

研究背景

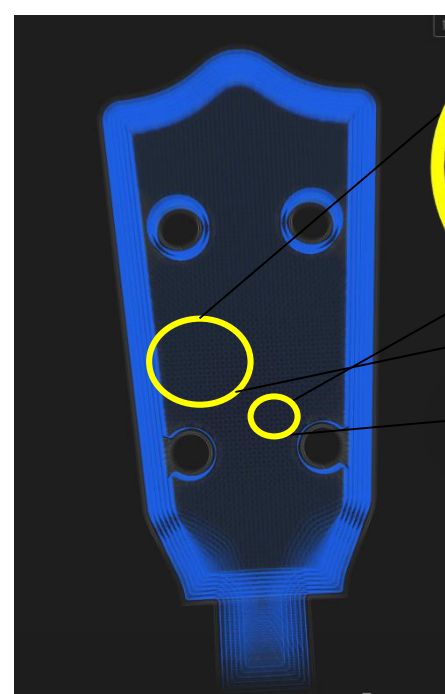
CFRTP

リサイクル性や2次加工性に優れるため、自動車用途などに期待される

3Dプリンター

CFRTPの新たな作製方法として開発研究がなされている

- 型を必要とせず成形できる形の自由度が高い
- 小ロット多品種生産に向く

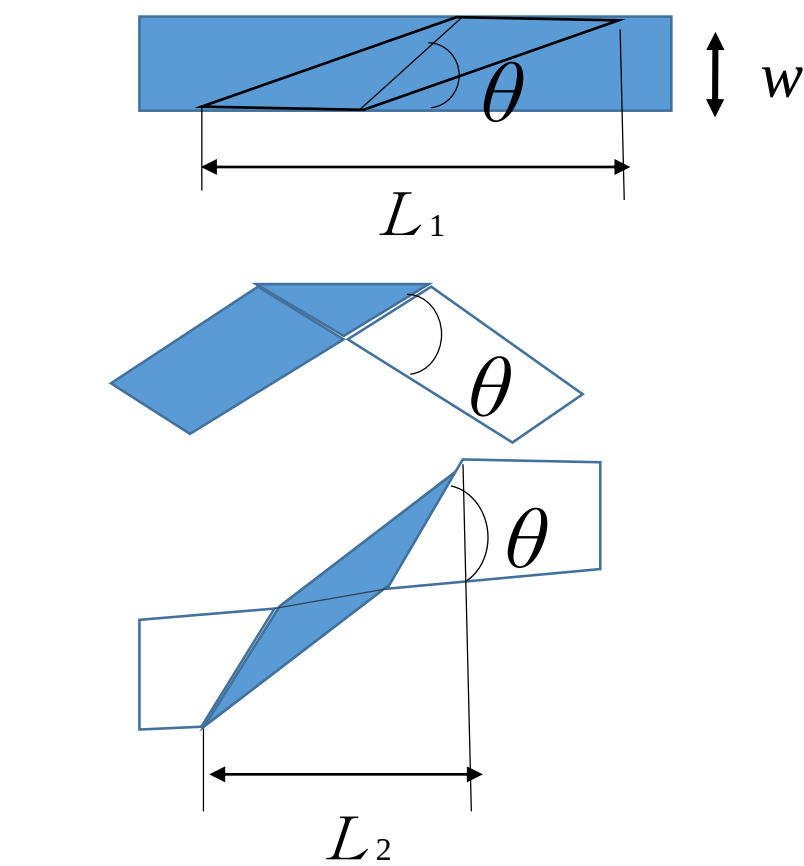
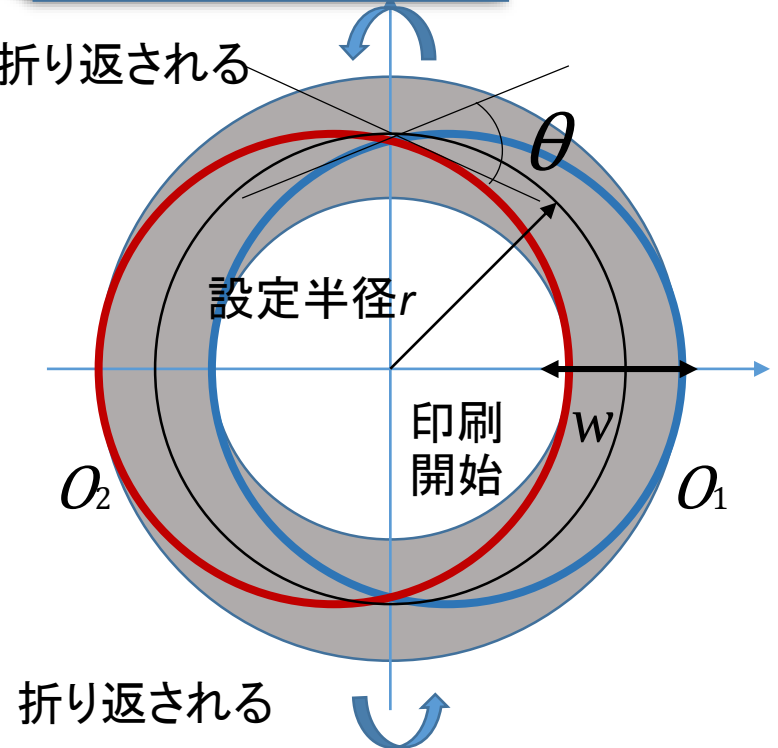


