

## 川鉄水島第4連鑄機の建設と操業

## Construction and Operation of No.4 Continuous Caster at Mizushima Works

川崎製鉄(株)水島製鉄所

小山内寿\*・山本武美・馬田 一

日和佐章一・大西 廣

千葉製鉄所

松川敏胤

水島製鉄所

後藤信孝・山根 明

## 1. 緒言

水島製鉄所では薄板用スラブの品質改善、圧延工程との同期化操業によるリードタイムの短縮<sup>1)</sup>、自動化による作業環境の改善<sup>2)</sup>を目的として、第2製鋼工場に2ストランドのスラブ連鑄機を建設した。平成5年1月より稼動を開始し、順調に操業している。そこで本設備の概要と操業状況および製品品質について報告する。

## 2. 設備構成の考え方

第4連鑄機(以下4CC)の設備構成の基本的考え方を以下に示す。

- 1) 品質要求レベルの厳格化に応えつつ生産性を確保するため、垂直部3mを有する未凝固曲げ型を採用し、かつ最大鑄造速度2.5m/分を得る。
- 2) 耐火物コストの削減を目的とした、タンディッシュの連続再使用を行う。
- 3) タンディッシュスライディングノズル(以下S/N)交換装置をはじめ自動化機器の導入を図る。
- 4) ホット加熱炉までの高温スラブ無人搬送台車を備え、トーチ切断から加熱炉装入まで無人化し、圧延工程との同期化を図る。

これらの基本思想をもとにレイアウトおよび設備仕様を決定した。

## 3. 全体レイアウト

Fig. 1に工場全体の鳥瞰図を示した。工場内にタンディッシュの補修ヤードは無く、連続再使用に必要な機器(後述)

