

ランスで O₂ をスラグ面に吹きつけ滓化やスラグ攪拌の促進、最適スラグ組成および、処理中の浸漬ランス深さの変更効果について示した。議論はりん分配比に対する [C] の影響、CaF₂ や CaCl₂ の効果、CaO 粉を吹き込むことによる攪拌混合時間の短縮される理由等についてなされた。

(討 13) 溶銑脱りんプロセスの解析・制御技術の開発
(新日本製鉄(株)八幡技術研究部 北村信也ほか)

溶銑脱りん反応に対し総合反応解析モデル (MACSIM) を開発し、溶銑成分の影響を規格化した上で各種反応容器 (トーピード、鍋、転炉) を用いた脱りん法に適用、パラメーターとして CaO/O をとって、酸素利用率と生石灰利用率を評価し、同一パラメーターで比較議論できることを示した。またこのモデルを用いて脱りんのプロセス制御技術の開発についても報告した。これに対して、酸素の与え方 (O₂ ガスや酸化鉄) の相違、それによる脱炭反応の補正、反応容器と攪拌の関係について議論がなされた。

(討 14) 二段回分式向流脱りん法によるフラックスの減少とマンガン鉱石の高歩留溶融還元

(住友金属工業(株)鉄鋼技術研究所 松尾 亨ほか)

脱りん処理容器として転炉を使う方式を開発、特に 2 基の転炉を用いておのおの脱りん炉、脱炭炉の順で使用、脱炭炉のスラグを脱りん炉で使いトータルの生石灰使用量を減少させるプロセス (SRP) を開発した。これは転炉を用いることの利点 (大量 O₂ 使用、大きなフリーボード) を生かした高能率脱りん法であるし、向流精錬の結果投棄スラグ量が大幅に減少できる。また両方の転炉に Mn 鉱石を添加して出鋼 [Mn] を 1.5% まで高めうることを示した。本報告に対し、投棄スラグの減少量の議論があった。

(討 15) 高効率精錬プロセスによる条用特殊鋼の製造
(株)神戸製鋼所神戸製鉄所 青木松秀ほか)

この報告は高級条鋼を製造するための一連のプロセスの紹介であるが、溶銑脱りんに関しては、独自の転炉型容器 (H 炉) を用いたプロセスを開発し、反応効率に及ぼす火点反応、フラックスの上置きと吹込みの比較、更に Mn 鉱石添加の効果について論じている。ここでは本プロセスによる投棄スラグの減少量について議論がなされた。

実施例に基づく全体討論では、フラックスの利用効率の考え方、平衡到達度、適正な攪拌力等について議論があった。更に、(討 10) ~ (討 15) の 6 人の各社の発表者による溶銑脱珪、脱りん、脱硫の処理順序のあり方について、現実と理想論の意見紹介があった。

本討論会の参加者は終わりに近い 1,2 件を除き常時 130~140 名と非常に盛況であった。今回は討論参加者をあらかじめ座長側から依頼することなく、すべてフロアーからその場でお願いするという試みをした。心配は

杞憂に終わり非常に活発な討論会であったことに対し講演者、参加者の方々に深く感謝いたします。

圧延プロセスにおけるロールの現状と将来展望

座長 横浜国立大学工学部

小豆島 明

副座長 新日本製鉄(株)第三技術研究所

山本普康

最近、小径ロールによる大圧下圧延などの圧延条件の過酷化や従来の普通鋼板、高張力鋼板からステンレス鋼板、チタン板などへの圧延材料の多様化により、圧延プロセスに使用されるロールに高 Cr、高 V、ハイスなどの新材質が適用されており、それらのロールの適切なる使用方法や評価方法の確立が望まれている。更に、近年冷間圧延においてセラミックロール、表面改質ロールや複合ロールの使用の可能性を追求する必要性が生じている。本討論会では、このような状況をふまえ圧延で使用されるロールの現状と問題点並びに今後の展開について、メーカーおよびユーザー各方面から 14 件の発表をいただき、討論を行った。以下にその要旨を示す。

(討 16) 高クロム鑄鉄の組織制御と熱間耐摩耗性

(東京大学工学部 梅田高照ほか)

