

神鋼加古川製鉄所 4号連鑄2ストランド設備の建設と操業

Construction and Operation of No. 4CC-2nd Strand at Kakogawa Works

(株)神戸製鋼所 加古川製鉄所 中峠 宏*・江波戸紘一・松尾 勝良
木村 雅保・井宮 敬吾・清水 基良

1. 緒言

加古川製鉄所では、板材の品質要求の厳格化、多様化への対応ならびに製鉄所内のスラブ物流の合理化を目的とした4号連鑄2ストランド設備(以下4-2CC)の建設を進め、1992年1月に稼働を開始した。¹⁾

本設備は、4号連鑄1ストランド設備(以下4-1CC)で確立したタンディッシュ熱間繰り返し使用技術に、ワンマンオペレーションを基本として設計した各種整備機器を織り込み、徹底した自動化、機械化により、さらに完成度の高いプロセスを指向した。また、これまで同一連鑄機において厚板と薄板を生産し、稼働率を確保するため鑄型型替え回数を減らして、圧延工場との同期化を犠牲にしていた。今回、厚板を4-2CCに集約するとともに、鑄型交換なしで厚み、幅を変更できる厚・幅可変鑄型を当社独自に開発・実用化し、スラブ物流の改善に大きく寄与している。

以下に、4-2CCの建設と操業の概要を報告する。

2. 設備概要

Table 1には、4-2CCの主仕様を4-1CCと比較して示す。4-2CCには厚板の280mm厚スラブを集約しており、230mm厚と280mm厚が鑄造できるようにしている他、厚・幅可変鑄型の採用、タンディッシュ整備作業、鑄型廻りの自動化設備をはじめとした機械化を図っている。

(1) 鑄込設備

Fig.2には、4-2CCの鑄床レイアウトを示す。

4-2CCでは、タンディッシュ整備作業を機械化すべく、タンディッシュのプレートレングスをケースごと交換するSV一括交換装置および、タンディッシュ排滓孔整備用ブレーカーなどを備えたタンディッシュ整備台車を導入した。これらの設備を配置するために、排滓方法は横転方式を採用している。

レードルターレットは昇降機能を持っており、親鋼へのユーティリティーはオートコネクターから供給している。プラズマ加熱設備は4.3MWの大容量であり、連続測温設備との組み合わせにより、タンディッシュ内溶鋼温度を自動制御可能としている。また、溶鋼の直近作業である鑄込み作業のワンマンオペレーション化を目指し、鑄造のオートスタート・オートストップフラックスの自動投入設備を実用化しており、自動注

Table 1 Comparison of specifications between 4CC/2STR. and 4CC/1STR.

		4CC/2STR	4CC/1STR
Slab Size		230×900~1800mm 280×2100mm	230×850~1800mm
Roll Profile	Machine Length	40.5m	39.0m
	Vertical Length	2.95m	2.95m
	Bending Length	10.7m	8.8m
Slag off Methode in Tundish		Lateral Tilting of Tundish (~165°)	Longitudinal Tilting of Tundish (~90°)
Plasma Arc Heating Equipment	Type	AC 1Φ, Two Torches	AC 1Φ, Two Torches
	Capacity	Max. 4.3MW	Max. 2.4MW
Mold		Thickness and Width Changeable Mold	Width Changeable Mold
Others		<ul style="list-style-type: none"> •TD SGV case Exchange Device •TD Maintenance Car •Automatic Connector to Supply Utilities for Ladle •Roll Gap Control Device in Casting 	

平成4年7月27日受付 (Received on July 27, 1992)

* Hiroshi Nakatao (Kakogawa Works, Kobe Steel, Ltd., 1 Kanazawa-cho Kakogawa 675-01)

入、鑄型内監視モニターとの組み合わせにより、完全遠隔操作を目指している。

(2) 厚・幅可変鑄型

加古川製鉄所の厚板スラブサイズは、230mm × 1230mm、230mm × 1770mm、280mm × 2100mmの3サイズである。従来は、280mm厚スラブは3CCにおいて鑄型替えを実施して鑄造していたが、4-2CCで厚板を集約すると同時に、鑄型替えを行うことなく、すべてのスラブサイズが鑄造できるように厚・幅可変鑄型を開発、実用化した。本鑄型は、Fig. 3に示すように広面銅板端部をし字型としており、狭面銅板の位置を変更することにより、異なった厚みの鑄造を可能としている。鑄型の厚み変更に伴う時間は約5分と、大幅に短縮された。

(3) ロールスタンド

ロールプロフィールは280mm厚スラブの曲げ・矯正歪みを考慮して、10.7mの基準円弧とした。ロールは内部割れに対応するため、バルジングを抑制するようにすべてセグメントロールとして小径化を図った。

