

討12 継目無鋼管用大断面ブルームの操業と品質について

住友金属 和歌山製鉄所 梨和 甫 吉田 圭治 森 明義
友野 宏 ○木村 和成

I 緒言

和歌山第2製鋼工場においては、従来、継目無鋼管用素材を鋼塊法にて製造していたが、昭和54年1月に完成を觀た大断面ブルーム連鑄機により、急速にCC化への転換を遂げた。これに先立ち、継目無鋼管用途へのCC材適用を調査すべく、既存のスラブCCにてツイン・ブルーム鑄込を実施し、操業及品質面での諸問題の把握と解決を図った。本報告では、ツイン・ブルーム鑄込も含めて、継目無鋼管用素材の連続鑄造について述べる。

II 設備

設備の基本仕様を表1に示す。本機の設計においては、ブルームの内質を第一とするものであり、モールド内での介在物の浮上分離を容易にするため大断面モールドとマシン彎曲半径15mが選択された。また鑄片の全量ホットチャージ可能を前提とした設備であり以下の基本仕様が決定された。

大型介在物減少対策	モールドの大断面化 マシン彎曲半径 15 m R タンディッシュ浴深さの確保 (約 1 m)
ホットチャージシステム	鑄片の完全トラッキング (鑄込～均熱炉装入) 保温カバー付運搬台車

III 操業

1. 高連鑄操業 操業諸元を表2に示す。固定サイズモールドであることと、継ぎ治具(図1)を使ってのタンディッシュ交換の多用により高連鑄操業を可能とした。従って鑄造時間率は例月90%を維持している。現在ブルーム内質に考慮を払いながら鑄造速度の高速化を進めつつある。

2. ホットチャージ 鑄片は保温カバーにて断熱された台車にて分塊工場均熱炉に運搬される。その際、鑄片は切断後よりローラーテーブル上での位置検出システムおよび台車積込クレーンの位置決め等により、均熱炉装入まで完全なトラッキング管理がなされる。このため鑄片のマーキングを省くことが可能となった。また品質管理については、鑄込条件の各鑄片毎の自動取込が行なわれ、これに応じた適正な処置が実施される。

表1. ブルームCCM設備仕様

項 目	仕 様
型 式	彎 曲 型
湾 曲 半 径	15 m R, 26 m R (2点矯正型)
ス ト ラ ン ド 数	4 ストランド
機 長	27.8 m
モールド・サイズ	370×600 mm
モールド・オペレーション	ショートレバー方式
タンディッシュ容量	MAX. 37 T
パ ウ ダ ー 供 給	自動供給機(1基/ストランド)
ローラー・エプロン	8セグメント (サイドサポート: フットロール～2ndR/A)

モールド湯面コントロール 自動(RI方式)

表2. 操 業 諸 元

項 目	諸 元
鑄 込 速 度	0.4～0.5 m/min
タンディッシュ内温度	$\Delta T = 20 \sim 30^{\circ}\text{C}$
比 水 量	0.2 l/kg-steel
連々数/タンディッシュ	4～6 heats
連 々 数 記 録	413 連々鑄
月間平均連々数	50～85 連々鑄
鑄 造 時 間 率	約 90%

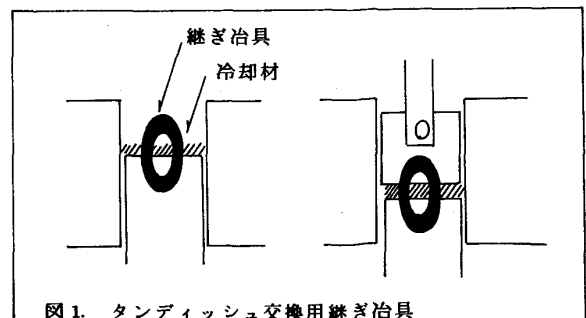


図1. タンディッシュ交換用継ぎ治具

右表に示すように、鑄片の多くは、ホットチャージ（ホットスカーフ無）で分塊圧延を受ける。また冷片仮置については、定期的を実施する表面チェック用の鑄片およびヒート端数鑄片が含まれており、当初よりの計画冷片はほとんどない。

