

X線CT画像からの強化繊維抽出および定量化手法の開発

Development of extraction and quantification of reinforced fiber in X-ray image

はじめに

GFRP } 高強度・高剛性・軽量化を
CFRP } 目的に広く使用されている。

課題 そり変形が発生しやすい
そり変形の抑制が困難

事前に予測
⇒金型設計に反映させることが重要

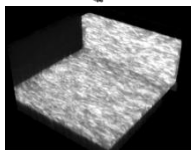


複雑かつ精密化している成形品について、高精度なそり変形予測技術の確立には、**繊維の3次元配向状態を定量的に把握することが必要不可欠である**

形状の複雑化 ⇒ 複雑な繊維配向
寸法の精密化 ⇒ (3次元的な配向)



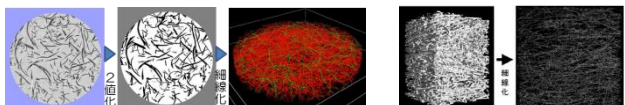
SEM観察



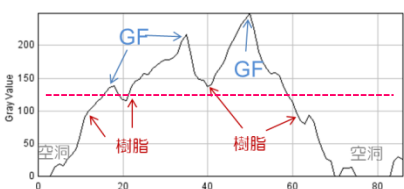
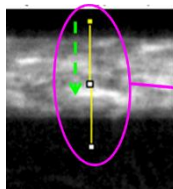
X線CTによる観察

X線CTでは、3次元的な繊維配向の定量化が難しい

これまでの繊維抽出手法^{1), 2)} および目的



CT画像を2値化処理および細線化処理を行い、繊維の配向情報を抽出



閾値による単純な二値化では抽出は困難
(鮮明なCT画像を必要とする)

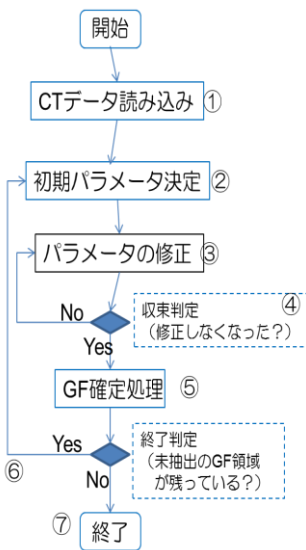
1) H. Yang and W.B. Lindquist. A geometric analysis of 3D fiber networks from high resolution images. (2000)
2) 中野 亮ほか: X線CTによる繊維配向観察とシミュレーション, 成形加工 20(4), 237-241, 2008-04-20

【目的】

不鮮明なCT画像であっても高精度にガラス繊維を抽出し、3次元配向および繊維長情報を把握できるアルゴリズムを開発するとともに、その抽出精度を定量的に検証する

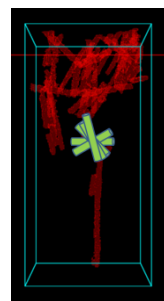
繊維抽出アルゴリズム

- ① CT画像の3Dデータを読み込む。
- ② ランダムに円柱の初期パラメータを複数生成し、最も評価の高いものを採用する。
- ③ 初期パラメータから開始して、パラメータをランダムに動かし、評価が改善したら、パラメータを更新する。
- ④ 上の手順を反復し、評価が改善しなくなったら、収束として、パラメータを確定する。
- ⑤ CTデータ上で、確定した円柱に含まれる領域を以降の抽出処理から除外する。
- ⑥ 残りの領域に対して、同様の円柱フィッティングを繰り返す。
- ⑦ 全ての領域で行ったら抽出完了。



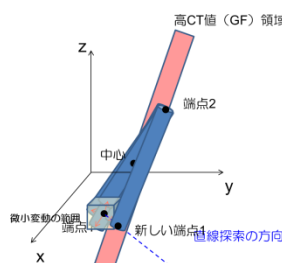
【初期パラメータについて】

- ① 対象グループにおいて、閾値以上のボクセルからランダムに1つ選び、円柱の中心とする。円柱の初期の長さは一固定とする。
- ② 方向を一定回数ランダムに設定し、評価が最大になる方向を取る。
- ③ 反復修正を数回行う。
- ④ 上記の手順①~③を一定回数繰り返す、反復修正後の評価が最も高いものを最終の初期パラメータとして採用する。



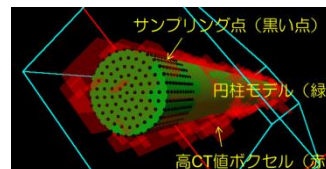
【パラメータの反復修正について】

- ① 端点2を固定して、端点1の座標をランダムに少し動かして評価 (複数回施行し、そのうち最も評価値の高いものを採用する)
- ② 端点1を固定して、端点2の座標をランダムに少し動かして評価 (①と同じ)
- ③ 端点2を固定して、端点1を長くする方向にランダムに少し動かして評価 (複数回試行して、評価値の高いものを採用)
- ④ 端点1を固定して、端点2を長くする方向にランダムに少し動かして評価 (③と同じ)

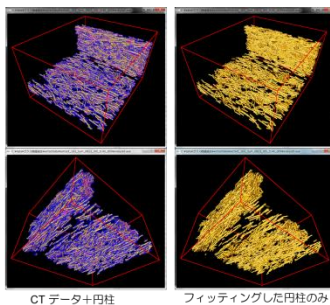


【評価値の計算について】

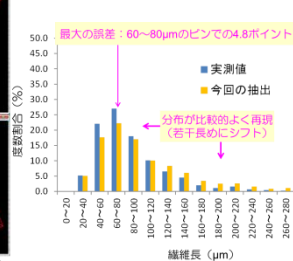
- ① 円柱モデルの表面/内部を等間隔で細かくサンプリングする。
- ② 各サンプリング点でのCT値をCTデータから三重線形補間で求める。
- ③ 求めたCT値一閾値をそのサンプリング点での評価素点とする。
- ④ 全てのサンプリング点での評価素点をウェイト付きで積算する。
 - ・円柱中心軸に近いほどその点のウェイトを高くする (円周=1~軸=2倍)。
 - ・高CT値のGF中心が円柱の中心になるようにするため)
 - ・マイナスの評価の場合、さらに10倍のウェイトを掛ける。(閾値以下の低CT値の領域に円柱が入らないように = 2つのGF領域を跨いで抽出しないようにするため)



抽出結果



繊維長の比較



まとめ

- ・本研究では、GF強化されたLCP薄肉射出成形品をX線CTで撮影したデータから、画像処理+最適化により、成形品内のGFを抽出するアルゴリズムを提案した。
- ・実測データと比較した結果、比較的よく繊維長分布が再現された。
- ・本研究のアルゴリズムにより得られたGFの長さ・配向特性から、成形品の熱・機械的特性を推定することができ、構造解析等により、そり変形や剛性を予測する精度が向上することが期待される。