

CNC 工作機械における ISO14649 を用いた荒加工・仕上げ加工に関する研究

北海道大学 大学院情報科学院 ○北井洋人, 田中文基, 小野里雅彦

要旨

従来, CNC 工作機械による加工時には ISO6983 で規定される NC データが利用されてきたが, ISO6983 の問題点を解決する新しい規格 ISO14649 が提案されている. ISO14649 に基づき記述される NC データを用いる場合, 従来の研究では荒加工・仕上げ加工プロセスを含む加工を行うことができなかった. 本研究では, 仕上げ加工時の工具経路生成時に荒加工工程の情報を参照することにより, 荒加工・仕上げ加工プロセスを含む加工を可能とする.

1 はじめに

CNC(Computerized numerical control)工作機械を制御するために ISO 6983 で規定される NC (Numerical Control)データが利用されている. しかし, NC データから加工内容を把握することはできず, データの修正は難しい. これを解決するため ISO 14649[1]が提案されたが, ISO14649 データを直接処理できるコントローラが存在しないため, 未だに加工現場では NC データが主流となっている. そこで, ISO14649 データを利用し, 工作機械を制御する研究が行われてきた[2][3]が, 従来の研究では荒加工・仕上げ加工プロセスの加工を行うことはできていなかった. 本研究では荒加工・仕上げ加工プロセスを記述する ISO14649 から工具経路を生成, ISO6983NC データに変換するシステムを開発することを目的とする. また, ISO14649 データから変換される NC データと, 加工順を修正し変換される NC データの 2 つについて実加工結果を比較し, 荒・仕上げ加工単位での加工順の変更が容易に行うことができることを示す.

2 ISO14649 から NC データへの変換

2.1 Workplan のデータ構造

ISO14649 において加工手順はエンティティ Workplan で示される. Workplan のデータ構造を図 1 に示す. Workplan は, 属性 its_elements L[0:?] で示される加工順を構成する要素のエンティティ Workingstep から構成され, Workingstep は, 属性 its_feature で示される加工対象の形状である形状特徴, 属性 its_operation で示される加工方法の情報を持つ. Machining_operation 以降の部分については, 2.3 にて示す.

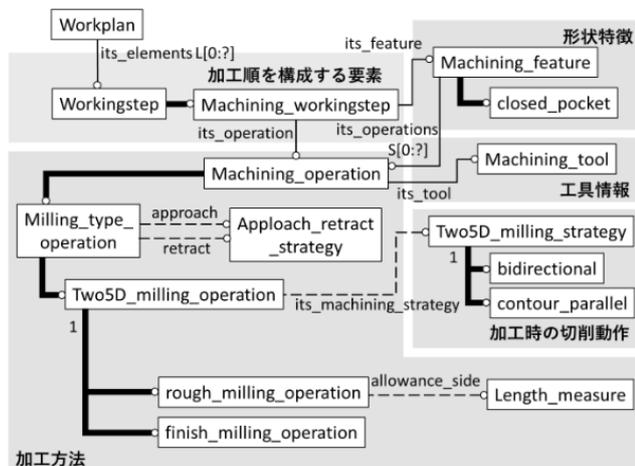


図 1 Workplan のデータ構造

2.2 ISO14649 データから NC データへの変換

ISO14649 データから NC データへ変換する手順を図 2 に示す. エンティティ workingstep から加工形状を示すエンティティ Machining_feature と加工方法を示すエンティティ Machining_operation の情報を抽出し, 工具経路を生成する. 各 workingstep における工具経路を生成した後, 工具経路から NC データを作成する.

