

大同知多工場第2号連鑄設備の建設と操業

Construction and Operation of No.2 Continuous Caster at Chita Plant

大同特殊鋼(株)知多工場

森井 廉・小沢正俊・稲垣佳夫

高橋 元*

生産技術部

早川 静則

1. 緒言

大同特殊鋼(株)知多工場では、1980年に第1号連鑄設備(全湾曲型)の操業を開始し、自動車用条鋼を主体とした肌焼鋼、強靱鋼からばね鋼に至る特殊鋼の生産を、月間6万tの規模で行ってきたが、今回、多品種・小ロット品の効率生産とそれによる連鑄比率の大幅向上を実現すべく、第2号連鑄設備を建設した。

本設備は第1号連鑄設備に隣接して設置された完全垂直型、丸モールドの4ストランドマシンで1992年1月に稼働を開始し、ステンレス鋼、軸受鋼生産を主体に順調に稼働中である。

本報では第2号連鑄設備の特徴と操業の概要について報告する。

2. 設備仕様

第2号連鑄設備の主仕様をTable 1に、設備側面図をFig. 1に示す。

Table 1 Main specifications of No.2CC

	specifications
Type	Vertical bloom caster
Capacity	57,000 t/month
Number of strands	4
Bloom size	350 mm ϕ
Machine length	25.3 m
Machine height	43.5 m
Bending radius	—
Ladle size	80 t
Tundish size	20 t
Casting velocity	0.65 m/min
Steel grade	Bearing steel Spring steel Stainless steel
Electro-magnetic stirrer	Mould & strand
Secondary cooling	Air-mist spray
Tundish heating device	Induction heater max. 1,000 kW
Soft reduction device	4 Reduction rolls
Automatic device	Automatic casting start system

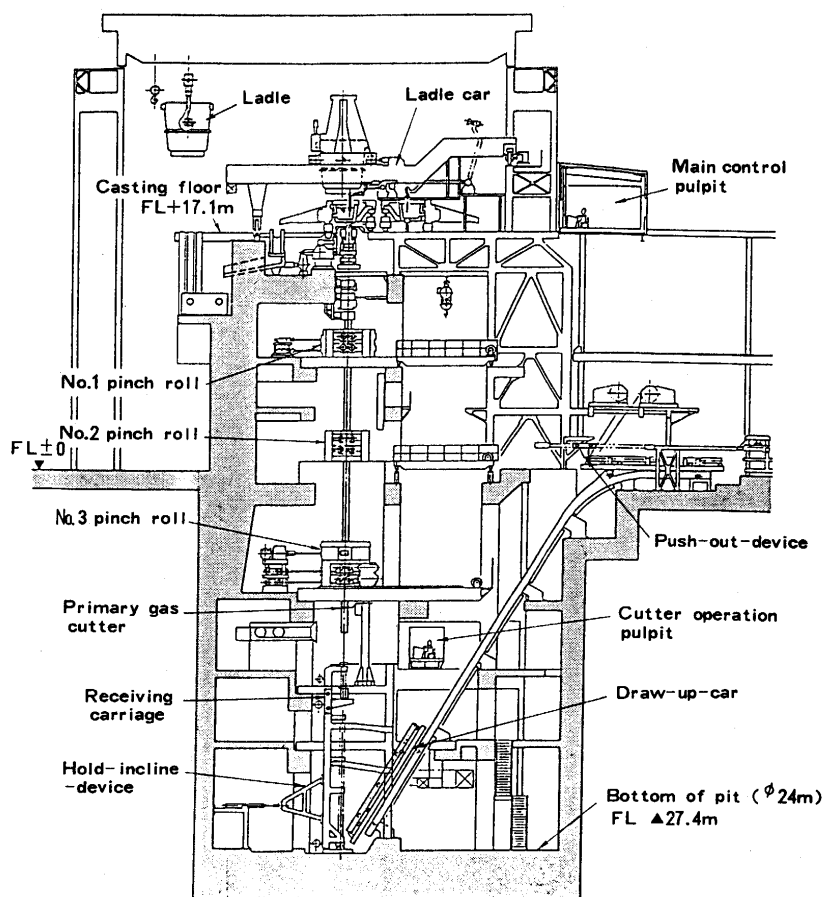


Fig.1 Side view of main machine lay-out

3. 設備の特徴

Table 2に本設備の特徴を示す。本設備では軸受鋼、ステンレス鋼、工具鋼、ばね鋼等あらゆる鋼種の量産化を図るべく、特に品質を最優先した基本仕様（丸、垂直）から成り、その実現のために最新技術を導入した新鋭マシンとなっている。

