

市販の電動振動ドリルによるパーティクルボードの穴あけ加工

濱本 和敏(日大生物資源)

Abstract: This paper reports on an experimental study conducted to confirm whether the hole drilling performance improvement effects of the addition of vibration, which had been confirmed in a past study in which a low-frequency vibration drill had been used to drill holes in wooden and wood-based work pieces, can also be achieved when commercially-available electric vibration drills are used to drill holes in particleboards.

Analysis of the results of the experiments shows that sufficient hole drilling performance improvement effects can be achieved with commercially-available electric vibration drills and that the hole drilling performance improvement effects are similar to those achieved in the past study, including a reduction in the resistance applied on the drill bit by the work piece during drilling (thrust, torque), a reduction in the drill bit tip temperature during drilling, a reduction in the abrasion of the drill bit tip due to drilling and an improvement in the dimensional accuracy (diameter) of drilling.

Key word: electric vibration drill, drilling, particleboard

要旨: 本報告では、これまでの木材および木質材料の低周波振動ドリルによる穴あけ加工に関する研究で得られた振動付加効果が、市販の電動振動ドリルを使用して、パーティクルボードの穴あけ加工を行った場合にも、同様な付加効果が得られるかどうかについて実験的に検討した。

その結果では、市販の電動振動ドリルの場合においても、ドリル刃の切削抵抗(スラスト, トルク)の低減効果をはじめ、ドリル刃先の切削温度および刃先摩耗量の低下、さらには加工穴径の加工精度の向上など、これまでと同様の振動付加効果が得られ、穴あけ加工性能の向上が十分に期待でき、その有効性があることを実験的に確認することができた。

キーワード: 電動振動ドリル, 穴あけ加工, パーティクルボード

I はじめに

筆者は、従来の穴あけ加工の加工性能を改善させる試みとして、加工時に低周波振動エネルギーを利用した振動ドリルによる木材および木質材料の穴あけ加工についての基礎研究(1-3)を継続してきた。これまでの研究成果では、慣用(無振動)穴あけ加工に比べ、振動穴あけ加工ではドリル刃の切削抵抗の軽減をはじめ、刃先の温度および刃先摩耗量がともに低下するなどの振動付加効果が認められ、その有効性のあることが確かめられた。

本報告では、木材や木質系材料などの穴あけ加工に、広く使用されている市販の電動振動ドリルに着目して、木質材料の穴あけ加工を行い、この場合においてもこれまでと同様の振動付加効果が得られるかどうかについて、実験的に確認しようとした。実験では市販の電動振動ドリルにより、パーティクルボードの連続穴あけ加工を行い、この時の穴あけ加工特性であるドリル刃の切削

抵抗、刃先温度、刃先摩耗量および加工穴径についてそれぞれ測定し、無振動穴あけ加工と比較検討した。

II 実験方法

1. 実験装置 実験装置の概観とその概略図を図-1に示す。装置は、試作した自動可変送り装置①と市販のドイツ製電動振動ドリル(SbE655型)②から構成されている。図において、自動可変送り装置付きスタンド③の上部に取り付けた電動振動ドリルを一定の速度で降下させ、スタンド直下に設置した作業台上④の回転切削動力計に固定した加工材を穴あけ加工する方式である。従って、本実験での穴あけ加工の振動付加方向は、ドリルの加工方向と同一(縦)方向になる。なお、供試電動振動ドリルは、その振動機構がラチェット方式で消費動力705W、最大振動数800Hzそして総重量2.3kgである。

2. 供試ドリルおよび加工材料 実験に使用したドリルは、

Kazutoshi HAMAMOTO (Coll. of Bioresource Sci., Nihon Univ., Kanagawa 252-8510)

Drilling in particleboards using commercially available electric vibration drills

市販の直径 5mm, ドリル刃角 113°, 全長 93.5mm のストレートシャンクドリル (材質 HSS) を供試した。

供試加工材料には, 平均気乾密度 0.63 g/cm³, 平均含水率 12.5% の 3 層パーティクルボード (厚さ 20mm のものを 2 枚接着剤で張り合わせ, 厚さ 40mm, 幅 35mm, 長さ 150mm の寸法) を用いた。

