

チップポケット付工具とキャビテーション援用による 板ガラスの一方方向高精度・高能率穴あけ機の開発

小川 仁*, 溝渕 啓**, 船城 明***

抄 録

硬脆材料である板ガラスの高精度な穴あけは極めて難しく、特に、切りくず排出がスムーズに行えない場合、切削抵抗の増大によってチッピングや割れ等の不良につながる。本研究では、ダイヤモンド電着工具を用いた板ガラスの穴あけについて、切りくず収容を目的としたチップポケットの効果、さらに、穴あけ時の工具を常に洗浄するための超音波キャビテーション援用技術について取り組み、これら2つの技術を応用した板ガラスの高精度・高能率穴あけ技術の確立を目指した。工具では、切りくずを収容するチップポケットを大きくすることで、出口部のコバカケ抑制につながった。また、超音波キャビテーションは、切りくず排出を促し穴あけ時のスラスト抵抗を大幅に抑制することが確認できた。

1 はじめに

自動車、住宅および家電製品など身の回りの多くの製品で板ガラスが用いられ、その板ガラスには穴あけを必要とする場合が多い。ガラスは、硬脆材料の特性から、穴あけにおいてコバカケや割れが発生する。また、高硬度であるために、短い工具寿命による工具コスト、低送りによる生産能率などにも課題を残す。

本技術開発では、コバカケの小さな工具先端形状、コバカケ、工具寿命などに影響を及ぼす切りくず排出性を考慮したチップポケット工具を開発し、また、液中に超音波振動を付与することにより生じるキャビテーションの援用により切りくずの排出性を向上させた板ガラスの高精度・高能率穴あけ技術を確立する。さらに、既存の穴あけ機にこれら2つの技術を応用した専用機の開発を目指す。

2 チップポケット付工具の開発

開発した工具を図1に示す。穴あけにおいて貫通時のコバカケを抑制するために、先端形状は半球状とした。また、台金の軸部および先端部の3方向をそぎ落とし、穴あけ時に発生する切りくずの収容部分（チップポケット）を設けた。本台金にダイヤモンド砥粒を電着し専用工具とした。

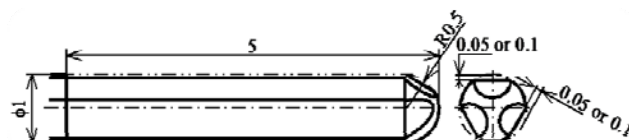


図1 チップポケット付工具の概要



図2 超音波キャビテーション付与装置の概要

3 超音波キャビテーション付与装置の開発

図2に超音波キャビテーション付与装置の概要を示す。装置は発振器と振動ホーンからなり、共振周波数48kHzで振動するホーン先端部の最大振幅は3 μ mである。また、振動ホーンは中空になっており、工作機械の回転主軸および工具がこの中を貫通するように設置し穴あけが行われる。本装置を穴あけに応用することで、加工穴内部でキャビテーションが発生し、切りくず排出を促すとともに切りくずによる目詰りを抑制する。

*電子機械課, **徳島大学, ***坂東機工(株)

4 実験方法

開発したチップポケット付工具および超音波キャビテーション付与装置を用いて板ガラスに対する貫通穴あけを行った。板ガラスには板厚 2.8mm のソーダライム系ガラスを用いた。チップポケット付工具は 3 方向のそぎ落とし部の幅を 0.05mm および 0.1mm とし工具形状における出口部のコバカケについて評価した。また、超音波キャビテーション援用加工法では、円柱形状のダイヤモンド電着工具を用いたヘリカル送り加工について、工具損傷およびスラスト抵抗を評価した。

5 実験結果および考察

5・1 チップポケット付工具による穴あけ

図 3 にチップポケット工具のそぎ落とし幅と板ガラス出口部のクラック幅の関係を示す。穴あけ数 50 穴の範囲において、そぎ落とし幅 0.1mm とチップポケットサイズを大きくした方がクラック幅は小さく、またばらつきも少ないことが確認できた。また、図 4 に加工終了後の工具先端部の拡大像を示す。そぎ落とし幅 0.05mm ではチップポケット部に切りくずの溶着が確認でき、切りくずの溶着がスラスト力を増加させ、出口部のクラック幅を大きくさせたと考えられる。

