

連続鑄造における一定速度鑄造終了法の開発

Development of Constant Speed Withdrawing Method at the End of Continuous Casting

住友金属工業(株)鹿島製鉄所

佐藤 敦*・神田和俊・関野一人
横井利昭・吉田憲治・戸崎泰之

I. 緒 言

当社鹿島製鉄所第3連続鑄造設備（以下鹿島3CCと略す）は、薄板用スラブ高能率大量生産操業を指向しており、熱延ミルとの同期化操業を前提に30t/月の鑄片を製造している。

従って、ロール、ベアリング等の設備に不具合が生じた場合、連鑄機停止に伴う物流障害の影響は多大である。このため、設備に対する負荷が大きいタンディッシュ交換や、継ぎ金物使用による異材質連々鑄を実施せずに生産性を向上させるべく、種々の技術開発に努めて来た。

今回、この技術開発の一環である“一定速度鑄造終了法”について以下に報告する。

II. 一定速度鑄造終了法について

1. 開発背景

平均鑄造速度の向上を阻害している主要因の一つに、鑄造終了作業の為の鑄造速度低下がある。また、これに伴いスラブ温度低下・品質悪化も生じ、改善が求められていた。そこで、定常鑄造速度を保持したまま鑄造を終了し、減速せずに引抜く“一定速度鑄造終了法”（以下本法と略す）を開発した。

2. 概 要

Table 1に本法の概要を示す。まず、従来法では、鑄片最終鑄造部（以下最トップ部と略す）の溶鋼の吹上げ、漏鋼を防止する為に、最トップ端を冷材にて完全に凝固させてから鑄片を引抜いていた。この処理の為、鑄造終了時の鑄造速度を0.15~0.20m/minまで徐々に低下させる必要があった。また、これに伴い最トップスラブ表面温度が著しく低下し一部過冷状態が生じる事から、引抜中の2次冷却水量を0又は定常部の50~60%に設定していた。

一方、本法では、鑄型内パウダー量過多の場合にパウダー除去作業を実施する以外、最トップ処理作業を省略し鑄造終了する事を前提としている。鑄造速度、2次冷却水量に関しては、最トップ部の溶鋼吹上げ、漏鋼の発生が無い範囲で鑄造速度を最も高く維持できる様に最適化を図った。結果として、Table 1に示す様に定常鑄造条件を変化させずにそのまま終了する方法が最も安定している事が判明した。これにより、当初懸念していた溶鋼吹上げ・漏鋼の発生は無く、操業は安定している。

3. 最トップ部の形状

Photo 1に低炭Alキルド鋼（鑄造速度2.0m/min）の最トップ部中央部の縦断面を示す。

従来法による最トップ部は、端部が冷材により強制的に凝固させられる為、冷材近傍に若干の引け巣が見られる以外、内部に空洞の存在は見られない。

平成4年12月4日受付 (Received on Dec. 4, 1992)

* Atsushi Satoh (Kashima Steel Works, Sumitomo Metal Industries, Ltd., 3 Oaza-Hikari Kashimamachi Kashima-gun Ibaraki-ken 314)

本法による最トップ部には、以下の特徴が見られる。

a) 湯面下がり、外観から確認された凝固面より更に下方にあり、400～500mmに至っている。

b) 引け巣の空洞は、2～3の凝固層に仕切られた階層構造になっている。

c) 外観からは漏鋼が確認されなくても、内部では未凝固の溶鋼が吹上げている場合がある。その場合、吹上げた溶鋼は凝固層に遮断された状態になっている。

d) 最終凝固部の引け巣は、最トップ部から600mm以内であり、それ以前は健全な鋳片となっている。

e) 最トップ部から900mm程度の間で、スラブ厚の減少が観察される。

(定常部スラブ厚265mmに対し、最小厚240mm)

