

45号「連続鋳造スラブの表面調整フリー転がし」

Improvement of Continuously Cast Slab Surface Toward Conditioning-Free Rolling

著者 小島 (Masanori Kodama) 2 (Nozaki Tachibana) 土屋 (Masayuki Onishi) 5 伊藤 (Tsumomu Nozaki) 5 (Shinobu Okano) 宇 (Michiharu Ozawa) 3/4 伊藤 (Toshio Iwasaki) 6/10 伊藤 (Teruyuki Yoshikado)

01 :

45号「連続鋳造スラブの表面調整フリー転がし」 L 40kg/mm² (50 \ 4) ~# 4!c Al 4 4 50 1" m

UDC 621.746.58.047:620.191.31
621.771.23-932:669.14-412-147

大西正之、野崎努、橘林三

大西正之、野崎努、橘林三、Masanori Kodama, Rinso Tachibana

児玉正範*
Masanori Kodama

橘林三**
Rinso Tachibana

大西正之***

野崎努****

Tachibana Rinso

型2ストランド機でクーリングプレートを採用しており、第5連鉄機(5CC)は日造-D.S.T製2点矯正(12.0m/19.255m)の円弧型2ストランド機である。両機種ともモールド長さは700mmである。

2. 表面欠陥の概要

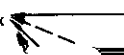
連鉄材の表面欠陥について主要なものを **Photo.1** に示す。

無手入圧延を行う際に最も障害となりやすい表

面一部がメニスカス近傍で過大な冷却を受け、その結果不均一な凝固シェルが生成しやすいと考えられる。

ノロカミは溶鋼の清浄度とモールドパウダーの物性に大きく影響される。主に Al_2O_3 がパウダーに吸収富化され、粘度、熔融温度が上昇して劣化することにより、未熔融パウダーが巻き込まれ

