

Photo. 1. Macro structure and sulfur print.  
( $\times 1/8$  Copper ammonium chloride eroded)

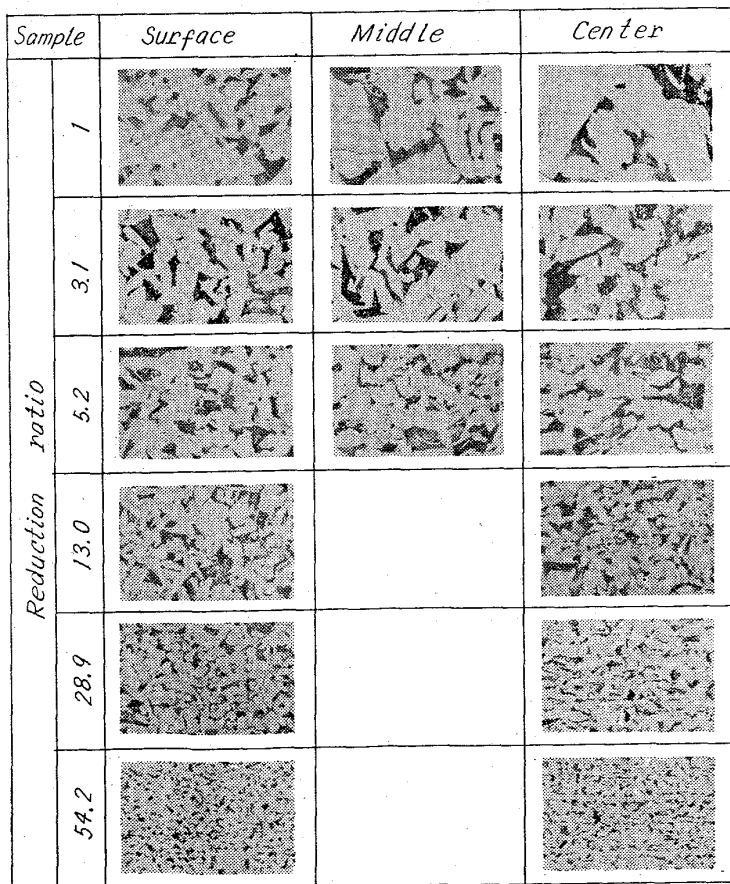


Photo. 2 The micro structure of rolling direction.  
( $\times 100(1/2)$  2% Nital etched)

#### 4. 結 言

連続铸造ピレットから鋼板を製造する場合の圧延比の増加に伴って機械的性質が変化して行く状況を明らかにした。

すなわち、引張りおよび衝撃試験では圧延比 3~5 で表面部と中心部の差はなく良好な性質を具備するようになるが、靱性、とくに衝撃値は圧延比の増加とともに、圧延方向と直角方向との間に著しい異方性を示すようになる。これは顕微鏡組織に見られる縞状組織の増加と対応する。曲げ試験では圧延比 6~8 ですべての位置ならびに方向について良好な成績を示すようになる。なお、圧延のままよりも焼準を行なったものは当然のことながら一般に優れた性質を示す。

以上の結果は普通造塊法における鋼塊から板を製造する場合と同等の優れた均質性を示すものである。

#### 文 献

- 1) たとえば、大黒竹司ほか：鉄と鋼，47 (1961) 11. p. 20.
- 2) W. GERLING et al: Stahl u. Eisen, 82 (1962) 20, p. 1349

#### (112) 連続铸造ステンレススラブの品質について

八幡製鉄，光製鉄所

太田 隆美・金井 俊睦

○堀尾 重雄・森 靖之助

#### Quality of Continuous Casting Stainless Slab.

Takayoshi Ota, Toshimitsu Kanai,  
Shigeo Horio and Yasunosuke Mori.

