

技術資料

## 鋼の連続連続铸造について\*

根本秀太郎\*\*・川和 高穂\*\*・添田 茂樹\*\*\*・  
阪本 英一\*\*\*・小谷野敬之\*\*\*

### On Continuous-Continuous Casting of Steel

Hidetaro NEMOTO, Takaho KAWAWA, Shigeki SOEDA,  
Eiichi SAKAMOTO, and Takayuki KOYANO

#### 1. 緒 言

最近および今後の著しい製鉄技術革新の中で、連続铸造技術はめざましい発展が期待されている。設備基数の面からみても、1970年における世界の連铸機は31千基能力6000万t/年と予想されている。このような発展は、各国の大手製鉄メーカー、および機械メーカーがLD転炉法につぐ将来性のある技術として取り上げて、研究開発を行ない、設備的にも、また操業的にも普通鋼の大量生産が可能であるとの見通しをえたからにはほかならない。自動化、連続化、および省力化を目的とした製鉄技術革新の中で、最も進歩が遅れていた非能率的な造塊部門も連続铸造の導入によつて合理化への端緒が開かれた。従来の造塊一分塊工程と比較し、連铸工程では、作業が簡略化し、作業費の低減、歩留り向上、品質の均一化、労働環境の改善などのメリットが得られている。連铸機の生産性も、铸片断面の大型化、マルチストランドの開発、引抜速度の高速化などにより、単位時間当たりの生産性が増加した。操業の面においても稼働率を高めるために、準備時間の短縮化、铸込サイクルの短縮化、設備保守技術の進歩などがはかられている。生産性に対しては、製鋼炉との有機的なコンビネーションが重要な要素である。すなわち、出鋼サイクルと連铸のサイクルが一致しないと、円滑な铸造は困難となる。よつてtap-to-tapの短いLD転炉のほうが、平炉ないしは電気炉よりも、連铸機的能力を発揮しやすいと考えられる。最近連铸機と次工程の圧延とを結びつける試みも考えられてきた。たとえば連铸機のピンチロールを出たあと、直ちにインラインのサイジングミルによつて粗圧延を行なう設備も数基稼働している。

本報告では連铸機の稼働率を高める上に不可欠な連続-連続铸造(以下連铸機, Continuous Continuous Casting, 略してCCGと呼ぶ)の技術について述べる。

#### 2. 連々铸の方式

製鋼炉から出鋼された単独ヒートを間歇的に铸造する

通常の操業(以下単独連铸)では、铸造に先立ち、タンデッシュの整備と昇熱、铸型内の整備、タミーバーの铸型内押入などの準備が各ヒート間で必要である。一方連々铸操業では前ヒートの溶鋼がタンデッシュに残留しているうちにつぎのヒートを注入して铸造を続け、これを数ヒートについて繰り返すことになる。単独連铸と比較して、準備時間の低減による稼働率の向上と、ストランドの頭底部切捨部の減少による歩留り向上とが得られる。

連々铸においては取鍋とタンデッシュとが迅速に交換されねばならない。当然のことながら、取鍋は各ヒートごとに、タンデッシュはノズル、あるいはストッパーなどの最も溶損されやすい部分の寿命によつて交換される。タンデッシュ耐火物寿命は铸造鋼種、铸造方式などによつても決定されるが、現状では数ヒートである。

図1に取鍋とタンデッシュとの交換タイミングを示した。また図2には連々铸操業の重要な作業的要素である取鍋とタンデッシュの交換作業を図式的に示す。タンデッシュを交換するには、取鍋交換時におけるような溶鋼温度の低下をさけるために、取鍋内溶鋼が十分存在している時期に行なうのが望ましく、一般的にはタンデッシュ・カーが用いられる。取鍋を交換するにはレードルクレンによる方法があるが、迅速性もしくは経済性の点に問題があるため最近の新設備では、レードルカーによる取鍋交換方式が多い。取鍋交換作業をより迅速化する方式としてオーストリーのVoest社では回転アーム方式

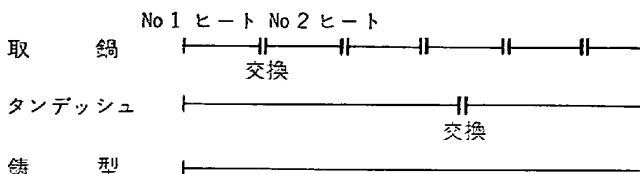
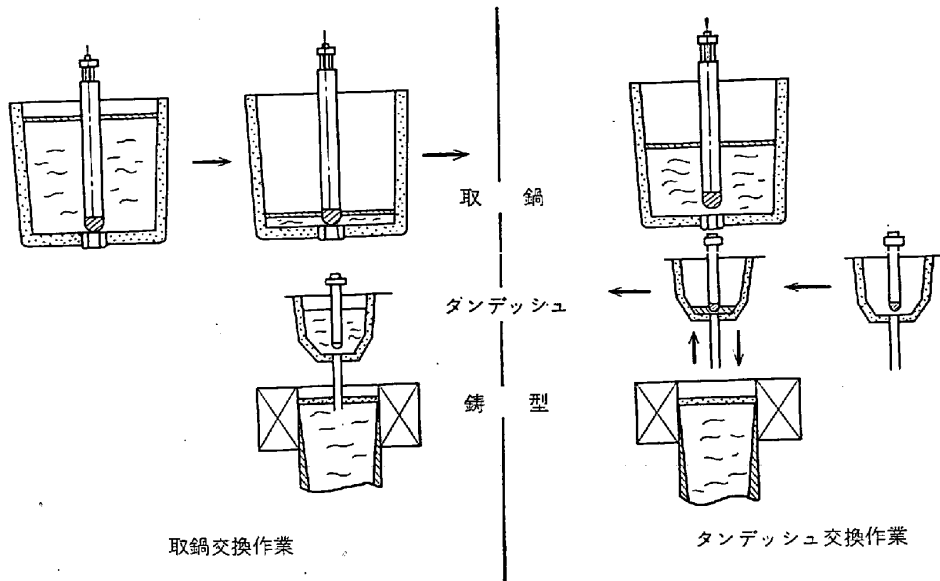


図1 連々铸における交換作業

\* 昭和45年11月7日受付(依頼技術資料)

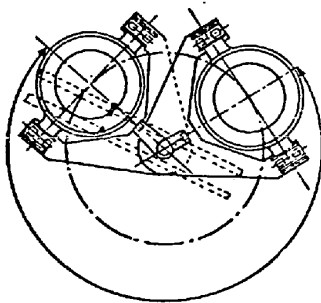
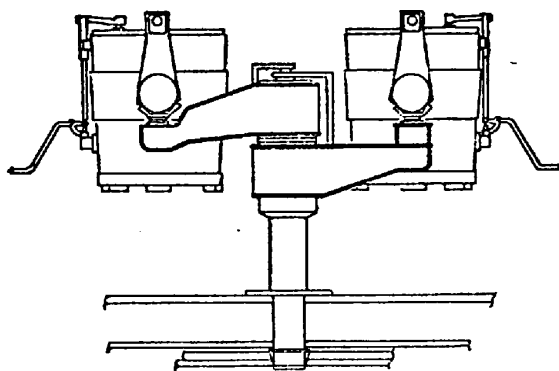
\*\* 日本鋼管(株)技術研究所 工博

