

トが生成するからであると説明されているが、

(1)  $t_m$  が  $t_l$  よりさがるために、未凝固相内にデンドライトが生成したのではなく、液中に固相が存在するために  $t_m$  が  $t_l$  よりさがると考えてはいけなから。

鑄塊の未凝固液相の温度は、柱状デンドライト先端の温度(ほぼ液相線温度)であるが<sup>1)</sup>、液相中に固相のあるときは、液相線温度がさがることを認められている<sup>2)</sup>。

(2) 注入時の過熱度がきわめて小さい場合には、大部分が等軸晶帯となり、柱状晶帯は非常に狭くなることが報告されている<sup>3)</sup>。図3で鑄造末期に鑄込温度の低下により等軸晶帯が広がるという事実は認めるが、それでもなお表面から約50mm(下面側)の柱状晶帯が存在していることが示されている。この50mmの柱状晶帯は、鋼の鑄塊の場合、決して狭いとはいえないと思われる。したがって、図3に示された程度の等軸晶帯の増大を、 $t_m$  が  $t_l$  よりさがることによつて説明するのは疑問であると思う。

文 献

- 1) L. BÄCKERUD and B. CHALMERS: Trans. Met. Soc. AIME, 245(1969), p. 309
- 2) V. KOUMP, R. H. TIEN, and T. F. PERZAK: Trans. Met. Soc. AIME, 242(1968), p. 1569
- 3) D. R. UHLMANN, T. P. SEWAED, III, and B. CHALMERS: Trans. Met. Soc. AIME, 236(1966), p. 527

【回答】

1.  $R = G \cdot V$ であるが、操業的な面から考えると、 $V$ は2次冷却水量によつて、また $G$ は特に鑄込温度によつて変化させることができるので、 $V$ と $G$ を支配的要因と考え難い。 $R$ は単に $G$ と $V$ の積と考えられる。

2. 鑄造末期において  $t_m$  が  $t_l$  より下がるのは、タンディッシュ内の溶鋼温度が下がり、鑄型への注入過程で更に温度低下が生じて  $t_m$  が  $t_l$  より低下するためと考えられる。 $t_m$  が  $t_l$  より低いということはこのバルク中に固相として free chill crystal, すなわち浮遊したデンドライトが生じている。以上のことから  $t_m$  が  $t_l$  より低下した結果として固相が析出したと考えるべきであろう。

3. 鑄造組織と溶鋼の過熱度との関係を考察してみると、鑄型内の溶鋼温度が液相線より低いほど、柱状晶が少なく、他方等軸晶が拡がっている。当社の経験では等軸晶の厚み(スラブ厚み方向)が50mm程度以上あればサルファープリンで全く問題ないことが確認された。よつて厚板製品上50mm程度の柱状晶は何ら問題とならない。

講演 連続鑄造ビレットの鑄造組織におよぼす注入温度の影響\*

神鋼中研 鈴木 章・鈴木 武  
ク 神戸 野村 輝彦

【質問】 新日鉄室蘭 伊藤幸良  
鈴木氏は注入温度の異なる連続鑄造ビレットの鑄造組織を

調査し、低温注入の場合ほとんど全域が等軸晶からなる組織を呈しており、これは free chill crystal mechanism によると説明した。また、デンドライトの二次アーム間隔と冷却速度との関係を解析し、低温注入材は冷却速度が小さいためデンドライトの二次アーム間隔が大きくなると報告している。

連鑄材の品質面からみて本研究に非常に関心がある。連鑄材の一つの問題点として center porosity があるがその防止方法として柱状晶帯を小さくし、等軸晶帯をひろげることがあげられており、本研究によると低温注入がその対策として有効であることがわかる。

一方、低温注入の場合デンドライトの二次アーム間隔が大きくなることが明らかにされたが、一般的にデンドライトのアーム間隔が増すと成分のマイクロ偏析の傾向が増大すると考えられ(この件についてはわれわれの研究室においても調査中)、たとえば製品の banded structure への悪影響が懸念される。さらに、注入温度は介在物の浮上分離に大きな影響があり、低温注入によつて地疵、清浄度の劣化が心配される。

