

## インライン・リダクション・ミル付き連鋳設備の建設とビレット品質

## Construction of Continuous Casting Machine with In-line Reduction Mill and Billets Quality

トピー工業(株)豊橋製造所 松原 光成\*・渡辺 晶雄・能野 基道  
住友重機械工業(株) 川上 隆・金森 敏夫

## 1. 緒言

当社は、多種類の小断面ビレットを効率的に生産し、かつ圧延・半成工程の省略によるコスト低減をはかる目的でインライン・リダクション・ミル（以下IRMと略す）付きビレット、ブルーム兼用連鋳機を設置した。

本連鋳設備は、平成元年3月の稼動開始以降、順調な操業を行っている。また本設備の特色であるIRMについても試験を進めており、120 中の鋳片からIRMを用いて85 中と90 中の半成品を得ている<sup>1)</sup>。以下に新連鋳機の設備概要とビレット品質について報告する。

## 2. 設備概要

## 2.1 連鋳機の設備仕様

設備仕様をTable 1に示す。またそのレイアウトをFig. 1に示す。

本設備の特徴であるIRMは、ピンチロールとトーチカッターの中間、均熱帯後部に位置しており、完全凝固後に圧延する方法をとっている。また縦ロール（1V）と水平ロール（2H）の2パス圧延の採用により、120 中の鋳片から85~115 中および90~110 中の小断面ビレット（以下鋼片と略す）の製造を可能としている。

モールドやエプロンは1サイズのみで多種類の鋼片を鋳造生産できるので、モールド台数や予備品等が低減でき、さらに圧延後に鋼片を切断するため、クロップの発生がほとんどなく、製品の歩留が向上できるなどの利点をもっている。

## 2.2 IRMの設備仕様

Table 2にIRMの設備仕様を示す。

IRMは反鋳込方向側から1V,

Table 1 Specification of C.C.M.

Maker	Sumitomo
Type	Curved Type with 2-points unbending
Bending Radius	8.0m/15.0m
Machine Length	77.4m
Number of strand	2-strands
Bloom & Billet size	中120, 160×280
In-Line Reduction size	中85~中115, φ90~φ110
Casting speed	max. 3.5m/min
Ladle capacity	34tons
Tundish capacity	15tons
Oscillation	stroke~10mm, ~300cpm
EMS	M+S
Secondary cooling	Mist spray
Number of mill	2-mills (1V-2H)
Mill Type	Hydraulic Reduction
Cutting unit	Torch gas cutter

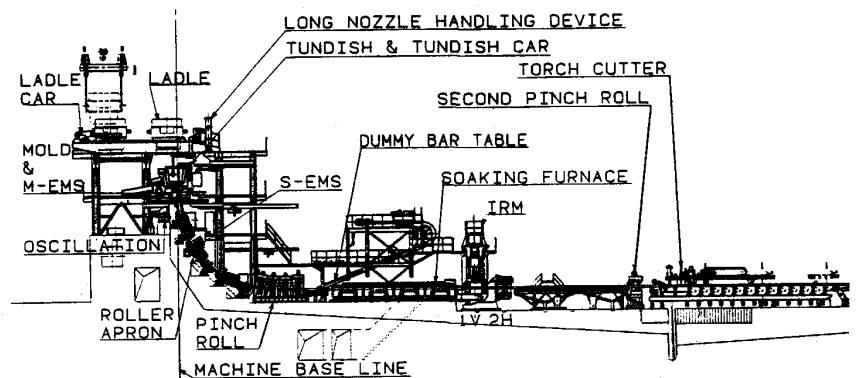


Fig. 1 GENERAL LAYOUT OF CASTER.

平成 3年11月 1日受付 (Received Nov. 1, 1991)

\* Mitsunari Matsubara (Toyohashi Works, Topy Industries, Ltd., 1 Akemi-cho Toyohashi 441)

2 Hの順に配置しており、圧延速度は1 V, 2 H間のテンション測定による自動制御を実施している。

2.3 品質対策

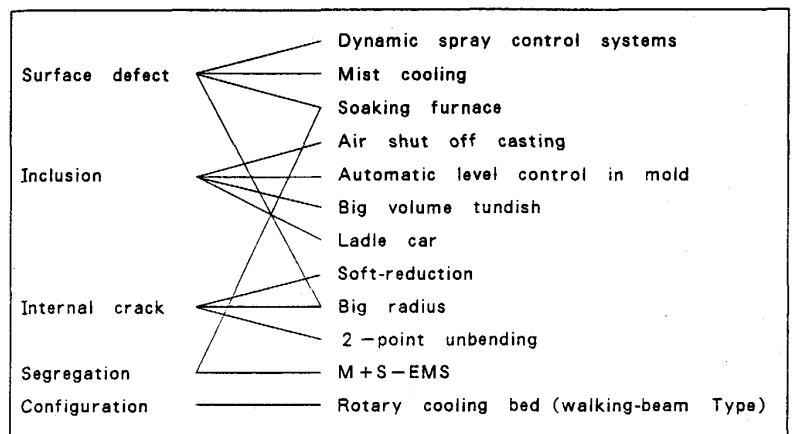
本連鑄機は高品質の確保を最重点とし Table 3 に示す品質対策を採用している。主な採用理由は以下の通りである。

