

クション, RH における介在物除去速度を比較し, RH の優位性を示した. ステンレス鋼の介在物低減技術として, 窒素ガスを用いた加減圧精錬法により, 従来のガス吹込みとくらべ, 製品品質が大幅に向上することを示した. これに対し, 窒素気泡の発生メカニズムや微細気泡による介在物除去メカニズム等について討論された.

(討18) 高純鋼溶製技術の開発

(住友金属工業(株)鉄鋼技術研究所 城田良康ほか)

高純鋼軸受鋼の溶製技術として, アルミナ介在物の吸収能の高いスラグ組成の選択, 再酸化を考慮した耐火物材質の選択, TD ヒーターの効果等を検討した. カルシウム処理による介在物の形態制御では, 最適な $[Ca]/[O]_T$ を明らかにした. 連鑄においては, 垂直-曲げ型の湾曲型に対する優位性を明らかにし, モールド内電磁ブレーキの効果を数値シミュレーションにより明らかにした. これに対し, TD ヒーターの効果, 耐火物との反応等について討論された.

(総合討論)

すべての講演の後で, 脱酸, 介在物低減に関し現象として不明な点の洗い出しを行った. その結果, スラグによる再酸化のメカニズム, 介在物凝集と流動, 攪拌エネルギーと介在物除去, 耐火物への介在物の付着, 複合脱酸平衡等の問題点が指摘された. これらのいくつかについてはその場でも討議されたが, これからの研究課題であることが再確認された.

鉄鋼における知的情報処理技術

座長 東京工業大学大学院総合理工学研究科

小林重信

副座長 新日本製鉄(株)技術開発本部

中北輝雄

ここ 3~4 年の間に鉄鋼業では従来型のシステム技術では実現が困難であったオペレーターの勘と経験やスタッフのノウハウに頼っていた分野のシステム化, 自動化に対し, 知的情報処理技術の応用が急速に進展した.

これらはエキスパートシステムを主体とするものだが歴史も浅くその企画導入, 設計製作運用の各段階においての方法論や開発支援環境等種々の問題を抱えている.

そこで, ここでは AI 技術全体を展望しながら, 実施例とその評価, 今後の課題についての発表と積極的な討論を行った. 以下その要旨を示す.

(討19) 知的情報処理技術の展望 (依頼講演)

(東京工業大学大学院総合理工学研究科 小林重信)

今回の討論に先立ち, 依頼講演の形で現状の知的情報処理技術の概観と動向, 更には将来の展望がなされた.

現状で実用化の進んだエキスパートシステム (ルールベース推論) は経験の範囲を超えず, またその知識の獲得が重要な課題である. また最近では分類, 診断問題に代表される解析型問題から計画設計問題に代表される合成型問題領域へのシフトがあるが, そこでは組合せ最適化問題を内包している. そこでこれらの課題解決のアプローチとして事例ベース推論及び説明に基づく学習, 遺伝アルゴリズムの三つをとりあげての解説があった.

(討20) 鉄鋼プロセスへの人工知能応用

((株)東芝重工システム技術部 丸山昭男)

鉄鋼での AI の適用は 10 年に及び, 当初は研究開発的動機で適用していたが現在では投資対効果を事前評価する通常の形となった経緯が示され, エキスパート, ファジィ, ニューロの順での工業化実現の過程とその内容概略と将来課題, 期待されるツールについて提案がなされた.

これに対し, エキスパートツールのメンテ性やプロコンと EWS の結合の将来性等について討論があった.

(討21) 八幡製鉄原料エキスパートシステム開発を通じての知的情報処理技術応用に関する考察

(新日本製鉄(株)技術開発本部 福島徹二)

解釈・診断・制御型, 計画型を総合的に含むエキスパートシステム例の概要と効果を紹介し, その課題と対策を示した後, エキスパートシステム開発は操業技術の解析や体系化を進めるインパクトを与え得ることや, システム制御技術者の使命・意識の重要性が指摘された.

これに対し, 応用システムの具体的内容やエキスパートシステムでもモデル化が困難な問題の討論があった.

(討22) 高炉操業管理エキスパートシステムの開発

(NKK 福山製鉄所 青木太一ほか)

オンラインリアルタイムシステムとして世界初の本格的エキスパートシステムとしてその背景, 内容が紹介され AI は従来技術の補完であり, AI の開発適用を通じて技術の標準化・伝承, 操業の改善がなされたと報告. ただし, その開発維持環境は十分ではなく, より知的業務のシステム化は今後の課題とされた. これに対し, 従来制御との違いやメンテナンスの問題の討論があった.

(討23) 溶製方案作成エキスパートシステムの開発

(住友金属工業(株)システムエンジニアリング事業本部 村沢泰雄ほか)

スタッフ業務の効率化と専門技術の伝承をめざし, 計画立案, 設計を支援するシステムとして, 従来型システムのデータベースとの密結合や, 線形計画法の取込み等の内容が紹介された. しかし, 開発や, 実運用時はツールの機能不備やメインフレームの制約から困難を伴うことや, ナレッジエンジニアと保守要員の確保の必要性が示された. これに対し, 冶金技師が果たすべき理論的, 開発的業務の AI 化の是非につき議論があった.

