



C4-5-P 過酸化水素添加熱水を用いた Carbon Fiber Reinforced Plastics (CFRP) に含まれる熱硬化性樹脂の分解におよぼす反応条件の影響

(中央大院・理工)○(学)横塚 公輔・池谷 孝 (中央大・理工)坂部 淳一 (正)船造 俊孝*
*E-mail: tfunazo@kc.chuo-u.ac.jp

1. CFRP (炭素繊維と熱硬化性樹脂の複合材料)

●特徴・用途例¹⁾

様々な産業で需要増加が予測

- ✓ 軽量
- ✓ 高強度
- ✓ 耐腐食性



●課題²⁾

- ✓ 炭素繊維の製造コスト
- ✓ 埋立処理による環境負荷

炭素繊維を回収するため
CFRPの樹脂を分解する技術が必要

●既往の研究

熱分解法³⁾

(500°C, 180 min)

- 処理能力が高い
- × 炭素繊維の劣化

超臨界水酸化法⁴⁾

(440°C, 30 min, O₂ 添加超臨界水)

- 反応時間が短い
- × 炭素繊維の劣化

超臨界流体法⁵⁾

(270°C, 90 min, methanol)

- 炭素繊維の劣化を抑制
- × 有機溶媒の使用

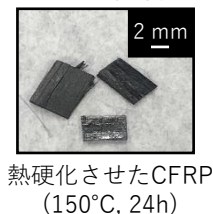
過酸化水素 (H₂O₂) 添加熱水を用いて
環境負荷を抑制し、**効率的**に樹脂を分解

2. 目的

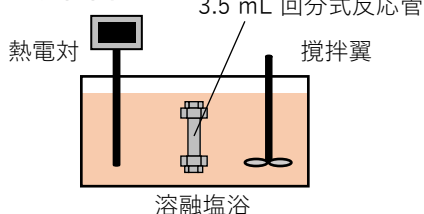
H₂O₂ 添加熱水を用いた CFRP に含まれる熱硬化性樹脂の分解率に対する
H₂O₂ 濃度、反応温度および反応時間の影響を調査

3. 実験方法

●用いた試料



●装置図



●反応条件

試料 : CFRP 0.05 g
溶媒 : water, H₂O₂ aq 2 g
H₂O₂濃度 : 1 - 7 wt%
反応温度 : 220 - 320 °C
反応時間 : 10 - 180 min

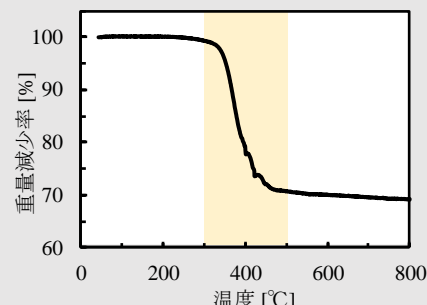
●TG測定

分析装置 : TGD - 9600 (アルバック社)
試料 : CFRP 0.015 g
昇温速度 : 10 °C /min
温度範囲 : 室温 - 800 °C
雰囲気 : Ar

$$\text{樹脂分解率 [\%]} = \frac{\text{CFRP 試料量 [g]} - \text{反応残渣量 [g]}}{\text{CFRP 試料量 [g]} \times \text{樹脂含有率 (0.328)}} \times 100$$

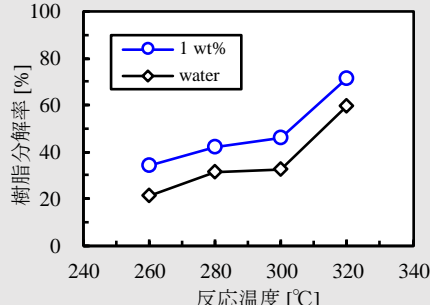
4. 結果と考察

●TG測定



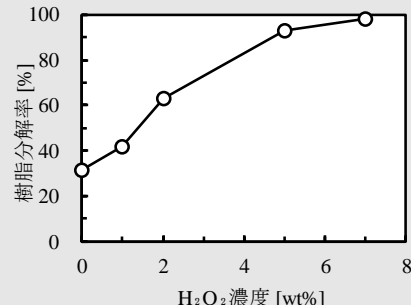
・ 300 - 500 °CにおいてCFRPに含まれる熱硬化性樹脂の熱分解が進行

