

669.15'24'26-194.56

後、トーチカットまでの鋼片表面温度は 1000~1100°C に保持されていることが実験的にわかった、このことは品質上にも好都合である。したがって、引抜き速度が一定 ($v=1.0$ m/min) ならば、現状よりも相当に spray 水量を減らしてもよいことが結論づけられる。

Fig. 3 によると、spray 各区分 (1st, 2nd, および 3rd) の凝固に与える影響がわかる。ここで各区分の冷却効果を基準熱伝達率の 3/4 の熱伝達率の場合について調べてみると、次のようなことが明らかになった。すなわち、1 区分の熱伝達率を 25% 減少させ、ほかの 2 区分のそれを基準値にして計算すると、熱伝達率の減少による、湯面-完全凝固位置距離の増加割合は、spray 1 段当り、1st が 0.33, 2nd が 0.19, 3rd が 0.05% となり、減少した熱伝達率の絶対値当りの凝固位置の伸びの比は、1st を 1.00 とすると 2nd が 1.05, 3rd が 0.45 となる。したがって、spray 冷却によつて凝固過程を制御する場合は mould に近い spray の水量を制御することが効果的である。

ii) 引抜き速度と凝固過程の関係

引抜き速度は、取鍋内溶鋼温度が目標値に達していない場合は、鑄込時間を短縮しなければならない、そのために引抜き速度の speed up が要求される。この場合、凝固位置の延長が問題になる。

Fig. 4 によると、引抜き速度を 1.6 m/min まで speed up しても完全凝固はトーチカット以前に終了していることがわかる。また、この場合問題になるのは mould 出口の凝固相厚みの減少であるが、1.6 m/min の場合は、厚みは 0.3 cm となり操作上問題はないものと考えられる。

iii) 鋼片表面回復温度と凝固位置との関係

連続鑄造で凝固位置に関係するものに、まず、冷却効果があげられる。特に、spray cooling zone の熱伝達率は、引抜き速度を一定に保つたとき、完全凝固位置を決定する大きな要因となる。そこで凝固位置を制御するには、spray の熱伝達率、すなわち、spray 水量を制御すればよいことになる。問題になるのは、いかにして凝固位置を推定するかである。ここでは推定基準を鋼片の回復温度にとつて調べてみた。Fig. 5 は simulator の実験結果を基にして、鋼片表面回復温度と完全凝固位置との関係を示している。これによると、二つの間には密接な関係があることがわかった。しかも回復温度の測定も現在のところもつとも可能性があることから、この解明は重要なものである。結論として、一定点における鋼片表面回復温度と完全凝固位置は、引抜き速度が一定なかぎり、一義的な関係をもつているということが言える。

V. 結 言

Analog simulator による解析結果から、次の結論が導かれる。

- i) 鋼片引抜き速度が現在の 1.0 m/min であれば、spray 水量を現状よりも相当減らしても、トーチカット以前に凝固は終了する。またその方が品質上好都合である。
- ii) Spray cooling zone においては mould に近い方の spray 区分の水量を制御するのが効果的である。

iii) 冷却帯の条件が現状のままであれば、引抜き速度は 1.6 m/min まで speed up しても、トーチカット以前に凝固は終了する。

iv) 引抜き速度が一定ならば、鋼片表面回復温度と完全凝固位置は一義的な関係にある。

文 献

1) 吉田, 他: 鉄と鋼, 50 (1964) 11, p. 1697

62.174.047 669.14.0188

(59) オーステナイト系不銹鋼の連続鑄造条件と鑄片の品質について

(鋼の連続鑄造に関する研究-II)

神戸製鋼所, 中央研究所 10, 64221

鈴木 章・中野 平・高田 寿
" 岩屋工場 中島 弘明
" 中央研究所 ○鈴木 武

On the Continuous Casting Conditions and the Qualities of Continuous Cast Ingot of Austenite Stainless Steel.

