

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

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<sup>1)</sup>。

しかし、当時 (1940 年頃) すでに文献によれば、Walter<sup>2)</sup> 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<sup>3)</sup>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 Speight<sup>4)</sup> 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

第 1 表 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 被覆による B の還元

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

の場合もBの還元に伴う硬度の増加が認められ、この方法によるB鋼熔製の可能なことを知った、すなわち、第1表に分析成績例を、第2表に硬度測定結果の1例を示した。なお、写真1にこの方法によつて製造したB鋼の顕微鏡組織を掲げた。

第2表 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>被覆による鋼の硬化(焼準状態)

| 熔解量(g) | B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 添加量(g) | Ti添加量(%) | C    | Si   | Mn   | B     | ブリネル硬度 |
|--------|--------------------------------------|----------|------|------|------|-------|--------|
| 300    | 0                                    | 0.2      | 0.41 | 0.30 | 0.56 | —     | 195    |
| 300    | 3                                    | 0.2      | 0.43 | 0.31 | 0.43 | 0.076 | 250    |



写真1. 黒鉛をつぼ中で鋼300gを熔解し、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 3g, Ti 0.16%添加; 3分保持後鑄造; 壓延した焼鈍試料(C 0.40%, B 0.10%), × 550

(2) さらにやゝ大型で試験するため高周波炉で同様処理し、4kg 鋼塊を熔製した。こゝに掲げる1例は、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を熔鋼に対して0, 10, 30% 含むスラッグ(他の組成はCaO 50, SiO<sub>2</sub> 50~20%)を添加被覆した場合で、Fe-Tiとして何れの場合もTi 0.3%をこの熔融スラッグ上に撒布し、約5分保持した後造塊した。

この試料について5mmφ×80mmの小試片によるJominy testを行つた結果は第1図の如くで、この処理によつて、明かに焼入性増大を目的とするB鋼が製造可能であることを認めた。

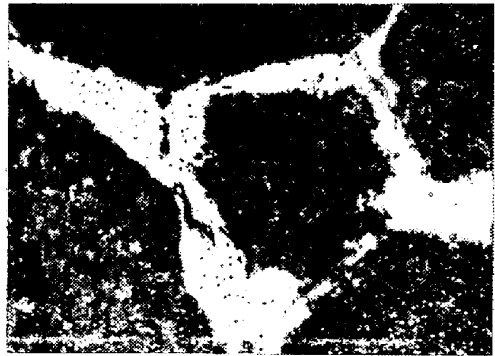


写真2. エルーフ爐熔解 Cr 鋼. B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>はスラッグ量の3%; Ti 0.1% 添加後 10分保持, 鑄塊試片のGrange test 組織 (C 0.30, Cr 0.97, B 0.013%), × 400

