

# 炭素繊維強化複合材料(CFRP)への の小口径穴あけ加工

三重大学 工学研究科 機械工学専攻  
准教授 中西 栄徳

2019年7月11日

# 軽量化技術について

航空機分野や自動車分野において、「軽量化技術」が注目されている。

ボーイング社製B787(通称ドリームライナー)においては、機体の約50%に炭素繊維強化複合材料が使用されている。

炭素繊維単体の直径は、約10 $\mu$ m前後であり電気伝導性を有する。

※CFRP(Carbon Fiber Reinforced Plastic)

# 従来技術とその問題点

## 「CFRP部材への穴あけ加工」

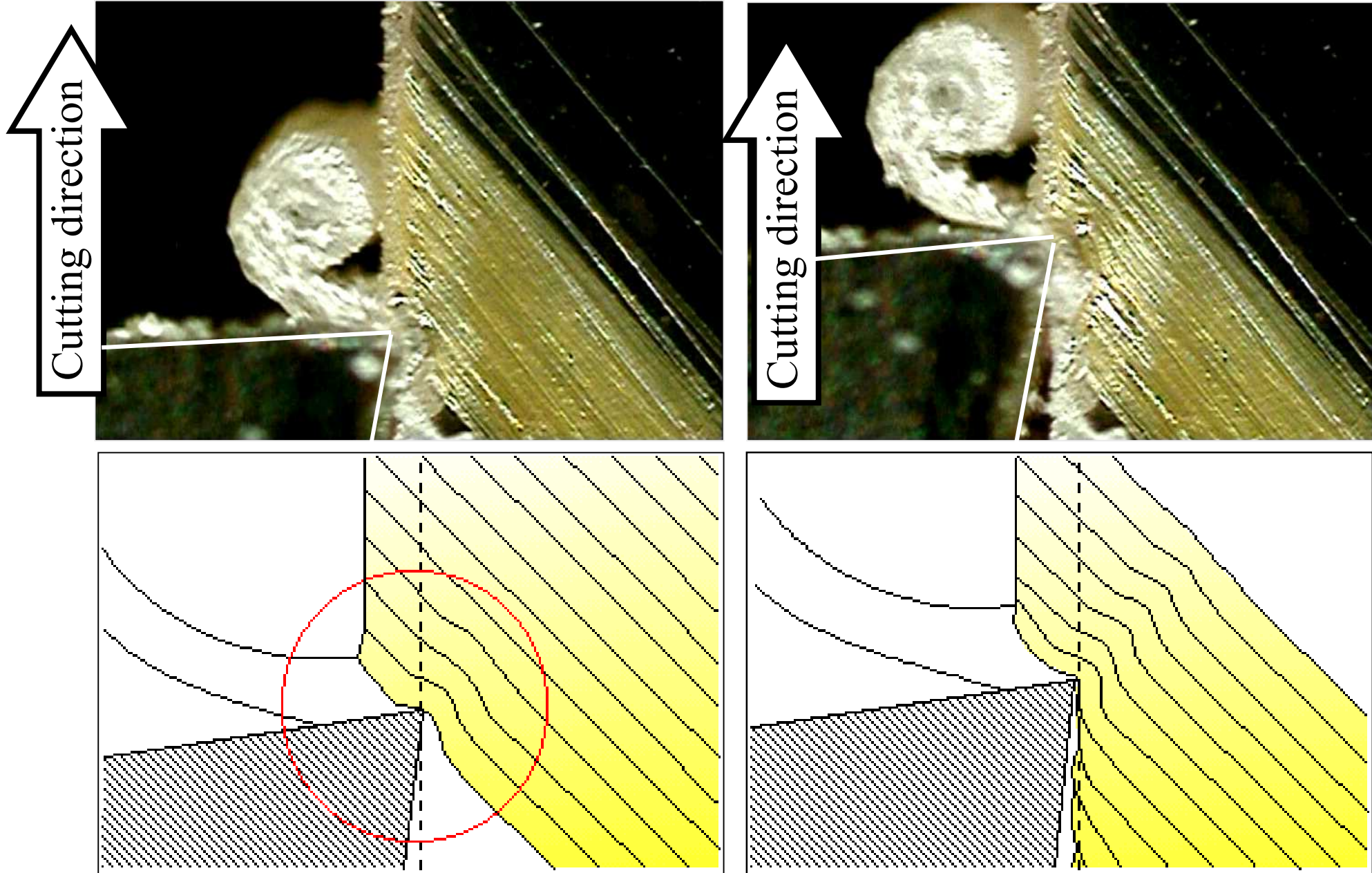
ドリル加工: 穴部に存在した材料は全て粉塵となるため、周辺へ飛散した場合に悪影響の可能性。

