

(a) Yield point (kg/mm²) N=458.
 (b) Tensile strength (kg/mm²) N=458.
 (c) Elongation (%) N=458.
 (d) Difference between tensile strengths of top and bottom (kg/mm²) N=136.
 Fig. 3. Tensile test results ((a), (b), (c): Ingot top specimen taken crosswise to rolling direction).

(1) 従来の開放で注入したケミカルキャップド鋼塊と比較して、リム層が薄くなり、また少量の脱酸剤で脱酸されて、鋼塊内部の成分の偏析は普通のセミキルド鋼と同等である。

(2) 注入管から投入する脱酸剤の量は極めて少ないので、従来のケミカルキャップド方式で製造した鋼塊と比較して、巻込介在物がいちじるしく少なく、ラミネーションの危険がない。

(3) 鋼塊内部の成分偏析特に頭部における強い偏析が改善され鋼材内部における機械的性質のバラッキはセミキルド鋼と全く同等である。

(4) 鋼塊表面性状が極めて良好であり、この鋼塊から圧延した鋼板表面は特に美しく加工性が良好である。

669.14-412:621.746.464:621.746.585:621.365.62:620.192.43

(84) 鋼塊押湯部の電弧加熱について

八幡製鉄所, 技術研究所 梶岡博幸
 " " 石川憲雄
 " 製鋼部 西村悦郎
 " 特殊鋼管理部 大場健二

Arc Heating of Ingot Feeder Heads.

Hiroyuki KAJIOKA, Norio ISHIKAWA,
 Etsuo NISHIMURA, and Kenji OHBA.

I. 緒言 *Nab4246*

溶鋼の凝固, 収縮にともなうパイプの発生を減少させ、健全な鋼塊を得る目的で押湯が用いられているが、その目的を達成させるためには、鋼塊本体が凝固を完了するまで押湯部は溶融状態を維持し、本体の凝固, 収縮量に応じて溶鋼を補給する必要がある。

最近, 押湯方法のめざましい開発により, 発熱性保温

剤, 電弧加熱などが実用化され, その作業方法の進歩, 大型鋼塊への適用によつてコスト的にも有利とされている。特に, 高級鋼については押湯部を積極的に保温して健全な鋼塊を製造することが望ましいが, 八幡製鉄所第五製鋼課に電弧加熱設備が設置され特殊鋼を対象として実施された当時には, その作業基準および効果の点については十分検討されていなかった。

本報告は電弧加熱施行鋼塊の特徴を把握し, 併せて健全な鋼塊を得るに必要な作業条件を検討したものである。

II. 設 備

当所の電弧加熱設備は第五製鋼課の No. 3. E. F 1 charge 分を対象としたもので, Fig. 1 (b) に示す電気系統の固定式電弧加熱装置 16 基が Fig. 1 (a) に示すごとく配置されている。設備の主要機器の能力は次の通りである。

- 電源用主変圧器: 1,500 KVA × 1 台
- 電弧加熱用変圧器: 40~50 V, 500~1,000 A × 16 台
- 電極保持器: 自動昇降型, × 16 基
- 電極棒: 人造黒鉛, 100mm φ × 1,250mm × 16 本

これらの電弧加熱装置は分離, 独立した car type のもので, 各種の鑄型形状, 鑄型配列に応じられるようになってい

III. 試 験 経 過

第五製鋼課の No. 3. E. F で溶製したウエルラン-60 を下注し, 電弧加熱を行つた。造塊および電弧加熱の操工表を Table 1 に示す。

IV. 試 験 結 果

i) サルファープリントおよびマクロ組織

Photo. 1 に (a) 下広押湯付鋼塊 (Ca-Si, Scale, CaO で保温), (b) 下広電弧加熱鋼塊 (c) 上広徳利型押湯付電弧加熱鋼塊を長辺面に平行に縦断した 1/2 面のマクロ組織を示した。サルファープリントもマクロ組織と同様な偏析傾向を示していた。

