

た。

討 12 継目無鋼管用大断面ブルームの操業と品質について 住友金属(株) 和歌山製鉄所

新ブルーム連铸機の高エネルギー操業と高ホットチャージ率を述べ、次いでスラブ連铸、スラブ連铸のツイン铸造と大断面ブルーム連铸を比較した。0.21/kg steel の低比水量 2 次冷却によるよこび割れの解消、湯面レベルの安定およびモールド湯面の保温好転によるピンホールの減少、鋼浴深さの深いタンディッシュや大曲率、大断面サイズの採用による介在物の減少、断面厚の増大による等軸晶の増大および中心偏析の軽減などが認められた。高速化に対する内部割れへの配慮が今後の課題であるとした。連铸材と造塊材の造管成績を比較し、連铸材の方が大幅に内面疵の発生が少ない結果を示した。内部割れについて 0.21/kg steel の低比水量で復熱により割れるか、およびロールのセット精度について質問があり、内部割れはピンチロールによる圧下割れと推定され、ロール精度は $\pm 0.5 \text{ mm}$ 以内に整備されていると答えられた。

コメント 1 日本鋼管(株) 京浜製鉄所

400×250 mm の断面を有する垂直機における継目無鋼管の製造状況が報告され、表面が良好ですべて温片装入されていること、介在物は $50 \mu\text{m}$ 以上で 100 mm^2 に数個と少なく、また等軸晶率が他社に比較して大きいことを指摘し、これらは垂直凝固の利点であるとした。また溶鋼過熱度、S 含有量と製品内面疵の関係を示し、それらの調整により、電磁攪拌なしで最大 $31.0 \text{ mm} \phi$ までの継目無鋼管用素材を安定して供給していることを述べた。

コメント 2 新日本製鉄(株) 八幡製鉄所

PPM 方式による継目無鋼管の製造工程を紹介し、最大 315 mm 角の铸片から約 $400 \text{ mm} \phi$ までの継目無鋼管を 1 ヒートで製造しており大断面サイズの 2 ヒートによる製造に対し、省エネルギー、省プロセスの点で有利であることを強調した。さらに製品の UT および内表面疵に関し造塊材と比較し、連铸材の方が良好であることを示した。

総括

まず長年の懸案となっていた継目無鋼管や機械構造用鋼の連铸化が達成されたが、その主な技術的背景として

1) 表面性状の改善 Ni-コーティングなどによるモード Cu の浸入防止、モールドパウダーの進歩、铸型振動条件の検討、2 次冷却パターンの適正化、自動注入によるモールド内液面の安定化などが表面性状の改善に大きく寄与した。

2) 非金属介在物の低減 周辺技術(転炉でのスラグカットや取鍋耐火物の選定を含めた取鍋内溶鋼処理技術)の向上が重要であり、連铸においては、取鍋〜モールド間の空気酸化の防止、鋼浴の深い大型タンディ

ッシュの採用、大曲率で大断面サイズの採用などが最近の重点的な指向となつている。

3) 中心偏析および凝固組織 大断面サイズの有位性が指摘されるとともに、今回発表の 5 編中 4 編が電磁攪拌について言及し、その効果を述べた。電磁攪拌技術は今後さらに発展普及するものと予想される。

以上が共通する技術的な傾向として指摘される。これらの技術成果をふまえた製品の品質特性は、いずれの報告も造塊材と同等あるいはより良好な成績を示しており、均質な連铸材の特性が活かされているといえる。

今後の課題

ブルームについて铸片品質の要請から大断面サイズが主流となつているが、これは新日鉄から指摘されたように最終製品までには、より多くの加熱と圧延を必要とする欠点がある。この意味で PPM 方式による継目無鋼管の製造は 1 つの解決法として評価されよう。さらに水平連铸機や同期回転式連続铸造機は、ブルームやビレットを安くかつ高生産性で製造するという観点から将来の発展が期待される。今後、各鋼種および用途に応じて、これら各種の連铸機の特性を活かしてどう組み合わせていくかが重要な課題であろう。次に条鋼用素材のうち、連铸化の遅れている形鋼および軟鋼線(リムド鋼)について、安価に製造するくふうをして連铸化を推める必要がある。さらに、一部では既に大幅に採用されているホットチャージであるが、大量実施のために製鋼と圧延を包含した同期化操業を図ることが今後の重要な課題といえる。

III. UO 鋼管成形技術の諸問題

日本鋼管(株) 技術研究所

座長 大須賀 立 美

UO 鋼管はラインパイプをはじめとして土木、建築の構造用鋼管、ガス水道用一般輸送管、鉄塔などその用途は非常に広いが、その品質の信頼性の高いことからとくに石油、天然ガス輸送用大径ラインパイプとして大量に使用されている。とくに近年のエネルギー危機を契機として一般の関心も高まり研究開発の分野でも高張力高靱性ラインパイプの製造を対象に、清浄鋼の製造や制御圧延法に関するテーマが脚光を浴びて来た。一方これらラインパイプの苛酷化する使用環境条件に耐え得る厚肉高張力鋼管の量産を支えかつその品質を世界一流の水準に維持しているものに成形技術の進歩があつたことを見落とすことはできない。わが国に現存する UO ミルの大部分は、その建設に際してその当時の世界最大級の造管能力を具備したものであつたにもかかわらず、その能力を上廻るような高張力化、厚肉化の需要が増大している。

