

資料 6 – 3

「革新的新構造材料等研究開発」(終了時評価)

2014年度～2022年度 9年間

プロジェクトの詳細 (公開版)

6.3 超軽量CFRTP/CFRPハイブリッド部材の開発

「超軽量CFRTP/CFRPハイブリッド部材の開発」(テーマ番号27C)

実施者：東レ株式会社 複合材料研究所 主任研究員

武部 佳樹

2023年 4月21日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

材料・ナノテクノロジー部

目標と根拠

【最終目標】超軽量CFRTP/CFRPハイブリッド部材を適用した自動車ルーフモデルを作製し、現行スチールの50%軽量化を達成

研究開発テーマ	最終目標	根拠
①CFRTP/CFRP複合パネルの開発	開発した複合パネルを用いて、実用化に向けた特性（NVH等）を評価し、自動車部材への適合性を明確にする。	CFRTPコア、CFRPスキンのそれぞれの材料開発を進めてきた。複合パネルとして、自動車向けの実用評価をおこない、適合性を明確にする。
②CFRTP/CFRP複合パネルの形状賦形	ルーフを模擬した小型成形品の成形実証と、小型成形品と実ルーフ部材の性能を比較して理論づけを行う。特に重要なスキンコアの接合の健全性を図る。	複合パネルで最も重要となるスキン/コアの接合について、ルーフを模擬した小型成形品を評価して、接合の健全性を図る。
③CFRTP/CFRPハイブリッド部材の形状設計	ルーフ部材のCAE解析、成形技術、材料技術を連動させ、50%軽量化を実現する形状設計をおこなう。	CAE解析にて50%軽量化する複合パネルの構成を導出してきた。成形、材料の観点から検証し、最終形状に落とし込む必要がある。
④CFRTP/CFRPハイブリッド部材の成形	ルーフ部材を成形し、現行スチールの50%軽量化を達成する。また、実用評価評価と塗装性について検討する。	CFRTP/CFRPハイブリッド部材を試作して、部材としての軽量性を実証する必要がある。

目標達成状況

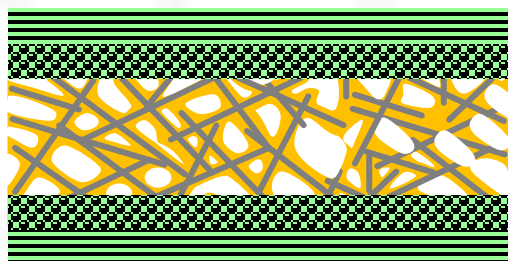
研究開発テーマ	目標 (2023年2月)	成果 (2023年2月)	計画との差異	今後の課題と解決方針
①CFRTP/CFRP複合パネルの開発	開発した複合パネルを用いて、実用化に向けた特性（NVH等）を評価し、自動車部材への適合性を明確にする。	衝撃、遮音を評価し適合性を確認	○	
②CFRTP/CFRP複合パネルの形状賦形	ルーフを模擬した小型成形品の成形実証と、小型成形品と実ルーフ部材の性能を比較して理論づけを行う。特に重要なスキンコアの接合の健全性を図る。	小型成形品と実ルーフにおいて、スキン/コアの接合の健全性を確認	○	
③CFRTP/CFRPハイブリッド部材の形状設計	ルーフ部材のCAE解析、成形技術、材料技術を連動させ、50%軽量化を実現する形状設計をおこなう。	解析、成形、材料を連動させて、50%軽量化を実現する形状を決定	○	
④CFRTP/CFRPハイブリッド部材の成形	ルーフ部材を成形し、現行スチールの50%軽量化を達成する。また、実用評価評価と塗装性について検討する。	5分成形実証、耐環境下での剛性、遮熱性、塗装性の適合を確認	◎	

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み（中間）／一部達成（事後）、×未達

CFRTP/CFRPハイブリッド部材の構成材料

目標：CFRPスキンと超軽量CFRTPフォームコアのサンドイッチ構造体(従来スチール対比50軽量化)

CFRTP/CFRPサンドイッチ構造体



スキン材

コア材

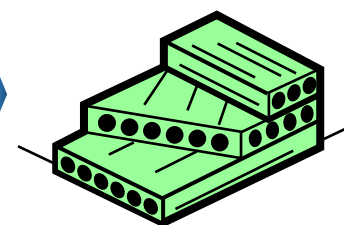
軽量性・剛性に優れる

CFRP(炭素繊維複合材料)

熱硬化性プリプレグ

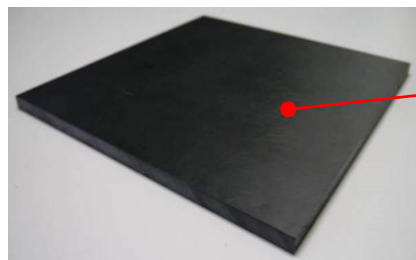


成形品(積層体)