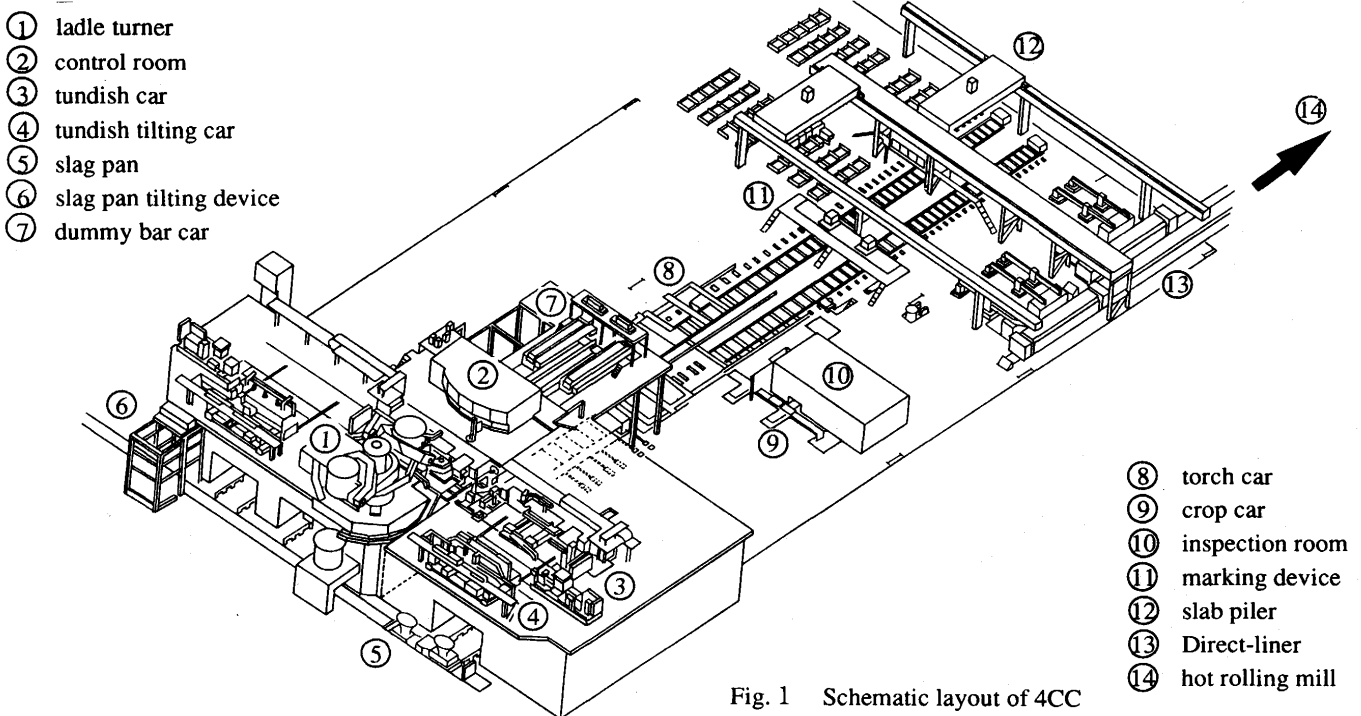


Fig. 1 Schematic layout of 4CC

平成5年8月16日受付 (Received on Aug. 16, 1993)

\* Hisashi Osanai (Mizushima Works, Kawasaki Steel Corp., 1 Kawasakidori Mizushima Kurashiki 712)

を鋳込み床に備えている。トーチ後面にはクロップ・サンプル搬送台車を有しており、オンラインでのクロップおよびサンプル切断を可能とし、迅速な鋳片マクロ組織検査を実施している。トーチ切断後のスラブは、オンラインでのダレ取り、秤量、マーキングを経てパイラーおよびサービングスキッドにより高速台車（Dライナー）に積載されホット加熱炉へ搬送される。

#### 4. 設備の主仕様

設備の主仕様を Table.1 に示す。

##### (1) 鋳込み床設備

タンディッシュ容量は介在物の浮上性を考慮して 70ton とした。取鍋は交換時間の短縮を目的としてレードルタレットの独立回転方式を採用した。

##### (2) 連鋳機本体

連鋳機のプロフィールは垂直部 3m、7点曲げ、10点矯正の垂直曲げ型であり、機長は45m、最大鋳造速度は2.5m/分とした。さらに高速鋳造に対応するために小径分割ロール、ミストスプレーによる2次冷却方式を採用した。ロールピッチについては、高速鋳造時の凝固界面歪を、従来の当社知見に基く許容値以下に抑制できるものとした。

ロール及びベアリング長寿命化のため、無駆動ロールは2分割化し、駆動ロールについても中央に分割ベアリングを適用している。また、固定側には自動調芯、自由側には円筒コロベアリングを採用し、負荷荷重に対するベアリングの安全率 (Co/P) も4以上を確保している。

オシレーションは機械系の弾性変形による位相遅れを防止するため、架構上に固定されたステップングシリンダーに OSC テーブルを直結させる直動方式を採用し、2段に設置した板バネの平行リンク機構により横揺れを防止し、最大 400 cpm まで可能とした。

##### (3) タンディッシュ連続再使用設備

鋳造終了後のタンディッシュはタンディッシュカーで待機位置へ移動後、進入してきた傾転台車により受け取られ、残鋼排出位置へ運ばれ、そこで90° 傾転し、残鋼をポット内へ排出する。

残鋼の排出をより完全なものにするため、傾転排出中のタンディッシュは排滓完了まで継続してバーナー加熱される。

残鋼排出位置での一連の再使用工程は以下にまとめられる。

Table.1 Specification of 4CC

heat size	250 ton
slab size	220×850~1900 mm
machine type	vertical (3m) and multipoints bending and unbending
number of strand	2
metallurgical length	45 m
casting speed	2.5 m/min. (max)
ladle turner	independent two arm type
tundish	capacity 70 ton molten steel depth 1100 mm
mold oscillation	direct stepping cylinder 400 cpm (max)
tundish tilting device	tilting by hydraulic cylinder
dummy bar	top insertion
secondary cooling	air mist and variable width device
roll	split-roll and intercooling
torch	2 torch cars and 3 pairs of gas per strand

