

## 討6 連続铸造铸片の品質に及ぼす二・三の要因

新日鐵・八幡技研 森 久

### 1. 緒 言

連続铸造法は鋼塊法に比べてつぎのような特徴があるため、定性的には下表の如く連続材の品質に影響すると考えられる。

連 铸 法 の 特 徴	品 質 に 対 す る 影 響
a. 铸込時間が長い(とくに大型転炉と結ぶとき)	スラグや耐火物との接触時間が長いので、溶鋼組成の経時変化が大きくなりやすい。
b. タンディッシュを溶鋼が経由する。	溶鋼の空気酸化、N、Hの吸収(オープン注入のとき)。 タンディッシュ耐火物による汚染。 タンディッシュ内における介在物の浮上分離促進。
c. オープンノズルの場合、铸型への注入流が細い。	注入流の空気酸化などがより大きい。
c' 浸漬ノズル・パウダーキャストイング	注入流と铸型内溶鋼表面の空気酸化などの防止。
d. 铸型内面と凝固殻との摩擦に逆らって連続的に引抜くために潤滑剤が必要。	オイルキャストイングで铸片に気泡が発生し易い。 パウダーキャストイングで铸肌が改善される。浸漬ノズルの形状が不適当であると、パウダーをまきこむ。
e. 未凝固の铸片が、ロールなどにより保持もしくは変形される。	局部的に保持されるので、铸片の変形・ふくれ・割れなどが発生しやすい。
f. 未凝固铸片が水スプレーなどにより強制的に、また铸片長さ方向には局部的に急冷される。	凝固・冷却に伴う熱応力が大きいため、铸片の割れや変形がおこりやすい。
g. 铸片断面が小さい—凝固時間が短い。	介在物が生長しにくい。 凝固組織として、チル晶や柱状晶の占める割合が高い。
h. 溶融帯が細く深い。しかも連続的に引抜かれる。	介在物が浮上しにくい。 V偏析が発生しやすい。
i. 連続的に注入・凝固する。	鋼塊にみられるような高さ方向の偏析がない。
j. 成品までの圧延比が小さい。	铸造組織や層状組織が成品に残留しやすい。 介在物が伸びにくい。

このように、CC法は鋼塊法に比べて品質に影響する要因が多く、しかも要因の影響が敏感であるために、CC法における品質と生産性を両立させるためには、冶金的・熱的・機械的諸要因を総合的かつ厳密に管理しなければならない。

本報では、品質におよぼす二・三の要因の影響について、八幡製鉄所で得られた結果を紹介する。

### 2. 継目無鋼管の内面疵<sup>1)</sup>

一般配管用炭素鋼管用として、0.15% C, 0.25% Si, 0.4~0.6% Mn, ~0.005% sol Al 程度の鋼種をえらび、下表に示すような3種類の管材を製造もしくは入手した。管材はマンネスマンブラグミルで製管し、外径34mm、肉厚3.4mm程度にHot Reducerで絞って、管体検査を行なった。

管材の種類	溶製炉→CC機	铸片	管 材
丸 铸 片	八幡第三製鋼工場70t LD	115~120mm 丸	110~115mm丸
铸片をブレードダウン	→同 No. 2 CC機	160mm角と扁平大断面	

巨大介在物は、既報のごとく八幡製の鋳片では、鋼の Mn/Si が高いほど、鋳片サイズが小さいほど、巨大介在物が増加する傾向がみられた。

写真1は丸鋳片のセンターポロシティであるが、160 $\mu$ m角以上の鋳片を115 $\mu$ m丸にブレードダウンすると、センターポロシティは肉眼的には完全に圧着している。

丸鋳片から製造した鋼管の内面には、写真2に示すようなふくれ疵およびささくれ疵が多くみられた。これらの疵の断面をみると、いずれも Silicate系の巨大介在物が起点になっており、穿孔時にピレット中心に働く引張り応力によって巨大介在物を起点としてふくれ疵が発生し、これが破れたものがささくれ疵であると推定される。

そこで、鋳片の巨大介在物個数(ヒート平均)と製管後の内面疵発生率との関係をしらべてみると、図1に示すように、直径0.2 $\mu$ m以上の巨大介在物が多いほど内面疵発生率が増加する傾向が認められる。横軸に直径0.05 $\mu$ m以上もしくは0.5 $\mu$ m以上の巨大介在物個数をとると、相関性が低下する。なお、丸鋳片の1次材は、その他に比べてよりゆるい検査基準を採用した。

