

リングレーザージャイロを採用した ロール平行度の画期的な計測技術

— TTS “ロールパラレルアライメント” サービス —

横野 智明

(有)ティティエス テクニカルマネージャー

Innovative Roll Parallel Measurement Technology Using Ring Laser Gyroscope

—TTS ‘Roll Parallel Alignment’ Service—

Tomoaki Yokono

Technical Manager, TTS Ltd.

ABSTRACT

The facility inspection specialist TTS has started services for the paper, foil, film, printing and steel industries, introducing ring laser gyroscopes to perform roll parallelism measurements in Japan.

Three high precision ring laser gyroscopes measure the parallelism of rolls compared to a single reference, regardless of distances, installation layout and obstruction. Accuracy is as high as 0.05mm per 1 m, ensuring high product quality, while measurements require only 1 to 5 minutes per roll.

Comprehensive graphic measurement results and a correction list are compiled immediately and facilitated on-site adjustment work shortens downtime. Thanks to measurement accuracy and speed, the new service contributes to improvement of quality and productivity.

1. はじめに

近年、製紙機械は大型化や高速化が進んでおり、それにともない、より精度の高い設備据付が要求されてきている。設備の据付精度を確認するパラメータの1つに各ロールの平行度があり、ロールの平行度が悪いと一般に下記にあげられる問題の一因になると言われている。

(1) 製品が蛇行する

製品が蛇行すると、①抄速を設計値どおりあげられない、②ガイドに擦れカスがたまり何らかのきっかけで製品に落ちると不良品がでる、③ワインダー関係の平行度が悪いと巻取りがうまくいかない、④スリッターで不良品が出やすくなる—などの問題に結びつく。

(2) シワや破れ(破断)

蛇行にも関連するが、ロール平行度不良が製品にシワや破れなどが生じる一因

となりうる。製品が破断した場合は、生産を一時停止して復旧するなど、生産機会損失も発生する。

(3) 用具の筋曲がり・寿命低下

ロールの平行度不良により、プレスパートの用具に筋曲がりが発生し、紙の片寄りがでて均質な紙ができないなどのトラブル事例もある。また、ロール平行度は用具そのものの寿命にも影響があるというデータもある。

以上のことから、ロール設備の平行度は製紙設備において非常に重要であり、今後ますます重要になっていくことが想定される。

2. 従来のロール平行度計測技術とその問題点

従来、ロールの平行度計測には、テープゲージ(メジャーテープ)や下げ振り、光学式機器としてセオドライトやトラン

シット、あるいはレーザー光線を使ったシステムが用いられていた。

テープゲージの場合、熟練者が計測すれば近接するロールは比較的精度よく計測できるが、ロール間の距離が離れたり障害物が存在したりすると、高精度の計測結果は望めない。

セオドライトやトランシットなどの場合、正確に数値を読み取るためには習熟が必要であり、かつ個人誤差が生じる可能性もある。さらに、実際の抄造設備にはロール以外に多数の付帯設備が存在するためそれが障害物となり、すべてのロールの平行度を直接計測できない。そのため基点を移しながらの計測になるが、基点を移す際にも誤差が生じる可能性があり、かつ設備全体の計測には何度もセッティングを実施するため、膨大な時間を要する。さらに、計測器とターゲット間の温度変化の影響も受けるため(光