(1) 下広鋼塊では電弧発熱量が不十分のため二次パイプは完全に消滅されず, micro porosity として残留し, その周辺の偏析は鋼塊内部に比し高い。

(2) 上広および下広鋼塊共に電弧直下からかなりの

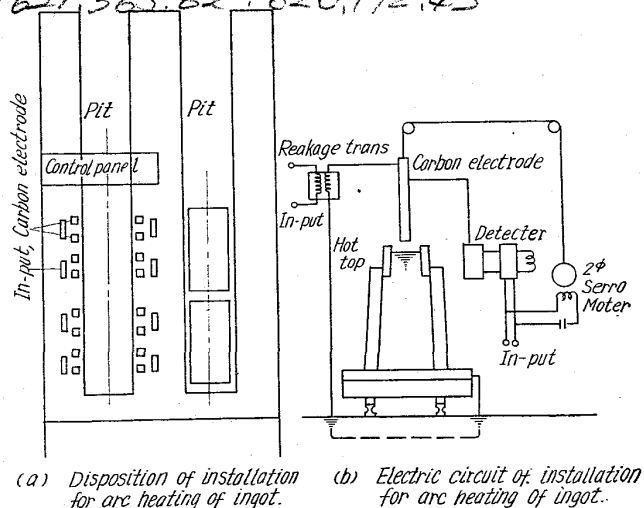
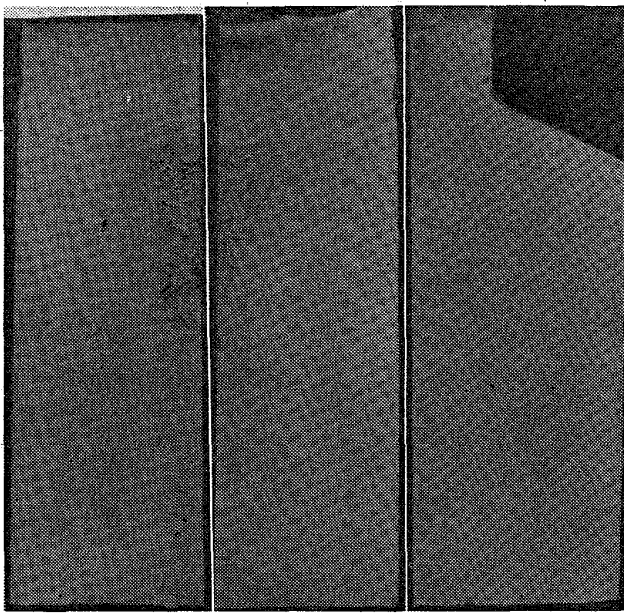


Fig. 1. Installation for arc heating of ingot.

PP1763~1765

Table 1. Operational conditions of arc heating.

Fountain No.	1		2		4
Type of mold	Big-end-up	Big-end-up	Big-end-up	Big-end-down	Big-end-down
Type of hot-top	Normal hot-top	Bottle-top	Bottle-top	Normal hot-top	Normal hot-top
Ingot weight (t)	7.7	7.5	7.5	9.75	9.6
Holding time before start of heating (hr·min)	—	16.25	16.25	10.40	—
Arc heating time (hr)	—	2	2	2.5	—
Carbon electrodes	—	1	1	2	—
Arc current (A)	—	500	500	600	—
Arc voltage (V)	—	50	50	60	—
Flux	Ca-Si, Scale,	Straw ashes	Straw ashes	Ca-Si, Scale, CaO, Ferrux	Ca-Si, Scale, CaO
Examination	Slab	Slab	Ingot	Ingot	Ingot



(a) (b) (c)

- (a) Normal ingot of big-end-down type. (Normal hot-top)
 (b) Arc-heated ingot of big-end-down type. (Normal hot-top)
 (c) Arc-heated ingot of big-end-up type. (Bottle-top)

Photo. 1. Macro structures of big-end-down ingot and big-end-up ingot. ($\times 1/15$)

深さまで異常偏析を示し、その程度は押湯断面積の小さいほど、すなわち押湯部の吸収する電弧発熱量が増加するとともに深くなっている。

(3) 電弧加熱鋼塊においては押湯部および鋼塊中心部を除いた鋼塊本体そのものは、上広および下広鋼塊による偏析の差は認められない。

(4) 鋼塊性状は下広押湯付鋼塊 (Ca-Si, Scale で保温), 下広電弧加熱鋼塊, 上広徳利型押湯付電弧加熱鋼塊の順に劣っている。

ii) 偏析

鋼塊内における各元素成分の分布には、押湯の良否よりも注入条件 (特に注入速度) が強く関係しているようである。同じ charge 内では電弧加熱の効果があるほど成分元素は均一に分布するようである。