図1によると、丸鋳片2次材の一部とブレードダウン材とは巨大介在物個数にほとんど差異がないにもかかわらず、ブレードダウン材のほうが内面疵発生率が著しく低いことが注目される。

これらのことから、内面疵の起因となる介在物は、ある限界サイズ以上のものであること、ブレードダウンによるセンターポロシティの圧着ないしは巨大介在物の変形が内面疵発生を抑制することが推測される。

### 3. 丸鋳片の表面縦割れ<sup>1)</sup>

上述した継目無鋼管用の丸鋳片において、写真3に示すような不規則な形状の表面縦割れがみられた。この割れは鋳片の凹部—すなわち、ピーリング後の黒皮残留部—に発生している。鋳込中に鋳型から引抜かれてくる赤熱状態のピレット表面を観察したところ、鋳型直下で縦割れは既に発生しており、割れが発生する位置はより白熱した部分—すなわち、凝固がおくれた部分—であった。

そこで、表面縦割れ長さを鋳型番号別に整理した結果を図2に示す。ここで各鋳型はキャスト毎に異なるストランドに入れ換えた場合が多いことに留意されたい。図2から、 $\#1$ および $\#2$ 鋳型を使用した鋳片には割れがほとんどみられないのに対して、 $\#3$ および $\#4$ 鋳型では割れが多発しており、鋳型の良否が表面縦割れを左右する要因の一つであることがわかる。

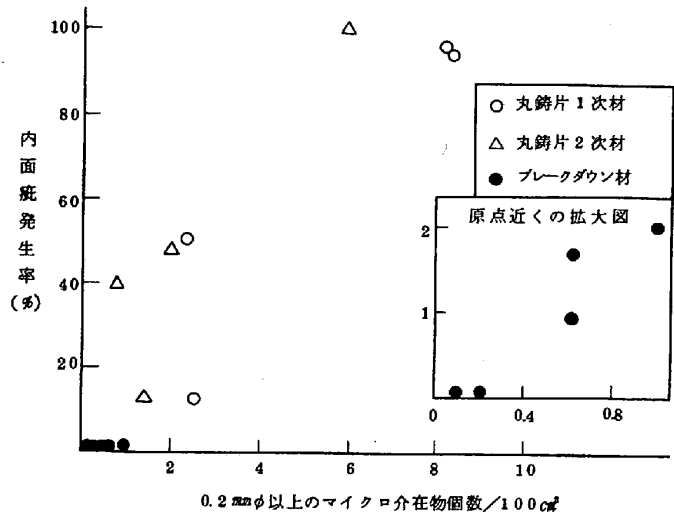
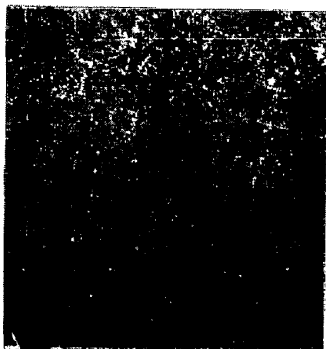
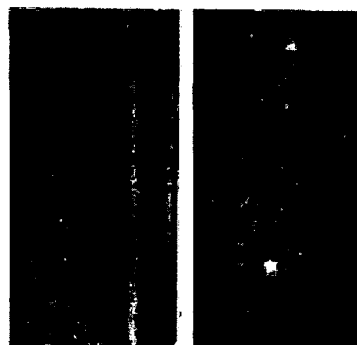


図1 直径0.2 $\mu$ m以上の巨大介在物個数と内面疵発生率との関係



丸鋳片 (×50)  
写真1 丸鋳片のセンターポロシティ



ふくれ疵 (×1) ささくれ疵 (×1)  
写真2



(×50)  
写真3 丸鋳片の表面縦割れ

また、キャスト6間で表面縦割れ長さにかかなりの差異が認められたので、鑄込過熱温度と割れ長さとの関係をしらべたところ、図3に示すように、鑄込温度が高いほど表面縦割れ長さが増加する傾向がみられ、これまでの常識と一致した。