Table 2 Machine features of No.2CC

Concept			Features						
			Round mould	Vertical machine	Soft reduction	EMS	Mist cooling	Tundish heater	Others
High quality	Surface/sub-surface quality	Cracks	○	○		○	○		
		Inclusion		○		○		○	
	Internal quality	Cracks	○	○					
		Segregation	○	○	○	○		○	
Low operating cost	Productivity & yield						Versatile use of 4 or 2×2 strands		○
	Automatic operation						Automatic cast start system		○

3. 1 高品質化対応

内質面では鑄片中心偏析の改善と介在物品位の向上を狙って、また表面品質の面からは矯正時の表面ワレ防止及び鑄片表層組織の均一化を狙って丸モールド+完全垂直マシンを採用したが、更に軽圧下装置、タンディッシュ内溶鋼加熱装置等も導入し、高品質化を図った。

3. 1. 1 軽圧下による高C鋼中心偏析改善

Fig. 2に軽圧下設備仕様概要を示す。軽圧下ロールは $\phi 400 \times 4$ 段で構成され、下方の2段は位置変更可能な設備となっている。圧下量制御には油圧サーボ方式を採用し ± 0.1 mmの高精度コントロールを可能としている。

Fig. 3にマシンタイプ別、及び軽圧下有無条件下における軸受鋼（1% C-Cr）の4 mm ϕ ドリルによる中心偏析度（C/C₀）の比較一覧を示す。軽圧下条件は減面率2%（片側圧下量10 mm）、中心固相率（f_s）0.2～0.65である。

中心偏析を安定して良化させ、かつ内部ワレを抑制する条件としてf_s = 0.4近傍に最適圧下位置が存在することが認められる。この領域で軽圧下した鑄片縦断マクロエッチ組織を軽圧下を実施しなかった同一ヒートの鑄片、及び湾曲型マシン（No. 1 CC）で製造した鑄片と比較してPhoto. 1に示す。

鑄片組織には明らかに有意差が認められ、通常の軽圧下無しの鑄片に対して軽圧下鑄片の中心部はキャビティV偏析が大幅に軽減されていることがわかる。V偏析角度も軽圧下の方が明らかに広角化している。これらのことから軽圧下による中心偏析改善効果は凝固収縮分補償が可能な最適位置での軽圧下による凝固末期結晶粒のブリッジング生成抑制によるものと推定できる。

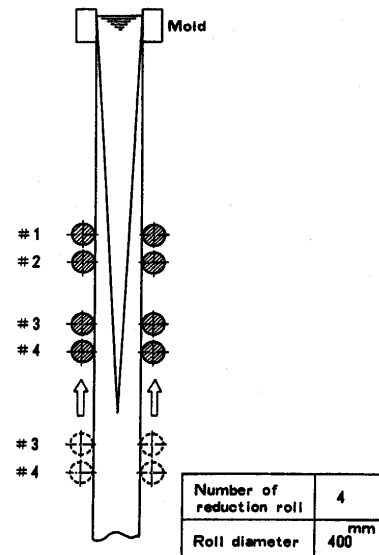


Fig. 2 Schematic illustration of reduction roll profile

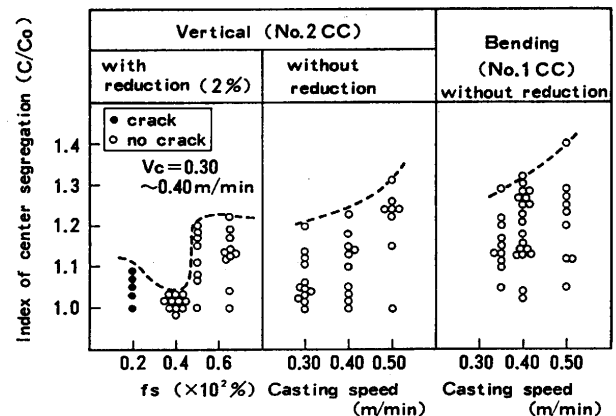


Fig. 3 Comparison of center segregation between with and without soft reduction

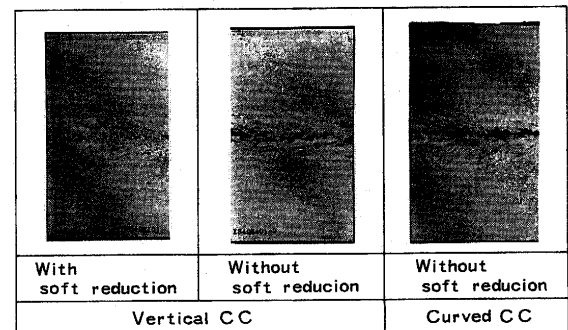


Photo. 1 Macro structure at longitudinal section of as-cast blooms with or without soft reduction