●温度の影響 (60 min)



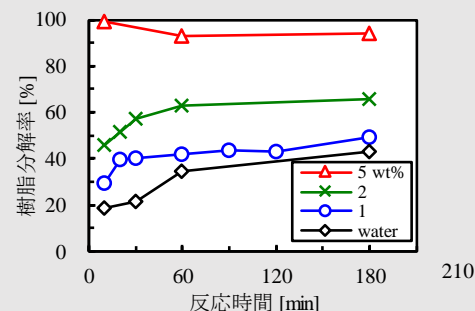
・ H₂O₂添加、反応温度上昇によって樹脂分解率上昇
・ 320°Cでは熱硬化性樹脂の熱分解が進行

●H₂O₂濃度の影響 (280 °C, 60 min)



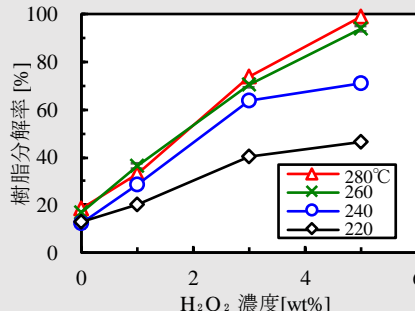
・ H₂O₂濃度増加に伴い樹脂分解率上昇

●各H₂O₂濃度における経時変化 (280 °C)



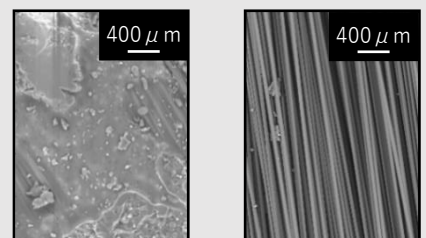
・ H₂O₂濃度増加に伴い反応速度上昇
・ 60 min以降いずれも樹脂分解率は上昇しない

●各温度におけるH₂O₂濃度の影響 (10 min)



・ 260, 280°Cにおいて樹脂分解率は同程度
・ 5 wt%, 280°C, 10 minで樹脂分解率99.2%達成

●SEM画像による反応残渣の表面比較



(a) 分解前のCFRP (b) 分解後の反応残渣 (5 wt%, 280°C, 10 min)

・ 炭素繊維に付着した熱硬化性樹脂を除去
・ チャーの生成を抑制し樹脂を分解

5. 結論

- ・ 反応温度 320 °C では熱硬化性樹脂の熱分解が進行
- ・ H₂O₂濃度増加および反応温度上昇に伴い樹脂分解率は上昇
- ・ H₂O₂添加熱水によって効率的に樹脂を分解 (5 wt%, 280 °C, 10 minで樹脂分解率 99.2%達成)

1) 強化プラスチック協会: 基礎からわかるFRP, コロナ社, pp. 2-3 (2016)
2) 加茂 徹: 炭素繊維強化プラスチック (CFRP) のリサイクルの現状と課題, 廃棄物資源循環学会誌, 第29巻, 第2号, pp. 133-141 (2018)
3) K. Ushikoshi, N. Komatsu, M. Sugino: Recycling of CFRP by Pyrolysis Method, J. Soc. Mat. Sci., Vol. 44, No. 499, pp. 428-431 (1995)
4) Y. Bai, Z. Wang, L. Feng: Chemical recycling of carbon fibers reinforced epoxy resin composites in oxygen in supercritical water, J. Mat. and Des., Vol. 31, pp. 999-1002 (2010)
5) I. Okajima, M. Hiramatsu, Y. Shimamura, T. Awaya, T. Sako: Chemical recycling of carbon fiber reinforced plastic using supercritical methanol, J. Supercrit. Fluids, Vol. 91, pp. 68-76 (2014)