

研究ノート

CAD/CAMシステムによる岩木山のモデル加工

—自動図面読み取りからNC加工まで—

青森職業訓練短期大学校 成田 敏明・池田 正儀・小林 崇

Making a One Fifty Thousandth Scale Model of Mt.Iwaki by CAD/CAM System
From Data-reading by Auto Scanner to Model-making by NC Machine Tools

Tosiaki Narita · Masayosi Ikeda · Takasi Kobayashi

要約 本学にCAD/CAMシステムが導入されて3年近くになる。その間2次元、3次元、NC加工、FEM、電子回路設計等教育・訓練に先端技術として、CAD/CAMシステムは有効に活用されている⁽¹⁾。

本報告では、CAD/CAMシステムの自動図面読み取り装置を入力装置として、実物モデルがないときの3次元自由曲面の生成を目的としている。5万分の1の地図上の2次元データを自動図面読み取り装置を使用して読み込み、その2次元データをもとに3次元自由曲面を生成し、実機による5万分の1の岩木山のモデル加工を行った。その中で、本来機械設計で使用するソフトウェアを用いて山の自由曲面を生成し、NC加工を行うまでの流れの中で、ソフトウェア使用上の検討課題を抽出し、その解決策について検討してみた。

I. はじめに

1946年、米国で開発されたENIAC⁽²⁾以来コンピュータは、半導体の技術開発とともに高速、小型化され、めざましい進歩を遂げた。これに伴い、企業の設計あるいは生産部門においては、10数年前より本格的にCAD/CAMシステムが導入され、設計から生産まで一元化されたシステムとして、多品種少量生産においても製品化の時間短縮等に大きく寄与している⁽³⁾。

本学のCAD/CAMシステム(インターグラフ製IG252)で機械設計、金型設計等の図形処理を行う場合の入力は、主としてキーボード、デジタイザにより行っている。

一般に3次元の入力方法は、実物モデルがない場合、キーボードやデジタイザを使った人間の手作業によって入力を行い大変な労力を費やしているが、実物モデルがある場合では、3次元測定による方法等が研究され実用化されより省力化に成果をあげている⁽⁴⁾⁽⁵⁾。また、格子パターン投影による方法なども研究されている⁽⁶⁾。

土木関係では、デジタルマッピング⁽⁷⁾⁽⁸⁾により様々な地図情報のデータベースが構築され、必要な情報を常に取り出すことができる。その一つに等高線の数値化を行

うことで、山のワイヤーフレームモデルまでの作成が可能となっている⁽⁹⁾。しかしツールパス作成可能な情報は与えていないので実物のモデルを作るまでにはいたっていない。そこで本報告では、実物モデルがない場合の自由曲面生成を等高線データ⁽¹⁰⁾をもとにして、入力装置としては、自動図面読み取り装置を用い、3次元モデリングからツールパス作成、実機によるNC加工までを行い、複雑な自由曲面を有する本県岩木山の5万分の1の模型を製作し、入力から製作までの一連の流れを検討してみた。

II. NC加工までの流れとその検討課題

図1に今回使用したCAD/CAMシステムの装置とソフトウェアおよびその流れを示す。製作の順序は、①岩木山の入った5万分の1地図情報から等高線100m(CAD上では2mm)毎のトレースを行う。②トレースした等高線を、自動図面読み取り装置に2次元図形データとして入力する。③入力した図形データをIG252のOS(VAX上)に転送する。④図形処理ソフトウェアでデータの修正を行い、2次元ファイルを3次元ファイルに変換し、各等高線の高さを入力する。⑤図形データ(等高線)から自由曲面を生成する。⑥NCツールパス作成用ソフトウェア

