

- 5) 橋口隆吉, 結晶塑性研究同好會の discussion, 1953, 6月.
- 6) F. C. Frank, 國際理論物理學會議日光シンポジウムの discussion, 1953, 9月.
- 7) J. W. Spretnak, R. Speiser, ASM Preprint, No. 20, 1953.

(92) 含ボロン鋼の研究 (II)

(Study of Boron Steel-II)

特殊製鋼KK 工 山中 直道
工 日下 邦男・〇工 大宮英次郎

第1報に於いては現在の JIS規格を基幹とした各種の強靱鋼及び肌焼鋼の小型鋼塊についてBの添加方法, ジョミニー焼入性及び機械的性質に及ぼすBの影響について述べたが, 本報告は Ni, Mo の節約を目的として強靱鋼及び Cr 肌焼鋼の大型鋼塊にBを添加して質量効果, 機械的性質, 焼戻脆性, 低温脆性等に就いて調査したものである。

I. Ni-Cr 強靱鋼の質量効果に及ぼすBの影響

1 トン高周波電気炉により JIS SNC1 (Ni 1.30%) を熔製し, Bなしのもの, Fe-B を Fe-Ti, Al と同時に取鍋及び炉中に添加したものの3種の 300kg 鋼塊を造り

第 1 表

| No. | 鋼 種 | C | Si | Mn | P | S | Ni | Cr | Mo | Al | Ti | B |
|-----|---------------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|--------|
| 1 | SNC1 | 0.31 | 0.20 | 0.63 | 0.017 | 0.016 | 1.30 | 0.77 | ナシ | 0.003 | 0.093 | ナシ |
| 2 | 取鍋中B SNC1B | 0.31 | 0.21 | 0.63 | 0.016 | 0.016 | 1.30 | 0.77 | ナシ | 0.073 | 0.094 | 0.0022 |
| 3 | 爐中B SNC1B | 0.34 | 0.28 | 0.59 | 0.021 | 0.014 | 1.29 | 0.79 | ナシ | 0.078 | 0.112 | 0.0023 |
| 4 | SNC2 | 0.33 | 0.30 | 0.42 | 0.016 | 0.009 | 2.76 | 0.73 | ナシ | — | — | ナシ |
| 5 | 低 Cr 鋼 | | | | | | | | | — | — | ナシ |
| 6 | 含B低 Cr 鋼 | 0.19 | 0.24 | 0.75 | 0.014 | 0.012 | 0.20 | 0.78 | ナシ | 0.110 | 0.054 | 0.003 |
| 7 | SH 85 A | | | | | | | | | — | — | ナシ |
| 8 | 含B SH85 A | 0.20 | 0.33 | 0.70 | 0.015 | 0.014 | 0.25 | 1.03 | ナシ | 0.090 | 0.040 | 0.003 |
| 9 | SH 95 | | | | | | | | | — | — | ナシ |
| 10 | 含B SH 95 | 0.20 | 0.24 | 0.75 | 0.016 | 0.011 | 0.23 | 1.03 | 0.19 | — | — | 0.003 |

| | C | Si | Mn | P | S | Cr | Al | Ti | B | Fe |
|---------|------|------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|
| Fe-B | 0.10 | 2.68 | 0.20 | — | — | 0.14 | 4.80 | 2.94 | 11.03 | 75.46 |
| Fe-Ti | 0.12 | 1.56 | 1.28 | — | — | — | — | 23.98 | — | — |
| Fe-Ti-B | 0.24 | 1.80 | 0.98 | 0.068 | 0.012 | — | 4.10 | 23.38 | 1.68 | — |

更に機械試験用として 50kg 鋼塊を造つた。別にエール電気炉にて SNC2 (Ni 2.76%) 300kg 鋼塊を造り比較試験鋼塊として使用した。各鋼塊に就いて1本宛ジョミニー铸造試片を採取し硬化能試験に供した。第1表は供試材の化学成分で No. 5~10 は後述 (II) する Cr, Cr-Mo 肌焼鋼の場合である。表中 Al, Ti, B は何れも可溶性のものである。

