

より優れた延性・伸びフランジ性バランスを示す。今後の課題は、両特性バランスの優れた780N/mm²級の開発であることを述べた。

討64 プレス成形性の優れたTri-phase熱延高強度鋼板の開発

(株神戸製鋼所加古川製鉄所 三村和弘ほか)

フェライト・マルテンサイト鋼の優れた張出し特性とフェライト・ベイナイト鋼の比較的優れた伸びフランジ性を共有した高強度熱延鋼板の開発をフェライト・ベイナイト・マルテンサイトの組織分率の最適化により行い、比較材に比べ張出し性と伸びフランジ性のバランスに優れたTri-phase鋼を試作した。590N/mm²級として望ましい3相組織の分率はフェライトが約80%、マルテンサイトが2~7%で残部がベイナイトであること、高Siは延性の向上に有効であるという結果を示した。

討65 伸びフランジ性に優れた析出強化型高張力熱延鋼板の開発

(川崎製鉄(株)鉄鋼研究所 森田正彦ほか)

フェライト単相組織に最大の析出硬化を活用することと、低温変態相の阻止を目的に γ/α 変態ノーズと炭化物析出ノーズを合致させるという、新しい思想を提起し低炭素低Mn高Ti鋼を用いて伸びフランジ性に優れた700~800MPaを試作した。従来の析出強化に利用されている析出物の大きさよりも大きい析出物でも量が多いと十分な強化能を示すことも注目される結果と言える。

討66 自動車用薄鋼板の高強度化と疲労特性

(新日本製鉄(株)鉄鋼研究所 水井正也ほか)

高強度鋼板の疲労特性に及ぼす組織の影響を調査し、変態強化鋼やHSLA鋼に比べ、DP鋼および残留オーステナイト鋼が優れた特性を示すことを明らかにした。DP鋼が優れた疲労特性を示す理由は、島状マルテンサイトが微小き裂の進展を阻止し、致命的なき裂の発生を抑制するためとAEやX線回析の結果から推定している。

(総合討論)

総合討論で再び超高強度鋼板の遅れ破壊について議論が白熱した。電気めっき等の鋼板の製造工程で含有される水素、最終用途に加工される過程で侵入する水素、使用時の腐食環境で侵入する水素を考慮する必要があるが、材料の応力状態、表面近傍の微細割れ、そして材料強度と組織に対しての研究が更に必要であることが共通の認識となった。

今回の発表の内容は10年前の研究の確信的な内容もあったが、新しい概念や知見が予想以上にたくさん盛り込まれており、環境問題(CO₂、リサイクル等)まで踏み込んだ討論をする時間はなかったが、本討論会は今後の高強度薄鋼板の研究の一里塚になったものと確信する。

高速成膜・高速表面改質技術の進歩と応用

座長 東京大学工学部 吉田豊信
副座長 新日本製鉄(株)先端技術研究所 武田紘一

表面コーティング・表面改質技術は素材そのものが持つ特性に更に新しい機能を部材表面に付与できるため、多機能材料を作り出す手法として大きな期待がかけられている。最近はこの技術分野の進展がめざましく、高速成膜が可能となり、製鉄設備や鉄鋼部品への利用も多くなっている。本討論会は、鉄鋼業のみならず、他産業、大学その他公的研究機関からの報告を入れ、この技術がどんな使われ方をしているのか、何が課題なのか、どんな可能性を秘めているのかを理解し、あらたな展開に結び付ける狙いをもって企画されたものである。

1件の特別講演、6件の依頼講演を含め計18件の講演が行われた。それらの要旨を以下に述べる。

討67 (依頼講演) プラズマ溶射及び高速フレイム溶射用サーメット溶射材料

(昭和電工(株)セラミックス事業部 白井勝之)

金属とセラミックスの混合体であるサーメットは、熱衝撃、摩耗、腐食環境あるいは溶湯侵食環境に耐える表面を形成する目的で利用されることが多い。同じ組成でも単純混合材料と反応結合した複合材料では皮膜の特性に差がでる。反応結合材は高強度皮膜を形成する。

討68 (依頼講演) 溶射技術の製鉄プロセスへの応用

(トーカロ(株)溶射技術開発研究所 原田良夫)

高品質鋼板を製造するプロセスロール類には溶射による表面コーティングが多用されている。ハースロールにはプラズマ溶射サーメットが、酸洗ロール、圧延ロールには高速ガス炎溶射によるWCコーティングが行われている。WCは耐溶融亜鉛性にも優れていることが明らかにしてきた。

討69 (依頼講演) 高速成膜技術のエネルギー分野への応用(固体質電解型燃料電池へのプラズマ溶射の応用)

(三菱重工業(株)長崎研究所 納富 啓)

固体電解質型燃料電池は今後の有力な電源として注目されている。緻密な固体電解質膜形成に減圧プラズマ溶射が用いられた。通気性電極も溶射で形成される。1kWモジュールでの性能試験が行われ、さらに10kW装置の開発が進められている。

討70 (依頼講演) 自動車部品への高速成膜・

高速表面改質技術の応用

(マツダ(株)技術研究所 清水 勉ほか)

耐摩耗性用途で金属系溶射が自動車部品に適用されている。酸素センサーの保護膜など新しい機能を目的とした用途が出現しつつある。磁性体を溶射しその位置のずれを検地することを原理とするトルクセンサーが開発され実用に供されている。

