

日新製鋼呉連铸機改造および高炭素鋼鑄造技術

Reconstruction of No.1 Continuous Casting Machine and Continuous Casting Technic
for High Carbon Steel at Kure Works日新製鋼(株)呉製鉄所 鎌田龍二*・前田雅之
池田純治・栗原健郎

1. 緒言

呉製鉄所では、現在、熱冷延用特殊鋼を月間約25,000トン生産しており、その大部分を第一連铸機（以下1 CCMと記す）にて製造している。

1 CCMは昭和42年稼働の第1世代マシンであり、この間、溶銑予備処理設備¹⁾および電磁攪拌装置の導入²⁾等の改善を行ってきた。さらに、ますます厳格化する特殊鋼の品質向上を主眼として、平成元年4月に改造工事³⁾を実施した。

以下に、改造工事の目標のひとつであった高炭素鋼の連続鑄造について報告する。

2. 設備概要

Table. 1に1 CCMの主仕様を示す。主要改造部の考え方は、以下のとおりである。

- (1) 介在物軽減のための、タンディッシュの大型化。
- (2) 中心偏析軽減のためのロールピッチ短縮および架構強化。
- (3) 表面割れ防止のための2次冷却帯の全ゾーン気水幅切化。
- (4) 鑄造速度向上のための機長延長。
- (5) 連々鑄チャージ数向上のための鑄造中幅変更システムの採用。
- (6) 狭幅材の倍尺鑄造も考慮した鑄造可能幅の拡大。

Table 1 Comparison of specifications
of No.1CC

Item		After reconstruction	Before reconstruction
Ladle size		90 ton/ch	90 ton/ch
Machine type		Vertical type	Vertical type
Numbers of strand		2	2
Slab Size	Thickness	200mm	190mm
	Width	600～1610mm	610～1325mm
	Length	5,000～9,000mm	5,000～9,000mm
Machine length		12.8m	9.8m
Casting speed		max. 1.0 m/min	max. 0.75 m/min
Tundish	Capacity	30ton	15ton
	Bath depth	1000mm	600mm
Slab supporting system		Short-pitch divided roll	Conventional roll
Air mist secondary cooling system		applied to all zones	applied to only one zone
Mold width adjusting during casting		with	non
EMS		with	with
Process computer		with	non

平成4年11月17日受付 (Received on Nov. 17, 1992)

* Ryuji Kamada (Kure Works, Nisshin Steel Co., Ltd., 11-1 Showa-cho Kure 737)

3. 高炭素鋼の連続 casting

3. 1 中心偏析の軽減

1 C C M改造の目標として、高炭素鋼、合金鋼の casting に適するマシンとし、SK 2 (C ; 1.3%) までの casting を安定して実施できるように、中心偏析の軽減と内部割れ発生の防止に留意した。

中心偏析の軽減には、クレーターエンド近傍での凝固シェルのバルジングによる未凝固濃化溶鋼の流動を防止することが重要である。Fig. 1 にバルジング量と偏析度指数の関係を示す。クレーターエンド近傍のバルジング量を0.10mm以下に抑えることで、偏析度指数を1.0以下にできる。

Fig. 2 にSK 2 相当鋼種におけるロールピッチとクレーターエンド近傍でのバルジング量との関係を示す。バルジング量を0.10mm以下に抑えるには、ロールピッチは300mm以下必要になる。

3. 2 内部割れの防止

内部割れを防止するには、内部割れ発生限界歪内での casting を行わなければならない。1 C C Mは完全垂直型のため、矯正歪を無視できる。よって、ロール間バルジング歪の低減とロールミスアライメントの防止がポイントになる。

Fig. 3 に、[C] 量と内部割れ発生限界歪量との関係を示す。⁴⁾ SK 2 の内部割れ発生限界歪は約0.4%と推定されることより、SK 2 において内部割れを防止するには、歪量を0.3%以下にする必要がある。Fig. 4 に、トータル歪量に対するロールピッチとミスアライメント量との関係を示す。メンテナンス性を考慮し、ロールミスアライメント量の管理を0.5mm以下とすれば、ロールピッチを約280mmとすることにより、トータル歪量を0.3%以下に抑えることができる。

