



Title	Study on cold rolling characteristics by profile measurement of partly rolled sheet
Author(s)	Li, Ling
Citation	大阪大学, 2019, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/72186">https://hdl.handle.net/11094/72186</a>
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*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 ( LI LING )	
論文題名	Study on cold rolling characteristics by profile measurement of partly rolled sheet (圧延途中止め材の形状測定による冷間圧延特性の研究)
論文内容の要旨	

Cold rolling is one of the most important metalworking processes in industries. However, it still has some problems with dimensional and shape accuracy of products and in productivity. As flow stress of rolled materials increases, elastic deformation of rolls becomes severe and complicated. It makes the prediction of the rolling load difficult. Curling of sheet occurs due to the asymmetries in friction, deviating of pass line from center line, etc. and deteriorates the productivity. However, the mechanism of curling is still not fully understood. In order to solve these problems, it is essential to know the deformation of the sheet and the rolls in roll-bite during the rolling process. However, it is difficult to observe the in-situ deformation phenomenon on a rolling mill. From this point, the interrupted rolling of TFE (Tetrafluoroethylene) coated sheet followed by profiles measurement is proposed and used in this study.

In Chapter 1, background, objectives, and outline of this research work were explained.

In Chapter 2, lubrication with TFE coating was studied in cold rolling of aluminum sheets. Friction coefficient on TFE-coated aluminum sheets was found to be around 0.1, which is similar to that under oil lubrication. It was also found that TFE coating with 30  $\mu\text{m}$  thick is able to follow rolling deformation up to total reduction  $r_t = 60\%$ . Above the reduction, the exposure of aluminum occurred on the outermost surface.

In Chapter 3, elastic flattening deformation of rolls was investigated. It was found that the rolls remain circular shapes at lower reduction and show non-circular deformations in case of the heavy reduction in thickness. In addition, the transition to the non-circular deformation of rolls appeared at lower reduction under unlubricated conditions. Contact length  $LM$  calculated with considering elastic deformations of the sheet before and after the roll-bite is close to contact length  $LP$  detected from the measured profiles under different lubrication conditions. It is better to use contact length  $LM$  for prediction of rolling load.

In Chapter 4, the curling was investigated in cold asymmetric rolling of aluminum sheets. Under differential-speed rolling, the sheet curls to the slower roll side at low reduction ( $r < 23\%$ ) and curls to the faster roll at the higher reduction ( $r > 23\%$ ). Meanwhile, the contact length  $LU$  on the upper (faster) roll surface is longer than  $LL$  on the lower (slower) roll surface at low reduction in thickness. On the other hand,  $LU$  is shorter than  $LL$  at the higher reduction. It is found the ratio of contact length  $LL/LU$  is correlated with the curling direction in the differential-speed rolling: the ratio of contact lengths  $LL/LU$  is found to be a good index to control the curling.

In Chapter 5, the curling in differential-friction and hybrid rolling were investigated. The difference in friction shows a larger effect on curvature than the speed ratio  $V_L/V_U$  during hybrid rolling. Under hybrid rolling, curvature gradually decreases as the speed ratio of  $V_L/V_U$  increases. Hybrid rolling is useful to decrease sheet curvature in differential-speed rolling.

In Chapter 6, the obtained results were summarized and discussed. Applications of this research were blueprinted.

It is found that experimental technique about interrupted rolling of TFE coated sheet followed by profiles measurement is effective to reveal the deformation during rolling and to figure out various rolling characteristics.

## 論文審査の結果の要旨及び担当者(案)

氏 名 ( LI LING (李 玲) )	
	(職) 氏 名
	主査 教授 宇都宮 裕
論文審査担当者	副査 教授 安田 弘行
	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

工業的な金属薄板の冷間圧延プロセスにおいて、圧延材の寸法精度や生産性向上は普遍的な課題である。近年、被圧延材の高強度化にともなってロールの弾性変形が増大かつ複雑化し、圧延荷重の予測や圧延機のセットアップは困難なものとなっている。また、上下ロールと被圧延材界面の摩擦係数の差などに起因して、圧延材の上下反りが発生する頻度が上昇し、生産性低下の原因となっている。しかしながら、反りの発生機構は必ずしも明らかとはなっておらず、反りを完全に回避することは難しい。こうした課題解決には、ロールバイト内の被圧延材の変形挙動を解明することが有用であるが、ロールや被圧延材は高速で移動しているため直接観察は難しい。そこで本論文は、圧延中にロールの回転を急停止することによって得た圧延途中止め材の形状を測定することで、ロールバイト内の被圧延材の変形挙動を調査し、マクロな変形特性と関連付けて考察している。

第1章では、金属薄板の冷間圧延特性について従来知見をまとめて課題を整理するとともに、本研究の背景と目的そして論文の構成について述べている。

第2章では、フッ素樹脂(TFE)で被覆したアルミニウム板材の冷間圧延特性を調査し、摩擦係数が0.1程度と鉛油潤滑に相当する低摩擦が実現できることを見出している。すなわち、潤滑油を用いて圧延途中止め実験を行うと、ロール停止時に潤滑油が界面から浸み出し圧延中の状態が維持されない問題があるが、フッ素樹脂被膜を用いることで解決できることを示している。さらに、30  $\mu\text{m}$ 厚のフッ素樹脂被膜は、全圧下率 $r > 60\%$ までの強圧延変形に追随することができることも確認している。

第3章では、ステンレス鋼板の冷間圧延の途中止め材の形状測定によって、低圧下率の場合にはロール形状は円弧形状を保つが、高圧下率では非円弧形状に変化する従来仮説の実験的な証明に成功している。さらに、実測された接触長さ $L_p$ は、ロールバイト前後の被圧延材の弾性変形を考慮することで正確に予測できることも見出している。

第4章と第5章ではアルミニウム板の冷間非対称圧延における被圧延材の反りを調査している。第4章では、異周速圧延における反りの方向が低圧下率( $r < 23\%$ )の場合は低速ロール側へ、高圧下率( $r > 23\%$ )の場合は高速ロール側へとなることを確認している。その際、反り曲率と低／高速ロール側の実測接触長さの比との間に相関性があることを新たに見出している。一方、第5章では、異摩擦圧延とハイブリッド圧延における反りについて調査し、上下の摩擦係数比が反りに及ぼす影響が大きく、ハイブリッド圧延は反り低減に有効な手段であることを見出している。

第6章では得られた結果を整理し考察を行って結言を導くとともに、工業的な応用についても論じている。

以上のように、本論文は圧延途中止め材の形状測定を行って、冷間圧延におけるロールの弾性変形や圧延材の反りとロールバイト中の被圧延材の変形挙動を関連付けたもので、材料科学および工学に資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。