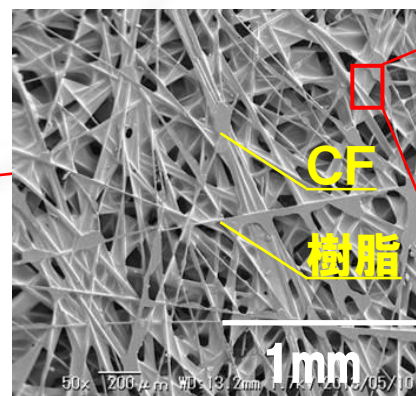


力学特性に優れる

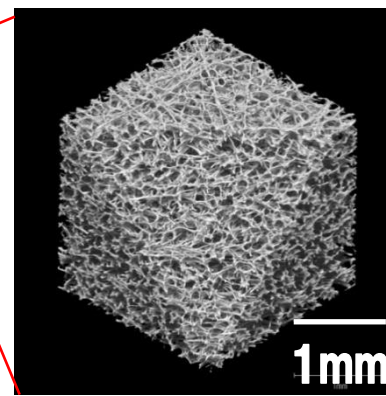
CFRTPフォーム
(炭素繊維多孔質材料)



光学顕微鏡写真



X線CT画像

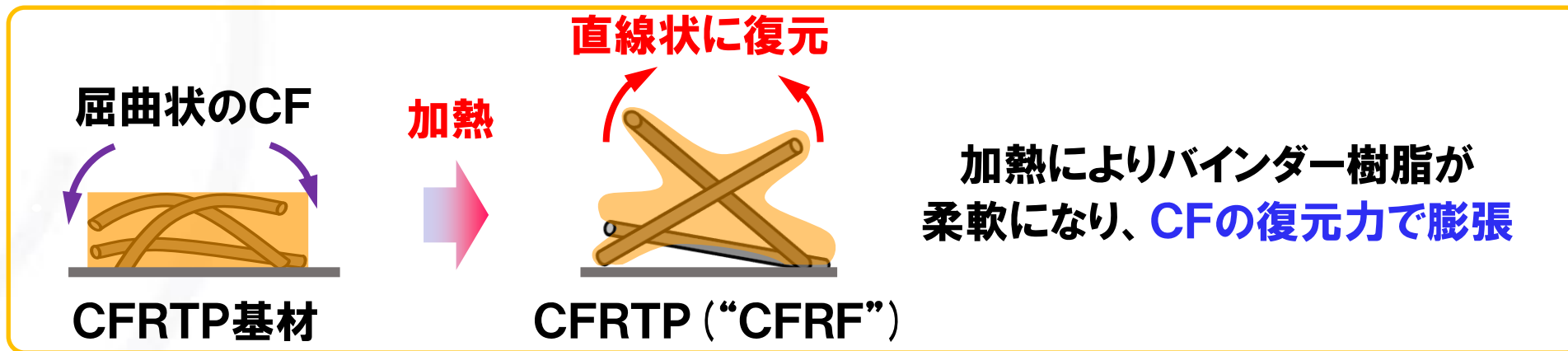


CFの交点を樹脂で結着

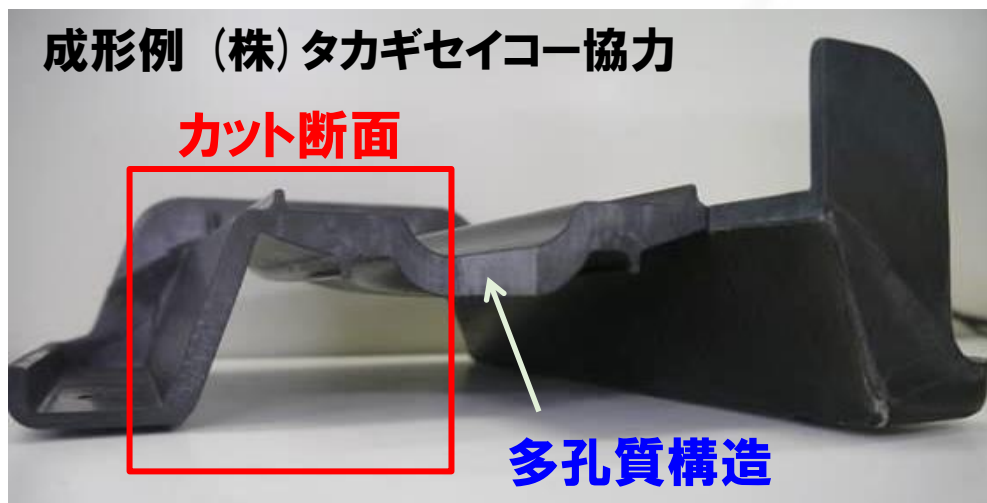
CFの短繊維が
三次元のネットワーク形成

CFRFコアの特徴

【膨張性】



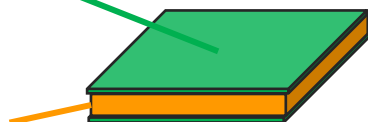
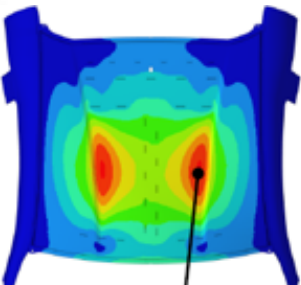
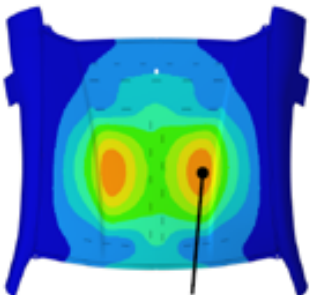


