技術報告

簡易シャトル速度測定器の開発

会 員 近 岡 和 英 *
 " 梅 田 章
 " 松 本 広 希

1. 緒 言

シャトル速度は毎回決して一定ではないが、大きな変動を事前に発見することが織機の運転状態を正しく保つ上に必要である。それはシャトル速度の変動の原因が i) ボトム軸やピッキング機構のたわみ, ii) ステッキ, スエル, シャトルなど木製や皮製材料の摩耗や温湿度による影響, iii) 満管時と空管時のシャトル重量の変化などによるからである。したがってシャトル速度の管理は織機の運転管理上はもちろん、織物欠点の発生を防止する上にも大切である。このためにはシャトル速度を客観的に正確に測定できる装置が必要である。とくに工場でも簡単に測定できる装置が得られると、織機の運転管理は容易になり、織物の品質向上に寄与することが期待できる。

そこで石川工試では織布工場で手軽に使用できる、簡易シャトル速度測定器の開発に着手した。

2. シャトル速度の測定方法

現在工場ではシャトル速度そのものを測定して管理

Development of a Handy Shuttle Speed Meter.

By Kazuhide Chikaoka, Akira Umeda and Hiroki Matsumoto.

The Industrial Research Institute of Ishikawa Prefecture, Yoneizumi-cho, Kanazawa City, Ishikawa Pref.

A handy shuttle speed meter, consisted of two sets of photoelectric switch, has been developed. It might be useful to control the shuttle looms operating in weaving mills.

The main features of the handy shuttle speed meter are as follows:

- 1) the mean velocity of a shuttle can be easily measured, and
- 2) the velocity can be obtained with in one percent in

standard error, when two sets of switch are held one meter apart.

することはしていない。各メーカー作成の織機取扱説明書に基づいた、シャトルの打出タイミングとピッカ ストロークなどにより決定されている。そのためとくべつに速度を調べるにはストロボ スコープを用いることが多いが、これは補助的なもので現在運転中の織機のシャトル速度を正確に把握している工場は多くない。

シャトルの速度を測定する方法は、これまで多く考案されている。それらは次のように分類できる。

- i) 電気接点法^{1~5)}
- ii) 電気容量変化法⁶⁾
- iii) 磁束変化法⁷⁾
- iv) 光電管法⁸⁾
- v) 光学的方法^{9, 10)}
- vi) 瞬間写真法¹¹⁾
- vii) 高速度映画法¹²⁾
- viii) ストロボ スコープ法^{13, 14)}

これらの方法はいずれもシャトルによるピッキング運動を研究するために考案されたものである。したがってこれら方法の多くは織機やシャトルの一部を改造することが必要で、そのための準備に手間や費用がかかるため、工場で簡単に使用することはむずかしい。

3. 簡易シャトル速度測定器

本器開発には工場現場で簡易に使えることを主眼にし

* K. Chikaoka, A. Umeda, and H. Matsumoto, Members. 石川県工業試験場

た以外に、以下の各点についても考慮した。

- i) シャトル速度を瞬時に測定できること
- ii) たて糸や織物の影響を受けないこと
- iii) 測定するシャトルの飛走方向をあらかじめ選択できること
- iv) すべてのシャトル織機に使用可能であること

3.1 原 理

本装置の基本的原理は一定の間隔に配置された2個の近接スイッチにより、レース上を飛走するシャトルを検出し、同スイッチより供給される2つのパルスの時間幅を測定し、直ちに演算されるシャトル速度を表示部にデジタル表示しようとするものである（実用新案出願番号48-107790）。

3.2 検出部の構造

検出部には図1のような近赤外線反射型近接スイッチ（三友技術研究所製）を用いた。このスイッチには図2に示すように発光部には発光ダイオードを、受光部にはフォトトランジスタが用いられている。発光部からは外乱光による誤動作を防ぐため、波長 $9100 \sim 9150 \text{ \AA}$ にピークをもつ近赤外線が、特にパルス状で発射されている。シャトルがあるとき近赤外線は反射され、受光部