\*\*\* 日本鋼管(株)京浜製鉄所



(矢印は取鍋およびタンデッシュの移動方向を示す)

図 2 連々鑄における取鍋およびタンデッシュの交換作業



Voest社のスラブ連鑄機の中央軸にとりつけたメリーゴーランド式回転尖軸。各トリベは50tの溶鋼を入れ巨大なフォークにより支持され260°振動可能。

図 3 Voest社の回転アーム式トリベ交換方式

を採用しており、タンデッシュについても同一シャフトを中心とする回転アームにより交換する方式を開発している。US SteelのGary工場では<sup>2)</sup>、タンデッシュを台車で交換するとともに、タンデッシュの寿命を制約しているノズルのみを鑄造中に迅速交換する方式を開発している。図3はVoest社の取鍋交換設備、図4はUS Steelにおけるタンデッシュのスライディングノズルを示す。

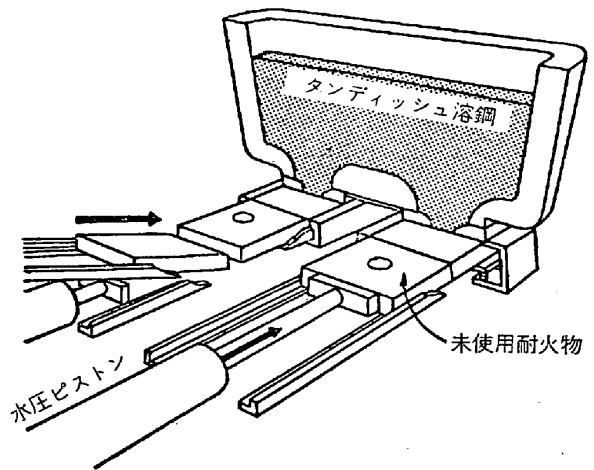


図 4 タンディッシュ・ノズルを鑄造中に交換するUSスチールの方式

当社京浜製鉄所ではタンデッシュを独自の方式で交換することによって28ヒート、全長1040mのストランドを29時間にわたり連続連続鑄造を行なうことに成功した。

### 3. 当社京浜製鉄所の連々鑄について

#### 3.1 操業概要

当社京浜製鉄所厚板製造部の連鑄機は1967年3月に稼動し、その後順調な稼動を続け、現在公称能力20000t/日の2倍以上に当たる40000~50000t/月を1ストランドで鑄造している<sup>3)</sup>。本設備はDST社の設計による半径8mの円弧型の1ストランドマシンで、鑄造床はGL+4.3m、公称能力20000tの設備であり(図5参

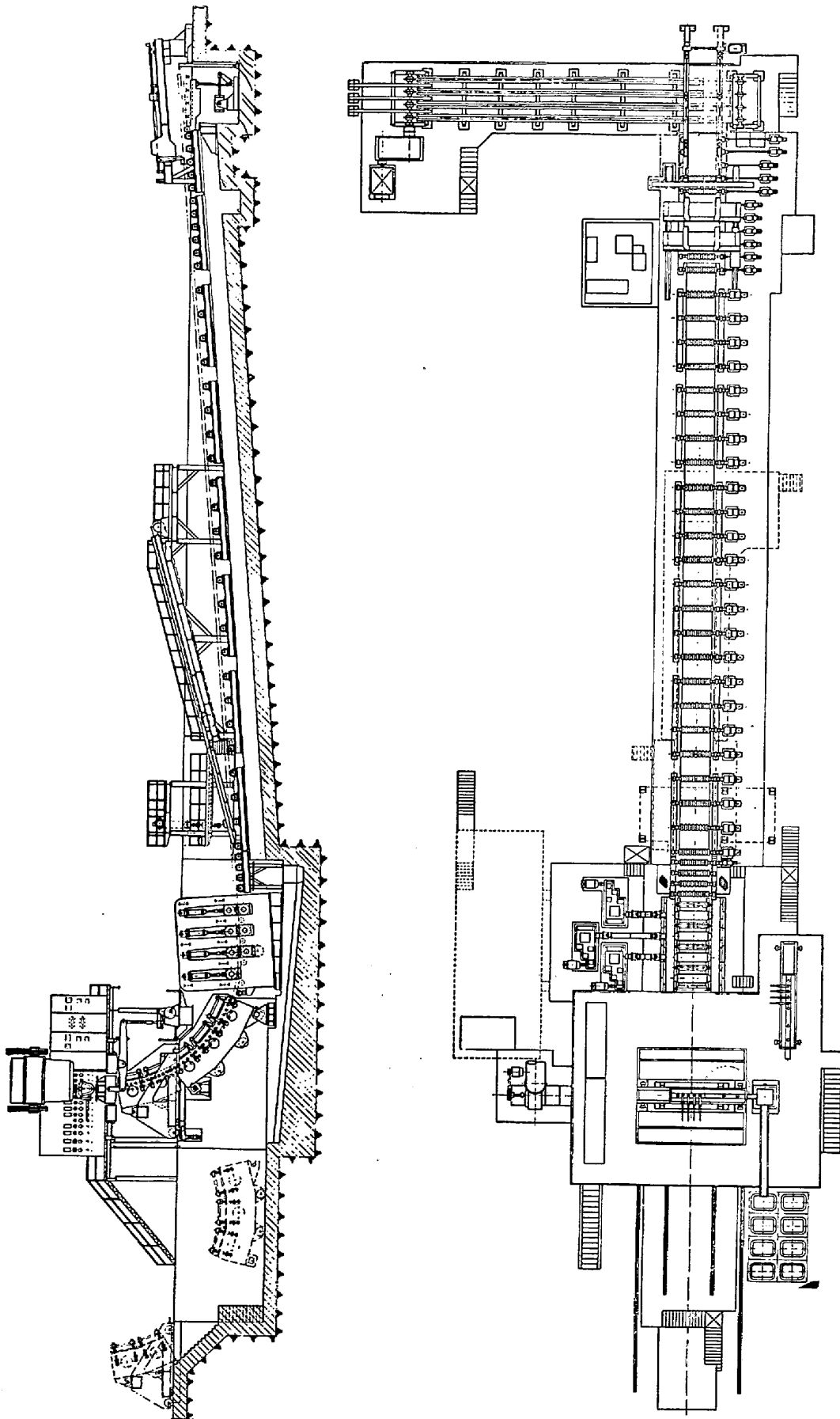


図 5 当社京浜製鉄所のスラブ (200×1600 mm) 連続機

照), 100 t LD 転炉 1/2 基操業からの溶鋼を主として 1 600×200 mm<sup>2</sup> 断面の厚板用スラブに鋳造している。鋳造鋼種は 40 キロベース 40%, 50 キロと 60 キロベースの高張力鋼 10%, APIX52, X60, X65 が 25%, 薄板用鋼種およびその他の試験材が 5% である。

