

要旨

本研究では加工作業、加工作業設計を形状創成理論に基づいてモデル化し、それに基づいて加工リソースをモデル化する。本報では、形状創成理論に基づいて、加工面生成プロセスと加工面性状生成プロセスを表現する加工生成プロセスモデルを構築し、それに基づいてフライス加工作業を分析する。

1.はじめに

加工作業設計の際には、加工作業において制御できるパラメタは何か、又、要求される加工面を得るためには、どのパラメタを制御するのかを決定する必要がある。そこで本研究では、加工面生成プロセスと加工面性状生成プロセスを表現する加工生成プロセスモデルを形状創成理論に基づいて構築し、そこで各々のプロセスに関与しているパラメタの種類を明確にする。そして各々のパラメタ個数の組合せという観点からフライス加工作業を分析し、パラメタの選定と制御によりどのような加工面、加工面性状が得られるのかを明らかにする。

2.形状創成理論

従来、要求加工面を得るための加工作業設計は、その加工面に対して工作機械、工具、NCデータを決定することにより成されてきた。しかし、加工作業の際に制御対象となるパラメタを明確に表現していないため、ある加工面に対する工作機械、工具においては、人間の恣意的な決定が介入し、加工作業設計の自動化の妨げとなっている(図1上)。

形状創成理論は、加工作業によって生成される加工面を数学的に表現した数式モデルであり(図1下)、加工作業の際に制御対象となるパラメタが陽に表現される。可動リンク数 l を持つ工作機械と、切刃次元 m (0:点,1:線,2:面)を持つ工具によって形状創成システム(式(1)右辺)が構築される。そしてそれに含まれるパラメタを、加工運動を特定するFunctional Constraint(2)式:拘束式数 L_f)、工具切刃のスイープ

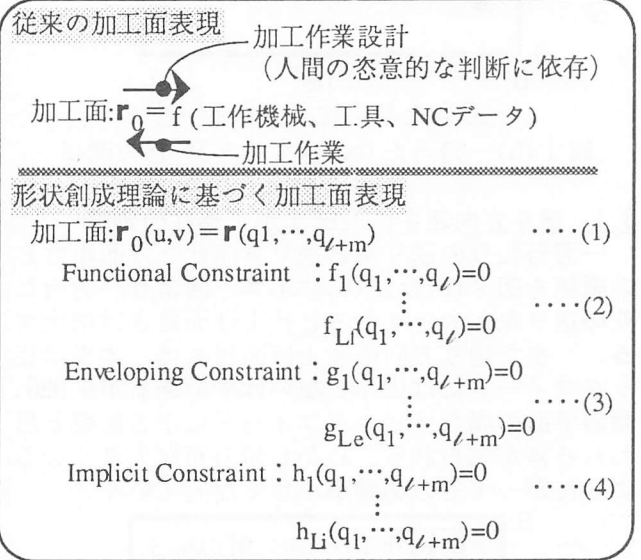


図1: 従来の加工面表現法と形状創成理論

形状の包絡面を抽出するEnveloping Constraint(3)式:拘束式数 L_e)、冗長なパラメタを拘束するImplicit Constraint(4)式:拘束式数 L_i)を与えることにより2つに絞り込み、最終的な加工面(式(1)左辺)を表す[1]。このプロセスを明確にし、更に加工面性状生成の機能を拡張することによって、加工面生成と加工面性状生成に関与するパラメタの種類を明確にする。

3.加工生成プロセスモデル

形状創成理論に基づいて構築された加工生成プロセスモデルを図2、図3に示す。このモデルは加工

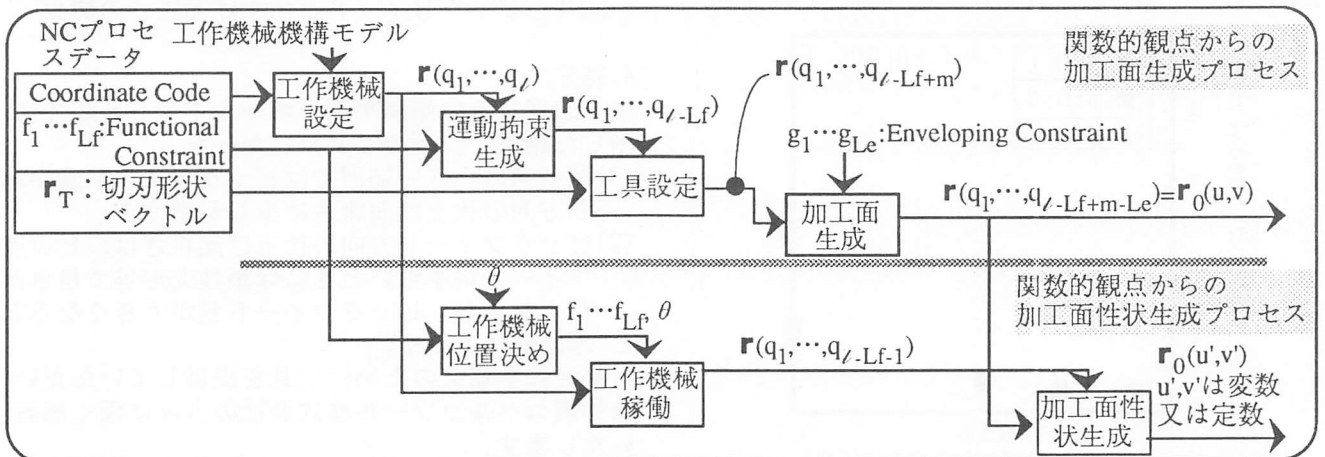


図2: 加工生成プロセスモデル (レイヤ1: 関数的観点からの加工生成プロセス)

