

全方向移動小型加工ロボットを用いた基礎加工実験と評価

日本大学大学院 ○大山仁, 日本大学 溝口知広, 小林義和, 白井健二

要旨

本研究では、大型被削材への表面テクスチャ及びレリーフの加工を目的として、全方向移動可能な小型加工ロボットを開発した。本報告においては、このロボットを用いてのこぎり波形状の加工により、斜め移動時における加工精度の評価をした。精度評価の指標として辺の長さや角度に注目し、その精度を検証した。

1. 緒言

近年、建築物やインテリアなどには表面テクスチャやレリーフが付加されている。これらの加工は視覚的な付加価値を向上させ、意匠性が高くなる効果がある。従来、表面テクスチャもレリーフも人の手により作成されていた。しかしながら、これらは熟練した技術が必要である。また、再現性に問題がある。機械加工の高精度化により、上述の問題が解決されてきている[1]。しかしながら、これらの方法においては、例えば、1000mm×1000mm程度の大型の被削材に対して、人の手により表面テクスチャ及びレリーフ加工する場合、多大な時間と労力を要求される。また、機械加工においては、被削材の大きさに対応した大型の加工機が必要とされる。この加工機を導入するためには加工機用のスペースと高コストが要求される。

そこで、本研究においては、平面の大型被削材を対象に、低コストで加工可能な小型ロボットを開発した。今回、対象とする加工はローレリーフと呼ばれる素材を微小に切り込む平面的な浮き彫り加工である。表面テクスチャはミリメートルオーダーのものを対象としているので、目標誤差を1mm以内に設定している。オムニホイールを用いた全方向移動可能なロボットにスピンドルと工具を搭載させることにより、上述の目的について検証した。また、開発した加工ロボットを用いて加工精度に関する実験を行い、本ロボットシステムの機能及びその有用性を評価した。

2. 全方向移動小型加工ロボットの概要

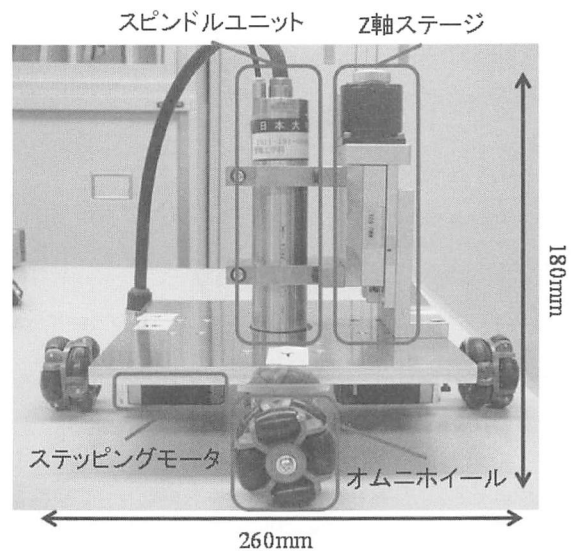
2.1 開発したロボットの構成

開発したロボットの本体寸法は、図1に示すように、縦260mm、横260mm、高さ180mmである。車輪は4輪でオムニホイールを用いる。オムニホイールは車輪の円周方向に回転可能なローラが複数装着されており、前後のみならず左右にも動作可能な特殊な車輪である。この車輪は各々独立して動作でき、中心に向かって90度間隔で設置することにより、種々の合力が生成され、全方向への移動が可能となる。またZ軸ステージにスピンドルユニットを固定し、これに工具を装着する。工具にはエンドミルを使用する。このロボットを被削材上で動作させることによって、加工を行う。

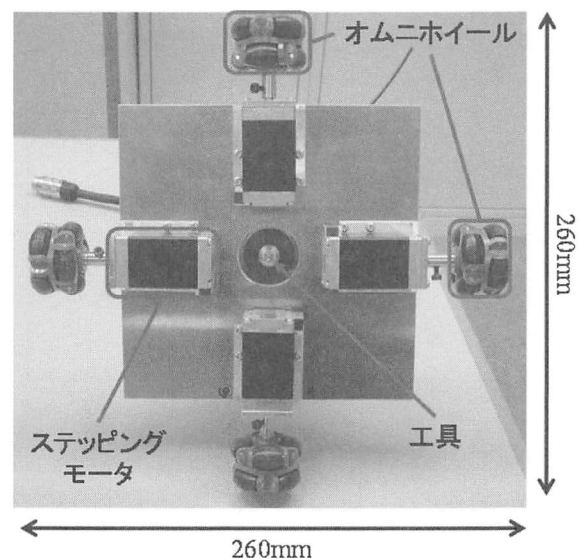
2.2 システム構成

全方向移動ロボットのシステム構成を図2に示す。制御用PCによって制御できるのは、コントロールボードとモータドライバを介して接続されているステッピングモータ、RS-232Cを使用しコントロールユニット(CU)との接続を確立させたZ軸ステージの2つである。スピンドルにおい

