

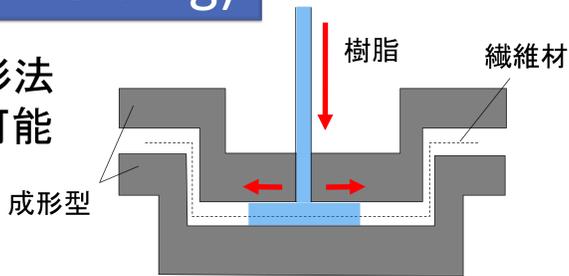
11 RTMにおけるボイド発生へ繊維材特性が及ぼす影響

Analysis of impacts of fiber characteristics on void formation during RTM

○瀬戸 大悟(東工大院) 松崎 亮介(東理大) 轟 章(東工大) 水谷 義弘(東工大)

RTM (Resin Transfer Molding)

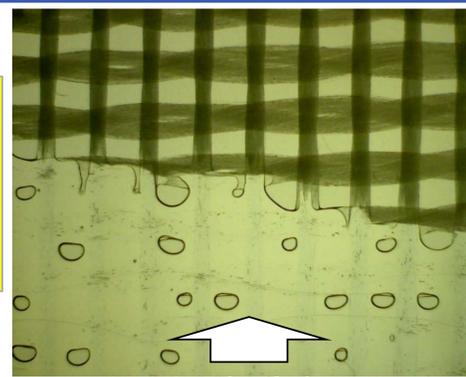
- 繊維強化プラスチック成形法
- 大規模部品の一体成型可能
- 低コスト



問題点

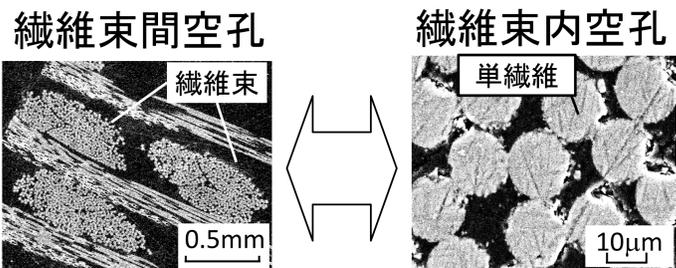
含浸時にボイド発生
↓
材料強度低下

ボイド含有率1%増加で
曲げ強度約10%低下



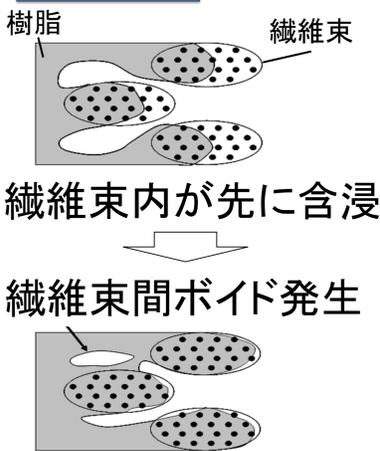
樹脂流れ

織物繊維材の2重空孔性

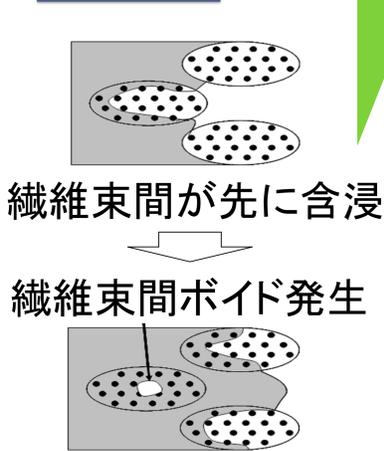


スケールの違い

低流速下



高流速下



ボイド発生モデル化

- 2次元モデル
- 繊維束間ボイドに着目
- 繊維束内外の流れを分離

含浸時間
繊維束内: T_b
繊維束間: T_c

ボイド発生条件

$$T_b < T_c$$

樹脂の繊維束内先回り

樹脂流速

Darcy則

$$U = -\frac{K}{\mu\phi} \nabla P$$

多孔性媒質中の流れを記述
 U : 樹脂流速, K : 浸透率, μ : 樹脂粘性, ϕ : 気孔率, P : 圧力

ボイド含有率