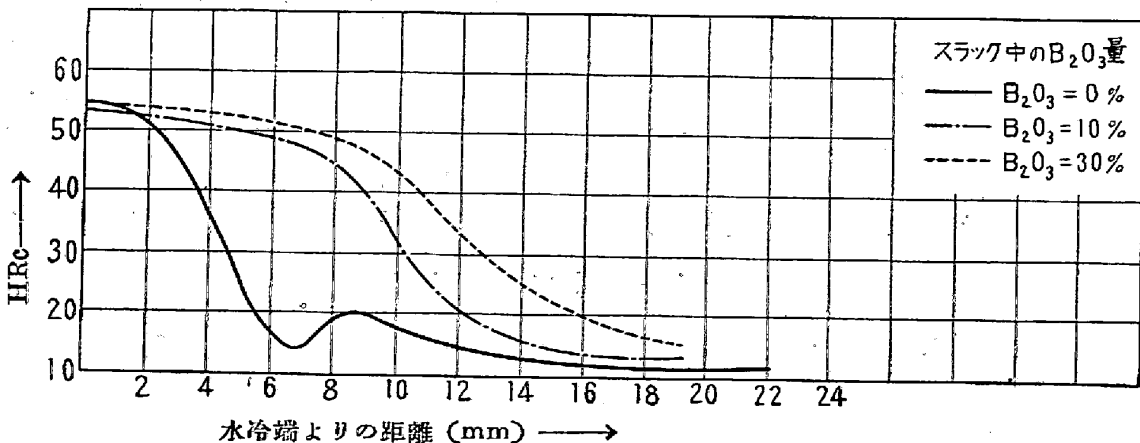
### III. 2t エルーフ爐による實用試験

以上の如き基礎的研究によつて、この方法によるB鋼の工業的熔解が可能と考えられたので、次いで2t エルーフ爐による熔解試験を行つた。しかしこの試験は目下10熔解を完了した程度でなお実験継続中であるので、未だ最終的結論は見出せないが、本稿では代表的な1, 2の例を報告し、詳細は講演会席上で発表する予定である。

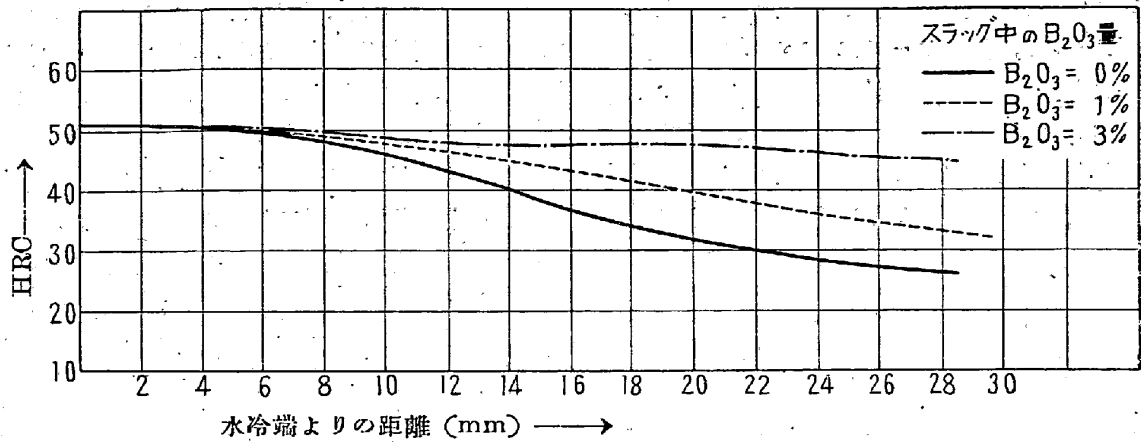
この試験に於ける熔鋼重量は1.5~2t, スラッグ重量0.1~0.15tで、還元期は普通40~50分である。カーバイド・スラッグ形成後B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を添加し、添加量はスラッグ量に対し0~5%とした。B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>添加後Fe-Ti (Tiとして熔鋼の約0.1%)を加え、約10~15分保持して後出鋼する。鋼種としては低炭素 Cr 鋼, 高炭素 Cr 鋼, 低 Mn 鋼等について研究した。

今1例を掲げれば、第3表の化学成分の如くで、代表的な顕微鏡組織は写真第2に示してある。一般に還元鋼滓中ではBはかなり収率よく還元、合金させることが出来ることを知った。

なおこの B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 処理鋼の Jominy test の結果の数例



第1図 35 KVA 高周波爐熔解に於ける B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 被覆 0.4% C 鋼試料の Jominy test.



第2圖 エル-爐中で B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 處理した低 Cr 鋼の Jominy test.

