

プログラム名：超高機能構造タンパク質による素材産業革命

PM名：鈴木 隆領

プロジェクト名：超高機能タンパク質素材の成形加工基本技術の開発

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平成 2 9 年 度

研究開発課題名：

構造タンパク質を用いた産業用ベルト製品の工業用材料化技術開発

研究開発機関名：

バンドー化学株式会社

研究開発責任者

迫 康浩

I 当該年度における計画と成果

1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

1-1. 研究開発の目的

構造タンパク質繊維の事業化のターゲットであるゴム関連アプリケーション、特に産業用ベルト製品への適用を行い具体的な技術開発、製品開発を実施することにおいてバイオ材料のゴム業界向け工業技術開発を推進する。

1-2. 研究開発の内容

研究開発内容としては産業用ベルトの心線への適用、ベルト下ゴム材料への配合によるゴム部材の高機能化、システム製品として使用される樹脂部材への配合による高機能化について材料技術及び加工技術開発を実施する。

1-3. 当年度目標

1) ベルト心線への適用

a) 性能評価及び具体的ターゲット見極め

構造タンパク質心線の特性を評価しその特性が最大限に発揮できるベルトアプリケーションおよびベルト仕様を設定する。

b) 心線開発

①心線構造設計

作製可能なヤーン糸をもとにまず既存心線との比較可能な撚り構造を決定する。特性的に類似の心線と性能を比較評価後、特性を最大限発揮できる撚り構造の見直し設計についても検討し最適撚り構造をアウトプットする。

②心線特性評価

平成 30 年 3 月末：社内基準をクリアすること

c) ベルト用心線と接着ゴムに関する接着技術の開発

①接着技術開発

ゴム部材との接着形態 ゴム破壊 カットフレイ 毛羽なし

②既存下ゴム+タンパク質心線でのベルト用心線でのベルト試作と性能評価

平成 30 年 3 月末：既存心線に対する優位性 1 件以上

2) ベルト下ゴムへの適用

a) 性能評価及び具体的ターゲットの見極め

構造タンパク質繊維の特徴である親水性を活かすことでベルト走行時の被水によるスリップ対策として期待できそうであることから V リブドベルト用下ゴムのターゲットとして設定済み。

b) ゴム部材、加工技術検討

平成 30 年 3 月末：機械的特性に関する社内基準をクリア

- c) ベルト試作作製と性能評価
 - 平成 30 年 3 月末：既存下ゴムに対する優位性 1 件以上
- 3) ベルト性能の評価
 - a) ベルト試作作製と性能評価
 - 平成 30 年 3 月末：既存ベルトに対する優位性 1 件以上
 - b) 実用化、事業化実行計画立案
 - 平成 30 年 3 月末：(Q) 構造タンパク質を用いたベルトの既存ベルトに対する性能の優位性のまとめと適用範囲の設定
 - (C) アウトプットされた心線、短繊維のコスト試算
 - (D) アウトプット（今後のモディファイ含む）された心線、短繊維の工業化の可能性とベルト製品化計画立案
- 4) システム製品（プーリー、ギア、テンショナー等）用樹脂部材開発
 - a) 性能評価及び具体的ターゲットの見極め
 - 平成 30 年 3 月末：各種ベース樹脂との混練実験及び得られた複合材の評価
 - b) 樹脂配合、加工方法検討
 - 平成 30 年 3 月末：PA12、POM、および低融点且つ植物由来である PA11、PLA との混練実験を行ない、繊維劣化のない状態での複合材を得ることで、構造タンパク質繊維の親水性を活かした WET 環境での摺動特性や、植物由来樹脂との複合化によるオール脱石油材料としての特長を見出す。
 - c) 樹脂部材性能評価
 - 平成 30 年 3 月末：各種低融点樹脂との混練実験及び得られた複合材の評価を行う。
 - d) 実用化、事業化実行計画立案
 - 平成 30 年 3 月末：今年度の研究開発で得られた構造タンパク質素材の持つ特性を踏まえて、樹脂特性、加工技術、アプリケーション製品性能より実用化、事業化に向けた検討をまとめる。

2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

2-1 進捗状況

- 1) ベルト用心線への適用
 - a) 性能評価及び具体的ターゲットの見極め
 - 研究開発を進める中で、現状の構造タンパク質繊維では V リブドベルト用心線としては強力不足より適用が難しいことが明らかとなったことから、軽負荷用途に適用される小型ウレタン V ベルトをターゲットとして設定した。
 - b) 心線開発
 - ① 心線構造設計
 - 軽負荷ウレタン V ベルトの現行ポリエステル心線に対し、構造タンパク質繊維は強力が低いことから、強力低下を極力抑えるべく撚り係数を低く設計。糸構成はヤーン糸を考慮し、総繊維度合わせとした。

② 心線特性評価

①にて試作実施した燃糸品の評価を実施。切断伸度は社内基準をクリアしたが強力は未達。クリープに関しては現行に近い水準を達成できた。強度が目標を下回っており構造タンパク質繊維の強力改善が必要であり次年度への計画延長とした。

c) ベルト用心線と接着ゴムに関する接着技術の開発

① 接着技術開発

当年度のターゲットとして定めた軽負荷ベルトのゴムはウレタンであることから、まずは構造タンパク質繊維に特別な接着処理を施さずに接着試験を実施。結果、接着処理を施しているポリエステル心線と同等水準の接着力を示し、構造タンパク質繊維はウレタンに対しては接着処理無しでも十分に接着できることを明らかにした。

