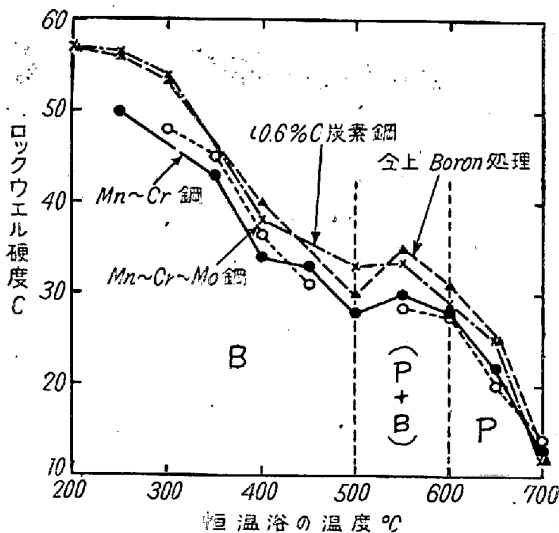


れる爲に中間段階變態が却つて低温側に抑制されることが不連続性の一原因と目される。

II. 等温變態完了硬度の不連続性

鋼を種々の温度で等温變態を完了せしめた際の硬度は一般に變態温度の低下と共に高くなるが、この関係を圖示すると屢々硬度の不連続的變化が生ずることが知られている。例えば高炭素鋼 (Boron 處理の影響を調べたもの) 及前記の Mn~Cr, Mn~Cr~Mo 鋼に於ける等温變態完了後の硬度は變態温度により第3圖の如く變化し、等温變態曲線の形狀が全く異つて居るにかゝらず明らかに 500~550°C で不連続的な變化をなし、この部分では温度の低下と共に硬度が低下する場合があることを示している。文献で知られる多くの等温變態曲線に就てもこの點に注意して觀察すると次の如く云える。



第3圖 等温變態完了硬度に及ぼす變態温度の影響

1. 等温變態硬度の不連続性は炭素鋼でも現われ炭素量の増加と共に大となる。低合金鋼では Cr, V 等の炭化物生成元素はこの傾向を助長し Ni はこの傾向を減少させる。但し肌焼鋼の如き低炭素のものでは殆んど認められない。

2. パーライト域及中間段階域では變態温度の低下と共に夫々連続的に硬度が上昇するが兩變態域の間では硬度上昇に遲滞を生じ逆に低下する場合も生ずる。この温度は通常 600~500°C の間であり兩變態が重複する位置に相當する。

3. この温度域は等温變態曲線の形狀と關係し兩變態の鼻及變態完了曲線の轉入の位置と密接に關係がある。但し炭素鋼の如き單純な C 曲線を呈する場合にも不連続性を生ずることは注意を要する。

III. 結果の考察

一端焼入の場合は等温變態の際と異り冷却過程の種々の温度範囲で種々の變態が生ずる爲に不連続性の形態はより複雑となつて居るのであるが、いずれの場合もパーライト及中間段階の兩變態が重複して生ずる箇所に硬度の不連続を生ずることが特徴である。従つて本質的にはこの兩變態機構の相違に起因し、又この兩變態に及ぼす合金元素の機能が密接な關係を有するものと考えられる。本報ではパーライト及中間段階變態の相違に就き現象的に觀察し不連続性に對する考察を述べる。

(52) 含 Boron 強靱鋼に關する研究(III)

質量効果に及ぼす微量 Boron 添加の影響

住友金屬工業 K・K・製鋼所

技術部研究課 工 河 井 泰 治

○井 上 陸 雄

小 川 楠 雄

各種強靱鋼に對する微量 Boron 添加の影響に關しては既報の通りであるが、その際主として Jominy 焼入性曲線により硬化能を検討したが實體に於ける質量効果、即ち品物の寸法、冷却速度の變化に伴う機械的性質の變化についてはあまり明確となつていない。随つて本報に於ては中炭素鋼の各種寸法のものに水及油焼入した際の硬化深度及焼入後の機械的性質に及ぼす Boron の影響と、2, 3 の低合金鋼に於て扁平型一端焼入試験を用い冷却速度の焼入後の硬度、靱性に及ぼす影響を、Boron 處理したものとししないものに就て比較した結果を報告する