Longitudinal crack ← Mold cooling



たり、引き続き浮上する Al_2O_3 が吸収されず、鋳片に捕捉されるために生じる¹⁾。

度にも負の相関が認められ、これらの指数とモールド冷却水温度とは相関が認められなかった。

以上の結果より、 Al_2O_3 の発生は、鋳片表面に

3. 厚板用 40kg/mm² 級鋼の表面改善

源が発生し、2次冷却過程で拡大することを示唆している。

3.1 厚板用 40kg/mm² 級鋼の表面改善

3.1.1 冷却水温度の影響

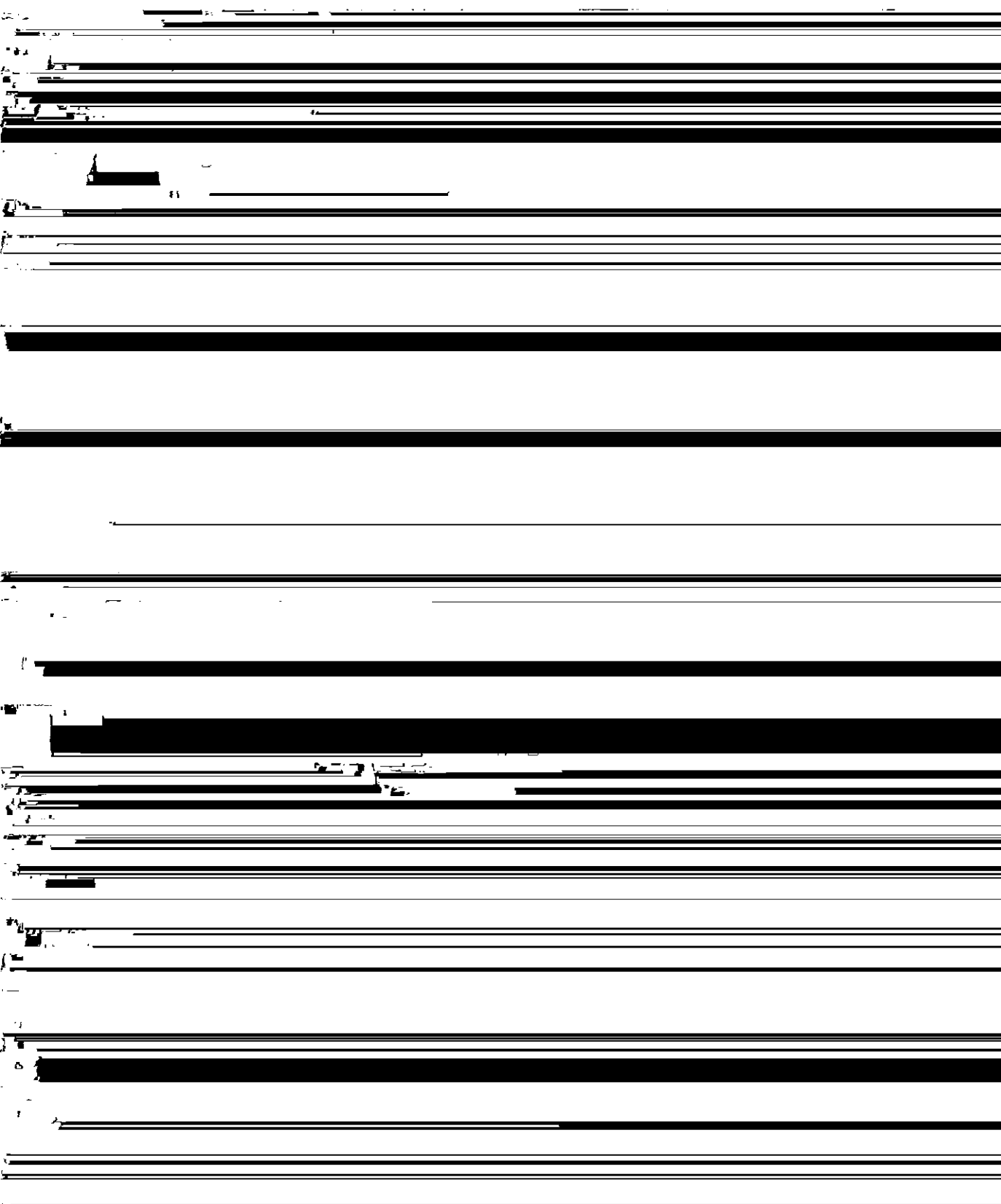
3.1.1 冷却水温度の影響

モールド冷却水温度（入側温度；以後同様）と

が連続鋳造用に修正した次式が提唱されている。

$$h_s = \frac{2.25 \times 10^4 W^{0.55} (1 - 7.5 \times 10^{-3} T_{sp})}{\alpha} \dots (1)$$

h_s : 鋳片表面の熱伝達係数 (cal/cm²·s·°C)

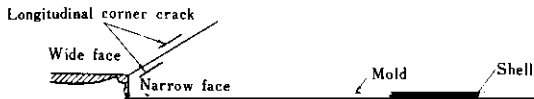


Slab size : 260×1890mm, Withdrawal speed : 0.6m/min,
Mold powder : A

Flow rate of mold powder : _____ Type of Sample for test : _____

Table 2 Effect of mold powder type on surface defects of slab

				Melting	Longitudinal	
--	--	--	--	---------	--------------	--



コーナーの縦割れが発生した。すなわち、短辺のテーパーが小さすぎる場合銅板温度が低く抜熱量も低下している。この傾向は特に鑄型上部で顕著であり、エアギャップの生成が早く大きいと考

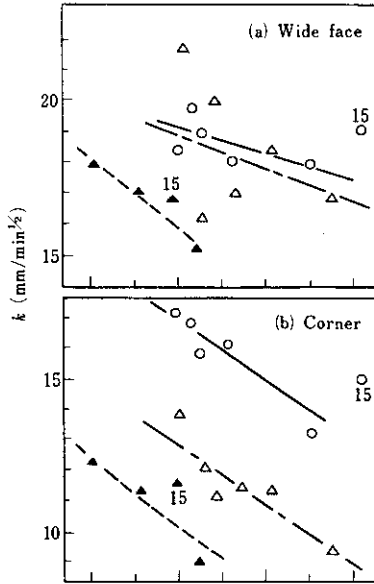
Flow rate of mold cooling water (l/min)	Taper of narrow face (%/m)

Withdrawal speed (m/min)	Slab size (mm)	Mold powder	Casting machine

With regard to the 75mm diameter
[Redacted]

inc. [Redacted]

	C content (%)	Taper of narrow face (%/m)
▲	0.10~0.15	0.9
△	"	1.1
○	0.05	"



却を行うことが重要である。実際 5CC では、パウダー B を使用した場合 Cr メッキをしないモールドでもスタークラックは発生していない。

3・4 ノロカミ防止対策

厚板用 40kg/mm² 級鋼では、ノロカミはほとんど問題にならないが、溶鋼の清浄度をあげ適正なパウダーを選択し湯面変動を少なくすることが必要である。

溶鋼の清浄度を向上するには、転炉で C を下げすぎないこと、取鍋での不活性ガスバブリング時間を十分確保することが必要である。

パウダーとしては Al₂O₃ の吸収と排出のバランスがとれるものが必要であり、吸収能の増加には CaO/SiO₂ を増加させ NaF を含有させるとよい。また、整層溶解性のよい顆粒パウダーが有効である。

