OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	冷間圧延における先進特性と転写挙動の研究
Author(s)	藤井, 康之
Citation	大阪大学, 2021, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/85382
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

様式３

論　文　内　容　の　要　旨

氏　　名　（　　藤井　康之　　）	
論文題名	冷間圧延における先進特性と転写挙動の研究

論文内容の要旨

現在，冷間圧延製品は世界的にコモディティー化が進んでいる．そのため高強度材を高歩留まりで高速生産することや，従来に無い高付加価値製品を製造することが要求されている．高強度材の圧延においては，最終板厚が薄く，被加工材の変形抵抗が大きく加工硬化が小さいことや，高圧延圧力で高速の条件となるため，軟鋼板と比較し摩擦特性が大きく異なり，従来の圧延モデルではロールギャップとロール周速の初期設定(セットアップ)精度が不十分で歩留まりが低下することが指摘されている．また被圧延材の表面性状制御は，冷間圧延製品の高付加価値化の今後の鍵になるものと想定されるが，これまでの圧延転写の研究は，低圧下率条件を対象とする調質圧延の実用的な圧下率範囲を対象とするものに限られていた．そこで本論文では，冷間圧延機での高精度セットアップのための先進率(規格化した出側板速度)モデルの高精度化，および高機能材料の開発に向けた圧延転写メカニズムの解明に取り組んだ．

第1章では，冷間圧延における圧延板製品の置かれた状況を述べ，工業的な技術課題や重要性を示しつつ，圧延機のセットアップ技術，表面性状制御に関する過去の研究を整理し，展望を述べた．

第2章では，高張力鋼板のセットアップ精度向上を目的に，工業的に使用されてきたBland and Fordの先進率式には，ロールバイト内における摩擦係数，加工硬化率の仮定に問題があることを指摘し，ロールバイト内の摩擦係数変化，変形抵抗変化の影響を考慮可能な新たな先進率式を提案した．そして実機のセットアップに応用し，圧延荷重と先進率の予測の高精度化の効果を確認した．

第3章では，冷間圧延板製品の表面高機能化の実現に向け，胴長方向に一様な形状の表面凹凸を有するロール，すなわち二次元テクスチャーロールを用いた圧延において，実験と有限要素解析(以下，FEA)の検討を行い，FEAにより転写形状の予測が可能であることを確認するとともに，圧延転写の主体的な変形が圧縮であること，また転写形状の厚さ方向に対する非対称性は，圧延特有のロールと被圧延材の相対速度の変化に起因するものであることを明らかにした．

第4章では，三次元テクスチャーロールを用いた圧延転写実験によって，転写性に及ぼす被圧延材の板厚，潤滑の影響を解明するとともに，高圧下率条件において転写率が低下する現象を新たに見出した．

第5章では，第4章で見られた高圧下率での転写率低下の原因について転写形状から調査を実施し，ロールバイト内の変形は被圧延材とロールの相対速度に依存すること，転写率低下の主因が，ロールバイト出側におけるロールと被圧延材の接触変形によるものであることを明らかにした．そして，この接触変形を回避するためには，ロールと被圧延材の相対速度制御が有効であることを検証し，相対速度を表す先進率をパラメータとした適正なロール表面形状の転写を実現するための圧延条件設計式を導いた．

第6章では，三次元FEAで，提案した突起形成メカニズムの検証を行うとともに，圧延転写形状の予測を検討した．そして低圧下率条件において，提案した突起形成メカニズムの妥当性を確認し，圧延転写形状が予測可能であることを明らかにした．また転写挙動は被圧延材とロールの界面に作用するせん断力に依存することを考察した．

第7章では，各種表面凹凸パターンを付与したロールを用いて実験を行い，ロールバイト内のロール表面凹凸の個数，およびロールテクスチャー(凸部)の接触率の転写挙動への影響を明らかにした．

第8章では，前章までに確立した圧延転写技術を高伝熱チタン板の開発に応用し，実用化した事例を示した．

第9章では，本論文で得られた成果を総括した．

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名	（藤 井　康 之）	
	（職）	氏　名
論文審査担当者	主 査　教授	宇都宮　裕
	副 査　教授	藤本　慎司
	副 査　教授	小泉　雄一郎
	副 査　准教授	松本　良

論文審査の結果の要旨

冷間圧延製品は世界的にコモディティ化が進んでおり，高強度材を高歩留まりで高速生産することや，高付加価値製品を製造することなどが要求されている．しかし，高強度材は従来材と異なる摩擦特性を示し，圧延理論による圧延荷重と先進率の予測精度が十分でないことが工業的な問題となっている．一方，被圧延材の微視的表面形状の制御は，低圧下率の調質圧延を除いてほとんど研究がなされていない．そこで，本論文は圧延荷重と先進率の予測モデルの高精度化およびロールの表面形状の被圧延材への転写メカニズムの解明を研究目的としている．

第1章では，冷間圧延の工業的な技術課題と重要性を示し，圧延機のセットアップ技術ならびに圧延材の表面形状の制御に関する過去の研究を整理している．

第2章では，Bland and Fordの冷間圧延理論の仮定の問題点を指摘し，ロールバイト内における摩擦係数と変形抵抗の変化を考慮可能な先進率式を提案している．そして実機のセットアップに応用し，圧延荷重と先進率の予測の高精度化の効果を確認している．

第3章では，胴長方向に一様な表面凹凸形状を有するロール（二次元テクスチャーロール）を用いる圧延について，有限要素解析（以下，FEA)によって実験結果を再現し，転写の主な変形が圧縮であること，転写された表面形状の厚さ方向に対する非対称性は，ロールと材料の相対速度の変化に起因するものであることを明らかにしている．

第4章では，三次元テクスチャーロールを用いる圧延について，転写性に及ぼす被圧延材の寸法と潤滑の影響を調査し，高圧下率条件において転写率が低下する現象を新たに見出している．

第5章では，第4章で見られた高圧下率での転写率低下現象が，ロールバイト出側におけるロールと材料の接触変形によるものであると考察している．そして，ロールと被圧延材の相対速度制御が接触変形の回避に有効であることを検証し，ロール表面形状の転写が実現可能な圧延条件設計式を導いている．

第6章では，三次元FEAによって転写形状を予測し，突起形成メカニズムを考察している．低圧下率条件において転写形状の予測が可能であり，提案した突起形成メカニズムが妥当であることを確認している．また転写挙動は被圧延材とロールの界面に作用するせん断力に依存することを考察している．

第7章では，各種の表面凹凸形状を付与したロールを用いて実験を行い，ロールバイト内のロール表面凹凸の個数，ロール凸部接触率の転写挙動への影響を明らかにしている．

第8章では，前章までに確立した圧延転写技術を高伝熱チタン板の工業的な製造に応用した例を説明している．

第9章では，本論文で得られた成果を総括している．

以上のように，本論文はロールバイト内における摩擦係数と変形抵抗の変化を考慮することで圧延荷重と先進率の予測の高精度化を実現するとともに，ロールの表面形状の被圧延材への転写メカニズムの解明を行ったものであり，材料工学分野の進歩に寄与するところが大きい．よって本論文は博士論文として価値あるものと認める．