

手紡ぎの制御構造を規範とする特殊糸製造用紡績装置の開発と応用

中沢 賢、河村 隆、鮑 力民、本田和宏
信州大学繊維学部 機能機械学科 繊維システム工学科
柳生清秀、横山一夫
金井重要工業（株）金井研究開発室

1. 緒言

これからは衣料用のみでなくもっと広い産業や生活に使われる特殊な機能糸が要求される時代になると考えられる。現在の紡績機械はこうした糸に必要な特殊な原料を紡ぐことが困難な場合が多く、また要求される極端な多品種少量生産に対応できない。これに対応できる紡績法は、実は原始的な紡ぎ車を使う手紡ぎである。筆者等はこうした観点から手紡ぎの制御学的解析とそれに基づく紡績装置（手紡ぎロボット）の開発を行っている。本年は人の手紡ぎにおけるスキルを検討し、ロボットによる手紡ぎの機械的制御との比較・改良を主に研究を進めた。

2. 手紡ぎの原理

手紡ぎの基本的特性は、加撚により繊維の太さをコントロールすることである。紡績におけるより率は一般に、次式となる。

$$\lambda = \omega / V$$

ω は加撚速度、 V は繊維束からの繊維引き出し速度である。手紡ぎにおいてはより率 λ を変えるのに、 ω と V の両方を変えている。観察によると手紡ぎの一般的な制御則は次の通りである。もし目視により糸の太さが太く（細く）なった、または原料把持手に感じる糸にかかる張力が大きく（小さく）なったと判断したら、紡錘の回転速度を落とし（上げ）、手の移動速度を増加させ（減少させ）、また指先の把持圧力を増やし（減らし）、指先から繰出す繊維量を減らす（増やす）ことにより糸の太さを減小（増加）させる。

3. 手紡ぎロボット装置

Fig. 1 に制作した手紡ぎロボット紡績装置の平面図を示す。繊維束把持部（手）では繊維束を筒に詰めることで把持圧力を加え、張力は把

持部を支持する手に装着したストレインゲージの張力センサーにより測定した。

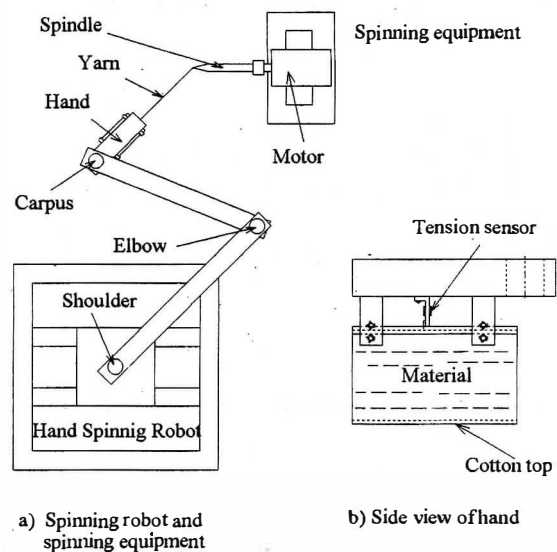


Fig.1 Construction of hand spinning robot system

4. 実験結果と考察

人の手紡ぎにおいては、太さを制御するのに、目視による太さを制御量としているのか、手の感覚で知覚する張力を制御量としているのかを知るため、両者をそれぞれ単独に制御するように工夫して人に手紡ぎを行わせたときの測定結果を図2, 3に示す。いずれを独立に制御しても連続して糸が紡げることが分かった。今回の場合は太さを目視で制御する方が良好な糸が得られている。人の代わりにロボットにより張力の比例制御を行った結果を図4に示す。これを見ると機械の張力制御が人の手紡ぎ図2, 3のいずれよりも良好な結果を与えている。ロボットにより張力と太さの両者をファジィ制御した結果を図5に示す。これは張力の比例制御の場合よりさらに良好な結果を与えている。