AWJ: 粉塵は飛散しないが、水中での加工となるため、制約がある。

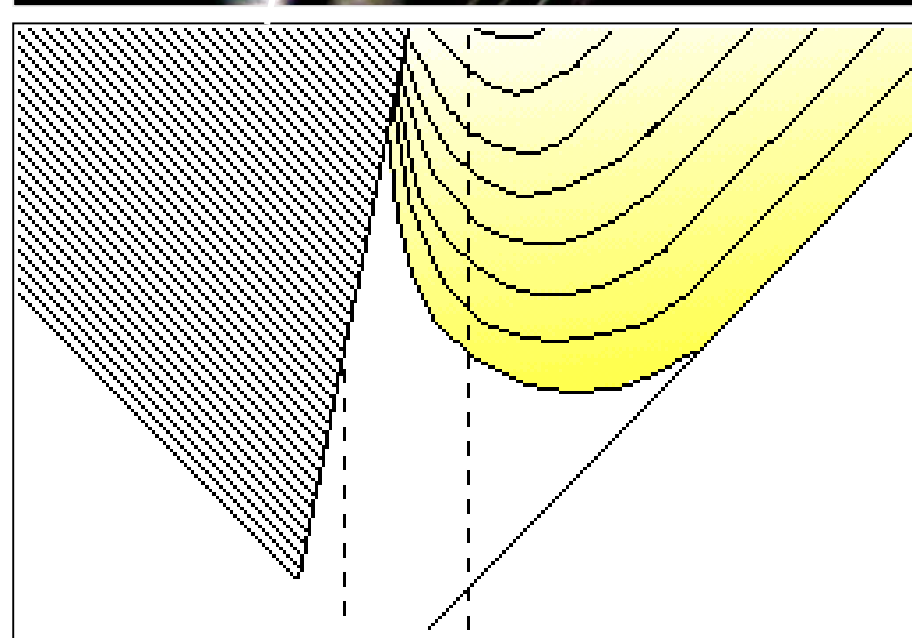
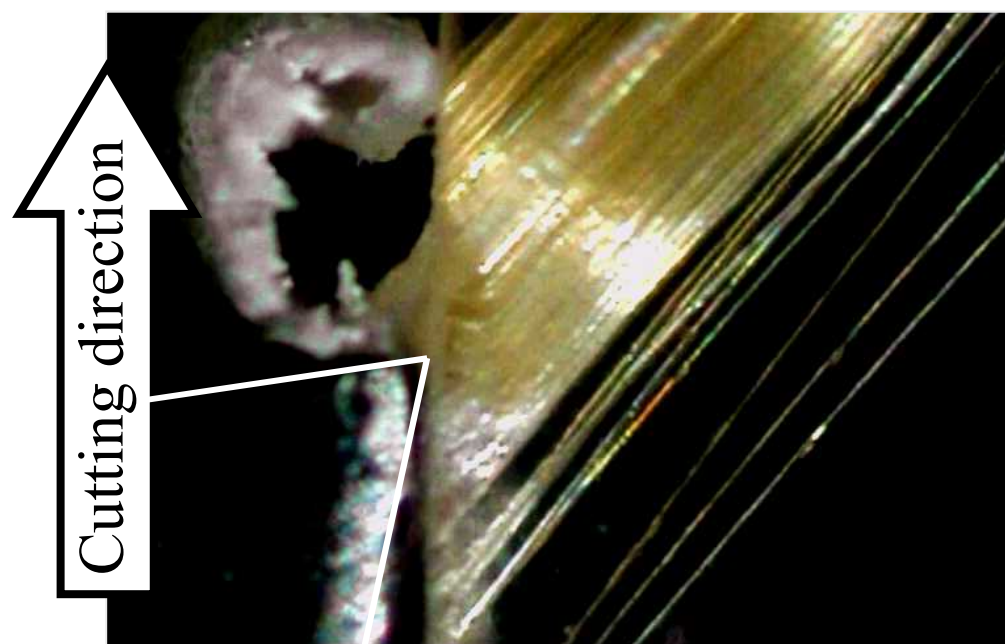
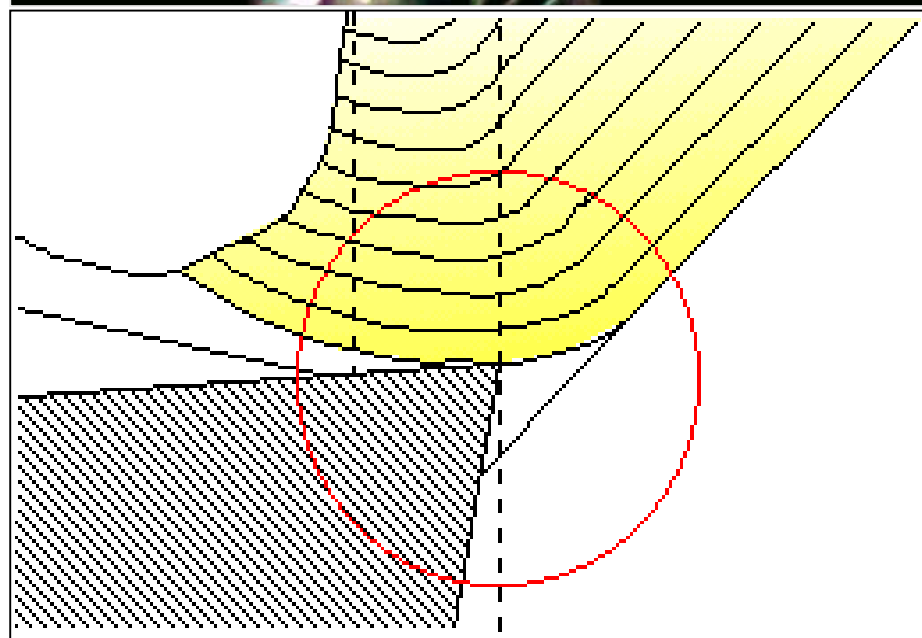
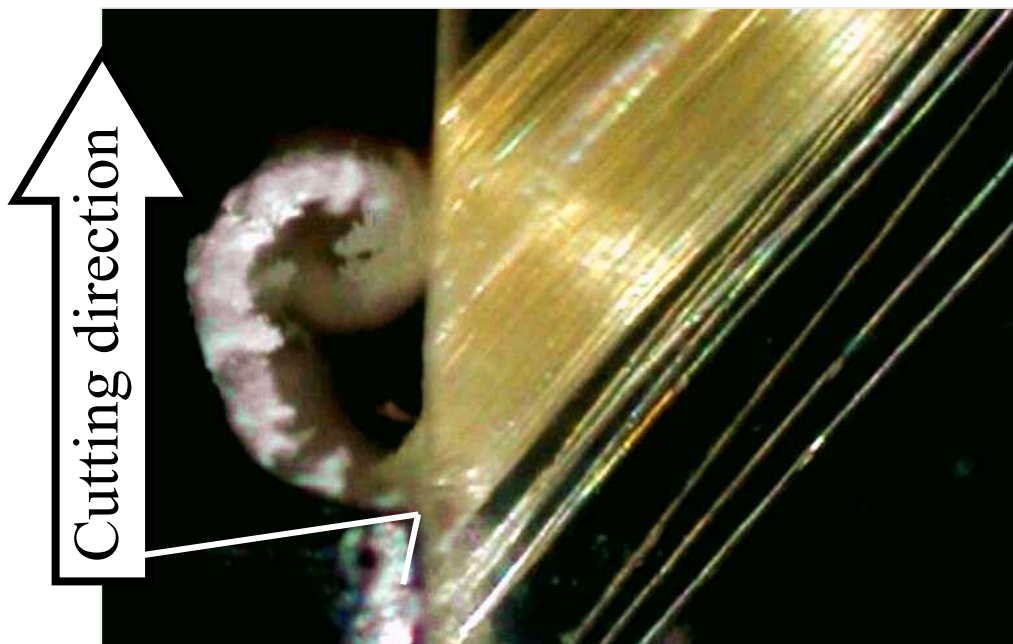
レーザ加工: 炭素繊維と樹脂との熱的性質が極端に異なるため、最適な条件が得られにくい。

