

第 1 表 Fe-Ti-B の化學成分

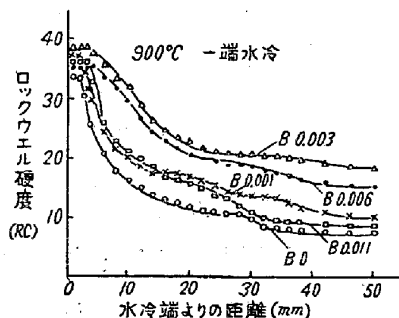
品 名	C	Al	Ti	B
Fe-B (1)	0.040	6.48	20.17	5.87

は殆んど大差ないが Ac_3 点を僅かに上昇し, Ar 各変態を夫々降下する. 又 Cr-Mo 肌焼鋼及び Cr, Cr-Mo 各強靱鋼に於いても同様なる結果を示した.

(2) 焼入性試験

肌焼鋼系試料は 900°C , 兩種強靱鋼は 870°C より夫々 Jominy 式焼入性試験法により, 一端水冷後水冷端よりの硬度変化を測定した. その結果各系試料共 B 添加量 0.001% のものは無 B のものと殆んど大差ないが, 0.003% 及び 0.006% 添加せるものは B の効果大にして夫々焼入性を増大する. 而して添加量 0.011% に於いては前者に比し焼入性を低下する.

即ちこの種範囲内の添加量に於いては 0.003% 附近のもの焼入性を最も増大し, これより添加量を増減するに従い焼入性を低下する. 第 1 図は Cr-Mo 肌焼鋼に於ける結果を示す.



第 1 図 Cr-Mo 肌焼鋼の焼入性試験結果

(3) 焼入, 焼戻硬度試験

焼入性試験と同様各系試料を 900°C 及び 870°C より油焼入後 $100\sim 700^{\circ}\text{C}$ の各温度に焼戻後夫々の硬度を測定した. 即ち各系試料共この種範囲内に於ける B の添加により夫々焼戻硬度を僅か乍ら増大するが, 焼戻温度の上昇と共に硬度を低下し, その傾向は無 B のものと殆んど大差ない結果を示した.

(4) 機械試験

各系試料につき前述の各温度より焼入せるものを, 肌焼鋼系試料は 200°C , 強靱鋼系試料は 650°C にて夫々焼戻せるものにつき各種機械的性質を測定した. その結果各系試料共 B 添加により, 降伏点, 抗張力を増大し伸び及び絞りを減少する傾向を示した. 而して肌焼鋼系試料の方が強靱鋼系試料に比しこの傾向は大であり, 又衝撃値に於いては肌焼鋼系の方が B 添加により低下する

傾向を示すが, 強靱鋼系各試料に於ては僅か乍ら増大する傾向を示した.

(5) 滲炭試験

Cr, Cr-Mo 兩系肌焼鋼につき, 900°C にて滲炭後, 硬度測定及び顕微鏡組織試験法により, 夫々の滲炭性につき比較検討した. 即ち兩系試料共 B 0.001~0.011% の添加により滲炭性を稍増大する傾向を示すが殆んど大差ない. 尚滲炭後 850°C より油焼入せるものにつき夫々の焼入深度につき比較したが, B の添加により焼入深度を増大する.

尙前述の焼入性試験片につき, 水冷端よりの組織変化につき検討を加えたが, B 添加せるものは無 B のものに比し焼入端における組織を微細化し, 又フェライトの析出を少ならしめるが, この傾向は焼入性最も大なる B 0.003% 添加せるものに於いて著しい.

IV. 結 言

含硼素 Cr, Cr-Mo 肌焼鋼及び強靱鋼につき夫々の変態生起状況, 焼入性, 焼入, 焼戻硬度及び機械的性質等につき夫々検討を加えた, B 0.001~0.011% の添加により Ac_1 点は大差ないが Ac_3 点を僅かに上昇し, 又 Ar 各変態点を夫々低下する. 而して焼入性はこの種範囲内の B 添加量に於いては 0.003% 附近のもの, その効果最も大にして著しく焼入性を増大するが, これより添加量を増減するに従い却つてこれを低下する傾向を示した.

次に焼入, 焼戻硬度試験に於いて兩系肌焼鋼に於いては B 添加せるものの方が $200\sim 300^{\circ}\text{C}$ 附近までの硬度大なる結果を示すが, 400°C 附近より急激に硬度を低下し, 無 B のものと大差ない. 又強靱鋼系各試料に於いても略同様なる傾向を示す. 尙機械的性質につき検討を加えたが何れも B 添加により降伏点, 抗張力を増し, 伸び及び絞りを低下する. 而して衝撃値は肌焼鋼系のもは低下する傾向を示すが, 強靱鋼系各試料は何れも僅か乍ら増大する.

又肌焼鋼系各試料につき夫々の滲炭性を比較したが, B 添加により滲炭深度を稍大ならしめる傾向を有するが大差は認められなかつた.

(57) 硼素鋼の研究 (II)

(Study of Boron Steel—II)

Tomoo Inada, Lecturer, et alii.