(Study on continuous casting of steel - I)

Akira SUZUKI, Taira NAKANO, Hisashi TAKADA, Hiroaki NAKAJIMA and Takeshi SUZUKI.

p. 1702~1705

I. 緒 言

我々は第 1 報¹⁾で報告した垂直型鋼連続鑄造機の pilot plant により、オーステナイト系不銹鋼-AISI 304, 309, 310, 316, 321, 347 等につき連続鑄造条件の鑄片

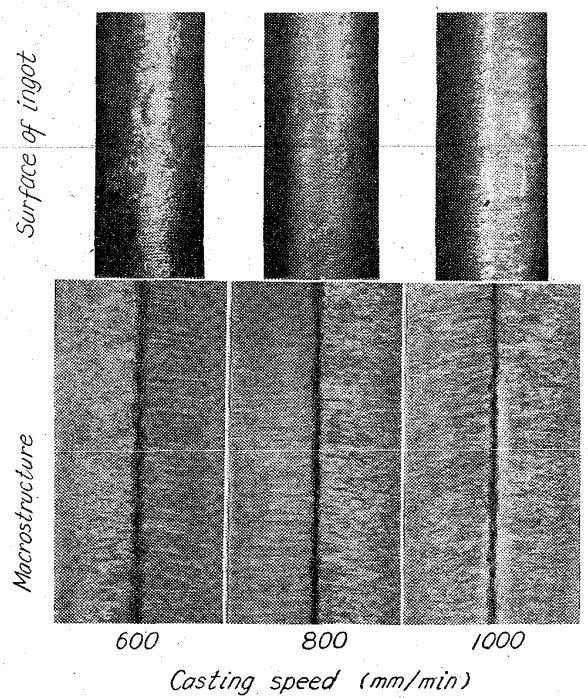


Photo. 1. Surface and macrostructure of continuous cast ingots, (casting temperature 1540~1570°C, secondary water quantity 24 t/hr) (x1/7, x1/4) (1/2)

の品質におよぼす影響を検討したので以下に AISI 304 の場合につき調査結果を報告する。

II. 実験方法および実験結果

1) 鑄造条件と鑄片品質

内径 168mmφ の断面を有する鑄型を用いて鑄込速度、鑄込温度、二次冷却水量の鑄片品質におよぼす影響を検討後、鑄型内面積が 168mmφ のその約 60% にあたる 110mm 中断面の鑄型を使用して断面面積の減少に伴う鑄込速度の増加を考慮し、丸型で得られた連鑄条件を基にして角型の鑄片品質におよぼす連鑄条件を二三検討した。

i) 丸型断面の連鑄条件の鑄片品質におよぼす影響

a) 鑄込速度の鑄片品質におよぼす影響

鑄込速度の遅速は鑄片品質をどの程度左右するかをみきわめておく必要があるため、他の連鑄条件を一定にして鑄込速度のみを、600, 800, 1000 mm/min に変化させ 5 チャージ鑄造し、鑄込速度の鑄片鑄肌、マクロ組織、内部の健全性におよぼす影響を調査した。

おもな鑄造条件を Table 1, 鑄片鑄肌の一例と鑄片縦断面マクロ組織の一例を Photo. 1 に示す。

鑄片鑄肌の点に関しては、鑄込速度、800, 1000 mm/min と速くなるにしたがつて良好な鑄肌を示し、連鑄特有の横じわがみられるにすぎないが、600 mm/min の場合は、鑄型内湯面上に浮遊しているスカム、あるいは鋼滓の巻き込む機会が多くなるためか局部的にスカムや鋼滓の巻き込みが認められる。

