
ゼンジマ圧延ラインにおける板形状検出装置の応用

Application of a Shape Meter to Zendgimer Mill

浦山 精一(Seiichi Urayama) 丹羽 康之(Yasuyuki Niwa) 高德 芳忠(Yoshitada Takatoku) 沢田 幸雄(Yukio Sawada)

要旨：

Davy Loewy 社製の形状検出装置をゼンジマミルに取付けて、圧延中の板の形状を実測することに成功した。当装置は小型で設置が容易であり、慣性が小さく感度がすぐれている。圧延中の板の形状の検出を可能にするため筆者らは新たに次の2点の改善を行った。1)昇降装置の考案により、検出器のロータをパスラインに対し任意の位置に設定できるようにし、被測定物の板厚設定範囲を広げた。2)検出器のロータに表面加工を施し、被圧延物であるステンレス鋼板にキズが付くのを防いだ。これらの結果、板厚 1.2mm 以下の走行中の板の形状が急峻度約 1/150（単位張力にて 2 kg/mm²）の精度で検出できた。

Synopsis：

An attempt to measure the flatness of cold rolled steel strip run on zendgimer mill have been made successfully with "VIDIMON" shape meter. This meter was selected for its high sensitivity, light inertia of rotor, and ease of attachment due to its compact structure. Two modifications have been devised so as to make the meter fit for running strip measurement. One is an elevator system which sets the sensor roll at a desired height, and the other is a surface treatment of the rotor. These improvements have made it possible to broaden the available strip thickness range and the to prevent scratching defects on the strip surface. The flatness of strip up to 1.2mm thickness can be measured on-line within 1/150 accuracy.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

本文は次のページから閲覧できます。

ゼンジマ圧延ラインにおける板形状検出装置の応用

Application of a Shape Meter to Zendgimer Mill

浦 山 精 一*

Seiichi Urayama

丹 羽 康 之**

Yasuyuki Niwa

高 徳 芳 忠***

Yoshitada Takatoku

沢 田 幸 雄****

Yukio Sawada

Synopsis:

An attempt to measure the flatness of cold rolled steel strip run on zendgimer mill have been made successfully with "VIDIMON" shape meter. This meter was selected for its high sensitivity, light inertia of rotor, and ease of attachment due to its compact structure.

Two modifications have been devised so as to make the meter fit for running strip measurement. One is an elevator system which sets the sensor roll at a desired height, and the other is a surface treatment of the rotor.

These improvements have made it possible to broaden the available strip thickness range and to prevent scratching defects on the strip surface. The flatness of strip up to 1.2 mm thickness can be measured on-line within 1/150 accuracy.

1. ま え が き

圧延工程の最も大きな課題は、所定の板厚で形状の良好な板を造ることである。板厚の測定技術・制御技術は各圧延機について確立された感があり、品質管理面においても特に問題がない段階にきているといえる。一方、形状面においては目視または作業者の勘や圧延後の板の形状測定を行ったうえで決定する作業標準により管理されているのが現状であり、最近では商品面からの要求が高いにもかかわらず、まだ決定的な形状測定の技術は確立されていない。

当工場ではゼンジマミルでの圧延中の板形状の改善を目的としてまず圧延中の形状を測定し、1 中間ロールの選定と位置の調整、As-U ロールの位置の調整等の標準化に利用することとし、昭和47年頃より検討してきた。板形状検出装置は既設のゼンジマミルに設置する関係上、板にキズを発生させないことは当然のことながら、小型で取付が容易であること、高張力のもとで使用できること、板の温度（最大 180°C）にたえることが要求された。これらの条件を満たすものとして、昭和49年9月、Davy Loewy 社製の形状検出装置を導入した。

* 西宮工場管理部技術管理室副部長

** 西宮工場製造部製造技術室掛長

*** 西宮工場管理部技術管理室掛長

**** 西宮工場管理部技術管理室

2. 圧延設備の仕様

設備名称	No. 1 ゼンジマミル
ミル型式	ZR-22 型
板の材質	ステンレス鋼板 (SUS-300 シリーズ, SUS-400 シリーズ)
板幅	600~1295mm
板厚	0.3~4.0mm
板の表面温度	50~180℃
ライン速度	最大 235m/min
張力	1.5~30 t
単位張力	0.3~30kg/mm ²

