

技術報告

No.2テンションレベラーラインへのレーザー厚み計の設置

Set Up of Laser Type Thickness Measurer in No.2 Tension Leveler

伊藤 桂一* 城 一 崇
Keiichi ITO Kazutaka JO

抄 録

日鉄ステンレス(株)山口製造所周南エリアの精整工程では複数ラインにて出荷作業と同時に厚み計による全長板厚測定を実施している。この測定は、板厚厳格材また、圧延にて発生した急峻な板厚変動流出防止を目的としている。しかし、板厚不適合品の流出防止が図れる一方で接触式厚み計を用いるラインでは厚み計の測定子による接触痕が課題となっている。そこで厚み計を新規設置する No.2 テンションレベラーラインにおいて上記課題を改善するため、非接触式のレーザー厚み計を設置することで接触痕を防止した。

Abstract

In refining process of Shunan Area Yamaguchi Works, Nippon Steel Stainless Steel Corporation thickness of the whole length of coils is measured by thickness measurer in multiple lines for the shipping work. The purpose of the measurement is to avoid the leak of coils with steep thickness change to the customer. But the contact trace caused by the contact type thickness measurer make the problem to the surface quality of coils. In order to solve this problem, laser type thickness measurer is set in No.2 tension leveler.

1. 緒 言

日鉄ステンレス(株)山口製造所周南エリア薄板工場の全圧延機では X 線厚み計を用いて板厚測定を行っている。また、圧延機だけでなく精整工程においても複数のラインに厚み計を設置し、板厚厳格材の板厚測定、また、急峻な板厚変動の測定を行い、板厚不適合品の流出防止に努めている。

周南エリアの精整工程で使用している厚み計は接触式厚み計である。しかし、流出防止が図れる一方で測定子により発生する接触痕が課題である。No.2 テンションレベラーライン(以下 2TL)への厚み計新規設置にあたり、非接触式であるレーザー厚み計を設置し、上記課題を解決したので報告する。

2. 厚み計の種類

2.1 各種厚み計のスペック比較

厚み計新規設置を検討するにあたり各種厚み計の比較を行った。比較した厚み計は接触式厚み計、非接触式の X 線及び γ 線厚み計及びレーザー厚み計の 4 種類とした。

表 1 に 4 種類の厚み計の比較結果を示す。接触式厚み計の測定精度は $\pm 1\mu\text{m}$ であり、測定スポット径は $\phi 1.0\text{mm}$ である。測定精度は優れるものの接触式厚み計は鋼板に直接触れる測定子の交換が必要であり、また測定機自体のメンテナンス等でランニングコストが高額になること、また測定子による接触痕が課題である。一方の非接触式厚み計は接触痕が発生しないことが最大の利点である。しかし、放射線を用いた厚み計は測定スポット径が $\phi 40\text{mm}$ であるため測定精度が $\pm 3\mu\text{m}$ であり、接触式厚み計の精度 $\pm 1\mu\text{m}$ に比べ劣る。さらに放射線を扱うことから資格保有や被爆対策等の安全対策が必要となる。

接触式及び放射線の厚み計に対し、レーザー厚み計は非接触式のため接触痕発生懸念もなく、測定精度においても測定スポット径が $\phi 0.1\text{mm}$ であり、接触式厚み計と同等の $\pm 1.0\mu\text{m}$ が達成できる。

2.2 測定原理

2.2.1 接触式厚み計の測定原理

図 1 に接触式厚み計の測定原理を示す。被測定物を測定子が上下で挟み込み、測定子の変位を板厚偏差として抽

* 日鉄ステンレス(株) 製造本部 山口製造所 周南エリア 薄板工場 薄板技術室 主幹 山口県周南市野村南町 4976 〒746-8666

表 1 各種厚み計の仕様
Comparison of thickness measurement methods

Machine type	Laser type	Contact type	γ-ray type	X-ray type
Measure range	0.1–6.0 mm	0.1–9.0 mm	0–5.0 mm	0.1–8.0 mm
Spot idiameter	φ0.1 mm	φ1.0 mm	φ40 mm	φ40 mm
Measure accuracy (thickness: 1.0 mm)	±1 μm	±1 μm	±3 μm	±3 μm
Measure time	1–1 000 msec	1–2 000 msec	200 msec	10 msec
Risk	Influence to the surface quality	Contact trace	Unable to measure the steep change of thickness	Unable to measure the steep change of thickness
	Laser class: 3B (legal compliance is necessary)	Running cost	Influence of component	Influence of component
			Radiation legal compliance is necessary	Radiation legal compliance is necessary