以上のようなおもに連鑄材の品質の観点から次の点について質問する。

- (1) デンドライト二次アーム間隔と成分のマイクロ偏析との関係についてのご意見または実験結果
- (2) 注入温度と清浄度、地キズとの関係について
- (3) 第1図(b)に示された平均冷却速度の具体的算出方法

【回答】

(1) 連鑄ビレットのマイクロ偏析についてのデータはないが、Cr-Mo 鋼 4t 鋼塊についての測定結果は次のとおりである<sup>1)</sup>。柱状晶帯では、実効分配係数 ( $C_{min}/C_0$ ) は冷却速度によりほとんど変わらないが、偏析指数 ( $C_{max}/C_{min}$ ) は冷却速度の小さいほど、すなわちデンドライトの2次アームの間隔の大きいほど大きくなっている。また、等軸デンドライトでは、柱状デンドライトに比べて、マイクロ偏析の程度が大きい。

したがって、低温注入の連鑄ビレットではほぼ全体が等軸晶帯になるので、マイクロ偏析の程度は高温鑄込の場合より大きくなると考えられるが、連鑄では鑄塊内部でも冷却速度が大きく、約  $20^{\circ}\text{C}/\text{min}$  以上であるから(講演概要図1参照)、普通の鋼塊に比べれば問題にならないであろう。

(2)  $0.6\%C$ 、110mm 角連鑄ビレットを  $5.5\text{mm}\phi$  線材に圧延した後の清浄度を、鑄造時の注入温度  $1500^{\circ}\text{C}$  以上と以下に分けて表1に示すが、差がみられなかった。

地きずについては、C量の高いことおよび製品が線材

表1 注入温度と清浄度の関係  
( $0.6\%C$ 、 $5.5\text{mm}\phi$  線材)

Temp. in tundish	No of heats	d A	d B	d C	$\Sigma d$
< 1500	22	0.0385	0	0.0035	0.0420
< 1500	8	0.0388	0	0.0038	0.0429

\* 鉄と鋼, 56 (1970) 4, S 272~274

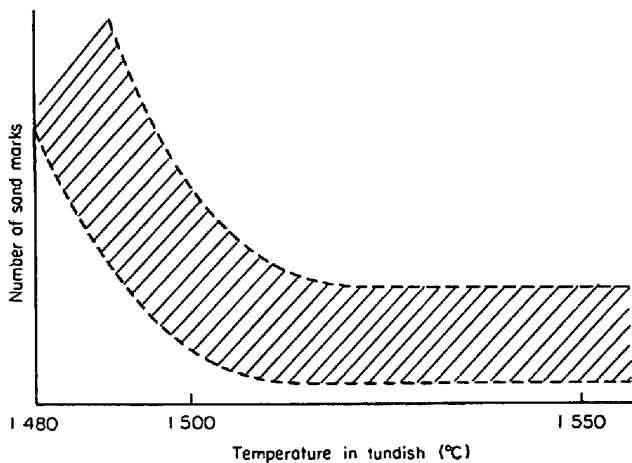


図 1 注入温度とビレット表面きずとの関係

であるので問題にならないが、鑄造ビレットの表面きずと注入温度の関係は、図 1 に示すように 1500°C 以下になると急激に増大する。

(3) すでに実験室的に求めたデンドライトの 2 次アームの間隔と凝固温度範囲の冷却速度の関係<sup>2)</sup>( $S_1 = 709 R^{-0.386}$ )から計算によりもとめる。

#### 文 献

- 1) 鈴木, 岩田, 戸田: 日本金属学会誌, 33(1969), p. 839
- 2) 鈴木, 鈴木, 長岡, 岩田: 日本金属学会誌, 32(1968), p. 1301

## 講演 連続鑄造ビレットのマクロ組織と偏析\*

新日鉄技研 森 久・田中伸昌・佐藤憲夫  
八幡 平居正純

### 【質問】 住金小倉 松永吉之助

1. 扁平大断面ブルームにおいては鑄込温度が高くて偏析評点は良好で、また同一評点においても濃厚偏析幅が小さいという結果をだされているが、扁平について 2, 3 の質問する。

(1) Bloom 材の範囲で扁平比はいかなる範囲のときにそのような偏析軽減効果を期待できるとお考えになるか?

