大して見られない。TS 50 B 60 と Sup 6, Sup 4 との比較を同一硬度に対する衝撃値で行うと、Sup 4 は、他の二者に較べると可成り劣つており、又 TS 50 B 60 は、ヴィッカース硬度 450 以下の処で Sup 6 より格段に優れている。(第 2 図参照)

尚、バネ材としては寒冷地帯での使用も考慮して、低温衝撃値も問題となるので、上述の三者に就き、抗張力を同一 (140 kg/mm²) にして試験を行つた。TS 50 B 60

第 1 表 供 試 材

	C	Mn	Si	P	S	Cu	Ni	Cr	[B] _{so}
AISI 5060	0.59	0.89	0.24	0.017	0.008	0.03	0.03	0.51	—
TS 50 B 60	0.58/0.60	0.89/0.91	0.25/0.26	0.015/0.019	0.008	0.03/0.05	0.03/0.04	0.49/0.51	0.0007/0.0034
Sup 6	0.56	0.82	1.56	0.018	0.016	0.14	0.09	0.05	—
Sup 4	0.99	0.56	0.28	0.015	0.007	0.13	0.06	0.01	—



第2圖 TS 50 B 60, Sup 6, Sup 4の焼戻性能

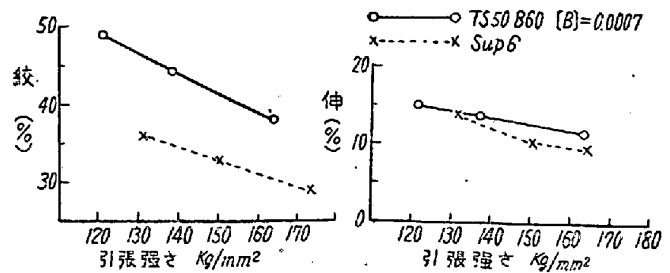
と Sup 6 との間には、大きな差は認められず、夫々 20°Cでの4.3 kg/cm², 3.7 kg/cm² から -60°Cでの 3.0 kg/cm² へと稍低下を示している。

ハ) 各試験材の 400~500°C 焼戻時の JIS 4号試片による引張試験を行った。0.2% 残留伸として求めた降伏点と抗張力の比は、TS 50 B 60, Sup 6 とも略同等であつた。結果的には、Sup 6 は TS 50 B 60 に比し完全焼入に近い状態では、焼戻軟化抵抗が大きいので、各焼戻温度で約 10 kg/mm² 抗張力、降伏点が高い。しかし伸、絞りの点では、TS 50 B 60 の方が、この焼戻温度範囲内では優れており、同一強度に於けるこの両者の伸、絞りを比較すると、第3図の如く TS 50 B 60 が規格値内(引張強さ > 140 kg/mm²) で優れた成績を示している。

V. 總括

以上の結果を要約すると、

I) この種炭素鋼に於けるボロン添加による焼入性能



第3圖 引張強さと伸、伸の関係

の向上は中炭素鋼、低炭素鋼に比較すると可成り低いが明瞭に認められる。

II) ボロン含有量(0.0007~0.0034)による焼入性能、焼戻性能の差異は殆んど認められない。

III) TS 50 B 60 を Sup 6 の代用として用いる場合

(イ) 焼入性能は、明瞭に TS 50 B 60 の方が Sup 6 より大きい。

(ロ) マルテンサイトの焼入組織を焼戻した場合 Sup 6 の方が逆に TS 50 B 60 より遙かに高い焼戻軟化抵抗を持っているが、冷却速度が遅くなつた場合(この場合 1/2 時~1 1/2 時の丸棒を油焼入した場合)には焼入性能の優れた TS 50 B 60 が焼戻強度、靱性の上で格段に Sup 6 より優る事が想像される。

(ハ) 完全焼入後の機械的試験を行った結果、同一強度で両者を比べると、TS 50 B 60 が伸、絞、衝撃値で著しく優れている事を知つた。

(ニ) 完全焼入時の低温衝撃は、両者共大差ない成績を示した。