#### 1. 緒 言

連続铸造法によるスラブは従来の鋼塊法と比較して、铸造断面が小さく、鑄鉄鑄型の代りに、水冷銅鑄型に注入され、さらにスプレイ冷却により急冷されている上に、分塊圧延による熱間加工をうけていないという点に大きな差がある。これらの条件の差により当然スラブの組織、非金属介在物の分布および熱間加工性などが変わってくるはずである。

光製鉄所においては既に報告されているように連続铸造法による Cr-Ni 系ステンレス鋼板の製造を行なっている。本報告は連続铸造スラブと鋼塊法によるスラブとの差の確認と、さらに製品におよぼす影響をみるために、電気炉の溶鋼を連続铸造と鋼塊とに注ぎ分けたものについて、特にスラブの諸性質につき比較を行なったものである。

#### 2. 試料および試験法

2.1 試 料

50t 電気炉により溶製した 18-8 ステンレス鋼を 1030mm×120mm 断面の連続铸造スラブと 7t のスラブ用鋼塊に注ぎ分け、鋼塊は連続铸造スラブと等しい断面寸法に分塊圧延後、両者のスラブより試料を採取した。また同一断面において連続铸造法と鋼塊法との差を比較するために、連続铸造ブルームとそれに等しい断面の小鋼塊とに注ぎ分け、それぞれから試料を採取した。連続铸造スラブ、スラブ用鋼塊、連続铸造ブルームおよび比較小鋼塊の完全凝固時間はおのおの約 5 min, 120min, 10min, 15min と推定される。<sup>2)3)</sup>

2.2 試験方法

マクロ組織は各試料の横断面について観察した。非金属介在物は各試料の断面について表面から深き別に 15mm×25mm の範囲を顕微鏡にて観察し非金属介在物の大きさ別の分布および清浄度を測定した。さらに同試料から電解抽出法により、非金属介在物を抽出し、分析を行なった。電解抽出に用いた電解液は 10% 塩酸エチルアルコール、電流密度は 10 mA/cm<sup>2</sup> であり、抽出残査は塩素化処理後分析を行なった。  
 $\delta$  フェライトについても非金属介在物と同様の試料を用い、点算法により面積率を測定した。

また熱間加工性を判断するための熱間捻回試験は柱状晶および铸造方向と直角に 8.0mm $\phi$ ×40mm の大きさの試片を切出し回転速度 150 rpm とし、各温度で試験した。

3. 結果と考察

マクロ組織は連続铸造スラブの場合は中心まで柱状晶が発達しているが、分塊スラブは圧延比約 4 にて铸造組織はほとんど残存していない。

3.1 非金属介在物

連続铸造スラブと分塊スラブについて表面、中間および中心の位置別の清浄度は Fig. 1 左側の図に示すように試料内の位置による差は認められないが、連続铸造スラブの方が清浄度はよくなっている。この差の生ずる原因が铸造断面の差によるものか、凝固の際の冷却法の差によるものかを明らかにするために、等しい铸造断面の連続铸造ブルームと比較小鋼塊との清浄度を比較した。この結果 Fig. 1 右側の図に示すように両者の間にほとんど差がみられない。したがって連続铸造スラブと分塊スラブ間の清浄度の差は铸造断面の差の影響が大きいと考えられる。さらにこの点を確認するために各試料について大きさ別に非金属介在物の数の差をみると Fig. 2 のようになる。Fig. 2 の左側の図によると連続铸造スラブと比較して分塊スラブは大型の非金属介在物が多く、連続铸造ブルームと等しい断面の鋼塊との間には Fig. 2 右側の図に示すようにほとんど差は認められない。

非金属介在物の分析結果は Fig. 3 に示すように連続铸造スラブと分塊スラブとの間にはほとんど差が認められない。したがって連続铸造スラブの非金属介在物は分塊スラブと比較して、铸造断面が小さいため量的には差がないが、大きさが非常に小さくなっていると考えられる。