$$V_f = \left(1 - \frac{T_b}{T_c}\right) \phi$$

= 未含浸の繊維束間領域

- ボイド含有率は樹脂流速に依存
 - 繊維材ごとに関係が変化
- 経験則

繊維材特性のボイド発生への影響の解析的な評価が必要

$$T_b = \frac{\mu\phi_b L_1^2}{K_b(\Delta P + P_{cap})} + \frac{\mu\phi_b L_t^2}{4K_b P_{cap}} \quad T_c = \frac{\mu\phi_c L_1^2}{K_c \Delta P}$$

式中添え字c: 繊維束内, b: 繊維束間, l: マクロ流れ方向, t: マクロ流れ直交方向
 P_{cap} : 繊維束内作用毛管圧

繊維材物性値を用いてボイド含有率を記述

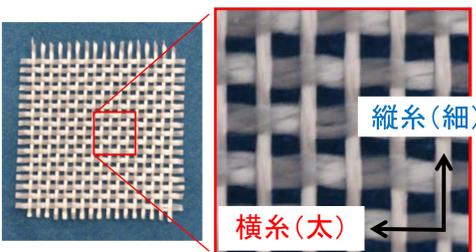
実験による検証

異方性繊維材

- 繊維束太さ
 - 繊維束間距離
- 方向で変化

2パターンの含浸方向で比較

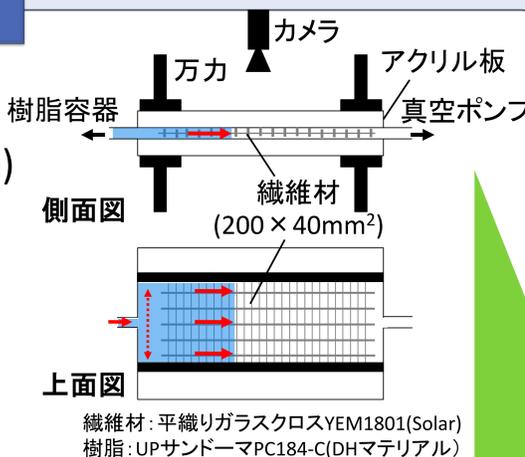
- ① 縦糸方向
- ② 横糸方向



1次元流れRTM実験

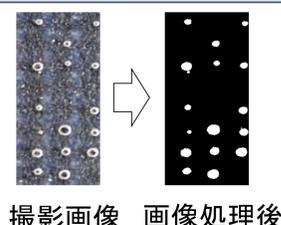
- 含浸方向一定
- 注入圧一定(40kPa)
- 樹脂進展を記録

- 樹脂流速を算出
- ボイド分布を撮影

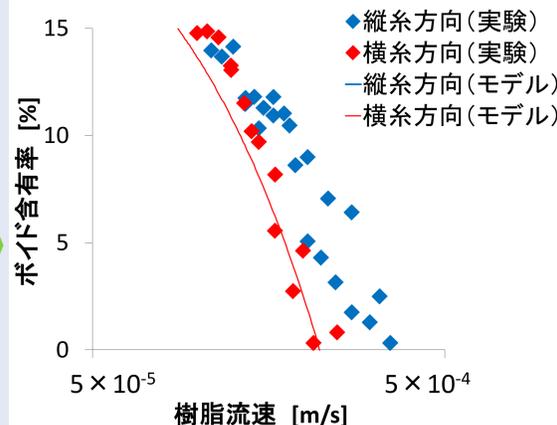


ボイド含有率測定

- 画像解析
- カラープレーンを抽出
- 閾値を設定し2値化



実験結果



実験結果と解析結果が一致