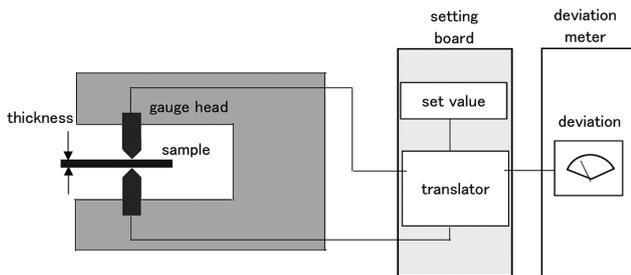


図 1 接触式厚み計
Contact type thickness measurer

出する。なおサンプリング周期は 10msec である。但し、測定子が被測定物を挟み込んで測定するため、鏡面仕上げや表面品位厳格材においては測定子による接触痕が課題になるケースがある。

2.2.2 放射線を用いた非接触式厚み計の測定原理

図 2 に放射線を用いた非接触式厚み計の測定原理を示す。放射線を被測定物へ照射し、入射線量と透過線量から板厚を算出する。式 (1) において t は被測定物の板厚、 I_0 は入射線量、 I は透過線量、 μ は被測定物の質量吸収係数、 ρ は被測定物の密度である。式 (1) より放射線を用いた厚み計では、被測定物の板厚は被測定物の質量吸収係数と密度により算出されることから、被測定材である鋼種の金属組成により補正値が異なる。さらに同一鋼種であっても成分のばらつきにより補正値が異なり、板厚精度に影響する可能性がある。

$$t = \log_e \left(\frac{I_0}{I} \right)^{1/(\mu \cdot \rho)} \quad (1)$$

2.2.3 レーザー厚み計の測定原理

図 3 にレーザー厚み計の測定原理を示す。レーザー厚み計は被測定物の上下からレーザーを照射し、上下の発信源間の距離から被測定物までの距離を引いた値を板厚として算出する。式 (2) において t は被測定物の板厚、 L_{dis} はレーザーセンサー間の距離、 L_{up} は上レーザーセンサーから被測定物までの距離、 L_{low} は下レーザーセンサーから被測定

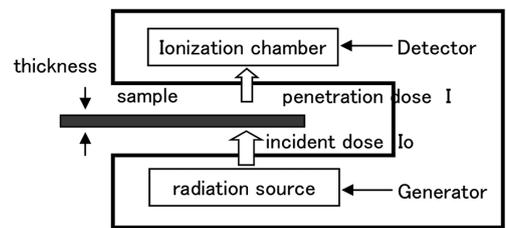


図 2 放射線を用いた厚み計
Radiation type thickness measurer

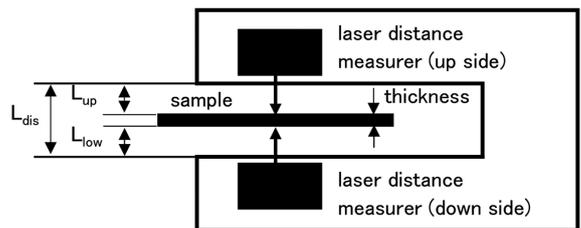


図 3 レーザー厚み計
Laser type thickness measurer

物までの距離である。

$$t = L_{dis} - (L_{up} + L_{low}) \quad (2)$$

表 2 にレーザー厚み計における板厚の算出イメージを示す。レーザー厚み計のサンプリング周期は 0.0125msec (80 kHz) であり、そのデータから評価時間内の平均値を算出した値が厚みデータとして抽出される。板厚チャートは評価時間内の平均厚みデータから 1 パルス間 (156mm) の最大値と最小値をチャートへ印字する。すなわちチャートへ印字される測定結果は 1 パルス間の板厚変動を表した結果の連続データとなる。