また、水平ゾーンでは鑄造時のロール隙間変更機能を持たせ、同時にフレーム強度のアップを図っている。

二次冷却については、全ゾーンをミスト冷却とし、端部と中央部を独立制御することにより、鑄片幅に応じた適正冷却を可能としている。

(4) タンディッシュ整備台車

タンディッシュ整備作業として、排滓口の整備、上ノズル、ポーラスプラグの押し抜き、タンディッシュ内観察等があり、これらタンディッシュ整備作業を短時間で1名で作業できるように無線遠隔操作式の整備台車を設置した。Fig. 4に、タンディッシュ整備台車の設備を示しており整備台車は、排滓位置にて傾転したタンディッシュの側面から作業するようになっている。

(5) オートジョイント

タンディッシュの移動、傾転にともなうユーティリティーの接続、開放を4箇所に行っており、毎キャスト作業が発生し負荷が高い。今回これら接続、開放作業をすべてオートジョイントに行っている。また、鑄型交換時の油圧等のオートジョイントについても実用化しており、親鋼のオートジョイントを含めた6ヵ所について、稼働以降問題なく安定して作動しており、作業負荷の軽減および、作業時間の短縮に大きく寄与している。

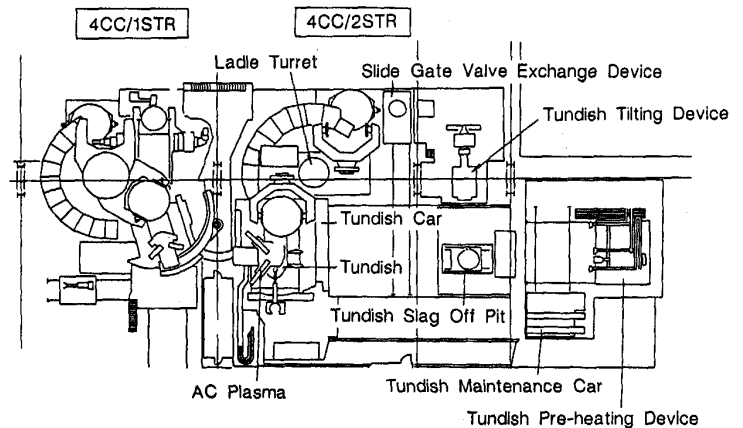


Fig. 2 Layout of casting floor

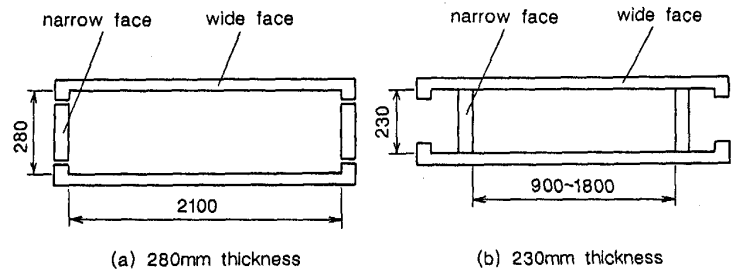


Fig. 3 Schematic drawing of mold thickness changing

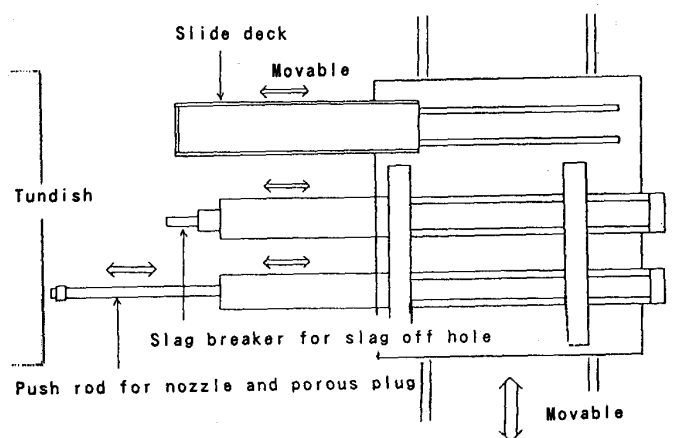


Fig. 4 Tundish Maintenance Car

3. 操業状況

3-1. タンディッシュ整備

Fig.5 に、4-2CC のタンディッシュ熱間繰返し使用フローを示す。 casting 終了後タンディッシュカーは排滓場に移動し、傾転によりスラグおよび地金の排滓を行う。排滓後、SV一括交換装置にてタンディッシュよりSVケースを取り外し、新しいSVの組み込まれたSVケースを取り付ける。これら一連の作業は、遠隔無線操作により自動運転されている。