処 置	発生頻度
ホットチャージ（ホット・スカーフ無）	94%
ホットチャージ（ホット・スカーフ有）	3%
冷片仮置	3%

Ⅳ 品質

1. ヨコヒビ割れ 低合金鋼（Cr Mo Nb V入り）の鑄片表面にヨコヒビ割れが、初期のツイン操業において見られた。この割れはNb, Nb-V鋼のCCスラブによくみられたもので、オシレーションマークの底に沿って発生する。割れ長さは5～50mmと比較的短い、深さは20mmに達するようなものもあって非常に有害である。しかし、この割れの発生は2次冷却スプレーの強度と強く相関がある。図2に見られるように、冷却強度を強くすると発生し易いことがわかった。この傾向は、新ブルーム連鑄機においても同様であった。従って、通常操業時には、比較的低速鑄込であることから、0.2 ℓ/kg -steelという低比水量を採用し、この種の割れは皆無となった。

2. ノロカミ ピンホール 比較的低速鑄込であるため、モールドメニスカス部は冷却され易い状態となっている。従ってパウダーは焼結し易く、湯面にはディッケルが生じ易くなり、ノロカミ、ピンホール等のスカムおよびパウダーの噛み込みに起因した欠陥が発生し易い。これを防止するには種々の対策を要した。パウダーに関しては、悪質なスラグベアーの発生を抑制することが肝要である。メニスカス部の保温を補うために、浸漬ノズルの形状に考慮を払うことも効果があった。浸漬ノズルの吐出口からの溶鋼流をメニスカス部に供給すべく吐出角度を水平さらには上向にする必要があった。これらは同時に、介在物のモールド内での浮上促進にも適していると考えられる。

モールドメニスカスの安定化は噛み込み疵を防止するだけでなく、ブレイクアウト事故対策としても極めて重要な項目である。従って湯面レベルの自動制御は不可欠である。

図3にはツイン・ブルーム鑄片に比べブルーム鑄片ではピンホールが著しく減少していることを示している。これは同一鑄造速度においては、断面積の大きいブルームでは溶鋼のモールド内への供給が多くメニスカス部の保温性が好転した結果であると考えられる。