- ①電磁攪拌装置：中心偏析，内部割れセンターポロシティの低減を目的にモールドおよびストランド電磁攪拌を導入
- ②ダイナミック・スプレー・コントロールシステム (DSS)：鑄片の表面温度をスプレー水にてコントロールし、圧延時の脆化温度を回避し、表面微割れを軽減
- ③均熱帯：鑄片表面温度の均一化およびリン(P)の偏析の緩和を目的に均熱帯を設置
- ④回転搬送装置：鋼片を500℃以下に冷却し曲がり防止

Table 2 Specification of In-line reduction mill.

Mill type	Swing arm Type
Screw down device	Hydraulic cylinder Type
Roll	φ560 ×300 Sleeve Type (single-caliber)
Drive motor	1V:DC 75kw 2H:DC 90kw
Control of velocity	Tension control

Table 3 The principal remedy of quality.



3. 試験結果

3.1 供試材の化学成分と鑄込条件

120 中の鑄片を85中にIRM試験を行った鋼種の化学成分と鑄込条件を Table 4 に示す。

Table 4 Chemical composition and casting conditions of test billet.

Chemical composition (%)					Casting temp. (°C)	Casting speed (m/min)	Cooling water (l/kg)
C	Si	Mn	P	S			
0.27	0.19	0.43	0.023	0.013	1548 ~ 1563	3.05	0.40

3.2 表面性状

小断面の鑄片と鋼片および分塊圧延材での表面性状の比較をマクロ的に評価し Table 5 に示す。

鑄片の表面品質は寸法，割れにおいてやや劣っているのに対し，鋼片では鑄片にみられる表面欠陥はほとんどみられず特に変形，コーナーRにおいて優れている。

また鋼片は分塊圧延材と比べてもバルジング，コンケープ，寸法，スケール疵

Table 5 Comparison of Surface quality.

Item	As cast	In-line reduction	As roll	(Valuation)
Rhomboidity	○	◎	◎	◎ superior
Bulging	○	○	◎	○ common
Concavity	○	○	◎	× inferior
Dimension	×	○	◎	
Corner R	○	◎	◎	
Camber	○	○	○	
Sweep	○	○	○	
Crack	×	○	○	
Scale defect	○	○	◎	

でやや劣るものの圧延製品として十分実用化するレベルにあることを確認している。

鑄込速度と表面割れ発生の関係をFig.2に示す。鑄込速度が3.0m/minの時は、割れの発生はほとんど認められないが、鑄込速度が2.5m/minではコーナー部に割れが発生し、2.0m/minではコーナー部と面の中央部に割れが多く発生する。この関係を鑄込速度と鑄片表面温度との間で整理するとFig.3とFig.4が得られる。

Fig.3は上面中央部の表面温度を、またFig.4はコーナー部の表面温度を矯正点および均熱帯の出口で測定した結果である。上面中央部の表面温度は、鑄込速度2.5m/min以上で両出口とも1000℃以上となっているが、2.0m/minでは均熱帯の出口で約900℃に低下している。またコーナー部の表面温度は、鑄込速度3.0m/minで1000℃以上、2.0～2.5m/minで900～950℃となっている。

鋼片の表面割れは、矯正時および圧延時の鑄片表面温度と密接な関係があり、以上の結果から表面割れを防止するには、少なくとも950℃以上の表面温度にすることが重要となる。このためには鑄込速度を3.0m/min以上に管理する必要がある。

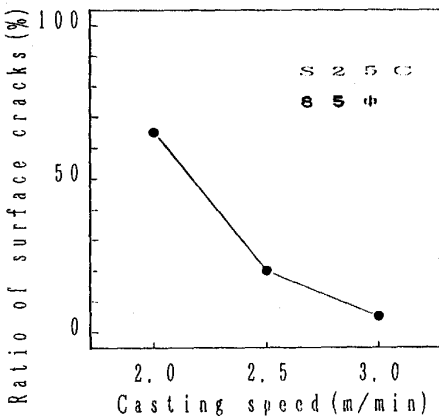


Fig.2 Relation between Ratio of surface cracks and casting speed.