写真1 パラライン計測器

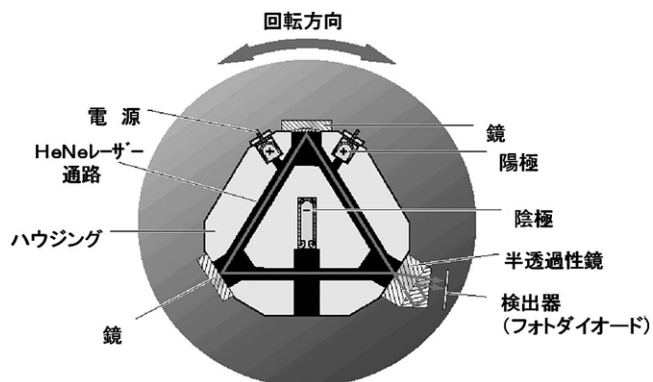


図1 リングレーザージャイロの構造



相互に直角に配置された
レーザージャイロスコープ

図2 リングレーザージャイロの配置

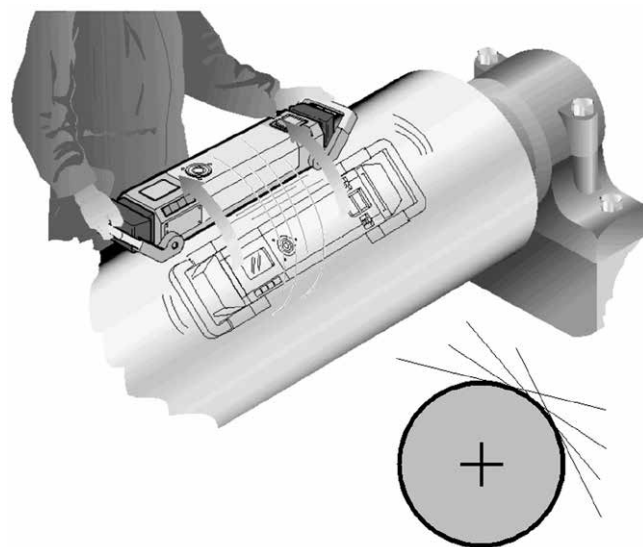


図3 スウィープ計測

の屈折), 運転停止直後のドライバーパートの計測などには注意が必要である。

3. リングレーザージャイロを用いた新しいロール平行度計測システム

前述のように、ロールの平行度調整は非常に重要であるにもかかわらず、その計測技術には課題が多かった。このたび、ロールの平行度を高精度かつスピーディに計測するシステムとして、ドイツのブルーテック社により、画期的なロール平行度計測システム“パラライン”が開発された。

日本国内においては、(有)ティティエスはそのシステムを用いた計測サービス提供の独占契約を締結し、“ロールパラレルアライメント”サービスとして市場導入を開始している。

この計測器には、宇宙・航空工学で利

用されているリングレーザージャイロが内蔵されており、空間に対する自らの位置情報を正確に検出できる。その精度はスペースシャトルや航空機などに使用されているものと同等で非常に高精度である。また、計測に必要なものは、計測器本体(写真1)とデータロガーとなるノートPCのみで、現場でも機動力がある。

リングレーザージャイロは、基本原理としてサニャック効果を利用しており、光路中を進む光の速度が光路の運動に関係なく一定であることから、光路(この場合ジャイロ)の動きによって光路の長さが変わったかのように見え、干渉が生じる現象を利用している(図1)。この計測器には、リングレーザージャイロが3つ互いに直交するように内蔵されてお

り(図2)、それぞれロール(Roll)・ピッチ(Pitch)・ヨー(Yaw)量を計測している。

実際のロール計測では、ロール表面を計測器で滑らせる(あるいはロールに固定しロールを回転させる)ように計測し(スウィープ計測、図3)、計測中のロール・ピッチ・ヨーの変化量から、ロールの回転軸を算出する。

このまったく新しいロール平行度計測システムの優れた特長としては、下記の項目があげられる。

- ① 各ロールそのものの空間に対する位置情報を計測しているため、ロール間の距離は問題にならない。したがって距離が離れていても、ロールの設置されている階や部屋が変わっ



写真2 リファレンスプレート



写真3 測定風景

ても計測可能（ロールどうしが直接見えなくても問題なし）

- ② 水平・垂直方向の偏角を同時に計測できる
- ③ ロールにアクセスできれば1～5分/本で測定可能
- ④ テフロンシートをロール表面に貼り付けることで傷を防止
- ⑤ 最小径φ 80mmのロールまで計測可能
- ⑥ 計測精度は± 0.05mm/m（分解能は4 μ m/m）
- ⑦ 計測後は即座にレポート提出可能

