

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 9 年 度

研究開発課題名：

構造タンパク質の自動車衝撃吸収用途工業用素材化開発

研究開発機関名：

トヨタ紡織株式会社

研究開発責任者

鬼頭 修

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

次世代の自動車において、外装から内装に人工構造タンパク質素材を活用することによって、「安全」と「環境」の性能をより一層向上させることを目指す。本研究開発課題は、人工構造タンパク質素材の工業用材料化技術開発と位置付け、自動車のドアをモデルとして取り上げた。従来ドアと同等以上の剛性や衝撃吸収性能を人工構造タンパク質素材のタフネスを活かして成立させる素材化開発を行う。

トヨタ紡織は、人工構造タンパク質素材を用いたドア全体の企画・設計とドアトリムにおける基材開発を担当しており、平成 29 年度の目標と計画は以下の通り。

【ドア全体】

① 内外二層パネル構造を成立させるための構造タンパク質複合材料物性を明確にする。

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

【ドア全体】

①-1 内外二層パネル構造のドア単体試験シミュレーション結果から、応答曲面解析にて必要材料物性を算出した。

①-2 構造タンパク質複合材料の実測データを用いてシミュレーションを行い、内外二層パネル構造のエネルギー吸収性能差を算出した。

①-3 軽量化を視野に入れ、各部品の材質、板厚の見直し及び、アッパーリンフォース、インパクトビームの強度変更を検討した。

①-4 アッパーリンフォース、インパクトビームの設計変更を行い、必要材料物性（ひずみ特性）の緩和を検討した。

①-5 インパクトビームに鉄を用いた場合の、必要材料物性（ひずみ特性）を明確にした。

2-2 成果

【ドア全体】

①-1 CFRP の引張特性を参考に、降伏応力、ひずみ 1.0 時の応力を組み合わせた 9 水準の仮想物性を設定。ドア単体試験シミュレーションを行い、従来構造のエネルギー吸収ストロークから、内外二層パネル構造で減少したドア構造体の厚み分を差し引いたエネルギー吸収ストロークで成立するための必要材料物性を、応答曲面解析から算出した。得られた材料物性を用いてシミュレーションを行い、エネルギー吸収ストロークの減少分が内外二層パネル構造にて減少させたドア厚みを上回り、設計構造・材料物性共に有効なことを確認した(図 1.)。このことから、本材料物性を目標材料物性とした。

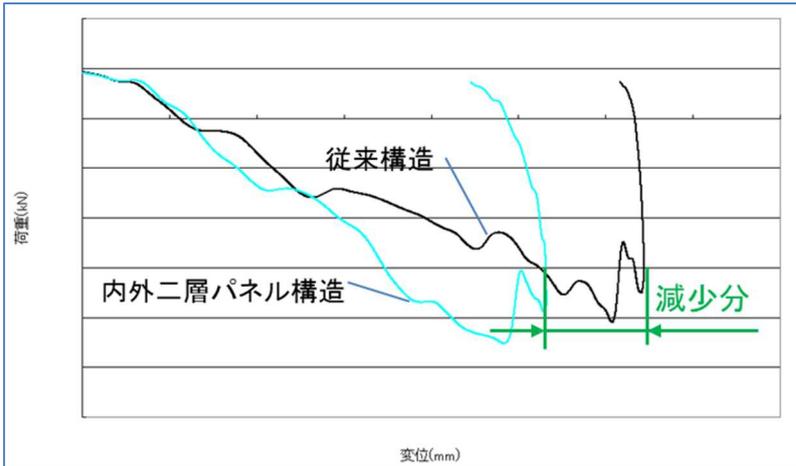


図1. シミュレーションによるエネルギー吸収性能

①-2 目標材料物性と構造タンパク質複合材料の材料物性の差が、どの程度のエネルギー吸収性能差になるのかを明確にするために、構造タンパク質複合材料テストピースの引張特性を用いてシミュレーションを実施した。構造タンパク質複合材料は、目標材料物性の場合に比べて劣ることを明らかにした(図2.)。

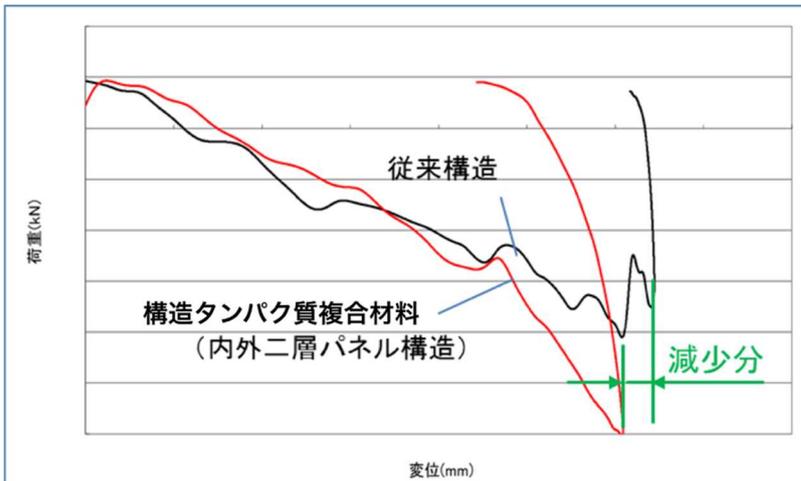


図2. シミュレーションによるエネルギー吸収性能(構造タンパク質複合材料)