### 3.2 連々鋳実施状況

図 6 に稼働後の生産量を示したが、稼働後 6 カ月で公称能力 20 000 t/日を超え、その後も徐々に生産量は増加したが、単独連鋳では月産 35 000 t が限度であった。さらに増産するためには連々鋳操業が必要となつたが、連々鋳操業は設備計画で考慮されていなかった。そこで連々鋳操業の第 1 歩として、1 個のタンデッシュの寿命の範囲での連々鋳 (Mn 1% 以下の鋼種を 2~3 ヒート) を計画した。取鍋交換は、1 台のクレーンで先鍋が空になつた時点で、マシンに近い GL 上の待機場所にある後鍋と吊替えを行なうことにした。またスラブカッターは同調式でないため、ピンチロール直後にガス切断機を改造した簡易同調式切断機 (図 7 参照) を設置した。1968 年 6 月からこの方式でヒートの連々鋳を開始し、同年 12 月には月産 40 000 t に達した。タンデッシュの寿命はサブマージドノズルの寿命により左右されるので、この形状を改善し、3 ヒートの連々鋳を可能にした。1968 年 8 月以降 CCC の実施率 (全ヒートに対する CCC ヒートの割合) は 65~70%, 鋳造能力 14.5~15 ヒート/日、月産鋳片量 40 000~42 000 t に達した。さらに 1970 年 5 月以後は独自のタンデッシュ迅速交換装置を完成し、3~15 ヒートの連々鋳を日常操業で実施し 1970 年 7 月には 49 550 t を鋳造した。

### 3.3 連々鋳のタイムスケジュール

100 t LD 転炉の平均 tap-to-tap 時間は 28 分で、1 ヒートの平均鋳造時間は 60 分である。よつて連々鋳操業を行なう場合、転炉から 1 ヒートごとに連鋳を行なう

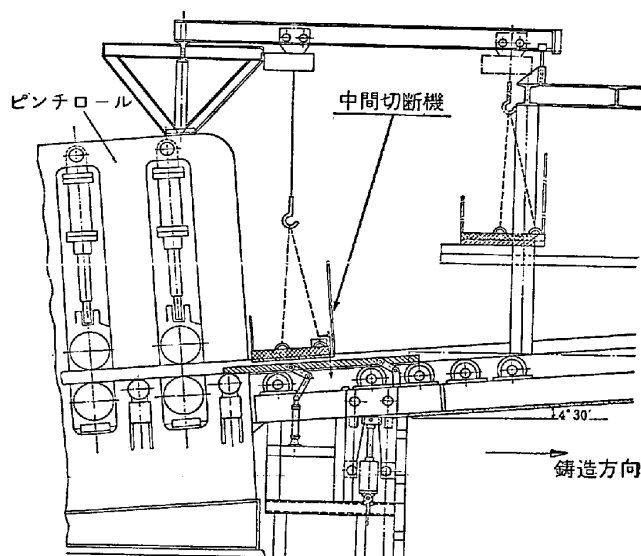


図 7 簡易同調式切断機

と、転炉と連鋳のタイミングがほぼ一致する。つぎのヒートは他の 1 台のクレーンで受鋼台車から連鋳機に隣接した待機場所まで運搬し、ここでガス吹込みによる温度調整をした後待機させる。先のヒートはタンデッシュが満杯 (溶鋼 6 t) 状態で注入完了となるように調整する。先取鍋が空になつたら直ちに待機場所に近い GL 上におろし、待機中の後鍋を吊り、タンデッシュ上へ運搬し、ただちに注入を再開する。この取鍋吊替の所要時間は 3.5~4 分である。この間タンデッシュを空にしないため鋳造速度を定常の約 1/2 (0.3~0.4 m/min) とする。地上へおろした空鍋は他のクレーンで鍋修理場へ運搬される。一方鋳片は前述の簡易同調切断機で、ほぼ 1 ヒートに相当するストランドがピンチロールを通過した時点で切断され、ただちにランアウトテーブル末端に送り、2 基の切断機で所定の最終寸法に切断する。1968 年 6 月よりサブマージドノズルの寿命限度内での連々鋳操業を開始した。サブマージドノズルの材質は非晶質のシリカで、鋼の Mn 含有量が高くなると、ノズルの溶損量が増大する。当初使用していたノズルの肉厚は 30mm で、Mn 0.6% 以下の鋼種 2 ヒートが限界であったが、ノズル肉厚を増加することによつて、Mn 含有量 0.6% 以下の鋼種は 3 ヒート (285 t)、Mn 0.7~1.2% の鋼種は 2 ヒートの連々鋳が 1 個のノズルにより可能となつた。またタンデッシュストッパーヘッド、およびスリーブも 120mmφ より太くし、ヘッドはシャモット質からジルコン質に、スリーブはシャモットから炭素質シャモットに変更した。