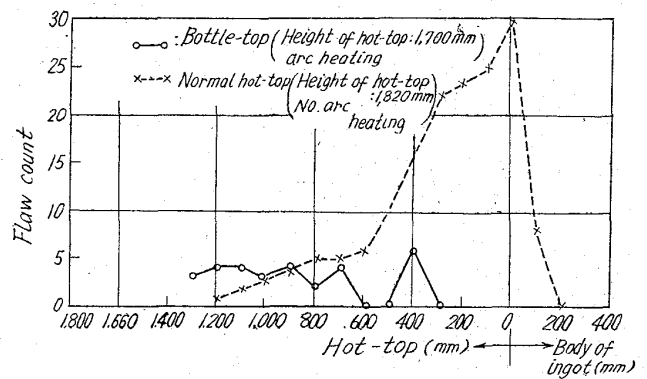


Fig. 2. Ultrasonic flaw inspection of slab. (Big-end-up mold)

iii) 介在物

電弧加熱をしない鋼塊の介在物量は鋼塊中央部において多く、かつ鋼塊横方向でのバラツキもいちじるしい。その反面、電弧加熱鋼塊は電弧発熱量を吸収するため、その分だけの凝固が遅れるので介在物の分離浮上が容易となり、介在物の偏在に対して有利に働いたものと考えられる。

iv) スラブ

上広押湯付鋼塊 (Ca-Si, Scale で保温) および上広徳利型電弧加熱鋼塊のスラブを超音波探傷し、その結果を評点化して Fig. 2 に示した。両スラブの成績が同程度であるのは押湯線より 700mm 以上の位置であり、それ以下の押湯部から本体にいたる部分では押湯付鋼塊 (Ca-Si, Scale で保温) の欠陥がいちじるしい。したがって歩留は徳利型押湯付電弧加熱鋼塊によつて 4.5(%) の向上を示した。

以上のことから明らかなごとく、一般に徳利型押湯付を用いることにより、圧延の際に生成するメカニカルパイプの深さは普通押湯枠に比して当然浅くなり、さらに電弧加熱を行うことによつて押湯率およびパイプを軽減し得るので、得られる成品は健全で、かつ歩留の高いものとなるであろう。

IV. 考 察

今回の電弧加熱試験によつて得られた主な利点は、押湯率および二次パイプの軽減による成品歩留の向上であつて、さらに成分元素の均一化、介在物の軽減をも積極

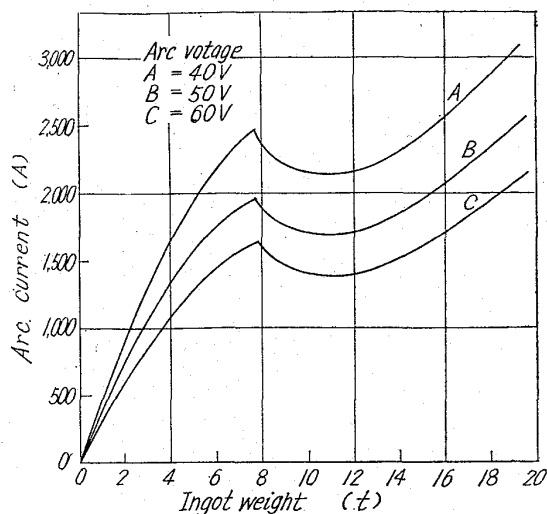


Fig. 3. The relationship between arc current and ingot weight.

的にはかり，電弧加熱を十分に活用するには，鋼塊形状あるいは鋼塊重量に見合った電弧発熱量の供給，すなわち電弧電流および通電時間などの最適値を決定することが重要である。

i) 通電時間

通電時間は鋼塊本体の完全凝固時間相当が限度であり，それ以上の通電を行つても意味はない。

Hot Top 鋼塊の完全凝固時間を算出すべき決定的な方法は確立されていないが，きわめて信頼性のある各算出法¹⁻³⁾によつて，8~20 t 級の扁平鋼塊の完全凝固時間を算出した。その結果によると，当所において現在使用している Open Top 鋼塊の完全凝固時間を求める式によつて算出した値は当然のことながら若干短いようであり，neumann および熱管理課の算出法で求めた範囲を Hot Top 鋼塊の完全凝固時間，すなわち通電時間と考える方がよいようである。

ii) 電弧電流

電弧発熱量は，通電時間（鋼塊の完全凝固時間相当が限度）および電弧電圧（人体への危険性を考慮すると 60V が限度）の最大値が一定していることから電弧電流に比例する。