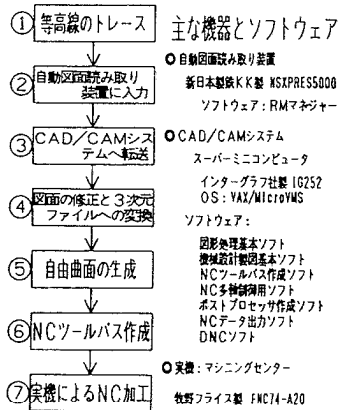


図1 主な使用機器とソフトウェア
および製作までの流れ

によりツールパスを作成する(荒加工、仕上げ加工)。⑦実機により岩木山のモデルを加工するととなっている。

以上①から⑦までの流れにそって製作を進めたが、ソフトウェア上の制約による検討課題が多く生じた。検討課題をまとめると以下ようになる。

(1)②と③および④において図形データ(等高線)は、分割された複数の円弧と直線の集まりとなっている。そのためそれぞれ等高線ごとに高さを与えるとすれば操作量が多くなり、誤操作も当然多くなる。

(2)⑤において直接等高線データを利用して自由曲面の生成を試みたが、頂点数の違いによりねじれた面となる。

(3)⑥において階段状に等高線ごとのツールパス作成を試みたが、ツールパスデータが膨大となる。また山の裾野では、頂点数の制限(NCツールパス作成ソフトウェアでは100以下)を越える。

(4)⑦において仕上げ加工用ツールパスデータは、テープ長にすると1800mと、実機の入力容量1400mより多い。

III. 検討課題の解決方法

検討課題(1)は、自動図面読み取り装置のソフトウェアの制約によるものと考えられる。この等高線データを3次元データとするには、操作上膨大な量となる。よってそれぞれ円弧と直線をCAD/CAMシステムにより等高線ごとの連続線にして容易に3次元データに変換できるようにした。

検討課題(2)は、機械設計用ソフトウェアの制約によるもので、図面(ファイル)内の線要素はシーケンシャルなデータ構造となっている。そのため隣合う等高線の頂

点数およびサーフェース処理のスタート点が違うとねじれた面となる。より自然な山の形状を再現するには、階段形状あるいはねじれた形状であってはならない。

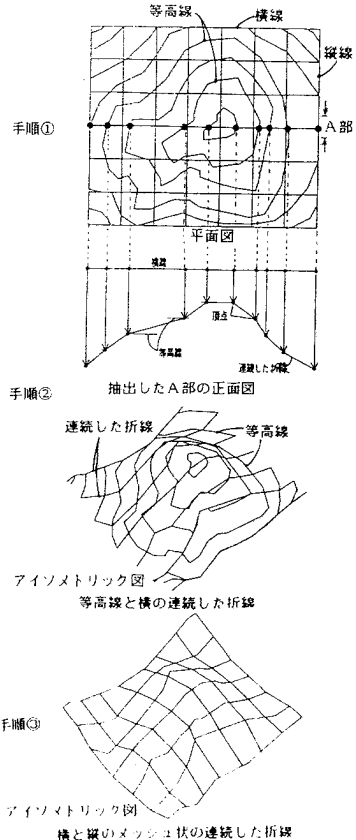


図2 等高線から自由曲面を生成するまでの手順例

そこで図2に示すような方法で自由曲面の生成を試みた。以下その手順例を述べる。手順①では、等高線の入った平面図上に縦線と横線の直線メッシュを張る。手順②では、A部のように横線を等高線との交点を頂点とする連続した折線に変換し、全ての横線に対し同様な処理をする。手順③では、手順②と同様に全ての縦線を横の連続した折線との交点を頂点とする連続した折線に変換する。このような手順により自由曲面は、手順③の縦の連続した折線を用いると生成可能となる。これは、横の連続した折線の数と縦の連続した折線の頂点数が同数となること、またシーケンシャルに操作ができること、などによりソフトウェアの制約を満足させるためである。

図3は、岩木山の等高線に対し同様な手順で処理したメッシュ状の縦と横の連続した折線である。線の間隔は

250m (CAD上では5mm) である。また図4は縦の連続した折線により生成したby poleによるB-splineサーフェスモデルである。平面の大きさは、15km×10km (CAD上では300mm×200mm) となっている。

