

高性能ポリエステル延伸糸製造設備の開発

TMTマシナリー株式会社

代表取締役社長 三木 勝策

TMTマシナリー(株)	技術本部	橋本 欣三
TMTマシナリー(株)	技術本部	杉山 研志
TMTマシナリー(株)	技術本部	北山 太
TMTマシナリー(株)	技術本部	野村 浩
TMTマシナリー(株)	営業本部	岩井 崇

はじめに

世界の人口増加、生活水準の向上に伴い衣料品の需要は年々増加している。衣料品の素材には天然繊維と合成繊維が使用されるが、ポリエステル、ナイロンなどの合成繊維は比較的低コストで大量に生産でき、保温・発熱、接触冷感、消臭機能など衣料の高機能化にも適している。また合成繊維は衣料用途だけでなく、自動車、建築、土木などの産業資材用途にも幅広く使われている。現在、合成繊維は世界の繊維生産量の70%を占めており人々の生活には無くてはならない素材と成っている。

開発のねらい

現在、合成繊維の製造は、安価な労働力と莫大な消費量を背景に中国が中心となっている。しかしその中国でも、メーカー間の価格競争や経済成長による労働賃金の高騰により収益は悪化傾向で、製造コストの削減、製造現場の合理化は避けられない大きな課題となっている。

当社は上記市場ニーズに応えシェア、売上の拡大をはかるべく、①糸品質・生産性向上、②消費電力削減、③現場作業員削減、④現場環境改善を開発コンセプトとした次世代のポリエステル延伸糸製造設備 iBox-MANTA を開発した。

装置の概要

ポリエステル延伸糸(以降 FDY と記す)製造設備は、紡糸装置から 1500～2000m/min の速度で紡出された未延伸糸に、先ず仕上げ油剤を付与し、予備加熱ローラでガラス転位点温度まで加熱し、予備加熱ローラと熱セットローラとの速度差により 2～3 倍に延伸し、熱セットローラで加熱することで糸を安定化し、最後に高速テークアップワインダーで 4500～6000m/min の高速でスクエアパッケージに巻上げる設備である。

図 1、2 に開発機 iBox-MANTA と従来機の外観を比較して示し、図 3 に開発機の主要寸法を示す。図に示される通り開発機 iBox-MANTA は装置構成および糸道が大きく変化しており、従来機に比べ非常にコンパクトな設備になっている。