- a) 90° 傾転状態で残鋼排出する。
- b) 残鋼排出後S/N孔を酸素洗浄。
- c) S/N交換装置によりS/Nプレート取り外し、上ノズル抜き取り、羽口洗浄、上ノズル取付け、S/Nプレート取付けを行う。
- d) 上記工程完了後、タンディッシュカーへ受渡し、次鑄造の準備完了となる。

S/N交換装置は上記各機能を有する4面体で構成されており、S/Nメカはタンディッシュに設置し、耐火物だけ取り外す方式となっている。

#### (4) トーチ

4600mmの最短スラブを2.5m/分鑄造時でも連続して切断できるよう、ストランド当たりトーチ台車2台の構成とした。さらに、オンラインでクロップ及びマクロサンプルを切断するため、下流側のトーチ台車は2対のガス吹管を有している。

#### (5) 自動化機器の構成

高労働生産性の実現を目的とし、S/N交換装置をはじめとするオペレーター作業負荷軽減のための自動化機器の他、ホット加熱炉までの搬送を自動化するための機器を導入した。Table.2にその概要をまとめた。オペレーター負荷軽減については重筋作業、高熱作業からの解放を狙ったS/N交換装置の他、パウダー供給装置及び測温サンプリング装置を設置した。トーチ切断後ホット加熱炉装入までの完全無人化を達成するため、クロップサンプル切断用の2対のガス吹管を搭載したトーチ台車とクロップ搬送台車が連動して作動する。オンラインでトーチダレ除去後、秤量、マーキングを経たスラブは、パイラー、サービングスキッドにより高速搬送台車(Dライナー)に積載される。このとき、スラブ積載方法(1、2枚積み選択、2ステーションあるサービングスキッドのどちらに横持ちするか)も自動で選択する。さらに制御システムとしてEIC(電気計装-プロコン)統合システムを採用し、マンマシンインターフェイスを単純化した。

Table.2 Summary of Automatic Devices

Item	Device	Dunction
Automatic Casting Operation	sliding nozzle exchanging device	removal and attachment of upper nozzle and sliding plate, cleaning of well block
	mold powder feeding device	storage, transportation, scattering by screw feeder
	temperature measurement and sampling device	handling the continuous temperature measurement probe, automatic sampling
Automatic Slab Transportation	crop and sample slab transporting car	transporting the crop to crop pit and the sample slab to inspection room
	deburring machine	deburring by hummer with rotor during slab transporting
	marking device	piling and dot type marker
	slab piler, slab serving skid	transporting slab from piler table to D-liner
	direct-liner (D-liner)	no man control at a distance of 800m

5. 品質改善効果

(1) スラブ内の気泡、アルミナ介在物分布

スラブ内の介在物、及び気泡分布をFig.2に示す。4CCは実寸大水モデル、垣生らの式から決定した3mの垂直部を有するため4.5ton/minの高スリーブットにおいてもアルゴン気泡の発生は認められない。アルミナ介在物の集積帯もまた、鑄片内部側に移行し、かつその量も減少する。この鑄片内部の気泡、介在物分布の改善により、製品のふくれ欠陥は皆無となり、製品の表面品質も、Fig.3に示すように湾曲型連鑄機に比べて極めて良好である。

(2) 鑄片表面温度

上記の品質改善により、高速鑄造が可能となり、Fig.4に示すように機端（メニスカス下45m）の表面温度上昇が図られ、DHCRに適した高温鑄片の製造が得られている。