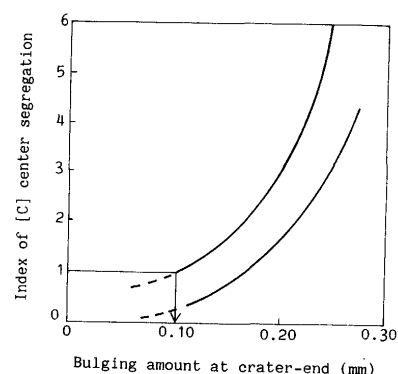


Fig.1 Influence of bulging amount at crater-end on [C] center segregation

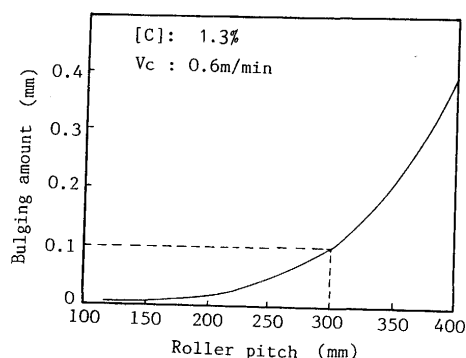


Fig.2 Relation between roller pitch and bulging amount

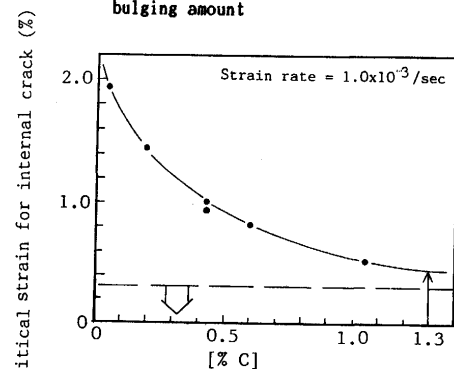


Fig.3 Relation between [C] and critical strain for internal crack. ⁴⁾

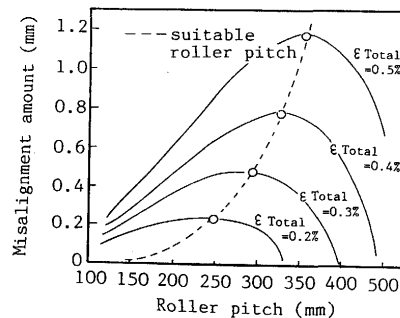


Fig.4 Relation between misalignment amount and roller pitch for various values of total strain

3. 3 ロールプロフィール

Fig. 5に、以上の見解をもとに設計、制作した細密ピッチ小径ロールからなるロールプロフィールを示す。また、このロールプロフィールにおけるSK 2相当鋼種 casting時のバルジング量とバルジング歪量の計算結果をFig. 6に示す。クレーターエンド近傍においてバルジング量を0.1mm以下に、またロールミスアライメント量を0.5mm以下に管理することにより、トータル歪量を0.3%以下とした。

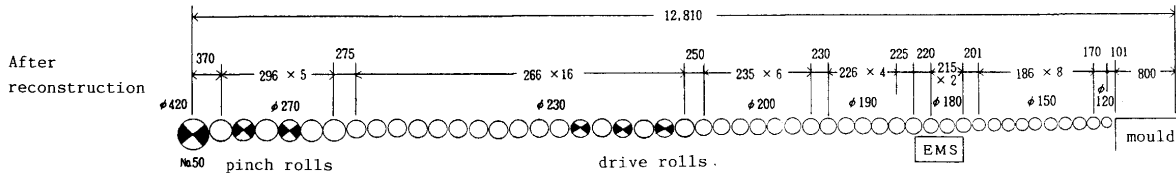


Fig.5 Roller profile of No.1CCM

3. 4 SK 2 相当鋼種の casting 結果

上述の考え方に基づいて改造された1CCMにてSK 2 相当鋼種の casting を実施した。casting 条件は次のように決定した。

Fig. 7に、クレーターエンドとロール位置を示す。また、Fig. 8にバルジング量と〔C〕偏析度指数の相関係数を示す。これより、中心偏析に対して、位置Dのバルジングの影響が強いと考えられる。この位置Dでの圧下速度と〔C〕偏析度指数の関係をFig. 9に示す。圧下速度を大きく、また casting 速度を低くすることで、中心偏析を軽減できる。圧下速度0.2mm/minの時、位置Dのバルジング量と〔C〕偏析度指数の関係をFig. 10に示す。

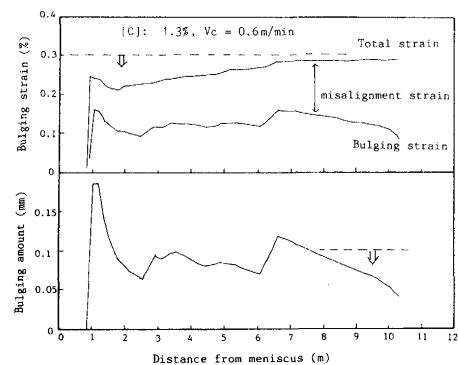


Fig.6 Bulging amount and strain during casting

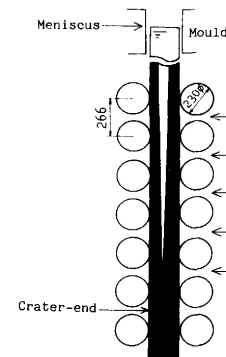


Fig.7 The means of A-E positions

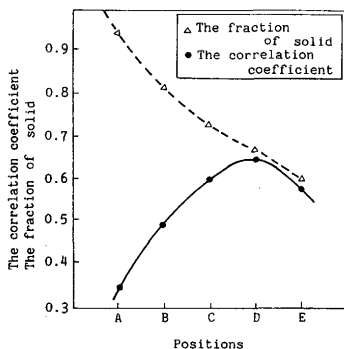


Fig.8 The correlation coefficients between the bulging amounts and [C] center segregations