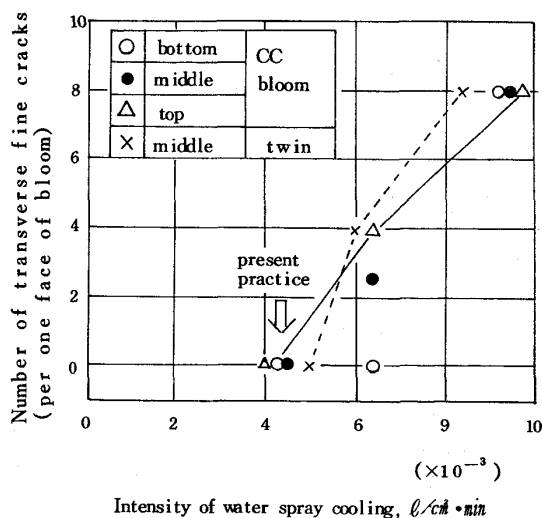


図2. ヨコヒビ割れに及ぼす2次冷却水強度の影響

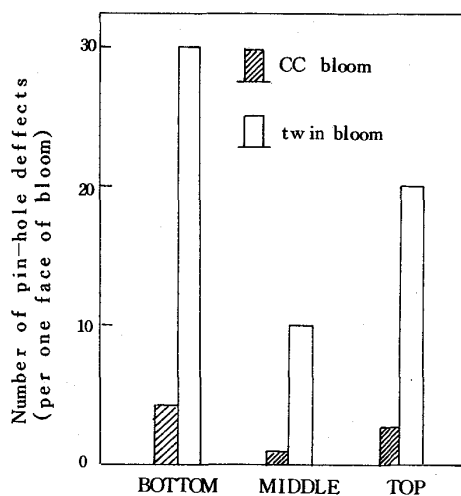


図3. ノロカミ・ピンホールの発生

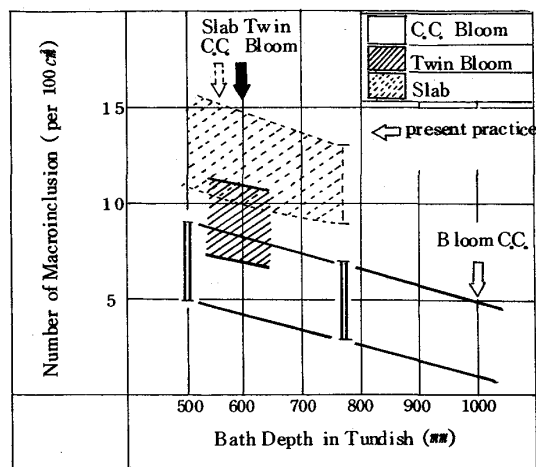


図4. タンディッシュ内溶鋼深さと
マクロ介在物個数

3. 大型介在物 図4にタンディッシュ内溶鋼深さとマクロ介在物数との関係を示す。また表3にはスラブおよびツイン・ブルームの操業諸元を示す。タンディッシュ内溶鋼深さが深いと大型介在物は減少する。またスラブ連铸機においても同様の傾向が見られる。しかしながら、スラブ、ツインブルームおよびブルーム相互のレベル差はタンディッシュ内溶鋼深さだけでは説明がつかない。これはモールドの厚肉化、マシンRの増大によりモールド内での大型介在物の浮上除去が進んだためと考えられる。図5に铸片厚み方向の介在物分布をスラブとブルームと比較して示すが、スラブでは $\frac{1}{4}$ 厚の介在物偏析が強く見られるのに対し、ブルームではほとんどその傾向が見られないことから上述の点が、うかがえる。

4. 中心偏析 図6に200mm厚の連铸スラブと比較して、ブルームの等軸晶厚みを示すが、铸片厚の増加により等軸晶厚みは大巾に増加している。この結果スラブ等のサルファープリントに見られるMnSの濃縮した偏析線はほとんど見られない。スラブの場合にはたとえ等軸晶厚が充分存在している場合においてもマシンライメントの不正およびバルジング等により中心偏析は悪化するが、巾の狭いブルームにおいてはバルジング等がスラブに対して極めて軽度であるために等軸晶の増殖は即中心偏析に好結果をもたらす。同時に、図7に示すように各溶質の中心部における偏析率についても改善される。

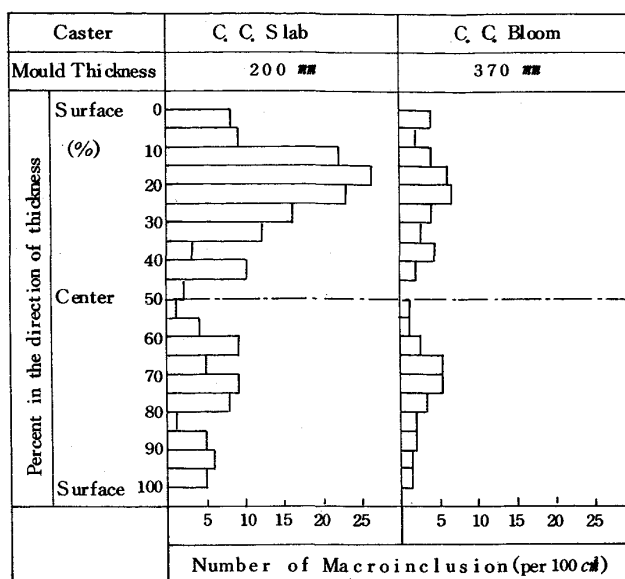


図5. 大型介在物の铸片厚み方向の分布

表3 スラブ及ツイン・ブルーム操業諸元

項目	スラブ	ツイン・ブルーム
型式	彎曲型 10mR	1点矯正
ストランド数	2	2×Twin
モールド サイズ (mm)	190×1450~1808 200×980~1808 210×980~1350	315×500
铸造速度	0.7~1.0 m/min	0.5 m/min
連々数/TD	3~5 heats	4 heats

