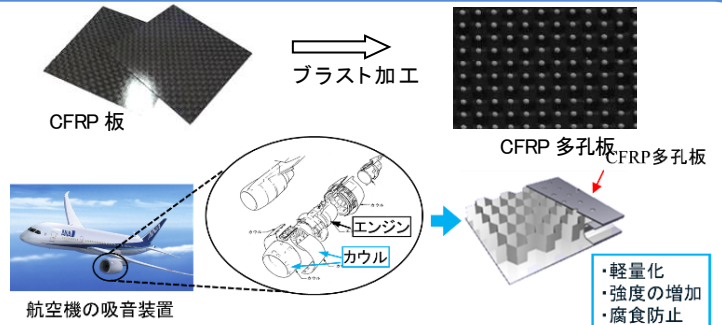


ブラストによる CFRP 板への孔加工の効率化

西川幸佑, 平松恵理香, 深川仁 (岐阜大学 工学部/複合材料研究センター)

1. 背景と目標

CFRP (炭素繊維強化プラスチック) は比強度が高く、軽量化が求められる航空機や自動車などで近年需要が拡大している。しかし、難削材であり、加工コストが高く、例えば孔加工では、特殊工具や加工のノウハウを必要とすることなどが、普及のネックとなってきた。
 岐阜大学では、ブラストを用いて孔加工を行う技術を開発したので紹介する。本研究成果は、例えば、航空機エンジンの吸音パネルへ用いるものを目標として、現在その要素技術を開発中である。

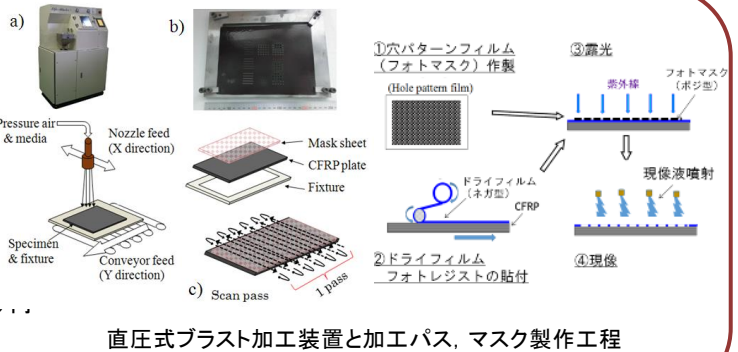


2. ブラスト加工方法・利点と課題

定量吐出の直圧式ブラスト装置と、フォトマスクを用いて、CFRP に小径孔を効率的に加工する。CFRP に感光性ドライフィルムフォトレジストを貼り、孔パターンを描いたフォトマスクで現像焼付けする。

ブラスト加工の利点と課題

- 品質:** ケバ・剥離・熱影響などが全く発生しない。
 ただし、孔断面がテーパ(すり鉢状)になる。
- コスト:** 砥粒が安価で再使用可能でありランニングコストが安い。
 ただし、マスク製作・貼付けコストがかかる A5 サイズ 1000-200...
- 加工効率:** 同時孔加工が可能。ドリルと同程度の加工時間

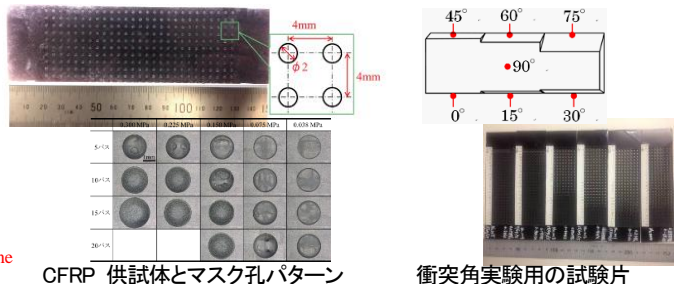


直圧式ブラスト加工装置と加工パス、マスク製作工程

3. 実験方法

- 砥粒噴射圧力変更実験** (0.038~0.300MPa と噴射圧を変え削食量と孔径の変化を測定評価した。
- 各種材料への砥粒衝突角度変更実験** マスク材料を改良するための基礎データ取得を目的に、**SUS304, PMMA, UHPE** の3種の材料を選定し、砥粒の衝突角度を 0°~90°の 15°おきに変化させ、削食量の違いを測定評価した。

PMMA: Polymethyl methacrylate UHPE: Ultra High Molecular Weight Poly Ethylene

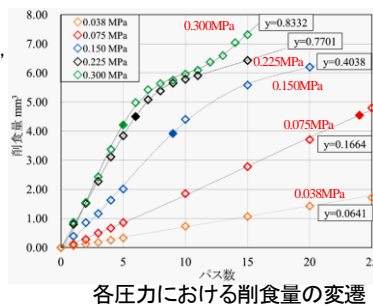


CFRP 供試体とマスク孔パターン

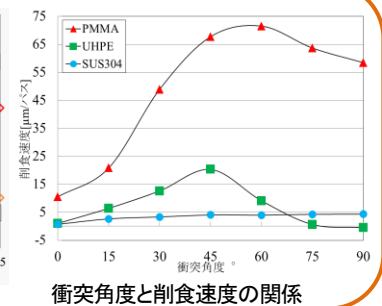
衝突角実験用の試験片

4. 実験結果

- 砥粒噴射圧力変更結果:** 圧力により貫通までのパス数に差が生じ、貫通後、パス数増加で、出口径は拡大し圧力が高いほど少ないパス数で入口および出口径の両者が公差内に収まる。
- 砥粒衝突角度変更結果:**
UHPE: 45°で削食深さ最大、90°で最小(加工部が盛上がる)。
SUS304: 90°で削食深さ最大、0°で最小。
PMMA: 60°で削食深さが最大、0°で最小。



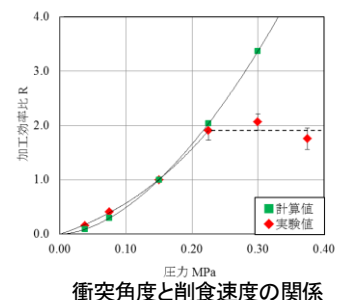
各圧力における削食量の変遷



衝突角度と削食速度の関係

5. 考察とまとめ

- 加工効率に関し理論的には削食率 Q と圧力 p には、 $Q=A \cdot p^{7/4}$ の関係が導き出され、圧力が高くなるほど、指数関数的に加工効率が増加するが、実験では 0.225MPa 以上は加工効率が頭打ちとなった。これは砥粒破碎による効率低下や装置特性による圧力損失の影響が考えられる。
- 0.15MPa では 16 パス、0.30 MPa では 8 パスで孔径公差 $2.0 \pm 0.2\text{mm}$ を達成できた。
- マスクの損傷を考えると、**プラスチック(UHPE, PMMA)**より**金属(SUS304)**の方が削食速度が小さくマスク材として有望である。(固体粒子衝突エロージョンにおける損傷機構は複数存在し、高角度衝突では、クラックき裂進展による損傷が支配的で、低角度衝突では、切削による損傷が支配的となる。**PMMA** は、各角度にて最も削食速度が大きく、ピークは 60°と高角度側に位置し、切削とクラックき裂進展による損傷が支配的と考える。**UHPE** は、クラックき裂進展による損傷が動かず、切削による損傷機構が支配的と考える。**SUS304** は、切削速度が最小でピークは 90°で、金属はプラスチックに比べ硬く、切削による損傷よりクラックき裂進展による損傷が支配的と考える。



衝突角度と削食速度の関係