3. 板形状検出装置

3.1 装置の概要

板の張力分布は板の形状を示す指針となる。すなわち、平坦な板の張力分布は均一であり、形状が悪くなるにしたがい形状に応じた張力差が生じる。本装置は板の張力分布を検出することにより定量的に板形状を表示するものであり、検出器、制御盤、表示装置、昇降装置、操作盤より構成される。検出器は 90mm 幅の分割ロータを有し、各ロータにより張力が検出され、板幅方向の張力分布を知ることができる。表示装置ではこれらの張力分布の演算結果を用いてオシロスコープに板形状を定量的に示す (図 1 参照)。

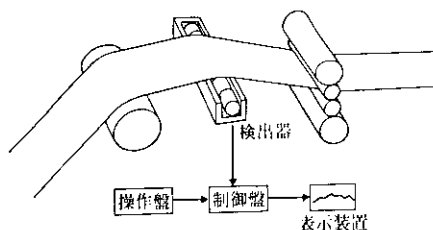


図 1 装置概要

3.2 検出器

図 2 に検出器の原理を示す。固定軸とロータにより空気軸受が構成されている。ここで、ロータの垂直荷重は空気圧測定孔(+)と空気圧測定孔(-)の差圧として検出される。この関係を図 3 に示す。

板の張力によるロータへの垂直荷重は各ロータごとに検出され、次式により単位張力およびその

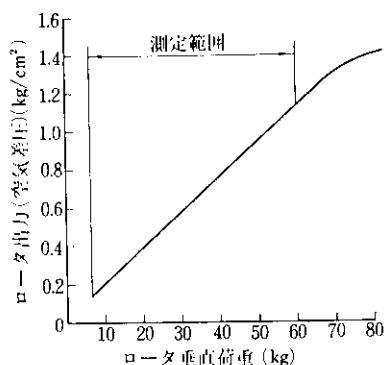


図 3 ロータ垂直荷重と出力(空気差圧)の関係

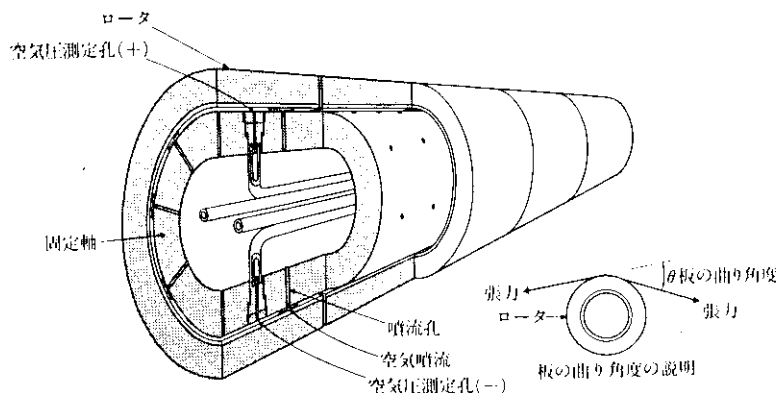


図 2 検出器の原理

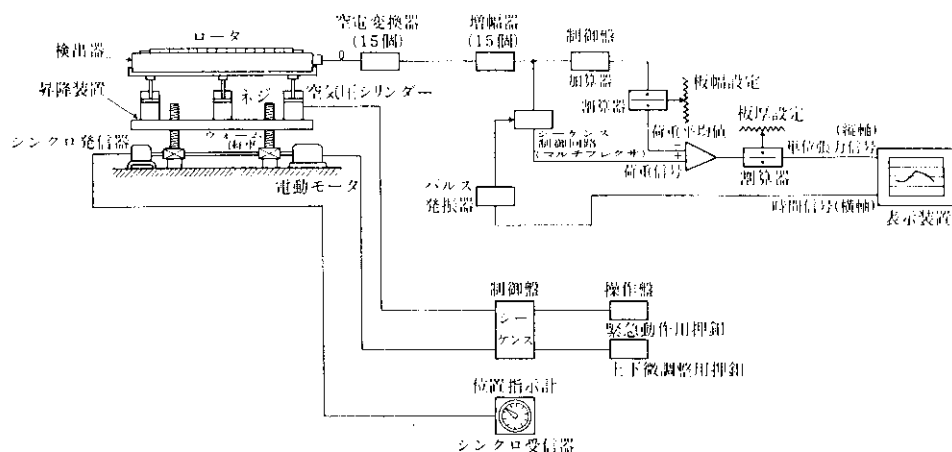


図 4 ブロック図

分布が求まる。

$$t = \frac{W}{2bd\sin(\theta/2)} \quad (1)$$

ここに、 t ：単位張力(kg/mm²)

W ：ロータ垂直荷重(kg)

b ：ロータ幅(mm)

d ：板厚(mm)

