

形状創成関数に基づく加工フィーチャ導出のための加工プロセスのモデル化(第11報) -EXPRESS-Xによる Removal Volume から Operating Step への変換-

北海道大学大学院工学研究科 ○滝波瑞穂, 田中文基, 岸浪建史

要 旨

本研究では Operating Step から Working Tool, Removal Volume への変換プロセスを加工プロセスモデルとして提案してきた。本報では工程設計モデルを加工プロセスモデルの逆プロセスとみなし, EXPRESS-X によって Operating Step から Working Tool, Removal Volume への変換プロセスの実装方法を提案する。

1. はじめに

本研究では工程設計の計算機支援を行うために, 加工プロセスを, 工程設計の逆プロセスとみなしモデル化することで, 工程設計モデルの構築を目的としている。前報までに, 加工プロセスおよび工程設計を表現する情報モデルとして, 図1に示す Operating Step, Working Tool, Removal Volume の3つの概念を提案してきた[1]。

しかし, 加工プロセスモデルと工程設計モデルに基づく実装方法の検討を行っていなかった。そこで本報では, EXPRESS-X による Removal Volume, Working Tool, Operating Step の変換プロセス実装方法について述べる。

2. 加工プロセスおよび工程設計を表現する情報モデル

加工プロセスモデルおよび工程設計モデルを表現する Operating Step, Working Tool, Removal Volume について以下で述べる。

2.1 Operating Step (OS)モデル

Operating Step は加工作業を表現するものであり, 工具の移動経路を表現する Controlled Table Motion(CTM), 工具切削の回転軌跡を表現する Macro Tool をその属性に持つ。CTM は, 境界を表現する部分と, CTM の種類を表現する部分から構成され, 加工状態を示す Enveloping Constraint をその属性に持つ。Enveloping Constraint は包絡面を決定するための拘束式である。図2にその構成を示す。

2.2 Working Tool (WT)モデル

Working Tool は, 工具の作用を表現する情報モデルであり, Swept Macro Tool(工具移動によって生じる体積), Envelope of Swept Macro Tool(包絡面), Working Edge(工具の作用切刃)から構成されており, 各々はベクトルで表現されている。一方, 加工後の形状を表現する Machining Feature は, 形状輪郭を表現する Profile を Path に沿ってスイープさせてその形状を表現

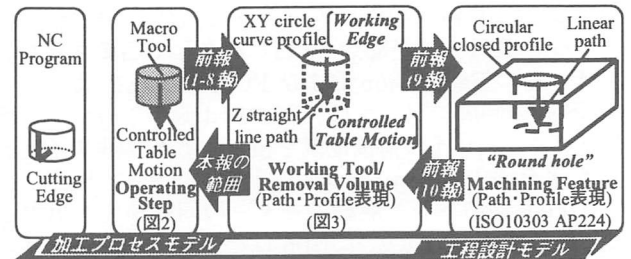


図1 加工プロセス・工程設計モデル

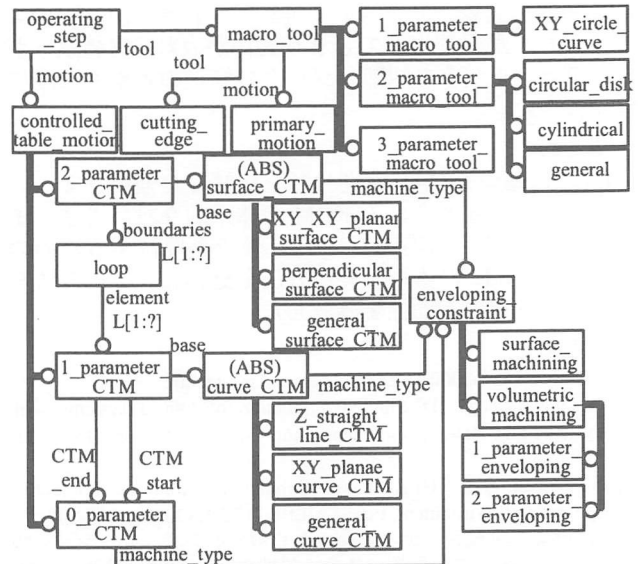


図2 Operating Step(EXPRESS-G 表記)