日立製作所 安来工場 工博 小柴定雄
田中和夫・○稻田朝雄

I. 緒 言

前報に於いて Cr, Cr-Mo 各系肌焼鋼及び強靱鋼の変態生起状況, 焼入性, 焼入, 焼戻硬度, 機械的性質及び滲炭性等につき種々検討した結果を報告したが, 本報に於いてはこれらに引続き Mn-Cr 及び Mn-Cr-Mo系強靱鋼を同様に検討せる結果及び硼素鋼の現場生産的手段の一方法として 5t 弧光電気炉を用い Cr-Mo 強靱鋼を熔解後, 取鍋より 400kg インゴットケースに鑄造の際併行的に B 0.003% 添加せるもの B の効果及び鋼塊内に於ける各種性質の均一性等につき種々検討を加えたる結果を報告する。

II. 試 料

C 0.32, Mn 0.70, Cr 1.80% 及び C 0.32, Mn 0.88, Cr 1.28, Mo 0.26% の各種強靱鋼を前報同様 50kg 高周波電気炉により熔解後 B 0.003 及び 0.006% 添加し夫々 15kg 鋼塊に鑄造し 15~32mm 角に鍛伸後 900°C より焼準を行い各種試験片に機械仕上げした。

又 5t 塩基性弧光電気炉を用いて C 0.38, Cr 1.14, Mo 0.24% の Cr-Mo 強靱鋼を熔解し出鋼後取鍋中に Al を添加し, 注湯と併行的に Fe-Ti-B の微粒を少量ずつ添加して 400kg 鋼塊を鑄造し, 引続き無 B のものを鑄造して比較用とした。次にこれらを 90mm 角に鍛伸し; 無 B のものは鋼塊中央部より試料を採取し, 含 B のものは鋼塊頭部より底部までを夫々 9 等分し, 之等を 18~32mm 角に鍛伸し, 900°C にて焼準後各試験片に機械仕上げした。

III. 実 験 結 果

(A) Mn-Cr, Mn-Cr-Mo 強靱鋼

(1) 変態生起状況及び焼入性試験

両系強靱鋼につき無 B のもの及び B 0.003~0.006% 添加せるものにつき 900°C より炉冷及び空冷し夫々の変態生起状況を測定した。その結果かかる範囲内の B 添加により Ac₁ 点は大差ないが Ac₃ 点を僅か乍ら上昇し Ar 各変態を夫々降下する傾向を示した。

又 870°C より Jominy 式試験法により一端水冷後, 水冷端よりの硬度変化を測定し夫々の焼入性を比較検討したが両系試料共 B 0.003~0.006% の添加により著しく焼入性を増大し, 添加量 0.006% のものに比し 0.003% のものはその効果大であり, Mn-Cr 系のものに比して Mn-Cr-Mo 系の方が焼入性大である。

(2) 焼入, 焼戻硬度及び機械試験

870°C より油焼入せるものにつき, 100~700°C の各温度に夫々焼戻後硬度試験を行つた。即ち両系強靱鋼に於いて B 添加により 200°C 附近までの焼戻に於いては僅か乍ら硬度大なる結果を示すが 300°C 以上の焼戻に於いては無 B のものとその硬度は殆んど大差ない結果を示し, 各試料共 300°C 附近以上の温度より急激に硬度を低下し, 硬度低下の傾向は B 添加によつても殆んど大差ない。

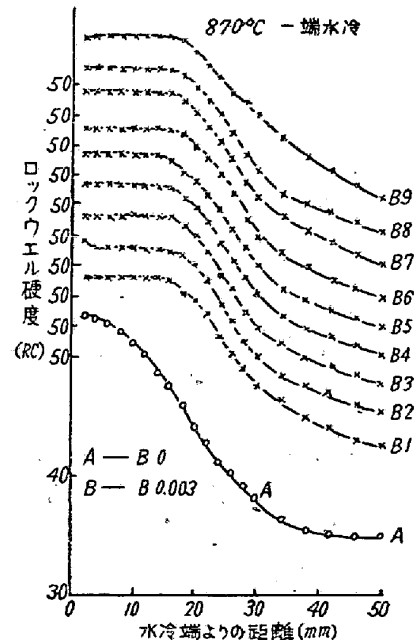
次に 870°C より油焼入後 650°C にて焼戻し各種機械的性質を測定したが両系試料共 B 0.003~0.006% の添加により降伏点, 抗張力及び衝撃値を稍増大するが伸び及び絞りも殆んど大差ない傾向を示した。

(B) B 0.003%, Cr-Mo 400kg 鋼塊

(1) 変態生起状況及び焼入性試験

無 B のもの及び B 0.003% 添加せる両試料につき夫々の変態生起状況を 900°C より炉冷及び空冷して測定した。その結果 B の添加により, Ac₁ 点は大差ないが, Ac₃ 点を上昇し, Ar 各変態を夫々降下する傾向を示した。

