

ダエッチの二者によつて比較検討した処によるとこの間のメカニズムが可成り明かとなつた。(写真略)

#2 のサンプルは上記の 2 チャージの中間のものであり低炭素でやゝ高マンガンである。B 処理前の恒温変態の性状は中間段階に於いて #1 に近いが進行は高温に於いて比較的遅く完了する如くである。B 処理後は焼入性は三チャージ中最も悪く比較的 B の効果少く (M.F. = 1.9), フェライト初析線の遅れは少く、主として Mn の効果によつて進行の遅れを見せている様に見うけられる。又中間段階の温度域もやゝ高めで低域ベイナイトの裾部の傾斜が立つて来ている。

IV. 總 括

1. 主として炭素、マンガンの異なる低ニッケル、クロム、モリブデン系肌焼鋼三チャージについて、B 処理の効果を恒温変態の挙動を中心として熱处理的に実験研究した。

2. 本鋼種の焼入性は B 処理の有効度によつて左右される処が多いが、これと他の合金元素 (主として炭素、マンガン) の量のバラツキの結果あらわれるものとは程度が異なる。一般に知られたフェライト初析線への時間的影響以外に、中間段階域に於ける B 処理の効果と、他の C, Mn 等の影響を解析して考え、TTT 曲線によつてそのメカニズムを究明した。

文 献

- *1) 著者: 鐵と鋼, 39—3 (1953) p. 266.
- *2) " : 同上, 38—10 (1952) p. 109.

(78) 含硼素鋼の焼入性について

(Hardenability of the Boron-Treated Steel.)

株式会社神戸製鋼所研究部工西原 守・〇理馬淵 平
牧岡 稔・後藤督高

硼素の鋼の焼入性能に対する効果は通常ジョミニー焼

入試験に依り、判断せられる。処がジョミニー焼入曲線の表わす内容が鋼種によつて可成り異なり、或る鋼では主としてパーライト段階、又別の鋼では中間段階での変態の様相を表わしている。従つてジョミニー曲線より硼素の効果を云々するに當つては、この事を念頭に置いて考えねばならない。次に焼入温度の撰択が硼素の効果を最大限に發揮させる上に於いて重要な意味を有している。焼入温度が低すぎる場合にはオーステナイトの均質程度が悪く、硼素のオーステナイトへの固溶が充分行われなない為、硼素の効果は低下し、逆に高すぎれば、脱硼素の問題とは別に、焼入性能が劣化するという場合も見受けられる。当社では一昨年末より含硼素鋼の熔製並びにその後の処理について、より詳細な知識を得る為、諸種の研究を行つてきているが、ここでは特に上記の観点から含硼素鋼の焼入性について実験した結果を報告する。

A. 供 試 料

試料としては合金肌焼鋼 (94B17) と中炭素合金鋼 (86B45) の二鋼種を選び、硼素添加量を 0 から 0.008% 迄四通りに変化させたものを用いた。試料の熔製は塩基性 1/2 トン高周波炉で行い、炉中で予め Al, Ti に依り、脱酸、脱窒を行い、モールド中で硼素を添加する際更に Al, Ti を投入する事により、酸化、窒化による硼素の損失に非常に少なくする事ができた。硼素添加合金としては、Fe-B, Fe-Ti-B 合金を用いた。第 1 表に供試料の化学成分を示す。

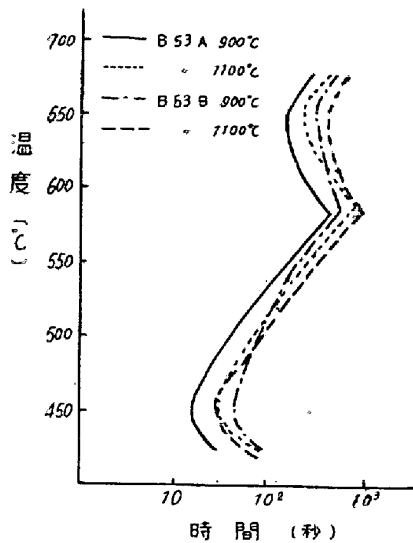
B. 恒温變態に依る S 曲線

ジョミニー焼入硬度曲線だけでは硬度の低下が、何れの変態に依るものか、判断しがたく、又冷却変態に依る顕微鏡組織はその識別の困難な場合が往々にして見受けられる。かゝる意味と、硼素の鋼に及ぼす影響を、より詳細に知る目的で B53 (86B45) 及び B54 (94B17) の

