

氏名	くろ だ こう いち 黒 田 浩 一
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	論 工 博 第 3607 号
学位授与の日付	平 成 13 年 9 月 25 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	細径金属線冷間圧延技術の最適化と圧延機の設計技術に関する研究

論文調査委員	(主 査) 教 授 島 進	教 授 駒 井 謙 治 郎	教 授 井 上 達 雄
--------	------------------	---------------	-------------

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、様々な産業分野で広く用いられている金属細径線を製造するための新たな細径線の冷間圧延技術を開発し、それに基づく圧延機設計技術の指針を明確化することを目的とした論文で、以下の9章からなっている。

第1章は序論であり、圧延法やダイス伸線法等の線材製造プロセスについてのこれまでの研究の経緯と、本研究の必要性および目的について述べている。

第2章では、細径線圧延の従来技術で第一に克服されるべき課題である線材の倒れの現象と、線材圧延時の塑性変形特性についての検討結果に基づき、不良要因となる噛み出しが発生せず、かつ倒れ防止ガイドの不要な円形孔型での新たな連続圧延方式を提案している。

第3章では、第2章で提案した圧延方式を実操業に適用する際の設備の所期コストや操業時のランニングコストができる限り小さくなるようなミルの基本仕様を検討している。すなわち、タンデム圧延機の最小構成単位である単スタンド圧延での変形・負荷特性に焦点を当て、本技術を適用する上で最適な圧延機形式を数値解析により検討して、その基本的な設計仕様を示している。

第4章では、第3章で明らかとなった最適な圧延機形式について、3スタンドのラボ圧延機を試作して基礎実験を行い、本論文で提案する細径線用の新圧延方式の実現可能性を実証した結果について述べている。

第5章では、第4章までで示した冷間圧延法における圧延機形式および孔型の形態が、工具と材料間の接触状態に及ぼす影響について述べている。冷間圧延製品には、高い表面品質が求められ、また工具摩耗も大きな問題である。そこで、工具-材料間の接触形態、相対すべり等に及ぼす圧延機形式の影響を数値解析手法による詳細な調査結果をもとに、接触形態から見た細径線用圧延機に対する設計指針を明らかにしている。

第6章では、多スタンドで構成される細径線圧延機の連続圧延特性を評価しうる数値解析アルゴリズムの開発について述べている。細径線は最終製品に近いので、高い寸法精度が要求され、またスタンド間張力の寸法変動に及ぼす影響が大きい。張力の影響を評価する従来の手法は、ある定常状態からの偏差分を予測するに過ぎず、新たな圧延方式の圧延特性を事前に評価できなかった。そこで、新たなアルゴリズムを導入し、張力も算出しうる解析手法を開発している。その結果に基づき、細径線の連続圧延に用いる圧延機形式および孔型の寸法精度に及ぼす影響を評価する手法が示されている。

第7章では、素材の加工硬化特性に応じて発生するロールギャップの変化やスタンド間張力の変化の連続圧延特性に及ぼす影響を評価し、材料特性の差異や圧延機の初期設定のばらつき等の諸変動に対し、安定して高寸法精度が得られやすい圧延機形式について述べている。第6章で示した張力算出の可能な解析手法を用いて、同一初期設定で異種材料を圧延する際の圧延特性の変化を評価し、素材強度の変化に対して最も安定した圧延特性を示す圧延機形式を決定する指針を示している。

第8章では、第7章までの検討結果を総合して決定した最適な圧延機形式を実際に設計するために、圧延機の内部構造および駆動系に焦点を当てて検討を行い、細径線用冷間圧延機の設計指針を示している。具体的には、市場の要求に応えるために対象とすべき圧延材の材質、寸法を明らかにした上で、その圧延を可能とするためのベアリング、ロール軸およびハウ

ジグの強度、コモンドライブ方式におけるギヤ比、コンパクトな装置構成とするためのスタンド構造等を考慮し、細径線圧延のための圧延機設計指針を提唱している。さらに、その指針に基づき実機並の圧延機を設計製作し、それによって得られる圧延材品質の評価を行うことによって、新たな細径線圧延法の実用面での効果を検証している。

第9章は、総括であり、本研究で得られた重要な結論を要約している。

### 論文審査の結果の要旨

本論文は、細径金属線の新しい冷間圧延技術ならびにそのための圧延機設計技術を明確化するために行われた研究開発の成果をまとめたものであり、得られた結果は次のように要約される。

1. 細径線の孔型圧延を実施する上での最大の技術課題である、“倒れ”の現象を多面的に且つ定量的に評価し、倒れを防止するための新圧延方式として、線材圧延時の塑性変形特性を巧みに利用したラウンドーラウンド孔型系列による圧延方式を提案している。
2. 提案した圧延方式を細径線製造に適用する際の産業上の価値を最大限に引き出すための基本的な圧延機設計指針を検討した結果、少ないスタンド数で所期の加工を実施でき、設備コストを最小化できる圧延機形式が4ロール方式であることを明らかにしている。また、圧延材の寸法精度、表面品質、圧延でのロール荷重、消費エネルギーについても、4ロール方式が最も有利であることを示している。
3. 新たに開発したタンデム圧延特性評価用数値解析アルゴリズムによって、これまで扱うことができなかった連続圧延特性を数値的に予測する手法を提唱し、細径線に求められる高寸法精度要求に応える圧延機形式を検討する手法を示している。これを用いて、本圧延方式が実操業でのロールギャップやスタンド間張力の変動に対して安定して高寸法精度を確保しうるものであることを定量的に示している。
4. 以上の検討結果を総合して、個々の圧延スタンドの内部構造および圧延機全体を構成する駆動系の最適設計指針を示し、その結果をもとに最終的には、実機試作により圧延技術の効果を検証した。

以上、本論文は、細径金属線の新しい冷間圧延技術を提唱するとともに、最適な圧延機設計指針を示すもので、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成13年7月19日、論文内容とそれに関連した試問を行った結果、合格と認めた。