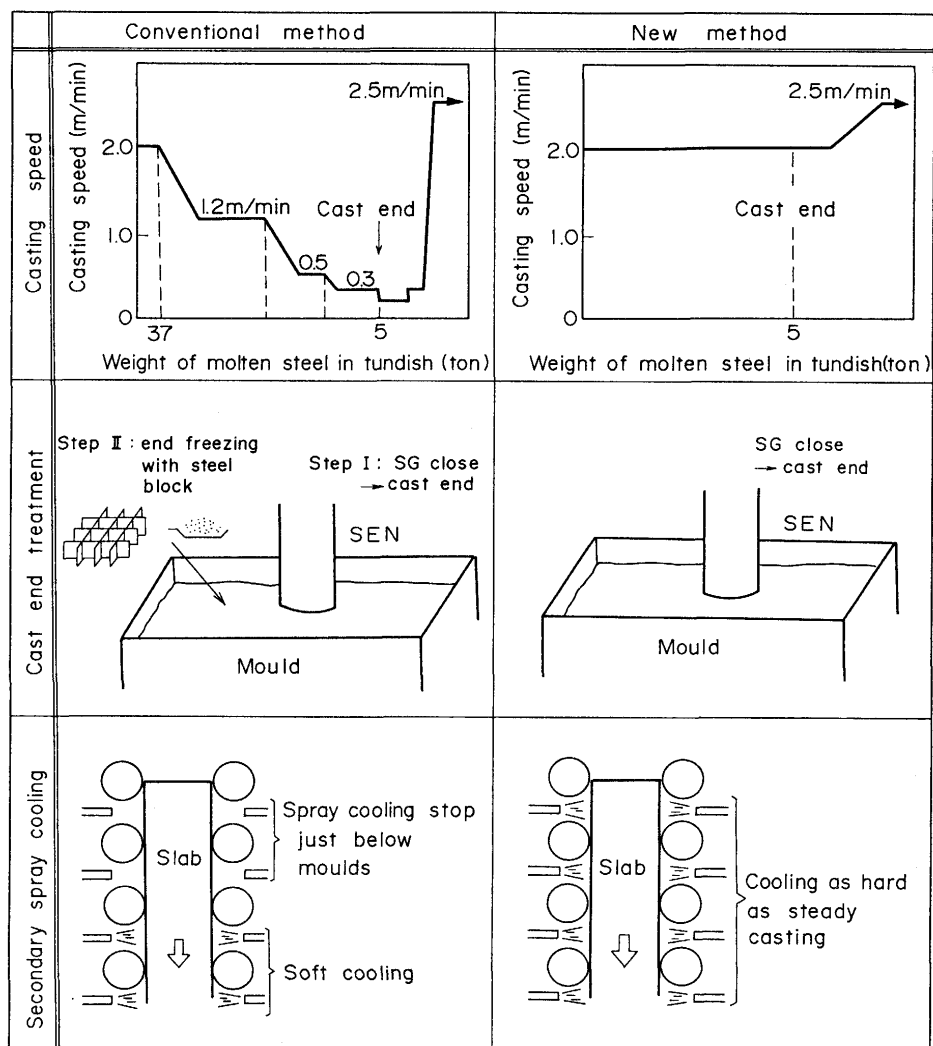
以上の調査結果から、湯面は多少の上下を繰り返しつつも、全体としては凝固収縮に伴って、シェル内を沈降しており、定常的に引抜く限り、漏鋼することは無いと分かった。

Ⅲ. 効果

1. 生産性向上効果

鹿島3CCでは、既に“引抜中鋳造開始法”¹⁾を開発しオンライン化している。この方法は、Fig. 1に示す様に、キャスト間の準備時間を短縮し、鋳造

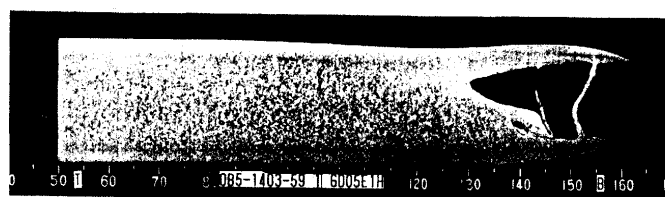
Table 1 Constant speed withdrawing method at the end of casting.



SG : Sliding gate , SEN : Submerged entry nozzle

a) New method

← Discharge



b) Conventional method

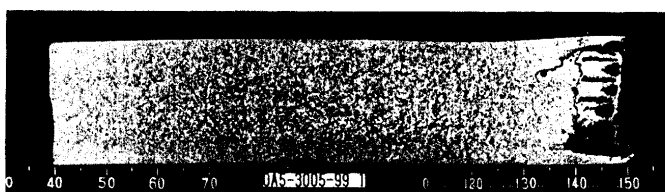


Photo 1 Longitudinal cross section view of slabs at the end of casting.