【プレス成形による形状賦形】 高い膨張性を利用し、プレス成形にて形状賦形可能



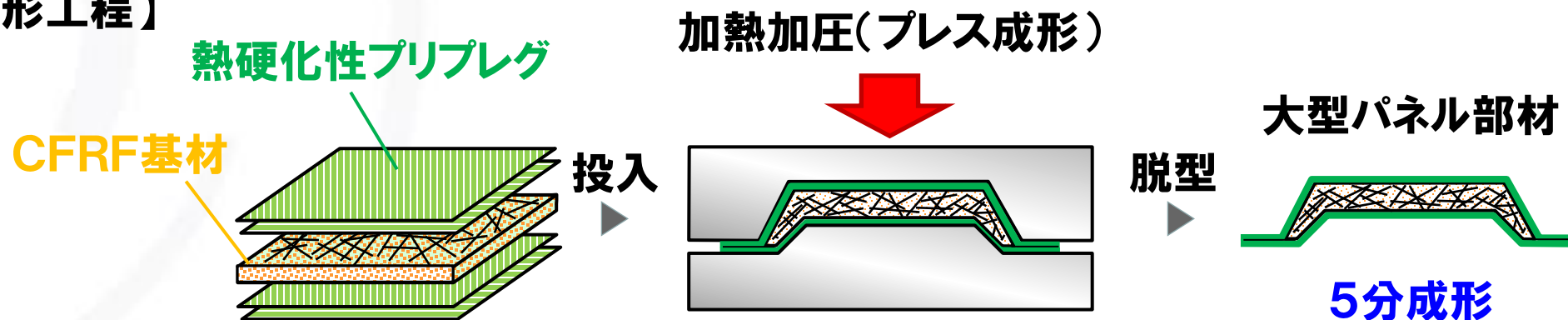
ループモデルの形状設計

CAE解析から、現行スチールと等価剛性で50%軽量化可能な形状

	スチール製ループ (ベンチマーク)	ハイブリッド製ループ	
		面外剛性	面外+面内剛性
構成	 比重7.48、ヤング率206GPa	CFRPスキン (0.3mm) CFRTPコア (1.3mm) 	CFRPスキン (0.6mm) CFRTPコア (1.1mm) 
剛性評価 (面荷重)	 最大変位: 1(相対値)	 最大変位: 0.9(相対値)	<仕様変更のポイント> スキン層に高弾性率 CFの使用、厚み増加
厚み (mm)	0.65	1.90	2.30
重量 (kg)	5.7	1.5 (-74%)	2.8 (-50%)

高速一体成形技術

【成形工程】



同一金型内で同時に形状賦形、熱硬化成形、スキンコアの接着 (ワンショットで成形)