排滓孔部のスラグ、地金の付着が大きな場合は、TD整備台車のブレーカーにより排滓孔整備を行う。整備台車によるポラスプラグ等の耐火物の交換、スライドデッキからの整備および点検の一連のTD整備が終了した後、バーナーによりタンディッシュ耐火物を加熱し、次回 casting に使用する。現在、タンディッシュ寿命は400Ch 以上を達成している。

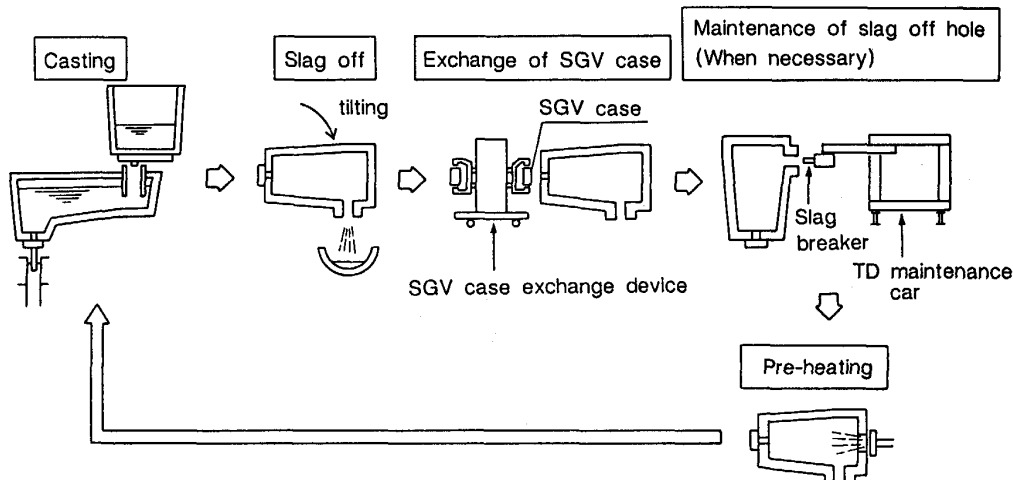


Fig.5 Operation cycle of tundish in hot condition of 4CC/2STR.

3-2. プラズマ加熱

casting 中の溶鋼温度制御の精度を向上するため、4.3MW の大容量交流プラズマを開発し、実機での出力制御特性を確認した。

Fig. 6 にプラズマ加熱出力と、溶鋼昇熱速度の関係を示す。3MW 以上の高出力時においても、熱効率60%程度を得ることができている。 casting 中に溶鋼の連続測温を実施し、プラズマの出力制御により溶鋼温度を一定に制御するシステムを開発しており、温度自動制御実用化の目処を得ている。

3-3. 厚・幅同時可変鑄型

280mm 厚スラブの casting 時には、狭面銅板を広面銅板L字型端部にセットする。 casting 中の広面銅板の熱膨張量と casting 速度とは比例関係にあることから、4-2CC では、狭面銅板を熱膨張代を考慮してオフラインセットすることにより、 casting 中の突き合わせ面の段差がなく、良好な鑄片品質を確保している。また、銅板寿命についても従来タイプと同等を達成している。

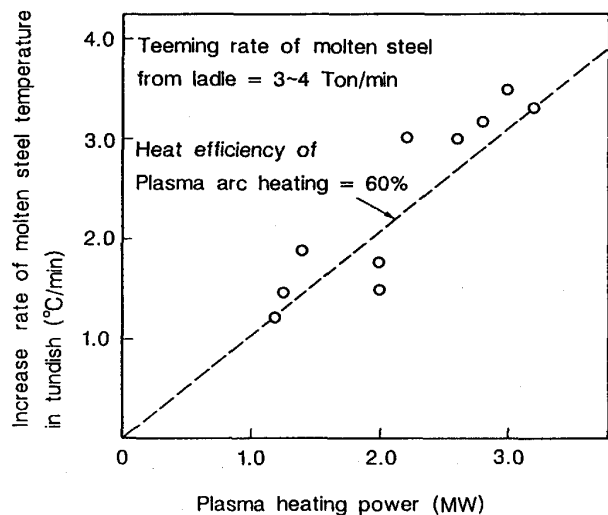


Fig.6 Relation between plasma heating power and increase rate of molten steel temperature in tundish