3. 実験条件と測定方法 実験では, 上記の実験装置を用い, 加工材のパーティクルボード厚さ 40mm に対して厚さ方向に 30mm の盲穴を連続的に加工個数 1000 個 (穴あけ加工量) の穴あけ加工を行い, 所定穴あけ加工量毎にドリル刃の切削抵抗, 刃先温度, 刃先摩耗量および加工穴径をそれぞれ測定した。

採用した穴あけ加工条件は, ドリルの振動数 (衝撃回数) 800Hz, ドリル回転数 1000rpm と 2400rpm の 2 種類, ドリル刃の降下速度 (送り速度) 24cm/min 一定である。従って, ドリル一回転当たりの送り量は, 0.10mm/rev と 0.24mm/rev になる。

穴あけ加工時の切削抵抗の測定は, 加工材の下部に設置した回転切削動力計 (AST 式) により, 所定穴あけ加工量毎にスラストおよびトルクの両分力を動ひずみ計を介して検出し, レコーダに記録した。抵抗値は, 得られた切削抵抗波の最大高さをもって測定値とした。

ドリル刃の温度の測定は, 既報 (1) と同じく簡易法として, 所定穴あけ加工量毎にドリルの回転停止直後のドリル刃の温度を携帯用熱電対式温度計により, その表面温度を測定した。

ドリル刃の摩耗量の測定は, ドリル刃の先端より一定の距離にダイヤモンド工具により予め基準線を設定しておき, 所定穴あけ加工量毎に測定顕微鏡により, ドリル先端から基準線までの後退量を測定し, その累積摩耗量を求めた。加工穴径の測定は上記と同じ測定顕微鏡により, 加工穴の長径と短径をそれぞれ測定した。

III 実験結果および考察

1. ドリル刃の切削抵抗 1000rpm および 2400rpm の両ドリル回転数の場合における穴あけ加工量 (穴あけ加工個数) に伴う, 無振動および振動の両振動穴あけ加工でのドリル刃の切削抵抗であるスラストおよびトルクの両分力の変化の測定結果をそれぞれ図-2 と図-3 に示す。

図からスラスト, トルクの両分力の変化は, 2 種類のドリル回転数の場合とも, また, 無振動および振動の両振動穴あけ加工とも若干の実験値のバラツキを示すが, 穴あけ加工量の増加に伴って増加している。この場合, 両分力のうちスラスト (図-2) が, トルク (図-3) に比べて穴あけ加工量の増加の変化に伴う増加率が大き

い。また, 図から明らかなように, 振動穴あけ加工では, 穴あけの最初から最終の 1000 個に至る加工量までスラスト, トルクの両分力とも無振動穴あけ加工に比べ, 常に小さい抵抗値を示し, しかも無振動穴あけ加工との差異は穴あけ加工量の増加とともに大きくなり, 振動付加効果が顕著に認められる。

2 種類のドリル回転数での穴あけ加工量の変化に伴う, スラスト, トルクの両分力の経過曲線は, 無振動と振動の両振動穴あけ加工ともほぼ類似した傾向を示している。ただ, 本来であると本実験のように一定のドリル送り速度では, ドリル回転数が大きくなるほど一回転当たりの送り量が減少するため, ドリル回転数 2400rpm が 1000rpm よりも小さい抵抗値を示すはずである。しかし, 本研究の結果では, 両分力および両振動穴あけ加工の違いによって多少異なった傾向を示すなど, 両ドリル回転数の違いによる明確な抵抗値の差異は観察されない。