4. “ロールパラレルアライメント”サービスの計測手順

次に、実際の計測手順を紹介する。

- (1) リファレンスプレートの設置
リングレーザージャイロを用いたシステムは、宇宙空間に対しての変位量を計測する。言い換えれば、地球上にて計測器を使用した場合は、地球の自転の影響を受ける（地球の自転量が計測値に含まれる）。実際にロールの平行度を評価する場合には、地球の自転を考慮する必要がないため、測定値の補正が必要である。

そこで本システムでは、測定精度を維持するため、20分ごとに地球の自転を計測する（5分間）。地球の自転計測はリファレンスプレートの上で実施される。リファレンスプレートは、基準となるロールに対し、平行になるように設置される（写真2）。

地球の自転量（理論値）は、15.041

deg/hであり、計測結果が理論値± 0.01 deg/hに収まっていれば、キャリブレーションは完了となる。

(2) ロール計測

キャリブレーションが完了すると、各測定対象ロールを順に計測していく。計測は、前述のスイープ計測モードで20°以上の範囲を計測できれば高精度の結果が得られる（写真3）。

測定したデータは、BluetoothによりノートPCに即座に転送される。計測に必要な時間は、ロールへのアクセスのしやすさで異なるが、ロール1本当たり1～5分と、従来技術と比較し圧倒的な時間短縮が見込める。抄紙機の場合、プレスパートとドライヤーパートロールへのアクセスが若干困難であるが、実績より30～60本/日の計測が可能である。

なお、計測中の手ぶれなどはソフトウェアにより平均化・フィルタリングされるとともに、ロールそのものの表面の粗さ・変形なども、スイープエラーパラメータにより確認できるため、非常に精度の高いアウトプットが得られる。