図 8 にヒート連々鋳の標準タイムスケジュールを示す。

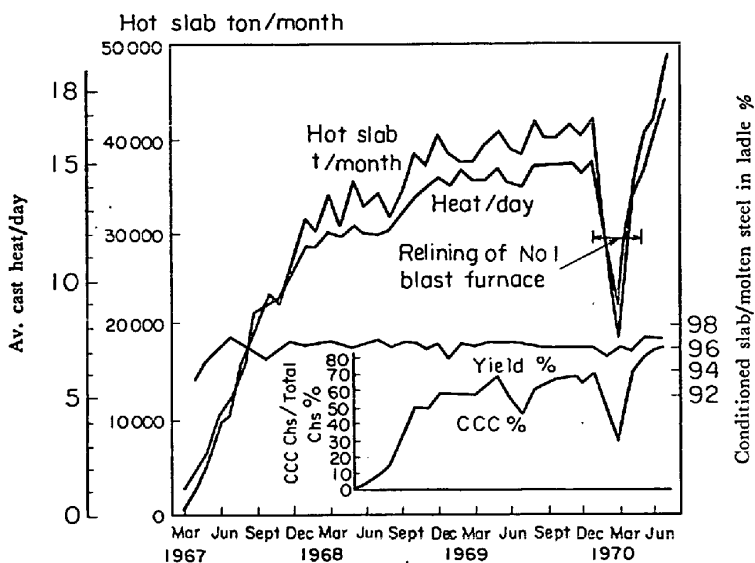


図 6 稼働開始後の操業成績推移

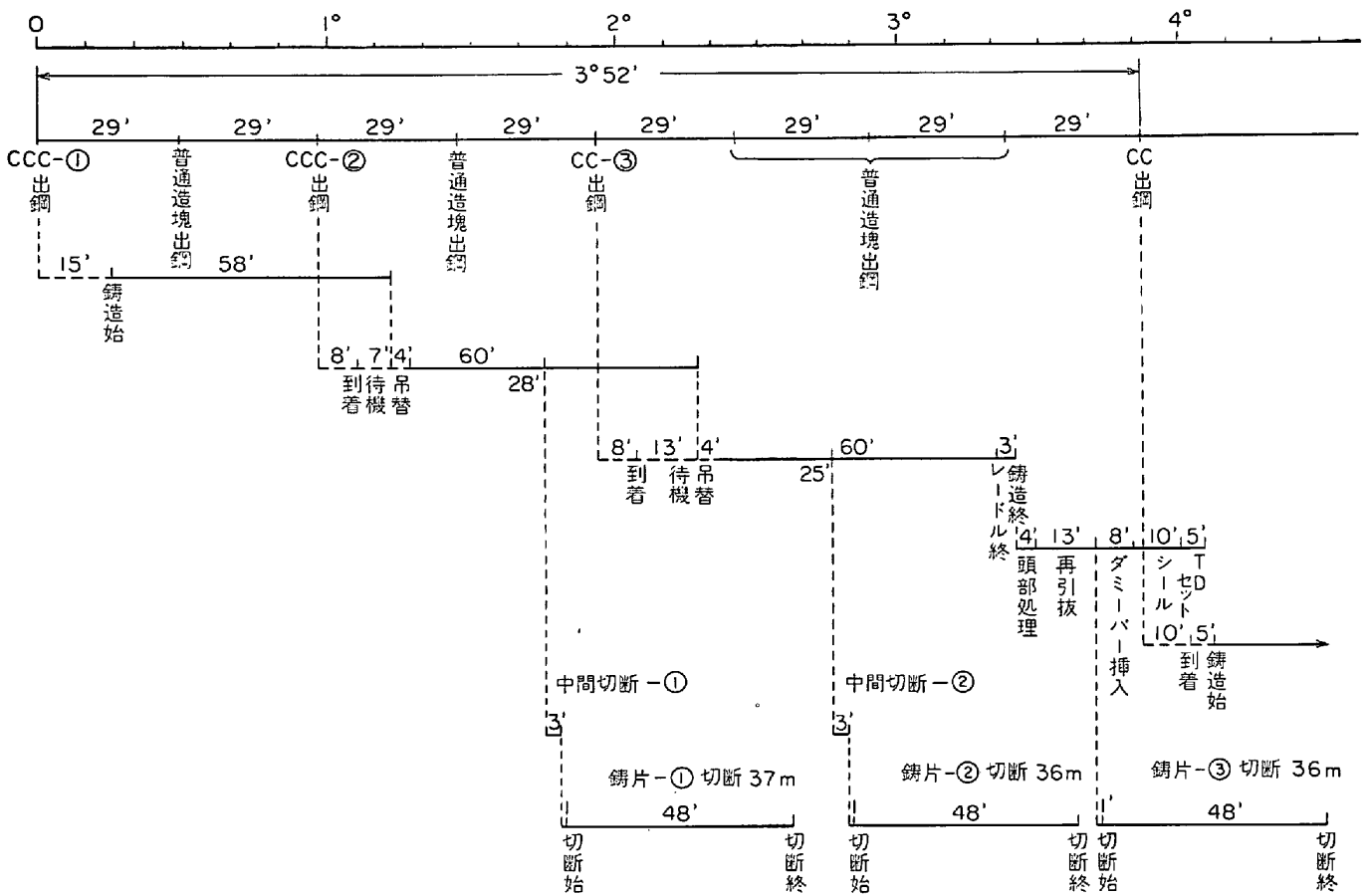


図 8 3 ヒート連々鑄操業の標準タイムスケジュール

3.4 タンデッシュ迅速交換設備

前述したとおり、1本のサブマージドノズルの寿命は低 Mn 鋼種でも3ヒートであるから、これ以上の連々鑄操業を行なうためには他の方策を考える必要がある。考えられる方策として下記のものがある。

- 1) 耐溶損性の強い材質のノズルを使用する。
- 2) 複数のノズルを使用する。
- 3) ノズルを使用中に急速交換を行なう。
- 4) 新しいノズルをセットした別のタンデッシュに交換する。

1) については耐スポーリング性の面で非晶質シリカが、一般的な耐火物の中で最も線膨張係数が小さい点で望ましい。2) についてはストッパーコントロールが困難であり、また取鍋交換時に鑄造速度を下げることがある。3) についてはノズルの外挿試験の結果、および急速交換のエンジニアリングの実現性などに問題があった。

また1), 2), 3) が仮りに可能としても、ストッパーの迅速交換はきわめて実現性に乏しいと判断した。なおストッパーの寿命はサブマージドノズルよりは長いが6~7ヒートと推測された。以上のような考察から、タンデッシュを交換する方式が作業性から見て最も信頼性

があると判断し、つぎに述べるようなタンデッシュ迅速交換装置を設計し、設置した。

本装置の特徴はタンデッシュを乗せたコンパクトな電動台車が、鑄型の両側に敷設したレール上をストランド方向に平行に走行し、鑄型上部まで達したところで、レールと一緒に昇降用油圧シリンダーにより下降して鑄込状態となる。一方鑄込が終了したタンデッシュは油圧シリンダーで上昇し、反対側のレール上を走行して鑄型より遠ざかる。この方式によれば約30秒でタンデッシュ交換が可能である。なおこの間鑄型内における鋼浴表面の凝固を防止する処置を講ずる必要がある。この処置により、交換後のタンデッシュにセットしたサブマージドノズルは支障なく鑄型内溶鋼中へ浸漬できる。鑄型への注入を中断している間に、ストランド表面は凝固ともなう収縮を生じ、ストランド表面と鑄型壁との間に若干のギャップが生ずる。注入を再開すると溶鋼の一部がこのギャップ内に流入して段注ぎ欠陥(2重肌状欠陥)となる。この欠陥部の断面マクロを写真1に示す。注入中断時間が1min以内であれば、欠陥の程度は軽く、その部分だけを幅約100mm、深さ最大20mm程度スカーフすれば完全に除去できる。またこのような継目のあるスラブを圧延してえられた多数の厚板を超音波探傷したが、なんら表面および内質ともに問題がないことを確

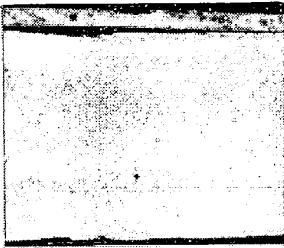
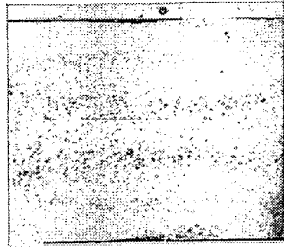
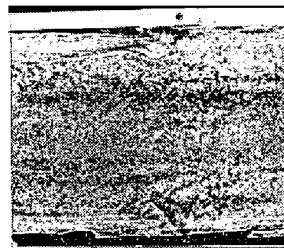
タンデッシュ交換所要時間	スラブ断面マクロ	ラップ部分
30 秒		18 ~ 20 mm
48 秒		20 ~ 25 mm
60 秒		34 ~ 42 mm