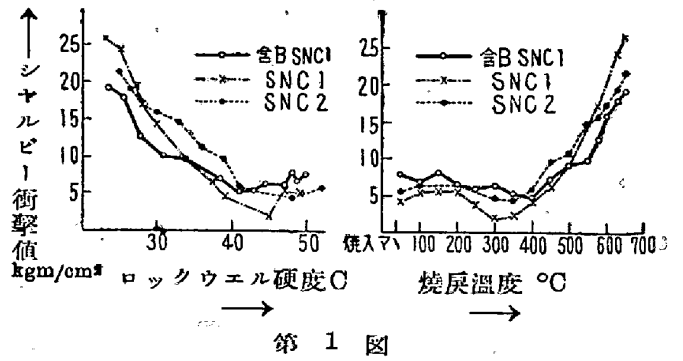
(1) ジョミニー焼入試験

No. 1~4 に就いてジョミニー铸造試片に依り焼入硬化能を調べた。その結果はB添加(取鍋, 炉中共)したものは Multiplying Factor が約 1.6 となり無添加のものに比し著しく硬化能を増し, No. 4 (SNC2) に比しても大きい値を示している。各鋼塊を鍛造後, 鋼塊頭部, 中部, 尾部より試片を採取してジョミニー試験を行ったが, 各部位に於ける硬化能の差は殆んど認められなかつた。これよりみてBはほぼ均一に分布しているものと思われる。

(2) 機械的性質

B添加の 50kg 鋼塊を 16mm φ に, 比較材として No. 1 (無B) No. 4 (SNC2) の一部を 22mm φ にそれぞれ圧延しこれより引張り, 及びシャルピー試験片を採取し, 機械的性質を比較した。試験片は所定の寸法に仕上げた後に熱処理を施した。即ち 850°C × 30 分油冷後

これ等を 100°C より 700°C まで 100°C 毎に各温度で 1 時間焼戻油冷して性能比較を行つたが引張試験結果には大差なかつた。しかし衝撃値の変化は第 1 図の如くなり、低温焼戻に於いては含 B 鋼は靱性が向上し無 B 鋼に優るが高温焼戻状態に於いてはやゝ劣性の傾向をもつもそれ程顕著ではない。又標準シャルピー試験片に就いて 950°C 油冷 600°C 油焼戻後に 300~600°C に 50°C 毎の各温度で 1 時間再加熱し油冷及び炉冷を行い焼戻脆性を調べた。450°C 附近にて脆性を示している No. 1 (無 B), No. 4 (SNC 2) に対し、No. 3 (含 B) は 500~550°C 附近に現われて居り脆性温度が若干高温側にズレてくる。衝撃値の低下率は油冷に於て No. 1, No. 4 が大きく、炉冷の場合 No. 3 が大きい。而し最小衝撃値は 3 種とも大差ない。次に熱処理後の低温に於ける衝撃値を室温より -70°C まで調べたが、ソルバイト状態に於ける含 B 鋼の低温脆性は比較的悪くその低下率も無 B 鋼、SNC 2 の何れよりも悪い。但しマルテンサイト状態に於ける衝撃値の低下率は無 B 鋼に比して少ない。



第 1 図

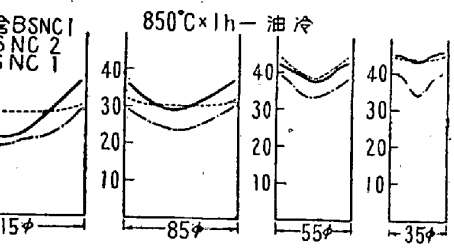
定したが焼入試料の場合と同様の傾向が認められた。

- 115φ → 570°C × 3 時間油冷
- 85φ → 600°C × 2 時間油冷
- 55φ } → 630°C × 2 時間油冷
- 35φ }

iii) 熱処理後の機械的性質 熱処理後の機械的性質を調べるために上記の焼戻試片の残部に就いて中心部より引張及びシャルピー試験片を切り出し性能比較を行つた。その結果は次の如くである。即ち 85, 55, 35 各φに於いては機械的性質向上しは SNC 2 と同等の性能をもつと考えられる。115φ に於いては断面硬度分布から知られる如く無 B 鋼との差は殆んど認められない。実験結果の一例を第 2 表に示す。上述した如く SNC 1 に B を添加したものは油冷熱処理の場合に 80φ 程度までは質量効果が改善され SNC 2 の代用として使用し得る。