- 曲線部印刷の際、繊維剥がれが起きたり、ツールパスとの実際の印刷に差異が生じうる
- 大きなフィラメントを用いると、その傾向は顕著になると考えられる

目的

- 積層曲率半径が成形性に及ぼす影響を評価
- プリント可否または実際の印刷半径を予測するモデルを構築し、妥当性を検証

モデル化



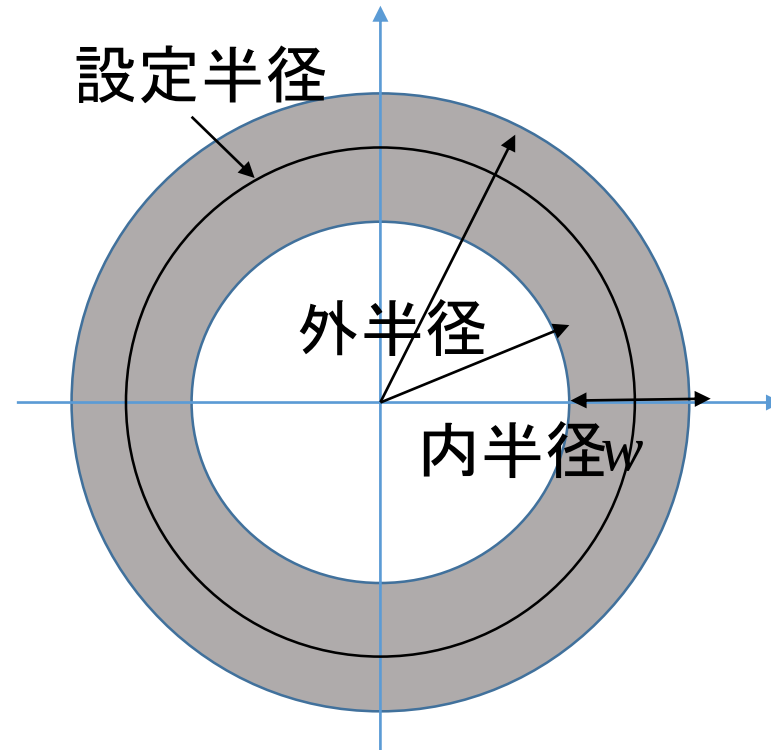
①ねじりモデル

- 外側の繊維と内側の繊維が2回交差し折り返しがり2回起こる.
- 交差する部分を直線と近似し、半径減少量を計算.