ては個別のコントローラーで手動により操作する。ロボットの動作は、1mmの単位の座標を手動により入力し、移動を行っている。



(a) 側面



(b) 下面

図1 開発したロボットの構成

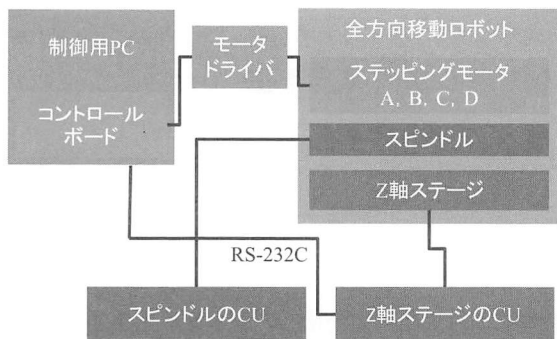


図2. システムの構成

3. 加工精度検証実験と評価

3.1 加工実験

加工精度検証実験として、直線加工をし、それについては十分に有効であった[2,3]. 今回は斜め移動時における精度の検証を行った. 被削材としてケミカルウッド, エンドミルはR1mmのボールエンドミルを使用した. 切り込み深さは0.5mm, スピンドルの回転速度は30,000rpm, 移動速度を約19.6mm/sに設定し, のこぎり波形状の加工を行った. のこぎり波形状の寸法を図3に示す. 図3に示すように四角で囲った1つの波を1とし, 計14回加工を行った. 加工結果の一部を図4に示す. 目視で斜め移動始動時と斜め加工途中に歪みが発生していることがわかる.

3.2 加工精度の計測方法

図4に示すように, 辺1, 辺2, 幅, 角と分類し計測を行った. 計測方法として, フリーソフトの“三点式計測器”を使用した. 画像中に基準となる定規などで基準値を決め, そこから, 指定した3点の位置から長さ, 角度を計測するソフトである. 今回は, 画像中の定規を基準値として, 工具中心となる部分にポイントを置き計測した. 計測結果の平均, 平均絶対誤差, 誤差率, 標準偏差を表1に示す.

3.3 評価と考察

計測結果から, 辺の長さの平均絶対誤差は0.5mm以内となった. 角度の平均絶対誤差は, 1 deg. 以内となったが, 誤差率や標準偏差の値を辺の長さと比較すると, 値が少し大きく, ばらつきがある. 平均絶対誤差が最初の日標値である1mm以内であり, 角度も1 deg. 以内から, 数値的に十分な結果を得られた. しかしながら, 図4から判断すると目視では, 十分な結果とはなっていない. これは, 斜め移動の始点と終点はほぼ正しい位置にあるが, 途中経過が良くないということを示している. この原因として考えられることは, ロボット本体に搭載されているZ軸ステージが片側にだけ乗っているため, オムニホイールにかかる負荷にばらつきが生じているためである.

4. 結言

4.1 結論

大型被削材へのテクスチャ及びレリーフ加工を目的に開発した全方向移動小型加工ロボットを用いた加工精度に関する実験と評価を行い, 以下の結論を得た.

- (1) 平均絶対誤差において, 辺の長さ0.5mm以内, 角度1 deg. 以内と設定した日標値以内の誤差値を得た.
- (2) 斜め移動始動時と途中に歪みが発生した. これはロボットのバランスが悪いため, 各オムニホイールにかかる負荷にばらつきが生じたためである.

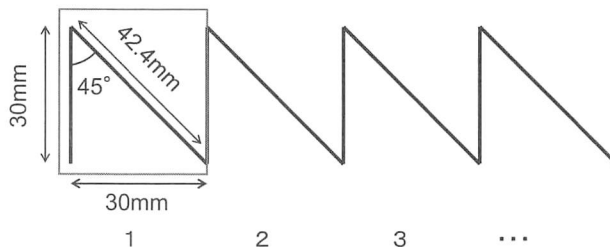


図3 目的とする加工形状

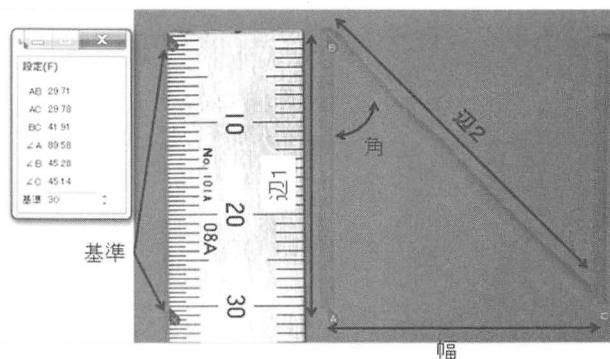


図4. 加工結果の一部

表1. 計測結果

	辺1	辺2	幅	角
平均	29.53 mm	41.97 mm	30.08 mm	45.93 deg.
標準偏差	0.37 mm	0.30 mm	0.39 mm	0.86 deg.
平均絶対誤差	0.47 mm	0.44 mm	0.28 mm	0.94 deg.
誤差率	1.55 %	1.04 %	0.95 %	2.09 %

4.2 今後の課題

- (1) Z軸ステージと同じ重量の物体を逆側にのせることにより, 本体のバランスをとり, 斜め移動時の加工の精度検証を再度行う.
- (2) 切り込み深さの計測を行う.
- (3) 現在, 直線のみに対応なので, 直線だけでなく曲線加工についても検討する.

参考文献

- [1] Y.Kobayashi, K.Shirai, M.Sato, K.Tozawa : Development of Surface Texturing System by Mechanical Machining, ASPE, 2004.
- [2] 大山仁, 溝口知広, 小林義和, 白井健二: 全方向移動加工ロボットの開発, 2012年度精密工学会春季大会学術講演論文集.
- [3] H.Oyama, T.Mizoguchi, Y.Kobayashi, K.Shirai : Development of Omni-directional Miniature Robot for Machining, euspen, pp.503-506, 2012.