表 1 に開発機 iBox-MANTA の主仕様を示す。

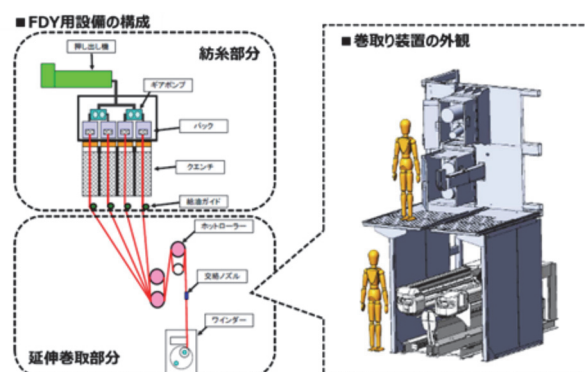


図1 従来の延伸糸製造設備

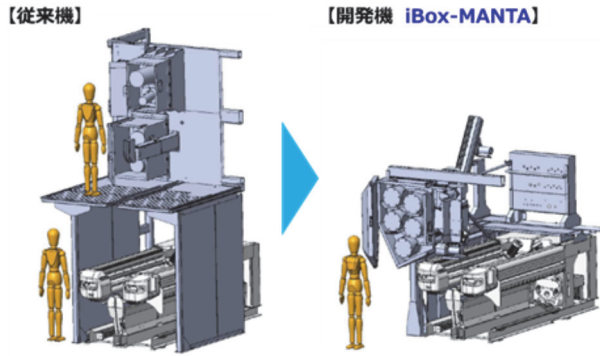


図2 開発機iBox-MANTAの外観

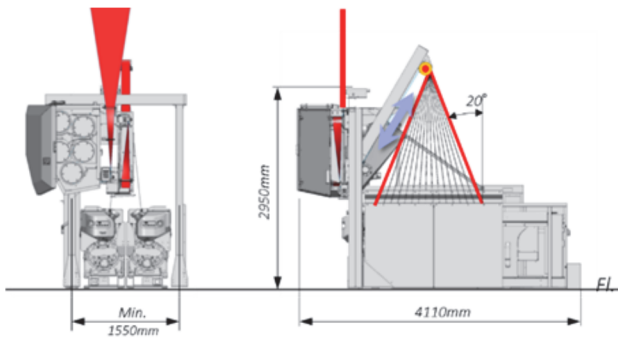


図3 開発機iBox-MANTAの外形状法

表1 開発機の主仕様

仕様項目	従来機	開発機：iBox-MANTA
糸条数/錘	24エンド	32エンド
生産速度(最大)	5500m/min	←
適用糸種	PET、~167dtex	←
使用油剤濃度	10~20%	85~98% (45%)
HR上糸道	複数ターン式	S掛けターン式
作業エリア	上下2層位置	前方位置

糸条数は、従来の24エンドから32エンドに増加し生産性が30%以上向上している。糸に付与する仕上げ油剤は、従来は濃度10~20%のエマルジョンを使用していたが、開発機では濃度85%以上の原液油剤を使用し大幅な省エネを実現している。加熱延伸エリアの糸道は、従来は一對の長尺加熱ローラへの複数巻き付けで糸を加熱していたが、開発機では大径短尺加熱ローラへのS掛け糸道で糸加熱と糸道の安定化を両立している。操業時の作業エリアは、従来は上下2層の作業位置で2人作業が必要であったが、開発機では作業員1人が設備前方で可能である。

技術上の特徴

① 独自の優れた糸道レイアウト

従来機では、糸の加熱を一對の長尺加熱ローラに複数回糸を巻付け加熱長と加熱時間を確保していた(図4)。巻付け毎に糸をずらし走行させる為に、加熱ローラ同士に大きな振じれ角が付与され、糸が加熱ローラから離反する点には屈折角が生じていた。様々な外乱(糸張力、ローラ表面摩擦係数、周辺気流の変動)により屈折点と糸道は変動し、その変動は加熱ローラへの巻付け毎に増幅し、最終的には糸品質、生産性の低下の原因となっていた。

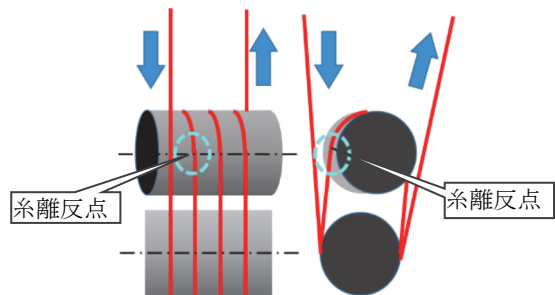


図4 従来の加熱ローラ上糸道

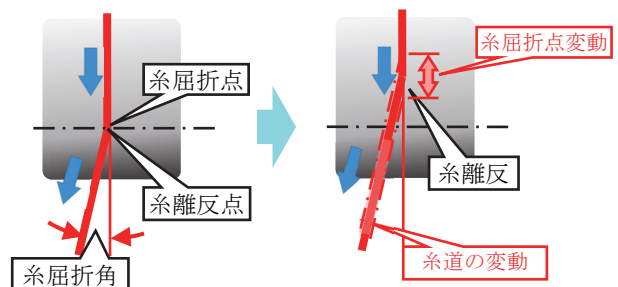


図5 糸屈曲角による糸道変動

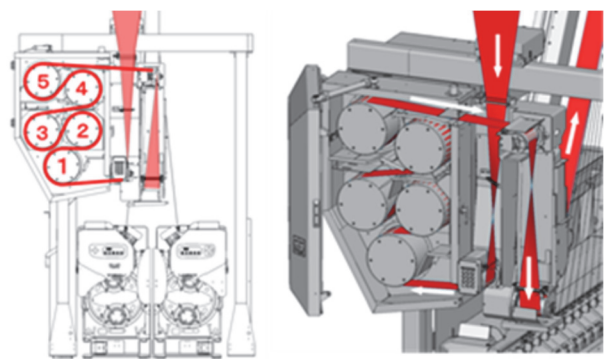


図6 独自の優れた糸道レイアウト

新型FDY設備iBox-MANTAでは、加熱ローラに5個の大径短尺加熱ローラを用い従来機とは全く違う糸道構成とした(図6)。従来とは異なるS掛け並行糸道とすることで糸道変動を解消