現状では専用ドリルによる機械加工が多い

# 工具を用いた加工中の繊維挙動(倣い目)

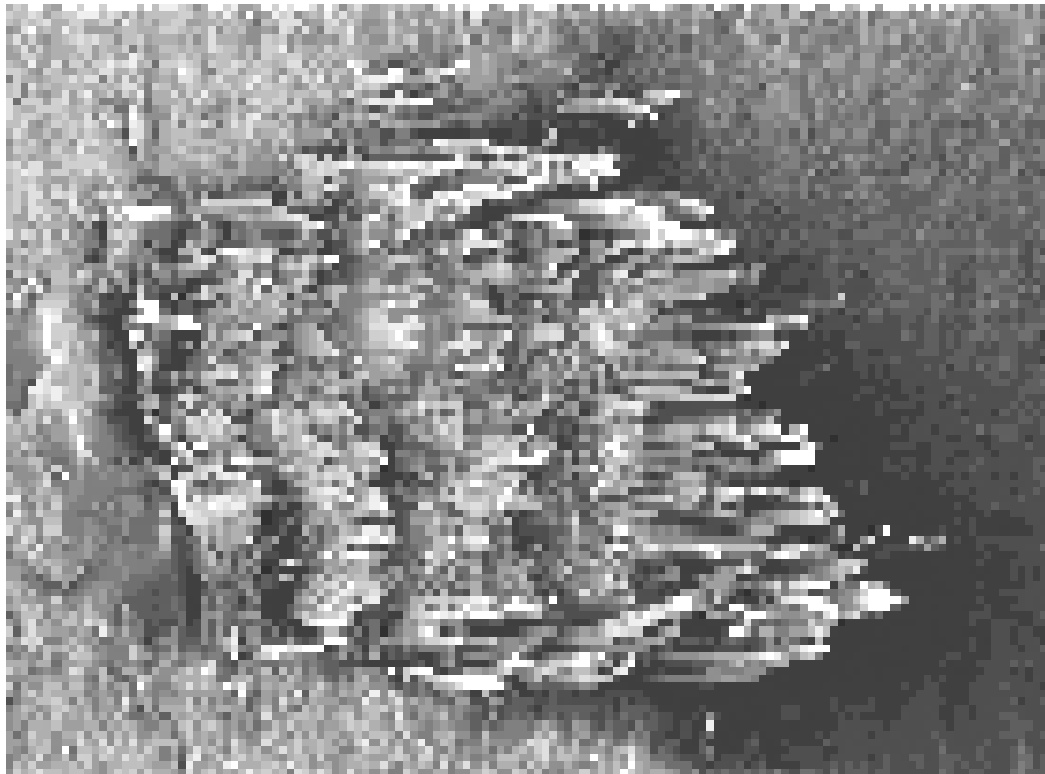


# 工具を用いた加工中の繊維挙動(逆目)



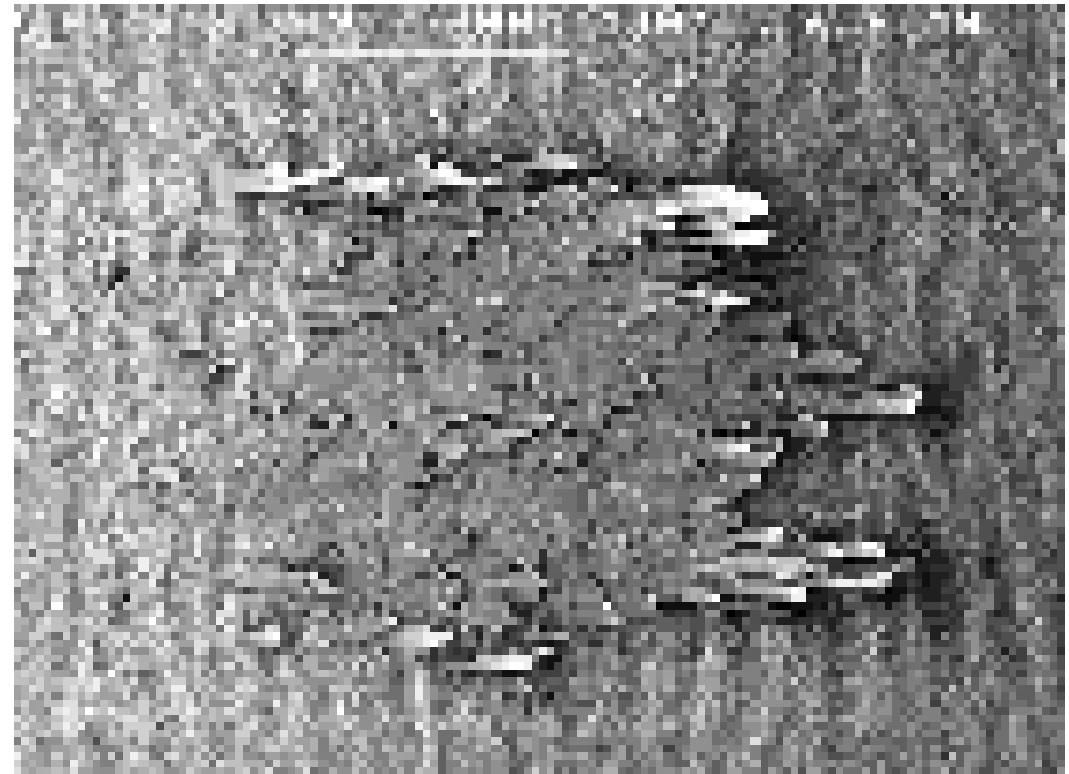
