

要旨

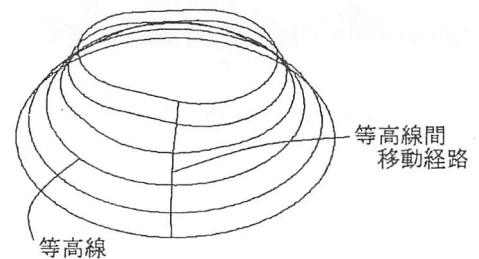
金型自由曲面の加工法として等高線加工法が有効である。本研究は等高線加工の長所を生かし短所を補うことができるスパイラル加工法を提案し、その工具経路の生成手順を示した。本手法と等高線加工法との比較実験を行い、加工面の観察から本手法の有効性を示した。

第1章 緒論

金型自由曲面加工においてその加工法として代表的なものに走査線加工法や等高線加工法などがあり、特に等高線加工では、ボールエンドミル切れ刃の接触点が大きく変化しないため、ほぼ一定の加工条件で切削することができるという利点がある。しかし、等高線間を移動する工具軌跡は均一な等高線模様の加工面に対して不適当な加工面性状を創成する。それを回避するためにリトラクト、アプローチ動作により等高線間を移動する処理が採用されているが、両動作における工具干渉処理などはCAMシステム側の負担となる。本研究では、前述の等高線加工法の利点を有し、問題点を解決できる工具経路法としてスパイラル加工法を提案した。本報告ではその生成法およびその検証を行った。

第2章 スパイラル加工法の提案

金型曲面の加工において、等高線加工は有効な加工法であるが、図1のような工具経路の場合、等高線間の移動の際、等高線模様になじみに線が加工面に創成され、後の磨きなど仕上げ加工工程において悪影響を与え、現場では嫌われている。この加工面性状を回避する方法として、図2のような各等高線の接線方向に対してアプローチ、リトラクト動作を行う。これにより、加工面性状の一様性を維持できるが、一度工具オフセット面を離れる工具経路生成やそれに費やす工具干渉処理など余分な処理が必要となる。等高線加工法の有効性と保ちアプローチ・リトラクト動作を必要としない加工法としてスパイラル加工法を提案する。図3にスパイラル加工用の工具経路を示した。スパイラル加工法は工具オフセット面のZ軸方向で最高部から最低部まで渦巻き状に工具移動することで加工を行う手法であり、工具切れ刃に対する切削条件は等高線の場合とほぼ程度であると考えられる他、工具オフセット面上を移動することからアプローチ、リトラクト動作を必要としない。そのため、加工面性状の問題、干渉処理の問題を解決でき、かつ等高線加工法の利点である「切削条



1 等高線加工用工具経路 1

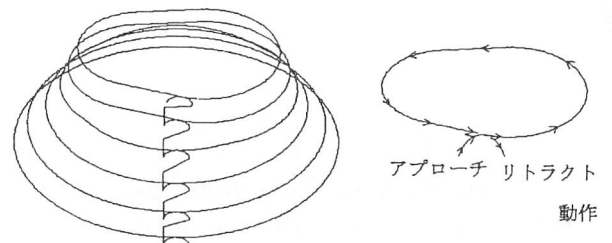


図2 等高線加工用工具経路 2

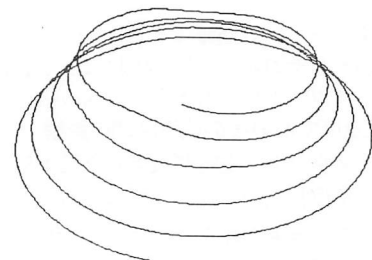


図3 スパイラル加工用工具経路

件がほぼ一様であること」を満たすことができる。

第3章 スパイラル工具経路の生成法

図4にスパイラル加工工具経路生成の考え方を示した。一周期のスパイラル曲線は近接する2つの等高線間に存在す

ると考え、その間でスパイラル曲線を算出し、その処理を順次繰り返す。2つの等高線に対して横軸を等高線の長さ方向、縦軸を高さ方向となるように展開する(図5)。便宜上、2つの等高線を上部と下部と呼ぶと、図5において上部の左端(等高線開始点)と下部の右端(等高線終点)を結ぶ線がスパイラル曲線となる。本研究におけるスパイラル工具経路作成の手順を以下に説明する。