3.2  $\delta$ -フェライト

一般に Cr-Ni 系ステンレス鋼の熱間加工性は  $\delta$ -フ

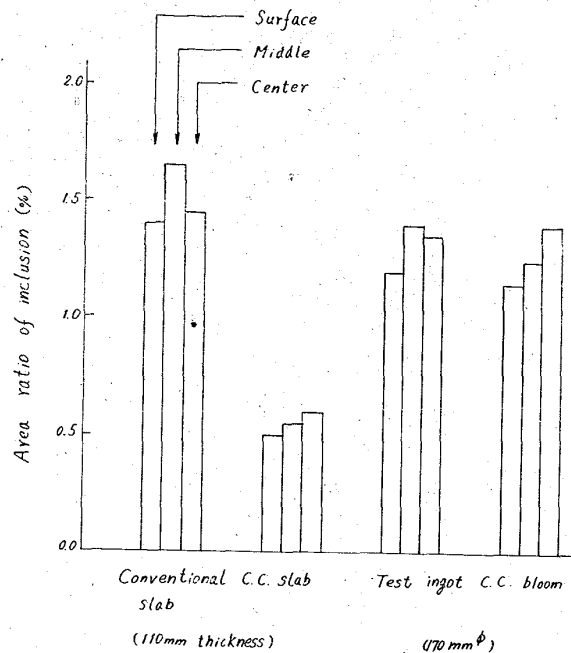


Fig. 1. Comparison of amounts of non-metallic inclusion in test specimens ( $\times 400, 60d$ ).

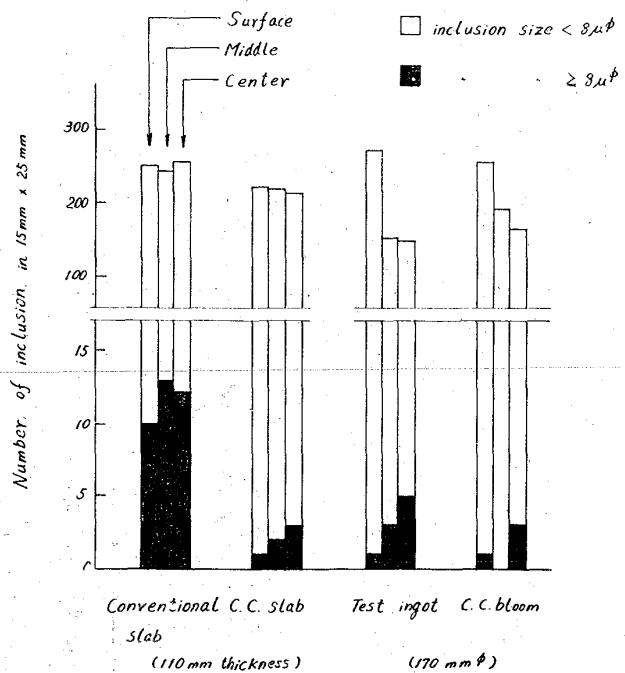


Fig. 2. Distribution of inclusion in test specimens by size. Left diagram shows a comparison of continuous cast slab and conventional slab. Right diagram shows a comparison of continuous cast ingot with same diameter.

ェライトの量および形状に支配される<sup>5)</sup>。マクロ組織において連続铸造スラブと分塊スラブとの間にみられる顕著な差は、 $\delta$ -フェライトの形状と量である。連続铸造スラブにおける  $\delta$ -フェライトは铸造のままの鋼塊と同様に網状に分布しており、分塊スラブでは圧延方向に伸び

