

現場重合型ウレタン樹脂をマトリックスとする GF RTP の機械的特性の評価

日大生産工(院) ○遠藤 優太 日大生産工 染宮 聖人 日大生産工 平山 紀夫
 三菱製鋼(株) 吉野 友梨 川尻 剛大 佐山 博信 佐野 正典

1. 緒言

熱可塑性樹脂は弾性と粘性の両方の特性を有する粘弾性材料であり、金属材料と比較して優れた振動減衰性を有している。そのため、熱可塑性樹脂をマトリックスとするガラス繊維強化熱可塑性樹脂（以下、GF RTP）は高い比強度を有する制振構造材料として注目されている。

先行研究では、自動車の電動化に伴う自動車部品の軽量化として、熱可塑性樹脂の振動減衰性を活かしたGF RTP製板ばねの研究開発を行うために、板厚が厚い（以下、厚板）GF RTP試験片を作製し、その機械的特性を評価した。その結果、厚板GF RTPの曲げ強度は板厚が薄いGF RTPの曲げ強度よりも大幅に低いことが明らかとなった。

そこで本研究では、GF RTPの板厚が曲げ強度に及ぼす影響について調査するために、板厚の異なるGF RTPを作製し、静的3点曲げ試験から各GF RTPの曲げ強度を評価した。さらに、有限要素法解析（以下、FEM解析）を用いた曲げ解析を実施し、GF RTPの板厚が曲げ強度に及ぼす影響と破壊様相について明らかにした。

2. GF RTPの成形方法

2.1 GF RTPの構成材料

GF RTPのマトリックス樹脂は現場重合型ウレタン樹脂（第一工業製薬株式会社、H-6FP17-KL）、強化繊維はガラス繊維ロービング（日東紡績株式会社、RS 110QL-483AS）を使用した。

2.2 一方向GF RTPの成形方法

一方向に繊維を引き揃えた GF RTP の成形方法を図1に示す。図1に示すように、現場重合型ウレタン樹脂は主剤と硬化剤の2液を定量送液ポンプで送液し、スタティックミキサーで攪拌混合させ、ガラス繊維に滴下させた。そし

て、現場重合型ウレタン樹脂をガラス繊維に含浸させ、三角形のマンドレルに所定量のガラス繊維を巻き付け、ガラス繊維が巻き付けられたマンドレルを硬化炉に入れて、 $120^{\circ}\text{C}\times 1\text{hr}$ の硬化条件で硬化させ、一方向 GF RTP を作製した。

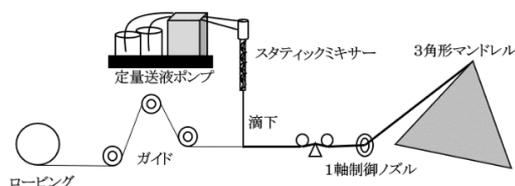


図1 一方向 GF RTP の成形方法

2.3 加熱プレス成形

GF RTP試験片を作製するために、2.2節で作製した一方向GF RTPを $210^{\circ}\text{C}\times 30\text{min}$ で加熱し、その後、二次賦形用金型で加熱プレスした。成形温度は 210°C 、成形条件は $1\text{MPa}\times 10\text{min} + 4\text{MPa}\times 10\text{min}$ とした。また、GF RTP試験片の板厚が曲げ強度に及ぼす影響について調査するために、板厚を変化させて作製したGF RTP試験片の寸法を表1に示す。

表1 GF RTP試験片の寸法

試験片名	厚さ	幅	長さ
①	5mm	15mm	150mm
②	8mm	15mm	240mm
③	10mm	15mm	300mm
④	15mm	30mm	300mm

3. 試験方法及び解析方法

3.1 試験方法

GF RTPの機械的特性を評価するために、JIS K 7017に準拠し、静的3点曲げ試験を行った。試験機は万能試験機を使用した。

3.2 FEM 解析

FEM 解析の解析モデルを図 2 に示す。この図に示すように、解析モデルは 1/4 対称モデルとし、対称条件を与えた。また、FEM 解析には汎用有限要素法ソフト ANSYS2022R1 を使用した。材料物性値は繊維体積含有率が 60% の一方向 GFRTP の物性値とし、荷重値は静的 3 点曲げ試験で破断した際の荷重値を用いた。