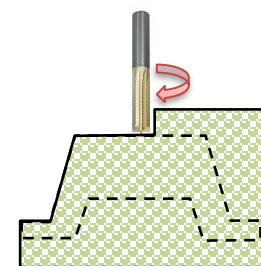
〈スキンコアの接着〉



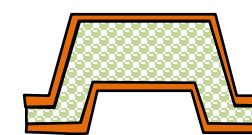
熱硬化性プリプレグの樹脂の一部が
多孔質内へ侵入して接着

〈従来の成形技術〉

コア削り出し



オートクレーブで
スキンの硬化
スキンコアの接着



別々の工程で時間を要する

ルーフモデル成形品

【成形品（塗装前後）】

成形品



成形性問題なし
コア内部への水分の侵入を防止するため、
端部パックした構成

塗装



塗装品

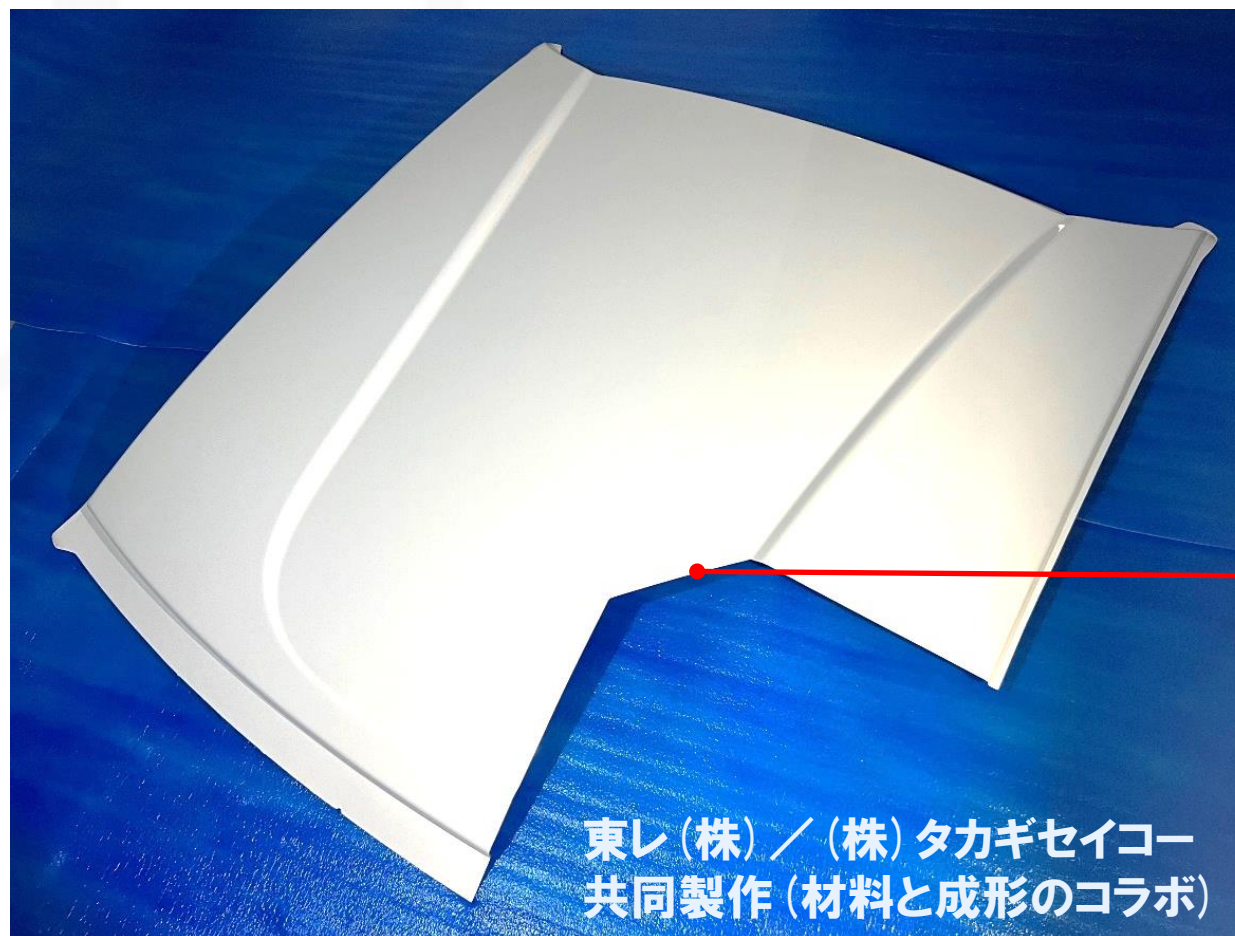


塗装性問題なし

**50%軽量化可能な実物大ルーフのプレス成形の実証
ハイサイクル生産システム(5分成形)の実現**

ルーフモデル成形品 (展示品)

第15回 オートモーティブワールド、nanotech2023に展示

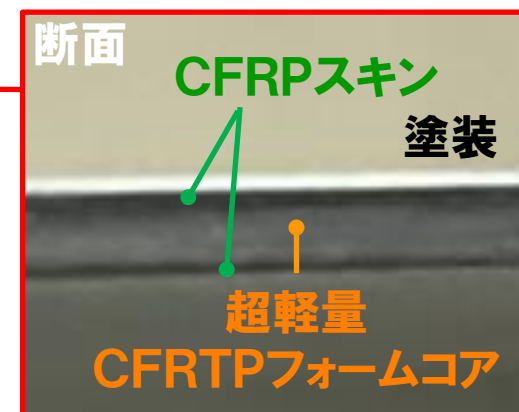


東レ(株) / (株) タカギセイコー
共同製作 (材料と成形のコラボ)

寸法: 縦1.2m × 横1.2m × 厚2.3mm 重量: 2.6kg (塗装込み)