一方、本実験条件範囲内の鑄込速度の遅速の程度では鑄片内部の健全性、マクロ組織にはほとんど変化は認められず数mm 前後のチル晶につづいて柱状晶が約 5~10° の上向き角度で軸心部まで発達し、軸心部には 2~3mm 程度の収縮孔が不連続に存在している。

b) 鑄込温度の鑄片品質におよぼす影響

適当な鑄込温度をみいだすために、他の諸条件を一定にして、鑄込温度のみ、1515, 1540, 1570°C に変え、各 5 チャージ鑄造し、鑄込温度の鑄片鑄肌、内部の健全性におよぼす影響を調査した。なお Photo. 1 に示したような鑄片軸心部の収縮孔を軽減させるために、鑄片の未凝固部分の深さを浅くしようとして、下からの冷却、すなわち二次冷却を強化する目的で、二次冷却水量を大巾に増大した。

Table 1. Main casting conditions in the experiment on casting speed.

	Low casting speed	Medium casting speed	High casting speed
Casting temp. (°C)	1540~1570	1550~1570	1540~1570
Casting speed (mm/min)	600	800	1000
Primary water quantity (t/hr)	130	130	130
Secondary water quantity (t/hr)	24	24	24

Table 2. Main casting conditions in the experiment on Casting temperature.

	Low casting temperature	Medium Casting temperature	High Casting temperature
Casting temp. (°C)	1515~1520	1540~1545	1570~1575
Casting speed (mm/min)	750	750	750
Primary water quantity (t/hr)	130	130	130
Secondary water quantity (t/hr)	80	80	80

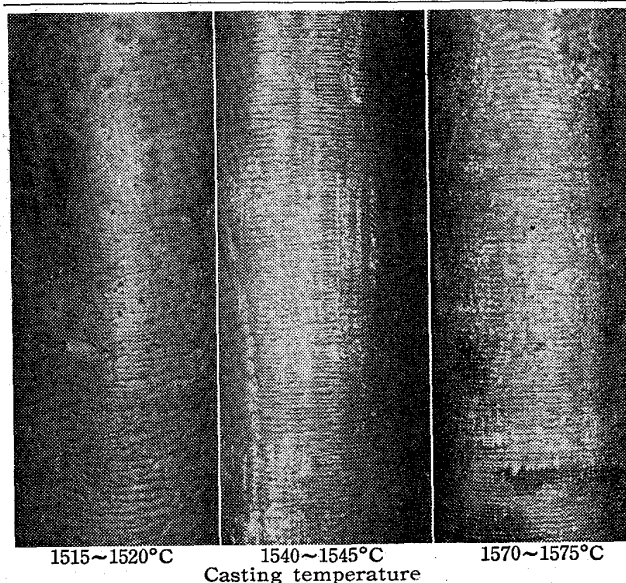


Photo. 2. Surface of continuous cast ingots, (Casting speed 75 mm/min, secondary water quantity 80 t/hr), (×1/5.5) (2/3)

おもな鑄造条件を Table 2, 鑄片鑄肌の一例を Photo. 2 に示す。

鑄片鑄肌は最低の鑄込温度 1515°C の場合は局部的にアバタ状を呈しているが鑄込温度 1540, 1570°C の場合は、そのような欠陥はみられず良好な鑄肌である。またマクロ組織ならびに軸心部の収縮孔の様相は、各条件の場合とも Photo. 1 と大同小異である。

c) 二次冷却水量の鑄片の品質におよぼす影響

二次冷却の均一性、冷却の強さは鑄片の健全性にきわめて重要な影響をおよぼすと考えられるので、鑄込速度 600, 800 mm/min の各々の場合について各条件 5 チャージ鑄造し、二次冷却水量の鑄片の品質におよぼす影響を調査した。