4. 品質

4-1. 表面品質

厚板における横小割れの防止のために、ミスト幅切り冷却を用いてスラブ幅に応じた適正冷却を行い、曲げおよび矯正域のスラブ表面温度制御パターンを鋼種に応じて確立した。また、ミストノズル詰まりセンサーの実用化²⁾、矯正入り側鑄片表面温度監視モニター設置³⁾により、鑄片の冷却設備管理を行なっている。これら、冷却技術に加えて、高剛性ロールスタンドの採用、アライメント管理の徹底により、Fig. 7に示すようにHCR材における横小割れの発生はなくなっている。

4-2. 内部品質

介在物レベルは大型タンディッシュおよび垂直鑄型の効果により、Fig. 8に示すように、従来鑄造していた湾曲型の3CCに比較して鑄造速度が早いにもかかわらず、大幅に改善されている。タンディッシュの熱間繰返し使用においては、タンディッシュ内スラグの排滓性の確保が重要となる。このために、タンディッシュ内スラグを改質してスラグの融点粘性を下げるのが効果的である。

4-2CCは厚板主体の鑄造を行なっており、薄板主体の4-1CCに比して、 Al_2O_3 が低く、 CaO/SiO_2 が低い傾向にある。これを、目標組成に合わせるために、タンディッシュ内添加フラックスの組成、量を調整し、排出性の向上を図っている。

また、UT(超音波探傷)不良率についてもFig. 9に示すように3CCに比して約4/1に低減している。UT不良は、水素および介在物起因が主体であり、介在物に加え、4-2CCではタンディッシュ熱間繰返し使用により水素系欠陥を大幅に減少させている。

5. 結言

加古川製鉄所4-2CCでは、立ち上げ以降順調に設備稼働させ、安定した操業を行なっている。今回導入した機械化、自動化設備については、当初の目標であった、作業のワンマンオペレーション化に大きく寄与しており、また、表面、内部品質ともに良好な品質を得ている。

- 文献: 1) 齊藤ら CAMP-ISIJ Vol.5(1992)-229
 2) 岸野ら CAMP-ISIJ Vol.5(1992)-226
 3) 細谷ら CAMP-ISIJ Vol.5(1992)-227

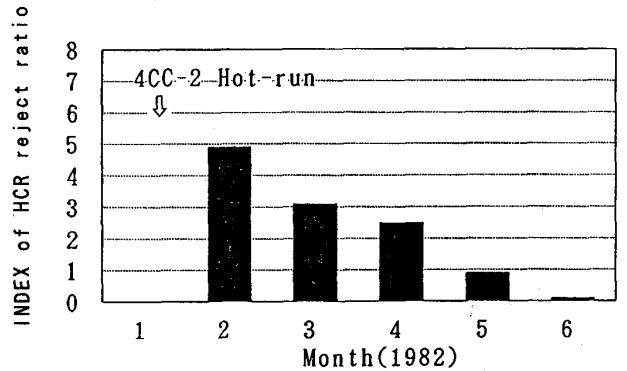


Fig. 7 Monthly HCR reject ratio caused by slab surface defects

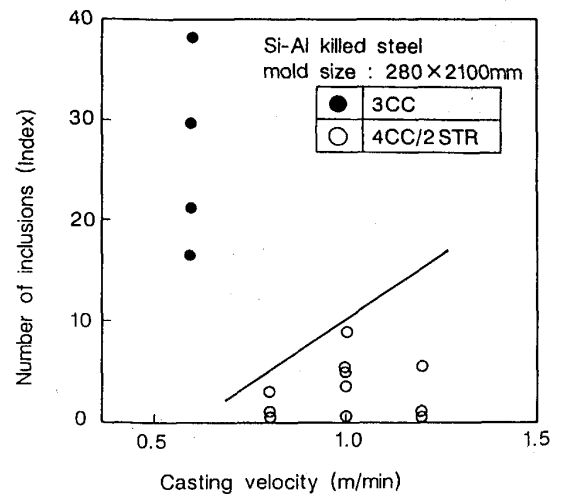


Fig. 8 Relation between casting velocity and number of inclusions

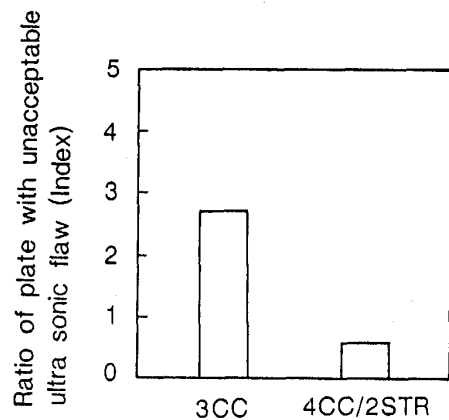


Fig. 9 Comparison of ratio of plate with unacceptable defects between 3CC and 4CC/2STR.