第 2 表

| 寸度 | 鋼種 | 降伏点 | 抗張力 | 伸ビ | 絞リ | ブリネル硬度 |
|------|---------|------|------|------|------|--------|
| 115φ | SNC 1 | 68.2 | 74.0 | 21.4 | 49.0 | 207 |
| | SNC 1 B | 68.2 | 75.0 | 14.8 | 31.3 | 224 |
| | SNC 2 | 72.8 | 81.2 | 14.5 | 30.1 | 229 |
| 85φ | SNC 1 | 68.9 | 82.8 | 20.6 | 52.0 | 229 |
| | SNC 1 B | 72.8 | 85.5 | 18.2 | 49.0 | 225 |
| | SNC 2 | 72.2 | 85.2 | 19.4 | 52.0 | 229 |
| 55φ | SNC 1 | 67.6 | 78.5 | 23.4 | 59.5 | 225 |
| | SNC 1 B | 68.7 | 81.6 | 22.0 | 59.5 | 225 |
| | SNC 2 | 69.5 | 81.6 | 26.2 | 65.7 | 229 |
| 35φ | SNC 1 | 67.5 | 81.6 | 24.0 | 62.3 | 252 |
| | SNC 1 B | 75.4 | 87.6 | 24.4 | 64.0 | 244 |
| | SNC 2 | 73.0 | 86.9 | 25.0 | 64.9 | 252 |



第 2 図 焼入後断面硬度分布

(3) 質量効果

No. 1~No. 4 の各鋼塊を皮削後 115φ に圧延し鋼塊各部位の比較を行うためこれを鋼塊頭、中、尾 3 部に切断し各々を更に 90φ, 60φ, 40φ に鍛伸後 85φ, 55φ, 35φ にそれぞれ旋削し長さ約 300mm の質量効果試験片を作つた。各試料に就いて焼戻を行い断面の硬度分布並びに機械的性質を調査した。

i) 焼入試片の硬度分布 各寸度のものを 850°C × 30 分油冷後厚さ 20mm の試料を採り断面十字型に R₀ 硬度を測定した結果は第 2 図の如くで含 B 鋼は 85φ, 55φ, 35φ の各寸度共中心硬度に就いてみると B 処理に依り焼入効果が改善されて居り SNC 2 に比べて殆んど同等の結果を示している。然し 115φ に於いては B 処理をしたものも無 B 鋼と変わりなく焼入効果は認められなかつた。

又鋼塊各部位に於ける差異も認められなかつた。

ii) 焼戻試片の硬度分布 焼入硬度分布を調べた後の残部試料を次の如く焼戻を行い、断面硬度分布を調

従つて Ni を約 1.5% 節約する事が出来るが 80φ 以上の寸度に対しては代用は困難である。

II. Cr, Cr-Mo 肌焼鋼に及ぼす B の影響

- 8 トンエール電気炉に依り第 1 表に示す 3 種類の Cr, Cr-Mo 肌焼鋼を熔製し、各鋼種に就いて B を添加しないものと Fe-Ti-B をモールドに添加 (Al 0.05% 同時添加) した 2 種類の 100kg 鋼塊を造りこれを 60φ に圧延し供試材とした。

(1) ジョミニー焼入試験 鍛造試片に依り試験したが強靱鋼に於けると同様 B 処理に依り硬化能を向上せしめている。又各部位に依る差異も認められず B 分布は均一と思われる。

(2) 機械的性質 16φ 試験棒を一次焼入 (油) 後、二次焼入 (油) の温度を変えて試験したが、低 Cr 鋼, SH 85 A に於いては B 添加に依り抗張力に対する衝撃値が向上しており、この傾向は二次焼入温度が高目の場合に顕著に現われる。SH 95 に於いては殆んど差が認められなかつた。