図3 ホルダと近接スイッチ

に入射する。そして電気変換されさらに増幅・積分されて、スイッチング回路により無接点出力が得られる（この近接スイッチの応答速度は約5msであった）。

2個の近接スイッチは100mmの間隔でホルダに取付けられ、そのホルダはさらにリードキャップに取付けられる（図3参照）。織機によりリードキャップの寸法や形状が変化するため、ホルダは取付部を調整可能にし、近接スイッチの光軸を自由に調整できる構造とした。なおアルミ箔など特別の反射体のシャトルへの貼付けは、かえって外乱光による誤動作の原因となるのでなされていない。

3.3 本体の構造

本体の構造は図4に示すような各回路から構成されている。また図中の符号はそれぞれ次の意味を示す。

1, 1': シャトル検出部近接スイッチ, 1'': スレー検出用近接スイッチ, 2, 2': フィルタ回路, 3, 3': 比較回路, 4, 4': パルスエラー補償回路, 5: 遅延時間調整回路, 6: シャトル飛走方向判別回路, 7: 同スイッチ, 8: 時間範囲レジスタ, 9: タイムベース発振器, 10: 2回置きタイムベースコントロール回路,

図1 近接スイッチの外観

- 1: 発光ダイオード 2: フォトトランジスタ
3: 発光ダイオード駆動回路 4: 増幅回路
5: 感度調整回路 6: 動作表示回路

図2 近接スイッチの構造

図4 本体の構造

11: 同スイッチ, 12: カウンタ, 13: 速度変換回路, 14: 表示部, 15: クリア回路, 16: 電源回路

シャトル検出用近接スイッチ (1, 1') にシャトルが接近すると, スwitchは電圧パルスを発生する. このパルスは検出部と本体間の伝送上のノイズを除去するためのフィルタ回路 (2, 2') を経て, 比較回路 (3, 3') に達する. この比較回路は電圧パルスのノイズマージンを得るため設けられた回路で, 比較電圧以上の入力電圧のみを信号として用いるためのものである.

織物は糸やシャトルなどに比べて光の反射率がはるかに良好であるため, おさが最前進したとき近接スイッチからの光が織物によって反射し, 誤動作を起すおそれがある. そこでスレー検出用近接スイッチ (1'') によりスレーの位置を検出し, シャトル検出器の光感应をシャトルの飛走期間に限定することによりこの誤動作を防止した.

さらに各近接スイッチより 1 個以上のパルスが発生した場合に備えて, 最初に発生したパルスについてのみ応答するためのパルス エラー補償回路 (4, 4') が設けられた.

個々の近接スイッチには物体を検出したときの応答速度にばらつきがある. このように応答速度の異なる 2 個の近接スイッチから発生したパルスの時間幅は, 正確な飛走時間の測定値を示さない. そこで水晶発振器で基準発振器を作り, おのおのの近接スイッチに発光ダイオードで 2.000ms に間隔のパルス電圧を送り, 本器の表示部 (14) のデジタル表示が 2.00ms のなるよう, 遅延時間調整回路 (5) を調整した. この結果各々の近接スイッチの遅延時間が判明し, この値が常に一定で時間範囲レジスタに入るようになる.

近接スイッチは物体が近づくとパルスを発生するため, 測定の対象となったシャトルの飛走方向を判別することはできない. そこで本器ではシャトル飛走方向判別回路 (6) を設けるとともに, スwitch (7) により測定を希望するシャトルの飛走方向をあらかじめ選択することができるようにした.

時間範囲レジスタ (8) は, タイム ベース発振器 (9) より得られるクロック パルス (周期 $0.1\mu\text{s}$) のカウンタ (12) への入力を, 2 検知パルスの時間間隔に制限すると同時に, 両者を同期させ電氣的な誤差を防止するためのものである.

シャトル織機の回転数は現在 200 rpm である. しかし測定されるシャトル飛走方向があらかじめ選択されているので, 毎分当りの測定回数は回転数の半分となる.

1: 電源スイッチ 2: 表示部 3: 飛走方向切換スイッチ
4: 2 回置き切換スイッチ 5: リセット スイッチ

図5 本体の外観

それでも表示部 (14) にデジタル表示された測定値を毎回読み取することはむずかしい. そこで 2 回置きタイム ベースコントロール回路 (10) とスイッチ (11) とを設けて, 毎回測定と 2 回置き測定 (回転数の 1/2 回) のいずれかを選択できるようにした. これは, 別にサンプリング タイムを設けて, その一定時間置きにシャトル速度を測定する方法より, データとして有効なものが得られる.