さらに Fig. 16 に示すように、湯面自動制御を行うと手動鑄込に比較して湯面変動が小さいためノロカミが減少する。

Fig. 15 Relation between heat flux q_l from molten

先に述べた解析をもとにした諸対策により、表面陥け減少。厚板用 40kg/mm² 級鋼の無手入圧

延を行えるようになった

おことにより表面欠陥は 0.07個/m²(幅 1.2m 長さ

無手入判定はスラブを冷却後、各ヒート、各ス 10m のスラブに1個)におさえうることがわかる。
トランド2枚のスラブをテストスカーフ1. 割れ

とに段削りしてアルミナクラスタの平均径と個数からそのしめる面積率を計算し、各位置でのク

ラスタは表面欠陥と関連している。

4.1.3 鋳片表層部介在物と鑄造速度について

5CC 材のクラスタ面積率はタンディッシュ形状の差もあるが非常に小さい。また鑄造速度が大きい場合は、小さい場合に比べて表面直下 4mm まで

前述の調査結果から、スラブの表面品質が鑄造速度や溶鋼過熱度に影響されることが明らかにな

しメニスカスからの距離 x に反比例するものと 積率(%) は次式で表される。
 仮定して次の2式が成立する。

$$C = - \frac{dN}{dt} \cdot \Delta t \cdot \frac{\Delta V_L}{\Delta V_S}$$

$$v_x = \frac{\beta v}{(x+L)} = \frac{v}{y^2} \dots\dots\dots(7)$$

$$= \frac{2ak_1C_0}{av} (y^2+1)\sqrt{g(y)} \exp f(y) \dots\dots(13)$$

ただし $y = \sqrt{(x+L)/\beta}$, k_1, β, L は定数
 一方, v_x, v と x の間には $dx/dt = v_x + v$ の関
 係より $x=0$ のとき $y = \sqrt{L/\beta}$ と

これはスラブ表面に平行な切削面におけるクラ
 スター断面積の期待値に相当する値と見なせるか
 ら 実験値との対応により各定数が求まる

おけるから次式が導かれる。

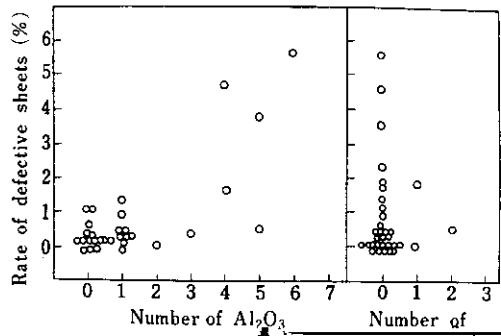
$$a = 20.8(\text{mm}/\text{min}^{1/2})$$

$$b = 0.9(\text{mm})$$

$$dy = \frac{v^2 + 1}{2v} dx$$

布をおおむねよく表しており、铸造速度が速い場合は溶鋼流の洗浄効果が大きく有利であることを示している。また铸造速度の遅い 0.975m/min の表面下 4mm までは、実測値が計算値よりも非常に高い値を示しているが、これは低速铸込の場合メニスカス近傍で溶鋼流れがよどんだ状態になり、(7)式が成り立っていないためと考えられる。

4・2 無手入圧延について



て、タンディッシュ形状の改善（鋼浴深さの増加、取鍋注入位置とノズル間の距離増大）、铸造速度

Fig. 21 Relation between the number of Al_2O_3 clusters or scums per a unit length of

の上昇、アルミナ吸収能にすぐれた顆粒パウダーの採用等の諸対策により非常に改善された。先に示したスラブ段削りの結果は良好で無手入圧延をしても良い状態にあることが示唆されたので、無手入の判定条件を検討した。铸造のまま無手入圧延したスラブからの冷延板表面研と、注入順が無

strip sheets with scabs and scales

種々の調査により得られた知見は次のとおりである。

ーバーの増加はメニスカス近傍の冷却を過大 止に有効である。

(a) 溶鋼過熱度が高く 銹造速度が速いほど表

(b) 銹和剤中の炭素量は、おおよそ 0.05% 前後の差が土 面欠陥は減少する

きくなると抜熱バランスがくずれ、割れ発生が 増加する。

(4) 低粘度のモーールドパウダーによりメニスカ

(b) 表層部の介在物はメニスカス近傍の流速が 大きければ減少する。

(4) 無手入圧延けコスト低減のメリットのみなら