従来スチールと等価剛性
従来比50%軽量化モデル

従来のオートクレーブ成形対比
成形速度10倍



スキンコア接合面の健全性確認

実用特性① 剛性

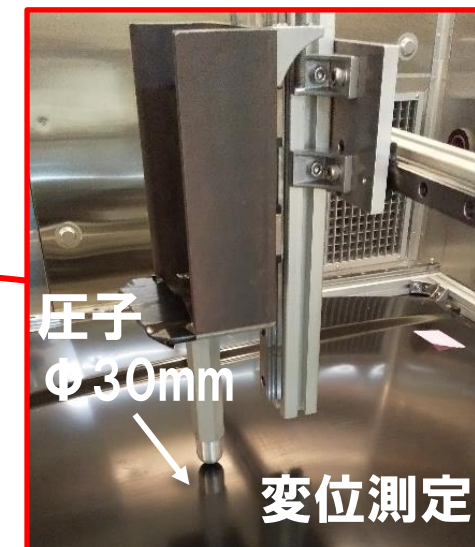
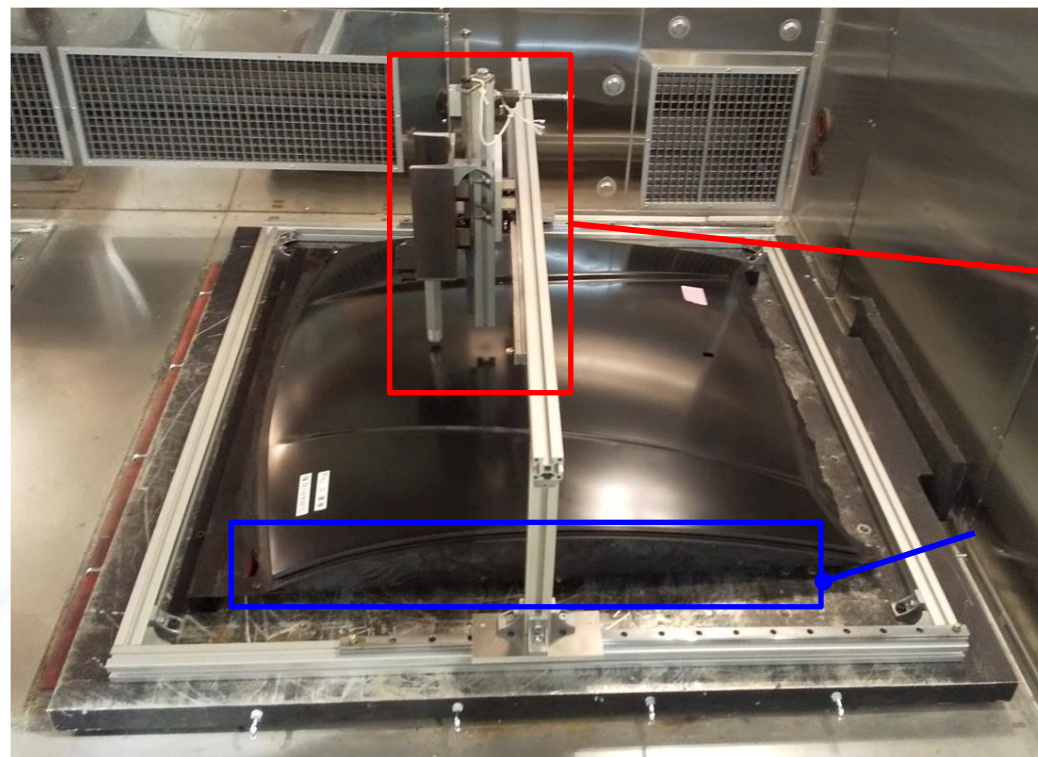
【評価環境】

