

超伝導浮上を用いた織機の開発

○小西 哉・中沢 賢・鳥海 浩一郎・坂口 明男
信州大学繊維学部

1. 序論

超伝導現象を利用した、非接触動作する機械システムの研究が活発になされている。これは冷却した超伝導体上に、磁石がピン止め効果により安定に浮上することを利用したもので、従来の機械装置では実現できなかった機能を可能にすることができる。本研究では、この技術を織機のヨコ入れの工程に応用して立体状の布を織ることを考え、その一例として円筒状の布を織る超伝導環状織機を開発している。

2. 超伝導環状織機のヨコ入れ方法

円筒状の布を織る織機では、経糸を円状に配置し、それを円の半径方向に交互に開いて開口し、その間を緯糸が通過してヨコ入れを行う織布方法をとる。このため、緯糸をもったシャトルを機械的に支持して経糸の間を周回走行させようとすると、経糸が干渉してしまうのでシャトルを周回走行させることができない。そこで超伝導のピン止め効果による非接触浮上を利用することにより、それを実現した。

Fig.1 に本研究で開発した超伝導環状織機のヨコ入れの概略を示す。経糸を織機上部から見て放射状に配置し、側面から見て上下方向に開口する。その間に磁石と緯糸を内蔵したシャトルを浮上させ、超

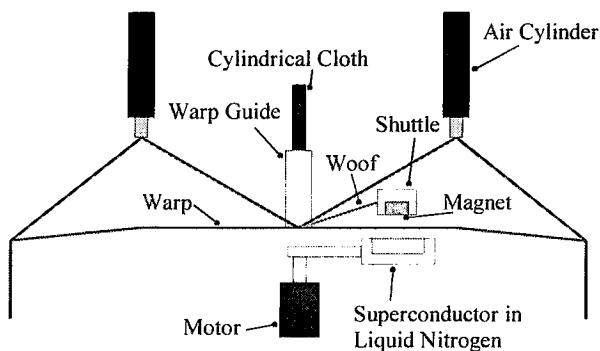


Fig.1 Side view of filling insertion in the superconducting circular loom.

伝導体ロータをモータにより回転運動させることにより、シャトルを周回走行させる。シャトルは完全に非接触で周回運動することになる。

3. 磁気力測定装置

上記のヨコ入れの場合、シャトルには周回走行による遠心力や、放出する緯糸の張力がはたらくため、超伝導体と磁石間の半径方向変位に対する磁気力を知る必要がある。そこで、Fig.2 に示す磁気力測定装置を製作した。YBCO 超伝導体(直径 45mm×厚さ 7mm)を磁場中冷却した後、Nd-Fe-B 磁石(直径

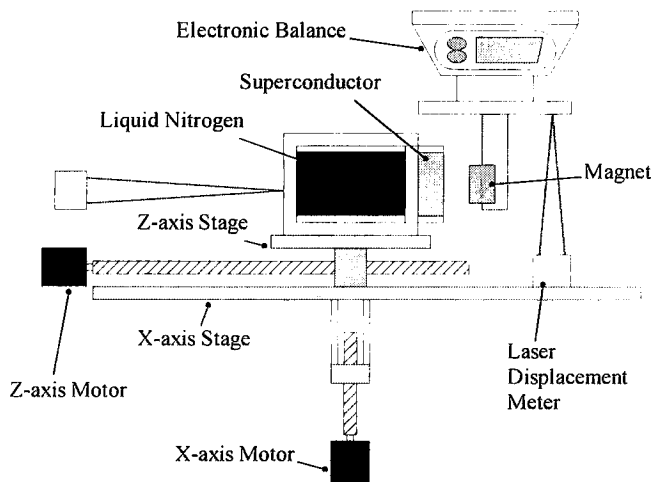


Fig.2 Schematic of the experimental arrangement for radial force measurement between a superconductor and a magnet.

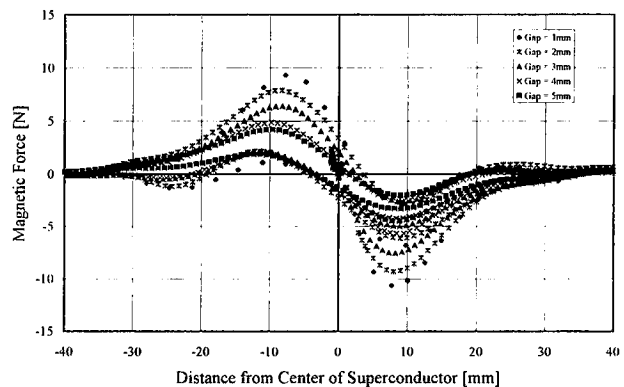


Fig.3 Radial magnetic force between the superconductor and magnet.

