ロボットによる空間構成法における切削加工法に関する研究

ケミカルウッド製ピースのコネクター部切削実験

Research on Milling of Connections in Space Composition Method by Robot Chemical Wood Milling Test for Connector of Pieces

白髮 誠一

大阪工業大学ロボティクス&デザイン工学部空間デザイン学科 構造デザイン研究室 教授

1. はじめに

本研究は、ロボットを用いた空間構造の構築において必要となる部材の接合について、嵌合接合部の切削加工に最適なロボットの制御方法を得ることを目的としている。2020年度において筆者¹⁾は、ケミカルウッドを用いた一方向の切削実験を行い、写真1に示すようにロボットアームの剛性の高い方向に対し、切削面を直交させることで切削面の粗さを抑えることが可能であることを示している。

2021年度の研究では、三次元ジグソーパズルのコネクター部を対象に曲面の切削実験を行い、ケミカルウッドの硬さおよびロボットの姿勢が切削面の精度に与える影響について調べている。

2. 実験

図 1 に供試体の寸法とコネクターの形状を示す。凸型コネクターを対象とし、寸法は $20\text{mm} \times 50\text{mm} \times 100\text{mm}$ で、ロボットハンドによる掴み代は 75mm である。図 2 に切削姿勢を示す。切削方法は、文献 1)と同様に超硬カッターを取り付けたハンドグラインダを固定してロボットアームの先端に取り付けた供試体を切削する。ロボットアームは xArm6 (6 軸垂直多関節、可搬質量 5kg、最大リーチ 700mm、UFACTORY 社製)を使用している。

超硬カッターに対して供試体を水平にして切削する姿勢を図2a) に示す水平方向,切削面が常に垂直になるよう供試体を回転させる姿勢を図2b) に示す回転姿勢とする。供試体は,仕上面より2mm外側まで粗削りを行った後に切削加工を行う。

粗削りは、表 1 に示すようにロボットアームによる送り方向は Z 方向(鉛直方向)、姿勢は水平姿勢で送り速度を 3mm/sec とした。切削深さは 1.5mm である。

切削加工は、表 2 に示すようにロボットアームによる送り方向を鉛直方向、ロボットアームの姿勢は水平方向と回転方向で送り速度は 1,3mm/sec と設定した。ハンドグラインダの回転数は 20200min⁻¹ とする。ケミカルウッドは比重 0.6 のMB0600 と比重 0.8 のWB0801 の 2 種類を使用している。供試体名は、以下に示すルールに従っている。

V H 20 1 M

1 2 3 4

①送り方向 V:鉛直方向 ②ロボット姿勢 H:水平姿勢

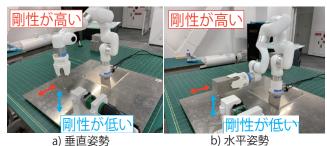
R:回転姿勢 ③ハンドグラインダ回転数 20:20200[min⁻¹]

④送り速度 1:1[mm/sec] 3:3[mm/sec]

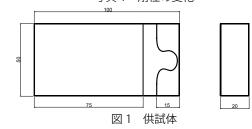
⑤ケミカルウッド M: MB0600 W: WB0801 Seiichi Shiraga

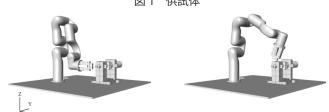
Professor, Structural Design Laboratory,

Dept. of Design and Architecture, Osaka Institute of Tecnology



ェニタン ~ 写真 1 剛性の変化





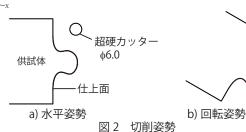
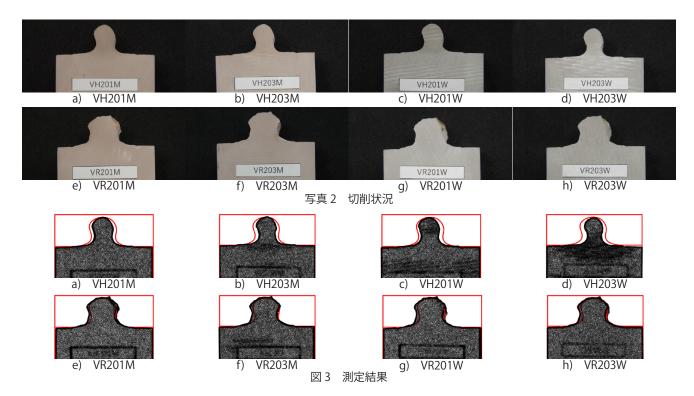


