

■ 製品紹介 ■

フェノール樹脂を使用した高耐熱性CFRPの紹介

堀井 敏行*

1. はじめに

軽量化要求が高まる航空機や自動車などのモビリティ用途、また製造工程の高度化・複雑化に加えて効率化への対応を求められる産業機械用途などでは、軽さと強度を兼ね備えるCFRPの利用は今後ますます進むと見込まれています。

一方、汎用性が高いエポキシ樹脂をベースにしたCFRPは耐熱性に課題があり、多様化する顧客ニーズを十分に満足できない場面もありました。このような課題に対し、私たち三菱ケミカルは、ベース樹脂としてフェノール樹脂を使用することで、300℃でも物性がほとんど低下しない高い耐熱性を有するCFRPを開発しました。

このフェノール樹脂を使用したCFRPは、エポキシ樹脂をベースとしたCFRPの特長である高熱伝導性、高剛性、軽量性に加えて高耐熱性を有しており、これまで解決が難しかった顧客課題へのソリューション提供が可能となります。

2. 三菱ケミカルのCFRPの用途

CFRPは、軽くて強い、軽くて硬い材料としてスポーツ用途から産業用途、航空機、自動車に至るまで幅広い用途で使用されています。樹脂を選ぶことによ

り耐熱性や耐衝撃性、難燃性なども付与することができ“部品の軽量化”，“自由な強度・剛性設計”など従来の金属やセラミックスにない優れた特性を生かすことができます。

また、三菱ケミカルは、PAN系炭素繊維、Pitch系炭素繊維とともに製造しているメーカーであり、両者を保有している強みを活かして様々な顧客のニーズに合った製品の提供が可能です。

(CFRPの主な用途)

- ① 精密機器機械部品（液晶用ロボットハンド、半導体用エンドエフェクタ、フィルム製造用ロール等）
- ② 一般産業用機械部品（搬送機器用トランスファービーム等）
- ③ 医療機器用部品（レントゲン用カセット等）
- ④ スポーツ用品（釣り竿、ラケット、バット、自転車パーツ、ゴルフシャフト等）
- ⑤ 人工衛星、航空機、ヘリコプター、ドローン用部材、構造材
- ⑥ 自動車用部材（トランクリッド、等の外板、インテリアパネル等）
- ⑦ 船体、マストやブーム等
- ⑧ 風車用ブレードの補強材
- ⑨ 圧力容器
- ⑩ ビルディング、高速道路等の補強材



図1 三菱ケミカルのCFRP使用例

*三菱ケミカル（株）

3. フェノール樹脂を使用した高耐熱性CFRP

フェノール樹脂を使用したCFRP（フェノールCFRP）とエポキシ樹脂を使用したCFRP（エポキシCFRP）、アルミニウム（A6061）、スチール（SS400）の物性比較表を表1に示します。耐熱温度については300℃を超え、エポキシCFRPの100～200℃、A6061の150℃を大きく上回っており、密度については、エポキシCFRPの1.7g/cm³と同等であり、A6061の2.7g/cm³、SS400の7.9g/cm³を大きく下回るものとなっています。また、強化材としては、Pitch系炭素繊維、PAN系炭素繊維のいずれのタイプの炭素繊維にも対

応できます。

次に、Pitch系炭素繊維（銘柄：K13916、弾性率：760Gpa）を使用したフェノールCFRPの各測定温度における曲げ試験結果を図2に示します（JIS K7074準拠／各温度で10分間保持した直後に各温度にて試験実施）。室温の曲げ強度および曲げ弾性率を100%とした時の、各温度における曲げ強度・曲げ弾性率を発現率で表しています（上段：曲げ強度の発現率／下段：曲げ弾性率の発現率）。

各エポキシCFRPの曲げ強度、曲げ弾性率においては、測定温度100℃および200℃を超えた付近より大幅な低下傾向が確認できます。一方で、フェノール

表1 物性比較表

	マトリックス材	強化材	密度 (g/cm ³)	耐熱温度 (℃)
当社フェノールCFRP	フェノール樹脂	Pitch系 / PAN系炭素繊維	1.7	300≤
当社エポキシCFRP	エポキシ樹脂	Pitch系 / PAN系炭素繊維	1.7	100～200
Aluminum (A6061)			2.7	150
Steel (SS400)			7.9	600