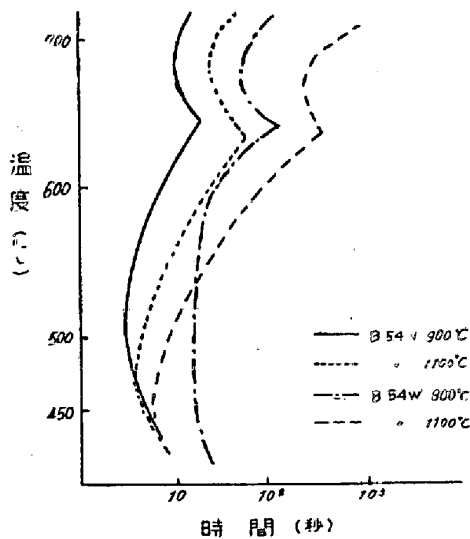
第 1 表 供試料の化學成分

		C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Mo	B (insol)	B (sol.)	N ₂ (insol)	N ₂ (sol.)
(B 53) T.S 86B45	A	0.43	0.95	0.27	0.012	0.010	0.55	0.63	0.13	None	None	0.004	0.004
	B									None	0.0024	0.006	0.002
	C									None	0.0050	0.006	0.002
	D									0.0037	0.0039	0.007	0.001
	E									None	0.0053	0.007	0.001
(B 54) T.S 94B17	V	0.17	0.97	0.23	0.016	0.010	0.46	0.38	0.14	None	None	0.004	0.004
	W									0.0001	0.0027	0.006	0.002
	X									None	0.0056	0.007	0.001
	Y									None	0.0072	0.007	0.001
	Z									None	0.0045	0.007	0.001

それぞれ硼素含有量を異にするものについて、焼入温度を900°Cと1100°Cの二通りに変え、恒温変態を行なった。その結果の一部を第1圖に示す。



第1圖 a B53 の S 曲線



第1圖 b B54 の S 曲線

1) B53 (中炭素) の場合

硼素を含まないものでは、焼入温度を高くすれば、パーライト段階、中間段階何れも遅れるが硼素を含むものでは焼入温度の上昇により、パーライト段階は遅れるが中間段階は逆に促進せられている。焼入温度のS曲線に及ぼす影響を硼素含有量に就いてみる時、900°Cの場合には硼素含有量が0.003~0.005% 範囲では、S曲線は変わらないが、1100°Cになると、極く僅かに、含有量の高い方がS曲線は右方にずれる傾向にある。

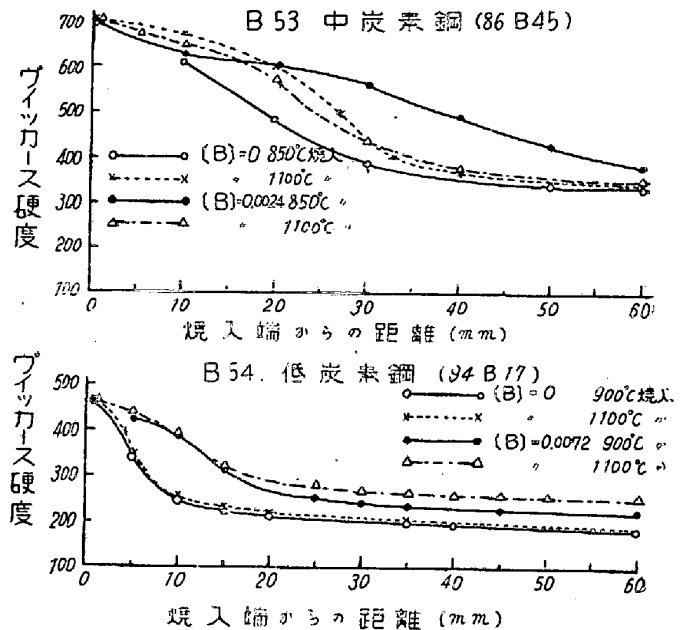
2) B54 (低炭素) の場合

硼素を含まないものでは、焼入温度を上昇すれば、中間段階の下部域では殆んど変わらないが、大体に於いて、

S曲線は長時間側にずれている。硼素を含有するものでは、パーライト段階中間段階の上部域は、焼入温度の上昇により長時間側にずれるが下部域は逆に、促進せられている。焼入温度のS曲線に及ぼす影響は硼素含有量が0.003~0.007% の範囲では大して変わらない。

C. ジョミニー焼入曲線

B53 (中炭素) と B54 (低炭素) に就いて焼入温度を850°C~1100°C の範囲に変化させて、ジョミニー焼入試験を行つた。その結果の一部を第2圖に示す。



第2圖 ジョミニー焼入硬度曲線

1) B53 (中炭素) の場合

硼素を含まぬものでは、焼入温度を高くする事に依り焼入性が向上するに反し、硼素を含有したものでは、逆に悪くなる。従つて硼素の焼入性改善効果は焼入温度の高くなるにつれて減少する。我々が取扱つた硼素含有量の範囲では焼入性の差異はみられない。

2) B54 (低炭素) の場合

硼素の含有の如何に関係なく、焼入温度を高くすれば焼入性が僅かに増加する傾向にある。

D. 結果に對する考察

上記の実験結果を現象的に考察してみると、中炭素鋼の方は硼素含有の有無にかゝらず、パーライト段階は長時間側にずれているのでジョミニー焼入曲線は、主として中間段階により左右される。硼素を含有するもののジョミニー焼入性が焼入温度の上昇によつて低下するのは、86 B45 タイプの鋼に硼素を添加した時の中間段階変態の一特性に依るものと考えられる。これに対して低