このような背景から、この討論会に UO ミルを保有する 4 社から提出された論文はいずれも高張力厚肉管の製造を対象に、成形技術の改善、成形可能範囲の拡大に

ついて述べたものであつた。

討 13 (川崎製鉄技研, 比良氏) は, モデル成形機により C, U, O 成形各工程の塑性力学的な解析を行い, この結果を実機により確認している. この解析結果によると, まず C 成形ではダイス半径および原板に対する加工幅の適正値を示し, とくに厚肉管の成形ではダイス形状や上下金型のオフセット量を適正にして板がダイスになじみながら成形されることが造管限界拡大の必要条件としている. U 成形では, パーソン方式のプレスのロッカーダイ間隔を変えた場合のストローク, 荷重の計算式により最適操業条件を算定している. また U 成形のポンチ形状が O 成形後の形状に及ぼす影響を考察し, 一般にポンチ幅を広くすると真円度が改善され管形状精度が向上することを明らかにしている. エキスパンダーについて論じたのは本論文だけであるが, ここではラム圧力の最大値から管降伏強度を推定しており, その精度は σ /平均値で $\pm 12\%$ である.

討 14 (新日本製鉄生産研, 河野氏) も 1/2 モデル実験機を用い, O 成形に及ぼす C および U 成形の影響を検討しているがピーキング低減にはクリンプ長さの比率を大きくすることが効果的で, またシームギャップを制御するにはパンチ形状の適正化を必要としている. 真円度は管径に対しパンチ幅を大きくすることにより向上するという所見は討 13 と同じである. O 成形ではその変形様式を下なじみ型, 準なじみ型, 腰折れ型, 上下なじみ型に, 四分類しており, 上下なじみ型の領域に形状の良好な条件が宿在する. それにはクリンプ長さの比率を大きくするとともに, 上下ダイ半径やその相対的位置を調整することにより原板の端部に存在する不変形部を極力少なくすることが重要である. またパーソン方式の U 成形では理論式によりその支配要因を解析可能で, それにより設備能力内での成形可能領域や最適操業条件を容易に求められるとしている.

討 15 (住友金属鹿島, 玉置氏) は 1/4 モデルを使用してまず C 成形について最適曲げ半径, 曲げ角度を O 成形後の形状を基準に実験的に求めている. 前二報と同じパーソン方式の U 成形ではロッカーダイ間隔を曲げ角度に応じて段階的に選択することによりプレス能力を最大限に活用できることを明らかにしている. O 成形では変形様式を三分類しているがこれは討 14 の下なじみ型, 上下なじみ型, 腰折れ型に相当する. 上下なじみ型が形状が良好という点では前報と同じ結果が得られている.

討 16 (日本鋼管技研, 三原氏) も他報と同じくモデル機により検討を進めているが, U 成形では他と異なりカイザー方式の成形について論じている. この方式ではプレス荷重のピークが, パンチとブレーキローラー間で鋼板に負荷されるモーメントの腕の長さが最小になるときおよび板が曲げられてサドルに到達したときの 2 回にわたり生ずるのが特長である. そこで理論式により, O 成

形に適した形状が得られかつ変形荷重が低い最適パンチ-ローラー間隔およびサドル高さを検討している. C 成型は O 成型後のピーキングなど形状精度に大きな影響を与えるを説明し, また O 成型後の寸法精度の良否については, 最終成形工程である拡管時の割れ発生を基準にしてその限界値を求め, 前工程の成形管理限界を論じている.

以上各論文とも, パイプの形状精度を支配し, 設備的にも成形荷重の制約が大きい O プレスの成形を適正化するためにはその前工程の C および U 成形条件を検討することが重要であることを指摘しており, アプローチの方法に差はあるものの得られた結論はほぼ同じであつた. 討論のうち細部にわたるものはここでは省略するが主なものを挙げると, U 成形工程でのパーソン, カイザー両方式の比較で, 後者を使用しているミル (討 16) は, 同一製造寸法範囲で比較するとカイザー方式の所要プレス荷重が大幅に低いので少なくとも設備効率的には優れているという意見を述べた. これに関連してパーソン方式でも変形の進行にともなつてダイ間隔を変えプレス能力を活用する考え方が討 15 に示されている. また形状精度向上対策の討論では, 討 15 の補足として管形状精度は本質的に O 成形までで決まり, とくに小径厚肉管では拡管機の構造的制約から拡管工程での大幅な形状改善は望めないという説明があつた.

総合コメント (名古屋大学, 戸沢教授) でも述べられたように高張力化, 厚肉化が進むにつれて従来の経験的操業から脱脚し, 理論または実験による解析に裏付けられた成形技術について基本的な問題を解明し, 現在その成果を工具形状の改善など実操業や新ミル建設に反映させている段階にあるが今後の課題としては O プレスまたは拡管工程の負荷を軽減するためのシュリンカー活用の可能性検討などが残されている. 最後に, 発表いただいた講演者, 討論者ならびに聴講いただいた方々に深く御礼申し上げる次第である.

IV. 連铸材の表面処理の問題点

東洋鋼板(株)

座長 安 藤 卓 雄

さきに第 96 回講演大会の討 18¹⁾, 19²⁾, 20³⁾, 21⁴⁾において, 冷延鋼板の表面物性が論ぜられ, 各種元素の表面富化状況と焼なまし条件ならびに鋼成分との関係が検討された. 今回の討論 5 篇はこれをうけて, 連铸鋼種 (Si 脱酸セミキルド鋼あるいは Al キルド鋼) の低炭素冷延鋼板の表面処理特性が, 原板の表面富化との関連において記述されている.

各篇において使用された表面分析機器は, それぞれ特長をことにする¹⁾³⁾ が, 半定量的に各種元素の表面濃化状況を知るには, いずれも十分な機能を有する. 鋼板試料には, 実験室浴製の小鋼塊から作られ, 連铸素材によ