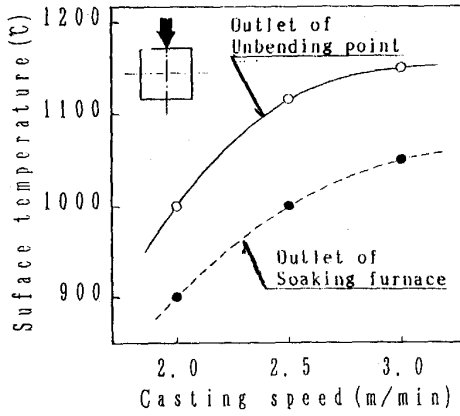


Fig.3 Relation between surface temperature at top of 120φ and casting speed.

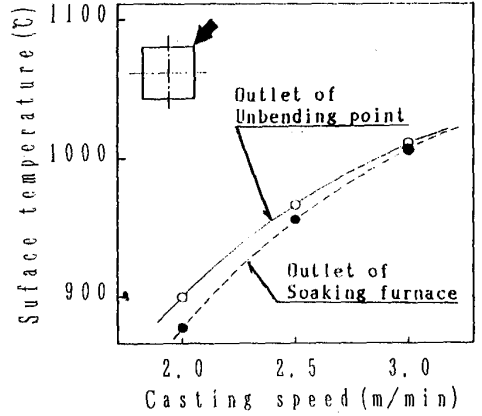


Fig.4 Relation between surface temperature at corner of 120φ and casting speed.

### 3.3 内部性状

#### 3.3.1 断面マクロ組織

Photo.1にIRM圧下前後の横、縦断面のマクロ組織を示す。

圧下前の鑄片は中心部にポロシティがみられるが圧下後の鋼片はポロシティがつぶされ健全な組織となっている。

Photo.2には1V-2Hの圧延過程での縦断面マクロ組織を示すが、センターポロシティが1Vの圧下により圧着されている様子がわかる。

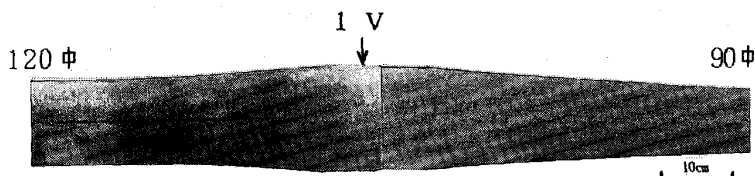


Photo.2 Macro structure of longitudinal cross section under reducing to square.

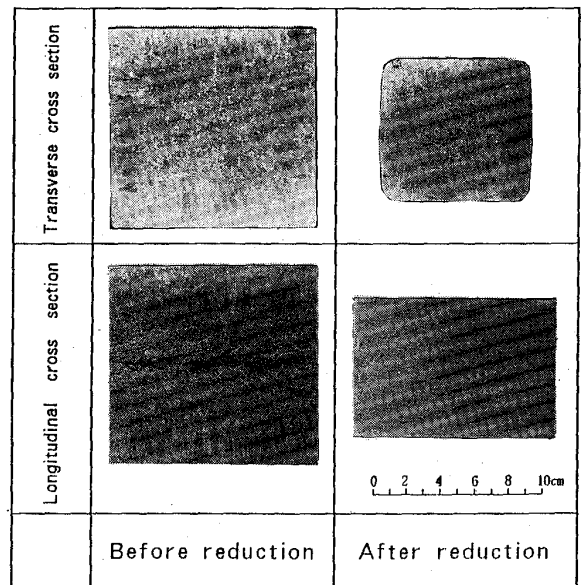


Photo.1 Effects of Reduction.

さらに画像解析処理により120φ中鋳片，85φ中鋼片85φ分塊圧延材の縦断面軸芯部でのポロシティの発生状況を定量的に調査した結果をFig.5に示す。

85φ中鋼片は120φ中鋳片に比べて平均長，最大長，個数で30～50%に減少しており，85φ分塊圧延材と比べてみてもほぼ同レベルのポロシティ発生状況となっている。

3.3.2 ミクロ組織

Photo.3にIRM圧下前後の鋳，鋼片内部のミクロ組織と分塊圧延材のミクロ組織を比較した結果を示す。

圧下前の鋳片は、通常の鋳造組織が見られるが圧延比2の鋼片には鋳片に見られたウィドマンステッテン組織が少なくなっており、表面，中間部の結晶粒は微細化している。

このように鋼片は、鋳造時のデンドライト組織が微細化し、分塊圧延材に匹敵するミクロ組織に改善されている。

3.3.3 機械的性質

85φ分塊圧延材と85φ中鋼片を用Photo.3 Micro structure of as-cast , in-line reduction billet and as-roll.