時間率の向上を図るものである。この引抜中 casting 開始法をベースにして、一定速度 casting 終了法を組み合わせた場合の生産性向上効果を以下に述べる。

Fig. 2 に、キャスト間前後の casting 速度推移を示す。本法は、前チャージ取鍋終了から前チャージ casting 終了までの時間（図中 A 点～B 点）短縮する事により生産性を高めるものである。

Fig. 3 に、前チャージ取鍋終了から後チャージ casting 開始までの時間内訳例を示す。本法は、異材連々法を上まわる生産性を示している。

Fig. 4 に本法を実施する事による 1 キャスト当りの平均増産寄与量を示す。

本法の実施率向上に伴い、平均増産寄与量は 34～36 TON/CAST に至っている。

2. 品質向上効果

本法は、品質面でも種々の効果が確認されている。

(1) スラブ温度上昇

Fig. 5 に、トップスラブの CC 機端における表面温度を示す。本法の適用により、casting 終了時の casting 速度低下に伴い過冷が防止できるため、スラブ表面温度は 30℃～40℃ 上昇した。

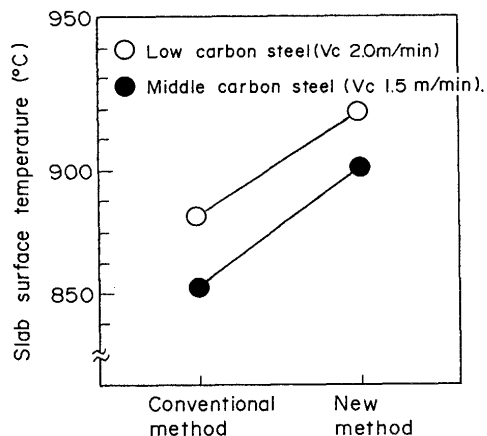


Fig. 5 Slab surface temperature.

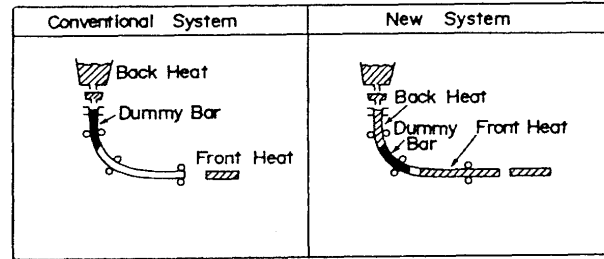


Fig. 1 Conceptual illustration of casting start during drawing out

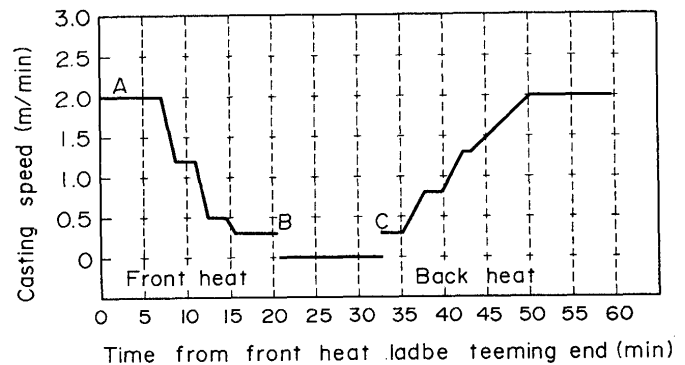


Fig. 2 Casting speed change from the end stage of front heat to the start stage of back heat.

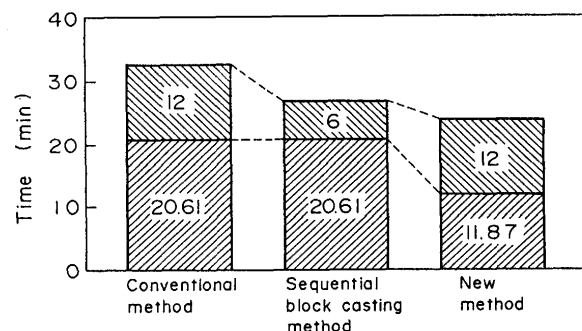


Fig. 3 Time composition from front heat ladle teeming end to back heat casting start

Fig. 3 Time composition from front heat ladle teeming end to back heat casting start

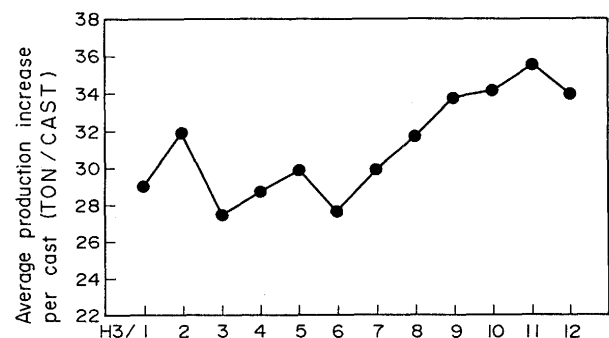


Fig. 4 Contribution to production increase by new method.