表 1 粗削り 切削条件

ロボットアーム姿勢	水平	
送り方向	鉛直方向	
送り速度 [mm/sec]	3. 0	
切削深さ [mm]	1. 5	
ハンドグラインダ回転数 [min ⁻¹]	20200	
·		

表 2 供試体一覧

No.	供試体	送り方向	ロボット姿勢	回転数	送り速度	材料
NO.	大田八年	送り万円	ロホット安労	[min ⁻¹]	[mm/sec]	
1	VH201M	٧	Н	20200	1	M
2	VH203M	٧	Н	20200	3	М
3	VR201M	٧	R	20200	1	М
4	VR203M	٧	R	20200	3	М
5	VH201W	٧	Н	20200	1	W
6	VH203W	٧	Н	20200	3	W
7	VR201W	٧	R	20200	1	W
8	VR203W	٧	R	20200	3	W



3. 実験結果

写真 2 に実験後の供試体を示す。いずれの供試体の切削も精度の低い結果となった。各供試体について、3D スキャナ (SCAN in a BOX、システムクリエイト社製)で切削面の測定を行った。図 3 に、3D スキャナで測定した結果を示す。図中の赤線は設定した仕上面を示している。図 3 a) \sim d) に示す水平姿勢では切削面は仕上面の内側まで削り過ぎる結果になっており、図 3 e) \sim h) に示すの回転姿勢では切削面は仕上面に達しておらず仕上面の外側になる結果となった。

図 4 に仕上面と切削面の関係を示す。横軸は仕上面を 50 分割した位置を表し、縦軸は仕上面に対する切削面の深さ Z[mm] を表している。水平姿勢 VH では、表面粗さの推移は $-2.64mm\sim0.33mm$ となり、回転姿勢 VR では $-0.97mm\sim2.21mm$ となった。

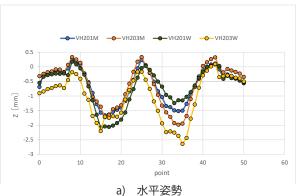
表3に計測結果の一覧を示す。変動係数は、水平姿勢で-1.20~-0.74、回転姿勢で1.66~1.89となった。回転姿勢では、水平姿勢に比べて姿勢変化が大きくロボットの各関節の回転量も大きくなる。姿勢変化が大きいことが精度の低下に影響していると考えられる。

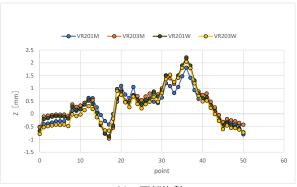
4. 結論

ロボットアームによる切削実験を行った結果,ロボットの姿勢変化に伴い精度が低下する結果となった。強度と剛性の高い材料に対して精度の高い切削加工を行うことは,ロボットアームの仕様は適していないことが明らかとなった。今後は,高い精度が要求されないデザイン領域へのロボティクスの導入について検討を行う予定である。

【参考文献】

1) 白髪誠一:ロボットによる空間構成法における接合法に関する 基礎的研究 三次元ジグソーパズルの切削加工におけるロボット アームの姿勢による影響,公益社団法人トランスコスモス財団, 2020 年度調査研究助成成果報告書, 2021 年





b) 回転姿勢 図 4 姿勢ごとの表面粗さ 表 3 計測結果

供試体	平均[mm]	標準偏差[mm]	変動係数
VH201M	-0. 61	0. 59	-0. 97
VH203M	-0. 59	0. 71	-1. 20
VR201M	0. 32	0. 60	1. 89
VR203M	0. 42	0. 70	1. 66
VH201W	-0. 67	0. 64	-0. 96
VH203W	-1.02	0. 75	-0.74
VR201W	0. 34	0. 73	2. 12
VR203W	0. 23	0. 74	3. 26