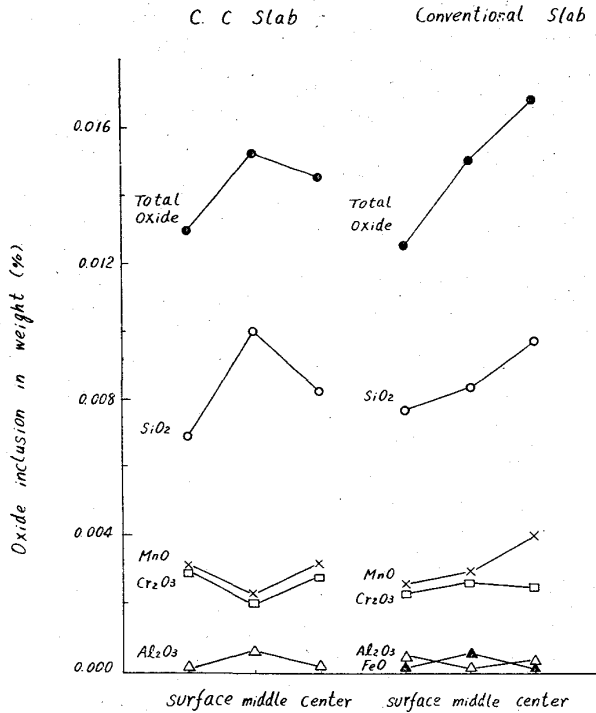


Fig. 3. Chemical analysis of non-metallic inclusions in test specimens.

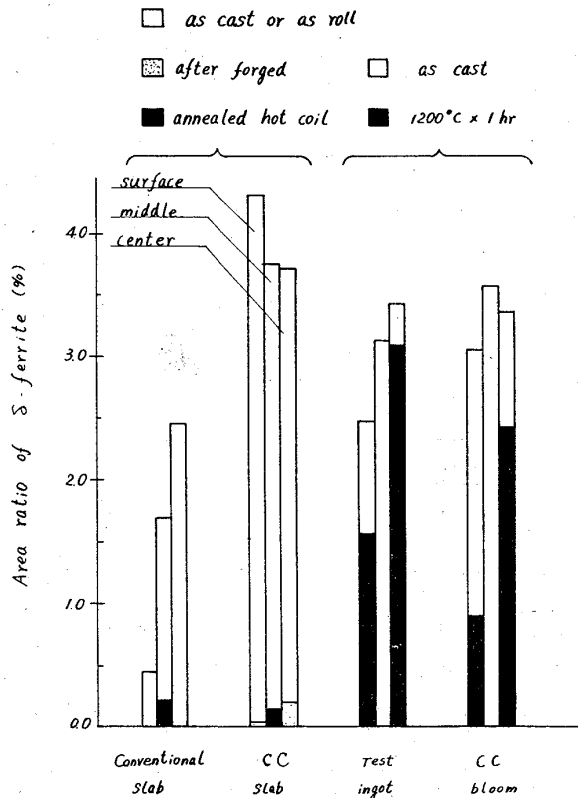


Fig. 4. Amount of delta ferrite in test specimens showing in distribution or effect of heat treatment.

ている。また量的には Fig. 4 に示すように、連続铸造スラブの方が多く、分塊スラブは表面に近くなるほど減少している。これは分塊圧延における加熱による地への

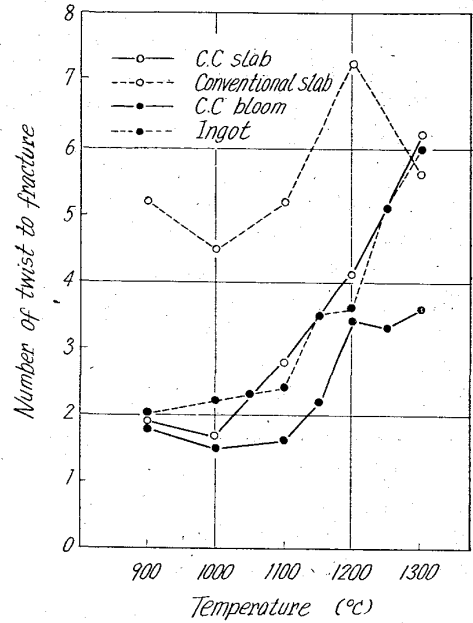


Fig. 5. Results of hot twist test for comparison of hot ductility of each semi-finished materials.