22mm×厚さ 10mm, 残留磁化 1.1T)との軸間距離(半径方向変位)を 0mm→+40mm→-40mm→+40mm のように変化させ, そのときに発生する半径方向の磁気力を測定した. Fig.3 に測定結果を示す. この結果を, 超伝導環状織機を設計する際に活用した.

4. 超伝導環状織機の製作

超伝導環状織機では, 超伝導体に YBCO 超伝導体(直径 45mm×厚さ 7mm)を 2 個使用し, シャトルに Nd-Fe-B 磁石(直径 22mm×厚さ 10mm, 残留磁化 1.1T)を 2 個内蔵した. シャトルにボビンケースを内蔵することにより, 放出する緯糸の張力の調節を可能にしている.

経糸の巻き取りは Fig.4 に示すような装置によって行った. 下部のボビンケースは, 経糸を放出する張力を調節するためのものである. 放出された経糸は開口装置を通過して, 上部のステッピングモータにより巻き取られる.

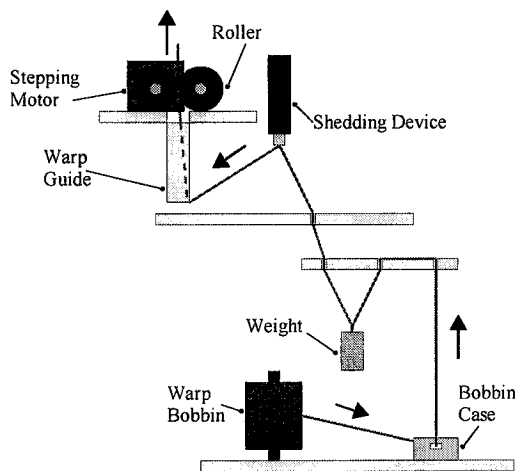


Fig.4 Take-up device in the superconducting circular loom.

経糸の開口は空気圧シリンダにより 1 本ずつ行った. またロータを回転させるモータにステッピングモータを用い, シャトルの位置を正確に制御できるようにした. 円筒状の布を織る場合はシャトルが常に経糸の間に存在するので, 経糸の開口の切り替えを順番に行う必要がある. このため, シャトルの位置と経糸の開口を正確に制御することが必須である. 本織機では開口装置の空気圧シリンダ, シャトル駆動用ステッピングモータ, 経糸の巻き取り用ステッピングモータをデジタル出力ボード, ス

テッピングモータコントローラボードを介して, 1 台のパーソナルコンピュータで制御した.

製作した超伝導環状織機の写真を Fig.5 に示す. 経糸の本数は 25 本である.

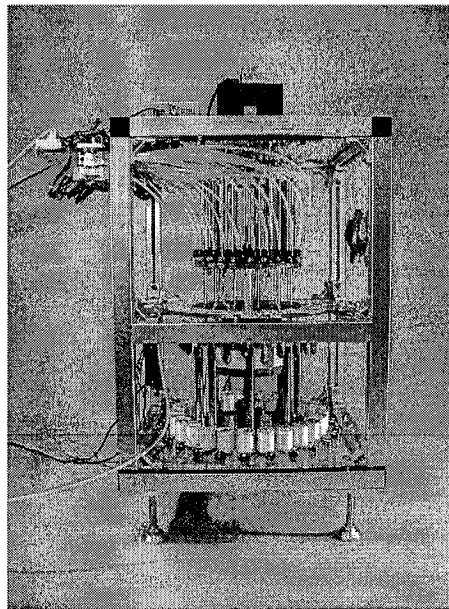


Fig.5 The superconducting circular loom.

5. 実際の織布

この織機で実際に円筒状の布を織ることができた. 織った布は直径 13mm×長さ 190mm, ヨコ入れ数 300 である. その写真を Fig.6 に示す.

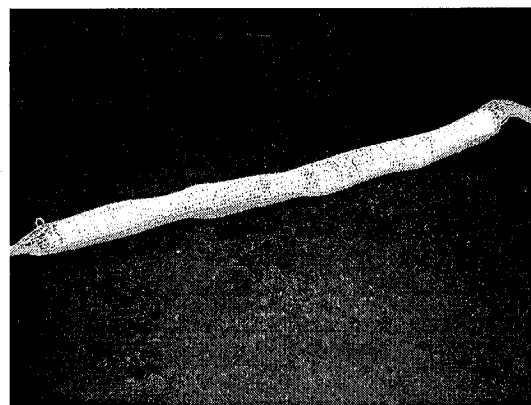


Fig.6 Cylindrical cloth woven with the superconducting circular loom.

6. 結論

試作した超伝導環状織機を用いて, 実際に円筒状の布を織ることに成功した. これにより新しい超伝導機械システムとして, 超伝導織機が大きな可能性を持っていることを示すことができた.