し糸品質の向上を実現するとともに、糸条数の増加（従来機：24エンド⇒開発機：32エンド）も実現し飛躍的に生産性を向上させた。また延伸装置は装置下部から糸を送りこみ、装置上方から糸を送り出すレイアウトとすることで装置はコンパクトに構成され作業性が飛躍的に向上できた。

② 高濃度油剤の使用と専用付与ノズルの開発

通常、紡糸された糸には、フィラメントに収束性を与え静電気や擦過抵抗の低減の為に、10～20%の濃度に水で希釈されたエマルジョン油剤が付与される（図7）。油剤が付与された糸を加熱するには油剤成分の80～90%を占める水分の昇温気化に大きな熱エネルギーが必要となり、糸のみの加熱に必要なエネルギーの約2倍の熱エネルギーが必要となっていた（図8）。

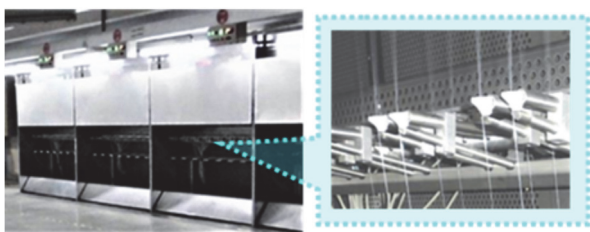


図7 仕上げ油剤付与装置

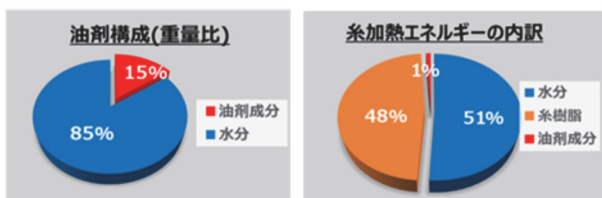


図8 油剤水分量と加熱エネルギー

もし、油剤を希釈する水分量を減らすことができれば、加熱ローラでの加熱長、加熱時間は短縮でき必要熱エネルギーも飛躍的に削減できる。しかし、油剤を高濃度化することで油剤動粘度は非常に大きくなり糸への均一付着性が確保できなくなる為、これまで実用化されなかった。

今回の開発では、高粘度の油剤でも糸への均一付着を可能とできる新型の油剤付与ノズルを開発した。図9に従来品と開発品のノズルの断面をそれぞれ模式図で示す。開発したノズルの特徴は、油剤の吐出口を糸の接触開始点とするとともに糸の接触面を走行方向に曲率を持たせている

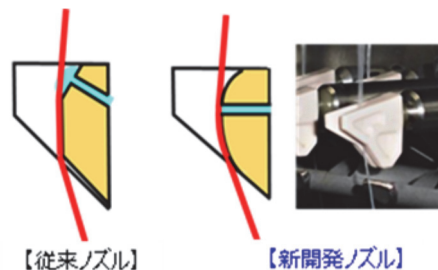


図9 高濃度専用油剤付与ノズル

点である。このノズルの開発により、高濃度の油剤を糸に均一に、飛散も無く付与することが可能となり、加熱ローラによる必要な糸加熱エネルギーを半減することが可能となった（図10）。