θ ：板の曲り角度

以下に検出器の主な仕様を示す。

ロータ幅：90mm

ロータ数：15個

ロータ径：170mm

ロータ荷重：最大 60kg/1ロータ

空気源：清浄度 0.3 μ のろ過，露点 2°C，圧力

2.8kg/cm² 以上，流量 1.2Nm³/min

3.3 制御系

図4に全体のブロック図を示す。検出器の各ロータで検出された空気圧信号は，空電変換器により電気信号に変換され，その平均値からの偏差と板厚との比として単位張力の分布が求められる。表示は横軸が検出器のロータ位置，縦軸が単位張力の平均値からの偏差である。

以下に制御シーケンスの主な仕様を示す。

板厚設定範囲：0.3～1.0mm

検出器ロータ数の設定：5，7，9，11，13，15個

板幅の設定範囲：450～1350mm

測定範囲：±10，±20，±50kg/mm²

表示画面の大きさ：80mm×100mm

3.4 昇降装置

検出器昇降のため空気圧シリンダによる緊急動

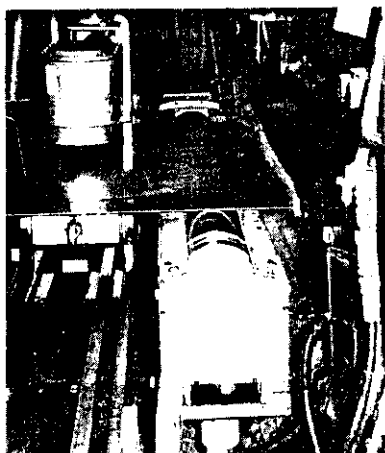


写真 1 検出器



写真 2 表示装置(左上)と操作盤

作と電動モータによる微調整の操作を行うことができる。微調整の操作では、検出器ロータをパスラインに対して任意の位置に設定することができる。そのため板厚が大きい場合には板の曲り角度を小さく設定し、ロータ垂直荷重を過大にすることなしに測定できる。この点が本装置の大きな特色である。この機構により被測定板厚上限を0.8mm から1.2mmに拡大することができた。通常、検出器ロータはパスラインより10mm上昇した位置に設定し、板の曲り角度1.2度で使用する。

以下に昇降装置の主仕様を示す。

検出器ロータ設定高さ：パスラインより-30～
+65mm
検出器ロータ設定精度： $\pm 0.1\text{mm}$
水平度：0.1/1000 以下

4. 検出精度

4.1 測定結果

本装置による圧延中の板の形状検出値と、別にオフラインで求めた実際の形状との比較を行った。オフラインでの形状は、板波の大きさを測定して急峻度 R/L を求め、後述(2)式を用いて単位張力偏差に換算した(図5参照)。

図6に耳伸びの測定結果の例を示す。板の耳部にピッチ350mm、高さ約5mmの板波がみられた。測定値と実際の形状とは図示したとおりよく一致している。

図7は肩伸びの測定結果の例である。図示のように形状の検出精度は約 2kg/mm^2 である。

図8は極端な耳伸びの例である。測定値と実際の形状とは約 5kg/mm^2 の差がみられる。この理



図5 板の形状(耳伸びの例)

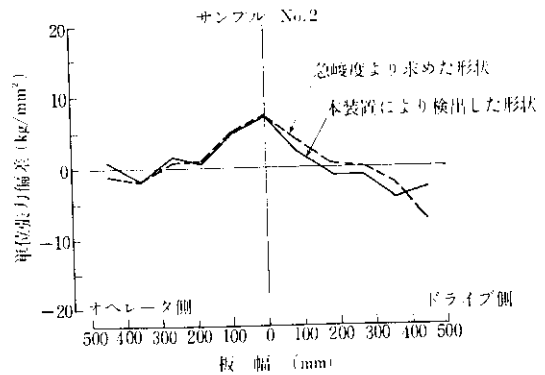


図6 板形状の検出例(耳伸びの例)

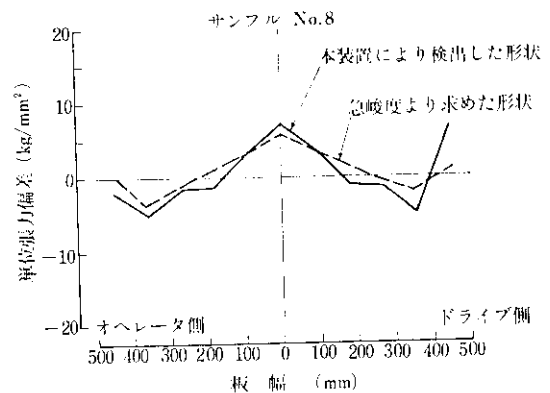


図7 板形状の検出例(肩伸びの例)