I. 中炭素鋼の質量効果に及ぼす

微量 Boron 添加の影響

供試材として 15t 鹽基性電氣爐に依り 0.4% 炭素鋼を熔製し、無 B 鋼及び含 B 鋼の 100kg 及び 1t 800 鋼塊を夫々鑄込み、鍛造後各種の試験に供した。

供試材の化學成分は下記の通りである。

	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	B %
試料 1	0.42	0.31	0.86	0.022	0.023	0.20	0.09	—
試料 2	0.42	0.31	0.86	0.022	0.023	0.20	0.09	0.003

註 試料 2 は取鋼中に Al 0.1%, Ti 0.1% 及び B 0.003% (11% B 合金) 添加。

A: Jominy 焼入性

100kg 鋼塊を鍛造後標準 Jominy 焼入性試験片を製作し焼入性を調べた結果 Boron 添加に依る焼入性の改良

は比較的顯著で $M.F. = 1.6$ となるのが認められた。

B: 焼戻性能曲線

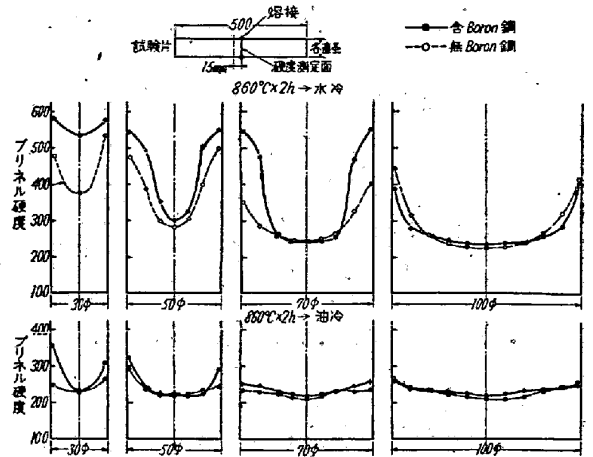
100kg 鋼塊を 50mm φ に鍛造後 30mm φ 及び 15mm φ に壓延し 14mm φ 標準抗張及び標準シャルピー試験片の荒仕上素材を作製し、860°C × 1h 油冷後、焼入の儘、100, 200……(50°C 毎)……650°C × 2h → 空冷を行い機械的性質を比較した。その結果、この種小試料に於ては兩者間に顯著な差異が認められ、Boron 處理鋼は各焼戻温度に於て靱性に秀れているのが觀察された。然し焼準した試料に於ては殆んど差が認められなかつた。

C: 質量効果

上記焼戻性能曲線の結果よりは質量効果に對するボロン處理の影響が明瞭でないので、1t 800 鋼塊を 100 φ に分塊壓延後、更に 70φ, 50φ 及び 30φ に鍛造を行い長さ 250mm に切断し断面仕上後、突合せて周圍を熔接し全長 500mm の質量効果試験片を作製し、焼入後の断面硬度分布状況及び焼戻後の機械的性質を比較した。

1) 焼入後の断面硬度分布状況

860°C × 2h → 水、油冷後熔接部を取除き厚さ 15mm に切断し突合せた断面に就てブリネル硬度を十字形に測定した。その結果は第 1 圖に示す通りであつて、水焼入に就て見ると、Boron 處理に依る焼入性の改良は各徑のものともに認められるが、その効果は徑の増加と共に減少し、70mm φ 以上になると中心部の硬度は Boron 處理



第 1 圖 焼入後の断面硬度分布状況

をしない鋼と殆んど差異が認められない、一方油焼入を行つたものは、各徑ともに Boron 處理の効果は僅少で 30mm φ に於ても中心部の硬度は無 B 鋼と大差がない。