# 加工後の「毛羽」の違い

Cutting direction



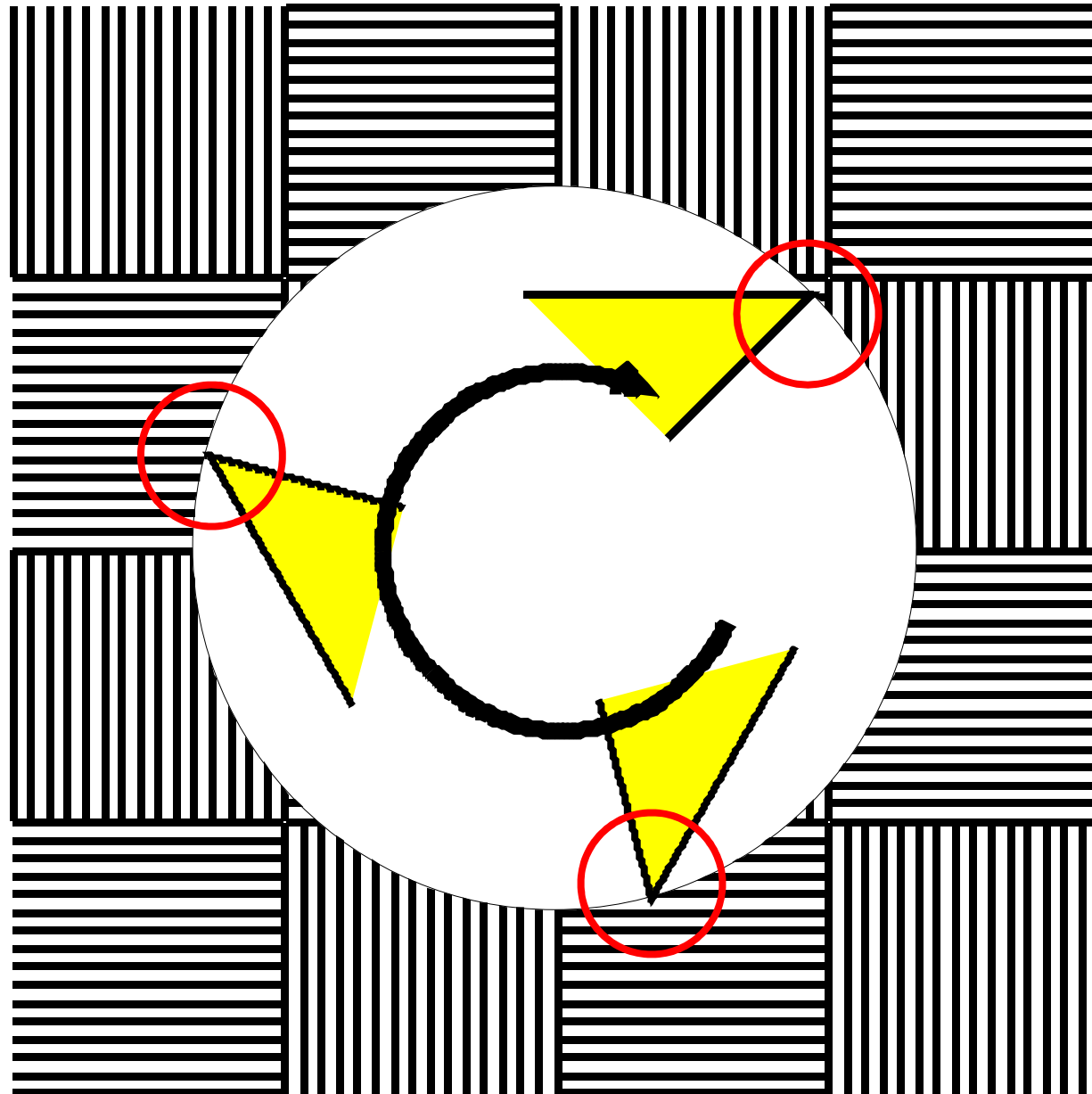
逆目方向

Cutting direction



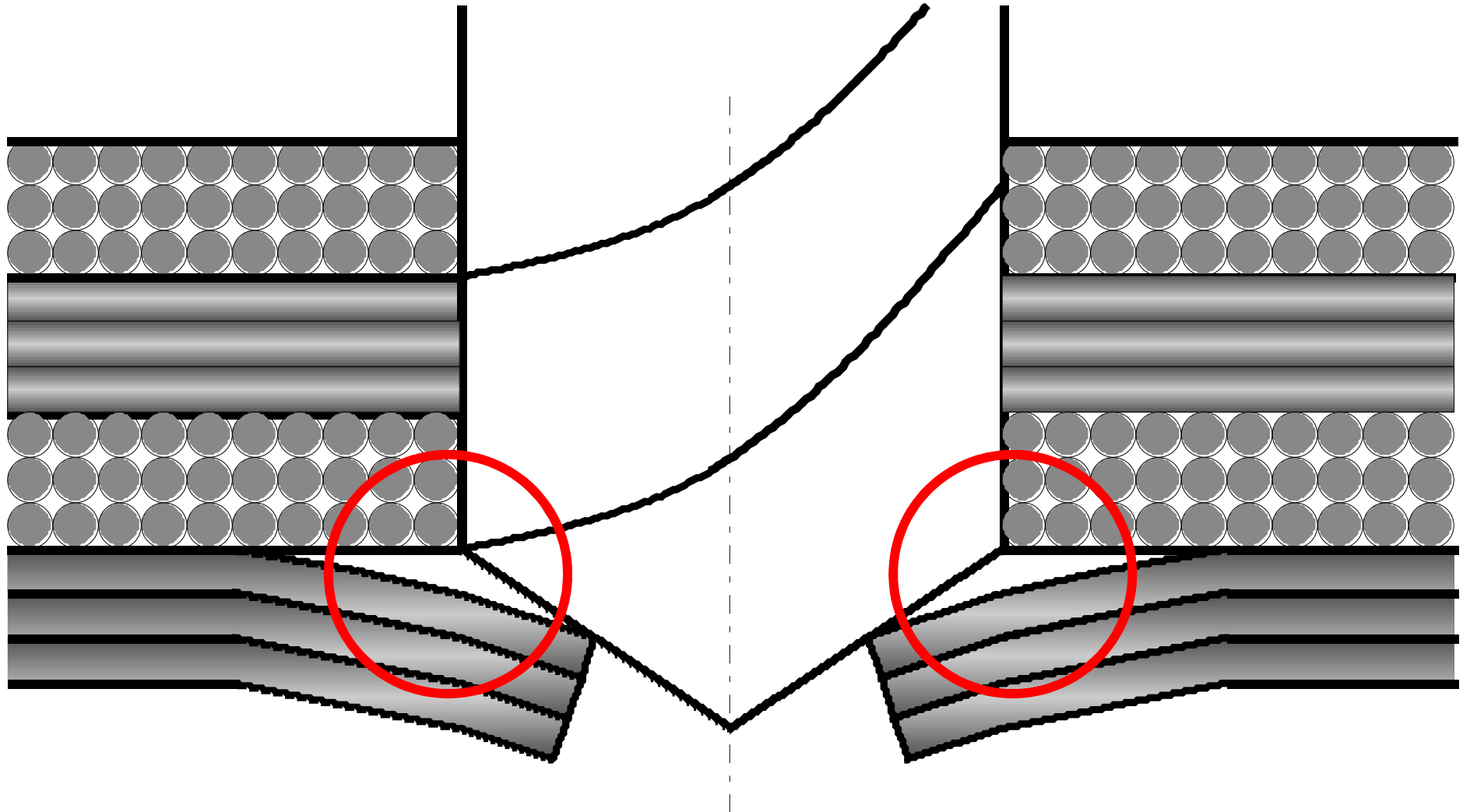