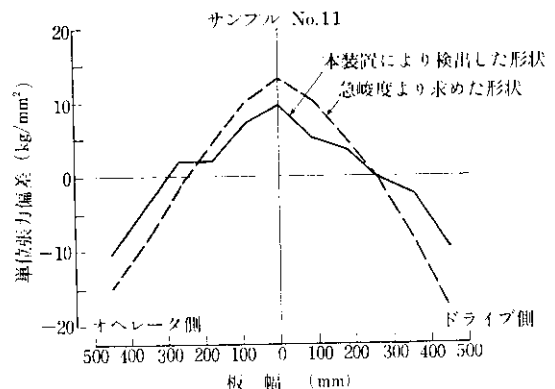


図8 板形状の検出例(ひどい耳伸びの例)

由については後述する。

4.2 考察

形状を定量的に評価するのに、(1) 単位張力の

偏差, (2) 急峻度 (R_1/L_1 , 図5参照), (3) ひずみ率 ($\frac{l_1-l_0}{l_0}$, 図9参照), などによる方法がある。

これらの関係は次式で与えられる。

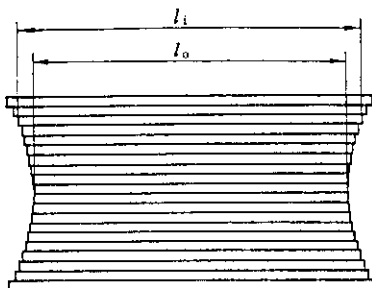


図9 板の形状 (耳伸びの例)

$$\frac{\Delta\sigma}{E} = \left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{R_1}{L_1} \right)^2 = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \dots\dots (2)$$

ここに, $\Delta\sigma$: 板の平坦部に対する単位張力の偏差(kg/mm²)

E : 板のヤング率(kg/mm²)

R_1 : 板波の山の高さ(mm) (図5参照)

L_1 : 板波の山の間隔(mm) (図5参照)

l_0 : 基準長さ(見かけ長さ)(mm) (図9参照)

l_1 : 板の展開長さ(弧の長さ)(mm) (図9参照)

(2)式は板波が正弦波であるという条件のもとで導かれたものであるが, 実際の板波は山の間隔, 山の高さが場所により異なっている。たとえば, 図8に示した板は, 耳部において山の間隔が600mmであるが, 山の高さが場所により15mmあるいは5mmとなっている。図8の急峻度より求めた形状は, 板波の山の高さを15mmとして張力を算出したものであるため, 本検出装置の測定位置における実際の形状よりも悪く評価することとなった。両者の差が約5kg/mm²と大きくなっているのはこの理由によるものと判断される。この点を考慮すれば, 本装置による形状検出精度は急峻度で約1/150(単位張力にて約2kg/mm²)と判断できる。

5. 稼動状況

据付後の試運転において, 本装置の検出値と目視による形状とはよく一致することが確かめられた。しかし, 現在解決済みであるが次のような問題が生じた。

(1) 表面きずの発生

ロータと板のスリップに起因するものである。これは検出器内の油を排出するための排油孔より油が流入し, ロータに付着したためで, 片側の排油孔を塞ぐことによる油の検出器ロータへの付着の防止, および従来鏡面仕上であったロータ表面にショットブラスト加工およびメッキ処理を施すことにより解決できた。

(2) ワイバの影響

ワイバとは, 圧延中の板を上下よりフェルトではさんで板面のミルオイルを除去する装置で, 皿バネによりパスライン上に支えられているものである。検出器はロータの垂直荷重を検出するものであり, ワイバの自重をも板を通じて検出することになった。このため, 表示にはワイバの自重の影響があらわれ, 片側のみに荷重がかかり, 片伸び表示の現象が生じた。この現象は, 左右釣合, 上下位置などの皿バネの調節による補正で, 測定上無視し得る程度に減少できた。

6. あとがき

以上に述べてきたように, 筆者らは, 種々の改良を加えることによりゼンジマミルにおけるオンラインの板形状検出に成功した。その最も大きな特色は, 検出器をパスラインに対して任意の位置に精度よく位置決めできる機構を考案したことであり, この機構により, ゼンジマミルのようにパスラインの変化, 高張力という条件のもとでの板形状検出が可能になった。

今後の課題として, オンラインでの板形状検出結果を利用し, 1中間ロールテーパデザイン, 圧下力と板形状変化との定量的な把握を行い, 板形状の改善をはかっていきたい。