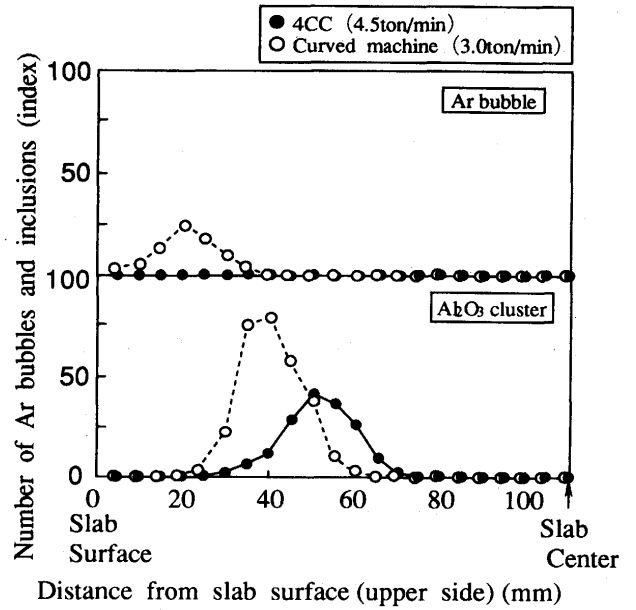


Fig.2 Distribution of gas bubble and inclusion in cast slab

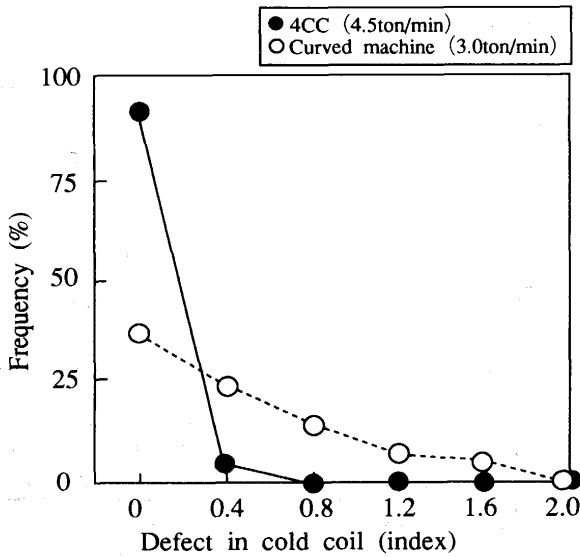


Fig.3 Distribution of surface defect on cold coil

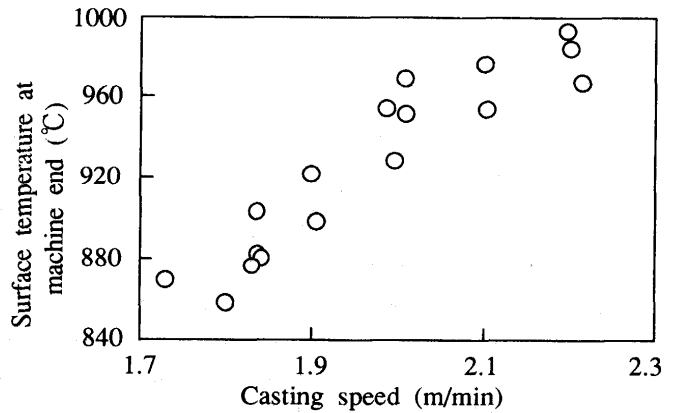


Fig.4 Relation between casting speed and surface temperature at machine end

6. 結言

水島4CCは、平成5年1月に稼動し、現在順調に生産量を伸ばしている。タンディシユの連続再使用を実施し、スラブはホットへのDHCRを無人輸送にて行っている。品質も気泡性欠陥は皆無で介在物等において良好な結果が得られている。

<参考文献>

- 1) 内田ら：材料とプロセスVOL.6 (1993) P1427
- 2) 刀根ら：材料とプロセスVOL.6 (1993) P1116
- 3) 垣生ら：鉄と鋼 60 (1974) No.7 P962