4. 角鑄片の表面割れ<sup>1)</sup>

八幡第三製鋼工場のCC機では、113mm以下の鑄片にはチューブラーモールドを使用している。鑄型の使用回数が増すにつれて鑄型の変形が著しくなる。1例を図4に示すように、鑄型内湯面レベル近くでは内側にせり出し、下端近くは摩耗して外側にひろがる場合が多い。

鑄片には鈍角コーナー側に発生しやすい面縦割れとコーナー縦割れ、鋭角コーナー側に発生しやすい面横割れがみられることがある。

鑄型内面の変形度の特性値として、 $\sum |D_{ij} - D_{i-15}|$ なる値をとると、この値が増加するにつれて、図5に示すように、ビレットの表面割れ総長が増加する。ここでDは鑄型の内面寸法を表わし、サフィックスiは6個所の内面寸法測定方向(南北面間の西側、中央、東側および東西面間の南側、中央、北側)を表わし、サフィックスjは鑄型上端からの距離9レベルを表わす。したがって、表面割れを防止するためには、鑄型の変形の定期的な矯正が必要である。

5. 角鑄片の菱形変形<sup>2)</sup>

小断面のCCにおいて正方形断面の鑄型を使用するにもかかわらず、鑄片の断面は多少なりとも菱形に変形している。著しく菱形に変形した鑄片は、圧延工程でのトラブルの原因になる。

菱形変形の程度は、鑄型の使用回数が増すにつれて著しくなる。ブレイクアウトした鑄片をみると、鋭角側コーナーの凝固殻厚さは、鈍角側に比べて厚い。また鑄込中に変形方向が逆転する現象も稀にみられる。鑄型内凝固のごく初期にわずかの不均一冷却をうけると、冷却が充分なコーナーは表面圧縮、内部は引張りの熱応力のために鋭角に変形して、鑄型との接触も益々よくなるために凝固厚さが厚くなる。一方、