また、クラウンがついたロールや長尺物のロールについても、測定手順が設定されており対応可能である。

(3) アウトプット

測定が完了すると、即座に結果が表示される。表示はサイドビューで視覚的に表示されるとともに、修正量などを記載した結果リストも提供される（図4）。

サイドビューは設備を操作側から見たイメージとなっており、図内の奥の濃い円（実際の表示色；赤）が駆動側、手前

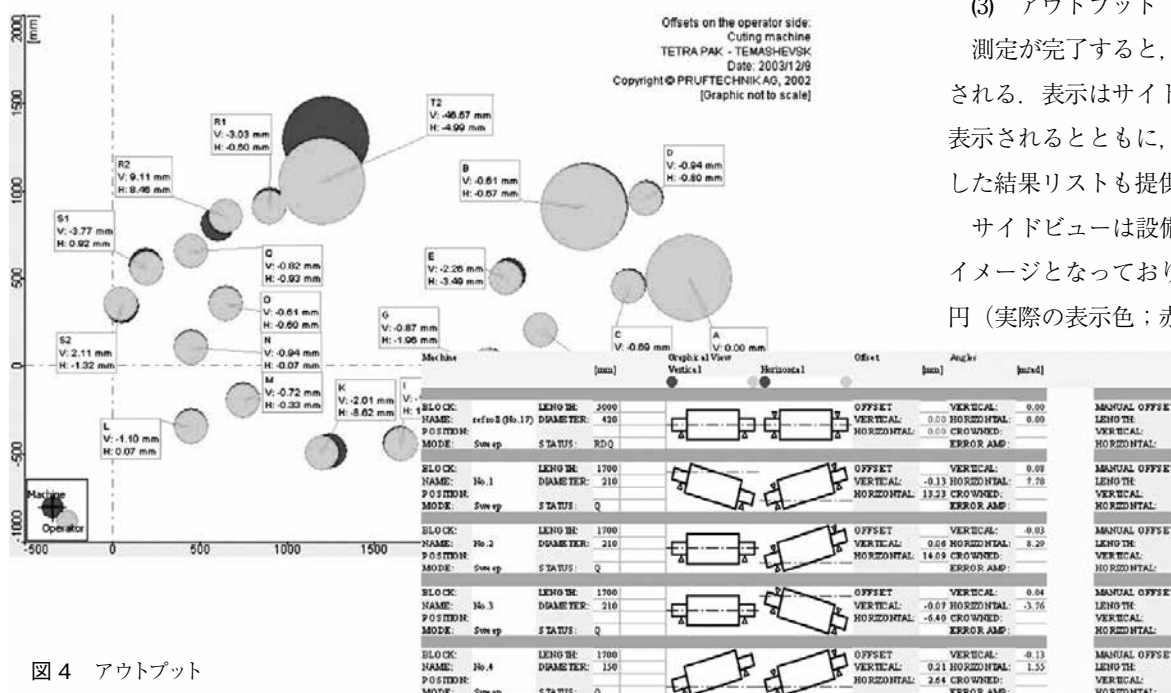


図4 アウトプット

の薄い円（実際の表示色：緑）が操作側となり、基準ロールに対するズレ量が大きいほど、奥の濃い円（赤）の部分が多く見えるようになる。結果リストはエクセルで提供され、各ロールの軸受け間距離を入力することで、正確な修正量を把握することができる。

また、平行度を見るベースとなる基準ロールはソフト上で任意に設定でき、基準ロールを変えた場合の、設備全体のロール平行度のバランスなども、容易に確認できる（図5）。

5. “ロール平行アライメント”サービスの適用事例

まだ新しい技術ではあるが、国内ではフィルム製造設備・銅板表面処理設備などですでに多くの実績があがっている。製紙業界においては、国内の抄紙機に対する適用事例はまだ数例しかないものの、海外では非常に多くの実績があがっており、フランスではATIP（Association

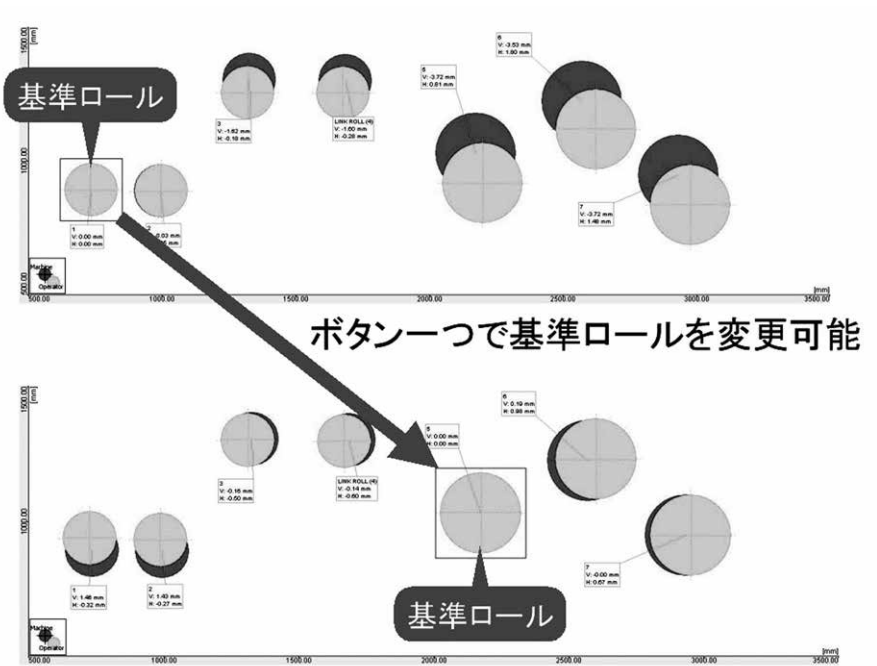


図5 基準ロールの変更

Technique de l' Industrie Papetière ; Paper Industry Technical Association) により革新的技術に与えられる「ゴールデンパーム賞」を2006年に受賞している。