①-3 軽量化と材料物性における必要ひずみ量の軽減を視野に入れながら、各部品(図3.)が従来構造と等剛性になるように板厚を調整し、暫定的にアッパーリンフォース、インパクトビームの材料物性を向上させることで、各部品のエネルギー吸収バランスを調整できることを確認した。

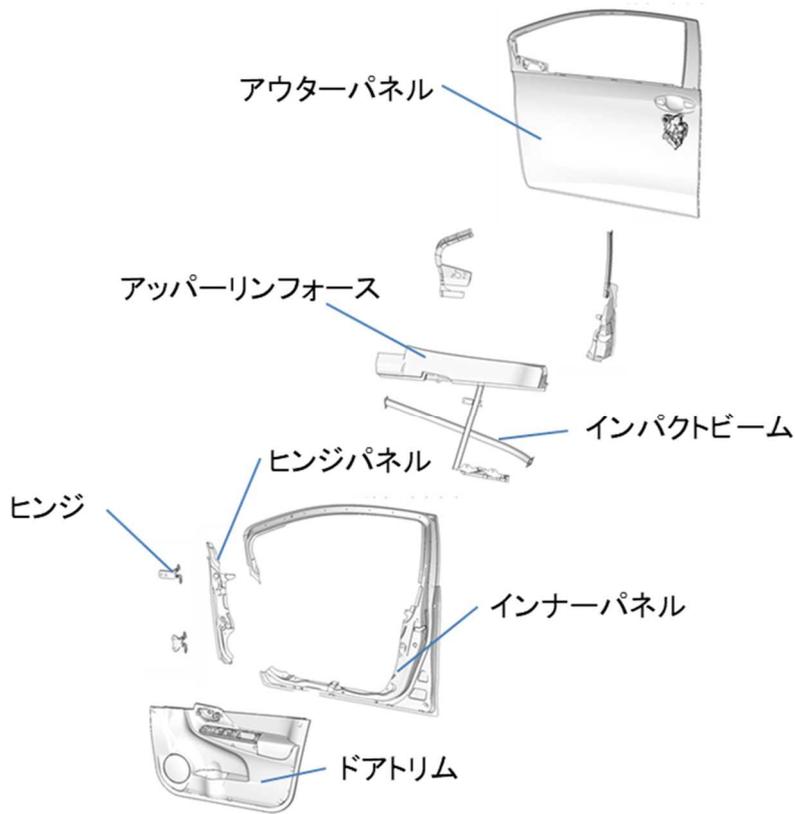


図 3. 内外二層パネル構造

①-4 一般的な高強度 CFRP の引張特性を参考に、従来材料(鉄)の場合と同等の全塑性モーメントとなるようにアッパーリフォース、インパクトビームを再設計した。シミュレーションによって、エネルギー吸収ストロークの減少分は増えたものの(図 4.)、最大ひずみはインパクトビームで高い結果であった(図 5.)。

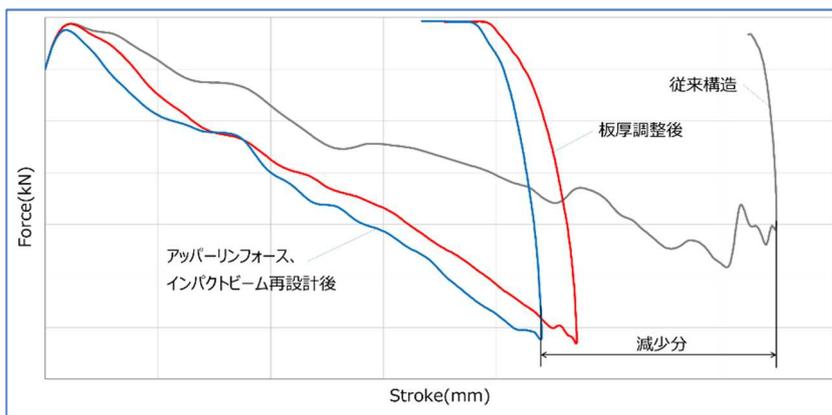


図 4. シミュレーションによるエネルギー吸収性能(再設計前後比較)