討71 (依頼講演) ジェットエンジン部品への溶射の適用

(日本航空(株)エンジン整備工場 小島和明)

従来航空機エンジン部品の表面処理はめっきが主流であったが、最近ではほとんどの部品が溶射で補修されるようになっていく。金属材料は減圧プラズマ溶射、セラミックス系は大気プラズマ溶射が多用される。爆発溶射、フレイム溶射も用いられる。

討72 (依頼講演) レーザーアシストプラズマCVDによる立方晶窒化ほう素の成長とその機構

(無機材質研究所 小松正二郎)

立方晶窒化ほう素はダイヤモンドと同様の機能を有する材料として期待されている。エキシマレーザー照射下でRFプラズマCVD法で成膜に成功しているが、ダイヤモンドに比べ、脱水素反応が熱だけでは起こりにくいと予想されるので、光励起が必要である。

討73 (特別講演) 高速成膜・表面改質技術の新展開——プラズマ応用の動向——

(東京理科大学理工学部 明石和夫)

表面改質のためのドライプロセスでは、プラズマやイオンを利用することが多い。低圧グローを用いる低温プロセスについては多くの技術蓄積があり、広面積均一成膜が現在の課題である。ECRプラズマからヘリコン波プラズマ発生法へと進展がある。高速成膜の観点から熱プラズマ利用プロセスが開発されてきている。

討74 鉄鋼溶炉用火炎溶射補修技術

(新日本製鉄(株)プロセス技術研究所 石井章生ほか)

プロパン-酸素炎による大容量耐火物溶射装置が開発され転炉やコークス炉の補修に使用されている。従来補修法に比して高い耐用性を得られている。

討75 繰返し打撃法による硬質膜の損傷評価

(株豊田中央研究所 土屋能成ほか)

破質膜の耐久性を評価できる繰返し打撃衝撃試験法を開発した。衝撃荷重の繰返しにより皮膜の損傷の進展、剥離にいたる過程の観察ができた。

討76 固相接合を利用した高速製膜法に関する予備的な検討

(名古屋大学工学部 篠田 剛ほか)

圧力をかけながら丸棒金属を回転させ、熱により塑性溶着させていく厚膜形成法の開発を目指している。1mm程度の膜厚形成が可能

である。

討77 減圧プラズマ溶射皮膜のキャビテーションエロージョン特性

(新日本製鉄㈱先端技術研究所 井藤三千寿ほか)

減圧プラズマ溶射によりステライト皮膜を形成させ、耐キャビテーションエロージョン性を調査した。展伸材に比べてはるかに良好な特性を示すことが判明した。

討78 航空機用高压タービン部品の減圧溶射補修

(日本タービンテクノロジー㈱ 澄川恒治ほか)

減圧プラズマ溶射法を用いて航空機タービンエンジン部品の補修を行っている。1~3mmの厚膜補修が問題なくできている。

討79 熱プラズマ応用CVDの基礎検討

(㈱日立製作所日立研究所 児島慶享ほか)

減圧プラズマ溶射用ガンを用いて SiCl_4 と CH_4 からSiCの高速成膜法の開発を行った。直径100mmの膜が0.54mm/hの速度で得られた。

討80 プラズマCVD法による硬質低摩擦

DLC-Si膜の密着性

(㈱豊田中央研究所 小栗和幸ほか)

Siを含むダイヤモンドライクカーボンは極めて低い摩擦係数を示し、耐摩耗性も良好である。 CH_4 前処理により密着性の向上が図られた。

討81 高周波熱プラズマCVD法によるBN薄膜の合成

(東京理科大学理工学部 西田典弘ほか)

RF熱プラズマを用いてBN膜の合成を行った。基板に正バイアスをかけると膜は透明で、密着性が向上した。正バイアスでc軸配向性が高まっている。

討82 レーザPVD法によるcBN被膜の生成

(住友金属工業㈱鉄鋼技術研究所 内原正人ほか)

イオンプレーティング型の CO_2 レーザーPVD法でcBN膜の合成を試みた。膜質は基板バイアス依存性があり、高バイアスのもとでのみcBNの存在が認められた。

討83 プラズマフラッシュ蒸発法による高速堆積

(東京大学大学院 高村 禅ほか)

RF熱プラズマを用いてフラッシュ法での、非平衡活性種の存在濃度を調査し、平衡組成に比べ極端に多くなる結果を得、高速堆積化に有効であることを確認した。

討84 高周波熱プラズマCVD法によるYBCO系高温超電導体の高速成膜

(㈱神戸製鋼所材料研究所 西 誠治ほか)

液体を出発原料としてRFプラズマに吹き込み、YBCO系高温超伝導体酸化物成膜を行った。基板温度が500℃以下の時、酸化焼鈍処理不要で超電導膜を得た。

1日で消化するには時間不足になるほどの多数の発表があった。その代わり、1日で要領よく表面コーティング・表面改質の技術現状と、将来の方向が把握できた討論会になったと思う。取り上げられたプロセスの面白いところは極端な非平衡の利用であるが、成膜の詳細がまだ十分に分かっていない。日本のこの分野の研究は活発であり、新しい技術・知見が次々と生み出されている。これからが期待される。