を第2圖に掲げた。

第3表 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 處理低 Cr 鋼の化學成分, %

| スラッグに對する B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 添加量, % | C    | Si   | Mn   | P     | S     | Cr   | B     |
|---|------|------|------|-------|-------|------|-------|
| 0   | 0.27 | 0.35 | 0.49 | 0.037 | 0.021 | 0.84 | —     |
| 1   | 0.26 | 0.49 | 0.60 | 0.034 | 0.016 | 0.84 | 0.008 |
| 3   | 0.30 | 0.52 | 0.66 | 0.029 | 0.024 | 0.97 | 0.013 |

- 1) 長谷川: “鐵鋼に及ぼす特殊元素の影響”, (1950)
- 2) 長谷川: 鐵と鋼, 技術資料, 38 (7), (1952)
- 3) R. Walter: DRP. Nr 304185 (1918)
- 4) R. B. Freeman: Met. Progr., 34 (1937)
- 5) G. E. Speight: J. I. & S. I. 171 (2), (1952)

### (94) 含ボロン鋼の滲炭焼入性能に就いて

(Case Hardening Property of the Boron Treated Steel)

株式會社神戸製鋼所研究部 理 高橋孝吉  
工 西原 守・牧岡 稔

含ボロン鋼の利用分野を大別すると、構造用強靱鋼として用いる場合及び滲炭肌焼鋼として用いる場合の二つが考えられるわけであるが、前者に就いては、既に昭和28年秋季大に会於いて、TS 86 B. 45 を選んで、その焼入性能及び焼戻性能の両面から有用性を検討し、報告を行った。

一方、含ボロン鋼を合金肌焼鋼として使用する場合には、強靱鋼として用うる時とは全く異つた複雑な現象の生じる事が考えられる。即ち、ボロンが鋼に及ぼす硬化能増大効果は、0%の増加と共に減少して、C≒0.90%ではなくなると云う事実である。この為、滲炭層に於けるボロンの硬化能改善効果は、滲炭層の各C%に対し、

夫々様相を異にし、一般合金肌焼鋼に比べその滲炭層の焼入性能は複雑な現象を伴ってくる事が想像し得る。

そこで、含ボロン肌焼鋼の滲炭層に於ける硬化能現象を究明することが、実用上の諸問題を解釈する為の第一条件となると考えたので、以下の様な実験を行い、含ボロン鋼の有用性を検討した。

#### I. 供試材

実験に用いた材料は第1表の如くで、含ボロン肌焼鋼の代表として、94B17を選び、ボロン量を0~0.0072%迄4種類に変化させたものについて、ボロン添加に依つて滲炭層の焼入性能が如何に変わるかを調べ、同時に、実用鋼として試作した[B]<sub>sol.</sub>=0.0009%を含む94B17を用いて、SH 80 A, SH 85 B との滲炭焼入性能を比較検討した。

第1表 供試材

|         | C        | Mn   | Si   | Ni   | Cr   | Mo   | [B] <sub>sol.</sub> |          |
|---------|----------|------|------|------|------|------|---------------------|----------|
| 94 B 17 | 80kg 鋼塊  | 0.17 | 0.94 | 0.23 | 0.54 | 0.38 | 0.15                | 0~0.0072 |
|         | 1 ton 鋼塊 | 0.16 | 1.13 | 0.31 | 0.41 | 0.37 | 0.17                | 0.0009   |
| SH 80 A | 0.21     | 0.54 | 0.30 | 2.46 | 0.09 | 0.08 | —                   |          |
| SH 85 B | 0.18     | 0.70 | 0.30 | 0.04 | 0.93 | 0.22 | —                   |          |

#### II. 實驗方法

実験試料としては、標準ジョミニイ試片より若干長い、1吋φ×4.1/2吋のものを900~930°Cで固体滲炭を施し、700°Cで球状化処理を行った。滲炭後、機械加工により焼入端面側の滲炭層を除去し、1吋φ×4吋の標準試験片に成形し、アルゴン雰囲気中で脱炭を防止しながら所定の焼入温度から一端焼入を行った。表面より順次研磨を行つて、C%を異にする面の硬度分布をヴィッカース硬度計(30kg)に依つて測定した。