4. 試験結果及び解析結果

4.1 試験結果

GFRTP の静的 3 点曲げ試験を実施し、得られた結果を図 3 に示す。図 3 から分かるように、板厚が増えるにつれ、曲げ強度は低下することがわかった。これは、板厚が 15mm の一方向 GFRTP では十分に圧力を負荷できなかったためと考えられる。次に、各板厚における GFRTP の破壊後の様子を図 4 に示す。図 4 から分かるように、破壊様相は全ての試験片において、板厚方向の応力成分による圧縮破壊であった。

4.2 解析結果

板厚が 5mm と 10mm の GFRTP の曲げ解析を実施し、各成分の応力成分の計算を行った。解析により求めた板厚方向の垂直応力成分を図 5 に示す。この図からわかるように、3 点曲げ治具の圧子が GFRTP と接触している箇所で、板厚方向に非常に高い垂直応力が生じていることが分かる。このことから、板厚の大きい一方向 GFRTP の曲げ試験では、一方向 GFRTP の繊維軸方向の破断応力に達する前に、板厚方向の垂直応力成分が繊維直交方向の圧縮強度に達して破壊に至ると推察される。

5. 結言

本研究では、GFRTP の板厚が曲げ強度に及ぼす影響について調査するために、板厚の異なる GFRTP を作製し、静的 3 点曲げ試験から各 GFRTP の曲げ強度を評価した。さらに、FEM 解析を用いた曲げ解析を実施した結果、以下の結論を得た。

- 1) GFRTP の曲げ強度は、板厚が増加するにつれて低下することが分かった。
- 2) 板厚の大きい一方向 GFRTP の曲げ試験では、板厚方向の垂直応力成分が繊維直交方向

向の圧縮強度に達して破壊に至る可能性があることが確認できた。

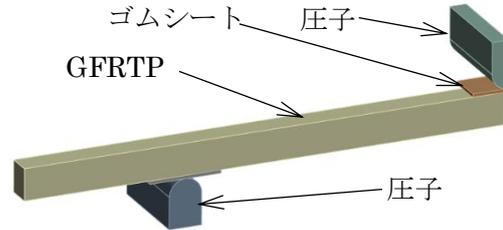


図2 静的3点曲げ試験の解析モデル(1/4モデル)

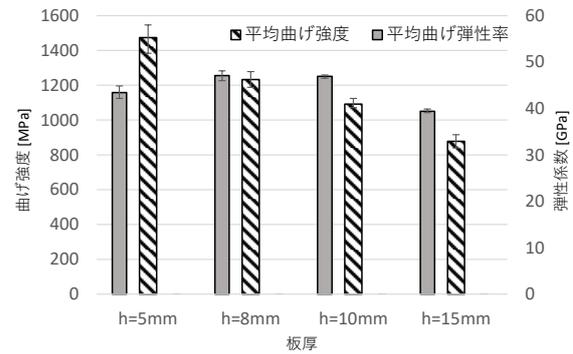


図3 厚板GFRTPの曲げ強度と曲げ弾性率

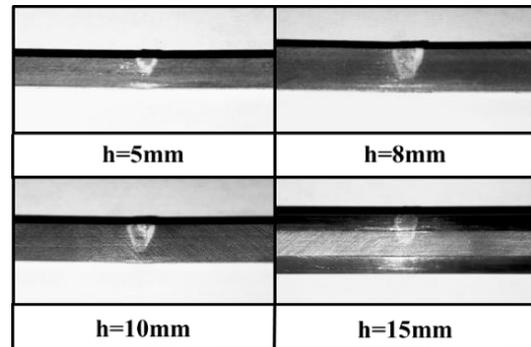


図4 GFRTPの破壊様相

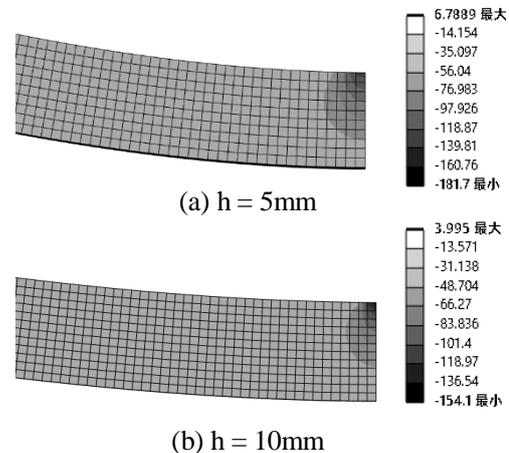


図5 板厚方向の垂直応力のコンター図