1. 直線を印刷した際の幅を w とする.
2. 印刷開始位置において、最外繊維が描く半径 r の円を O_1 、最内繊維が描く半径 r の円を O_2 とし、交点における接線角度 θ を求める.
3. 1周のうちに2回円は交差するために左図のように2回裏返る.
4. 縮小量 ΔL は、
$$\Delta L = L_1 - L_2 = w \left(\frac{2}{\sin \frac{1}{2} \theta} - \frac{1}{\sin \theta} - \frac{3}{\tan \theta} \right)$$
5. ΔL の分、円は小さくなりその円の半径 r_1 は次式

$$\Delta L = 2\pi(r - r_1)$$
$$r_1 = r - \frac{\Delta L}{2\pi}$$

②不完全接着モデル

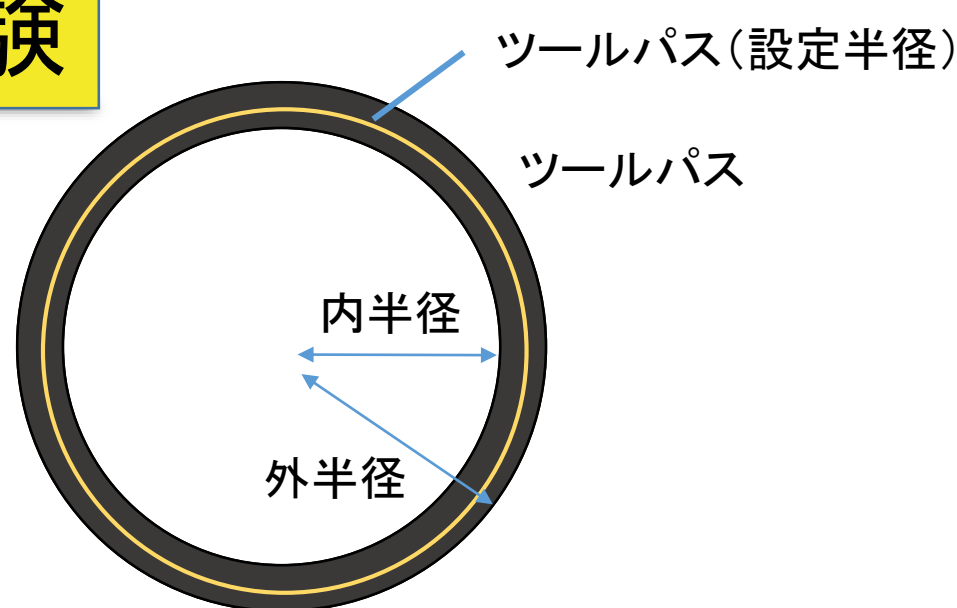


- 設定半径(中心線)から外側の繊維が不足するため内側に寄る.
- 設定半径と外側の半径の周差から、半径減少量を計算.

1. 直線を印刷した際の幅を w とする.
2. 設定半径を r 、外半径を r_1 とすると
$$r_1 = r + \frac{w}{2}$$
3. 設定半径(中心線)から外側の繊維が不足するため内側に寄る.
4. 設定半径と外半径の周差から、半径減少量を計算
5. 周差 ΔL は以下の式で表される
$$\Delta L = 2\pi(r_1 - r) = \pi w$$
6. 周差により円は小さくなり、その円の半径 r_2 は以下の式で表される

