

氏名	明石 透
授与した学位	博士
専攻分野の名称	工学
学位授与番号	博乙第4436号
学位授与の日付	平成27年 3月25日
学位授与の要件	博士の学位論文提出者 (学位規則第5条第2項該当)
学位論文の題目	極薄鋼板の調質圧延における圧延現象の基本特性解明に関する研究
論文審査委員	教授 瀬沼 武秀 教授 多田 直哉 教授 岸本 昭 准教授 竹元 嘉利

学位論文内容の要旨

極薄鋼板の調質圧延において、ブライトワークロール圧延のジャンピング現象、ダルワークロール圧延の圧延荷重－伸び率挙動および粗度転写特性について実験および数値解析により検討を加え、これらについて現象の正確な把握とメカニズムの解明を行った。

ブライトワークロール圧延のジャンピング現象の研究では、所定の圧延荷重になると急激に5～8%の大きな伸び率が生じるジャンピング現象を実験用圧延機により再現した上で、圧延板の流動応力を正確に考慮し、ロールの弾性変形も正確に連成解析する2次元FEM圧延解析モデルを構築することで、ジャンピング現象を定量的に予測することができた。そしてジャンピング現象は「伸び率小、弾性ひずみエネルギー大」という状態と「伸び率大、弾性ひずみエネルギー小」という状態の二つの力学的状態が、上下降伏点という圧延板の流動応力の二面性によって仕切られ、共に安定的に存在し得る現象であることを明らかにした。

ダルワークロール圧延における圧延荷重－伸び率挙動については、ブライトワークロール圧延に比べ、低荷重領域では伸び率が大きく、高荷重領域では伸び率が著しく小さくなる現象を実験用圧延機で再現した上で、前記圧延解析モデルのロール表面に突起形状を付与した数値解析を実施し、数値解析でも圧延荷重－伸び率特性を再現した。さらにこのダルワークロール圧延における圧延荷重－伸び率特性は、ロール表面突起の圧延板への押し込みによる局所塑性変形が板厚方向に貫通する効果と、ロール表面突起による幾何学的摩擦効果で説明できることを明らかにした。

最後にダルワークロール圧延における粗度転写現象の研究では、実機条件の粗度転写挙動を実験用圧延機で再現した上で、前記2次元圧延解析モデルと最小単位の工具要素による3次元押圧解析モデルを用いた検討を行い、2次元圧延解析のみの転写予測では、幅方向せん断応力を無視することによる誤差、および圧延方向圧縮応力が小さい場合に非現実的な変形モード変化を生じることによる誤差が存在することを明らかにし、3次元押圧解析を組み合わせた粗度予測手法を提案した。

論文審査結果の要旨

本論文は、極薄鋼板の調質圧延において、ブライトワークロール圧延のジャンピング現象、ダルワークロール圧延の圧延荷重－伸び率挙動および粗度転写特性について実験および数値解析により検討を加え、これらについて現象の正確な把握とメカニズムの解明を行ったものである。

ブライトワークロール圧延のジャンピング現象の研究では、所定の圧延荷重になると急激に5～8%の大きな伸び率が生じるジャンピング現象を実験用圧延機により再現した上で、圧延板の流動応力を正確に考慮した材料構成式を用い、ロールも従来の剛性体ではなく弾性変形を考慮して正確に連成解析できる2次元FEM圧延解析モデルを構築することで、ジャンピング現象を定量的に予測することができた。これは世界で初めての研究成果である。そしてジャンピング現象は「伸び率小、弾性ひずみエネルギー大」という状態と「伸び率大、弾性ひずみエネルギー小」という状態の二つの力学的状態が、上下降伏点という圧延板の流動応力の二面性によって仕切られ、共に安定的に存在し得る現象であることを明らかにした。この解析モデルを用いることで、ジャンピングが起こる圧延荷重に及ぼすロール径や張力の影響なども定量的に計算することができ実用面で大きな貢献をしている。

ダルワークロール圧延における圧延荷重－伸び率挙動については、ブライトワークロール圧延に比べ、低荷重領域では伸び率が大きく、高荷重領域では伸び率が著しく小さくなる現象を実験用圧延機で再現した上で、前記圧延解析モデルのロール表面に突起形状を付与した数値解析を実施し、数値解析でも圧延荷重－伸び率特性を再現した。さらにこのダルワークロール圧延における圧延荷重－伸び率特性は、ロール表面突起の圧延板への押し込みによる局所塑性変形が板厚方向に貫通する効果と、ロール表面突起による幾何学的摩擦効果で説明できることを明らかにした。

また、ダルワークロール圧延における粗度転写現象の研究では、実機条件の粗度転写挙動を実験用圧延機で再現した上で、前記2次元圧延解析モデルと最小単位の工具要素による3次元押圧解析モデルを用いた検討を行い、2次元圧延解析のみの転写予測では、幅方向せん断応力を無視することによる誤差、および圧延方向圧縮応力が小さい場合に非現実的な変形モード変化を生じることによる誤差が存在することを明らかにし、3次元押圧解析を組み合わせた粗度予測手法を提案した。

以上のように本論文は今まで解明されていなかった調質圧延の「謎」の部分を見事に解明した新規性の高い画期的な研究であり、学術的、工業的価値が高く、工学分野の学位に値すると判断する。