倣い目方向

# 0/90の炭素繊維シート層への穴あけ





# 0/90の積層構造を持つ材料への穴あけ

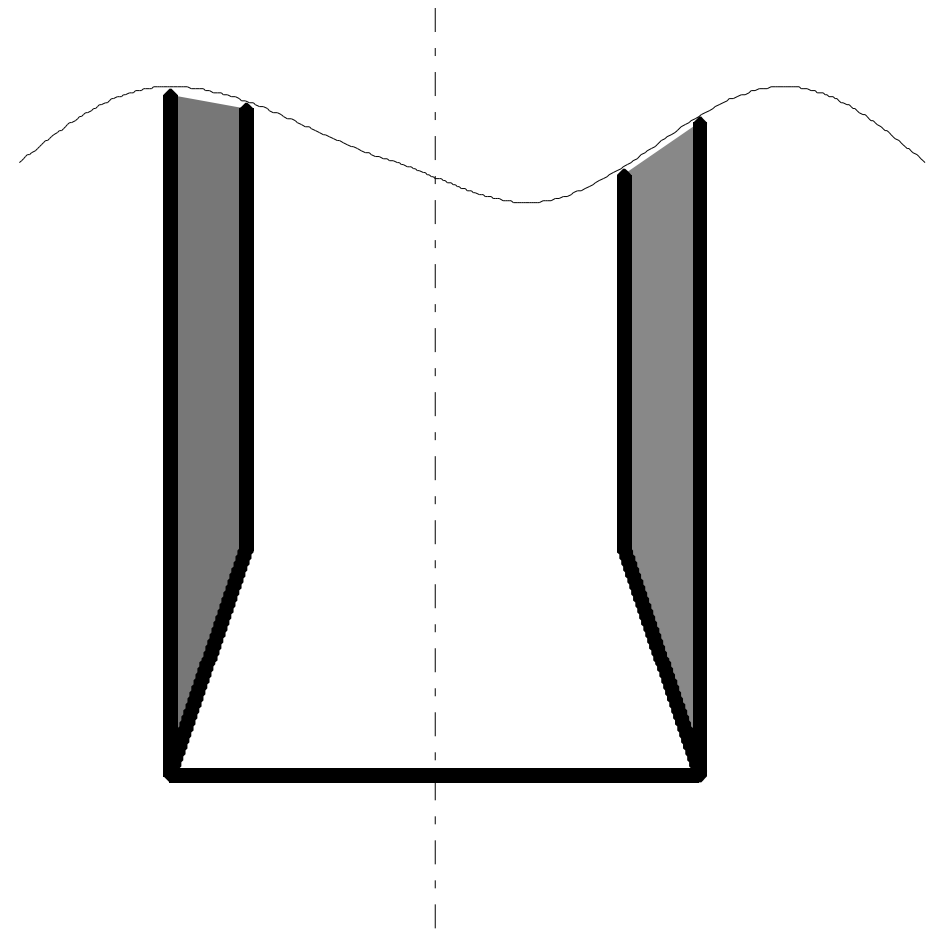
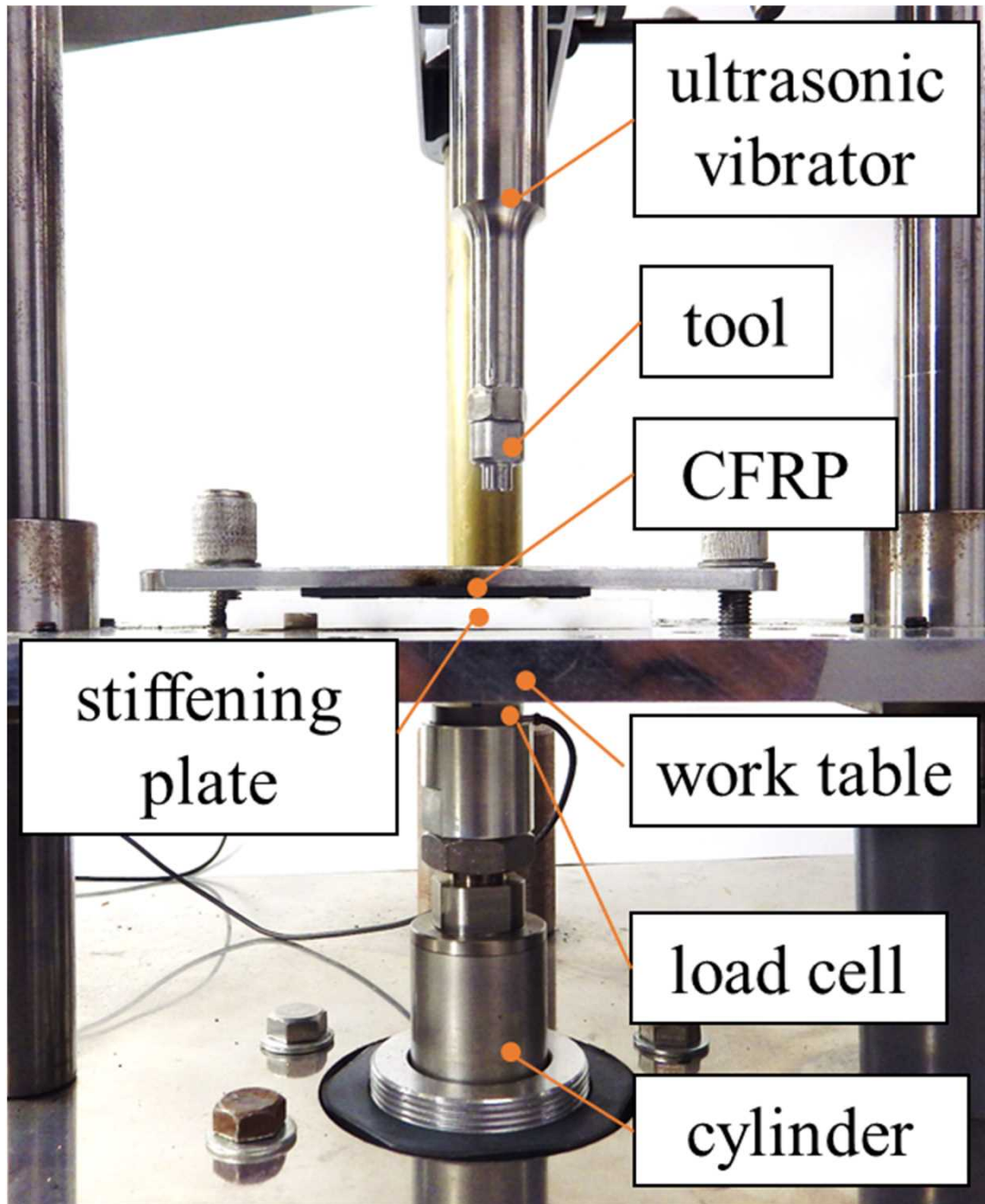