環境試験機内にルーフを設置し、荷重を変えて押込変位を測定

試験温度：-40℃、25℃、80℃



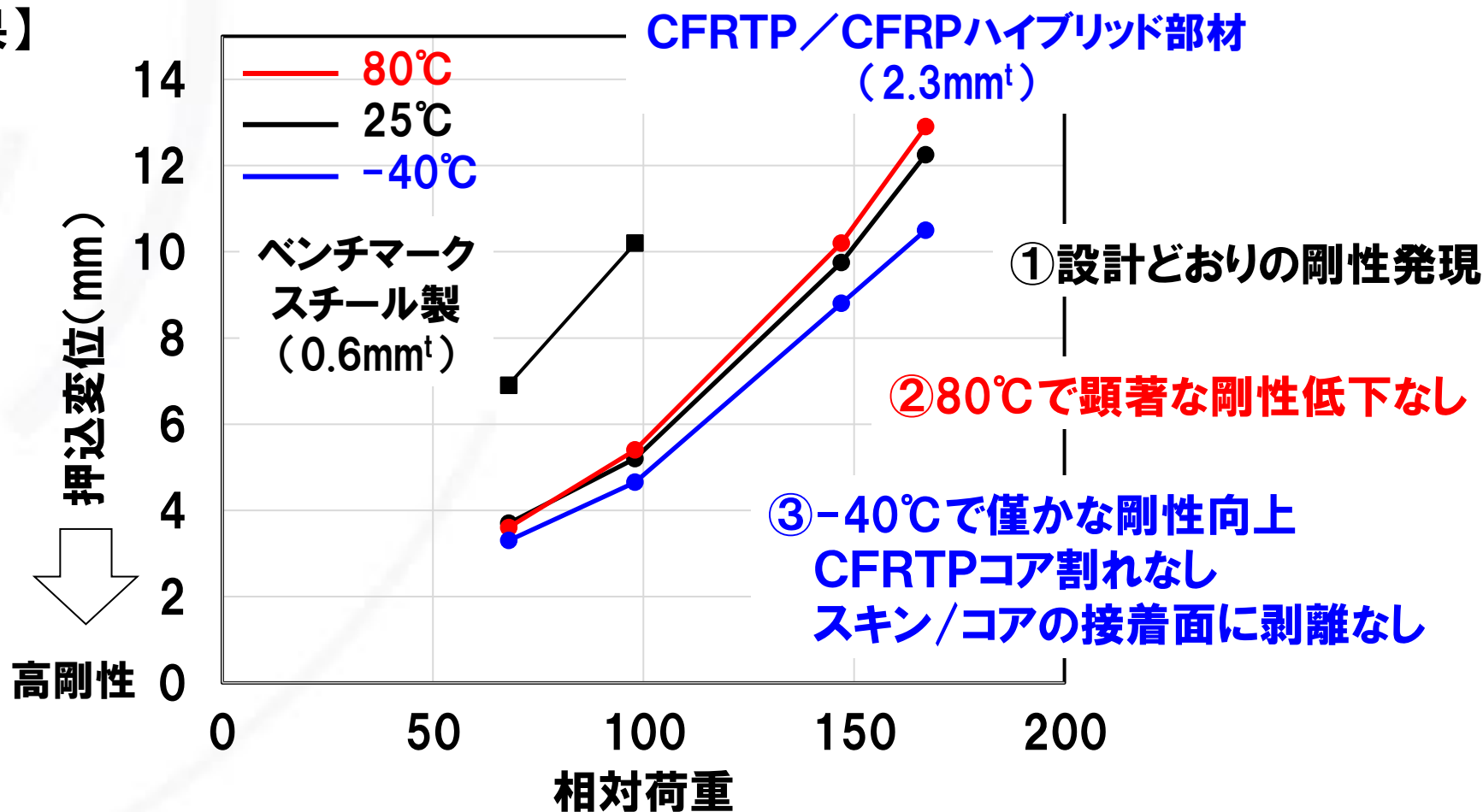
環境試験機



車体への取り付け模擬し、周囲をコンクリートで固定

実用特性① 剛性

【剛性評価結果】

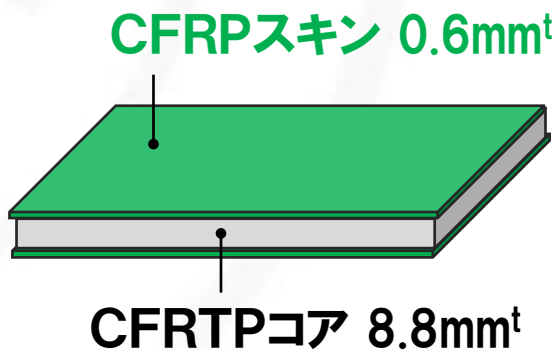


-40°C ~ 80°C 環境下での剛性の安定性を確認

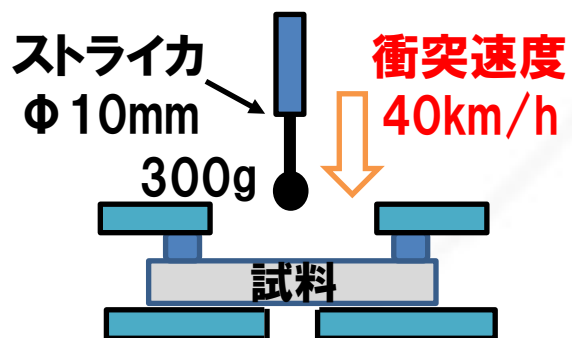
実用特性② 衝撃特性

【パネル部材の面外方向の衝撃試験】

〈積層構成〉



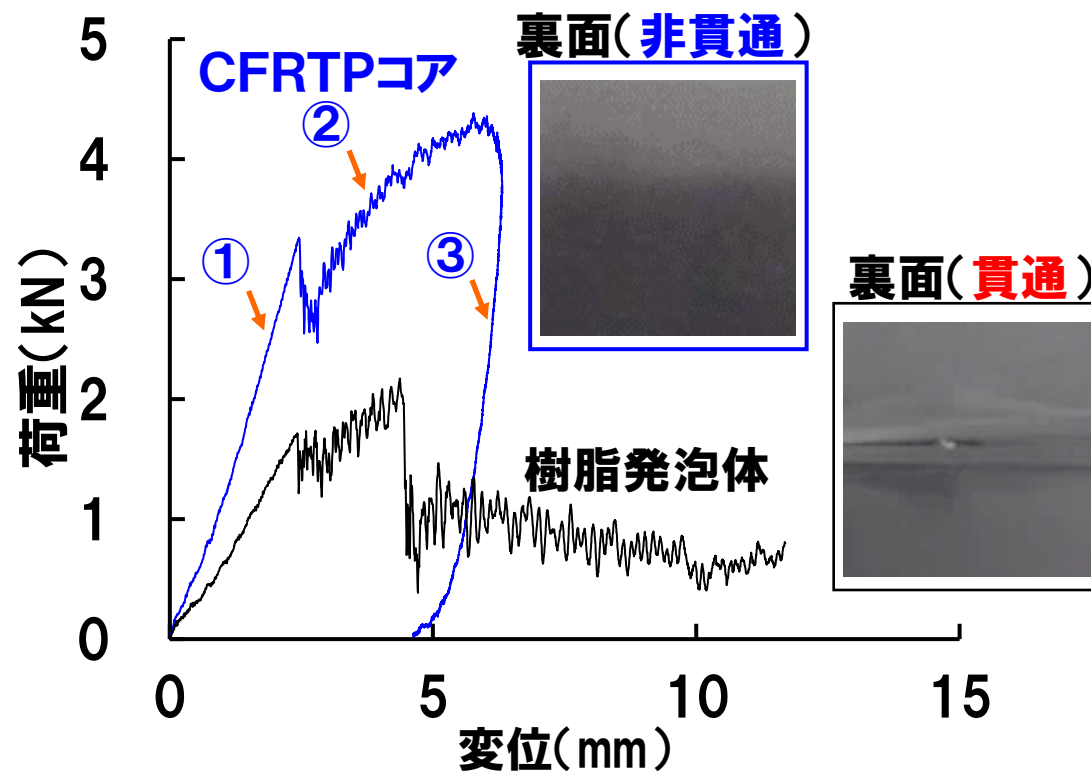
〈試験条件〉



試験条件: ISO 6603-2

CFRTP/CFRPハイブリッド部材の特長

- ①初期変形に高い弾性率発現、
- ②逐次変形で衝撃を吸収
- ③ストライカーを反発



実用特性③ 遮音性

【パネル部材の遮音性】モビリティの騒音を想定

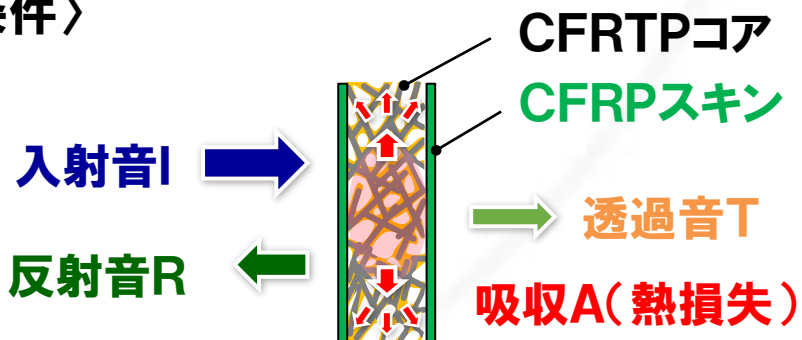
〈積層構成〉

CFRPスキン 0.6mm^t



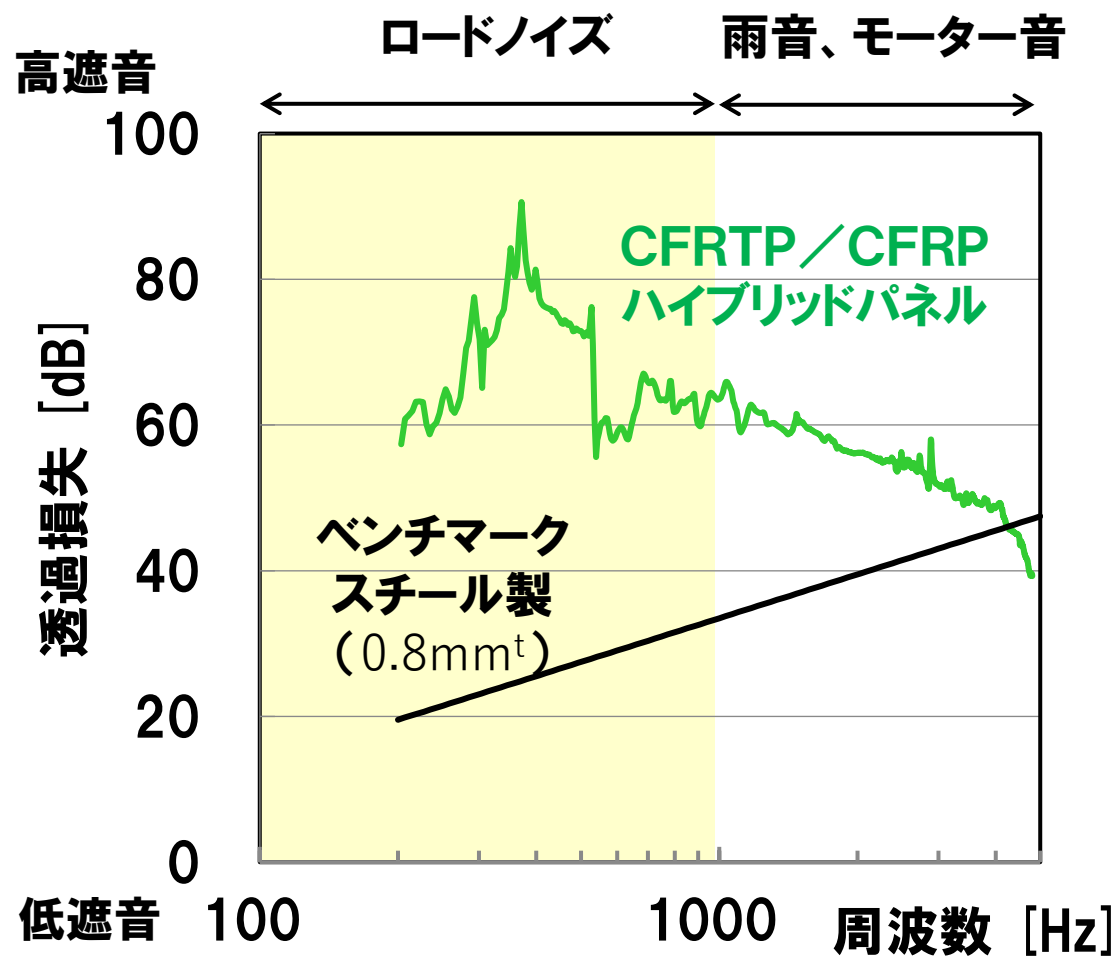
CFRTTPコア 3.8mm^t

〈試験条件〉



透過率 $\gamma = \text{透過音エネルギー} / \text{入射音エネルギー}$

透過損失(dB) = $10 \log_{10}(1/\gamma)$