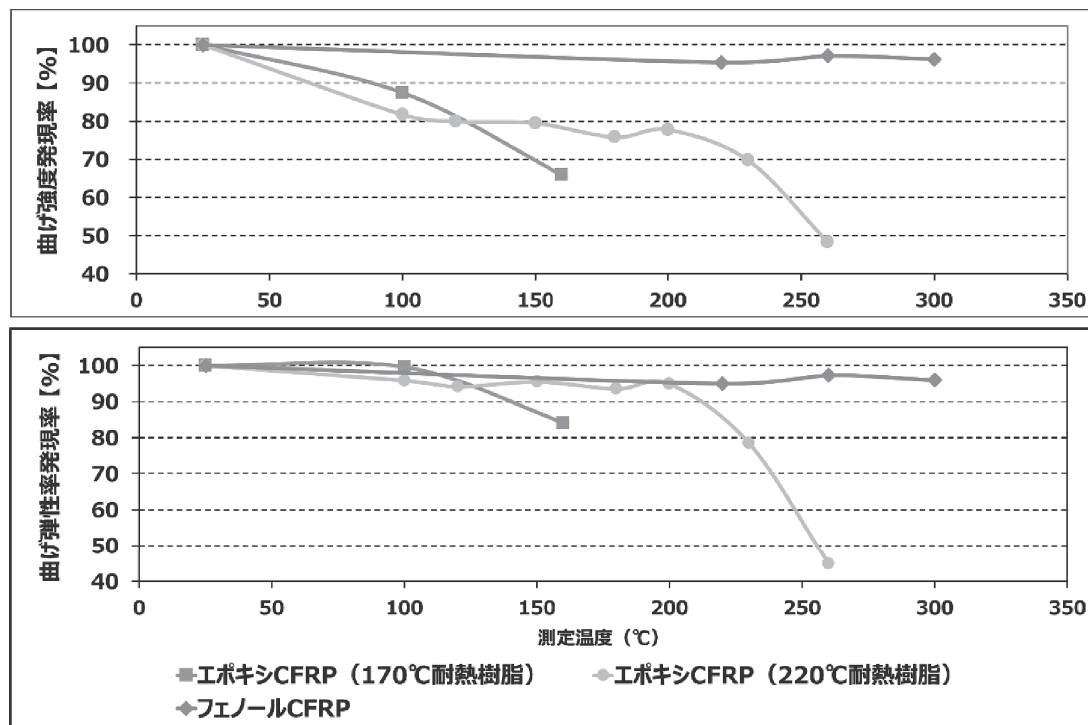


図2 各種CFRPの曲げ強度・弾性率の温度依存性（発現率）
（一方向材／炭素繊維含有率：60vol%換算／オートクレーブ成形）

CFRPにおいては、300℃においても強度、弾性率は初期から最大5%に満たない極わずかな低下となっています。この結果から、三菱ケミカルのフェノールCFRPは、300℃を超える使用環境下においても使用に耐え得る材料ということができると考えています。

フェノールCFRPの製品例として、長尺ロボットアームを図3に示します。三菱ケミカルでは、顧客の要望に応じ形状検討、剛性設計を行い、最長4mを超える長さのロボットアームを製造できます。例として、フェノールCFRPを使用した際の軽量化効果のイメージを表2に示します。SS400のもつ剛性（曲げ弾性率（0°））を基準に、A6061、フェノールCFRPのもつ剛性から同じ剛性となる厚みに換算した際、フェ

ノールCFRPにおいては、およそ20%削減でき、更に密度差を掛け合わせると、重量については、およそ80%削減できることを示しています。フェノールCFRPが、顧客の耐熱性向上、軽量化に対する課題にソリューションを提供できる材料であることが示されています。

4. おわりに

私たち三菱ケミカルは、多様化・高度化する顧客の要望にお応えするため、複数の炭素繊維強化複合材料製品の開発を絶えず進めています。今後も引き続き、最適なソリューションをタイムリーに提供することで、積極的に事業を展開していきます。



図3 フェノールCFRPの製品例（長尺ロボットアーム）

表2 フェノールCFRPの軽量化効果のイメージ

		Steel (SS400)	Aluminum (A6061)	フェノールCFRP (一方向材) ※1
曲げ弾性率	[GPa]	206	70	370 (0°方向)
厚み比較 ※2	[-]	1.00 (Bench mark)	1.43	0.82
密度	[g/cm ³]	7.86	2.70	1.70
重量比較 ※3	[-]	1.00 (Bench mark)	0.49	0.18

※1 炭素繊維としてピッチ系炭素繊維ダイアリードK13916を使用
炭素繊維含有率：60vol%換算

※2 Steel (SS400) と同等の曲げ弾性率を必要とする厚み

※3 Steel (SS400) と同等の曲げ弾性率を必要とする厚みでの重量