2.3 工具経路の生成

2.3.1 ISO14649 における加工動作の構成

ISO14649 における加工動作の構成を図 3 に示す. 加工動作は加工作業開始点から切削開始点まで工具を降下させる動作である approach, 加工形状の切削を行う動作である Two5D_milling_strategy, 切削終了点から工具を引き上げる動作である retract の 3 つから構成される. 図 1 に示すように, 工具の降下動作を示す属性 approach, 工具の上昇動作を示す属性 retract の 2 つはエンティティ Milling_type_operation における属性であり, 動作の詳細はエンティティ Approach_retract_strategy により指定される. 加工形状の切削動作は, エンティティ Two5D_milling_operation における属性 its_machining_strategy によって示され, エンティティ Two5D_milling_strategy によって指定される.

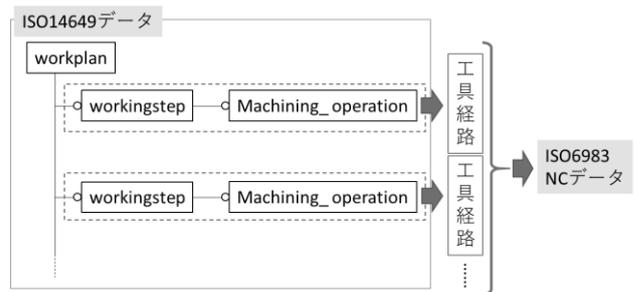


図 2 ISO14649 から NC データへの変換手順

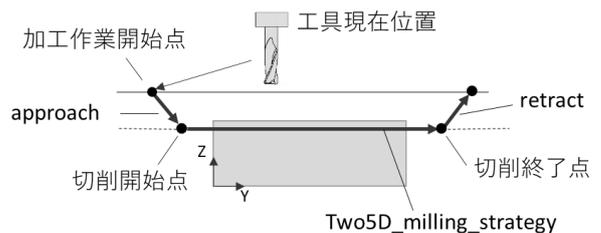


図 3 ISO14649 における加工動作の構成

2.3.2 Closed pocket の荒加工工具経路

本研究では、Closed pocket の荒加工時には、二方向に切削を行う Bidirectional milling を用いる。Closed pocket の輪郭形状は、 x 方向の長さ(profile length)、 y 方向の長さ(profile width)で規定され、仕上げ加工時の壁面の削り代を表す rough_milling_operation の属性 allowance_side を用い、輪郭形状から内側にオフセットをかけた領域について切削を行う。工具経路の算出のため、切削領域の情報に加え、工具径(d_T)、経路の重なり量(lol)の情報を用い、ステップオーバー時の工具の移動量を求める。また、切削方向(f_d)、ステップオーバー方向(s_d)から図4に示す工具経路を算出する。形状の深さが一回の切削で除去可能な最大の深さより大きい場合、複数層での工具経路を考慮する。

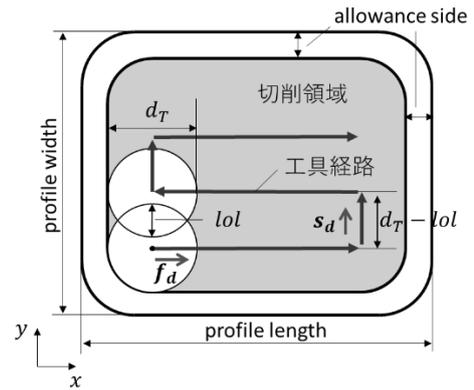


図4 Closed pocket 荒加工 工具経路

2.3.3 Closed pocket の仕上げ加工工具経路

本研究では、Closed pocket の仕上げ加工時には、輪郭形状に対して平行に切削を行う Contour parallel milling を用いる。切削領域の指定には、Closed pocket の輪郭形状の情報を用いるが、Closed pocket が荒加工を行う場合には、荒加工工具経路生成時に用いた allowance_side から計算される未加工領域を切削領域とする。工具経路の算出のため、切削領域の情報に加え、工具径(d_T)、切削方向の情報を用い、図5に示す工具経路を算出する。荒加工時と同様、一回の切削における最大深さによっては複数層での工具経路を考慮する。