遮音ポテンシャル高い
(多孔質コアによる吸音効果)

まとめ

- 1. 超軽量CFRTPコアとCFRPスキンのサンドイッチをルーフ部材としたプレス成形にて、従来スチールの50%軽量化を達成した。
また、5分間の高レート成形を実証した。**
- 2. ルーフの性能評価をおこない、室温及び、環境下(低温、高温)においても面外剛性が安定することを確認した。**
- 3. 軽量化以外にも、衝撃性、遮音性、遮熱性といった新たな機能性を有することを確認した。**
- 4. ルーフ部材をはじめ、次世代モビリティ向けの軽量パネル部材としての適用が期待される。**

市場価値 展示会での声

展示会での自動車関係者の声

- ✓バンパー等の樹脂製品と同等の成形時間であり、**高レート生産可能な価値ある技術**である。
- ✓ルーフの周囲はプリプレグ同士でパックした構造とし、コアへの水分侵入による凍結、塗装溶剤侵入による劣化等を抑制している点は**実用的**である。
- ✓剛性評価結果について、高温ではコアの軟化による剛性低下が懸念されたが、剛性低下は顕著ではなく、低温においても健全性は保たれている。将来、ルーフとしても車種の制約はあるが適用できる可能性はある。
- ✓特に、**既存車種の一部においてハードトップのルーフに適用可能**である。
理由は、両車ともすでにベース車で振じり剛性が確保されており、ルーフは軽ければよいのでこのような車には適している。
オールマイティに適用するため車体の振じり剛性を含めた車体設計時点から参画する必要がある。