(2) 「扁平大断面ブルームにおいて」といわれているが、扁平小断面ビレットについても同じような効果を期待できるとお考えになるか?

(3) 正方形大断面ブルームにおいて面間の冷却速度を変えることで扁平大断面ブルームの冷却方式に似せることにより偏析軽減効果を期待できると考えられるか?

2. 低炭素鋼ではセンターポロシティが比較的長く連続しており、高温注入においても V 偏析線はほとんど認められないが、高炭素鋼の高温鑄込においては V 偏析線が周期的に残留するということであるがこの理由についてはいかががお考えになるか?

3. 鑄片サイズについて 2, 3 質問をする。

偏析評点よりみると同一スーパーヒートにおいて角鑄片ではサイズが大きくなる方が良好で更に扁平にすることにより改善されている。

偏析度は同一偏析評点で比較すると 160  $\mu$  が max. でそれより大きくても小さくても減少する傾向とも考えられる。これについては凝固時の偏析とブリッジング現象の複合によりこのような複雑な現象となるものではなからうかと推定しているが、以上の結果の原因に対するお考えをお教え願いたい。

さらに偏析評点, 偏析部面積比, 偏析度の点より最適サイズがあるものではないかと考えられるが、このような考え方が妥当であるか否か?

また、偏析という観点から現状では具体的にどのくらいの寸法を選ばれるか?

なお、参考までにすべてを同一サイズ、たとえば 80  $\mu$  に圧延した状態で偏析度を比較するとどうなるかお教え願いたい。

### 【回答】

1. (1) 1.3 以上の扁平比が望ましい。

(2) 扁平化による偏析の分散効果は、小断面ビレットにおいても期待できよう。ただし、角断面におけると同様に、断面サイズが大きいほど辺長に対する濃厚偏析幅の割合が減少すると推測されるので、扁平大断面ブルームに比べて扁平小断面ビレットは不利であろう。

(3) 面間の冷却速度を変えることにより、ある程度の偏析分散効果は期待できるが、扁平比 1.3 程度の断面形状には及ばないであろう。

2. V 偏析線は及ぼす C% の影響については、以下のごとく推測される。

ブリッジングがおこるためには、固液共存相中の固相の割合がある限度以上となり（みかけの粘度がある限度以上となり）、しかもブリッジの骨格となる等軸デンドライトが大きいことが必要であろう。

低炭素鋼では液相線と固相線温度差が小さく、固液共存凝固域の厚さが薄い。したがって、溶融帯の横断面が非常に細くなつた状態で始めてブリッジングをおこしうる程度の残溶鋼粘度に達するため、小さなブリッジングが多数発生し、顕著な V 偏析線は発生しない。

一方、高炭素鋼では、溶融帯の横断面がかなり太い状態でブリッジングをおこしうる程度の残溶鋼粘度に達しかつ固液共存凝固時代が長いために等軸デンドライトが大きくなり、大きなブリッジングがより少数発生し、幅の広い V 偏析線となるのであろう。

3. 軸心部の最大偏析度は 250 mm  $\phi$  のほうが 160 mm  $\phi$  よりも小さいか否かについては、250 mm  $\phi$  のデーターが少ないので、実験的には明らかでない。

ただし、思考実験からは次のように推測される。

$\Delta T$  が等しい場合、鑄片サイズが大きいほど柱状晶長さは長くなるが、辺長に対する柱状晶長さの割合は減少する。いいかえれば、ブレードアウトをおこさない限度まで  $\Delta T$  を上昇させた場合に、ある限界の鑄片サイズまでは柱状晶が軸心まで生長し、鑄片サイズの増加につれて軸心の正偏析度や濃厚偏析幅が増大するであろう。しかし限界鑄片サイズ以上になると、軸心付近の等軸晶域

\* 鉄と鋼, 56 (1970) 4, S 275-278