写真 1 タンデッシュ交換時に発生したスラブの継目

認した。以上述べたとおり、継目の強度、スラブの表面性状、および内質の諸点から、鋳型への注入中断の最大許容時間は約 1 分と考えられる。

### 3.5 28 ヒートの連々鋳操業

上記タンデッシュの迅速交換設備は昨年より計画し、本年 4 月に工事を着工し、5 月より本装置による多数ヒートの連々鋳操業を開始した。この方式ではストランドサイズが一定なかぎり、理論的には何ヒートでも連々鋳が可能である。本年 6 月 18 日から 19 日にかけて、本装置による連々鋳の可能性を確認する試験を行ない、約 29 時間で 28 ヒート、ストランド全長 1040 m の鋳造に成功した。以下この 28 ヒート連々鋳操業の状態について述べる。

鋳造鋼種として成分規格がほぼ同一である 40 キロベースの 3 鋼種とした。その成分範囲はつぎのとおりである。転炉出鋼ヒートを 1 ヒートおきに鋳造したが、鋳造

C (%)	Si (%)	Mn (%)
0.11/0.13	0.15/0.30	0.40/0.60
P (%)	S (%)	T.Al (%)
≤0.030	≤0.030	0.01/0.02

サイクルよりも出鋼サイクルの時間が若干短く、これによつて生じる転炉と連鋳とのタイミングのずれは、数ヒートごとに転炉が若干の吹錬待ち、または出鋼待ちを行なつて調整した。鋳造温度は、取鍋、およびタンデッシュの交換時におけるノズル詰りを考慮して、比較的高温とした。タンデッシュ交換は 2 ヒートごとに行ない、交換時期は取鍋注入温度が最高値を示す取鍋注入開始後 20 分の時点とした。図 9 におもな操業結果を示した。連々鋳操業は計画どおりきわめて順調に行なわれ、当社で考案したタンデッシュ迅速交換設備は十分信頼性を有する連々鋳設備であることが証明された。しかしながら以下のような問題点も明らかとなった。

- 1) 出鋼ピッチと鋳造ピッチを合わせるため、転炉が待時間をとる必要があり、転炉の能率が若干低下する。
- 2) 浄水場能力（フィルター、および冷却能力）が不足しているため、相当量の工業水を補給する必要が生じた。
- 3) ランアウトテーブル以降の設備は長時間の輻射熱でかなり高温になった。
- 4) 切断後のスラブの冷却、および搬出能力が不足していた。

以上の点から当設備で 24 時間以上にわたる連々鋳を日

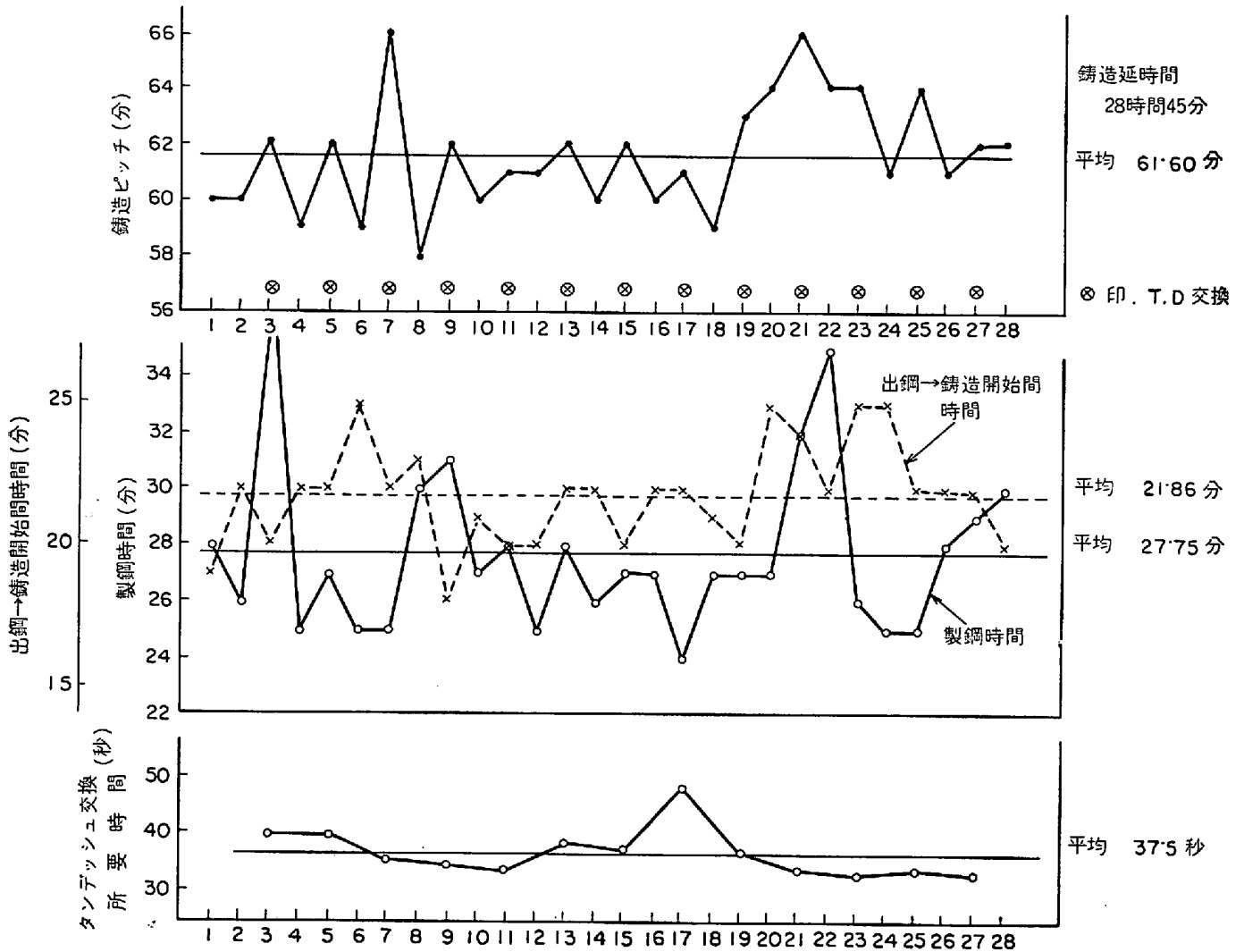


図 9 28 ヒート連々鑄操作のデータ

常操作で行なうことには若干の問題がある。しかし、定常操作では多種の鋼種を連鑄で処理せねばならないことおよび同一鋼種のみを連々鑄で行なう前提から、日常作業では3~15ヒートの連々鑄を行なえば十分であり、タンデッシュ交換設備の設置目的は十分達成することができた。