カウンタ (12) は, 2 つのパルスの時間幅内のクロックパルスの数をカウントすることによって, 左右の近接スイッチ間をシャトルが通過するに要する時間を, 4 桁のデジタル量として表示部 (14) に表示する. 小数点は 2 桁目にあり ms の単位を表す. 速度演算回路 (13) を挿入すれば時間を速度に変換して直接表示させることもできるが, 試作の段階では取付けていない.

クリア回路 (15) ではレジスタやカウンタを零に復帰させるためのクリア パルスを発生し, (16) は電源回路である.

図 5 に本体の外観を示す. 図において, (1) は電源スイッチ, (2) は表示部, (3) は飛走方向切換スイッチ, (4) は 2 回置き測定切換スイッチ, (5) はリセット スイッチである.

4. 試用結果

本器を織機に取付けシャトル速度を測定した結果について報告する.

4.1 条件

シャトルの速度を測定するため, おさ幅 131 cm のフィラメント織機のリード キャップ中央に検出器を取付け,

i) 織機の回転数を変化させた場合

ii) シャトル重量を変化させた場合

の2条件について測定した。なお測定中のスエル圧力やピッキング ストロークなど、ピッキングに関する諸条件は一定であった。なお本器は時間表示であるため、近接スイッチの間隔 100 mm を表示値で除した値が速度となる。

4.2 結 果

測定結果を表1と表2に示す。これらの測定値はシャトルが原動側から反原動側の方向へ飛走するときのものを連続50回測定し、その値を統計的に処理したものである。表中の記号は次の意味を表す。

max : 50個の測定値中の最大値

min : " 最小値

R : 範囲 ($R = \max - \min$)

$\bar{x}$: 算術平均

σ : 標準偏差

表1 回転数変化によるシャトル速度 (m/s)
(スイッチ間隔 10cm)

回転数 (rpm)	max	min		$\bar{x}$	σ
220	13.64	12.08	1.56	12.93	0.35
200	12.90	11.66	1.24	12.29	0.29
180	10.04	9.28	0.76	9.69	0.20

(シャトル重量 542 g)

表2 重量変化によるシャトル速度 (m/s)
(スイッチ間隔 10cm)

シャトル重量 (g)	max	min	R	$\bar{x}$	σ
542	12.90	11.66	1.24	12.29	0.29
519	12.48	11.19	1.29	11.84	0.25
495	12.06	10.86	1.20	11.51	0.29

(回転数 200rpm)

これらの結果をみると範囲 1 m/sec³⁾ 以上、標準偏差 0.25 m/sec 以上であった。木村等は自動織機のシャトル速度を測定した結果、おさ幅 44 in, 回転数 180 rpm で平均速度 10.4 m/sec のときの標準偏差は 0.183 m/sec であり、この場合考えられる最大値と最小値の差 (範囲)¹⁾ は 1.098 m/sec であったと報告している。また阪本等は おさ幅 44 in, 回転数 210 rpm の織機において平均速度 13.12 m/sec のとき、標準偏差は 0.02 m/sec

sec であったと述べている。これらの結果に比べ本器による測定結果は、標準偏差が異常に大きな値を示している。

そこで近接スイッチからの出力をストロボ スコープに直接接続し、近接スイッチがシャトルを検出した瞬間にストロボ スコープを発光させ、その時のレース上のシャトルの位置を観察した。その結果シャトルの位置は最大約 5 mm 変動していることがわかった。片側の近接スイッチで最大約 5 mm の検出むらは両側で約 10 mm となり、近接スイッチの 100 mm の 10% に相当する。この値は表1と表2の平均値に対する変動範囲の割合が、10% 以上であったことと一致する。

このようにシャトルの検出位置のばらつきが、測定値の標準偏差を大きくした原因であったが、さらにもう一步進めてこのような検出位置にばらつきが生ずる原因を考えてみると、電気的なものと物理的なものが考えられる。この内前者については遅延時間調整や時間範囲レジスタなどにより、電子系の中にばらつきのないことが判明している。したがってシャトルの形状や飛走中の姿勢などにより発生する、いわば物理的原因による変動と考えられる。