溶け込みと熱間加工の影響とみられる。連続铸造スラブを分塊圧延の場合に等しい加熱条件および加工比で鍛造した場合には Fig. 4 に示すように極度に減少する。

さらに加熱による  $\delta$ -フェライトの減少量について、連続铸造材と鋼塊材との差を確認するため、铸造断面の等しい連続铸造ブルームと比較小鋼塊の試料を同一条件で  $1200^{\circ}\text{C} \times 1 \text{ hr}$  加熱した結果 Fig. 4 右側の図に示すように連続铸造ブルームの  $\delta$ -フェライトの減少が比較的大きい。これは連続铸造材の方が鋼塊材より、 $\delta$ -フェライトの厚みが比較的小さく、地に溶け込み易いためと考えられる。したがってスラブを熱間圧延してホットコイルにする場合には連続铸造スラブの  $\delta$ -フェライトによる熱間加工性に対する影響は比較的小さいものとみることができよう。スラブを熱間圧延してホットコイルにした状態では Fig. 4 左側の図に示すように連続铸造スラブと分塊スラブとのフェライトの差はほとんどみられない。

熱間加工性については Fig. 5 に示すように铸造のままの連続铸造スラブ、連続铸造ブルームおよび比較小鋼塊は圧延後の分塊スラブに比較して特に低温側の熱間捻回値が低い。この試験に加熱の影響を少なくするため、各温度に保定後ただちに捻回を行なっているため、実際の圧延の場合より  $\delta$ -フェライトの影響が大きくなる。この試験に用いた連続铸造スラブは生産用の連続铸造スラブと同様に分塊スラブと同一条件で熱間圧延を行ない、鋼塊法と同程度のホットコイルが得られた。また本報告の試験材は両スラブとも冷延仕上げされ、その特性を調査したが機械的性質をはじめとする特性上の差は全くみられなかった。

#### 4. 結 言

同一溶鋼より分注した 18-8 ステンレス鋼の連続铸造スラブと鋼塊による分塊スラブとについて組織、非金属存在物の分布状態および熱間加工性について比較調査し

た。この結果連続铸造スラブは分塊スラブに比較して非金属介在物が微細であり、 $\delta$ -フェライトも加熱により減少しやすく、熱間捻回試験では加工性の差はみられるが、実際の熱間圧延作業ではスラブが長時間の加熱をうけるため、その差は少なくなるとみられる。

文 献

- 1) 西郷: 鉄と鋼, 49 (1963) 7, p.1022.
- 2) 吉田, 清水: 鉄と鋼, 48 (1962) 11, p. 1346.
- 3) 吉田, 守来他: 鉄と鋼, 50, (1964) 11, p.1697.
- 4) 瀬川, 島田: 鉄と鋼, 48 (1962) 13, p. 1679.
- 5) 加藤, 金井, 阿部: 鉄と鋼, 46 (1960) 10, p. 1268.

(113) 軸受鋼の連続铸造条件と鑄片の品質について

(鋼の連続铸造に関する研究—Ⅲ)

神戸製鋼所, 中央研究所

鈴木 章・○高田 寿・鈴木 武

〃 岩屋工場 中島 弘明

日本高周波鋼業, 富山工場 本田 信夫

Effect of the Continuous Casting Conditions on the Qualities of Continuously Cast Ingot of High Carbon Cr Bearing Steel.

(Study on the continuous casting of steel—Ⅲ)

Akira SUZUKI, Hisashi TAKADA, Takeshi SUZUKI, Hiroaki NAKAJIMA and Nobuo HONDA.