2) 焼戻後の機械的性質

上記の焼入試片を 400 及び 560°C の 2 種の温度にて焼戻を行い、断面の内外部より抗張及び衝撃試験片を採取し機械的性質の比較を行つた。即ち水焼入を行つた各徑の各断面位置に於ける機械的性質は第 1 表に示す通りであつて、各徑共に Boron 處理鋼の方が機械的性質の秀れた範囲が増加しているのが認められるが、顯著ではない。一方油焼入を行つたもの、機械的性質は焼入硬度分布よ

第 1 表 水焼入、焼戻後の機械的性質
860°C × 2h → 水冷, 400°C × 2h → 空冷

鋼種	素材寸法 mm	降伏点 kg/mm ²	抗張力 kg/mm ²	伸 %	絞 %	破断状況	シャルピー衝撃値 kgm/cm ²	備考
無 B 鋼	30φ	110.4	115.2	11.0	27.7	FgB	3.4	表面より 15mm (中心部)
	50φ	92.8	103.2	15.5	32.5	FgA	3.8	表面より 13mm
	70φ	61.3	90.1	22.9	45.6	HCaPA	5.4	表面より 9mm
	100φ	90.9	109.8	16.0	45.8	FC	3.9	表面より 12.5mm
含 B 鋼	30φ	117.5	124.8	14.0	44.8	FB	6.3	表面より 15mm (中心部)
	50φ	100.7	109.0	14.1	44.8	FC	5.0	表面より 13mm
	70φ	103.8	117.5	5.7	41.1	F 點外	5.3	表面より 9mm
	100φ	92.2	104.9	13.0	31.3	G FC	3.5	表面より 12.5mm

860°C × 2h → 水冷, 560°C × 2h → 空冷

鋼種	素材寸法 mm	降伏点 kg/mm ²	抗張力 kg/mm ²	伸 %	絞 %	破断状況	シャルピー衝撃値 kgm/cm ²	備考
無 B 鋼	30φ	77.3	90.8	20.0	51.0	RdB	7.0	表面より 15mm (中心部)
	50φ	64.3	83.0	24.7	59.5	FA	8.1	表面より 13mm
	70φ	70.4	82.2	22.6	57.4	FB	5.7	表面より 9mm
	100φ	64.3	84.9	22.2	56.8	FB	4.6	表面より 12.5mm
含 B 鋼	30φ	77.9	87.6	22.7	58.6	RdB	14.6	表面より 15mm (中心部)
	50φ	65.2	85.1	21.0	52.9	FC	7.3	表面より 13mm
	70φ	75.6	88.3	23.4	58.2	FC	11.5	表面より 9mm
	100φ	63.6	84.9	22.3	51.9	FB	6.2	表面より 12.5mm

り推定される如く 50mmφ 径以上に於ては兩鋼種共に殆んど差異が認められず、唯 30mmφ に於て含 Boron 鋼の方が若干靱性に富んでいるのが認められた。

以上の結果より見てこの種中炭素鋼の質量効果改良に対する微量 Boron の影響は低合金鋼に對する程顯著ではなく、水焼入に於ては50mmφ、油焼入に於ては30mmφ以上は餘り Boron 添加の効果は期待し得ない様である。

II. 強靱鋼の扁平型一端焼入試験に於ける Boron 處理の影響

構造用鋼の焼入性の判定には Jominy 試験が最も一般的に使用され實用價值が高く、且實際の品物の焼入の儘或は任意の焼戻状態の硬度随つて抗張力を豫測し得るのであるが、靱性は豫知できない。本實驗は嘗て強靱鋼の研究の際に本學會に於て報告した扁平型一端焼入試験片を用い Boron 處理の調質効果に及ぼす影響を調査したものであり、この方法では品物自體の靱性にその結果を直接あてはめられないにしても、その鋼種或は熔解が種々の焼入状態に於て如何なる焼戻性能を得るかを比較的簡単に知るのに便利と思われる。