# 新技術の特徴

- 打ち抜き加工を採用。
- 炭素繊維を鋭い刃先で切る。
- 層間剥離や毛羽立ちを抑える。
- 加工時間は短く。
- ファスナ穴がターゲット(穴径約6mm程度)。
- 超音波振動を利用。

# 加工装置について



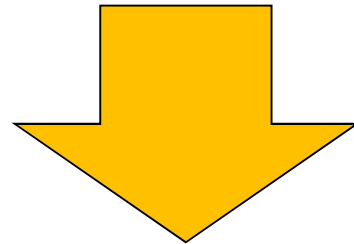
工具先端形状

# 超音波振動を利用(動画)



# 工具押し込み制御

- CFRPは不均質材料である。
- 加工力は一定でない。
- 母材の種類により機械的性質が大きく異なる。



押し込み方法に工夫が必要

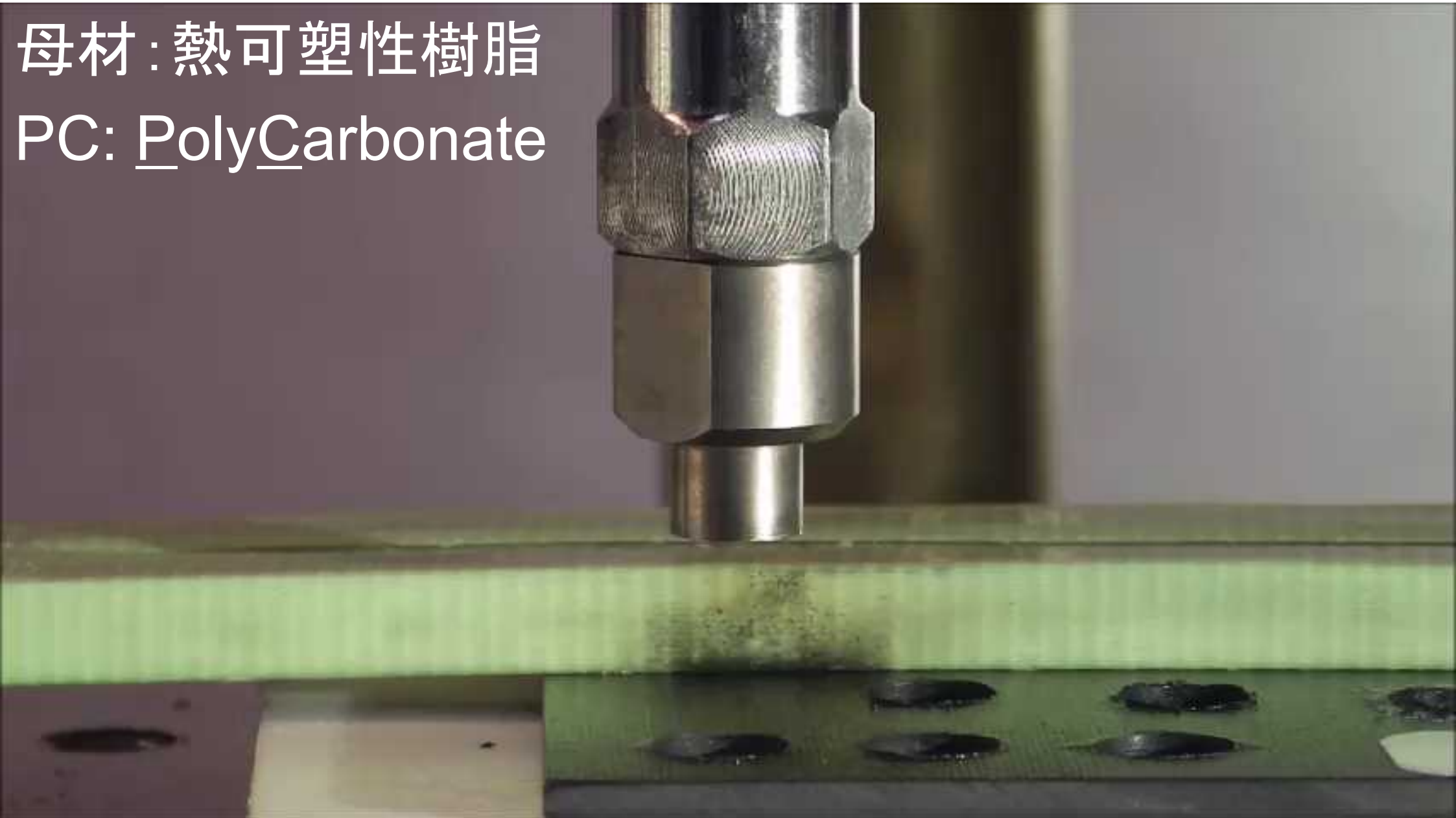
# 加工実験

母材	<ul style="list-style-type: none"> <li>・熱可塑性樹脂 (PC:PolyCarbonate)</li> <li>・熱硬化性樹脂 (EP:EPoxy)</li> </ul>
板厚	約2mm
穴径	約6mm