両図が示すように, また, 筆者の (1-3) これまでの研究結果で得られたと同様, 電動振動ドリルによる穴あけ加工の場合においても振動付加効果が顕著に認められる。このように, 穴あけ加工量の増加, すなわち, 長期間にわたって振動による切削効果が発揮される理由としては, 次のように説明できる。ドリルの軸方向に低周波振動が付加されることにより, ドリル刃先の運動が回転方向に正弦曲線的な曲面となるので, 切削面に対するドリル刃先のすくい角と逃げ角, さらに切削速度が絶えず周期的に変化 (4) することになる。これらのことが要因となって切り屑形状に変化をもたらし, 切り屑の排出が容易になり切り屑づまりが抑制され, このことが両抵抗値の減少に好影響を与えた結果と考察される。さらにまた, 軸方向に振動が付加されることにより, 穴あけ加工側面とドリル刃表面の間の摩擦の減少も効果的に作用しているものと推察される。

2. ドリル刃の表面温度 図-4 は前図同様, 1000rpm および 2400rpm の両ドリル回転数での無振動および振動の両振動穴あけ加工における穴あけ加工量に伴う, ドリル刃の表面温度の変化である。

両ドリル回転数での両振動穴あけ加工における穴あけ加工量に伴う, ドリル刃先の表面温度は, 前項の切削抵抗のトルクの変化曲線と類似した傾向を示しており, 穴あけ加工初期から加工量約 200 個前後までは増加率がやや大きく, その後は加工量の増加とともに漸増の傾向が認められる。この傾向は, 両ドリル回転数での無振動穴あけ加工でその傾向が強いようである。

また, 同図から注目されることは, 両ドリル回転数とも振動穴あけ加工でのドリルの刃の表面温度の低下現

象が認められ、全ての穴あけ加工期間を通じて無振動穴あけ加工よりも常に低い表面温度を示している。この結果のように、振動付加によりドリル刃先の切削抵抗および表面温度の低減効果もたらされることは、次項のドリル刃先の摩耗にも好影響を与えるものと思われる。

1000rpmと2400rpmの両ドリル回転数における刃先温度の違いを見ると、振動穴あけ加工では両ドリル回転数の間でのその差異はほとんど観察されない。これに対し、無振動穴あけ加工の2400rpmのドリル回転数では、1000rpmのドリル回転数よりも2.4倍のドリル周速度になるためか、その分だけ全加工期間を通してやや高いドリル刃先の表面温度を示したものと考えられる。

3.ドリル刃先の累積摩耗量 両ドリル回転数における無振動および振動の両振動穴あけ加工での穴あけ加工量に伴う、ドリル刃先の累積摩耗量の変化を図-5に示す。

ドリル刃先の累積摩耗量は、図のように無振動と振動の両振動穴あけ加工とも、これまでのドリルの摩耗実験(5)でも知られているように、穴あけ加工量の増加に伴って増加している。このドリル刃の累積摩耗量の変化曲線は、穴あけ加工の最初から穴あけ加工量約200個前後までの比較的急に増加する初期摩耗領域と、その後の加工量の増加とともに漸次増加する定常摩耗領域に区分することができる。この結果は、切削抵抗のトルクの変化曲線や刃先温度の変化曲線にかなり類似しており、このことは振動穴あけ加工より無振動穴あけ加工で著しい。そして、ドリル刃先の累積摩耗量は、振動付加効果により上記の両摩耗領域を通じて、無振動穴あけ加工よりも小さく、刃先摩耗の抑制効果が認められる。

振動穴あけ加工でドリル刃先の摩耗が抑制される要因としては、上記のドリル刃の切削抵抗およびドリル刃の表面温度の低減効果がドリル刃の摩耗の抑制効果に好影響を与えた結果と結論される。このように、刃先摩耗量が抑制されることは、工具寿命の立場からも有効であるだけでなく、加工穴の寸法精度にも好影響をもたらすものと予想される。

4.ドリルの加工穴径 最後に加工されたドリル加工穴径の測定結果であるが、その測定例としてドリル回転数2400rpmの場合における、無振動および振動の両振動穴あけ加工での穴あけ加工量に伴う、加工穴の長径と短径のそれぞれの変化を図-6に示す。

図から無振動穴あけ加工では、長径と短径とも穴あけ加工量の増加に伴って、次第に減少する傾向で、しかも長径と短径値の差異も大きくなっている。これに対し、振動穴あけ加工では、全ての加工期間を通して長径と短径の変化がほとんど認められず、ほぼ一定値を示し安定