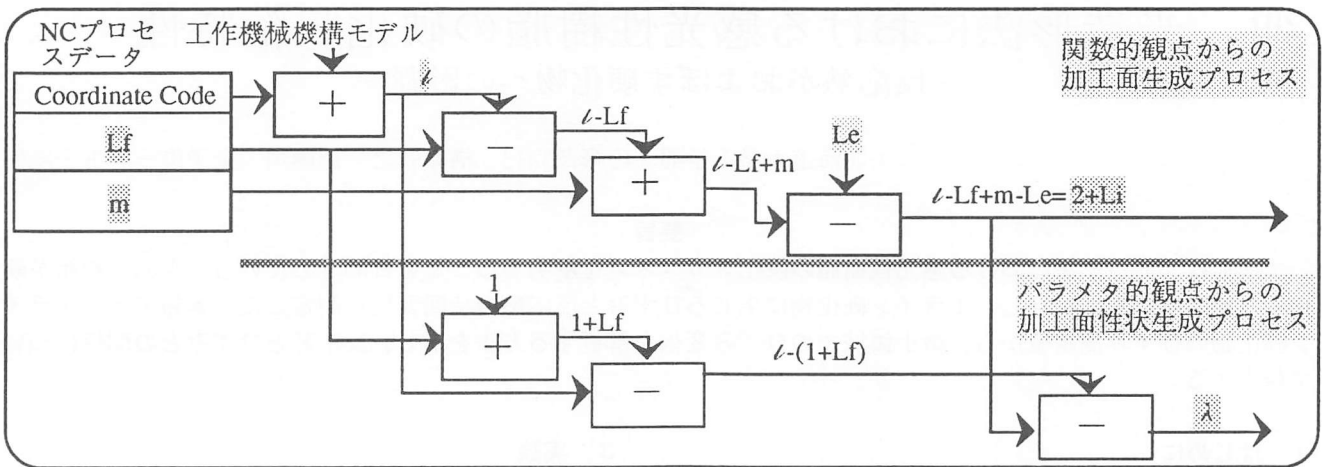


図3：加工生成プロセスモデル（レイヤ2：パラメタ数的観点からの加工生成プロセス）

面生成プロセスと加工面性状生成プロセスを表現しており、2つのレイヤから構成される。レイヤ1は、プロセスと関数の入出力関係を明確にすることによって構築されたモデルである。加工面生成プロセスにおいては、NCプロセスデータ（加工作業を行うために工場の設備を稼働させるデータ）における工作機械や工具を表す数式モデルから、拘束を付加することにより、加工面の数式モデルへ変換するプロセスを表現する。加工面性状生成プロセスにおいては、工作機械の稼働により加工面性状を表す関数を出力するプロセスを表現する。

レイヤ1における関数の各パラメタ数に着目して加工生成プロセスモデルを再構築すると、レイヤ2のモデルとなる。各々のプロセスは、レイヤ1の各プロセスと対応し、プロセスの入出力データは、レイヤ1において対応する関数のパラメタ数となる。ここでλは加工面性状を表すもので、0:滑らかでない、1:1方向に滑らか、2:滑らか、と分類される。このモデルによって、加工面生成、加工面性状生成の各プロセスに参与しているパラメタの種類が明らかになる。即ち、加工面生成に参与するパラメタの種類はl、Lf、m、Le、2+Liであり、加工面性状生成に参与するパラメタはλである（図3中のハッチ部分）。

4. 三軸MCにおけるフライス加工作業の分析

前章で挙げられたパラメタの種類に基づいて、三軸MCにおけるフライス加工作業の分析を工具の種類ごと（ドリル、ボーリングバー、フェースミル、エンドミル）について行った結果を表1に示す。表中の数値は、各種のパラメタの個数を表しており、この数値の組合せが特定のフライス加工作業を表す。表1より、加工生成プロセスにおけるパラメタの選定、制御（即ち数値の組合せの決定）によって、どのような加工面、加工面性状が得られるのかが明らかになった。

5. おわりに

本報では以下の結論を得た。

- 加工面生成プロセスと加工面性状生成プロセスを表現する加工生成プロセスモデルを形状創成理論

に基づいて構築した。

- 構築された加工生成プロセスモデルから、加工面生成、加工面性状生成の各プロセスに参与するパラメタの種類を明らかにした。

- ・加工面生成 : l、Lf、m、Le、2+Li
- ・加工面性状生成 : λ

- 明らかになったパラメタの種類に基づいて三軸フライス加工作業を分析し、加工生成プロセスモデルにおいてパラメタの選定、制御によりどのような加工面、加工面性状が得られるのかを明らかにした。

表1：三軸MCにおけるフライス加工作業の分析

	加工面生成					加工面性状生成
	l	Lf	m	Le	2+Li	λ
ドリル	4	2	1	1	2	1
ボーリングバー	4	2	0	0	2	1
	4	1	0	0	3	1
フェースミル	4	1	0	1	2	0
	4	2	0	0	2	1
	4	1	0	0	3	1
エンドミル	4	1	0	1	2	0
	4	1	1	1	3	1
	4	2	1	0	3	2
	4	1	1	2	2	0

<参考文献>

- [1]D.N.Reshtov、V.T.Portman：「Accuracy of Machine Tools」1988,25,ASME PRESS.