い表面部と中心部よりJIS4号引張試験片を鋳造方向に平行に3箇所から採取し、試験を行った。結果をFig.6に示す。

両材とも機械的性質はほぼ同じレベルでありインライン圧延によって分塊圧延材と同等の製品が得られることを示唆している。

4. 結言

新連鋳機の設備概要とビレット品質について述べた。

これまでの品質調査結果によりインラインで圧延を行った鋼片は、分塊圧延材に匹敵する性状を示し、充分実用化しうるレベルであることを確認した。

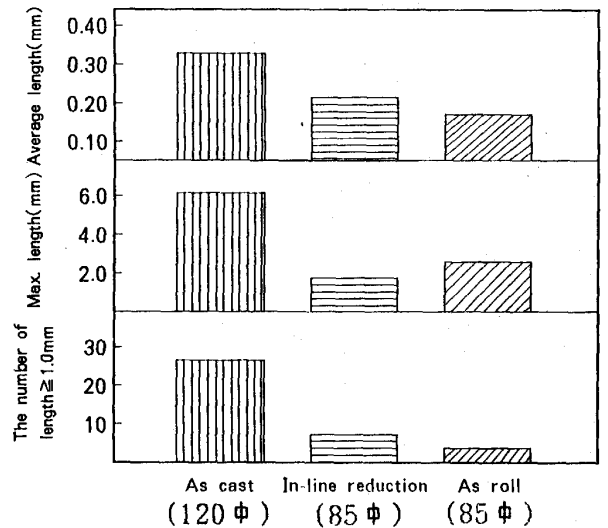


Fig.5 Results of image analysis.

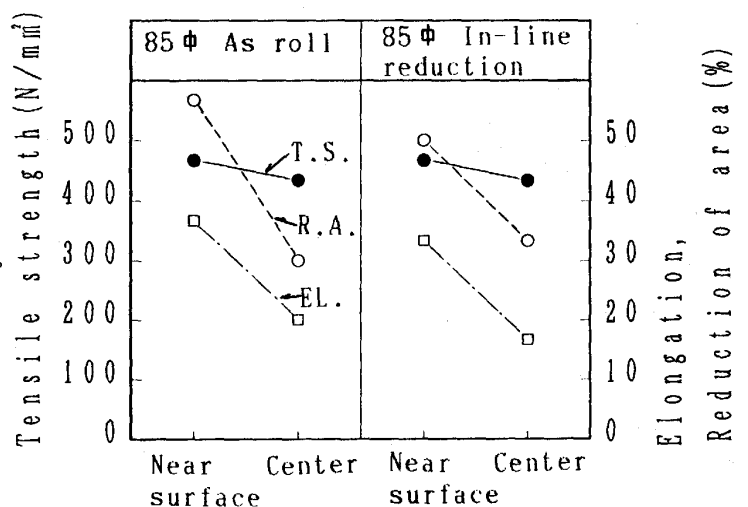
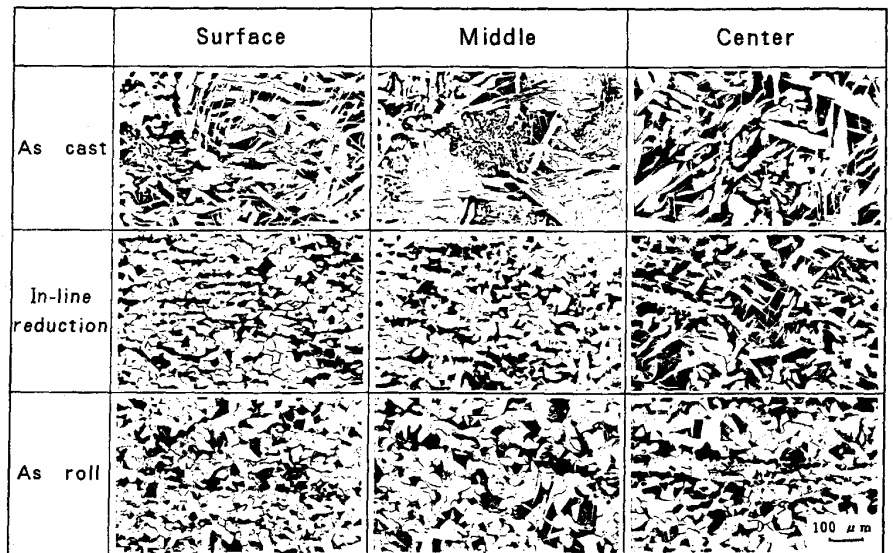


Fig.6 Results of Mechanical properties.