

行は、電流密度の函数で示され、その結果から実操業規模の大型化に伴って、スラグからの汚染が減少し、鋼塊の酸素値がどれだけ低値を示すようになるかを推定した。

本講演に対しては、川上正博氏(東工大)、増子昇氏(東大生研)(紙上討論)から、ここで取扱っている電極-スラグ-メタルプール間の酸素の移行に関する電気化学的な解釈、および律速段階の根拠について意見が提出された。これらの点については、なお今後の進展を期待したい。また榊井明氏(鋼管技研)は本講演に関連して、自身の実験例から、電極先端部の急冷試料から観察される溶融部の中の介在物を調査の結果、これらが二次析出物であると考えられ、この事実から酸素の物質移動係数と電流密度の関係を求めると、本講演における正極性の場合の値に近いことを紹介した。

今回の討論会では、ESRの精錬の他に、その凝固過程の研究発表も期待したのであるが、今回は応募論文がなかった。これらについてはまた次の機会に期待したい。最後に本討論会に貴重な研究成果を詳しく講演発表された各位、ならびに熱心に長時間にわたり討論に加わっていただいた各位に厚く感謝する。

III. 圧延(熱間および冷間)における 圧延潤滑の諸問題

川崎製鉄(株)千葉製鉄所

座長 鈴木 桂 一

本討論会は10月2日午後1時より約4時間にわたり6編(討論7~12)の講演を中心に約130人の会員の出席のもとに行なわれた。これら発表された講演の概要は「鉄と鋼」61年10月号に収録されているとおりでである。発表および討論は前半の熱延における潤滑問題2編と後半の冷延における潤滑問題4編に分けて行なわれた。

討論7は「熱間圧延における圧延油の使用効果について」であり、住友金属(株)中央研究所の間瀬俊朗氏、鹿島製鉄所の長谷登氏より発表された。(共同発表者:西沢一彦, 河野輝雄)

熱間圧延油として良好な結果が結果が期待される油種を実験室の試験で選び、それらを実機に使用して得られた特徴的な結果が示された。実験室の試験では、付着性を増すには高粘度の鉱物油かまたは熱重合しやすい植物油が良く、熱分解し難さでは合成油または動物油であり、この結果に基づいて実機では、混合油(鉱物油+植物油)と動物油を用いて試験を行なつたが、圧延条件の変動の為此の両者に大きな差はなかつた。圧延油の使用効果として圧延荷重の減少、ロールの表面性状の向上および摩擦の減少、圧延動力の減少さらに付帯効果として後続スタンドの圧延荷重の減少、黒皮生成による残存効果、累積効果が述べられた。これに対して寺門良二氏(新日鉄室蘭)より、アダマイトロールとグリーンロールでは圧延油を使用してもその摩擦の減少率に大きな差があり、後続スタンドがグリーンロールの場合、その摩擦の減少は期待できないのではないかと指摘がなされた。

討論8は「ホットストリップ圧延への潤滑油の適用」

であり、川崎製鉄(株)千葉製鉄所の小林善二郎氏より発表された。(共同発表者:伊藤進, 浅川長正)

圧延条件の大きく変動する種々の特殊鋼を圧延している実機に、潤滑油を使用して得られた結果と、実験室試験での潤滑油の有無による鋼種別圧延荷重の変化、油膜厚みと圧延荷重との関係が示された。実機での圧延油の使用結果として圧延荷重・圧延動力の減少、ロール表面性状の向上、普通鋼と珪素鋼とでロール面上への黒皮酸化物の生成の差およびこれに関する潤滑機構が述べられた。さらに実験室の試験では鋼種別の圧延荷重の減少率は普通鋼、ステンレス鋼、珪素鋼の順に大きくなり、最適油量として油膜厚みがある値で圧延荷重が極少になることが示された。これに対して木原諄二氏(東大工学部)より、熱間圧延油が油脂を含むかまたは油脂を主体にしなければならないという特殊性は、流体潤滑機構では説明できないのではないかと指摘がなされた。

討論7, 8から熱間における潤滑の今後の解明に待つ問題として、1) 油脂の重合が短時間で起こり得るか。2) 各スタンドへの最適油量や、後続スタンドへの影響は油の種類によつて大きな差があるのではないか。3) 熱間圧延油がいかなる機構で黒皮酸化物の生成に影響を及ぼしているか、などがある。

