

塑性加工可能な複合材料コア/メタルサンドイッチシートの設計と製作

東京大学工学系研究科 機械工学専攻 柳本研究室



東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO

Chair of Engineering Materials
Graduate School of Engineering, The University of Tokyo
Jingwei Zhang and Prof. Dr.-Eng. Jun Yanagimoto



1. 研究の概要

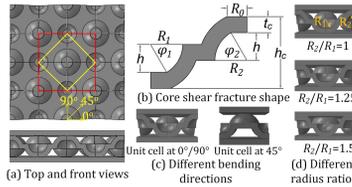
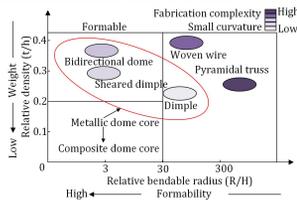
サンドイッチ構造は、工学の用途において著しい成功を収めてきたが、それらの用途は、それらの低い成形性のためにほとんどフラットパネルタイプに限定されている。サンドイッチ構造の用途の範囲を拡大するために、切頭ドームコア構造が成形性および構造性能を向上させるように設計されている新しい成形可能なCFRTP（炭素繊維強化熱可塑性）コアサンドイッチシートが提案されている。本研究は最初に設計方法を紹介し、次に製造工程を紹介し、最後に提案したコアサンドイッチシートの曲げ特性と成形性を報告した。製造されたサンドイッチシートは、失敗することなくハット曲げを受けることに成功した。

2. 巨視的構造のデザイン戦略

2.1 材料の選択と形状の決定

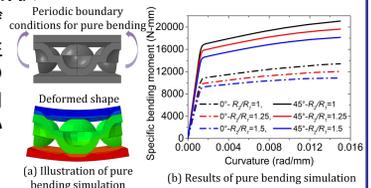
コア構造を製造するために使用されたCFRTPは、0.2の炭素繊維質量分率を有する短炭素繊維強化PA6複合シートであった。フェースシートとしては、厚さ0.3 mmのステンレス鋼（SUS304）、厚さ0.5 mmのアルミニウム合金（A2017P）、厚さ1mmのCFRTPを用いた。

	A2017P	SUS304	CFRTP
Young's modulus (GPa)	70	200	13.5
Poisson's ratio	0.33	0.29	0.35
Yield strength (MPa)	250	215	135
Tensile strength (MPa)	390	560	196
Linear hardening modulus (GPa)	1.5	4.1	2.1



2.2 CAEによる構造特性の評価

半径比が大きくなると、曲げ剛性は低下します。異方性曲げ挙動は、ドームコアの主軸に対して45°の配向でより高い曲げ剛性について観察された。



曲げ剛性に対する半径比と曲げ方向の影響

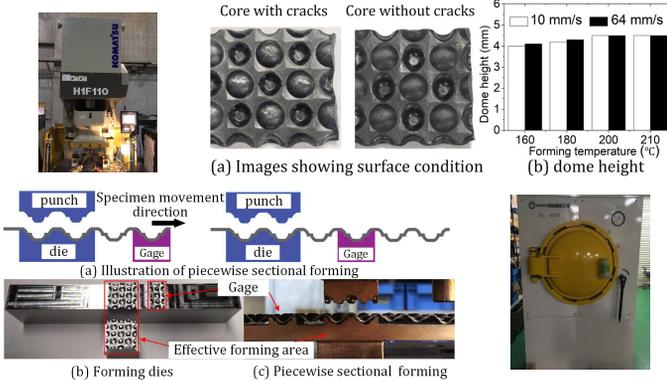
双方向ドームコアを除き、CFRTPコアの曲げ剛性はSUS304コアの曲げ剛性よりも大きくなっています。切頭ドームコアの比曲げ剛性は、せん断ディンプルコアおよび双方向波形コアのそれよりも大きい。

	Truncated dome core	Sheared dimple core	Bidirectional dome core	Bidirectionally corrugated core
Core type				
Structural parameter (mm)	4.5, 1.75, 1.2	1.75, 1.2	1.75, 1.2	1.75, 1.2
Specific bending stiffness CFRTP/Steel (N-m²)	2.69/1.23	1.28/0.42	3.45/3.86	1.92/1.15

異なるコアタイプのサンドイッチシートの曲げ剛性

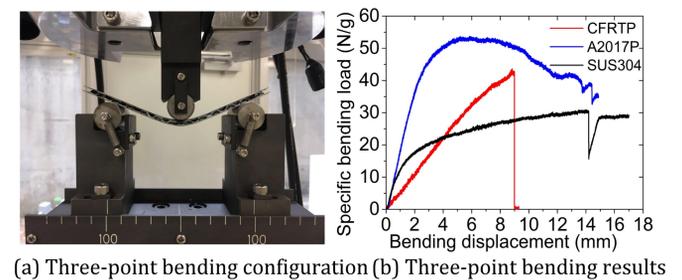
3. 製作

製造工程は、切頭ドームコアを形成するためのCFRTPのスタンピングとそれに続くA2017Pスキンとの接合を含む。



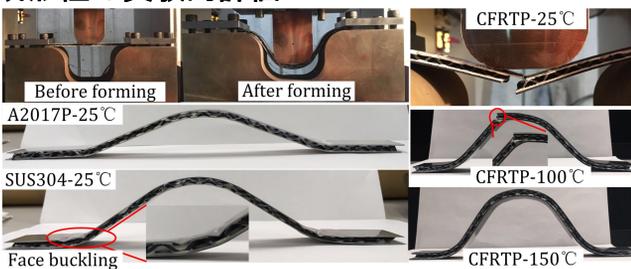
4. 曲げ特性の実験的評価

A2017PおよびSUS304表皮サンドイッチシートは、CFRTP表皮サンドイッチシートよりも高い比曲げ剛性、エネルギー吸収および破壊への大きな変位を有するが、CFRTP表皮サンドイッチシートの耐荷重は、SUS304表皮サンドイッチシートのそれよりも高い。



三点曲げの実験装置と結果

5. 成形性の実験的評価



ハット曲げ実験の構成と結果

6. 結論

- 設計したサンドイッチシートについて、幾何学的パラメータをコアせん断破壊を抑制するように理論的に設計し、曲げ剛性を数値的および実験的に調べた。
- 異なるサンドイッチシートの成形性を調べたところ、良好であることがわかった。
- 従来のサンドイッチシートと比較して、製造されたCFRTPコアサンドイッチシートは、高い比曲げ剛性、高い生産効率および良好な成形性を達成する。
- 成形可能なCFRTPコアサンドイッチシートの開発は、サンドイッチ構造の応用範囲を拡大し、工学分野における軽量部品の使用を促進すると期待されている。