高クロム鑄鉄の熱間耐摩耗性、引張強度および破壊靱性値に及ぼす共晶炭化物の面積率、Cr/C 率および冷却速度の影響を報告した。Cr/C 率が 5~8、炭化物面積率が 25~30% のとき、高硬度、高引張強度、および高破壊靱性値をあたえる。また高冷却速度による組織の微細化と併せることで、熱間耐摩耗性の著しい向上が期待できることを示した。

(討 17) 熱延粗圧延機用ワークロールへの高 Cr 鑄鋼の適用

(川崎製鉄(株)鉄鋼研究所 平岡 久ほか)

耐スリップ性の向上のため、欧米で実績のある高 Cr 鑄鋼の耐摩耗性と耐熱衝撃性を調査し、粗ロールに適用した結果についての報告を行った。耐摩耗性は、高 Cr 鑄鉄のほうが、高 Cr 鑄鋼よりも若干優れているが耐熱衝撃性は高 Cr 鑄鋼の方が高 Cr 鑄鉄よりも明確に優れている。実機粗ロールに適用した結果では、高 Cr 鑄鉄よりも高 Cr 鑄鋼の方が耐摩耗性に優れている。これは、実機ロールの摩耗が、熱衝撃による割れによって引き起こされているためであることを示した。

(討 18) 熱間圧延ロール材質の基本特性

(住友金属工業(株)研究開発本部 松田行雄ほか)

ハイスロールの成分と製造法 (鑄造、鍛造、HIP) が、

耐摩耗性、耐焼付き性、耐熱き裂性および靱性に及ぼす影響について調査した結果の報告を行った。耐摩耗性は、V 量が増すほど優れており、HIP で製造したものがよい。耐焼付き性は製造法の影響が大きく、HIP よりも鍛造の方が優れている。耐熱き裂性と靱性は、炭化物の形状に影響され、球状に近い炭化物が得られる粉末法が最もよい。これらの結果から、3C-10V 系 (Cr, Mo, W も含有) のロールでラボ圧延を行った結果、高 Cr 鋳鉄ロールよりも 5 倍の耐摩耗性を有することが確認できた。

(討 19) 熱延用鍛造ハイスロールの開発

(関東特殊製鋼(株) 工藤利博ほか)

鍛造ハイスロールの材質的特徴と特性についての報告を行った。鍛造ハイスは鍛造ハイスに比べて、熱き裂性や靱性を劣化させる共晶炭化物の分散量が少ない。従って、転動疲労強度、破壊靱性および軸強度が高い。

(討 20) ハイス系新複合ロールの特性

(日立金属(株)若松工場 佐野義一ほか)

CPC 法で製造したハイスロールの材質特性を、高 Cr 鋳鉄ロール材と比較した結果と実機適用結果についての報告を行った。硬質 MC 型炭化物により、少ない炭化物で耐摩耗性を向上させることができ、そのため機械強度も向上する。耐摩耗性は、高 Cr 鋳鉄材の 2 倍向上し、実機においてもその効果を確認した。

(討 21) CPC プロセスによる高性能ロールの開発

(新日本製鉄(株)機械プロセス事業部 橋本光生ほか)

CPC 法によるハイスロールの組織、品質および実機適用結果に関する報告を行った。強靱な芯(軸)材とハイスの外層材を組み合わせることによって、耐摩耗性、耐肌あれ性および靱性が、従来の遠心鋳造高合金グレンロールよりも数倍向上する。また、HIP によるハイスの方が、緻密な組織が得られるため CPC ハイスよりも性能が優れていることを示した。

(討 22) 粉末高合金 HIP ロールの材料特性

((株)神戸製鋼所高砂製鉄所 中村茂樹ほか)

HIP で製造したハイスロール材のマイクロ組織、硬度、機械強度試験、摩耗試験、耐熱衝撃試験、そして実機(線材、平鋼)評価結果について報告を行った。チルド鋳鉄と比較して、HIP ハイスは機械強度が高く、3~9 倍の耐摩耗性を有し、均一な硬度分布が得られる。また、耐熱衝撃試験でも 700°C までき裂発生が認められなかった。実機評価でも 4 倍以上の耐摩耗性を有していることを示した。

(討 23) 熱間圧延ロールの肌荒れにおよぼす圧延条件、圧延材材質の影響

((株)神戸製鋼所加古川製鉄所 大池美雄ほか)