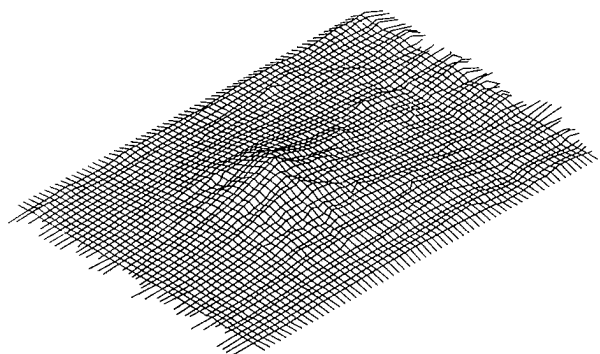


図3 岩木山の横と縦のメッシュ状の連続した折線

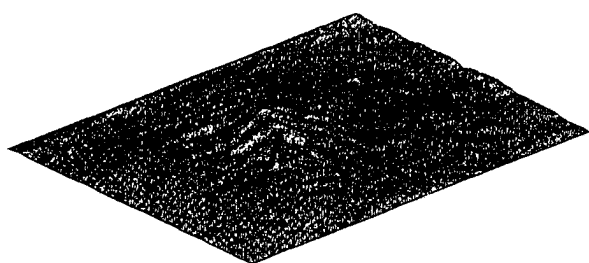


図4 縦の連続した線から生成した岩木山のB-splineサーフェスモデル

検討課題③は、ツールパスを作成するにあたって、Island, Pocket, Profile加工 (図5) と、それぞれ多岐にわたりツールパスデータを構築する必要がある。操作量が多くなると誤操作による不確定要素も多くなる。またNC加工境界線 (等高線) の頂点数100以下の制限のため等高線を分割しなければならず、さらに操作量が増える。これは図6に示すように、B-splineサーフェスにNCツールパスを作成することで解決した。

検討課題④は、ツールパスデータからNCデータに変換するソフトウェアのパラメータを変更し、NCデータの分割処理を行って解決した。NCデータは、テープ長にして約800mで分割され、それぞれ分割されたNCデータは、工具のホームポジションに戻りホームポジションからス

タートするようになっている。

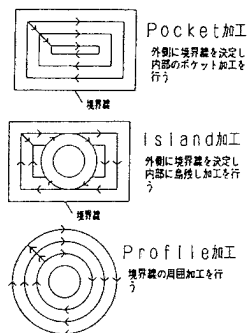


図5 主なツールパスの種類

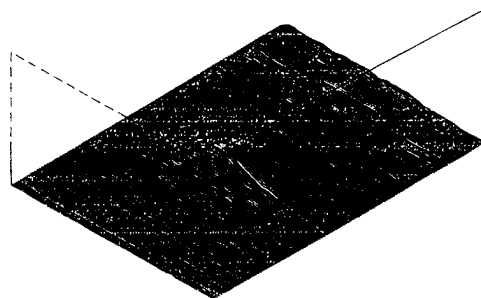


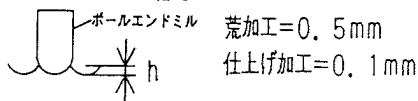
図6 仕上げ加工用ツールパス

IV. 諸処理時間とNC加工条件および製作結果

表1にNC加工の諸条件、図7に仕上げ加工による岩木山のモデルを示す。ツールパスの作成時間は、スーパーミニコンピュータの演算処理度1.8Mipsで荒加工2時間、仕上げ加工では6時間を要している。製作順序の⑥から⑦は、光ファイバを介して実機にNCデータを転送している。実機によるNC加工は、仕上げ加工の切込み量1mmを残し荒加工を2回 (1回の最大切込み量約15mm) に分けて切削している。荒加工から仕上げ加工までの総加工時間は約5時間であるが、仕上げ面を良くするため仕上げ加工のスカラプハイトを小さくするとツールパス作成時間、および加工に要する時間が多くなるため、今回は荒加工と仕上げ加工のスカラプハイトをそれぞれ0.5mm、0.1mmとしている。