$$\Delta L = 2\pi(r - r_2)$$
$$r_2 = r - \frac{w}{2}$$

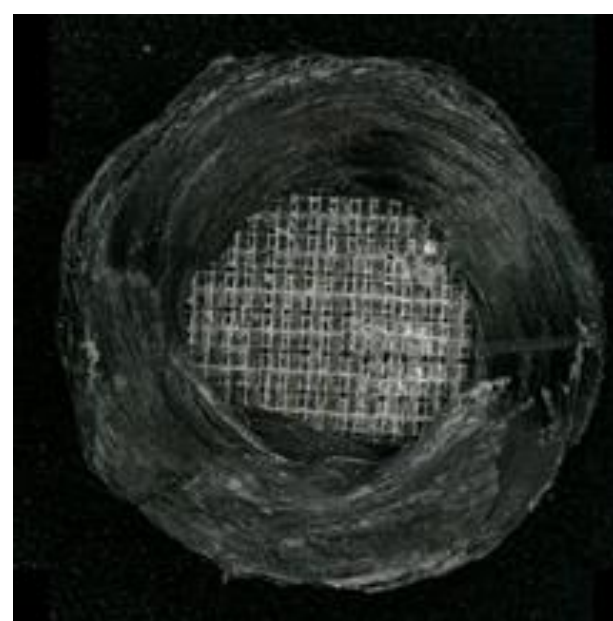
実験



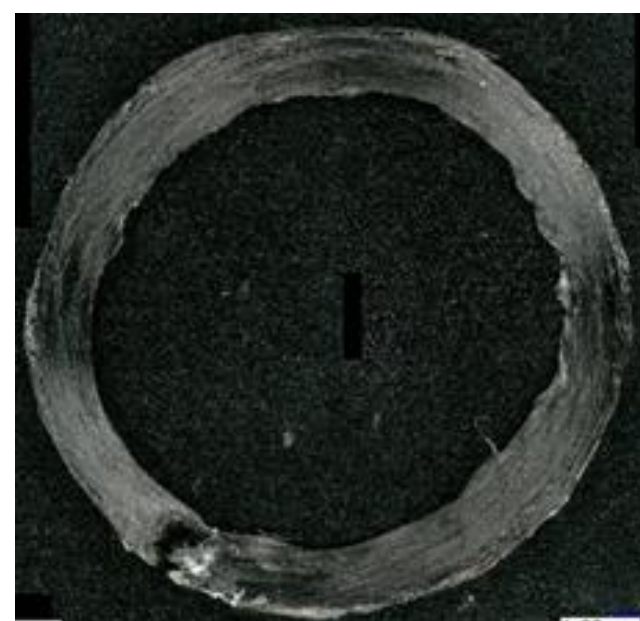
4K, 設定半径 20 mm

作製条件

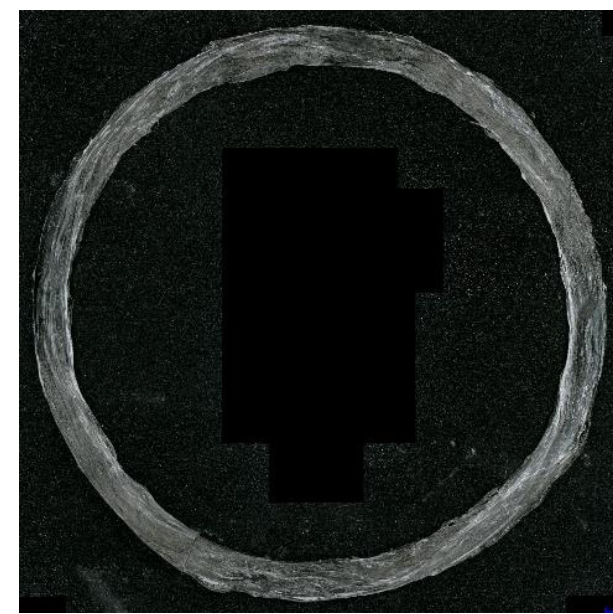
使用フィラメント	1K, 4K, 8K
ヘッド温度	240 °C
ノズル径	1.4 mm
印刷速度	1.0 mm/s
設定半径	2,3,4,5,10,15,20 mm
積層厚さ	0.12 mm (1K), 0.24 mm (4K), 0.3 mm (8K)



4k, 設定半径5 mm



4k, 設定半径10 mm



4k, 設定半径15 mm



4k, 設定半径20 mm

結果

- Kが大きいほど、印刷半径は設定値より減少し、印刷可能な最小半径は大きい
- 設定半径が小さいほど、印刷半径は設定値より減少する
- 実際の印刷半径を予測するうねりモデルと不完全接着モデルを構築した.