- ① 要求面から工具オフセット面を生成し、それに対して必要なZピッチで等高線を作成する。順番に近接する2つの等高線を選択する。
- ② 必要精度に従い、上下2つの等高線をn分割する。分割点を上部 $a_0 \sim a_n$ 、下部 $a'_0 \sim a'_n$ とする。 $a=a_n$ である。
- ③ 2つの等高線間の対応点 a_i と a'_i を結ぶ線とスパイラル曲線の交点 x_i は次式で求められる。スパイラル曲線上のn分割された任意の点を x_i に対して $i=0 \sim n$ まで交点を求めることでスパイラル曲線の点列を求める。

$$x_i = (a'_i - a_i) \times \frac{i}{n} + a_i$$

- ④ 次の等高線に移る

これらの手順をすべての等高線間に対して行うことで工具経路を一本のスパイラル曲線として生成することができる。

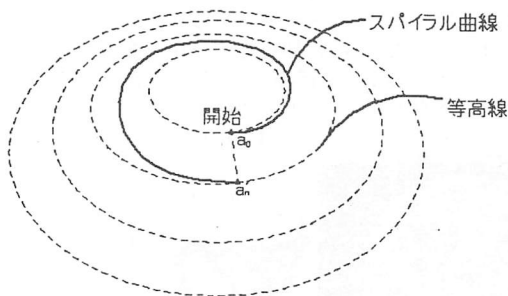


図4 スパイラル工具経路の生成法

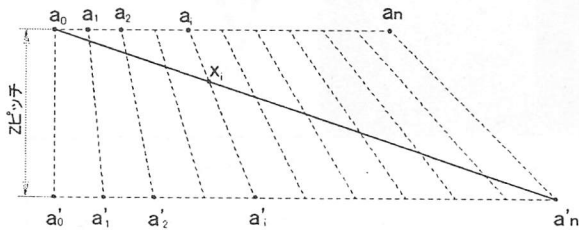


図5 スパイラル曲線の導出法

第4章 実験結果と考察

本手法により作成したスパイラル曲線を使用した工具経路を図6、および比較に用いた等高線工具経路を図7に、またそれぞれの工具経路を用いて切削実験を行った結果を図8と図9に示す。Z方向のピッチは1mmで行った。両加工物とも一般的な縞模様が観察されたが、等高線による加工物表面には縞模様に直交するすじが観察された。本手法による加

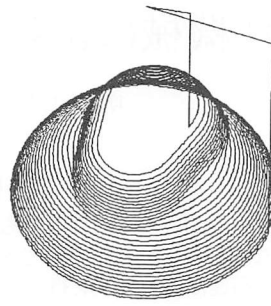


図6 スパイラル工具経路

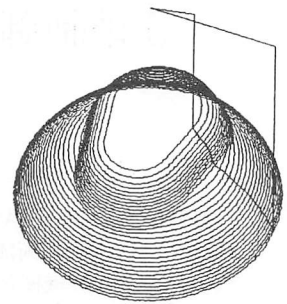


図7 等高線工具経路

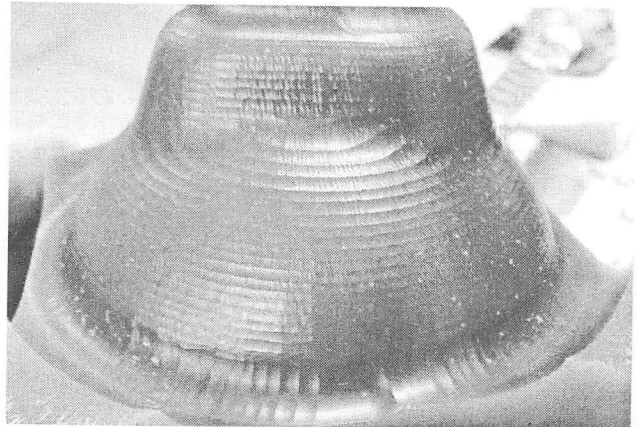


図8 スパイラル工具経路における加工結果

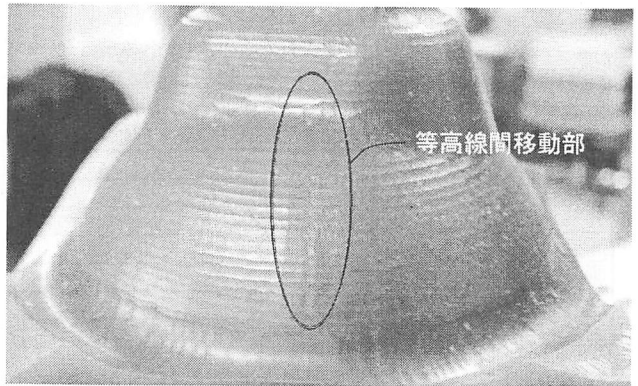


図9 等高線工具経路における加工結果

工面にはそれが見られない。また両方の加工面性状はほぼ同一であり、切削状態は同等であると思われる。

第5章 結論

1. 等高線加工法の有効性を維持し、その問題点を解決できるスパイラル加工法を提案し、その手順を示した。
2. 本手法で作成した工具経路と等高線加工法との比較実験を行い、後者加工法に比較し一般的な縞模様をもつ加工面を得ることを確認し、本手法の有効性を検証した。

謝辞

本研究において、加工実験の際にご協力いただいた函館高専石田 豊技官に感謝いたします。