



Title	薄鋼板の熱間圧延における潤滑挙動に関する研究
Author(s)	松原, 行宏
Citation	大阪大学, 2019, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/72394
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

論文内容の要旨

氏 名 (松 原 行 宏)

論文題名 薄鋼板の熱間圧延における潤滑挙動に関する研究

論文内容の要旨

鉄鋼メーカーの圧延ラインでは、高強度で表面性状に優れた薄鋼板をより高速で生産することが求められており、圧延潤滑に対する要求は高くなりつつある。従来、冷間圧延の潤滑に関する報告は多く、流体力学で求められるロールと鋼板界面の油膜厚さによって摩擦係数や圧延板の表面性状が説明されている。一方、熱間圧延の潤滑に関する報告は少なく、高温・高圧界面における潤滑油の挙動は不明である。本論文では、基礎的な圧延実験を行い、鋼板表面を詳細に観察し、また、ロールバイトに導入された油量を測定した。さらにはロールバイト入口での潤滑油挙動の数値解析を行い、熱間圧延時の潤滑油の挙動を、冷間圧延の場合と比較しつつ考察した。

第1章では、薄鋼板の圧延工程の概要、従来の圧延潤滑に関する報告を整理し、本研究の背景と目的について述べた。

第2章では、SUS316オーステナイト系ステンレス鋼を用いた基礎的な圧延実験において、冷間圧延では、油膜厚さの増加とともに、圧延実績から逆算した摩擦係数が低下し、圧延板表面に形成されるオイルピットが明瞭となるのに対し、熱間圧延では、 $0.2\mu\text{m}$ 程度の油膜厚さで摩擦係数は十分に低下し、それ以上油膜厚さが増加しても摩擦係数は低下しないこと、また、圧延板表面に形成されるオイルピットは極めて小さいものであることを確認した。

第3章では、熱間圧延潤滑時のロールバイト入口での潤滑油の挙動を明らかにするため、伝熱を考慮した流体解析による数値解析を実施し、油膜の厚さ方向の温度差に起因して動粘度差が大きくなり、油膜の厚さ方向の速度勾配が大きく変化することを示した。

第4章では、SUS316鋼板を冷間と熱間で引張試験を行い、結晶粒の自由変形挙動は両者で同じであることを確認した。また、これまでの実験結果や計算結果から、熱間圧延潤滑のロールバイトでは、高温の鋼板と接触して動粘度の小くなった油膜が優先的に流動して潤滑に寄与し、流動した油膜の厚さの範囲内で鋼板が凹凸化して小さいオイルピットが形成されると推定した。

第5章では、フェライト系ステンレス鋼の熱間圧延時に鋼板表面に発生する肌荒れと呼ばれる欠陥を調査し、ロールバイト内での高面圧によりワークロールとステンレス鋼板間で凝着が生じ、その後、ワークロールが鋼板よりも先進するため、凝着部がせん断応力により鋼板から剥離して折れ重なることで欠陥が形成されることを示した。また、硫黄系添加剤が、ワークロールとフェライト系ステンレス鋼の凝着抑制に有効であることを示した。

第6章では、本論文を総括するとともに、実用化など今後の展望を述べた。

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (松 原 行 宏)			
論文審査担当者		(職)	氏 名
	主 査	教授	宇都宮 裕
	副 査	教授	南 埜 宜 俊
	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

製鉄所の圧延工場では、従来材よりも高強度で板厚の薄い鋼板をより高速で生産することが求められ、圧延潤滑技術に対する要求は高まっている。これまでに冷間圧延潤滑に関する研究は多くなされ、流体力学的に求められる油膜厚さによって摩擦係数や圧延後の鋼板表面性状が説明されている。しかしながら、熱間圧延潤滑に関する報告はほとんどなく、ロールバイト中の高温・高圧下での潤滑油の挙動は不明である。本論文は、基礎的な圧延実験と詳細な表面観察、さらには潤滑油挙動の数値解析を行い、冷間圧延における挙動と比較しつつ、熱間圧延特有の潤滑油の挙動を解明したものである。得られた成果は以下の通りである。

第1章では、本研究の背景を述べるとともに、薄鋼板の圧延工程の概要、圧延潤滑に関する従来研究を整理している。

第2章では、基礎的な潤滑圧延実験を行い、冷間圧延では油膜厚さの増加とともに摩擦係数が低下し鋼板表面にオイルピットが明瞭に形成されるのに対し、熱間圧延ではある油膜厚さで摩擦係数は十分に低下し、それ以上油膜厚さを増加させても摩擦係数は低下せず鋼板表面には極めて小さいオイルピットが形成されるに留まることを明らかにしている。

第3章では、熱間圧延潤滑時のロールバイト入口での潤滑油の挙動を明らかにするため、伝熱を考慮した流体解析による数値解析を実施し、熱間圧延では油膜の温度差に起因して厚さ方向の動粘度差が大きくなり、油膜厚さ方向で速度勾配が大きく変化することを示している。

第4章では、熱間圧延潤滑のロールバイトでは、高温の鋼板と接触して動粘度の小くなった油膜部分のみが優先的に流動して潤滑に寄与し、流動した油膜厚さの範囲内で鋼板が凹凸化して小さいオイルピットが形成されることを解明している。

第5章では、熱間圧延時に鋼板表面に発生する肌荒れと呼ばれる欠陥の発生機構を調査し、ロールバイト内での高面圧によりワークロールとステンレス鋼間で凝着が生じた後に、摩擦せん断応力により凝着部が鋼板から剥離して折れ重なることで欠陥が形成されることを解明している。

第6章では、本論文を総括するとともに、実用化や今後の課題を述べている。

以上のように、本論文は鋼板熱間圧延における潤滑油のロールバイト中での挙動を、実験及び数値解析から明らかにしたもので、材料工学の発展に寄与するところが多い。したがって本論文は博士論文として価値あるものと認める。