した加工穴径となっている。その上、長径と短径値の差異も無振動穴あけ加工に比べてかなり近い値で真円に近く、加工精度の面からも良い結果をもたらしている。これらの結果は、振動穴あけ加工でドリル刃先の摩耗が抑制されているという前項の測定結果を裏付けている。

IV まとめ

本研究では、市販の電動振動ドリルによるパーティクルボードの連続穴あけ加工の際においても、これまでと同様の振動付加効果が認められるかどうかについて実験的に検討し、次の結果を得た。

- 1) 振動穴あけ加工では、穴あけ加工量(穴あけ加工個数)に伴う切削抵抗(スラスト、トルク)および刃先温度の変化は、ともに類似した変化曲線を示し、加工量の増加に伴って増加するが、慣用(無振動)穴あけ加工に比べて常に小さい値を示し、その増加率も比較的小さい。
- 2) 穴あけ加工量に伴うドリル刃先の累積摩耗量の変化は、穴あけ加工量の初期で比較的急に増加する領域と、その後加工量の増加に伴って漸増する領域とに区分できる。この両領域を通じて振動穴あけ加工の摩耗量は、無振動穴あけ加工のそれよりも小さい。
- 3) 穴あけ加工量に伴う加工穴径(長・短径)の変化は、無振動穴あけ加工では加工量の増加とともに徐々に減少し、長・短径値の差異も大きくなる傾向を示す。これに対し、振動穴あけ加工では、全ての加工期間を通じて長・短径値の変化が少なく、また、長・短径値の差異も無振動穴あけ加工に比べてかなり小さい。

以上の結果が示すように、市販の電動振動ドリルを使用したパーティクルボードの穴あけの場合においても、穴あけ加工性能の向上が十分期待できることを実験的に確認することができた。

引用文献

- (1) 濱本和敏(1995)低周波振動ドリルによる木材の穴あけ加工. 木材工業 50(6):260~265.
- (2) 濱本和敏(1995)低周波振動ドリルによる木材の穴あけ加工. 日林関東支論 47:129~132.
- (3) 濱本和敏(1997)低周波振動ドリルによる木材および木質材料の穴あけ加工. 日大農獣医学部学術研究報告 54:1~9.
- (4) 足立勝重(1979)振動ドリルによる穴あけ加工法. 機械の研究 31(11):44~50.
- (5) 番匠谷薫・森 稔(1980)木材および木質材料の穴あけ加工における工具寿命. 木材学会誌 26(2):74~80.