又各試料につき 870°C より一端水冷し, それぞれの焼入性を比較検討した。その結果を第 1 図に示す。



第 1 圖 各試料の焼入性試験結果

即ち A 試料は無 B 400kg 鋼塊中央部より採取せるもの, B1~B9 の各試料は B 0.003% 添加せる鋼塊の頭部より底部までを 9 等分せるものより夫々採取したものであるが, 同図よりして明らかなる如く B を添加せる各試料は無 B のものに比し夫々焼入性を増大し, 且各試料

間に於いて殆んど大差ない結果を示し、この種添加法によつても B を有効に添加し得るものと思われ、又略均一なる鋼塊が得られる。

(2) 焼入、焼戻硬度及び機械試験

前述の各試料につき 870°C より油焼入後 100~700°C の各温度に夫々焼戻し硬度を測定した。その結果 B 添加せるものは焼戻温度 300°C 附近までは僅か乍ら硬度大なる傾向を示すが、両者共何れも 300°C 附近より急激に硬度を低下する。即ち焼戻軟化抵抗性は B 添加によつても大差ない傾向を示す。

次に 870°C より油焼入後 650°C にて焼戻し、各種機械的性質につき検討を加えたが、B 0.003% 添加せる各試料は、無 B のものに比し降伏点、抗張力を増すが伸び及び衝撃値は大差なく、又含 B 鋼塊に於ける鋼塊各部は略均一なる結果を示した。

IV. 結 言

前報に引続き Mn-Cr 及び Mn-Cr-Mo 強靱鋼につき B 0.003 及び 0.006% 添加し、変態生起状況、焼入性、焼入、焼戻硬度試験及び機械的性質等につき夫々比較検討した。その結果 B 添加により A_{c1} 点は変化ないが A_{c3} 点を上昇し、 A_r 各変態温度を夫々降下する傾向を示し、焼入性試験に於いては添加量 0.003% 附近のもの最も焼入性大にして 0.006% に於いては却つて僅か乍ら低下する。而してこれらは何れも無 B のものに比し、その焼入性は著しく大きい。焼入、焼戻硬度試験に於いて焼戻温度 300°C 以上では、その硬度に大差を示さない。尚 B 添加により降伏点、抗張力及び衝撃値を僅かに増大するが、伸び及び絞りは大差ない。

次に B 鋼の現場の生産法の一手段として、取鍋よりの注湯に際し B 0.003% 添加せる 400kg 鋼塊につき検討したが、かかる添加法に於いても 50K 高周波電気炉により実験室的に B を添加せるものとその効果に於いては殆んど大差なく且つ鋼塊各部に於ける各種性質は略均一なる結果を示した。

(58) 高周波焼入を施した鋼の諸性質 (VII)

(繰り返えし衝撃強さについて)

Properties of Induction Hardened Steels. (VII)
(On the Repeated Impact Strength)

Miyato Miyairi.

鉄道技術研究所 理 宮 入 宮 人

I. 緒 言

前報において高周波焼入を施した鋼の繰り返えし衝撃疲労の特性について記したがこの実験の整理にはすべて衝撃試験片にくりかえし作用した衝撃エネルギーと破断にいたるまでのくりかえし数とによつたものである。

然しながら、材料の脆性を示す量としてしばしば用いられて来た衝撃エネルギーなる量は、唯単にその材料について、その試験片の形状の場合にそうなつたという全く比較的な意義しかもつていない。この点はくり返えし衝撃強さなどを考える場合に甚だ不便である。本報告ではこの点について何か他の量、即ち試験片の形にあまり関係のない量によつて、高周波焼入を施した鋼の繰り返えし衝撃性を記述せんと試みたものである。本報に述べる方法によつて衝撃疲労の諸実験結果はより具体的に機械設計の上に利用することが可能になると考える。

II. 衝撃エネルギーと試験片に誘起される応力との関係

試験片の形に関係のない量としては、衝撃によつて誘起される応力を採用することが最も一般的である。

試験片に誘起される応力を求めるためには衝撃槌が試験片に作用する力を求めればよい。

今試験片のたわみを x とし、この場合の反力を $f(x)$ とすれば、次の運動方程式が成立つ。

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = -f(x) \dots\dots\dots(1)$$

但し m は槌の質量を示す。

初期条件は $t=0$ で

$$x=0, \left(\frac{dx}{dt}\right)_0 = V_0 \dots\dots\dots(2)$$

ここに V_0 は衝撃エネルギー E と次の関係で結ばれる。

$$E = \frac{1}{2} m V_0^2 \dots\dots\dots(3)$$

E が小さい範囲又は材料の弾性限が高いときは、この $f(x)$ は x に関する一次式 kx で示される。 k はこの試験片のばね常数である。このような場合即ち完全弾性体の場合には変形 x の最大値 x_{max} と衝撃エネルギー E との間には次の関係が成立する。

$$x_{max} = \sqrt{E} \cdot \sqrt{\frac{2}{k}} \dots\dots\dots(4)$$

従つて力の最大値 F_{max} は

$$F_{max} = \sqrt{2k} \cdot \sqrt{E} \dots\dots\dots(5)$$

次に $x=x_0$ の変形から先では完全に降伏してしまうような場合には、運動方程式の $f(x)$ にこのようなかん数