社会実装までの道筋 (2030年)

現状と戦略

- ✓ プレスリリース「CFRP製モビリティ部材の高速一体成形技術の開発」を実施し(2/16)、市場へアピール。
- ✓ 現在、研究開発段階。2030年代の事業化を目指す。
- ✓ 本プレス成形技術が活かせるパネル部材であれば積極的な置き換えを狙う。
軽量高剛性以外にも衝撃特性、遮音性、遮熱性に優れるため、機能性を重視した部材として顧客提案をおこなっていく。
- ✓ 将来的には、自動化に伴い、自動車の形状、素材そのものが見直されると想定される。
本サンドイッチ材は錆びないため、金属材料よりも耐久性に優れ、20～30年使用できる材料として顧客価値があると想定される。
- ✓ 軽量・高剛性のみならず、多機能な材料として多用なニーズを調査し、取り込んでいく。
小型形状の用途での実績を積むことで、材料や部材としての認知度/信頼性を構築する。

本成果の経済効果

本技術による製造コスト削減効果

従来サンドイッチと比較すると、工程削減(コア材切削やスキンコアの接合など)、高レート生産から製造コストの削減に貢献する技術である。

東レは既に部材同士の接合を高レートで実施可能な技術を保有している。今回は成形部分に関し、これらのシナジー効果で複合材料製造のハードルを下げて、用途拡大を進めていく。

本技術によるCO2排出削減効果

本技術ではワンショット工程のため、使用エネルギーはプレス成形(5分)のみである。実際のCO2削減効果は案件毎に試算して、顧客に提案していく。(現状は比較製品がないため、削減効果が定量化できていない)