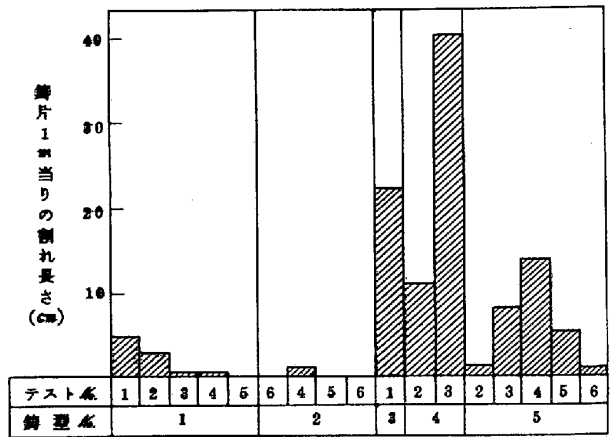


図2 鑄型別の鑄片表面縦割れ発生状況

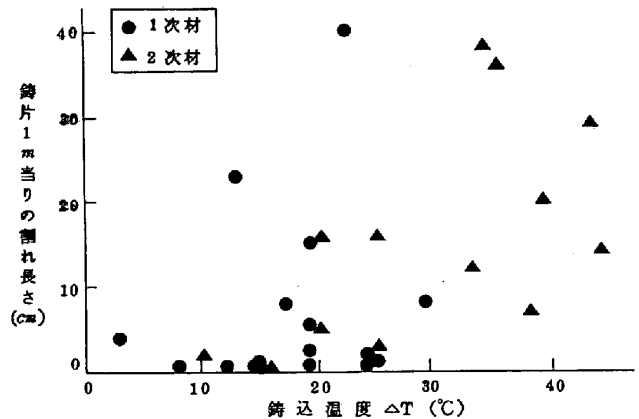


図3 鑄込温度と表面縦割れ長さとの関係

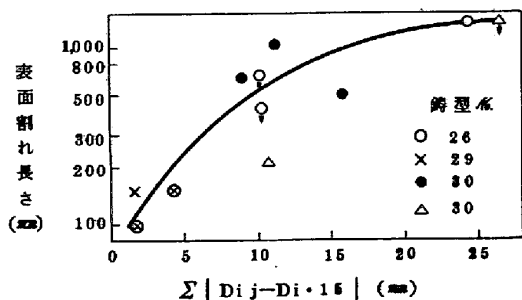


図5 鑄型の変形度と表面割れとの関係

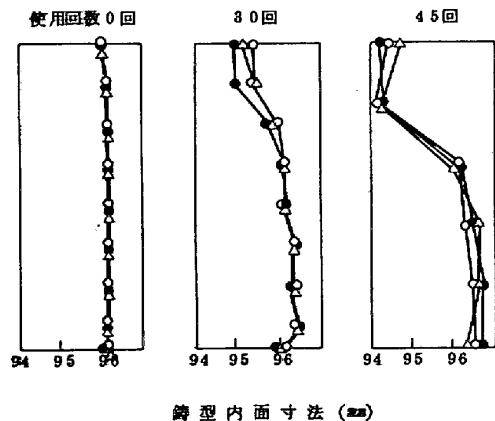


図4 鑄型使用回数と変形との関係

冷却不足コーナーは、冷却充分なコーナーの鋭角への変形力によって鋳型から早く離れるために凝固の進行がおそくなり、鈍角に変形させられる。このように、最初のごくわずかの冷却不均一が菱形変形の原因と推測される。

鋳型内で生じた菱形変形を機械的に矯正する方法として、コーナーロール(図6)を上部ローラーエブロンの上段に取付けると、菱形変形は図7に示すように減少し、また上部ローラーエブロンロール間隔をせばめてビレットをしめつけることにより、図8に示すように菱形変形が減少する。さらに、2次冷却帯のスプレー角度を小さくして、コーナーに水がかからないようにすると、図9に示すように、2次冷却帯における変形が助長されにくくなり、しかもコーナーが軟かくなり矯正されやすくなって、菱形変形が減少する。クラウン付モールドを使用すると、凝固初期の薄いシェルが溶鋼の静圧によって鋳型とより均一に接触しやすくなるためか、変形が減少する。

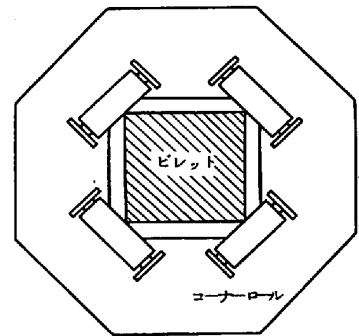


図6 コーナーロール

- 1) 森, 平居, 田中, 金丸, 佐藤: 未発表
- 2) 徳山, 鈴木: 鉄鋼協会・金属学会九州支部第24回合同学術講演会  
(昭和45年7月)

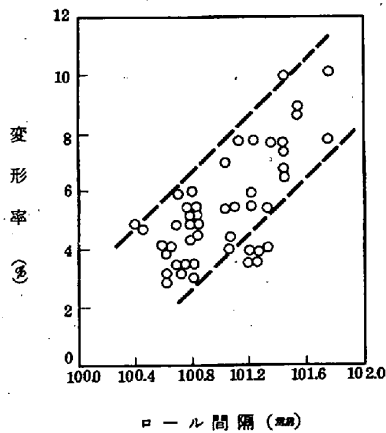


図8 ローラーエブロンロール間隔と変形の関係

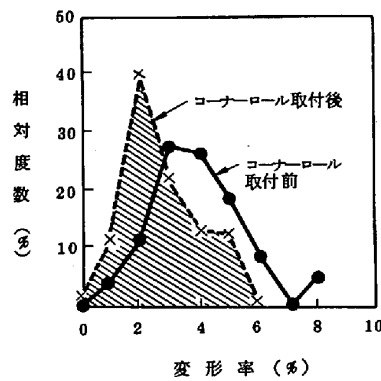


図7 コーナーロールの効果

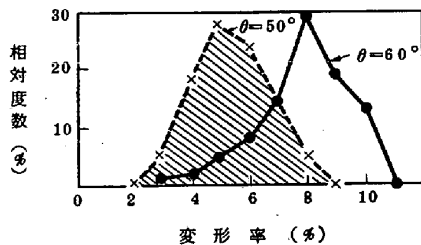


図9 スプレー広がり角度と変形の関係(100φ)

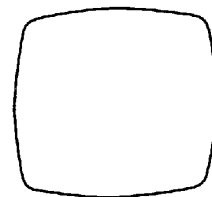
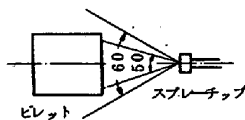


図10 クラウンモールド

鋼種	変形率 (%)	
	クラウンモールド	普通モールド
0.30φ [C]	4.3	5.4
0.60φ [C]	2.4	3.5

クラウンモールドの効果