

作業設計のための製品モデルから単一切刃ワーキングステップの抽出と統合

北海道大学大学院工学研究科 ○外山尚介 田中文基 岸浪建史

要旨

作業設計においては、製品モデルの部分形状と加工作業との対応関係を明らかにする必要がある。本研究では、製品モデルから単一切刃による workingstep(単位加工作業)を抽出し、それを統合して複合切刃による workingstep を抽出する方法を提案する。

1.はじめに

作業設計においては、製品モデルの部分形状と加工作業との対応関係を明らかにする必要がある。本研究では、工具の複数の切刃が作用する状態に関する情報を workingstep(単位加工作業)として定義している。本報では、製品モデルから単一切刃 workingstep(単一切刃による workingstep)を抽出し、それを統合して複合切刃による workingstep を抽出する方法を提案する。なお本報では、切刃として、砥石は対象外としている。

2.単一切刃による加工作業と workingstep

形状創成理論に基づいた加工作業モデルでは、単一切刃の役割をモデル化している。即ち、単一の切刃に対して主軸運動を加えたものを Macro Tool と定義し、これに送り運動を加えたものを Swept Macro Tool、更に包絡面抽出に関する拘束を加えたものを Envelop of Swept Macro Tool、Envelop of Swept Macro Tool に対して送り運動停止の拘束を与えたものを作用切刃として定義する(図1)。

加工業情報の要素(m+1, l-1-Lf, Le)と加工生成物情報の要素(γ, α, λ)との関係は式(1)によって表現可能であり、式(1)は、加工作業の逆プロセスとして加工作業設計を表現している。

$$\begin{bmatrix} m+1 \\ l-1-Lf \\ -Le \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 \\ -1 & -1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \gamma \\ \alpha \\ \lambda \end{bmatrix} \dots\dots(1)$$

更に、本研究では、工具の切刃が作用する状態に関する情報を workingstep と定義しており、workingstep は、Swept Macro Tool、Envelop of Swept Macro Tool、作用

切刃に関する情報を持っている。この workingstep を素材に対して Mapping したものが加工生成物である。

3.本研究で提案する手法

図2に示すように、製品形状の面を分解することによって、加工面を得る。加工面に対して導出 rule(3.2 参照)を適用し、加工生成物情報を導出する。更に、置換 rule(3.3 参照)を適用し、単一切刃 workingstep を導出する。最後に統合 rule(3.4 参照)を適用することによって、複合切刃 workingstep 及び工具に対する送り運動の拘束式を得る。

3.1.面分解(図.3)

製品形状の加工する面(加工面)から、その加工面を構成する幾何要素(平面、円筒面)に分割する。

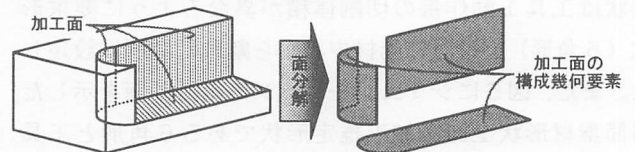


図3.面分解

3.2.加工生成物情報導出(図4)

面分解によって得られた面に対して表1を用いることによって、加工生成物情報の内、Unit Shaping Element の形状を得る。さらに、加工面の形状も得られる。

3.3.加工生成物情報から単一切刃 workingstep への置換(図5)

加工生成物は、workingstep を素材に対して写像したものであり、加工生成物情報の要素と単一切刃 workingstep の要素は 1 対 1 写像の関係にある。よって、単一切刃による workingstep は、加工生成物から一意に導出可能である。

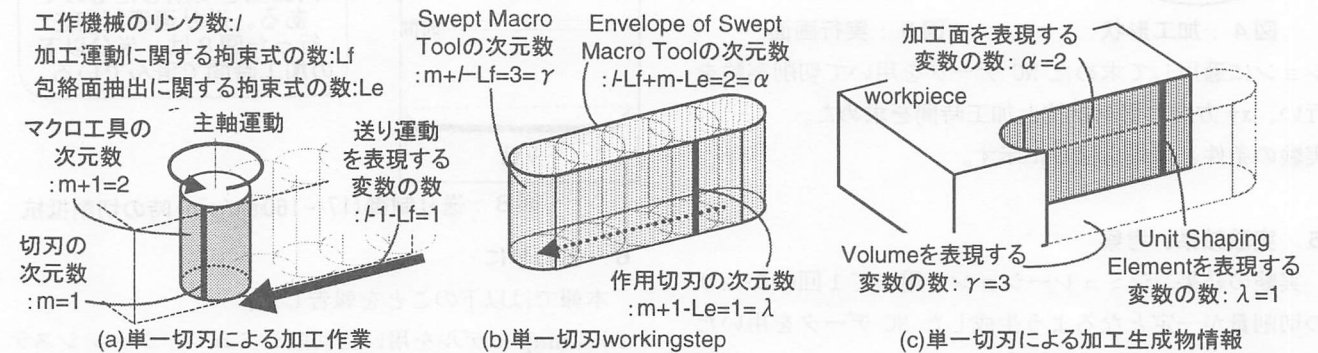


図1.単一切刃による加工作業と workingstep



図2.本研究で提案する手法の流れ

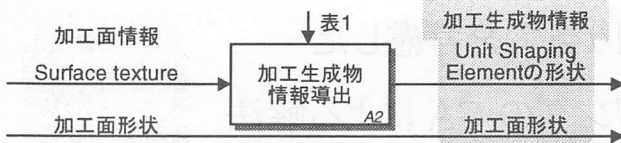


図4.加工生成物情報導出

表1.Unit Shaping Element 形状導出 rule

入力	Surface texture	Random surface	Groove surface	Smooth surface	Smooth surface
出力	$\lambda$	0	1	2	3
Unit Shaping Elementの形状		点	線、閉曲線	面	面