(3) 質量効果 60φ, 40φ の質量効果試片に依り一次焼入 900°C 油冷後二次焼入 840°C で油冷及び水冷し硬度分布測定及び中心部の衝撃試験を行つた。二次焼入が油冷、水冷何れでも各鋼種、各寸度共 B 処理の効果が認められるが特に SH 85 A (含 B) は各寸度に於いて硬度、靱性共に向上し無 B SH 95 に優る性能を示している。SH 95 は 60φ, 40φ については著しく改善されるが 16φ 細物では差異を認めない。又低 Cr 鋼では油冷で 16φ, 水冷で 40φ について B 処理効果が顕著で SH 95 に匹敵する。質量効果試験の結果では SH 85 A を B 処理する事に依り SH 95 と同等の成績をあげることが可能で従つて Mo の節約が出来る。又低 Cr 鋼に於いても 40φ 程度以下のものを二次焼入水冷した場合に限つて代用として使用し得る期待が持たれる。

(93) 硼酸鹽被覆によるボロン鋼の熔製

(Preparation of Boron-Steel under Borate-Containing Slag)

○早大助教授 工博 長谷川 正義

第 1 表 B₂O₃ 被覆による B の還元

| 熔解重量 (g) | 豫備脱酸 (%) | B ₂ O ₃ 添加量 (g) | Al, Ti 添加量 (%) | 保持時間 (min) | 鋼塊 C 量 (%) | 鋼塊 B 量 (%) | B 收率 |
|----------|------------------|---------------------------------------|------------------|------------|------------|------------|------|
| 320 | Mn 0.2 Si 0.2 | 10 | Al 0.2 | 5 | 0.17 | 0.02 | 2 |
| 270 | " | 5 | Al 0.1 Ti 0.2 | 3 | 0.32 | 0.08 | 13 |

日本鑄鋼 K. K. 工 中 村 吉 之

I. 緒 言

著者の 1 人は嘗て実験室的に鋼試料を硼砂被覆の下で熔解した場合、しばしば硬度の増加することを経験したが、特にこれについてデータを求めることもなく過した¹⁾。

しかし、当時 (1940 年頃) すでに文献によれば、Walter²⁾ は Fe-B 合金を、Na 又は Ca の硼酸塩の還元によつて直接製造する方法を報告しているし、又硼砂被覆の下で鑄鉄を熔解して白銑同様の硬い含 B 鑄鉄の製造が研究³⁾されたことのあるのを知つた。しかし、これらの方法がその後特に工業的に発展したことは聞いていない。

その後著者は近年のいわゆる B 鋼の発展に伴つて、再びこの問題について研究中であつたが、たまたま最近 Speight⁴⁾ によつて同様の実験が発表され、高周波炉に於ける硼砂の 1~10% 添加、及び少量の硼酸による B の還元実験が報告された。

本報告は著者の 1 人が行つた従来の基礎的研究の経過と、さらに 2 トンエール電気炉による著者等の実用試験の結果とを報告し、微量の B をボロン鋼の熔製にこの方法を応用することの可否について検討した。

II. 基礎的研究の結果

(1) 無水硼酸、又は硼砂を熔鋼のスラッグに添加して、同時に脱酸剤、又は還元剤を加えた場合、B が還元されて熔鋼中に合金することの可能性を基礎的に制定するためタンマン炉中で約 300g 程度の試料を熔解した。

一般にやゝ多量の硼酸塩を添加すれば、るつぽが激しく侵されるので、この小試験では主として黒鉛るつぽを使用した。熔解した鋼種は C 0.2~0.5% 炭素鋼で、装入量約 300g に対して上記硼酸又は硼砂を 5~50g 被覆し、予備脱酸剤として Mn 及び Si を用い、又脱窒剤兼還元剤として Al 0.1~0.5%, 又は Ti 0.1~0.5% を添加し、3~10分保持後出鋼した。なお熔解温度は 1550~1590°C である。

これらの基礎研究のデータの詳細は省略するが、何れ