討論9は「低炭素鋼の冷間圧延油の潤滑挙動の実験室的研究」であり、東京大学工学部の小豆島明氏より発表された。(共同発表者:木原諄二, 五弓勇雄)

種々の基油の潤滑性に対する速度の影響がシュトライベックの境界潤滑-混合潤滑-流体潤滑の概念で説明できまた基油の粘度、圧縮率と組成(添加剤)が境界潤滑と流体潤滑の挙動を決める因子であるが、表面張力の影響は無視できる。さらに圧延後の板の粗度は、基油の種類と粘度と速度に支配されるとの研究結果が述べられた。これに対し鎌田征雄氏(川鉄技研)より、高速での粗度の粘度依存性にかわるものは何かとの指摘に対して小豆島氏より、高速での流体潤滑領域では油種による粘度の圧力依存性が律則になり、低速での境界潤滑領域では粗度が律則になるとの興味ある見解が述べられた。

討論10は「高潤滑性ミルクリーン圧延油の開発について」であり、新日本製鉄(株)君津製鉄所の山崎公三氏より発表された。(共同発表者:安藤成海, 才木孝, 勝谷良碩, 古賀国彦, 乾永房)

5ダンデムコールドミルの薄物サイクルと厚物サイクルの圧延油の統一を図るべく、薄物圧延も可能な高潤滑性能を有するミルクリーン圧延油の開発経過について述べられた。その中で牛脂と鉱油の混合型、合成油型、メチルエステル型の3種についてオフライン、オンラインの試験結果から牛脂と鉱油混合型について牛脂比率の減少(鹼化値で80以下)乳化剤の選定、圧延性の低下を補償するための合成脂肪酸の選択と添加剤の配合を行なうことにより、牛脂ベース並みの圧延性と鉱油ベース並みのミルクリーン性を兼ねそなえる圧延油の開発に成功したと述べられた。これに対し福田修三氏(日本鋼管技研)はミルクリーン性能については、鋼板表面付着物の質と量に大きく影響され、この面での今後の研究が必要であろうと示唆し、また焼鈍後にも存在せる表面付着物はボンデ処理、プレス成形などへの影響の大きいことを強調した。また木原諄二氏(東大工)より界面活性剤の

圧延性への影響が明確でない旨指摘があつた。なおミルクリー性向上(熱分解性向上)のための牛脂比率低減と、界面活性剤変更による乳化状態の変化が圧延性の低下を招き、これを補償するべく合成脂肪酸添加による狭義の油性向上を図ることが、再度ミルクリー性の低下を招くという定性的サイクルをいかにうまくバランスさせ得るの今後の研究の発展が期待される。

討論 11 は「極薄鋼板の冷間圧延におけるチャタリング現象に及ぼす圧延油の影響」であり川崎製鉄(株)技術研究所の鎌田征雄氏より発表された。(共同発表者: 滝本高史, 中川吉左衛門, 清野芳一, 古川九州男)

高圧下率(94~95%)におよぶ冷間圧延においてしばしば観察されるチャタリングといわれるミルの異常振動現象は、圧延状態が圧延可能限界近傍にあり、圧延油が乳化堅固や、乳化劣化などによる潤滑性不良に陥つたときに発生することが示された。さらにチャタリング発生中には張力、圧延圧力および摩擦係数や中立点が激しく変動していることが理論的に証明された。また、この現象の初期においては摩擦係数の増加から減少に至る変動が起こり、これが圧延状態の変動サイクルを形成させ、このときの変動周波数が補強ロール・作業ロール振動系の第2次モードの固有振動数に一致するようになるときに、圧延エネルギーの一部が振動エネルギーとして供給され振動の成長に到ると推定されることが述べられた。高圧下率の境界潤滑圧延現象の解明の第1歩として理論の完成が期待される。ロール系の振動解析については「極薄鋼板の冷間圧延におけるチャタリング現象の理論的検討」(鉄と鋼 61年 12号 S554)が参考となろう。

討論 12 は「冷間圧延用循環式クーラントシステムの解析」であり、日本鋼管(株)技術研究所の福田修三氏より発表された。(共同発表者: 大久保豊, 岡岡計夫, 可知康彦, 浅川弘文, 岡見雄二, 神馬照正)