熱延仕上げ前段ロールの肌荒れと圧延条件および圧延材の化学成分の関係に関する報告を行った。ロール負荷比率(平均圧延圧力/ロールバイト内でのロール表面積

度)の大きいほど肌荒れ発生率が高い。また、圧延材の Si 含有量が多いほど、酸化保護膜が形成されやすく、肌荒れは発生しにくく、スケール噛込み癖なども生じにくいことを示した。

(討 24) 熱延用ワークロールの摩耗機構に関する考察

(新日本製鉄(株)第三技術研究所 加藤 治ほか)

アダマイト、Ni グレンおよび高 Cr 鋳鉄ロール材の摩耗機構に関する実験的調査結果の報告を行った。550°C 以下の温度域では、アプレシブ摩耗が支配的であり、550°C 以上の温度では、酸化摩耗が支配的である。この傾向は、3 種類のロール材質に共通していることを示した。

(討 25) 冷間圧延用 5%Cr-2%Mo-1%V ロール鋼の耐摩耗性と耐事故性の向上

(川崎製鉄(株)鉄鋼研究所 木村達己ほか)

セミハイスロールの焼もどし温度の高温化による二次硬化現象の解明と、二次硬化と耐摩耗性及び耐熱衝撃性との関係に関する報告を行った。高温焼もどしによる二次硬化は、焼もどし処理後の冷却中に発生するフレッシュマルテンサイトと炭化物の析出によるものである。これにより、従来の低温焼もどしセミハイスロールよりも耐摩耗性および耐熱衝撃性は改善されるがフレッシュマルテンサイトが増加すると、炭化物が粒界に不均一に析出するため、耐摩耗性および耐熱衝撃性が低下する。適正なフレッシュマルテンサイト量は 20% 程度であることを示した。

(討 26) Ti 添加型新耐摩耗ロールの開発と実機への適用

(川崎製鉄(株)千葉製鉄所 小林 真ほか)

従来の冷延ロールに分散している Cr 炭化物よりも、硬度の高い Ti 炭窒化物を分散させることによって、耐摩耗性の向上を図った冷延ロール材の耐摩耗性の評価結果と実機適用結果の報告を行った。ラボ試験により、Ti 添加による耐摩耗性の向上効果を確認し、研削性に悪影響を及ぼさない Ti 添加量を 0.1% と決定した。このロールをタンデムミルで使用した結果、従来ロールよりも耐摩耗性に優れ、2 倍の寿命延長効果があった。また、研削性は砥石と研削方法の改善により、最終スタンドに使用できるだけのロール表面品質が確保できることを示した。

(討 27) 10%Cr 鍛鋼ロールの冷間圧延機への適用

(NKK 福山製鉄所 森 俊量ほか)

耐摩耗性向上のため、10%Cr 鍛鋼ロール(従来: ≤ 5%Cr)の研削性、放電ダル加工性および実機適用結果についての報告を行った。砥石成分の改善により研削性の低下は防止。ダル加工法は、ショットプラスト法では、従来ロールの方が 10%Cr ロールよりも優れているが、放電ダル加工法では、ロールの Cr 量による違いは認められなかった。実機においても、耐摩耗性およびロール

原単位が 5%Cr ロールの 2 倍に向上することを示した。
(討 28) WC-Co 溶射ロールのトライボロジー特性と
その課題

(新日本製鉄(株)第三技術研究所 井上 剛ほか)

WC-Co 溶射ロールの耐摩耗性と耐剥離性に関する報告を行った。爆発溶射した WC-Co 皮膜は、Cr めっき皮膜と同等の耐摩耗性を有しているが、耐剥離性は Cr めっきの 1/10 程度である。耐剥離性に及ぼす皮膜厚、バインダー量および拡散熱処理の影響を調査した結果、皮膜厚にはある適正膜厚が存在すること、バインダー量は少ない方が耐剥離性が向上すること、熱処理は母材の硬度を軟化させ、耐剥離性の改善にはならない。従って今後、溶射ロール実現のため適正母材成分の検討が必要である。

(討 29) 表面改質した冷延用ロールの潤滑性評価

(横浜国立大学工学部 小豆島 明ほか)

Cr めっき、TD 処理および TiN の PVD 処理をそれぞれ施した冷延ロールの摩擦係数と耐焼付性に関する報告を行った。その結果、TD 処理ロールは他のロールよ