3. 1. 2 タンディッシュ内溶鋼加熱装置 (TDヒーター)

Fig. 4に加熱装置概要を示す。加熱装置はASEA-川鉄式溝型誘導加熱タイプでタンディッシュの中央部に設置されている。電源容量は1000kW (50Hz)、加熱効率は70%でコイル、耐火物とも水冷方式である。

Fig. 5に定常部における昇温テスト結果を示す。投入電力は900kW、スループットは15kg/secである。1, 2ストランド、3, 4ストランドの各ストランド間で1.9°C/minとほぼ同じ昇温速度を得ており、レードルからの注入溶湯が加熱装置全面で十分攪拌され、各ストランドに均一に分配されていることが認められる。

Fig. 6に最終チャージ、レードル注湯終了後のタンディッシュ内温度挙動実績を示す。通常加熱無しの場合、1.5°C/minの温度降下が認められるが、適正な加熱パターンを選択することにより casting 終了まで定温操作が可能となっている。

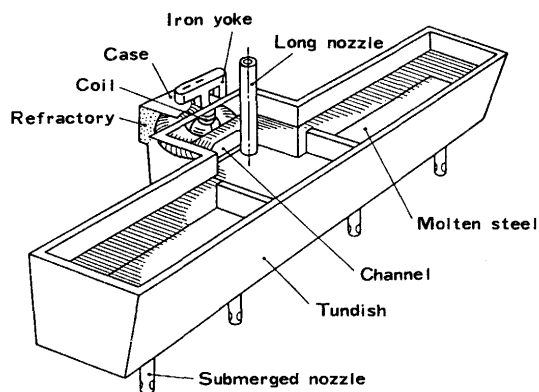


Fig. 4 Schematic illustration of the tundish-heating device

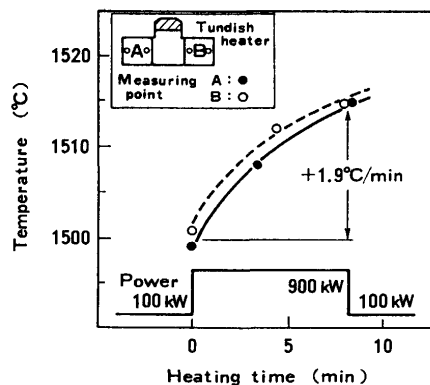


Fig. 5 Effect of tundish-heater on temperature raising

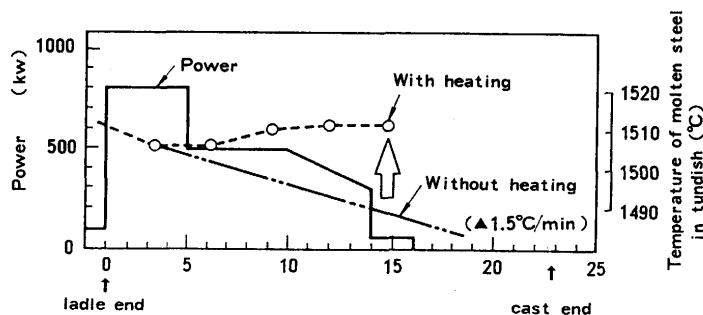


Fig. 6 Result of operation with tundish-heater

3. 2 低コスト化対応

小ロット多品種生産に対する低コスト化及び多ストランドの casting スタート時の作業人員抑制を狙い、2ストランド-2マシン機能、オートスタートシステム等を付加した。

3. 2. 1 2ストランド-2マシン機能

本設備は4ストランドマシンであり通常1レードル (1鋼種) に対して4ストランド操業 (4ストランド-1マシン) を主体としているが、異鋼種 (2レードル) の同時 casting 化 (2ストランド-2マシン) を実現すべく、 casting 床にはレードルカー×2基、タンディッシュカー×4基を配置し、各レードル単位でのタンディッシュ交換が可能のように回転テーブル方式を採用した。

