

す。このマクロ組織は前報の Photo. 3 である。逆 V 偏析線は A ~ Dゾーン (前報参照) では電弧加熱を行わないものと同様の形状を示しているが、Eゾーンに入ると彎曲し、その先端の延長は casting 引けを生ずる前のアーク直熱部に向っている。Aゾーン内にも逆 V 偏析が認められるのは、No. 1, 2 鋼塊と同様である。

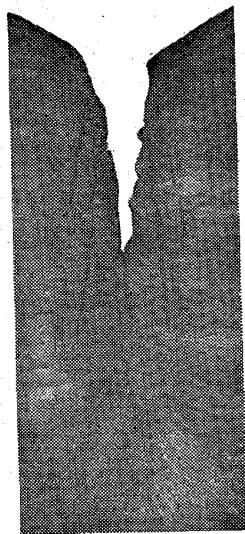


Photo. 1. Macrostructure of longitudinal cross-section of No. 1 ingot.

IV. 逆 V 偏析の成因に関する考察

前報までの結果と本報の観察結果とから、逆 V 偏析の生成過程は次のように考えられる。

(1) 逆 V 偏析は凝固にともなう濃縮により凝固前面に偏析面として現われる。4.9t 傾斜砂型鋼塊の底部に認められる。

(2) この偏析面は凝固にともなうガスの発生、それ自身の表面張力その他の原因により線となる。この過程の進行速度は通常大であり、逆 V 偏析が鋼塊の凝固後面として認められることは稀である。

(3) 線となつた逆 V 偏析は凝固面から遊離し、重力の影響により上方へ移動する。前報 No. 1 鋼塊押湯の逆偏析部で逆 V 偏析が消滅したのは、この部分の凝固が遅いため上方へ移動してしまつたためである。また凝固に伴ない発生するガス圧その他の影響で軸心方向へも移動すると考えられる。

(4) 凝固面から遊離し、メルトの中で浮遊状態になつた逆 V 偏析は偏析と同様に、重力の影響を受けて軸心に対して傾斜することがある。これは 4.9t 傾斜砂型鋼塊の頂部に認められる。

(5) No. 3 鋼塊の Eゾーンでの彎曲はおそらく急激な温度勾配の影響であると考えられるが、この点については今後検討を要するものと思われる。いずれにせよ、長時間液相点以上に保たれていた部分にまで、底部からの連続した逆 V 偏析線が存在することは、逆 V 偏析線が

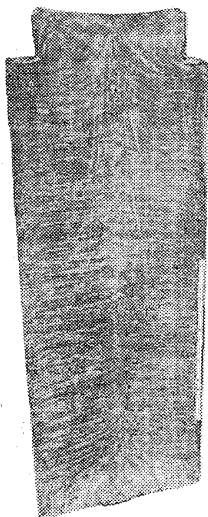


Photo. 2. Macrostructure of longitudinal cross-section of No. 2 ingot.

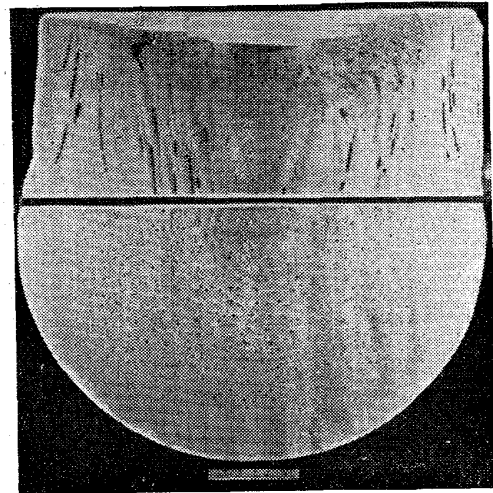


Photo. 3. Sulphur print of No. 3 ingot.