 母材の違いに寄らず加工時間は約3秒

# 加工の様子(動画)

母材: 熱可塑性樹脂  
PC: PolyCarbonate

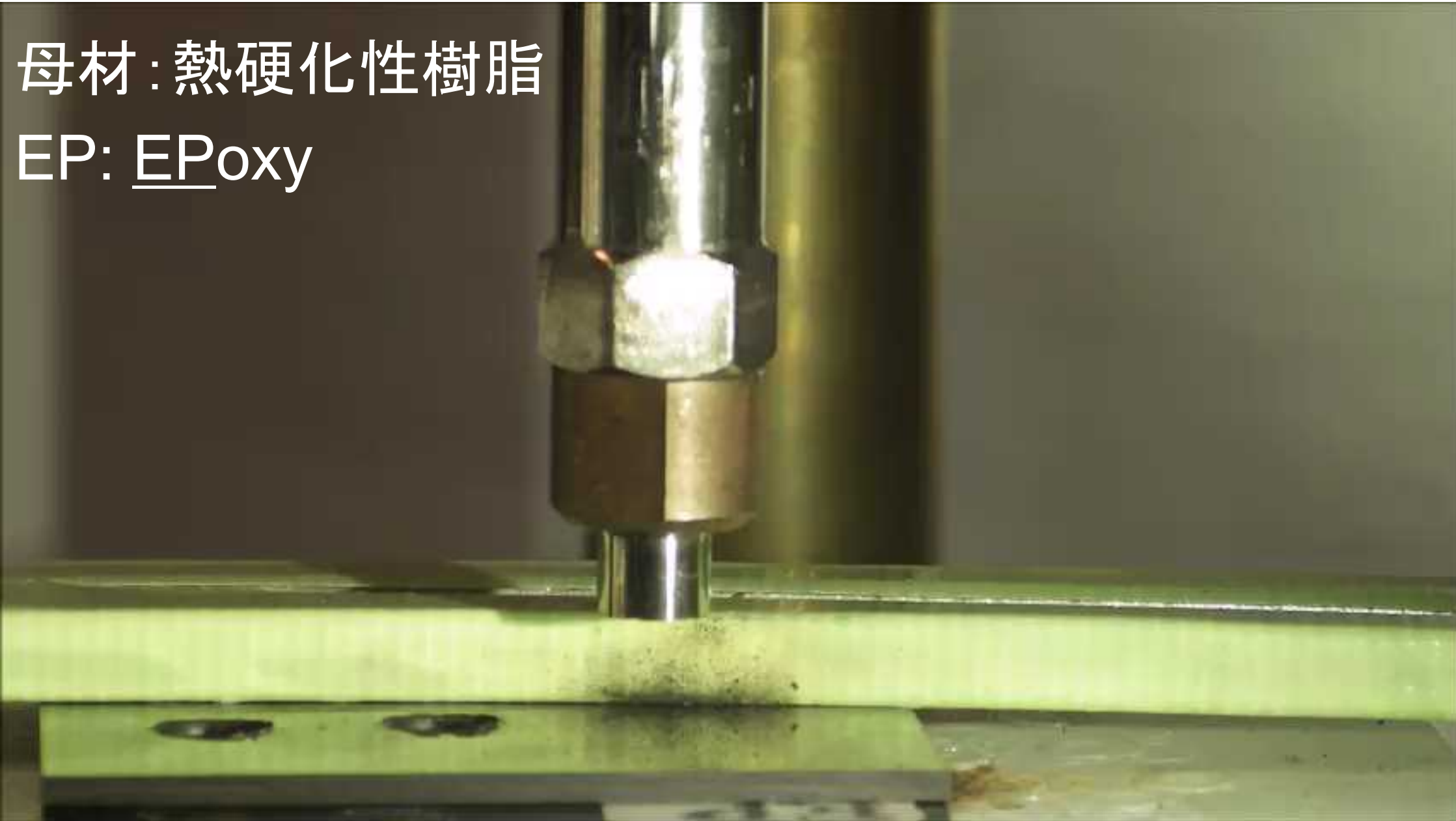




# 加工の様子(動画)

母材: 熱硬化性樹脂

EP: EPoxy





# 加工穴の様子

母材：熱可塑性樹脂(PC)



5mm

---

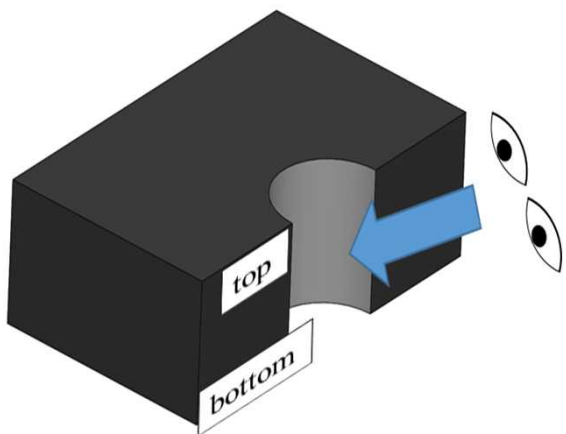
母材：熱硬化性樹脂(EP)