3.6 異鋼種の連々鑄

タンデッシュ内に溶鋼を残して取鍋を交換し、連々鍋を行なう場合には、異なるヒートの溶鋼がタンデッシュ内、およびストランドのクレーター内で混合されるため、両ヒートの成分が同一でないかぎり、ストランド内の鑄造方向、および厚み方向で成分変化のあるスラブが発生する。この成分変化の状況はタンデッシュノズル形状、次鍋注入開始時のタンデッシュ内残鋼量、鑄造速度などの操作条件の影響を受ける。標準的な操作条件における状況を知るため、Mn含有量が大きく異なる2ヒートを連々鑄して、スラブ長さ方向と厚み方向の成分分布を調査した。試験条件は下記のとおりである。

1) 鋼種;

(%)	C	Si	Mn	P	S
先鍋の成分	0.14	0.21	0.46	0.014	0.017
後鍋の成分	0.20	0.21	1.18	0.020	0.023

- 2) 後鍋注入開始時のタンデッシュ残鋼量; 3.7 t
- 3) 取鍋交換中の鑄造速度; 0.3m/min
- 4) 取鍋交換時間; 4 min

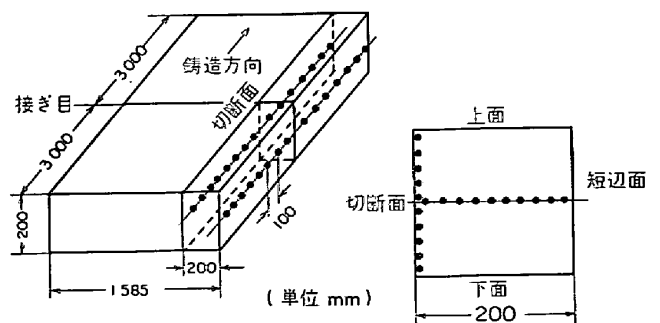


図 10 スtrand中のサンプリング位置

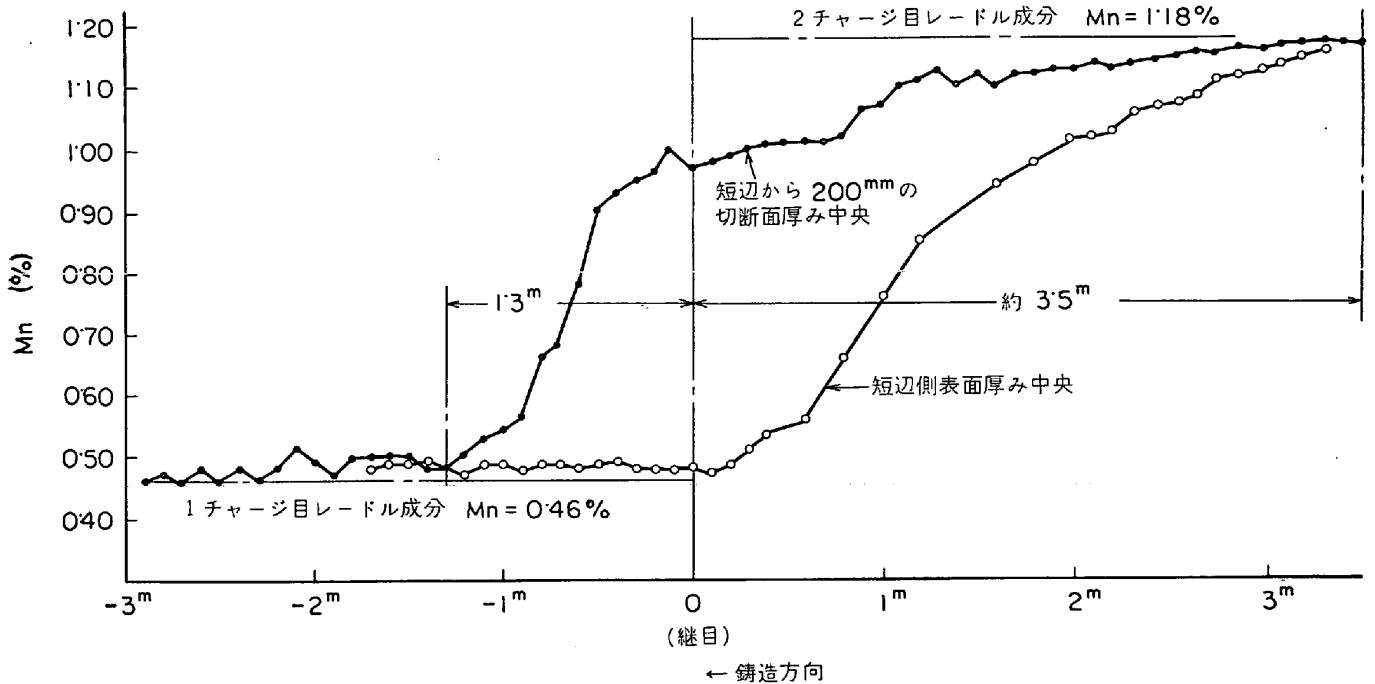


図 11(A) 異鋼種連々鑄における鑄片長手方向の Mn 量変化

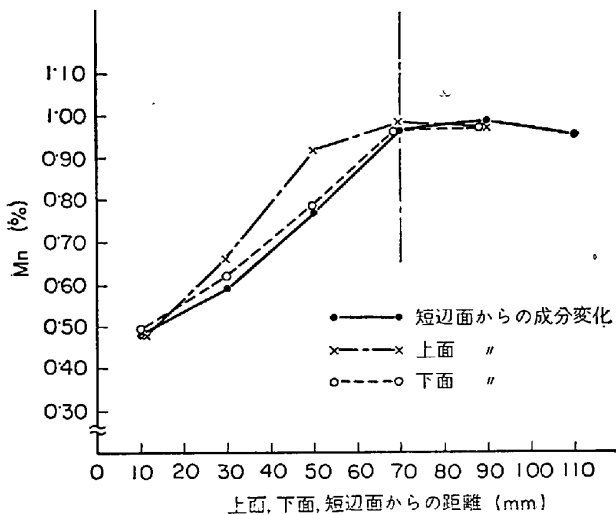


図 11(B) 異鋼種連々鑄における継目断面の Mn 量変化

5) 後鍋注入開始後の鑄込速度 ; 0.65m/min

6) 後鍋注入開始時のメニスカスを継目とする。

図 10 には鑄片のサンプリング位置を示し、図 11(A), (B) には長手方向、および継目断面内におけるそれぞれの Mn 含有量分布を示した。この結果から継目から先に 1.3m、後方に 3.5m 計約 5m にわたって Mn 量 が変化している。タンデッシュ内残鋼を 1t にした場合でも同程度の成分変化帯が認められた。よつて成分が大幅に異なる鋼種の連々鑄操業は、品質上問題があるため行なわないことにした。