重力の影響を受けて上方に移動するものであることを示唆している。

これらの過程の熱力学的また速度論的な検討は今後の研究に待たねばならないが、この考えにより逆 V 偏析に関する諸現象を説明し得ると思う。

V. 結 言

鋼塊の逆 V 偏析と 1 次晶の関係について試験を行つた結果、柱状晶と逆 V 偏析とは無関係なものであることを確かめた。また本報の結果と従来報告した逆 V 偏析に関する諸現象とから、逆 V 偏析の生成機構について若干の考察を行なうことができた。

文 献

- 1) 守川, 小野寺, 平岡, 大西: 鉄と鋼, 47 (1961) 10, p. 1342
- 2) 小野寺, 平岡, 大西: 鉄と鋼, 47 (1961) 10, p. 1344
- 3) 守川, 小野寺, 荒木田: 鉄と鋼, 44 (1958) 11, p. 1259

669, 14-412:621, 746, 628
620, 184, 2

(86) 小鋼塊およびパラフィン凝固における V-Pattern について

(小鋼塊のマクロ組織について—II)

三菱製鋼長崎製鋼所

63086

○竹下勝人・竹内秀光・大屋正行
三浦勝重・林満洲雄

On the V-pattern of the Small Ingots and Paraffin Solidified. 449~451

(On the macrostructure of small ingots—II)

Masato TAKESHITA, Hidemitsu TAKEUCHI,
Masayuki OHYA, Katsushige MIURA
and Masuo HAYASHI.

I. 緒 言

第 1 報¹⁾において、小鋼塊のマクロ組織のうち V 偏析痕の現出にはある程度鋼塊の熱放散の形式、あるいは凝固条件によつて大きく影響されるであろうと述べた。

Table 1. Dimension of ingot moulds (in mm).

No.	H/D	H	d ₁	d ₂	Taper	D	Remarks
1	1.7	140	92	72	0.070	82	No. 2
2	2.5	180	78	68	0.026	73	
3	1.7	125	78	71	0.026	74.5	

第1報に使用した鑄型を用いて dumping-method によつてそれら小鋼塊の凝固状況を調査してV偏析痕が現出する鋼塊としからざる鋼塊との間に如何なる差が存在するかを確かめようとしたが、必ずしも鋼塊に偏析痕を現出させる条件を確定することはできなかつたが、一応の方向が得られた。

なおパラフィンを使用して各種凝固条件とV-patternの現出の状況についても実験を行ない、鋼におけるとほぼ同様の傾向が得られた。

II. 実験方法

1. 鋼塊凝固

30 kVA 高周波溶解炉によつて溶解した約 6 kg の溶湯を Table 1 に示すような鑄型に鑄込んだ後、適当な時間を経て顛倒し未凝固の溶湯を充分外部へ流出せしめた後、中央部にて縦断し凝固殻の厚みをそれぞれ測定した。

縦方向の凝固殻の厚みは鋼塊底部から、横方向のそれは鋼塊底部より 1/2 高さの位置において測定を行なつた。

鋼塊の材質は約 0.5% C の炭素鋼である。

2. パラフィン凝固

溶融温度 55°C のパラフィンを使用し、Table 2 に示すようなガラス筒に注湯した後、適当な時間を経て顛倒し、鋼塊におけると同様の測定を行なつた。外部冷却の条件として何れの高径比の場合にも底面から 80mm 高さまで段階的に水冷パイプにより冷却した。(水冷高さ 0, 20, 40, 60 および 80mm とし、以下それぞれ 1, 2, ……5 とする)

冷却水は水温 18°C、水量 200cc/mn に一定とした。また注湯温度の影響を調査するため、注湯温度は 65, 80 および 100°C の3種を選んだ。

III. 実験結果

(1) 鋼塊凝固

Fig. 1 に凝固線図を示す。横凝固殻厚みと縦凝固殻厚みは凝固の初期には余り大きな差はなく、No. 1 では約 90 s 後、No. 2, 3 では約 80 s 後に初めて縦凝固厚みは急激に増加し始める。鋼塊高さ中央部における横凝固はそれぞれ No. 1 では 100 s、No. 2, 3 では 90 s 後には完全に終了し、全体の凝固が完了したのはそれぞれ鑄込後 115, 100 および 105 s 後であつた。

これら鋼塊のマクロ組織は次の如くである。

Table 2. Paraffin mould dimension (in mm).