おもな鑄造条件を Table 3, 4, 鑄片縦断面マクロ組織の一例を Photo. 3 に示す。

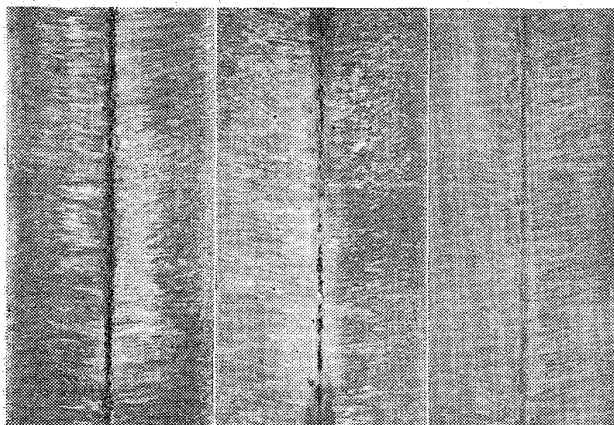
鑄込速度 600 mm/min で二次冷却水量を 5, 24, 33, 80 t/hr と変化させた場合、Table 3 に示すように鑄込温度が低く鑄込速度もおそいので、鑄片鑄肌は良好とはいえず、マクロ組織、内部の健全性もこの条件下

Table 3. Main Casting Conditions in the experiment on quantity of secondary cooling water. (at 600 mm/min)

Secondary water quantity (t/hr)	5	24	33	80
Casting temp. (°C)	1500~1520	1500~1530	1490~1510	1510~1520
Primary water quantity (t/hr)	130	130	130	130

Table 4. Main casting conditions in the experiment on quantity of secondary cooling water. (at 800 mm/min)

Secondary water quantity (t/hr)	10	40	80
Casting temp. (°C)	1530~1550	1540~1560	1540~1555
Primary water quantity (t/hr)	130	130	130



Secondary water quantity

10 t/hr

40 t/hr

80 t/hr

Photo. 3. Macrostructure of continuous cast ingot. (Casting temperature 1530~1560°C, casting speed 800 mm/min). (×1/4) (3/5)

Table 5. Main casting conditions in the experiment on the 110 mm square ingot.

Casting temperature (°C)	1520~1530
Casting speed (mm/min)	1300~1400
Primary water quantity (t/hr)	125
Secondary water quantity (t/hr)	10

では Photo. 1 の場合と大きな変化は認められない。それに対して 800 mm/min の場合はすべて鑄肌は良好である。鑄片内部状況は二次冷却水量の多い 40, 80 t/hr では、鑄込速度 600 mm/min の場合とほぼ同様であるが、二次冷却水量の最も少ない 10 t/hr では Photo. 3 に示したように鑄片軸心部に粒状晶が存在し、微細な収縮孔が点在しているにすぎず、件の鑄造条件に比べて著しく良好である。(王水腐食で始めて認められる)。

ii) 角型断面の連鑄条件の鑄片品質におよぼす影響以上は 168 mm ϕ についての連鑄条件の検討結果であるが以下は 110 mm ϕ の連鑄条件について述べる。

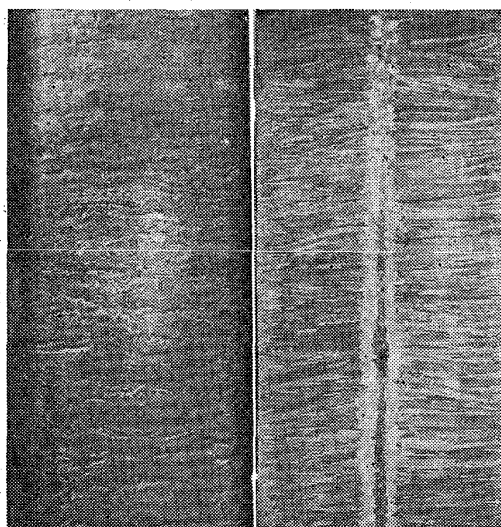
110mm ϕ 中の断面積は 168 mm ϕ の断面積の約 60% に相当するので、断面積減少の分だけ鑄込速度を大にすることができる。この点を主として考慮し、他の諸条件は前述の丸型の連鑄条件を参考にして 5 チャージ鑄造しその連鑄条件の鑄片鑄肌、内部の健全性に対する効果を調査した。

