

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型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 8 年 度

研究開発課題名：

バイオ素材の耐衝撃複合材料技術

研究開発機関名：

住友ベークライト株式会社

研究開発責任者：

長木 浩司

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

平成 30 年 3 月末までに、半球殻などの模擬ヘルメット形状へ加工を行った際に従来材同等の外観を有し、平板状の複合材料サンプルで耐衝撃性能が従来品と同等以上であり、20%以上の軽量化が達成可能である、耐衝撃ヘルメット向け複合材料を開発することを目標としている。

当該年度においては、H29 年 3 月までに、入手可能な構造タンパク質素材または模擬素材を用いて平板状の複合材料サンプルを作製・評価することにより、複合材料化に適した構造タンパク質素材の形態の選定、樹脂や添加剤などの複合材料処方の開発、構造タンパク質素材の物理特性および素材形態に適した複合材料化プロセスの開発を行う。そして、平成 29 年 3 月までに、加工性評価および耐衝撃性能評価を行うことが出来る従来材同等の外観を有する平板状サンプルの作製が可能な複合材料を開発する。

具体的には、素材（模擬タンパク質素材または構造タンパク質素材、およびアラミド繊維など）及び繊維径の異なる 4 種類以上の繊維を用いて、複合材料サンプルを作製し比較を行い、提供される構造タンパク質素材および入手可能な模擬タンパク質素材の中から複合材料化に最適な素材形状を選定する。

また、各種熱硬化性樹脂および熱可塑性樹脂等の中から 5 種類以上の樹脂を用いて複合材料処方の検討を行い、平板状の複合材料サンプルの作製が可能な複合材料処方を開発する。

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 > 構造タンパク質を用いた複合材料化要素技術の開発

① 構造タンパク質素材の形状の選定

構造タンパク質素材およびシルク等の入手可能な模擬タンパク質素材等を、平織りを含む 4 種の織り方で作成した織布、及び、アラミド繊維にて異なる繊維径で作成した平織り織布を用いて、複合材料サンプルを作製し評価した。

② 複合材料処方の開発

最適なマトリクス樹脂を選定するために、熱硬化性樹脂及び熱可塑性樹脂を用いて複合材料処方の検討を行った。樹脂構造タンパク質素材の耐熱温度域で加熱圧縮成形できることを条件とする各種熱硬化性樹脂および熱可塑性樹脂を評価した。

③ 複合材料化プロセスの開発

入手可能な構造タンパク質素材または模擬素材等の熱安定性や機械強度などの物理特性、素材形態、選定樹脂処方の特徴に対応できるように複合材料化プロセスの開発を実施した。

複合材料化プロセスとしては、連続繊維の織布に樹脂を含浸・乾燥することにより作製したプリプレグを複数枚重ねて加熱加圧する圧縮成形法を含む、複数の複合化プロセスを実施した。

< 2 > 構造タンパク質を用いた耐衝撃ヘルメット向け複合材料・部材の開発

④ 加工性評価

平板形状の複合材料を熱プレスすることなどにより半球殻などの模擬ヘルメット形状への加工を試み、その可否を判断する想定であったが、熱プレス時に構造タンパク質織布が収縮する新たな課題を確

認した。この課題に対して、現象と熱収縮低減の可能性把握のための検討を行った。具体的には樹脂の中でも比較的低温で成形可能な樹脂を用いた圧縮成形について検討を行った。

⑤ 耐衝撃性能評価

耐衝撃性能評価としては、構造タンパク質素材または模擬素材等を用いた複合材料と、アラミドなどの従来から用いられている高強度素材を適用した複合材料との、衝撃吸収エネルギー等の比較評価により実施した。

貴重な構造タンパク質素材で複数の評価を実施できるように、通常の評価サンプルよりも小サイズ(100mm×100mm)の平板形状サンプルで耐衝撃性評価試験が可能な評価系を構築した。

2-2 成果

< 1 > 構造タンパク質を用いた複合材料化要素技術の開発

① 構造タンパク質素材の形状の選定

平織りを含む4種の織り方で作成したシルクの織布と樹脂とでボイドの無い複合材料サンプルを作製した。耐衝撃性能評価で吸収エネルギーを比較すると、織布の織り条件によって耐衝撃性に差があることが判明した。また、織布単体の評価においても同様な傾向が確認された。

繊維径に関しては、太さの異なるアラミド繊維を用いた平織り織布と樹脂との複合材料で耐衝撃性能を比較した結果、繊維径によって耐衝撃性に差が出ることを確認した。

② 複合材料処方開発

各種熱硬化性樹脂および熱可塑性樹脂とシルクとの複合材料を作製し、耐衝撃性を評価した結果、耐衝撃性能の優れていた2種の樹脂をマトリクスとして選定した。

③ 複合材料化プロセスの開発

構造タンパク質素材の織布に樹脂を含浸またはコーティングしたプリプレグの加熱圧縮成形に加えて、樹脂の特性を活かした方法にて加熱圧縮成形する複合化プロセスを実施した。このプロセスによって、検討したいずれの樹脂においてもボイドの無い複合材料を作製することができた。

< 2 > 構造タンパク質を用いた耐衝撃ヘルメット向け複合材料・部材の開発

④ 加工性評価

PJ1-②参画機関より提供された構造タンパク質素材を用いて、選定した2種の樹脂との複合材料を加熱成形したところ、いずれの組み合わせにおいても収縮が起こった。しかし、成形条件の検討を行った結果、収縮を低減させる成形条件を見出すことができた。

⑤ 耐衝撃性能評価

100mmx100mmの小サイズで耐衝撃性が試験できる評価方法を構築した。複数の繊維形状や樹脂に関して計数十水準の複合材料サンプルの耐衝撃性試験を行った。

2-3 新たな課題など

加熱圧縮成形時の構造タンパク質織布の熱収縮。

3. アウトリーチ活動報告

特になし