図 4 に通板速度と測定ピッチの関係を評価時間別に示す。接触式厚み計 (10msec) は通板速度が上昇するほど測定ピッチが長くなるが、レーザー厚み計 (0.0125msec) は測定ピッチにほぼ変化がない。以上のことから、レーザー厚み計は通板速度に左右されず安定した測定が可能である。

表2 レーザー厚み計板厚算出イメージ
Outline of data recording of laser thickness gauge

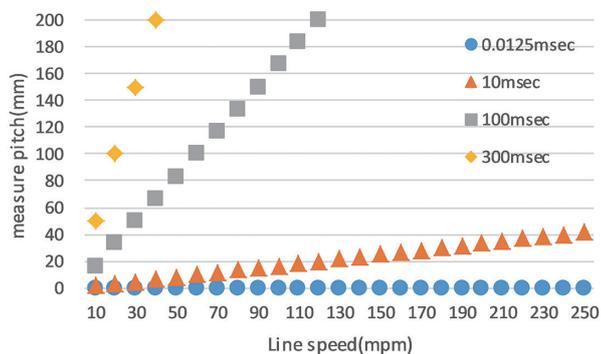
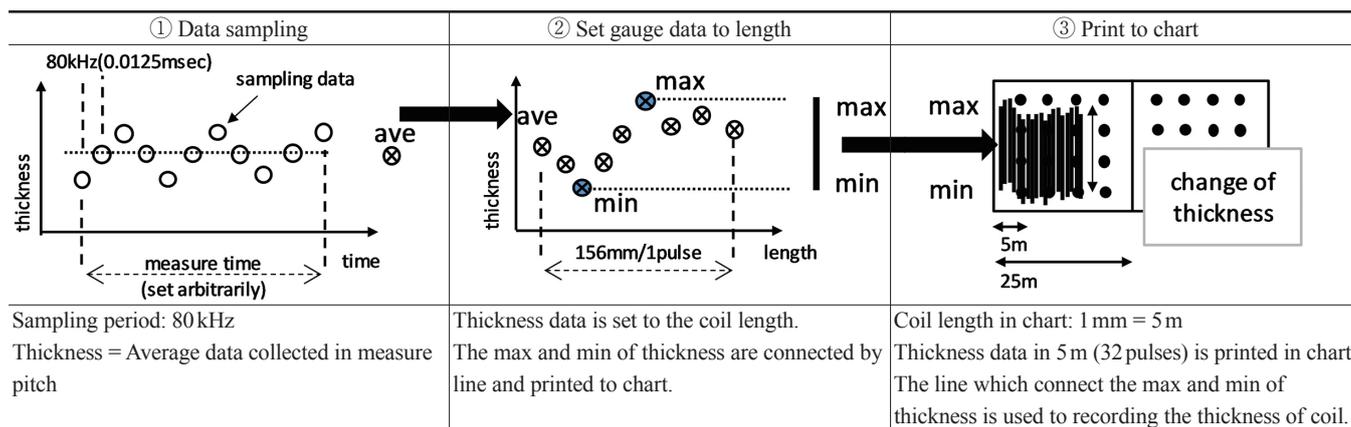


図4 通板速度が測定ピッチに与える影響
Influence of line speed to the measure pitch

ある。現状使用している接触式厚み計は高速通板時にロールストップマークを測定できないケースがあり、通板速度を減速し測定を行っている。以上のことからレーザー厚み計における高速通板時のロールストップマーク測定可否を検証した。

検証は、通板速度 30mpm、その2倍の速度である 60mpm、接触式厚み計を設置しているラインの最高速度である 200mpm で測定を実施した。評価方法はロールストップマーク発生個所におけるチャート上の板厚変動幅を比較した。

表3にロールストップマーク測定可否確認結果を示す。接触式厚み計は、通板速度 30mpm、60mpm ともにロールストップマーク発生個所前後の板厚と比較して、チャート上±両側に板厚が変動していることが確認できるが、通板速度 200mpm ではマイナス側が測定できていない。一方レーザー厚み計は、通板速度 200mpm においても±両側のロールストップマークを測定できている。