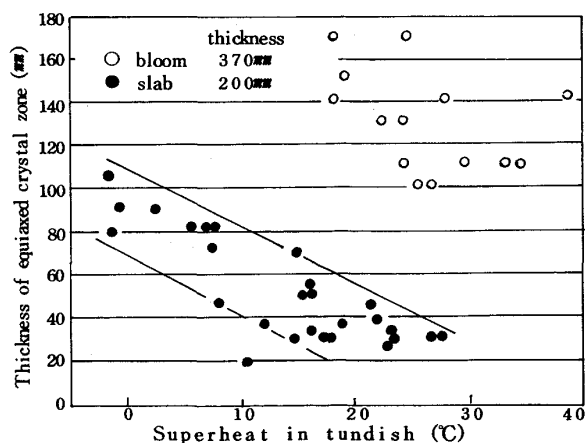


図6. タンディッシュ内溶鋼過熱度と等軸晶厚み

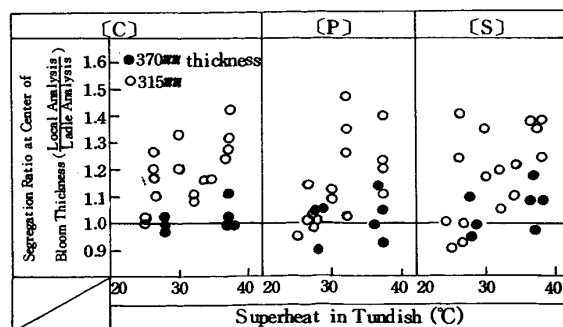


図7. 溶質成分の中心偏析率

5. 内部割れ 高生産性を目指す上で、 casting の高速化は、必至である。この際、問題となってくるのが casting 片の内部割れである。観察された内部割れには、その発生起点から考えて3種類に分類される。

- casting 片表面より深さ約 20 ~ 30 mm に起点を持ち、モールド直下エプロンでのバルジングあるいは復熱に起因すると考えられるもの
- casting 片表面より 80 ~ 120 mm の間に割れの起点を持ち、比較的下部のローラーエプロン部におけるバルジングに起因したと考えられるもの
- ブルーム中心線近傍に割れの起点を持ち、ピンチロール等の圧下過多が原因と考えられるもの

a), b) に関しては図 8 に示すように、2 次冷却ゾーンの延長によるバルジングおよび復熱の防止により解消できる。これはブルーム表面割れ疵をも考慮した注意深い操作が必要である。c) については、ピンチロール押付力の適正な調整により回避できる。さらに高速化を進める際の内部割れ防止は課題として残る。

6. 継目無鋼管の成績 図 9 に継目無鋼管の外表面及び内面カブレ不良率を鋼塊材の場合を 100 として示すが C C 材はまったく遜色のない成績であり、特に内面カブレ不良に関しては鋼塊材の約 1/3 に減少している。これは中心偏析の軽度な事と大型介在物の減少に負う所が大である。

V 結言

以上、和歌山製鉄所第 2 製鋼 No. 2 ブルーム連铸機の操業と品質について述べた。

大断面ブルームの操業は極めて安定し、品質についても従来の鋼塊法を上回る成績が得られている。今後一層の改善を加え、継目無鋼管、条鋼材の高級化に対処したい。

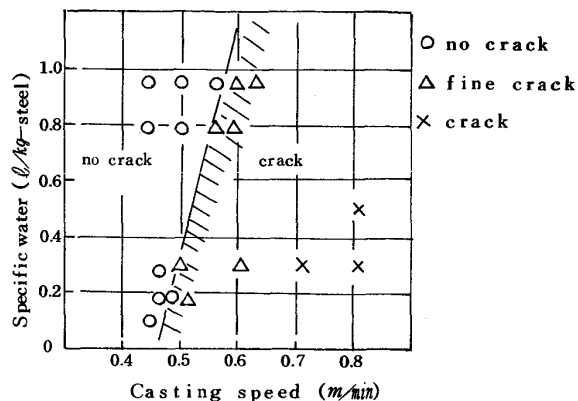


図 8. 内部割れの発生領域

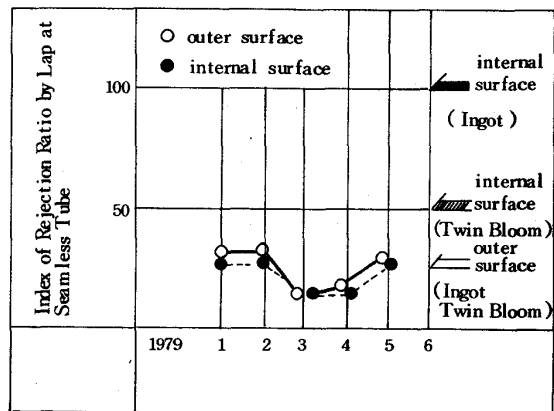


図 9. 継目無鋼管のカブレ不良率推移