Fig. 7に4ストランド-1マシン、2ストランド-2マシン時の casting 床の各設備配置概要を示す。

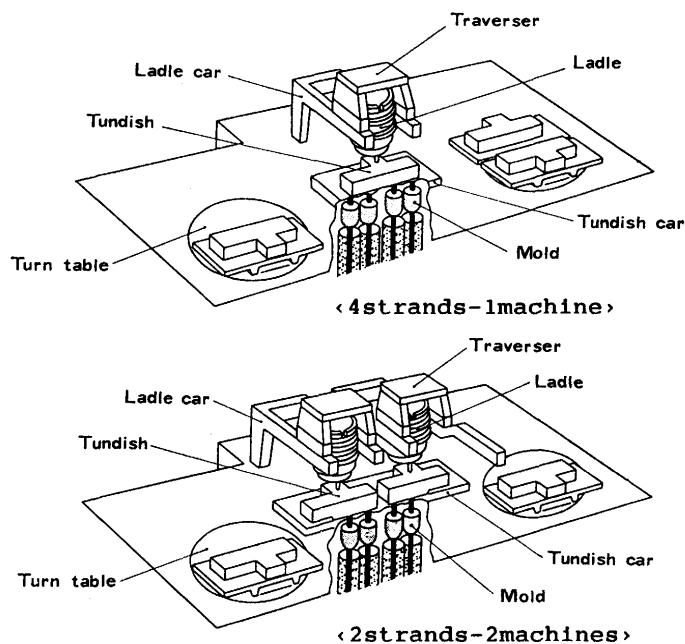


Fig. 7 Schematic illustration of 4strands-1machine and 2strands-2machines operation

3. 2. 2 オートスタートシステム

Fig. 8にモールド内湯面制御装置概要を示す。湯面制御は渦流式センサーによるスライディングノズル(SN)制御方式を適用している。

Fig. 9にオートスタートシステムの概念図を示す。システムの特徴は定常時の湯面制御に適用している渦流センサーをスタート時のモールド内湯上り検知(ピンチロール起動用等)にも適用している点にある。これによりストッパー開孔以降、湯面制御自動(SN自動)入りまで完全自動オペレーションが可能となっている。

Fig. 10従来のマニュアルスタート時との湯面チャート比較を示す。従来のスタート方法ではストッパー開孔からSN自動入りまで約3分の時間を要し、その間は湯面が不安定になりがちであったが、今回のオートスタートシステムでは40秒でSN自動入りが可能となっており、鋳片B o t. 品質の向上、スタート作業の安定化に大いに寄与している。

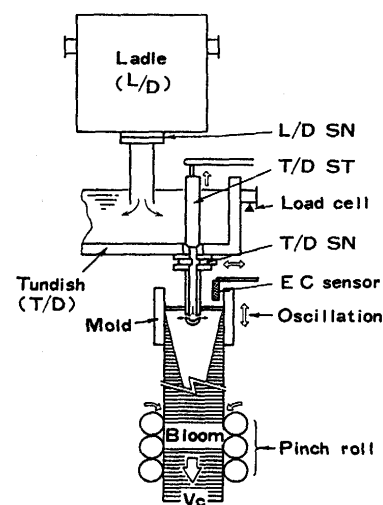


Fig. 8 Schematic illustration of mold level control equipment

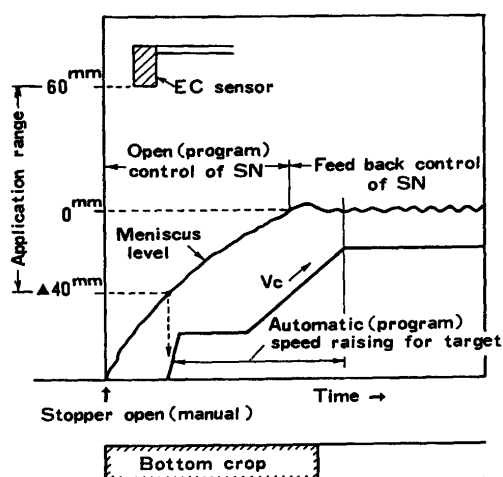


Fig. 9 Concept of automatic starting system

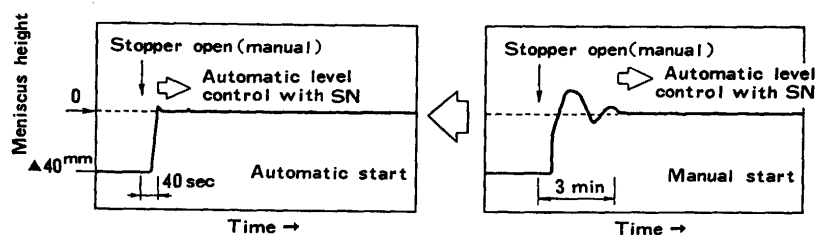


Fig. 10 Effect of automatic starting system on the accuracy mold level

4. 結言

第2号連鑄設備は1992年1月稼働以後、生産量、品質とも計画通りの効果を発揮している。生産能力は現状分塊加熱炉1/2操業下でMax 35000 t/月であるが、本年8月以降、加熱炉2基操業体制の完整に伴い、軸受鋼等の均熱時間ネックの解消、2ストランドー2マシン操業の拡大によりMax 57000 t/月となる予定である。今後も多機能マシンの特色をさらに生かして、高級鋼の安定生産を図るべく努めていく所存である。