(2) スラブ表皮下品質向上

Fig. 6に、火花判定によるトップスラブ表皮下介在物レベルを示す。本法の適用により、トップスラブ表皮下介在物レベルは1ランク以上好転している。

これに伴い、トップスラブの無手入化が可能となった。

(3) スラブ内部介在物レベル向上

Fig. 7に、トップスラブのミクロ検鏡結果を示す。

従来法では、介在物レベルが悪く、 $250\mu\sim 350\mu$ の大きなクラスターの存在も確認されていたが、本法の適用により大幅な好転が見られ、定常スラブとほぼ同等の品質が得られた。また、冷延コイルスリバー疵についても、トップスラブ無手入化にもかかわらず従来の1/2以下に減少している。

上記に示す様に、本法にて鑄造を終了した場合、最トップスラブの介在物レベルが定常スラブ並に向上した。その理由の一つとして、本法では最後まで溶鋼供給速度が低下しない為、タンディッシュ内溶鋼温度低下が抑制され、タンディッシュ及び鑄型内介在物浮上に対し有利である事が考えられる。(Fig. 8)

IV. 結 言

鹿島3CCに於て、一定速度鑄造終了法と引抜中鑄造開始法の組み合わせ技術を開発した。

その結果、大幅な生産性向上・品質向上を得る事が出来た。

以上

(参考文献)

- 1) 吉田、木村ら：鉄と鋼，74(1988) P.1240

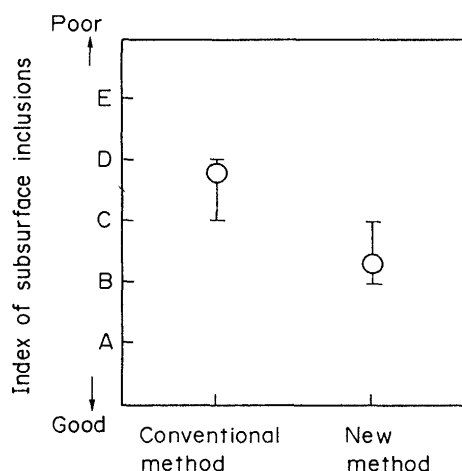


Fig. 6 Subsurface quality of end slabs.

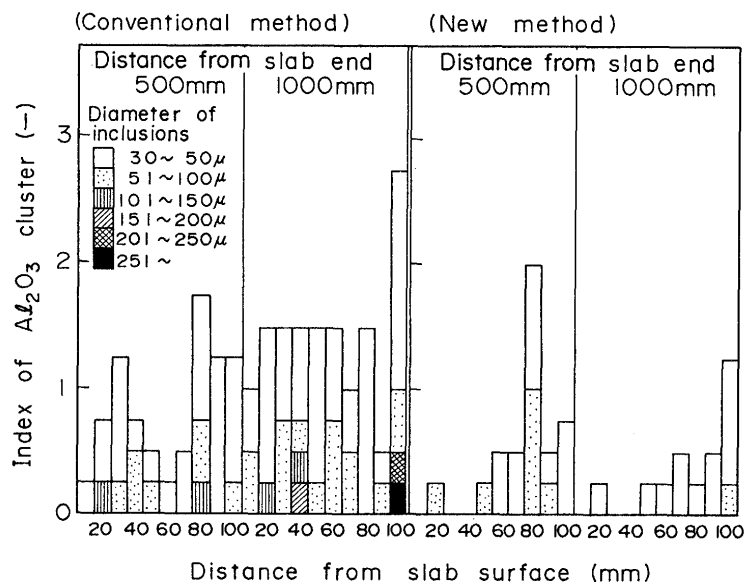


Fig. 7 Inner inclusion level of end slabs.

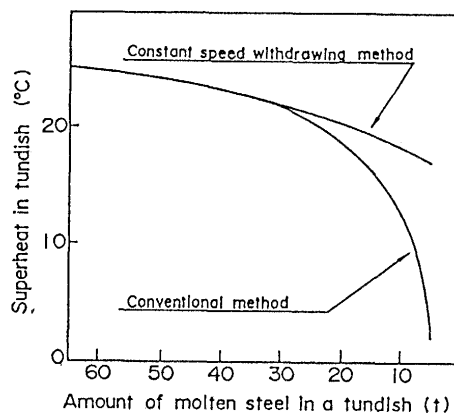


Fig. 8 Effect of restraining for temperature drop of molten steel in a tundish (calculated)