以下に、国内外の抄紙機における事例

を紹介する。

(1) ワイヤーパート～プレス～ドライヤーパート（図6）

センターロールを基準とした測定結果で、手前の薄い円（緑）が操作側、奥の

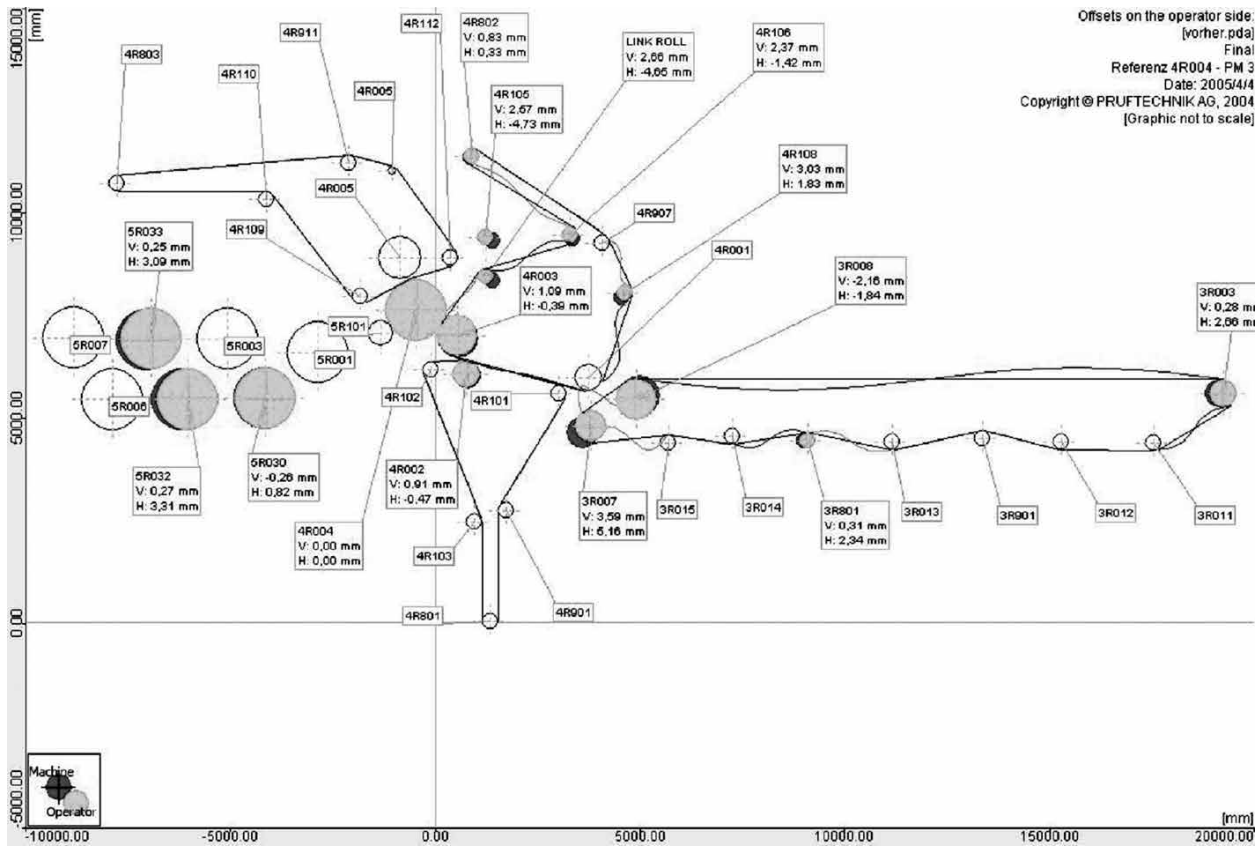