クーラントタンクおよびその模型による実験によりタンク内の濃度の攪拌による過渡特性と定常特性が示された。タンク内の濃度を一定するために攪拌機の台数や形状が大きな影響を与えることが強調されたが、古川九州男氏(川鉄千葉)よりタンク内全域にわたって濃度を一定にすることが実機の経済性、効率性から考えると必ずしも必要ではなく、ポンプのサクション位置の濃度を定常状態で一定に管理できれば充分ではないかとの指摘がなされた。

また福田氏は、超音波流量計のシングアランド方式を利用してエマルジョン濃度計の開発を行ないこれに成功したことを発表した。本濃度計による濃度測定値をストークスの浮上の法則に照らしてエマルジョン粒径を逆算できること、その得られたエマルジョン粒径はコールターカウンターや顕微鏡写真で得られるデータよりもかなり大きい値を示すことがその相関に再現性が認められることからオンラインのエマルジョン粒径測定器としても充分実用可能であると強調した。

IV. 高温における加速酸化

東京工業大学工学部金属工学科 工博
座長 染野 檀

高温における加速酸化の現象は非常に複雑であるが、今回の討論会においては融液の生成に起因すると思われる現象にしばつた旨の司会者の趣旨説明ののち、講演及び討論が行なわれた。

始めに、原田良夫氏(三菱重工(株)高砂研究所)は「ボイラー、ガスタービンにおける加速酸化とその対策」と題して重油などの残渣油中に含まれているNa, V及びS化合物などの低融点不純物に起因する加速酸化現象は最近では排煙公害対策に伴って質的に変化しているなど、数多くの事例とその対策を中心に講演した。すなわち、ボイラー用燃料中の加速酸化に係する不純物含有量を昭和36年以降調査した結果 $V=1\sim 250\text{ppm}$ (V_2O_5 として)、 $S=0.1\sim 3.2\%$ にあつたが、最近では排煙公害対策上から低S燃料として原油が生焚きされる傾向があるが、原油中にはV含有量の低いものもあり、バナジウム・アタックに代表される加速酸化腐食はかなり低減されることが予想される一方、原油には海水(かん水)成分としてNaClが多く含まれているので、Na-S-Clに起因する加速酸化が発生する可能性が大きい。ボイラー付着油灰の化学成分と腐食性の関係をみるとV量の多い付着物よりNa-S量の多いものが強い腐食性を示す。ガスタービンではボイラーに比較して被曝温度が高く、かつ高速回転体であることから燃焼器やタービン翼材には、クリープ破断強さ、熱疲れ強さなどの高温強度と高温耐食性が要求されることから各種のNi基やCo基合金が使用されており、その加速酸化の事例が示された。

これに対して雑賀喜規氏(石川島播磨重工)により最近火力発電所でおきた高温腐食例が示され、腐食部の付着灰はNa, Sに特に顕著な差はないがVが富化しており、示差熱分析から 480° に融点を持つこと、またEPMA, X線回折の結果が紹介され、これと関連して 500° 付近に融点を持つ化合物として、いかなるものが考えられるかと質したに対し、講演者はNa化合物の多い原油を燃焼するボイラー付着物には 500° 付近に融点を持つ化合物があると答え、今後これらの基礎的研究の重要性を示唆した。

宮川大海氏(都立大)は「加速酸化試験法について」と題して高温における加速酸化現象に影響する因子が複雑多岐にわたるため、試験法についても系統的な研究はなく、また統一的な見解も得られてないとして、我が国及び米国の試験法を簡単に紹介したのち、学振、耐熱金属材料研究委員会での共同研究に基づいて作成した“ V_2O_5 - Na_2SO_4 合成灰塗付高温腐食試験学振法”とその後の検討結果を詳細に報告し、オーステナイト系耐熱鋼については、燃焼試験と各種の加速試験についての結果から塗布試験が燃料試験に最も近い結果を与え、手軽でかつデータのばらつきも少ないので現時点では加速試験法として最も良いとしている。しかしフェライト系耐熱鋼については塗布試験と燃焼試験の間にオーステナイト系の場合のような、よい対応がないこと及び各機関でのばらつきの大きいことから“学振法”の対称材料はオーステナイト系の耐熱鋼及び耐熱合金に限ることとしたと述べた。これに対し西義澈氏(日本特殊鋼(株))は“学振法”がオーステナイト系耐熱鋼には適用できるが、フェライト系耐熱鋼では不満足であり、加熱雰囲気にも検討