炭素の方は、硼素を含まぬものでは、焼入温度の高低にかゝらず初析フェライトの析出が非常に速やかに起り、且つ初析フェライトは中間段階状態に較べて、より著しく硬度を低下させる為、この場合にはジヨミニー焼入曲線は主として初析フェライトの析出の様相により左右される。硼素を添加したものでは初析フェライトは長時間側にずれているので、ジヨミニー曲線は中間段階で決まる。焼入温度を上昇すれば、中間段階の下部域は促進されるが、上部域は遅滞されるのでその総合結果としてジヨミニー焼入性は向上すると考えられる。次に各段階の状態の焼入温度による影響を鋼種別に考えると、パーライト段階は中炭素、低炭素共硼素の有無にかゝらず焼入温度の上昇により、長時間側にずれるが、上部中間段階では中炭素の硼素を含まぬものは長時間側に、含むものは短時間側にずれている。低炭素の方は硼素の有無にかゝらず長時間側にずれている。下部中間段階では中炭素の硼素を含有せぬものは焼入温度の上昇により長時間側に含むものは短時間側にずれ低炭素の方でも同様の傾向がみられる。この様に硼素含有鋼の中間段階が焼入温度の上昇によつて促進される理由としては、焼入温度が高くなれば硼素のオーステナイトに対する固溶限が増加し、その為、低温へ持ち来した時の、鉄-硼素系化合物の析出又は析離の程度が大きくなり、従つてオーステナイト格子に対する歪化作用が増す。パーライト段階ではこの歪化作用が高温の為に小さいか、又は粒成長による状態遅滞作用が大きくてその為この歪化による状態促進効果が打消されている。この様な考え方もできる訳である。最後に含硼素鋼の焼入温度について一言すると、焼入温度が高すぎる場合には、中間段階に対する硼素の効果は減少するので十分な焼入性が得られず、加えて脱炭、脱硼素、粒成長、等の悪影響もあるので、それ等を考慮して最適の焼入温度を選ばねばならない。

(79) 含硼素鋼の焼戻性能に就いて

(Tempering Behaviours of Boron-Containing Steels)

株式会社 神戸製鋼所

理 高橋孝吉・工 西原 守・〇牧岡 稔

含硼素鋼が、実用化される場合を大略すると、次の二つの方式がある様に思われる。

- i) 現行の鋼種に硼素を添加して、焼入性能を増加させてより高級な用途に使用する。
- ii) 現行の鋼種より合金量の少い鋼に、硼素処理

を行つて、焼入性能を増加させて置換し、合金量の節約を狙う。

何れの場合にも、焼入性能に就いて、十分な知識を持っているだけでなく、各々の焼入状態に対応する焼戻性能に就いても十分な調査を行い、適材適所に使用する必要がある。

I. 供試材に就いて

1/2 Ton 塩基性高周波炉で、強靱鋼 (86B45) 及び肌焼鋼 (94B17) を熔解し、これ等を Ti 及び Al で予備処理を行つてから、モールド中で硼素を添加し、添加量を 0~0.0080 迄変化させて、硼素含有量の異なつた含硼素強靱鋼 (86B45) 及び含硼素肌焼鋼 (94B17) の 80kg 鋼塊を作つた。

化学成分は、次の如くである。

	C	Mn	Si	Ni	Cr	Mo	[B] _{sol.}
T.S 86B45	0.43	0.94	0.27	0.58	0.65	0.14	0~0.0053
T.S 94B17	0.17	0.97	0.23	0.46	0.38	0.14	0~0.0072

各鋼塊は、35φ 並に 15φ に鍛造して、実験に供した。焼戻性能は、ジヨミニー端焼戻試験結果より測定したが、[B]_{sol.} = 0.0013% 以上では、硬化能曲線は殆んど変化なく、これ以上の [B]_{sol.} の含有に依つて硬化能は殆んど飽和している事が知られた。50% マルテンサイトに相当する B の相乗係数は、86B45 の場合には、1.5 94B17 の場合には 2.25 であり、文献に記載されている硬化能増進効果と良く一致する。

II. 完全焼戻時の焼戻性能に就いて

a) 含硼素肌焼鋼の低温焼戻性能

[B]_{sol.} が、0~0.0072% 迄異なつた五種類の試料を、900°C 水焼戻、100°C~500°C に 3 時間焼戻を行つて、焼戻硬度、衝撃値の測定結果から、低温焼戻脆化に及ぼす B の影響を調べた。完全焼戻の状態の焼戻硬度並びに衝撃値共、B の含有の有無に関せず略々同等の数値を示しており、この実験試料の [B]_{sol.} の範囲では相互の差異は認められず、同時に低温焼戻脆性も、殆んど影響は認められなかつた。

但し、冷却速度がより遅い場合には、ジヨミニー端焼戻成績より予想される様に、基準成分と含硼素鋼との焼戻硬度が異なつてくるため焼戻性能が違つてくる事が予想される。

b) 含硼素強靱鋼の高温焼戻性能

[B]_{sol.} が、0~0.0053% 迄異なつた五種類の試料に