図6 ワイヤー～プレス～ドライヤーパート

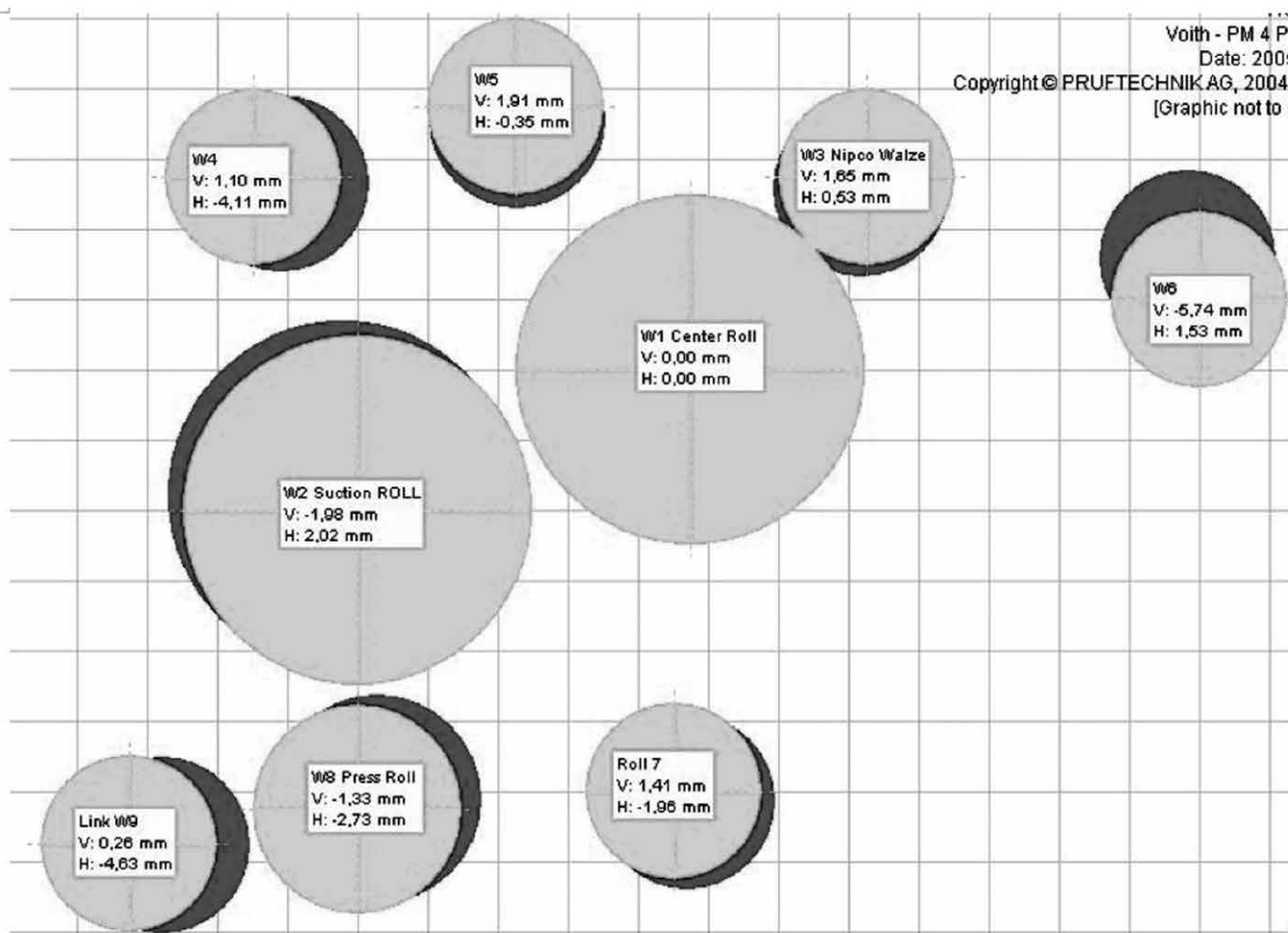
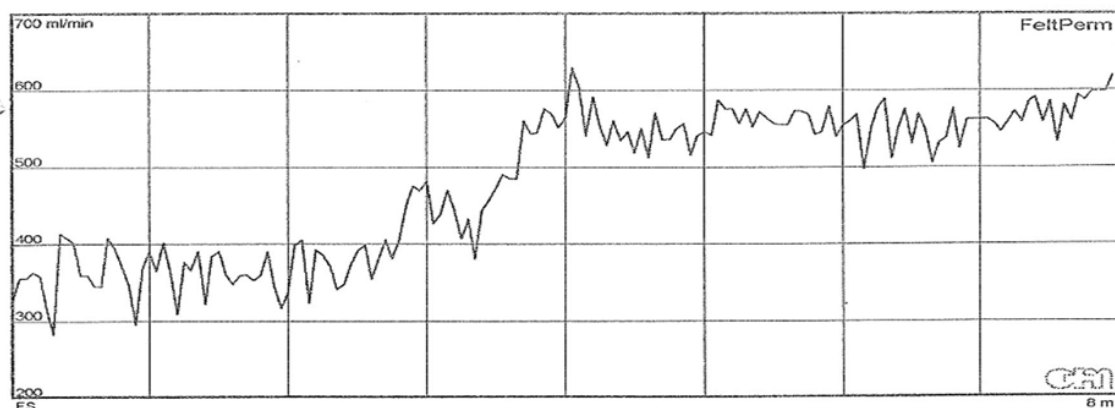