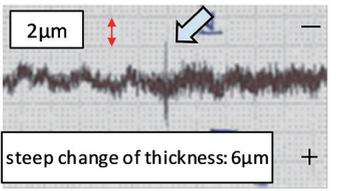
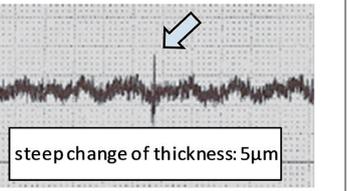
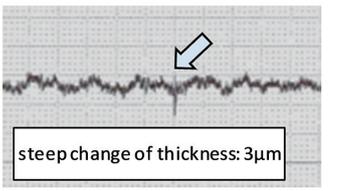
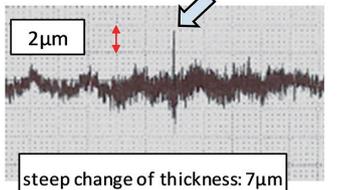
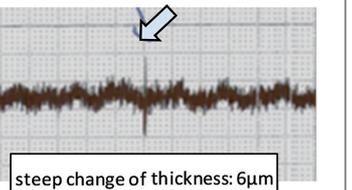
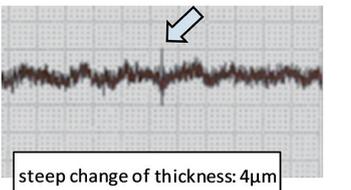
現状の接触式厚み計を用いたロールストップマーク測定は、その発生個所を通板速度 30mpm で測定しており能率

3. レーザー厚み計の測定精度検証

3.1 通板速度の影響

精整工程において厚み計を用いる理由の1つは急峻な板厚変動の検出である。特に圧延機で検査等によるライン停止時に発生するワークロール圧痕に起因する板厚変動部(以下ロールストップマーク)は、ユーザー用途により板厚公差内でありながら用途を満足できず不良品となる懸念が

表3 通板速度が板厚チャートへ与える影響
Comparison of device and evaluation time

	Line speed 30mpm	Line speed 60mpm	Line speed 200mpm
Contact type thickness measurer			
Laser type thickness measurer in No.2TL			

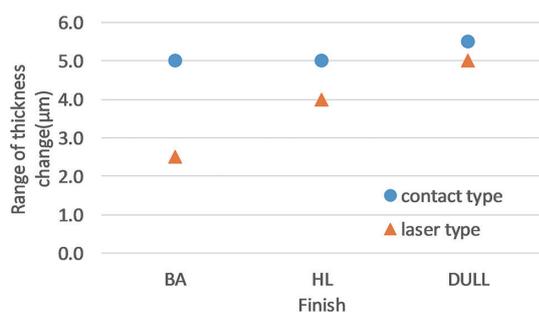


図5 表面仕上げが測定精度へ与える影響
Influence of surface finish to measure accuracy

阻害要因にもなっている。しかし、レーザー厚み計は速度影響を受けずにロールストップマークが測定可能であることから最大速度通板を可能とし能率低下を防止できる。

3.2 表面仕上げの違いによる影響

レーザー厚み計はスポット径が小さく表面仕上げの違い

による測定結果への影響が懸念されることから、表面仕上げの異なる3種類の鋼板にて測定結果の比較を行った。

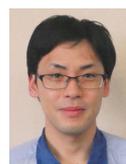
評価は測定した板厚チャートの板厚変動幅を比較した。図5に表面仕上げの違いによる測定結果への影響を示す。接触式厚み計の板厚変動幅は表面仕上げに関係なく5 μ m程度である。一方でレーザー厚み計の板厚変動幅は、表面粗度の低い仕上げは2.5 μ mであるのに対し、表面粗度の粗い仕上げは5 μ mであった。原因としては、表面の細かい凹凸を測定しているためと考えられる。

4. 結 言

現状周南エリア精整工程では接触式厚み計による板厚測定を実施してきたが、接触痕の発生防止が課題であった。2TLへ厚み計を新規設置するにあたり、上記課題の防止を目的に各種厚み計の比較を行い、非接触式であるレーザー厚み計を設置した。本設置により測定子による接触痕の発生を防止し、現状と同等の精度で板厚測定が可能になった。



伊藤桂一 Keiichi ITO
日鉄ステンレス(株)
製造本部 山口製造所 周南エリア
薄板工場 薄板技術室 主幹
山口県周南市野村南町4976 〒746-8666



城 一崇 Kazutaka JO
日鉄ステンレス(株)
製造本部 山口製造所 周南エリア
薄板工場 薄板技術室