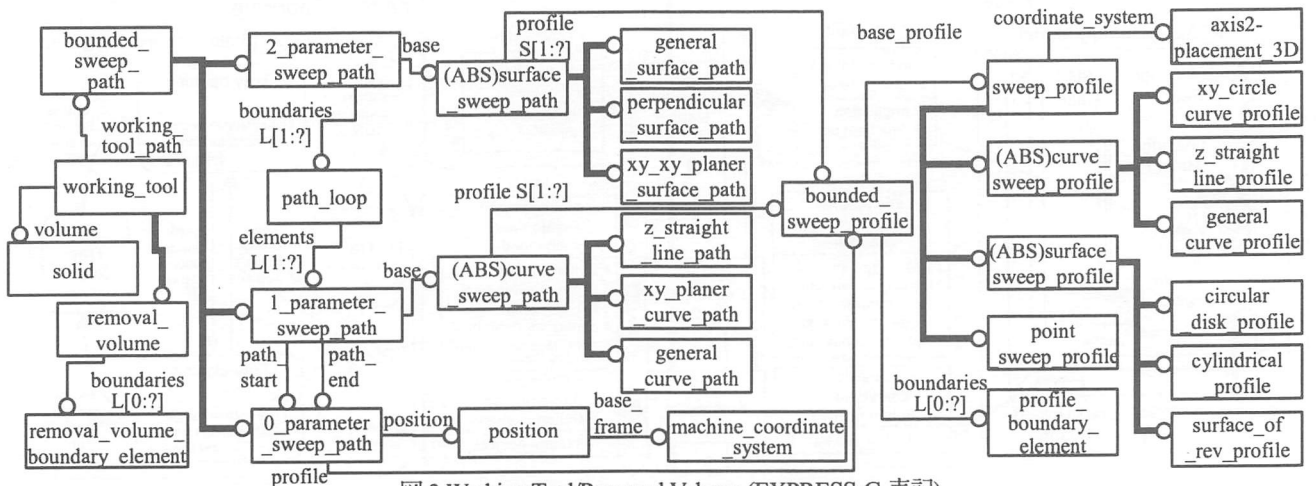


図3 Working Tool/Removal Volume (EXPRESS-G 表記)

しており、Working Tool と表現方法が異なっている。そこで Working Tool を、Controlled Table Motion を Sweep Path, Working Edge を Sweep Profile とする Machining Feature と近い表現方法を新たに構築した(図4)。図3にその構造を示す。

2.3 Removal Volume (RV) モデル

Removal Volume は、Working Tool に素材とエアカットとの境界を表現する Boundary Element を付加してその形状情報を表現する。そのため、図3に示すように Removal Volume は Working Tool の下位型として存在する。

3. 加工プロセスモデルにおける OS から WT/RV の導出

図5(a)に Operating Step から Working Tool/Removal Volume の導出プロセスを示す。このプロセス(A2~A5)を EXPRESS-X により実装する。

A2: Bounded Sweep Path の生成

Controlled Table Motion と Bounded Sweep Path の構造は同じであるので、同種類のエンティティを対応付けることにより Bounded Sweep Path が生成される。

A3: Swept Macro Tool (Solid) の生成

工具が移動してできる体積を Solid Model で表現しておく。Swept Macro Tool の情報は、Removal Volume の Boundary Element 導出のときに必要となってくる。

A4: Bounded Sweep Profile の生成

Bounded Sweep Profile は、Controlled Table Motion, Macro Tool, Enveloping Constraint (Le) の3つから導出することができる。その対応関係を表1に示す。

A5: Removal Volume の生成

Swept Macro Tool と Raw Stock with Setup から、Boundary Element を導出し、Bounded Sweep Path・Bounded Sweep Profile・Boundary Element で Removal Volume とする。

4. 工程設計モデルにおける RV/WT から OS の導出

加工プロセスモデルの逆プロセスとして、Working Tool/Removal Volume から Operating Step の導出プロセスを図5(b)のように構築する。このプロセス(B2~B5)を EXPRESS-X により実装する。

B2: Working Tool の生成 (⇐A5)

Removal Volume から Boundary Element を除去することにより Working Tool を生成する。

B3: Controlled Table Motion の生成 (⇐A2)

Bounded Sweep Path と Controlled Table Motion の構造は同じであるので、同種類のエンティティを対応付けることにより Controlled Table Motion が生成される。

B4: Macro Tool の生成 (⇐A4)

Bounded Sweep Path, Bounded Sweep Profile, Enveloping Constraint の3つが与えられるとき、Macro Tool が一意に決定する。表1用い、Macro Tool を導出する。