1. 供試材

100kg 高周波爐に於て高 Ni—Cr, Cr—Mo 等の3熔解を行い、各熔解の半量は Al 鎮靜の儘、他の半量は Al—Ti—B 處理 (B 添加量 0.002%) を行い夫々を肉厚 70mm の 30kg 扁平鋼塊に鑄造し、17mm 厚の平鋼に歴延し焼鈍した。

2. 試験片及焼入方法

水冷端面が歴延方向になる様に厚 1/2" 幅 8.5" 高 4" の扁平型一端焼入試験片を各 8~10 枚作り、同一條件で一端噴水焼入した後各部の硬度曲線を測定した。

3. 焼戻及衝擊試験

各試験片を夫々焼入の儘及 100, 200, 300, ... 600, 700°C に焼戻後空冷し再び硬度曲線を測定した後、水冷端より 7, 22, 37, 52, 67 及 82mm の箇所が夫々中心になる様に各 6 本のアイゾット試験片を採取して衝擊試験を行つた。

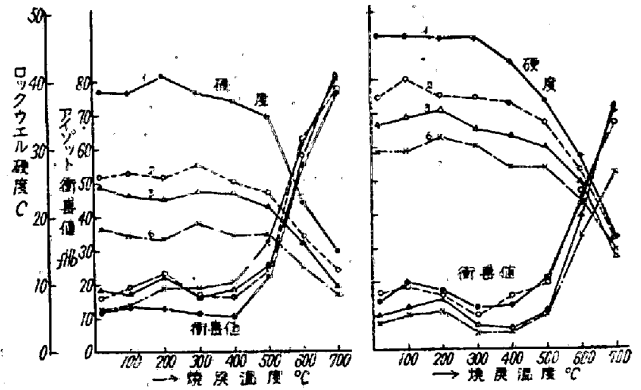
4. 別に同一焼入操作を行つたものに就て水冷端よりの組織の變化を調べた。又同一熔解より標準 Jominy 試験片を作製し、焼入性硬度曲線を求めた。

5. 扁平型一端焼入試験片の各位置に於ける冷却曲線は既報に於て述べた如く空冷端に近づくに従つて若干の差を生ずるが殆んど標準 Jominy 試験片の場合に近似し、硬度曲線も概ねよく一致する。

6. 試験結果の一例を Cr—Mo 強靱鋼について挙げれば第 2 圖の如くである。

成分; 0.29% C, 0.21% Si, 0.54% Mn, 0.029% P, 0.025% S, 0.99% Cr, 0.25% Mo.

焼入温度; 900°C 粒度; Gg=8



第2圖 機械的性質

符號	水冷端より	焼入冷却速度 (550°C) C°/sec.	マルテンサイト量 (%) B ナシ	B 處理
1 ●	7mm	25	60	100
2 ○	22mm	4.5	15	50
3 △	37mm	3	3	30
6 ×	82mm	1.3	2	10

即ち Boron 處理により著しく調質性が向上すると共に、硬度、靱性の相對値が改良されることが知られる。但し中間段階變態の進行により不完全焼入の程度が大となるに従つて靱性が劣化することは Boron 處理の有無を問はず顯著に認められるが Boron 鋼は焼入時のマルテンサイト量が増すので、無 B 鋼に比し強靱性が優れている。

(53) ボロン處理低合金鋼の試作研究 (各種鋼の實用性への検討)

大阪特殊製鋼技術部 工 荒 木 透

I. 緒 言

ボロン處理によつて低合金強靱鋼類の焼入性を高め實用性能を向上させ得る事は外國では勿論、我國に於ても可成り研究が行われて來た。現在の特種鋼材の原價引下げや合金元素の節減に有用なものとして早く工業化され規格化される事が期待されている。

茲に當所に於ける試作結果を基として、各低合金肌焼鋼及び強靱鋼につき實用性の見地から検討して見た。

II. ボロン處理による熱處理性の向上其他

試作に用いたボロン添加劑としては、B=1.3%, Ti=20% の Fe—Ti—B であつて工業的に得られる市販のものである。B の偏析を伴う爲粒狀に碎いてよく混じて用い