

数値流体解析を用いた超高速空気革新精紡機の開発



竹内 秀年*

The development of novel high-speed spinning machine with applying CFD method

Key Words : spinning machine, vortex, MVS

1. はじめに

本稿では当社(村田機械株式会社)の空気精紡機, MVS (MURATA Vortex Spinner)の開発に数値流体解析を適用した例について紹介します. この機械は世界で初めて実用化した超高速空気革新精紡機で, 空気の力によって高速に糸を紡ぐ装置です. 糸はその構造上, 従来糸に比べて吸汗速乾性や耐摩耗性に優れ毛玉の発生が極めて少なく, 洗濯耐性が高いなどの特徴があり国内を始め世界の紡績会社様で採用頂いております. この糸を素材ブランド「VORTEX」として商標化し, 製品の差別化を狙うアパレルメーカー等へのPRを行っています.

紡績装置は高圧ノズルから噴出する音速~亜音速空気の旋回力によって繊維に撚りをいれる機構ですが, 心臓部は小指1関節程度の大きさしかなく, 実験で内部の様子を把握することが非常に困難です. そこで数値流体解析の手法を用いて内部の高速空気流を可視化し, 糸品質との関連を調べて開発に役立てています. 最近になり超高速カメラ(100万コマ/秒)で可視化しようという試みも始まっています.

2. 紡績装置と糸構造

従来はリング精紡機と呼ばれる, 機械的に繊維束を引き伸ばして撚りを入れる方式で糸を作っていました. これは古くから採用されている方法で, 技術

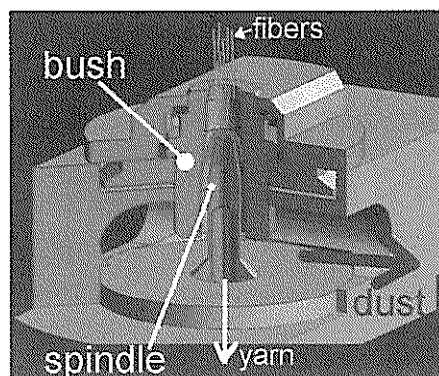


図1 紡績ノズル(概略)

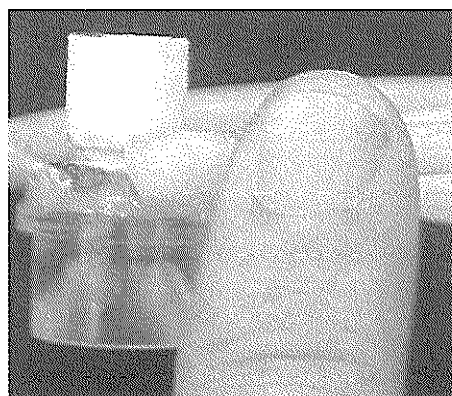


図2 実験用ノズル写真



* Hidetoshi TAKEUCHI
 1968年6月生
 1993年大阪大学大学院工学研究科・機械工学専攻・修士課程修了
 現在, 村田機械株式会社, R&Dセンター・CAEチーム, 流体解析
 TEL 075-662-7750
 FAX 075-662-7770
 E-Mail hidetoshi.takeuchi@bne.muratec.co.jp

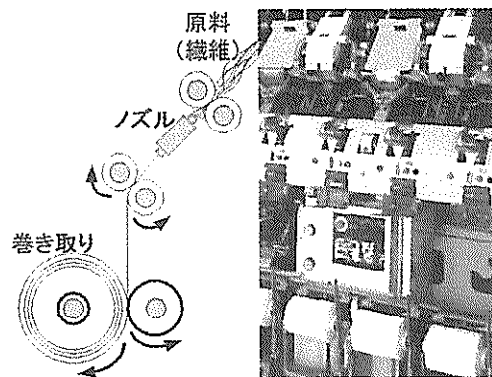


図3 MVS装置図 (原料がノズルで撚られて糸になり巻き取られる)

的に成熟しており品質の良い糸ができますが高速化しにくいのが難点です。

それに対しMVSは1~2mmの隙間で空気を約100万回転/分回転させ、原料の繊維束に撚りを掛けます。紡績部に機械駆動が無いので速度はリング精防機の約20~30倍にできます(紡出速度[糸ができる速度]は450m/min)です。