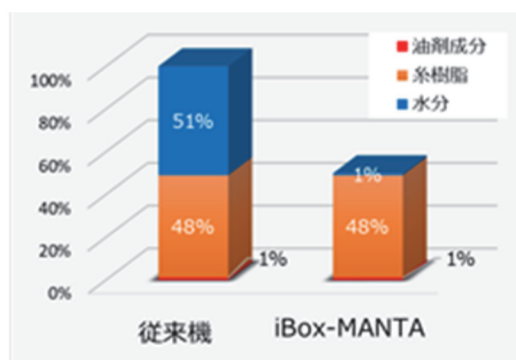


図10 油剤による熱エネルギー削減効果

③ 次世代高効率モータの開発

次世代製品としてモータの高効率化は避けて通れない課題である。今回の開発機 iBox-MANTA では加熱ローラの駆動モータの高効率化に取り組んだ。

今回、当社として初めてIPMモータ（図11）を採用し駆動電源もベクトル制御インバーターを採用した。結果、モータ効率を飛躍的に向上することができ、錘当たり約700Wの電力削減を実現した。また効率向上によりモータ外皮温度も13.5℃低減でき、軸受け寿命の改善、現場環境温度の改善を実現した。



図11 加熱ローラ用IPMモータ

④ 総合的な省エネ性能

加熱ローラを収納する保温ボックスも、ボックス構造、断熱材の見直しにより断熱性能を飛躍的に向上させている。

結果、設備全体の消費電力は、従来機との比較で約 25% の削減を達成している (図 12)。

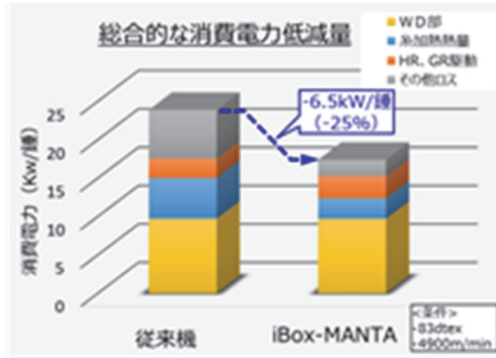


図 12 iBox-MANTAでの省エネ効果

実用上の効果

本高性能ポリエステル延伸糸製造設備 iBox-MANTA により得られるパフォーマンスを従来機との比較で示す。

- ① 生産量 33%向上
(金額換算：年間¥30,660,000 の増加)
- ② 電気消費量 25%削減
(金額換算：年間¥612,850 の削減)
- ③ エアー消費量 17%削減
(金額換算：年間¥532,800 の削減)
- ④ 必要作業員数 1/2
現場環境温度 -8℃
(条件：生産銘柄 83dtex、生産速度 5000m/min)

本設備の導入による上記パフォーマンス向上はユーザーの設備投資意欲を大いに刺激し、新規設備導入だけでなく、生産性の低い既設設備の設備更新にも多くの需要を生み出した。

糸掛け作業でのアクセスエリアを機台前方に集約できている為、省人化の為の自動糸掛けロボットの導入も容易となった。

本設備は糸道構成の特徴を活かし、POY (Partially Oriented Yarn：部分配向糸) や BSY

(Bi-Shrinkage Yarn：異収縮率糸) の生産にも適用でき、用途展開の広がりも見せている。

知的財産権の状況

本開発品の装置に関する特許登録は下記の通りである。

- ① 日本国特許第 5808606 号
名称：紡糸巻取機
概要：糸を加熱処理するローラ群が巻取機の前方に配置され、糸の巻付き角度が 360 度以内となる紡糸巻取機
 - ② 日本国特許第号 6133637 号
名称：紡糸延伸装置
概要：複数のローラで糸を加熱延伸する装置で、延伸非接触区間が前後何れかのローラ接触加熱長より短い紡糸延伸装置
 - ③ 日本国特許第 5894871 号
名称：紡糸延伸装置
概要：複数のローラで糸を加熱延伸する装置で、高温の熱処理ローラが上流側の加熱ローラよりも上方に設置された紡糸延伸装置
- その他多数の関連登録特許有り。

むすび

本開発に際しては、これまでの実績・経験則にとらわれず、原理・原則から技術を見直し、FDY 製造工程のあるべき姿を追求した。その結果、新製品を完成し市場投入できただけでなく、糸づくりに関する多くの重要なノウハウを新たに蓄積することもできた。

これからも技術開発を継続し、装置のパフォーマンス向上は勿論、原糸製造プロセスの進化にも取り組んでゆきたいと考えている。

当社は、益々厳しさが増す繊維業界に対して、新たな技術・製品の提供を通じ貢献し続けたいと考える。