No.	H/D	H	d ₁	d ₂	Taper
1	2.7	130	53	43	0.077
2	3.2	130	40	40	0

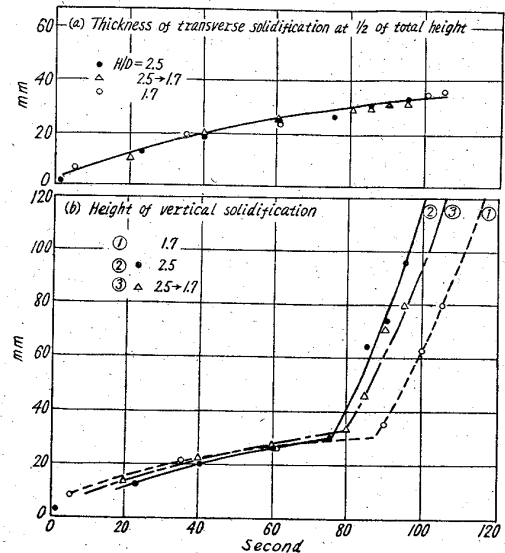


Fig. 1. Solidification curves of the ingots.

i) 鋼塊 No.1 (高径比 1.7)

中央部まで樹枝状晶が存在し、自由晶はほとんど観察されなかつた。また、最後まで凝固された鋼塊においてもV状偏析痕は観察されなかつた。

ii) 鋼塊 No.2 (高径比 2.5)

顛倒時間 90 s 後のものに自由晶が、95 s 後のものにV状偏析痕が観察された。

これら No.1 および No.2 におけるマクロ組織の状況は第1報に報告した通りである。

iii) 鋼塊 No.3 (高径比 1.7)

本鋼塊は No.2 のものを底揚げして高径比 1.7 としたものであるが、最後まで凝固された鋼塊において底面より 70mm 高さ以上の位置に明瞭なV状偏析痕が観察され、そのマクロ組織は No.2 に類似している。

(2) パラフィン凝固

Fig. 2 および 3 にそれぞれパラフィン No. 1 および No. 2 の凝固線図を示す。横凝固および縦凝固の進行状況は、鋼塊の場合と類似している。断面の pattern の状況は No.1, No.2 はほぼ同様であり、冷却条件 1 および 2 ではガスの偏在に規則性はほとんど認められないが、4 および 5 では No.1, No.2 共明瞭な V-pattern として観察された。

IV. 検 討

一般に鋼塊の凝固に関して、縦凝固および横凝固について次式が与えられている。

すなわち、初期の抛物線型の縦凝固については、凝固厚みを D とし、凝固時間を t とすれば、 $D = kt^n$ で表わされ、凝固が加速される後期の段階においては、 $D = a$

Table 3. Solidification equation of ingots.

No.	H/D	Vertical solidification (Initial stage)	Vertical solidification (second stage)	Transverse solidification
1	1.7	$D = 1.415 t^{0.6057}$	$D = 0.0138 t^2 - 69.29$	$D = 4.29 \sqrt{t} - 5.95$
2	2.5	$D = 3.517 t^{0.4951}$	$D = 0.0238 t^2 - 103.19$	$D = 4.19 \sqrt{t} - 6.54$
3	1.7	$D = 3.839 t^{0.4723}$	$D = 0.0224 t^2 - 112.20$	$D = 4.07 \sqrt{t} - 4.25$

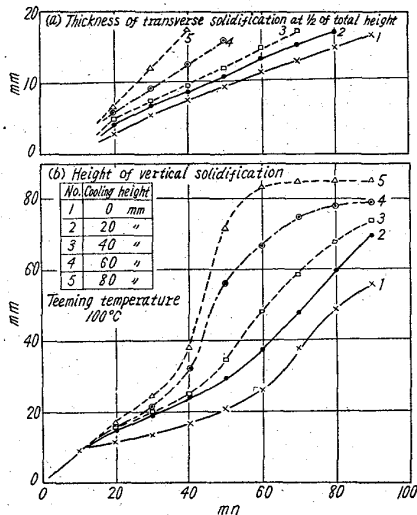


Fig. 2. Solidification curves of paraffin. (H/D=2.7)

