

フェノールフォーム複合材を心材とするサンドイッチはりの曲げ特性

日大生産工（院）
防衛大

荘司 明子
工藤 亮

日大生産工（院）
日大生産工

○相馬 充
邊 吾一

1. 緒 言

フェノール樹脂が誕生して、一世紀あまり経過し、プラスチック材料の中では歴史が長い。特徴としては電気絶縁性、耐高温性、耐炎難燃性、低発煙性、低価格などが上げられる。フェノール樹脂の応用分野としては、木工産業、断熱材、成形材料として多く用いられてきた。本研究ではこういった特徴のあるフェノール樹脂、中でもレゾール型の発泡材を母材とし、ガラス連続繊維を一方向強化材として軽量性、緩衝性、断熱性に優れ、熱・炎に強いフェノールフォーム複合材料（以下 PFC）の引抜成形法を確立してきた。加工性としては、木材のように切ったり、釘やネジで接合したりすることも可能な新素材である。

これらをふまえて、PFC をコア材とし、フェノール GFRP あるいは CFRP を表板としたサンドイッチ梁の成形する手法を開発した。ここで示す PFC によるサンドイッチ梁は、軽量で難燃性の高い構造部材として、建築、車両、船舶など、災害が起こった際、逃げ道の選択が限定されてしまうような閉鎖空間や様々な分野での利用が期待される。

2. 成形法の概要

筆者らはこれまで、通常の引抜成形法を基礎に、発泡体を母材とし FRP 成形に適する成形技術の開発を行ってきた。一般的な引抜成形法は、連続繊維を強化材とし、母材となる樹脂に含浸後、金型内で加熱硬化させ、引抜く成形法である。したがって、引抜方向に対して一定の断面

形状を有し、任意の長さの成形部材を得ることが可能となっている。PFC の成形の場合は、樹脂に発泡剤と硬化剤を連続的に混合・供給し、金型の温度制御によって酸硬化させて成形している。試作成形品では、バルキーロービングを使用 ($V_f=6\%$) して、引抜成形を行った。金型断面の寸法は、 $52\text{mm} \times 32\text{mm}$ である。

さらに、この PFC をコア材とし、コア材の金型後方にロービングガイドと表板成形用金型を設け、繊維の種類を変えることで GFRP と CFRP を表板としたサンドイッチ材の一体成形を試みた。表板の厚さは 0.5mm になるように設計した。

つまり、PFC がコア材、表板が GFRP、CFRP のサンドイッチ材が接着工程なしで成形可能となった。

本研究で試作設計した成形装置を図 1 に、また成形条件を表 1 に示す。

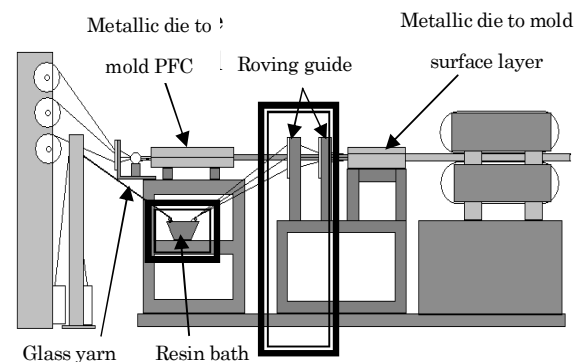


図 1 引抜成形装置

Bending properties of sandwich beam using Phenolic composite as core

Akiko Shoji, Mitsuru Soma, Akira Kudo and Goichi Ben

表 1 成形条件

	PFC	Surface layer	Surface layer
Molding method	Pultrusion	Pultrusion	Pultrusion
Reinforcement	Glass fiber (Bulky roving)	Glass fiber (Yarn)	Carbon fiber (Roving)
Matrix	Phenolic resin (with foaming agent)	Phenolic resin	Phenolic resin
Curing method	Acid cure	Heat cure	Heat cure
Die temperature	75°C (max)	180°C (max)	180°C (max)
Glass content	6vol%	56vol%	53vol%

3. 成形品

前述した、成形法により試作した GFRP 表板サンドイッチ梁を図2にCFRP表板サンドイッチ梁を示す。表面層はガラス繊維および炭素繊維ともに平滑であり表面美麗性が良い。表板は繊維が一方向に配列している為、繊維色と樹脂色から、特にガラス繊維の場合は木目のような様相が見られる。

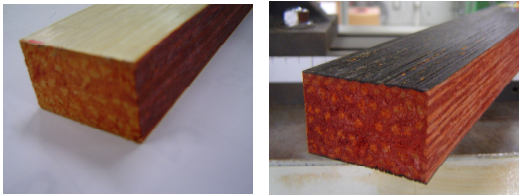


図 2 サンドイッチ梁

4. 曲げ試験

表板のない PFC, GFRP 表板のサンドイッチ材, CFRP 表板のサンドイッチ材の 3 種類で曲げ試験を行った。層間せん断破壊しないよう十分に支点間距離をとった。曲げ弾性率、破壊応力を表 2 に示す。

表 2 曲げ試験結果

	Density [cm ³ /g]	Bending strength[Mpa]	Bending Modulus of Elasticity[Gpa]
PFC only	0.39	18.0	6.91
GFRP Sandwich beam	0.44	59.7	8.87
CFRP Sandwich beam	0.42	65.8	16.3

5. 破壊様相

曲げ試験時の破壊の様子を図 3 に示す。PFC, GFRP サンドイッチ材, CFRP サンドイッチ材ともに、圧縮側で破壊が見られた。特に GFRP, CFRP の表板がある場合については、初めに圧縮側の表板の繊維が破壊と同時に、コア材に亀裂が進展した。その後、コア材の層間せん断破壊もともないながら破壊が進んでいった。図 3 の下部 2 つの写真は、PFC の繊維と樹脂を表板が持ち上げるようにして破壊し、部分的に表板とコア材がはく離した様子を表す。

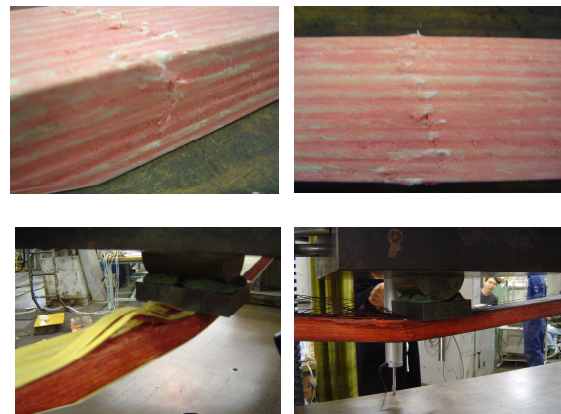


図 3 破壊様相

5. 結言

フェノールフォーム複合材の成形後、GFRP 及び CFRP 表板のサンドイッチ材一体成形が可能となった。

サンドイッチ材は、PFC 単体よりも、破壊応力は CFRP 表板は 3.3 倍、CFRP 表板は 3.7 倍向上した。曲げ弾性率は 1.3 倍、2.4 倍向上した。

6. 参考文献

- 1) 邊吾一, 莊司明子, 「材料」第 52 巻, 第 11 号 (2003)
- 2) 小沢延行, 「引抜成形」プラスチック成形加工学会編 「先端成形加工技術」シグマ出版 (1999) 345~352