### 3.7 連々鑄操業の効果

連々鑄操業のおもな効果として

- 1) 稼働率の向上
  - 2) 鑄片歩留りの向上
  - 3) 作業用材料費の低減
- などが挙げられる。以下に各項目について詳細に述べる。

#### 1) 稼働率の向上

稼働率を「操業時間に対する鑄造時間の割合」と定義すれば、1 ヒートの鑄造時間は 60 分、準備時間が 60 分であるから、単独連鑄は稼働率 50% である。5 ヒートの連々鑄では稼働率が 83% で、稼働率の向上は著しい。図 12 に連々鑄ヒート数と稼働率との関係を示す。単独連鑄に対して、5 ヒートの連々鑄は稼働率が 35% 向上するが、5 ヒート連々鑄に対する 20 ヒート連々鑄の稼働率向上は約 10% である。現在当設備では月間平均 17~18 ヒート/日で、平均稼働率は約 75% ときわめて高い稼働率を保持している。

#### 2) 鑄片歩留りの向上

単独連鑄では各ストランドの頭部と底部をおのおの切

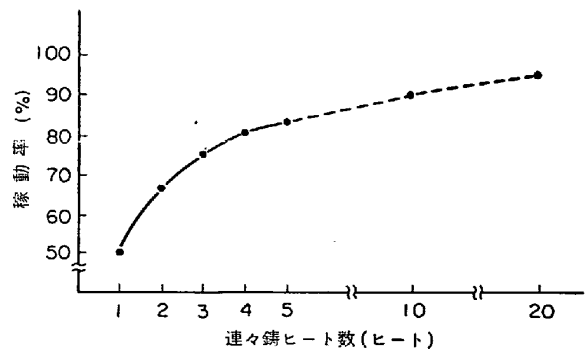


図 12 連々鑄ヒート数と稼働率との関係



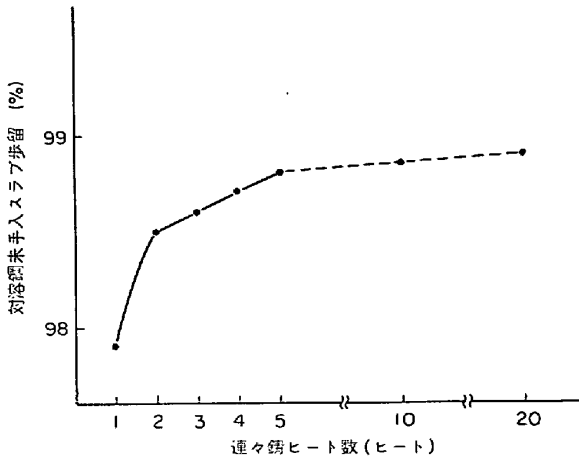


図 13 連続鋳ヒート数と対溶鋼未手入スラブ歩留り

捨てるが、連続鋳では各ヒートのストランドが連続して 1 本のストランドを形成するため、ヒート全体に対して、頭部および底部の各 1 個のクロップ切捨てですむため、歩留りが向上する。現在連続鋳操業では 2 ヒートごとにタンデッシュ交換を行なっているが、クロップエンドの減少による鋳片歩留りは著しく向上している。図 13 に連続鋳ヒート数と対溶鋼未手入スラブ歩留りとの関係を示した。

3) 作業用材料費の低減

連続鋳操業では準備作業が数ヒートに 1 回ですむためダミーバーヘッドボルト、シール用材、鋳型内冷却材、サブマージドノズル、タンデッシュレンガ、ストッパーなどの原単位が低下する。

4. 鋳型と鋳片サイズとの関係

連続鋳では必然的に同一の鋳型で鋳造するため鋳片の寸法は一定である。同一鋼種であつても、寸法の異なる製品が要求され、したがって中間製品である鋳片も最終製品寸法に適したサイズであることが要求される。この面からの要求と、連続鋳と圧延との結合による連続化のメリットを期待する要望とから、鋳片が 2 次冷却帯を出たあとインラインロールで所定のサイズまで圧下を加える直接圧延の構想がすでに実現されている。オーストリーの Böhler 社では 140mm φ の鋳片を 96mm φ に<sup>4)</sup>、ドイツの Badische stahlwerke では 130×90mm φ を 100mm φ に<sup>5)</sup>、米国の Inland Steel では 190mm φ を<sup>6)</sup> 127mm φ に、Georgetown Steel では 133×95mm φ を 100mm φ を<sup>7)</sup>、National Steel では 184 mm φ を 180×140 mm φ に<sup>8)</sup>、また Timken Steel で<sup>9)</sup>は 241×305mm φ を 241 mm φ に直接圧延する試みが行なわれている。このようにピレットの分野ではピンチロールを兼ねた圧延機、もしくはピンチロール直後に圧延機を設置し、最終ストランドの断面形状を変化させる設備が稼動しているが、これらのプロセスは連続鋳を推進し、工程の連続化を進展させるであろう。一方薄板用スラブについて鋳型幅と製

品との関係を考察すると、現在、市場で要求される熱延板および冷延板は、幅が 600~2 000 mm であり、この間一般に 50 mm ピッチで区分されている。この範囲では 900~1 200 mm 幅が最も需要度が高い。通常、インゴット造塊法では 600~1 600 mm 幅の最終製品に対して 3~4 種類の寸法が異なる鋳型を準備し、分塊圧延における幅出し圧延によつて、この間の 50 mm ピッチ幅の素材を得ている。一方、連続鋳操業の途中で鋳型の幅を変更することはできない。また通常のホットストリップミルでは、垂直スケールブレイカーによつて最大 50 mm 程度しか幅寸法の変更しかできない。以上の理由から、600~2 000 mm のホットストリップ用スラブを 50 mm 幅ピッチで製造するためには、他の手段が必要となる。考えられる方式として以下の 3 種のプロセスがある。

1) 鋳型の幅変更

現在幅変更可能な鋳型はすでに実用化されており、図 14 はこの Adjustable mould<sup>10)</sup>を示す。この種の鋳型は一例として 900~1 500 mm 範囲の任意の幅に、所要時間 15 分以内で調整できる。よつて単独連続鋳、もしくは連続鋳の間の準備時間内で幅の調整は十分可能である。しかし前述のとおり連続鋳操業は制限されるし、比較的需要の少ない幅のストリップ材は、たとえば 1 ロットが 10~20 t の場合もあるが、最近の大型連続鋳機では 1 ストランドが 100~150 t であるため、大部分をつぎのオーダーまで在庫することになるから、不経済となる。