図4は糸構造を示しており、芯繊維に鞘繊維が巻きついた構造をしています。

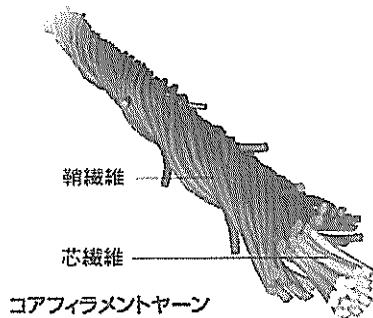


図4 糸構造

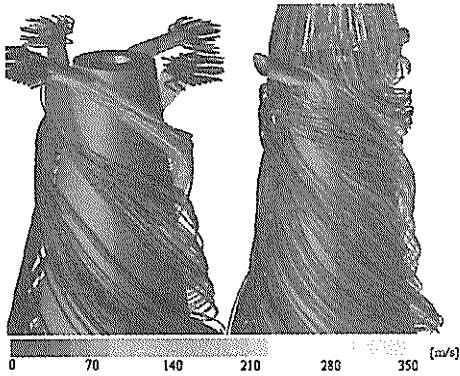


図5 流跡線：スピンドル形状1(角型)

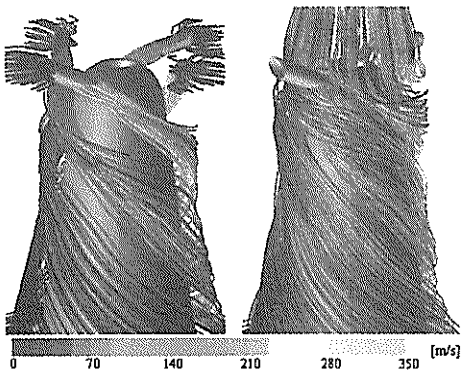


図6 流跡線：スピンドル形状2(丸型)

3. 数値流体解析

現在、実験によって流れの計測や可視化は非常に困難なので流体解析の手法を用いて繊維の挙動を予測し、糸品質との関連を調べて開発をおこなっています。

図5~8はスピンドル形状(図1中spindle部)が異なる2種類の装置について空気の流れの違いを数値解析したものです。

数本のノズル(本図では4本)に0.4MPa程度の圧力をかけて、回転と軸方向の流れを発生させます。すると空間は負の圧力になり、原料の繊維束は外部(図1上部)から吸引されます。図5,6はそれぞれの形状についてノズルの流跡線(左側)と、吸引の流跡線(右側)をあらわしています。

図7,8はスピンドル先端表面の流速ベクトルを

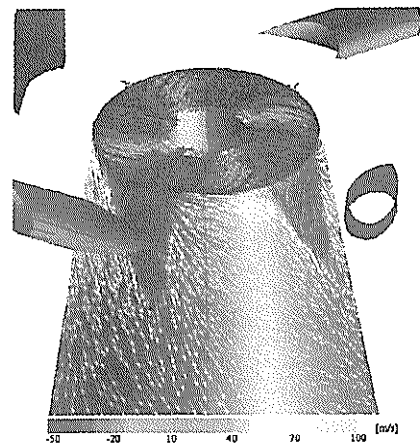


図7 速度ベクトル：角型スピンドル表面

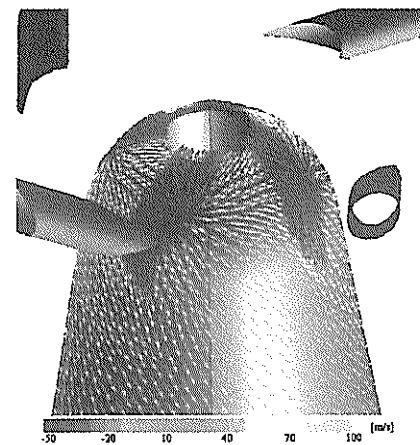


図8 速度ベクトル：丸型スピンドル表面

あらわしています。

これらを見ると丸型スピンドルの先端は角型に比べて旋回成分が多いことが分かります。

各形状で紡績した糸の物性を表1に示します。糸の引っ張り強力([g])や撚数(T/M[twist/meter])は丸型スピンドルの方が高く、スピンドル表面の速度が糸の撚りに影響を及ぼしていることが分かります。

表1 糸物性比較

shape	強力[g]	T/M	U%	Hairiness
角型	262	487	12.98%	5.29
丸型	284	507	12.95%	4.36

4. まとめ、今後の課題

今回は目で確認できる簡単な例で説明しましたが、空気の流れを数値流体解析で調べることにより、実

験が困難な製品の開発が可能であることが分かりました。この他にも原料を引き伸ばすローラー部の回転随伴流やゴミ回収ダクトの設計など、空気の流れが影響を及ぼすあらゆる場所で数値流体解析を活用しており、できる範囲の実験と比較しながら計算結果の妥当性を検証して開発を進めています。

ただし空気の流れから繊維の挙動を予測しているので厳密に紡績現象を把握できるレベルには達していません。現状では機構解析の手法を用いて1本の繊維の挙動は調べられていますが、今後は複数の繊維が交絡することを考慮した数値シミュレーションを考案し、更に細かな現象を把握して糸品質の向上に役立てていく計画です。

また超高速カメラを用いて直接紡績現象を捉える試みも平行して進めています。

5. 参 考

VORTEX糸について

<http://www.muratec-vortex.com/index.html>

