

**研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム
シーズ育成タイプ 事後評価報告書**

研究開発課題名	: 折紙工法ハニカムコアパネルの量産化技術開発
プロジェクトリーダー	: 城山工業株式会社
所属機関	: 城山工業株式会社
研究責任者	: 斎藤一哉(東京大学)

1. 研究開発の目的

建材、車両、宇宙航空機から家具や梱包材まで、あらゆる用途の軽量ハニカムコアパネルを切削加工等の2次加工なしで直接提供するため、目的に応じた様々な材料の、任意のセルサイズと断面形状のハニカムコアパネルを提供するオンデマンド型の製造システム構築が最終目的である。そのために製造工程の最適化、各工程の機械化に必要な主要課題の解決等と同時に、具体的な実用化アイテムを定めて、ハニカムコアパネル化による構造革新の提案を行い、現実的な課題の洗い出しを行って、製造だけでなく輸送から施工までを含めたコストを明確化する。製品としての総合的なメリットを定量化することで、既存のハニカムコアパネル領域まで含めて、魅力的な製品として事業化することが目的である。

2. 研究開発の概要

①成果

折紙工法可変断面ハニカムコアを最適設計して自動機で製作するまでの主要課題を解決でき、均一断面ハニカムコア製作の現行工法より廉価で製作する目処を立てることが出来た。なかでもハニカムコアを折り曲げながら同時にカシメて形状を凍結する工法は、実現するのが最も難しい工程と考えていたが、開発した機能確認機で実稼働が出来たことで、合理的な量産加工機の基本構想を確立できて目標が現実的になった。また、同時に潮流発電用大型ブレードと建築用パネルの試作開発を行い、実用化のための具体的な課題を抽出して解決することが出来、性能からコストまで十分な競争力を持つ製品となることを確認できた。次は早急に事業化の実現を目指した開発を行っていく。

研究開発目標	達成度
①機械的特性の評価	①3DCADソフトを用いて3Dハニカムパネルのサーフェスデータを効率的に作成する手法を開発し、有限要素法による数値シミュレーションを行った。3点曲げ試験と圧縮試験、せん断試験によりカシメ接合ハニカムコアの機械的特性を明らかにした。
②最適設計プロセスの確立	②圧縮試験、3点曲げ試験結果により通常ハニカムコアと同じ理論式を使って設計できることを示した。
③展開図自動生成プログラムの開発	③断面形状を現す数列から、AutoCADを用いて展開図のCADファイルを出力するためのスクリプトファイルを自動生成する手法を開発した。この手法を

	<p>基にソフトウェア製作会社に依頼し、一般用プログラムを開発した。</p>
<p>④スリット導入技術の開発</p>	<p>④次工程の波型成形をプレス工法として、スリット加工は平板状態で行う。製作数の少ない試作開発時点ではカットマシン、量産時点ではレーザー切断と使い分けることとして、それぞれの技術を確立した。</p>
<p>⑤波板折りの自動装置の開発</p>	<p>⑤計画時点ではロール成形としていたが、スリット加工工程と合わせた最適化で、初期投資の少ないプレス工法とした。開発時には金型が廉価な手送り方式とし、量産時には順送成形化することで自動化する。</p>
<p>⑥コア成形、接合工程の自動化</p>	<p>⑥コア形状への折り曲げとカシメを同一行程の中で行うことで、形状剛性を確保して自動化に必要な機械保持を可能とする新しい工法を提案し、その機能確認機の開発を通して工法として確立した。</p>
<p>⑦風力発電用ハニカムパネルの開発</p>	<p>⑦基本機能が等価な潮流発電用ブレードの開発を行い、東京大学実験場の発電機に設置して性能確認実験を実施中である。このブレードが大型のため特異な工法的課題が残ったが、解決策を見出している。</p>
<p>⑧建築用透明ハニカムパネルの開発</p>	<p>⑧張力膜構造の東京大学の指導を受け、テントメーカーの太陽工業㈱の協力も得て、サンプル製作までを行った。製品化までには未開発の部分も残るが、実現可能な案をいくつか抽出できている。</p>

②今後の展開

これまでの開発の延長として、風力発電用ブレードと建築パネルの開発を推進する。風力発電用ブレードは周辺部品の開発を東京大学にお願いして共同開発していただき、高性能小型風力発電機として製品化し、地方を中心に展開して再生可能エネルギー拡充に貢献するまでの取り組みを行う。建築パネルは張力膜構造の専門メーカーと共同開発して、空気の代わりにハニカムコアを入れた ETFE フィルム外壁パネルの実用化に取り組み、事業化につなげる。

3. 総合所見

一定の成果は得られたが、目標は未達で十分な成果が得られていない。今後の取り組み次第では、イノベーション創出の可能性はある。

折り紙工法での可変断面ハニカムコアパネル製造の基本技術を構築し、量産技術の見通しが得られた。今後、さらに性能やコストについての検討が必要である。

実用化に向けて、次のフェーズに移行できるレベルに来ている。本技術の特徴を活かした競争力のある市場をよく検討し、事業ターゲットを明確にした上で開発を進めていただきたい。