OUKA
Osaka University Knowledge Archive

Title	鉄鋼プロセスにおける熱間圧延の高精度化のための制御の研究
Author(s)	谷本, 直
Citation	大阪大学, 1998, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40957
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

【 122 】

氏名	谷本（たにもと） 直（すなお）
博士の専攻分野の名称	博士（工学）
学位記番号	第 13563 号
学位授与年月日	平成10年2月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文名	鉄鋼プロセスにおける熱間圧延の高精度化のための制御の研究
論文審査委員	(主査) 教授 池田 雅夫 (副査) 教授 古荘 純次　教授 斎藤 好弘

論文内容の要旨

本論文は，鉄鋼プロセスにおける熱間圧延機の板厚制御と張力制御について，モデリングと制御系設計に関する研究をまとめたもので，6章から構成されている。

第1章では，鉄鋼業における制御技術の重要性を述べ，研究の対象とするプロセスである熱間圧延における制御上の問題点を指摘し，本研究の目的と意義を明確にしている。

第2章では，まず，板厚制御のうちで最も問題となる先端部制御に関して，それまでの圧延荷重予測と圧延機の変形予測に依存する圧延機のプリセット方式を解析している。そして，圧延機の変形モデルを高精度化できれば，それまで不可能とされていた絶対値AGC（Automatic Gauge Control）の考え方を利用でき，圧延荷重予測精度に依存しない材料先端部の高精度板厚制御が実現できることを示している。次に，これを実現するために，圧延機の機構をモデル上で互いに干渉しない要素に分け，最後に残るモデルの誤差を計測器の観測値から推定して組み入れる高精度圧延機変形モデルを構築している。これに基づき，実機に新しい絶対値AGCを適用して，材料先端部の板厚精度が大幅に改善できることを示している。

第3章では，熱間連続圧延機における材料張力制御について述べている。前章の材料先端部板厚制御の高精度化をふまえて，全体の板厚，板幅精度向上のための薄物材料に対する高精度張力制御の必要性を述べ，ルーパを用いる張力制御の挙動を解析している。この結果に基づき，ルーパを低慣性化してルーパ張力計を用いたルーパ制御が必要なこと，その実現のためには厚物材料でルーパを全く使用しない厚物材全スタンドルーパレス制御が必要であることを指摘している。

第4章では，厚物材料に対する全スタンドルーパレス制御の実用化を述べている。まず，圧延理論に立脚したモデルを構築することとモデルの内部パラメータをオンライン最小自乗法で推定することで張力の推定精度を大きく改善できることを示している。本張力推定方式を，実機に組み込んで全スタンドルーパレス制御を厚物材料に対して試み，ルーパ使用時と同等の圧延結果を得ている。この実績を得て，ルーパを薄物材料専用に小型化できることを述べている。

第5章では，小型ルーパとそれに装着されたルーパ張力計による薄物材料専用のルーパ張力制御について述べている。ルーパ軸摩擦に起因する非線形性の問題を克服し，現代制御論に従う積分形最適制御の適用によって，良好な制御成績を得ることができることを示している。以上の第3，4，5章の研究成果により，実機における薄物材料に対する張力制御能力を大きく改善し，製品の板厚変動は40%改善されたことを述べている。

第6章は結論で，設備を大型化することなく，本研究で述べたように制御技術を利用した品質改善とコスト削減が今後も必要であることを述べている。

論文審査の結果の要旨

鉄鋼プロセスにおける熱間圧延機に対する制御理論の本格的適用は，要求される精度の高さとその制御結果によるコスト改善効果の大きさから実施例の拡大が期待されていた。本論文は，熱間圧延における板厚と張力制御に関して，プラントの論理的な数理モデル化によってモデル精度の維持改善性を確保し，そのモデルに基づく状態推定・最適制御等の制御理論を用いることで板厚と張力の最終的な制御精度を大きく改善した研究結果を報告したものである。論文の主な成果を要約するとつぎの通りである。

1．圧延における材料先端部の板厚制御精度を高めるために，圧延反力により圧延機が変形するプロセスを高精度モデル化することで作業ロール圧下位置と圧延荷重から板厚を推定して目標板厚にフィードバック制御する絶対値AGCシステムを実用化した。これは，予測計算では想定できない外乱をオンラインリアルタイムで推定し，その結果に基づいて外乱の影響を抑制する制御を可能としている。

2．熱間連続圧延機におけるルーパを用いた材料張力制御系の特性を圧延プロセスのダイナミック非線形シミュレータを開発することで明確にしている。また，このシミュレータを非線形計画法と結合することで，想定される各種の改造に対して制御系を最適化したときの改造効果を評価比較する方式を確立している。これを用いた解析で，ルーパの慣性能率を低減した場合の張力制御性改善効果を定量的に明らかにし，この慣性能率を低減させるには厚物材料に対して全くルーパを用いずに圧延するルーパレス圧延が必要であることを指摘している。

3．厚物材料に対する全スタンドルーパレス制御を実現するために，従来のルーパレス制御方式を解析してその限界を明らかにしている。新たにHillの圧延トルク式に基づいて各スタンドの内部パラメータをオンライン最少二乗法で同時に推定把握する方式を提案し，実機適用でその実用性を確認している。この方式は，従来の方式を大きく改善するものである。この結果，ルーパを薄物材料専用に低慣性化して圧延する操業方式を実現している。同時に従来はS/N比が悪かったルーパに設置する材料張力計の問題を解決している。

4．薄物材料に対するルーパの制御性能を改善するために積分形最適レギュレータをシミュレーションで評価し，実機適用して板厚制御精度の改善に効果をあげている。圧延機に対する最適制御の先駆的適用であり，実機化のための多くの問題点を明らかにして，先端的制御理論の製造現場への適用拡大に寄与している。

以上のように本論文は，対象プロセスの新たなモデリング法をもとに，大きな設備投資をすることなく，制御理論を用いた操業方式の変更で大幅な品質改善が実現できることを示しており，鉄鋼プロセスにおける機械系システムに対する制御工学の発展に寄与するところ大である。よって，本論文は博士論文として価値あるものと認める。