B5: Enveloping Constraint (Le) の生成 (⇐A3)

Enveloping Constraint の次数を、Swept Macro Tool, Sweep Profile から導出する。対応関係は以下の通り。

$$\begin{aligned} \text{Surface Machining} & \quad Le = 0 \\ \text{Volumetric Machining} & \quad \begin{cases} Le = 1, 2 \text{ (Point sweep profile)} \\ Le = 1 \text{ (Otherwise)} \end{cases} \end{aligned}$$

5. 具体例

図6に穴あけ加工の時の Removal Volume から Operating Step の導出プロセスを示す。

6. おわりに

本報では、工程設計モデル、加工プロセスモデル実装のための、Operating Step, Removal Volume, Working Tool モデルを構築し、EXPRESS-X による変換プロセスの実装方法について述べた。

参考文献

- [1] 滝波他：形状創成関数に基づく加工フィーチャ導出のための加工プロセスのモデル化 (第9報), 2003年精密工学会春季大会

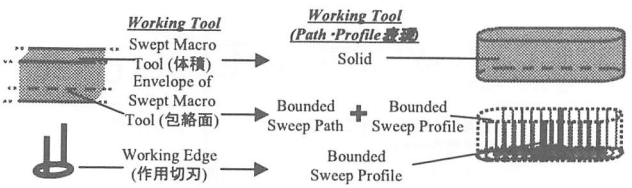


図4 Working Tool の Path・Profile 表現

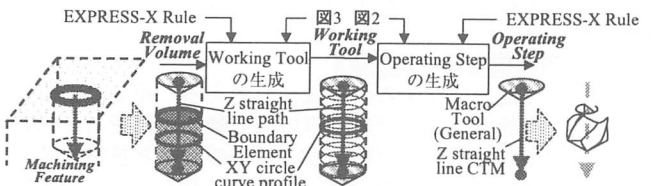


図6 穴あけ加工

表1 CTM/Path・Macro Tool・Profile 対応表

CTM/ Sweep Paths	Macro Tools			
	XY circle curve	circular disk	cylindrical	general
dwll	XY circle curve Le=0	surface of rev. Le=0	surface of rev. Le=0	surface of rev. Le=0
XY planar curve	XY circle curve Le=0	circular disk Le=0	Z straight line Le=1	general curve Le=1, XY circle curve Le=1
Z straight line	XY circle curve Le=0		cylindrical Le=0	XY circle curve Le=1
general curve	XY circle curve Le=0		Z straight line Le=1	general curve Le=1
XY XY planar surface	XY circle curve Le=0	circular disk Le=0		XY circle curve Le=1
perpendicular surface	point Le=1		Z straight line Le=1	point Le=2
general surface	point Le=1			point Le=2

Le: Enveloping Constraint の次数 (Le=0 Surface Machining, Le=1,2 Volumetric Machining)

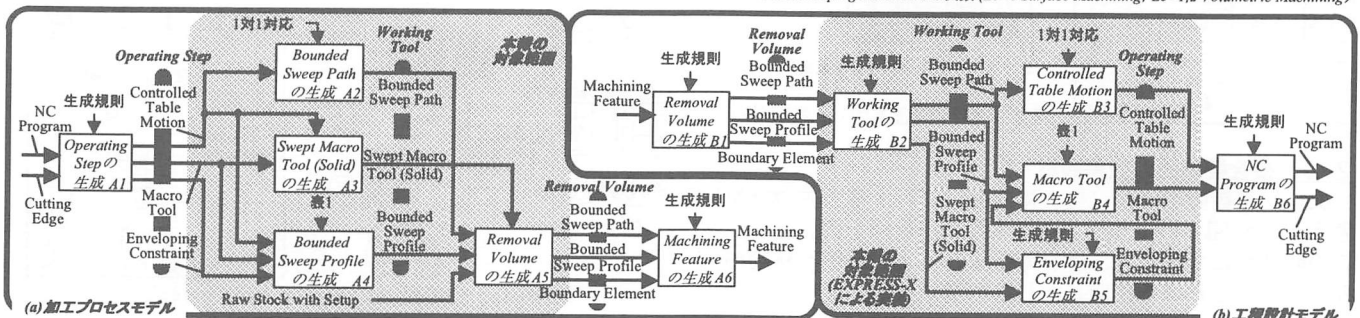


図5 加工プロセス・工程設計モデル (IDEF-0 表記)