おもな鑄造条件を Table 5, 鑄肌, マクロ組織の一例を Photo. 4 に示す。鑄肌, 鑄片内部の健全性とも良好であり、鑄片軸心部は粒状晶を呈し、微細な収縮孔が軸心部に点在しているにすぎない。

2) 連鑄鑄片溶鋼プールの測定結果

連鑄において鑄造過程の溶鋼の凝固形態, 凝固特性を明らかにすることは鑄片品質の向上, あるいは操業上きわめて重要なことなので, これまでも種々の方法—ラプチャー法²⁾, S 添加法, Pb 添加法³⁾, RI 利用法⁴⁾ 等で測定されているが, ラプチャー法は危険を伴うし, S 添加法は深さの底点, Pb 添加法は溶鋼プールのプロフィールが不明瞭であり, 最後の RI 利用は取扱いに難点があるので, 我々は Fe-S を鑄ぐるんだ Pb の小塊数個を鑄造中の鑄片の溶鋼プール中に投与し, 冷却後の鑄片について立割りし, サルファープリント, マクロ組織試験をすることにより連鑄過程の溶鋼プール形態を調査した。

Table 5 の連鑄条件で鑄造した 110 mm ϕ 鑄片の連鑄過程における溶鋼プール形態を Fig. 1 に示す。オ



Surface of ingot macrostructure

Photo. 4. Surface and macrostructure of 110 mm square ingot. (×1/2.5) (2/3)

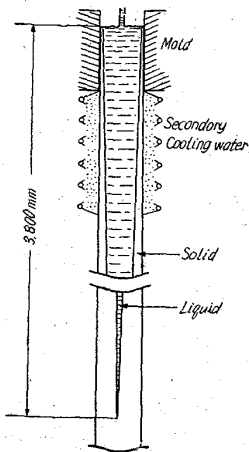


Fig. 1. Depth and profile of the liquid zone of 110mm square continuous cast ingot.

ーステナイト系不銹鋼の凝固形態は湯面より溶鋼プール最下端にいたるまで溶鋼と凝固殻の界面は直線的であり、プール深さは3,800 mmにも達する。またこの実験により鑄造後の経過時間に対応する凝固殻厚さを実測して、凝固常数 K を算出すると $25 \cdot 7 \text{ mm}/\text{min}^{1/2}$ となり、 $d = 25 \cdot 7 \sqrt{t}$ の凝固速度関係式が得られた。なお前述のように本鋼種の凝固は凝固末期においても規則性を失わずに全凝固まで進むことから、上記関係式は最終凝

固まで適用される。

3) 連鑄鑄片の熱間加工性

鑄片の熱間加工性を調査する目的で鑄込中期の柱状晶部より試験片を採取して、高温捻回試験、高温引張試験を 1200°C で行なった。比較材としては連鑄終了後の余湯を鑄込んだ 85 kg 型鋼塊の柱状晶部より採取した試験片をあてた。

その結果は(詳細会場揭示)連鑄鑄片の方が普通造塊による鋼塊よりかなりすぐれている。したがって連鑄鑄片は普通の鋼塊に比べて熱間加工性がまさる。このことはわれわれは実際の圧延においても経験しているところである。この原因は急冷による結晶粒の微細化、組織の均一だろうと考えられる。

III. 結 言

垂直型鋼連続鑄造機の pilot plant により、オーステナイト系不銹鋼の連鑄条件と鑄片品質連鑄過程における溶鋼プールの形態、鑄片の熱間加工性などについて調査研究した。