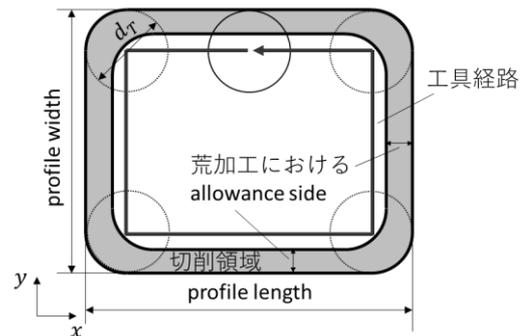


図5 Closed pocket 仕上げ加工 工具経路

3 CNC工作機械によるISO14649を用いた荒・仕上げ加工例

ポケット毎に荒加工・仕上げ加工を行う加工順のISO14649データを作成、その後、全てのポケットの荒加工を行った後に仕上げ加工を行う加工順に変更、生成された2つのNCデータによる実加工結果の比較を行う。工具には工具径4mmのフラットエンドミルを用いる。加工を行う形状を図6に示し、加工順の変更と実加工の様子を図7に示す。図7では、ISO14649に基づくWorkplanのデータにおいて、#9(ポケット1仕上げ加工)、#10(ポケット2荒加工)で示されるMachining_workingstepを入れ替えることにより、実加工時に荒・仕上げ加工順が変更されていることが示されている。

実加工の様子から、ISO14649データを修正することにより、荒加工・仕上げ加工プロセスを含む加工において加工順を変更できていることを確認した。

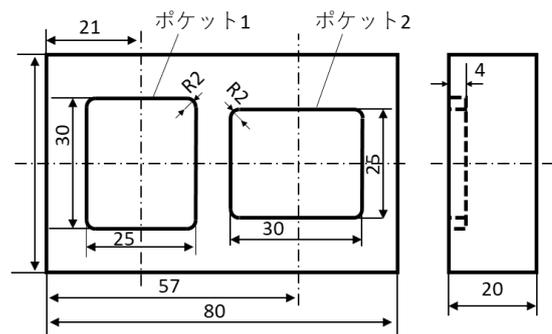


図6 使用する加工形状 [mm]

4 まとめ

本研究では、これまで扱うことができなかった荒加工・仕上げ加工プロセスを扱うことを可能とするISO14649からISO6983への変換システムを提案し、ISO14649データを修正することによって荒加工・仕上げ加工単位での加工順の変更を可能としたことを示した。今後の課題としては、出力する工具経路の最適化等が考えられる。

[参考文献]

- [1] ISO 14649-Part 10, 11, 111: Data model for Computerized Numerical Controllers
- [2] 猪狩真二, 田中文基, 小野里雅彦, ISO14649に基づく3軸フライス用適応加工システムの基礎的研究, 精密工学会北海道支部50周年記念学術講演会講演論文集, pp.7-8, 2009.9.
- [3] 川端一真, 田中文基, 小野里雅彦, ISO14649によるCNCインターフェースに関する研究, 2015年度日本機械学会年次大会講演論文集, S1410102, 2015.9.14.

```
#6= WORKPLAN('Workplan',(#7,#8,#9,#10,#11),$,#28,$);
↓
WORKPLAN('Workplan',(#7,#8,#10,#9,#11),$,#28,$);
```

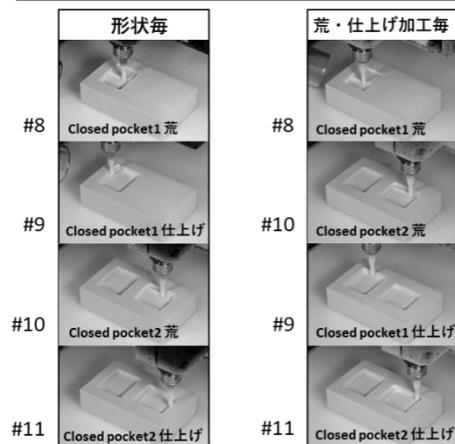


図7 加工順の変更と実加工の様子