図7 プレスセクション



— 1. Presse 479 ml/min

図8 フェルト含水率プロフィール

濃い円 (赤) が駆動側である。ワイヤー部分のロールに5mm以上のズレが確認された。製品の品質やワイヤーの寿命に影響を与えている可能性があり、早急にズレ量は修正された。

(2) プレスセクション (図7)

プレス部分のフェルト寿命が予想よ

り短かったことから、プレス部分の9つのロールが原因追究のためパララインで測定された。測定により、ダブルサクシジョンロールとW8プレスロール間のズレが大きいことが確認された(お互い逆方向にズレている)。このことから、ロール表面の圧力分布が一定でないことが考

えられた。

実際に、水分プロフィールを確認すると、フェルトの水分量が均一でなく、操作側の方が駆動側より水分量が多いことがわかり(図8)、ロールの平行度不良により均一にプレスされておらず、フェルトの寿命が予想より短くなっているこ

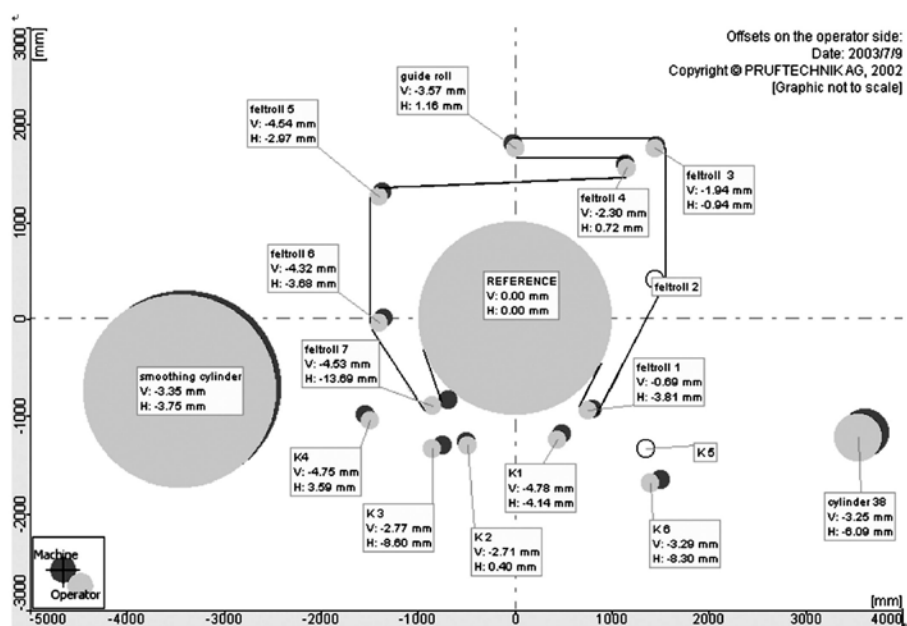


図 9 ヤンキーシリンダー

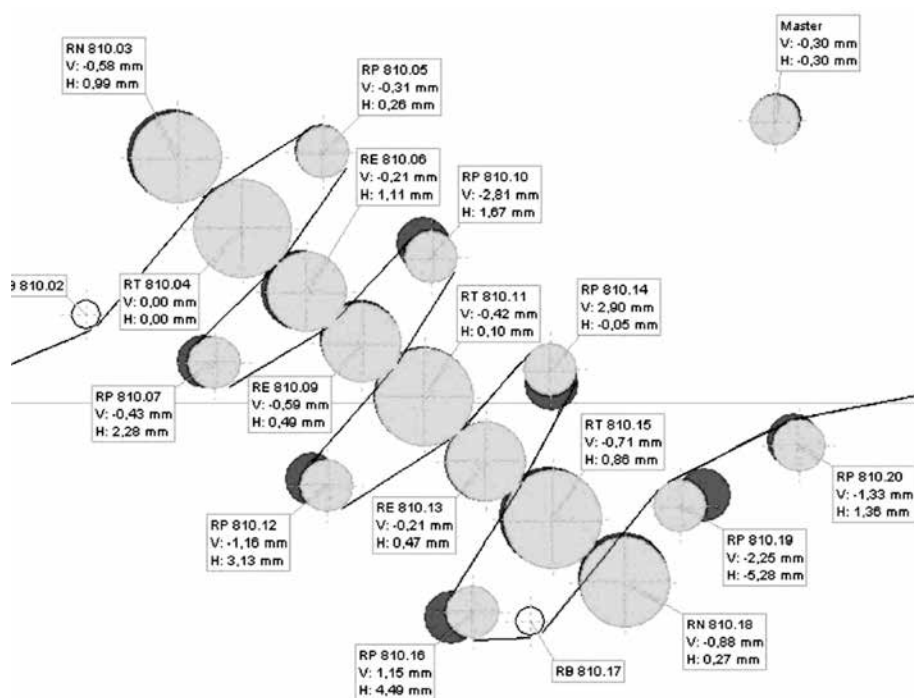


図 10 カレンダーセクション

とが判明した。

(3) ヤンキーシリンダーおよびカレンダーロール

図 9 にヤンキーシリンダー，図 10 にカレンダーロールの測定事例をそれぞれ掲載しておく（サイドビューのみ）。

6. おわりに

過去，抄紙機全体のロールの平行度を精度良くかつ包括的に測定する技術がな

かったため，問題が発生するたびに製品を見ながら現物合わせでロール平行度を調整してきており，現状全体がどうなっているのか把握できていない事業所が多いと聞く。

現状把握は改善活動の第一歩である。設備の状態を“見える化”し，かつ数値的に押さえて最適な状態にしておくことで歩留りや生産物の品質向上に寄与することができ，またトラブル発生時にも勘

に頼ることなく，数値を見て早急に対応できるようになる。

今後，このロールパラレルアライメントによる計測サービスが，より良い生産活動の一助になることを期待する。

問合せ先

(有)ティティエス

TEL 079-422-7777 FAX 079-422-7770

URL <http://www.tts-inspection.com>