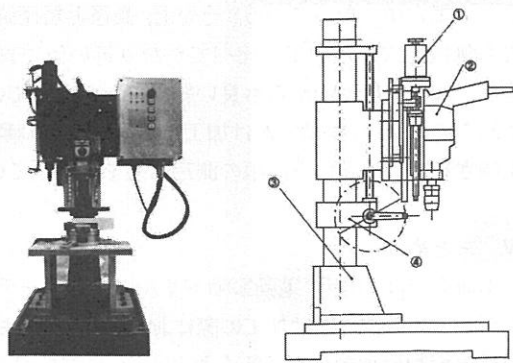


図-1. 実験装置の概観と概略図

- ①自動可変送り装置, ②電動振動ドリル, ③送り装置付スタンド, ④作業台

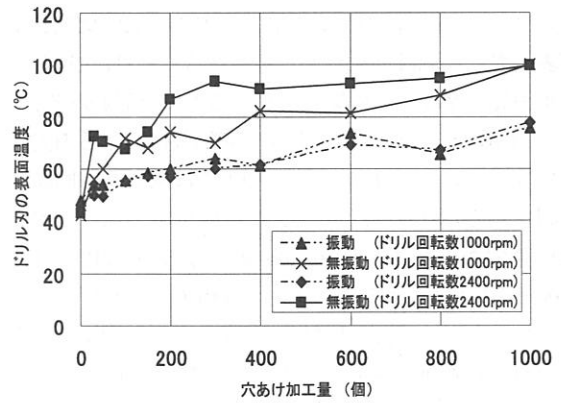


図-4. 穴あけ加工量とドリル刃の表面温度の関係

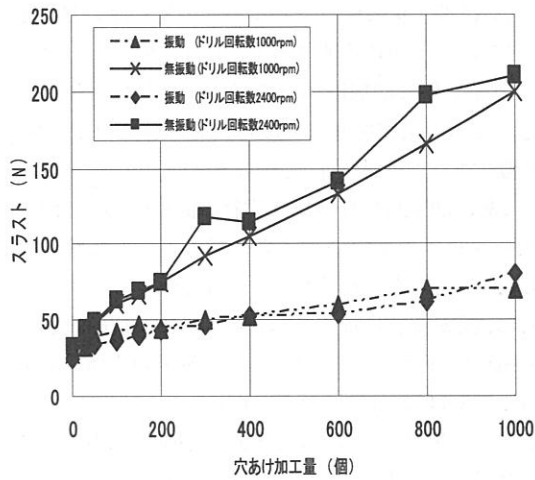


図-2. 穴あけ加工量とドリルの切削抵抗(スラスト)の関係

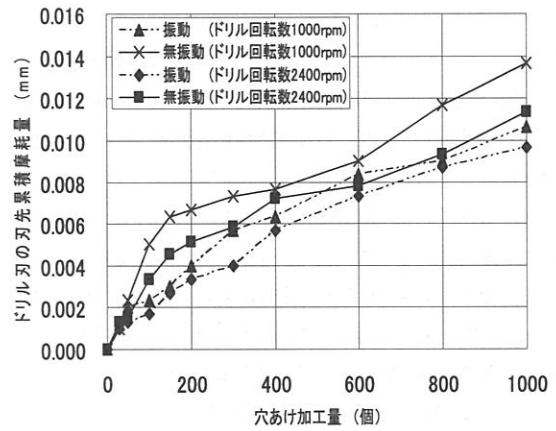


図-5. 穴あけ加工量とドリル刃の刃先累積摩耗量の関係

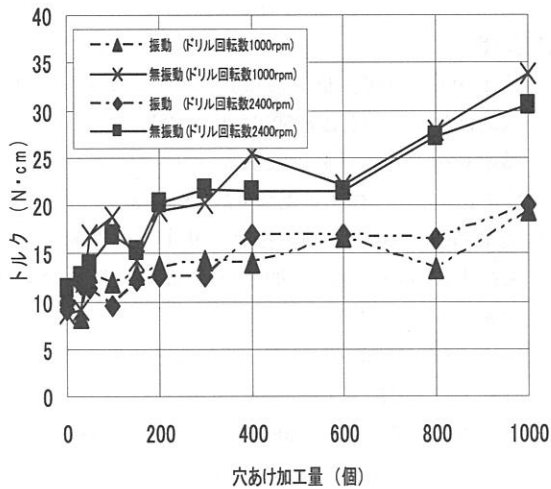


図-3. 穴あけ加工量とドリルの切削抵抗(トルク)の関係

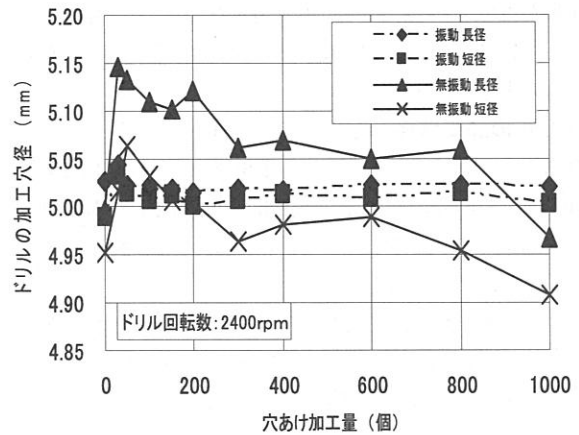


図-6. 穴あけ加工量とドリルの加工穴径(短径, 長径)の関係