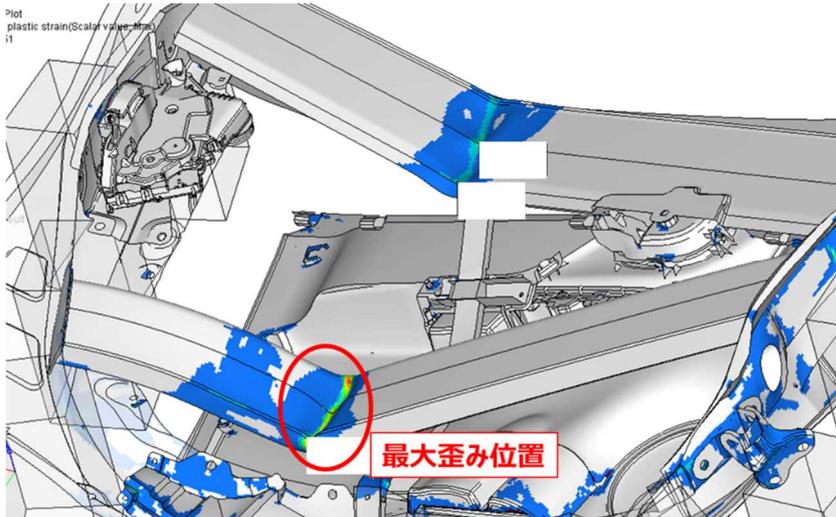


図5. シミュレーションによる最大ひずみ

①-5 ①-4 ではアッパーリンフォース、インパクトビームの強度・剛性を上げることで目標材料物性の必要ひずみ性能の緩和を狙ったものの、ひずみの低減に至らなかった。このためインパクトビーム材質を鉄に変更することで、最大ひずみは減少した。このことから、目標材料物性のひずみを規定した(図6.7.)。また、この時の質量合計は従来構造に対して、約26%の軽量化が達成できた。

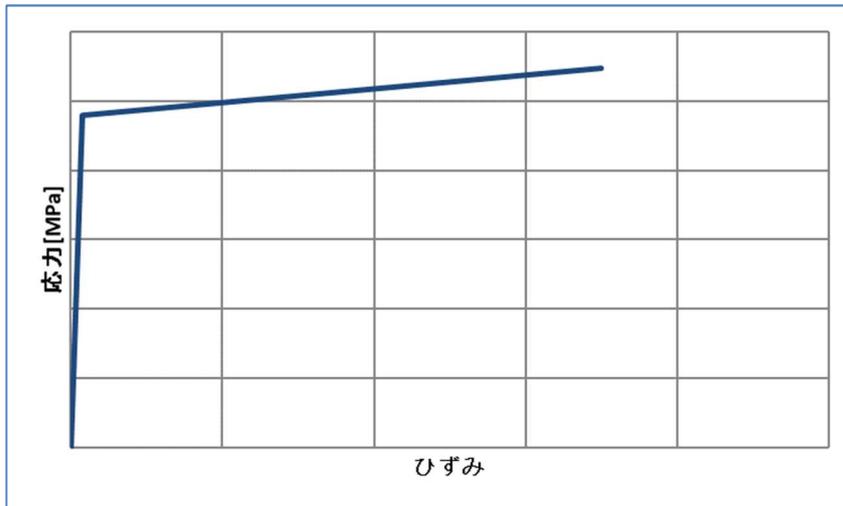


図6. 目標材料物性 (一般部)

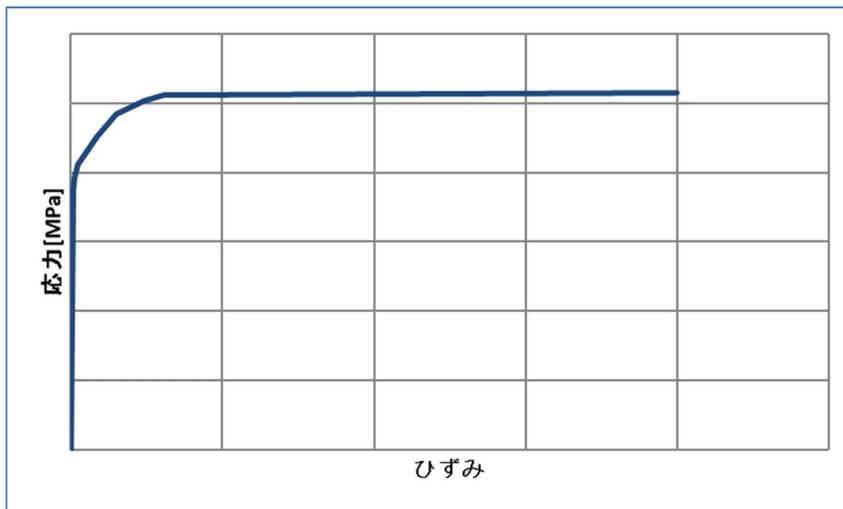


図7. 目標材料物性（アッパーリネフォース）

2-3 新たな課題など

【ドア全体】

鉄やアルミなど金属材料との複合化によるひずみ低減の可能性追求。

構造タンパク質単品物性と複合化材料物性の相関性から、必要構造タンパク質物性の明確化。

3. アウトリーチ活動報告

- ・無し