オーステナイト系不銹鋼 AISI 304 の本装置における最適の連鑄条件で鑄造された鑄片の鑄肌は良好であり、鑄片内部の収縮孔は軸心部にわずかの巾で存在する粒状晶部に微少キャビティが点在する程度である。鑄片柱状晶部の熱間加工性は普通鋼塊のそれと比べてすぐれており、実際圧延においてもすぐれた圧延性を有していることをたしかめている。圧延品の品質については前報¹⁾で報告したように普通の分塊材と比べて全く遜色はない。

文 献

- 1) 井上, 他: 鉄と鋼, 50 (1964) p. 447
- 2) 例えば明田, 牛島: 鉄と鋼, 46 (1950), p. 1733
- 3) " M. C. BOICHENKO: "Continuous Casting of Steel" 1957, Moscow
- 4) " H. KRAINER and E. K. KRAINER: Atompraxis, 12 (1957) p. 453

(60) 広畑転炉工場における混鉄炉の炉体管理について

富士製鉄, 広畑製鉄所 No. 64222

本間 悦郎・大矢 竜夫・土屋 一志

Improvement in Mixer Life in LD Plant at Hirohata Works. pp1705~1707

Etsuro HOMMA, Tatsuo OYA and Kazushi TSUCHIYA.

I. 緒 言

混鉄炉は転炉工場内に溶鉄を貯留して、需給を円滑に行なわせるためと、溶鉄成分、温度の均一化をはかり、純酸素転炉の吹錬をスムーズに運ぶために、極めて重要な役割を演じている^{*)}。混鉄炉が修理などによつて稼働しない場合は、高炉から送られてきた溶鉄を次々と混合しながら使用することになるが、混鉄炉を通過した溶鉄よりも温度が高く、しかも成分のバラツキが的確に把握できにくいため、転炉吹錬において再吹錬、冷却材使用などの異常チャージ発生が避けられない。したがって一般に、製鋼能率が低下するばかりでなく製出鋼歩留、品質の低下が惹起されるなど数々の弊害が認められる。また転炉作業が早いピッチで進行し、それに合わせて溶鉄を必要とする関係で、高炉から出鉄された溶鉄処理に混鉄炉が使用できない場合は、特に作業が繁雑になり、状況によつては溶鉄不足や過剰のトラブルを起して、生産性を阻害したり関係工場に少なからぬ影響をおよぼす場合もある。

このような弊害を可能な限り少くするためには、混鉄炉の寿命をできるだけ延長させると共に炉修所要時間を短縮して、稼働率を上げることが大切である。

広畑転炉工場の 1300 t 混鉄炉は操業以来3年余を経過しているが、以上の主旨にもとずき操業方法の改善、炉修方法の改良を企てて、現在では良好な成績を維持する方策を確立した。本論文においては、その概要を報告

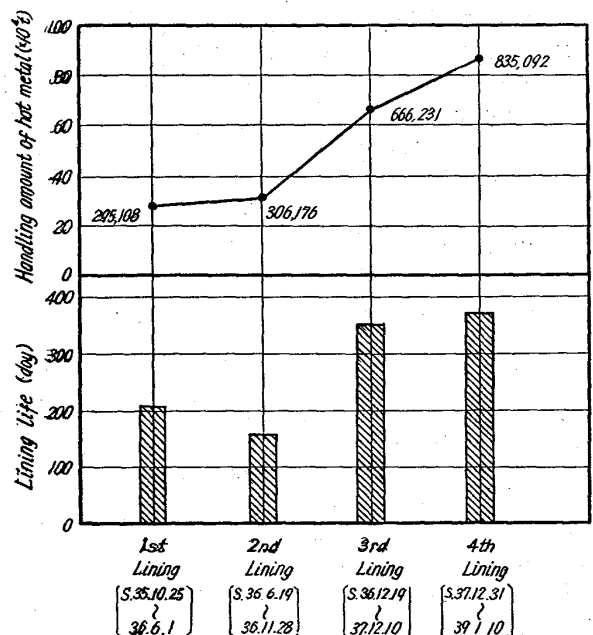


Fig. 1. Results of mixer life.