2) インラインロール (In-line roll) によるスラブ幅変更

鋳型の幅変更によつて、ストリップ用スラブの幅変更を行なう方法では上述のとおり、多くの問題がある。そこで US Steel では、連続鋳機のピンチロール直後に再熱炉を接続し、ここで約 1 200°C に加熱し、直ちにインラインロールミルによつてストランドを引抜速度と同調して幅圧延を行ない、種々の幅を有したスラブを製造する方式を開発した。図 15 は US Steel のインラインロールミルを有する連続鋳機を示す<sup>11)</sup>。以下にその特徴を列

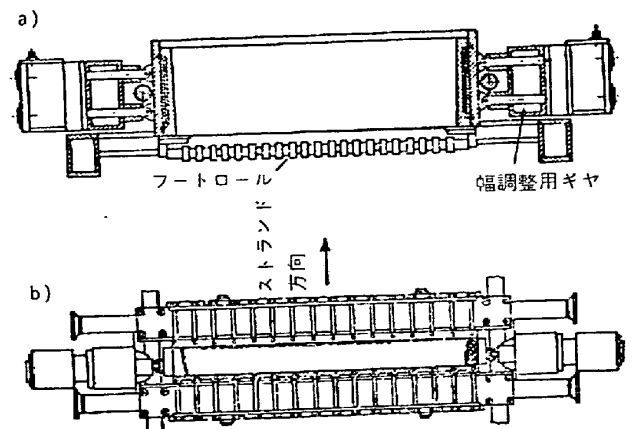


図 14 幅変更可能なアジャスタブルモールド

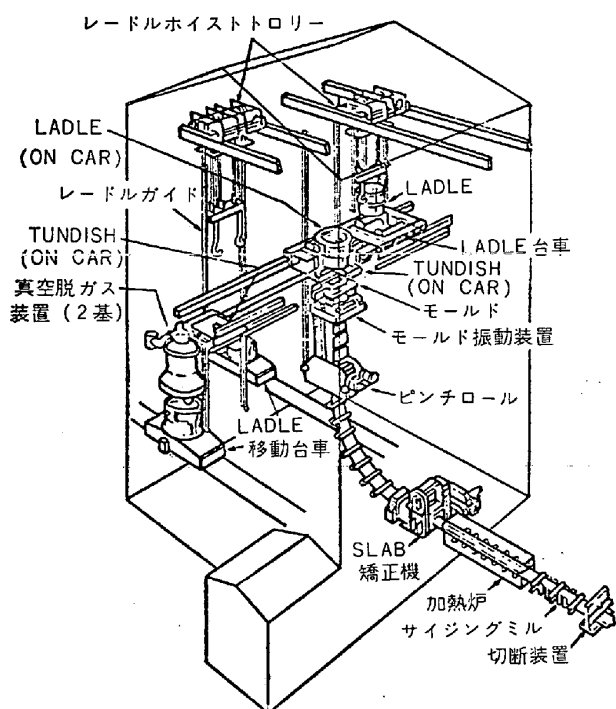


図 15. US Steel のインラインロールミルを有する連鋳機

記してみる。

(1) 鋳型寸法

2種、9'3"×76"、および9'3"×56"、9'3"×76" 鋳型から、インライン圧延によつて最少7"×56" までのスラブを製造する。

9'3"×56" 鋳型から、インライン圧延によつて最少5"×30" までのスラブを製造する。

(2) 引抜き速度

2次冷却帯として垂直部分15m、円弧半径12mで、全長約34mの2次冷却帯を有しているため、通常の引抜き速度が76"/min(1.93m/min)で、最大90"/minの引抜き速度が得られるとしている。

(3) インラインローリング

インラインローリングミルは3対の水平ロールと4対の幅圧延用の垂直ロールから成っており、幅圧延を主目的とした一種の粗圧延機である。

この方式の特徴は鋳造中において任意の幅変更が可能のため、製終製品の幅寸法と量に応じて、スラブを連鋳し、圧延ができる。よつて薄板用の比較的成分範囲がきざられた鋼種では、成分的にも連々鋳が可能であり、連鋳機の稼働率を高めることができる。連々鋳のために、本設備は2台の取鍋クレーン、タンデッシュ台車、およびタンデッシュノズルの迅速交換設備を有している。

US Steel では最終的に上記の1ストランドで年産200万tを目標にしているといわれている。しかし76"/minの引抜き速度は安定操業の上から見て、若干低い速度になる可能性もあり、また平均のt/hrから見て

インラインロールの稼働率は低くなることが予想される。さらに7スタンドのインラインロールミルは多大の設備費が必要であろう。以上の諸点からインラインロールミルを連鋳機の各ストランドごとに保有することは、稼働率と設備費の点で問題があり、以下のようなシステムが望ましいと予想される。

3) 幅変更可能なホットストリップミル

最近のホットストリップミルは5段程度の粗圧延機を有しているが、幅方向の圧延はほとんど行なわれていない。そこでこの粗圧延機で幅圧延が可能であるかどうかについて若干の考察と実験を行なつた。設備的にはホットストリップミルの粗圧延機前段にあるVSB(垂直スケールブレーカー)を強化して、従来よりも幅殺しが多くできるようにするとともに、特殊なロールを配置した。プラステーションでの模型実験の結果、幅2mのスラブを最大1500~1600mm幅に圧延できることが明らかとなつた。したがつて、600~2000mm幅のホットストリップ材を製造するためには、たとえば、幅2000mm、1500mm、1000mmの3種の鋳型を用意すれば十分である。連々鋳操業においても、設備の点検上、さらには薄板用鋼種にも数種類の成分系が想定されるから、1日のうちに数回は鋳造を中断する必要があり、この間に鋳型サイズを変更することが可能である。このプロセスでは200~300t LD 転炉と年産100~150万tの2ストランドのマシン3台を連結させ、この系列に対し1系列の幅圧延が可能でホットストリップミルの接続が考えられる。

5. 結 言

鋼の連続鋳造における作業方式とその問題点などにつき最近の傾向を述べた。

当社においても独自の方式により日常ベースで連々鋳操業を採用し所期の効果をあげることができた。連々鋳操業における重要な点は、製鋼炉とのコンビネーション、適切な付帯設備および操業技術の開発などである。

今後、連続鋳造、連続圧延、連続焼鈍などにみられるような各工程の連続化が促進されるであろうが、連鋳工程および圧延などの次工程を含めた製造プロセスの一貫したシステム化が必要である。

文 献

- 1) 33/The Magazine of Metals Producing, (1970) 2, p. 621~671
- 2) A. V. WIEBEL: Blast Furn. Steel Pl., 57 (1969) 7, p. 741~755
- 3) T. KAWAWA and H. NEMOTO: J. Metals, 21 (1969) 8, p. 621~667
- 4) B. TARMANN and H. VONBANK: Radex-Rdsch. (1967) 1, p. 429~438
- 5) H. BAUMANN: Bänder, Bleche, Rohre, (1969) 10 p. 702~708
- 6) 33/The Magazine of Metals Producing, (1970) 7, p. 54~59
- 7) H. SCHREWE: J. Metal, 21 (1968) 3, p. 16