文献⁴⁾⁵⁾によれば，2 t の丸型鋼塊では 750 A，また 6~15 t 級の扁平鋼塊では 1,400 A という電弧電流を鋼塊の完全凝固時間相当まで通電することによつて健全で，かつ歩留の良い結果を得ている。この場合の電弧発熱量は約 7,000 kcal/t であり，各鋼塊がこの所要の電弧発熱量を得るべき電弧電流を各電圧について算出し，その結果を Fig. 3 に示した。Fig. 3 から明らかなごとく現在当所で設定している電弧電流は鋼塊が必要とすべき電弧電流の約 50(%) であり，そのため若干の二次パイプが残留したものと考えられる。もちろん，待時間（注入後から通電を行うまでの時間）によつて電弧加熱の効果の程度はいちじるしく異なることは明らかであろう。

V. 結 言

i) 電弧加熱鋼塊は電弧直下に偏析成分の凝集，電極，促温剤による汚染により異常偏析を示すが，その範囲は非常に狭く分塊での切捨範囲である。

ii) 鋼塊本体は二次パイプの消滅，成分元素および介在物の偏析軽減が期待できる。

iii) 以上の結果より電弧加熱は歩留の高い健全な鋼塊を得る一手段であることが判明した。しかし，電弧加熱本来の有効性を十分に発揮するには，各鋼塊形状あるいは鋼塊重量に適した通電時間および電弧電流などの作業条件を選定することが望ましい。

文 献

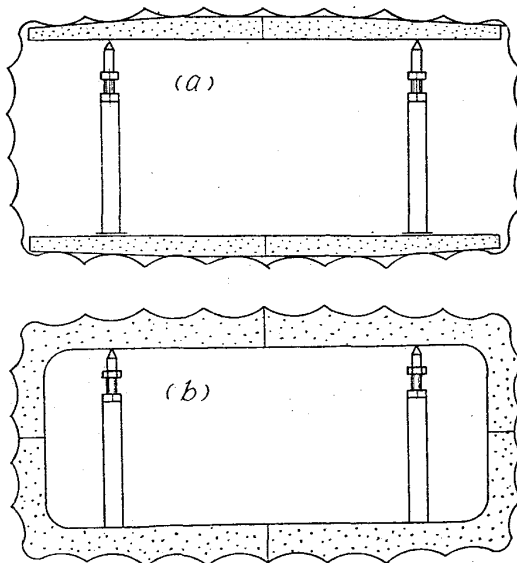
- 1) E. MARBURG: J. Metals, (1953)2, p. 157~172
- 2) 熱管理課: 八幡製鉄熱資第 3 号, 1 (1959) 3
- 3) 吉田, 清水: 八幡製鉄技研報告, 11 (1960) 8
- 4) N. A. SANOK: Stal in English, (1959) 10, p. 754~757
- 5) HANS-JOACHIM: Stahl u. Eisen, (1963) 11, p. 1433~1440

669,141,241.2-412'621,746,464
 (85) 四面式発熱保温剤の試験結果について
 No. 64247
 川崎製鉄, 千葉製鉄所

太田 豊彦・〇斎藤 達
 小川 本善・深山 三郎
 Study on 4 Slab Type Exothermic Hot Top.
 pp1765~1768
 Toyohiko Ota, Tōru Saitō,
 Motoyoshi OGAWA and Saburo MIYAMA.

I. 緒 言

当社においてキルド鋼の造塊時に電弧押湯に代り，発熱性保温剤の使用を開始したのは 34 年であり，増設にともなつて従来のように台車を長時間固定出来ぬためからであつた。当時は電弧押湯に用いていた drop-in 鑄型をそのまま用いていたところから，4 面式のスリーブを用いていたが鑄型統合の必要上とコスト低減の目的な



(a) 2 slab type hot top.
 (b) 4 slab type hot top.

Fig. 1. Schematic diagram of hot top setting.