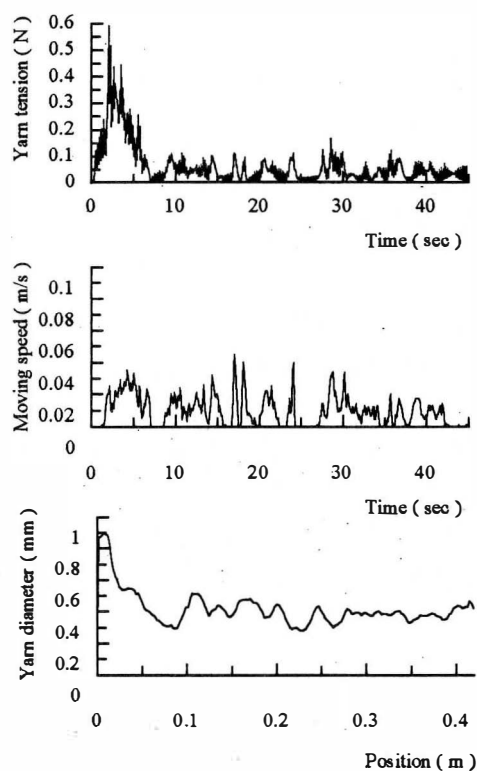


Fig.2 Human hand spinning controlling yarn diameter

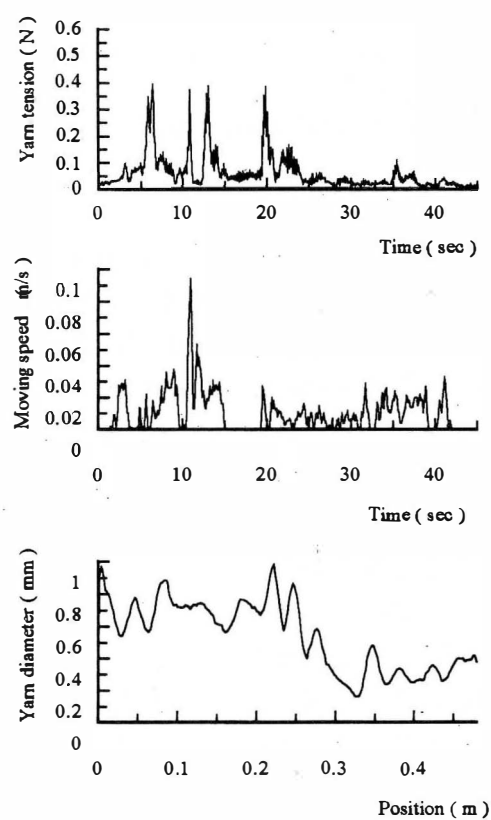


Fig.3 Human hand spinning controlling yarn tension

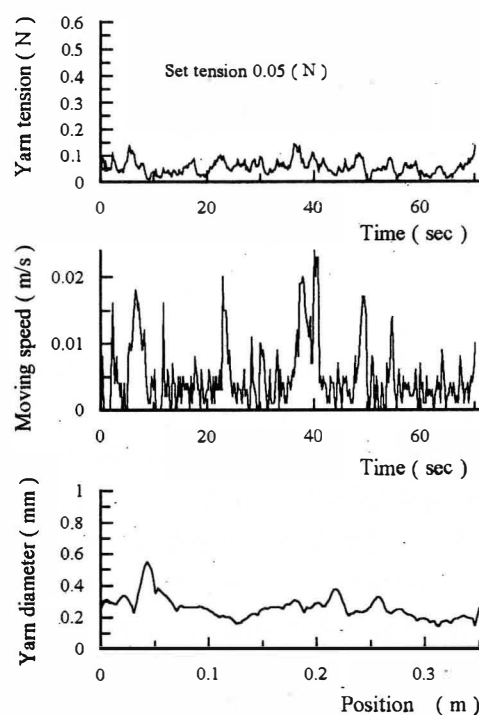


Fig.4 Robot hand spinning controlling yarn tension

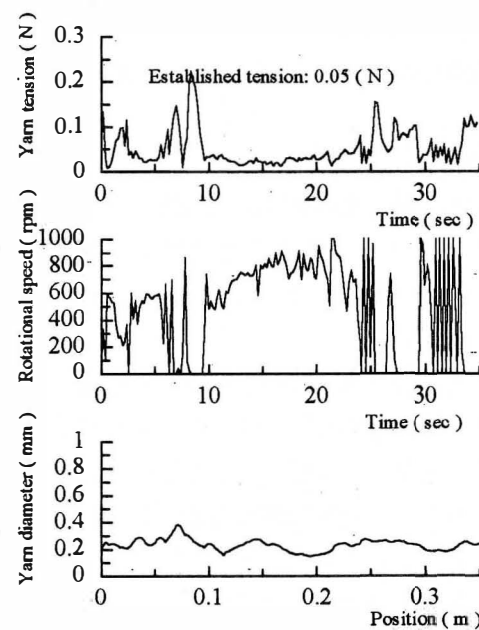


Fig.5 Robot hand spinning with Fuzzy inference control

5. 結論

手紡ぎの制御学的原理を調べ、その結果を参考に手紡ぎロボットを製作し、張力と太さを同時にファジィ制御する事により、汎用性の高いまた少量生産向きの紡績が可能であることを示した。