	使用工具	回転数	送り速度	加工時間
荒加工	10mmボールエンドミル	1000rpm	300mm/min	約1時間 x2
仕上げ加工	6mmボールエンドミル	2000rpm	300mm/min	約3時間

スカラップハイトhの指定



加工材料	プラスチック
加工材料の大きさ	縦 横 高さ 200mm x 300mm x 50mm

表1 NC加工諸条件

目視による岩木山と図7の実機による加工モデルとの比較は、地図上の100mの等高線をもとに自由曲面の生成を行っているため細部(100m以下)においては、縮小モデルの再現性はないが、山の輪郭および凹凸は良く合致している。

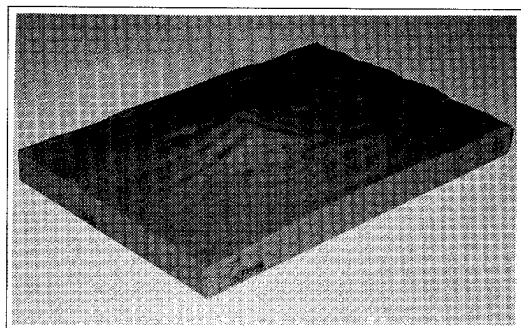


図7 岩木山のNC加工模型

V. まとめ

等高線などの曲線をデジタイザにより入力するとすれば、あらかじめ座標値を知っておく必要がある。またデータポイントに比例して操作量が多くなる。山の加工をNCプログラミングで行うときも同様のことが言える。このようなとき自動図面読み取り装置は、有効と思われる。

以下まとめとして次のような事があげられる。

- (1) 実物モデルのない場合の3次元モデリングの一手法として利用できる。
- (2) 自動図面読み取り装置は、地図等座標値のはっきりしない曲線の入力装置として有効である。
- (3) 今回は100m以下の高低ならびに250m以下の平面上の

変化は表現できない。

- (4) 実機によるNCツールパスデータの特に仕上げ加工は、テープ長にして1800mと膨大な量となるため実機のメモリ容量に合わせてツールパスを分割する必要がある。
- (5) B-splineによる山の自由曲面は、金型、木型の型面として使用できる。
- (6) 等高線の他、圧力、応力、温度等の視覚教材の作成に利用可能と思われる。

V. おわりに

今後、B-splineによる自由曲面の次数の曲線通過点の違いによって生じる山の基準点との精度評価が必要と思われる。

最後に本テーマを進めるにあたり協力して戴いた武藤工業の升内賢氏ならびに卒業生の太田勇一君には深く感謝申し上げます。

(注)

- (1) 小林・伊藤・成田：地域におけるCAD/CAMシステム導入状況とCAD/CAM教育・訓練、職業能力開発報文誌、1990年6月、P33
- (2) M.キャンペルーケリー：ザ・コンピューター・エイジ、共立出版、1979年、P24
- (3) 齊藤：プレス技術、1988年、Vol26.8、P2
- (4) 高井：カメラの自由曲面生成システム、精密工学会誌、1988年10月、P1903
- (5) 上坂・杉山：立体モデルの輪郭測定機の適用、実践教育、1991年3月、P27-30
- (6) 吉澤・鈴木：格子パターン投影による三次元形状の自動測定、精密工学会誌、1987年3月、
- (7) 財団法人測量調査技術協会：デジタルマッピング、鹿島出版会、1989年、P25-30
- (8) 山下：インターグラフィユーザー一機開紙、1988年、Vol1.1、P5-6
- (9) 向後：インターグラフィユーザー一機開紙、1989年、Vol1.2、P6-7
- (10) 国土地理院：5万分の1地形図