りも摩擦係数が低く、高潤滑性を有していること、また表面改質ロールは、SUJ-2 と同等以上の耐焼付限界を有することを示した。

最後に講演が終了後、総合討論が行われ活発なる議論がなされた。参加者の興味が集中したのは、熱間圧延におけるハイス系ロールについてであった。最近、ハイス系ロールが熱延に用いられるようになってきたが、まだ種々の問題点があることがクローズアップされた。特に、研削方法の改善の必要性が述べられ、今後コスト改善とともに研究が進められるべきであることが確認された。更に、熱延ロールの摩耗メカニズムに対しても基礎的な今後の研究を積み重ねていくべきであるとの意見が出された。冷延ロールに対しては、高 Cr 化を進めるか、表面改質ロールに活路を見いだすのか、今後の方針については明確な解答が得られない状態であり、今後の研究の進展が望まれる。会場には多数の参加者があり、本テーマに対する深い関心がうかがわれた。終わりに講演者ならびに討論会に参加いただいた方々に深く心から感謝いたします。

亜鉛系めっき鋼板の機能処理

座長 (株)神戸製鋼所加古川製鉄所

野村 伸吾

副座長 NKK 鉄鋼研究所 山下 正明

ユーザーニーズの多様化にともなって、多くの新しい表面処理鋼板が開発されてきているが、自動車分野を対象にしたものと、家電その他の分野を対象にしたものとは開発の方向が多少異なっている。自動車用には Zn-Fe や Zn-Ni など種々の新しいめっきが開発されてきたが、家電その他の用途にはめっきは純 Zn のままで、それに種々の後処理を施すことによって必要な機能を付与するという方向がとられてきている。これらの後処理

については、これまで実用化が先行していることもあって、学会の場ではあまり取り上げられることがなかった。しかし、最近になって種類や生産量も増加し、表面処理鋼板の中で大きい位置をしめるようになってきたため今回討論会でとりあげることになった。なお、ここではこれらの後処理をまとめて「機能処理」と呼ぶことにした。参考までに、これまでに開発されている機能処理を表 1 に示した。

(討 30) 家電向け有機複合鋼板の性能に与える樹脂皮膜の影響

(住友金属工業(株)鹿島製鉄所 池田 聡ほか)

電気亜鉛めっきをベースとした家電用有機複合被覆鋼板の各種性能に及ぼす樹脂皮膜の影響を調査した。耐食性に対しては、樹脂皮膜厚と架橋密度が影響する。表面色調に対しては樹脂中のシリカ含有量、めっき皮膜の電析形態、クロメート処理等が影響するが、樹脂皮膜厚など樹脂皮膜自身の影響は少ない。また、表面光沢については、樹脂皮膜表面のミクロ的な凹凸を含めた表面形状の影響が大きい。耐指紋性は、樹脂皮膜を塗布することにより、大幅に向上する。

(討 31) 潤滑鋼板の特性に及ぼす諸条件の検討

(川崎製鉄(株)鉄鋼研究所 鈴木幸子ほか)

耐指紋性、耐食性などに優れた潤滑鋼板に関して、プレス成形性の評価方法、プレス成形性に及ぼす樹脂特性及び塗装条件の影響などについて調査した。実プレス結果と良く対応する耐パウダリング性評価方法としては、高速で連続円筒絞り成形試験を行うことが有効である。この評価方法を用いて、プレス成形性に最適な樹脂皮膜

表 1 各種機能処理

処 理 名	向上する性質	第 1 層	第 2 層	第 1 層	第 2 層
りん酸塩処理	塗装性	りん酸塩皮膜	なし	めっき層	
クロメート処理	耐食性	クロメート皮膜	なし		
高耐食クロメート処理	耐食性	クロメート皮膜	なし		
耐指紋処理(無機皮膜)	耐指紋性	クロメート皮膜	硫酸塩皮膜		
潤滑皮膜処理	潤滑性	クロメート皮膜	潤滑有機皮膜		
有機複合皮膜処理	耐食性 塗装性 耐指紋性	クロメート皮膜	有機複合皮膜		
黒色皮膜処理	黒色化	無機黒色皮膜	(クロメート皮膜)		

注) 主として電気亜鉛めっきをベースとしている