5mm

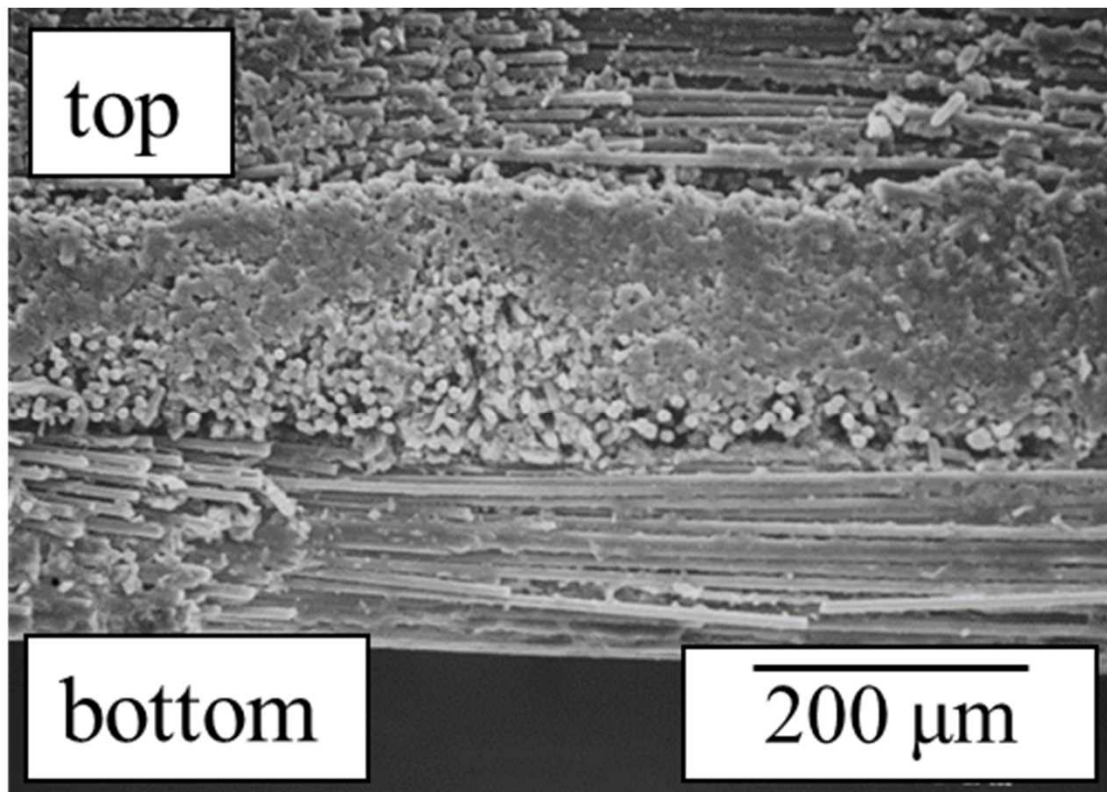
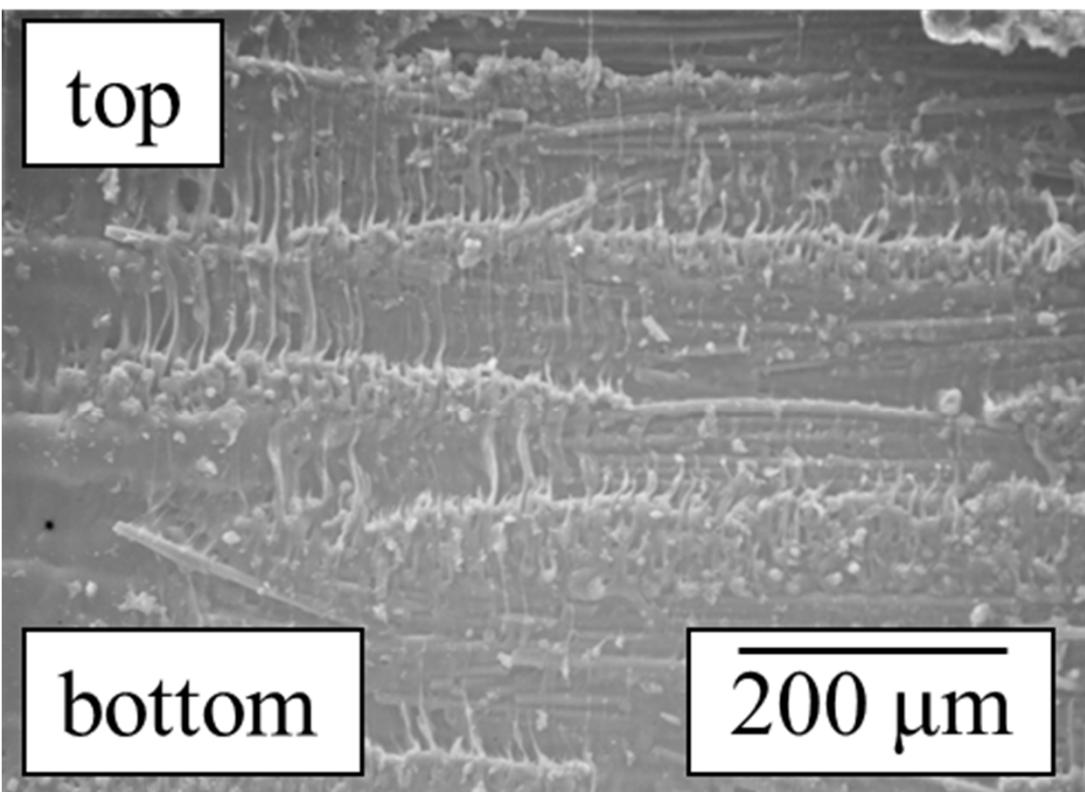
---

# 加工穴壁面の様子



母材：熱可塑性樹脂(PC)

母材：熱硬化性樹脂(EP)



# 新技術の特徴・従来技術との比較

- ドリル加工時の問題点であった、「粉塵」発生を極めて少なくする事が可能。
- 従来技術では、樹脂材料の変更に伴って条件出しが必要であると思われるが、その時間が極めて短くなる可能性。
- 円形穴だけではなく、楕円や四角形の回転軸対称では無い形状の穴あけ加工も可能。

## 想定される用途

- 本技術の特徴を生かすためには、自動車や航空機に使用するCFRP部材の穴あけ加工
- 上記以外に、ハンディタイプが製作できれば他分野でも利用可能。

## 実用化に向けた課題

- 最適な条件出し。
- 当て板(裏板)を必要としない治具の製作・開発。
- ハンディタイプへの適用。

## 企業への期待

- 工作機械製作またはハンディタイプツール製作技術を持つ企業との共同研究を希望します。
- CFRPの加工分野への展開を考えている、もしくは既にCFRPの穴あけ加工に取り組んでおられる企業に、本技術の導入が有効と思われます。

# 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 繊維強化樹脂の切断加工方法および切断加工装置
- 出願番号 : 特願2018-188581
- 出願人 : 国立大学法人三重大学
- 発明者 : 中西栄徳

# お問い合わせ先

**国立大学法人三重大学**

**地域イノベーション推進機構内**

**知的財産統括室**

**TEL: 059-231-5495**

**FAX: 059-231-9743**

**e-mail: [chizai-mip@crc.mie-u.ac.jp](mailto:chizai-mip@crc.mie-u.ac.jp)**