図5.単一切刃 workingstep への置換

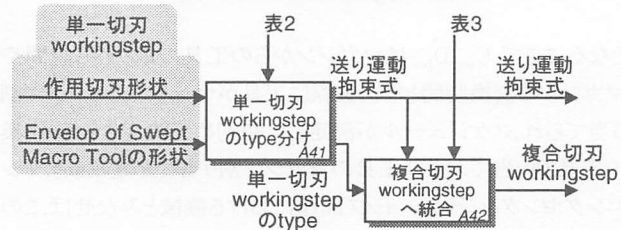


図6.複合切刃 workingstep への統合

3.4.複合切刃 workingstep へ統合(図6)

まず、単一切刃による workingstep を Unit Shaping Element の形状と Envelop of Swept Macro Tool の形状によってタイプ分けする。このとき、送り運動の拘束式(式数 I-1-Lf)も同時に得られる(表2)。

更に、複合切刃工具を構成する各単一切刃には同じ送り運動が与えられるため、送り運動の拘束式によって単一切刃 workingstep のタイプの可能な組合せが存在する。これら可能な単一切刃 workingstep 同士は、複合切刃 workingstep へ統合可能となる。

4.ステップ加工による形状に対する複合切刃 workingstep の導出(図7)

ステップ加工による形状は、図7に示すように2つの加工

表3.単一切刃 workingstep タイプの可能な組合せ

送り運動拘束式	$f(x,y,z)=0$	$f(x,y)=0$	$z=Const$	$z=Const$ $f(x,y)=0$	$x,y=Const$	$x,y,z=Const$
単一切刃 workingstep のタイプの可能な組合せ	① ⑤	② ⑥	③ ④	② ③ ④ ⑥	⑦ ⑧	④ ⑧

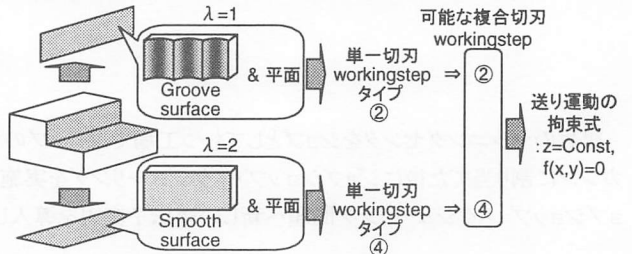


図7.ステップ加工による workingstep 導出

すべき面をもっており、各々の加工面情報は、”Surface texture が Groove surface で加工面形状が平面”と”Surface texture が Smooth surface で加工面形状が平面”である。すると、加工生成物情報として”Unit Shaping Element の形状が直線”で加工面形状が平面”と”Unit Shaping Element の形状が面”で加工面形状が平面”が得られ、単一切刃による workingstep のタイプは、それぞれ②と④になる。

よって、②と④は、表3より複合切刃 workingstep として統合可能であることが分かり、複合切刃工具に対する送り運動の拘束式として、 $z=Const, f(x,y)=0$  が得られる。

5.おわりに

以上より、本研究では、以下の結論を得た。

- ・単一切刃 workingstep を workingstep に統合する手法を提案した。
- ・ステップ加工による形状に対して提案した手法を用いることで、本手法の正当性を検証した。

【参考文献】

[1]田中他、”形状創成理論による加工作業と加工形状の特徴量の導出”、精密工学会誌 vol.64, no.5(1998), pp.758-762  
 [2]外山他、”形状創成理論に基づく加工フィーチャとその抽出に関する研究”、1998年度精密工学会秋季大会学術講演論文集 pp.430  
 [3]外山他、”複合切刃工具による加工面生成メカニズムと加工フィーチャ”1999年度精密工学会春季大会学術講演論文集 pp.395

表2.単一切刃 workingstep の type 分け

Unit Shaping Element 形状 Envelope of Swept Macro Tool形状	点 ( $\lambda=0$ )	直線 ( $\lambda=1$ )	閉曲線 ( $\lambda=1$ )	面 ( $\lambda=2,3$ )
平面	① $I-1-Lf=2$ ( $f(x,y,z)=0$ )	② $I-1-Lf=1,2$ ( $f(x,y)=0$ or $z=Const, f(x,y)=0$ )	③ $I-1-Lf=1,2$ ( $z=Const$ or $z=Const, f(x,y)=0$ )	④ $I-1-Lf=0,1,2$ ( $z=Const$ or $z=Const, f(x,y)=0$ or $x,y,z=Const$ )
円筒面	⑤ $I-1-Lf=2$ ( $f(x,y,z)=0$ )	⑥ $I-1-Lf=1,2$ ( $f(x,y)=0$ or $z=Const, f(x,y)=0$ )	⑦ $I-1-Lf=1$ ( $x,y=Const$ )	⑧ $I-1-Lf=0,1$ ( $x,y=Const$ or $x,y,z=Const$ )