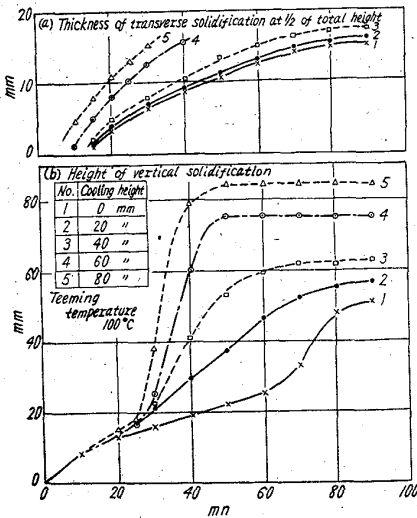


Fig. 3. Solidification curves of paraffin. (H/D=3.2)

+bt² で、また横凝固に関しては、柱状晶域について、 $D = K_1 \sqrt{t_1}$ 、等軸晶域について、 $D = a + K_2 \sqrt{t}$ で表わされている。

前記3鋼塊について得られるそれぞれの凝固方程式を Table 3 に示す。

これらからそれぞれの凝固速度を求めれば、Fig. 4 の如く縦凝固速度は初期の段階においては時間の経過とともに減少し、ある時期になると縦凝固は加速され時間の経過と共に増大する。横凝固に関する凝固方程式は鋼塊 1, 2 および 3 は殆んど同様でも縦凝固のそれは鋼塊 2

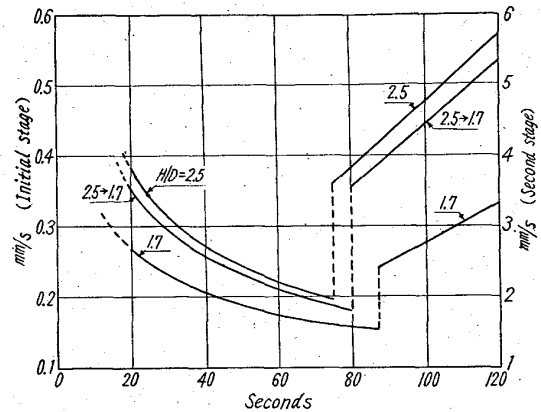


Fig. 4. Solidification velocity of ingots.

および 3 と鋼塊 1 とは相当に距りがある。鋼塊 3 は高径比を 2.5 から 1.7 に変化させてもその凝固条件、あるいは熱放散の形式は高径比 1.7 の鋼塊 1 とは異り、むしろ高径比 2.5 の鋼塊 2 に酷似している。従つて高径比を変化させることによつて V 偏析痕が現出したというよりは凝固条件が異なるので V 偏析痕が現出しなかつたと考えの方がより妥当であろうと考えられる。

パラフィンの凝固実験においては、No.1 および No.2 は高径比が異なる鑄型内で冷却の条件を変化させて凝固させた場合、鋼塊におけるときと若干異り、縦凝固のみならず横凝固の形式も異つて、冷却の度合を大にするにつれて凝固速度がそれぞれに増加している。しかし No.1, No.2 共に冷却の度合が No.4 以上になると縦凝固速度の増加の度合は横凝固速度の増加の度合より大きくなつており、V pattern の明瞭度は冷却の度合が No.4 以上で確然とし、更に冷却の度合が 1, 2, 3 と逐次増加するにつれて V pattern が逐次形成されてくる様子もまた明らかである。

以上の事実は溶媒が鋼とパラフィン、溶質が硫黄(硫化物)とガスと異つてはいても冷却凝固時に V pattern を形成し得るような溶媒と溶質の組合せにおいては冷却の条件を変化させることによつて可成り自由に V pattern の現出を control し得るであろうことが予想されると共に、横凝固速度に比して縦凝固速度の大なる凝固条件において現出し易いであろうといえるであろう。

文 献

- 1) 竹下: 鉄と鋼, 48 (1962) p.1347