1. 緒 言

前報<sup>1)</sup>ではオーステナイト系不銹鋼の中、代表的な AISI 304 の連続铸造条件と鑄片の品質との関係について報告したが、本報では焼入性の大きい低合金鋼の中、凝固温度範囲の特に広い軸受鋼 (JIS 規格の SUJ 2) の連続铸造条件の鑄片品質におよぼす影響についての検討結果を報告する。

なお用いた試験装置は第1報<sup>2)</sup>で報告した垂直型鋼連続铸造機の pilot plant である。

2. 実験方法および実験結果

110mm 角断面の鑄型を使用し、鑄込速度 (鑄塊抽出速度) 500~1,000mm/min, 二次冷却水量 0 (自然空冷)~1.8 l/kg of steel の連続铸造条件範囲で、連続条件の①鑄片鑄肌と鑄片カタサにおよぼす影響, ②鑄片割れにおよぼす影響, ③二次収縮孔およびマクロ組織におよぼす影響, ④圧延品のマクロ組織におよぼす影響を検討した。

2.1 連続铸造条件の鑄片鑄肌と鑄片カタサにおよぼす影響

本鋼種は焼入性がよいので、それに基づき変態割れと、圧延前のグラインダー手入時の難易を考慮して、鑄造後熱間鑄片を灰徐冷したので鑄片の鑄肌検査はできず、灰徐冷後脱スケールのためのサンドブラスト施行後表面状況を調べたが、鑄造条件の如何にかかわらず表面状況は良好である。

Table 1. Effect of casting conditions on the hardness of ingot surface.

Main casting conditions			Hardness of ingot surface (HRC)		
Casting temperature (°C)	Casting speed (mm/min)	Secondary water quantity (l/kg of steel)	Top	Middle	Bottom
1500	950	0.09	36~37	36~37	35~37
1510	1000	0.20	36~40	35~40	35~39
1490	1000	1.00	36~41	36~42	36~42
1490	1000	1.33	40~44	37~43	38~44

また灰徐冷後の鑄片表面カタサを Table 1 に示すが、二次冷却水量の増大につれてカタサは大になる。

2.2 連続铸造条件の鑄片割れにおよぼす影響

鑄片の割れは表面割れ (ここでは縦割れ) と内部割れに区別できるが、本鋼種の連続铸造条件範囲で認められた内部割れは、温塩酸 (1:1 HCl) 腐食で、鑄片チル層内側に始めて認められる微少割れ状のもの、断面の中間部に認められる割れ、軸心部に認められる比較的大きな割れの3種類があり、後者の二つを内部割れと呼称して稿を進める。鑄込温度と二次冷却水量の割れ発生におよぼす影響を Fig. 1 に示す。割れ発生状況は鑄込温度には関係ないが、鑄込速度 (抽出速度) と l/kg of steel で表示した二次冷却水量との関係は認められ、l/kg of steel の増加につれて割れは発生する。Fig. 1 から全く割れの発生しない範囲は約 0.7 l/kg of steel 以下で約 0.7~1.3 l/kg of steel の範囲では前述の微少割れ状のもののみ発生し、1.3 l/kg of steel 以上では表面縦割れおよび内部割れが発生する。さらに水量の最も多い 1.8 l/kg of steel の場合は軸心部に割れの発生がみられる。

2.3 連続铸造条件の二次収縮孔およびマクロ組織におよぼす影響

軸受鋼のように凝固温度範囲 (約 250°C) の広い鋼種

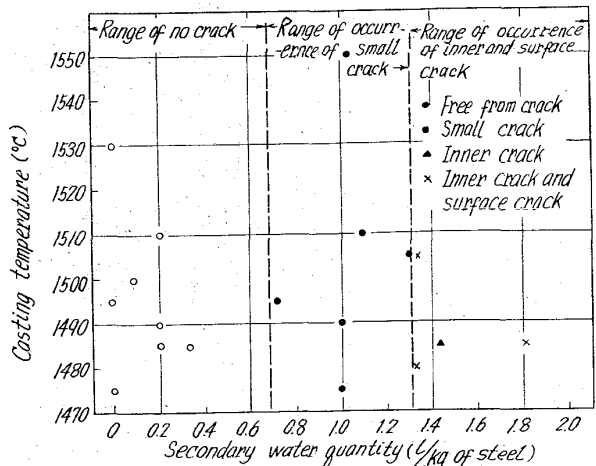


Fig. 1. Effect of casting temperature and secondary water quantity on the occurrence of crack to continuously cast ingot.