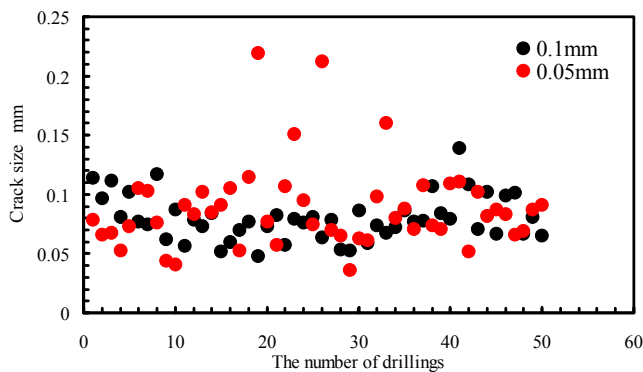
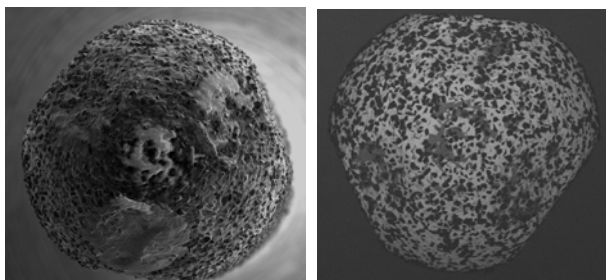


図 3 チップポケットサイズとクラック幅の関係



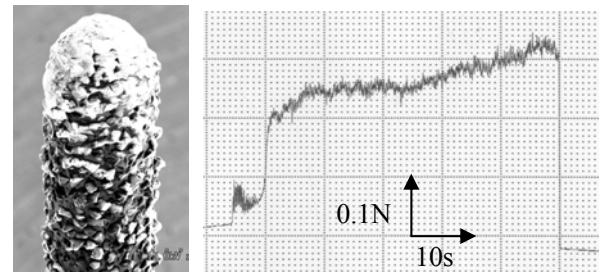
(a) 0.05mm (b) 0.1mm

図 4 チップポケットサイズによる切りくず付着

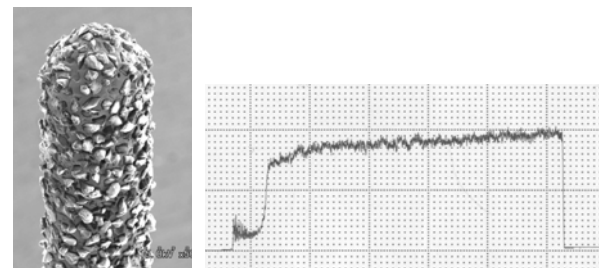
5・2 超音波キャビテーション付与装置による穴あけ

図 5 にヘリカル送りサイクルによる穴あけ後の工具概要と加工時のスラスト波形を示す。通常加工法では、工具先端部に切りくずの目詰りが顕著であり、また、加工穴が深くなるにつれスラスト力が上昇する。一方、超音波キャビテーション援用法では、目詰りは確認できず、スラスト力も前者の半分程度に減少する。

ダイヤモンド電着工具による板ガラスの穴あけでは、切りくずは粉状になり、切りくず排出がスムーズに行えない場合目詰りに陥る。特に、排出の困難である穴あけでは、目詰りにより急激にスラスト力が上昇し工具折損に至る。本加工法では、超音波キャビテーションによる切りくず排出効果が良好で、さらに、目詰りを抑制することにより安定した加工が持続できるものと考えられる。



(a) 通常加工法



(b) 超音波キャビテーション援用法

図 5 穴あけ後の工具と加工時のスラスト波形

6 まとめ

硬脆材料である板ガラスのダイヤモンド電着工具による穴あけでは切りくずは粉状になり、切りくず排出がスムーズに行えない場合、スラスト力の増加により大きなコバカケが発生する。チップポケットおよび超音波キャビテーションは切りくず排出を促し、切りくずの凝着抑制、スラスト力低下およびクラック幅の減少に寄与することが確認できた。