4.3 対 策

このように物理的に発生する変動と判断されるものの影響を、平均値の中に埋没させるためには、近接スイッチの間隔を長くすることである。この間隔は長くすればするほど結果は良好になるが、本実験に用いたシャトル織機のおさ幅から考えて 1 m とした。この結果その影響は従来の 1/10 の 1% 程度に低下するものと考えられる。このようにして再びシャトル速度を測定した結果が、表3と表4である。測定条件は前回と同様であった。

この結果から範囲・標準偏差とも前回の約 1/10 と大幅に減少し、物理的変動の影響はほとんど無視できるものと考えられ、簡易シャトル速度測定器としての使命は充分果せるものと思われる。

しかし近接スイッチの間隔を長くすることは、シャッ

表3 回転数変化によるシャトル速度 (m/s)
(スイッチ間隔 1 m)

回転数 (rpm)	max	min	R	$\bar{x}$	δ
220	13.82	13.53	0.29	13.67	0.07
200	13.10	12.84	0.26	12.98	0.06
180	11.66	11.34	0.32	11.48	0.07

(シャトル重量 542 g)

表4 重量変化によるシャトル速度 (m/s)
(スイッチ間隔 1 m)

シャトル重量 (g)	max	min	R	$\bar{x}$	δ
542	13.10	12.84	0.26	12.98	0.06
519	12.99	12.73	0.26	12.85	0.06
495	12.89	12.55	0.34	12.70	0.08

(回転数 200rpm)

トル平均速度を測定することになり、シャトルがレース上のいかなる位置にあっても、その地点での瞬間速度が測定できるわけではなく、今後この点の検討が必要である。また本器を改良していく上には、速度演算回路を挿入して直接速度を表示させたり、プリンタを接続して測定値を記録するなどのことも試みたい。

5. 結 論

簡易シャトル速度測定器を開発し、その試用によって得られた結果をまとめると次のようである。

- i) 本器を用いてシャトル速度を容易に測定することができた。
- ii) しかしシャトルの形状や飛走中の姿勢など、物理的原因と判断される誤差を1%程度に止めるためには、近接スイッチの間隔を1mに保たねばならなかった。
- iii) このように近接スイッチの間隔を長くすれば平均速度を測定することになるが、簡易シャトル速度測定

器としての使命は充分果せるものと考えられた。

最後に本器の開発にあたって終始有益なるご助言とご指導をいただいた、石川県工業試験場石田輝男室長に感謝する。また電子回路の設計製作にはデーターマックス有限会社、およびホルダの設計製作には津田駒工業株式会社のご協力があったことを附記し謝意を表する。

本報は石川県工業試験場、日本繊維機械学会北陸支部、日本絹人絹織機振興会の共催による第4回繊維機械セミナーで発表した。また昭和49年度日本繊維機械学会年次大会においても発表した。

参考文献

- 1) 阪本ほか; 織機誌, **3**, 1, 14 (昭25)
- 2) 吉村; 織機誌, **3**, 4, 143 (昭25)
- 3) 木村ほか; 織機誌, **6**, 8, 487: 9, 586 (昭28)
- 4) 梅沢; 織機誌, **3**, 9, 452 (昭25)
- 5) 吉村; 織学誌, **7**, 9, 485 (昭26)
- 6) 鴨川; 織学誌, **6**, 7, 370: 8, 433 (昭25)
- 7) 一場ほか; 織機誌, **5**, 3, 159 (昭27)
- 8) 末松ほか; 織機誌, **3**, 10, 496 (昭25): **5**, 1, 42 (昭27)
- 9) 越馬; 織機誌, **3**, 4, 148 (昭25)
- 10) 福島ほか; 織学誌, **6**, 8, 434: 9, 492 (昭25)
- 11) 鴨川; 織機誌, **8**, 3, 167 (昭30)
- 12) 鴨川; 織機誌, **11**, 8, 520 (昭33)
- 13) 鴨川; 織機誌, **8**, 5, 319 (昭30)
- 14) 石田ほか; 紡織界, **63**, 12, 904 (昭47)