(討24) 自動知識獲得型エキスパートシステムの開発

(川崎製鉄(株)水島製鉄所 岡村 勇ほか)

オペレーターの勘と経験にもとづくいわゆる浅い知識は体系性がなく、矛盾を内包しておりその獲得と正当性の評価メンテに困難を伴う。そこで多くの事例データから情報のエントロピーを用いて自動的に適切なルールを作成する方法が示された。これに対し、元になる事例の収集法や、ルール作成時の外乱事例の判定等人間がすべきこと、更に自動化対象範囲につき質疑があった。

(討25) AI 手法による焼結焼成制御システム

((株)神戸製鋼所電子技術研究所 松田浩一ほか)

返磁比制御とヒートパターン制御について、前者にファジィ推論を、後者に制御に至る前提として焼結機上の二次元温度パターン認識に自己組織化ニューラルネットの手法を適用し、温度データから操業知識を抽出したとの報告があった。これに対し、従来の制御理論や統計的手法の試行と対比等について討論があった。

(討26) システム制御分野における AI 技術の動向

((株)日立製作所システム開発研究所 船橋誠壽)

AI 技術を問題解決における姿勢という理念的な面とアルゴリズム的な面から各技術を位置付けた上、主としてファジィ制御を多変数の状態量をもつ制御へ適用する時の問題点を解決し、実用化した予見ファジィ制御について解説があった。これに対し、系の安定性等制御性能について討論が交わされた。

(総合討論)

上記各発表のまとめ、質疑討論がなされ、小林先生の総括があった。特に鉄鋼分野の AI 応用は世界でもトップレベルにあって、よくその限界をわきまえており、かついろいろな技術を多角的にくみあわせ、地に足のついた実用の時代に入っているとされた。

以上活発な討論が会場をオーバーフローする約 100 名でなされ大盛況であった。御協力に感謝いたします。

H 形鋼の圧延理論と製造技術の進歩

座長 東京大学生産技術研究所
木内 学
副座長 新日本製鉄(株)堺製鉄所
稲垣 彰

建築構造用材料として H 形鋼の需要は、最近大きく伸びている。製造技術面でも、外法一定 H 形鋼の製造に代表されるサイズフリー圧延技術の開発と実用化、薄肉ウェブ H 形鋼の圧延・冷却技術の開発などが進んでいる。理論解析の面でも、有限要素法・複合解析法などによる圧延時の被加工材の変形解析や差分法による冷却・熱応力解析が進められ、実機技術に反映されつつある。そこで、H 形鋼の製造にかかわる理論解析技術と圧延

技術の開発動向について討論を行った。

(討27) ウェブ薄肉圧延 H 形鋼製造のためのフランジ水冷技術

(川崎製鉄(株)技術研究本部 吉田 博ほか)

(討28) H 形鋼のウェブ/フランジ限界座屈温度差の解析

(住友金属工業(株)鉄鋼技術研究所 岡村一男ほか)

上記 2 件の発表は、圧延 H 形鋼のウェブとフランジの温度履歴差に起因する内部応力によって、薄肉化に伴って生じるウェブの座屈の解析と、フランジ水冷による座屈防止法に関する報告であった。(討27)では、圧延 H 形鋼のフランジ水冷時の温度・熱応力・相変態・形状不良(ウェブの座屈・反り)・材質変化を同時に予測するシミュレーターの概要、シミュレーション結果と実測値との比較、シミュレーターによるウェブ薄肉 H 形鋼製造のためのフランジ水冷条件の検討結果、さらに必要となるフランジ水冷設備について報告がなされた。(討28)では、ウェブ座屈の原因である圧延方向の内部応力を有限要素法による固有値解析によって詳細に検討し、臨界座屈応力値はウェブに発生する圧縮応力の分布形態によって変化することを明らかにし、その評価式を導き、さらに、圧延時の横断面内の温度・熱・応力を解析しつつ評価式を用いてウェブ座屈の発生を判定する方法を導き、これを用いて仕上げ圧延後のフランジ外面の水冷条件およびウェブとフランジとの臨界温度差を求め、実操業に適用した結果について報告がなされた。

以上 2 件の発表に対して、相変態の取扱い方法、熱・応力の解析手法、フランジ水冷による変形・材質変化とその対応策などについて討論がなされた。

(討29) 3次元剛塑性有限要素法による H 形鋼のユニバーサル圧延の解析

(新日本製鉄(株)堺技術研究室 林 慎也ほか)

形鋼圧延に対して汎用性のある 3次元圧延解析システムの概要について説明し、これを用いた H 形鋼のユニバーサル圧延におけるフランジ幅拡がり、圧延荷重、圧延圧力分布、ウェブ内部応力に及ぼすウェブとフランジの圧下比の影響などの解析例を示し、鉛模型圧延結果との比較による解析精度について報告がなされた。この発表に対して、ロールを要素分割する際の考え方、圧延トルクの計算方法、解析所要時間などについて討論がなされた。

(討30) 複合数値解析法による H 形鋼ユニバーサル圧延のシミュレーション

(東京大学生産技術研究所 木内 学ほか)

形鋼圧延を対象としてスラブ法と剛塑性 FEM を合成した複合数値解析法が提案され、被加工材の横断面上での長手方向速度分布を考慮し、かつ変形域入口面での張力分布を境界条件とすることにより、変形域出口面での速度の適合条件を満足し得る解析法の構成と、これによ