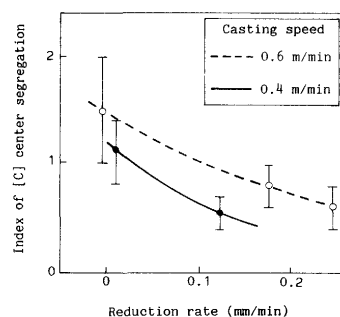


Fig.9 The relation between the reduction rate and the [C] center segregation index

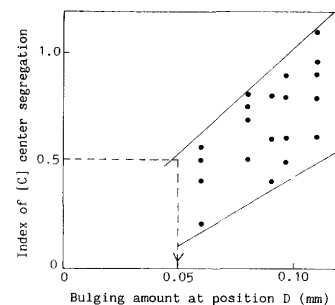
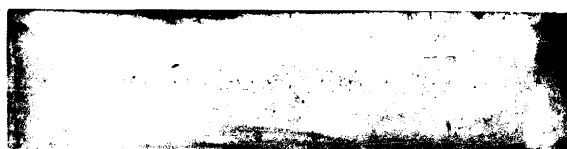


Fig.10 The relation between the [C] center segregation index and the bulging amount at position D

バルジング量を0.05mm以下に抑えることで、〔C〕偏析度指数が0.5mm以下に低減すると考えられる。位置Dのバルジング量が0.05mm以下になる casting 条件をFig. 11に示す。実際の casting では、 casting 後半の熱不足等を考慮して、 casting 速度0.45m/min、二次冷比水量0.7ℓ/kgとした。

Fig. 12に、SK 2 相当鋼種の〔C〕偏析度指数を、各鋼種における改造前後の〔C〕偏析度指数と比較して示す。SK 2 相当鋼種の〔C〕偏析度指数平均値は0.7であり、SK 3 クラスとほぼ同水準を達成できた。SK 2 以外の各鋼種も、改造前後で大幅に改善できた。

Photo. 1 に、SK 2 相当鋼種のスラブ断面マクロエッチを示す。内部割れか異常な偏析は認められず、健全な凝固組織が得られた。また、Photo. 2 に熱延板組織を示す。有害な共晶炭化物の析出もなく、良好なパーライト組織を呈している。



Phot.1 Macro structure of longitudinal cross section of as-cast slab

10cm

4. 結言

各種の高能率、高品質対策を具備した、呉製鉄所 1 CCM は、平成元年 4 月の改造工事以後極めて安定した操業を継続している。改造の主眼とした特殊鋼の品質向上について、当初目標とした SK 2 相当鋼種の連铸化は、中心偏析、内部割れの改善された良好なスラブを casting することができた。

今後さらに、完全垂直型連铸機の優位性を生かし、高品位の連铸材を製造し、残された難連铸材の連铸化を図っていく。

参考文献

- 1) 安井ら：日新製鋼技報，53(1983)，P. 47
- 2) 品川ら：鉄と鋼，68(1982)，S257
- 3) 前田ら：日新製鋼技報，62(1990)，P. 105
- 4) 成田ら：鉄と鋼，67(1981)，S136

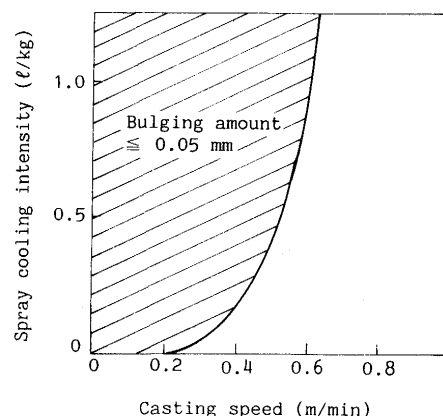


Fig. 11 Casting condition for controlling the bulging amount at position D to less than 0.05mm

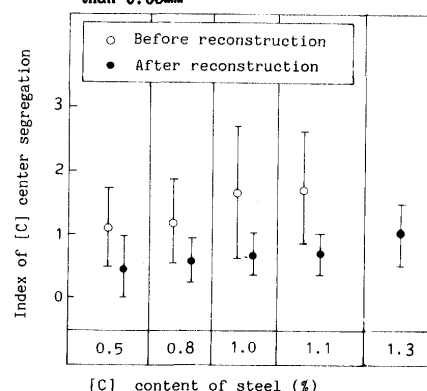


Fig. 12 The effect of reconstruction on (C) center segregation of slab



Phot.2 Micro Structure of longitudinal cross section of hot coil

50μm