③ ベルト試作と性能評価

構造タンパク質繊維を心線に適用したウレタン軽負荷Vベルトを作製しベルト走行を実施。心線の強力不足に起因するスリップが発生し、伝動ベルトとしての機能を果たせなかった。強力改良された構造タンパク質繊維が供給される見込みであり、次年度に同様の検討を行うこととする。

2) ベルト下ゴムへの適用

a) 性能評価及び具体的ターゲットの見極め

構造タンパク質繊維の特徴である親水性を活かすことでベルト走行時の被水によるスリップ対策として期待できそうであることからVリブドベルト用下ゴムをターゲットとして設定済み。

b) ゴム部材、加工技術検討

下ゴムの短繊維を有機合成繊維から構造タンパク質繊維に置換した配合をアウトプット。部材摩擦試験にて被水時の μ 低下時間が抑制できることが明らかとなった。一方でゴム物性において耐摩耗性が現行配合よりも悪化している。構造タンパク質繊維の強度改良品でも耐摩耗性は改善されなかった。原因として、構造タンパク質繊維の強度改良品については、強度は改善されたが切断伸度は低下しておりタフネスとしては改良されていないことが考えられる。次年度は構造タンパク質繊維のタフネス改良を期待しつつ、並行して現時点の構造タンパク質繊維よりも高タフネスである絹糸を適用し、繊維のタフネスとゴムの耐摩耗性の関係を調査する。

c) ベルト試作作製と性能評価

構造タンパク質繊維を短繊維として配合した下ゴムを用いたVリブドベルトを作製した。部材摩擦試験同様にベルトに水をかけて伝動能力試験を実施したところスリップに対する耐性が増していることが明らかとなった。一方でベルトでの耐摩耗試験を実施したところ、現行Vリブドベルトに対し、構造タンパク質繊維を配合したベルトでは摩耗量が多く耐摩耗性が悪い。構造タンパク質繊維の更なる高タフネス化に期待したい。

④ システム製品（プーリー、ギア、テンショナー等）用樹脂部材開発

a) 性能評価及び具体的ターゲットの見極め

PBT より低融点の PA12 と構造タンパク質繊維との混練実験を実施、得られた複合材の強度特性、摺動特性を確認した。結果として、加工時の熱履歴による繊維の変色は抑制されており、繊維の熱劣化は低減したと考えられるが、複合化による強度の向上効果は得られず、また WET 環境における摺動特性にも顕著な特長は見出せなかった。

b) 樹脂配合、加工方法検討

PA12 による検討結果から、加工温度が同水準である PA11、PLA との複合化実験は保留。複合化のためのベースポリマーの探索を実施する。

c) 樹脂部材性能評価

次年度に繰り越す。

d) 実用化、事業化実行計画立案

次年度に繰り越す。

2-2 成果

1) ベルト用心線への適用

構造タンパク質繊維を心線に適用したウレタン軽負荷 V ベルトを作製しベルト走行を実施。心線の強力不足に起因するスリップが発生し、伝動ベルトとしての機能を果たせなかった。強力改良された構造タンパク質繊維が供給される見込みであり、次年度に同様の検討を行うこととする。

2) ベルト下ゴムへの適用

有機合成繊維については、繊維単体のタフネスを向上させると当該短繊維を配合したゴムの耐摩耗性は良化する傾向にあることが分かっており、構造タンパク質繊維においても高タフネス繊維を適用することで耐摩耗性の改善が期待される。

④ システム製品（プーリー、ギア、テンショナー等）用樹脂部材開発

PBT、HDPE より加工温度の低い PA12 への混練実験を行なった。PA12 と複合化した構造タンパク質繊維は、熱履歴による繊維の変色は抑制されており、繊維の熱劣化は低減したと考えられるが、得られた複合材の強度特性、摺動特性を確認した結果、複合化による強度の向上効果は得られず、また DRY/WET 環境における摺動特性にも顕著な特長は見出せなかった。

2-3 新たな課題など

1) ベルト用心線への適用

ターゲットベルトは当年度目標と同様に軽負荷ウレタン V ベルトに設定し、構造タンパク質繊維の強度改良糸が Spiber 社殿より提供される見込みがあるため、当年度と同様の検討を行う。

2) ベルト下ゴムへの適用

Vリブドベルト用下ゴムへの適用検討にて、構造タンパク質繊維を短繊維化し下ゴムへ配合することで、水が介在した時の摩擦係数低下を抑制できることが明らかとなった。構造タンパク質短繊維を配合したゴムの耐摩耗性が悪く、推定原因としてタフネス不足が懸念されることから、タフネスの高い構造タンパク質繊維（現時点では絹糸）を用いると耐摩耗性が改善されるか検証を行う必要がある。

3) システム製品（プーリー、ギア、テンショナー等）用樹脂部材開発

Spiber 社殿より供給頂いた構造タンパク質繊維は、当初計画していた PA66 との複合化に必要な耐熱性が不足。より低融点の PA12 との複合化実験を実施した結果、繊維の熱劣化は低減したが、複合化による強度の向上効果、WET 環境における摺動特性に顕著な特長は見出せず、構造タンパク質繊維の強度、耐熱性の改良を待つ必要がある。来年度、あらたに複合化可能なベース樹脂の探索を行なう。Spiber 社殿より構造タンパク質繊維の改良グレードを供給いただいた際は、随時計画に組み込むこととする。

3. アウトリーチ活動報告

なし