

3 2次元表面あらさ計を利用した3次元視覚化処理に関する研究

機械部 水 江 宏

要 旨

表面粗さ計（既存機器）を利用して測定した2次元の形状データをA/D変換し、パーソナルコンピュータに取り入れて、グラフィカルな3次元形状表現を行うためのプログラムおよび測定装置の改良を行った。これにより、従来の2次元のデータを出力する測定器や工具顕微鏡等による観察だけでは把握できなかった形状（特に加工物表面形状）を3次元的にコンピュータディスプレイ上に表現可能となった。

1. 緒 言

各種精密測定において、多くの場合出力形式は数値データまたは2次元データであり、従来の設計図面に示されている表面粗さ、形状精度、寸法精度等の精度条件を確認するには十分であった。しかし、中小企業にも3次元CAD/CAMや多軸加工機等の高性能生産設備が普及し、各種の複雑曲面や図面では表現し難い加工ができるようになると、これに対応した3次元表面形状測定技術が必要となってくる。

また、素材表面の形状が、潤滑性、撥水性、伝熱特性、機械的強度等に与える影響や、切削、研削等の加工条件、能率の良否を判定するためには、従来の2次元データだけでは不十分である。

本研究は以上の理由により、表面粗さ測定器の改良を行うことにより、ある程度大きなおとつを持つ硬質材料表面形状を測定し、コンピューターディスプレイ上に3次元表現が可能となったので報告する。

2. 測定装置

2.1 装置概略

本研究では当センターに由来からあるハンディタイプの表面粗さ測定器、フロッピーディスク（FD）にA/D

変換したデータを記録できるデータレコーダ、工具顕微鏡に付属している微動テーブルとハイレゾリューション表示可能なパーソナルコンピュータを使用した。

- ①表面粗さ測定器（小坂研究所 surfcom 100A）
 - ア. 駆動装置（surfcom E-RM-S04A）
 - イ. 増幅器（surfcom E-RM-S04A）
- ②データレコーダ（TOA INR-141A）
- ③微動テーブル（Nikon工具顕微鏡付属テーブル）
- ④パーソナルコンピュータ（NEC PC9801RL）

図1に測定装置略図を示す。

表面粗さ測定器（駆動装置+増幅器）から通常は専用記録計に接続している配線を改良し、データレコーダに接続した。記録計用データは実測定データとしてCh.1に接続し、トレーサーの往復動切り換え用信号をパス切り替えのトリガー信号としてCh.2に接続して、フロッピーディスクに収録した。Ch.1の記録電圧範囲は±500mV、Ch.2の記録電圧範囲は±13Vに設定した。

2.2 測定方法

駆動装置によるトレース方向をX方向、微動テーブルによる送り方向をY方向とすると、サンプルデータは図2に示す形式の配列となる。図中のそれぞれのポイント

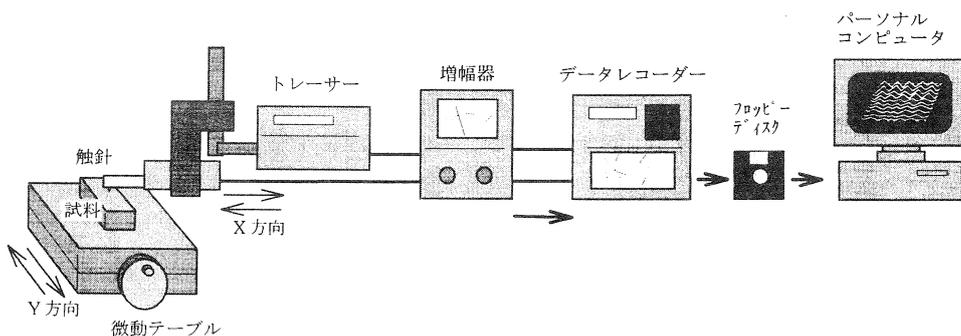


図1 測定装置略図

にZ方向の変位を与えた点群が3次元データとなる。

表面粗さ測定器の駆動装置は任意のX方向の範囲を自動的に往復運動するよう設定されており、1パス測定終了後の復路移動中に微動テーブルを操作する（Y方向に移動）という方法を繰り返し、任意のYストロークまで測定を続ける。

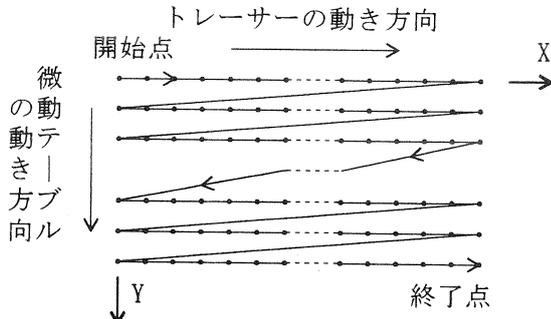


図2 データの配列と触針の動き

駆動装置のトレース速度は0.6mm/sec、サンプリング間隔は0.25secであり、触針の移動量に換算して0.15mmとなる。また、A/D変換器の信頼性を確認するために、実際に標準試験片を使用して、表面粗さ測定器標準付属のアナログ記録計の出力とA/D変換器からの出力を比較したが、Z倍率（粗さRENGE）を200倍以下であれば表面粗さ曲線として十分満足できる結果が得られた。

2.3 ソフトウェア

プログラミング言語はBASICとし、図3の表示を可能とした。表示可能な16色のうち14色を高さ表示用として使用しカラーバーを左端に設けた。また、X、Y、Zのスケールを設け、実尺度の目安とした。

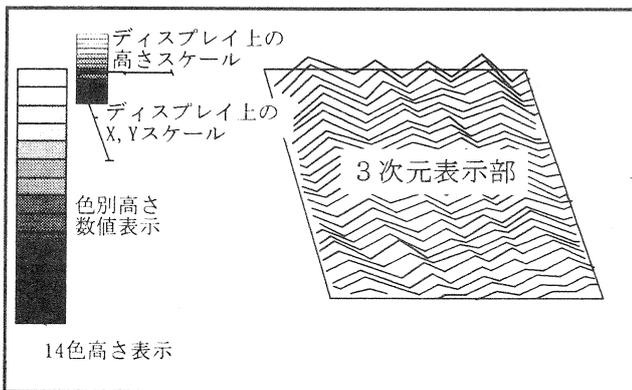


図3 表示例

さらに、次項目について変数とし、任意に変更可能とした。図4に変数説明図を示す。

- ①表示倍率
- ②トリガ信号レベル
- ③トリガ信号後の捨てデータ数
- ④1パス毎のX移動量
- ⑤1パス毎のY移動量
- ⑥サンプルデータの間隔（X方向）
- ⑦1パスの表示データ数
- ⑧高さ方向設定最小値
- ⑨高さ方向設定最大値
- ⑩その他表示部の色等

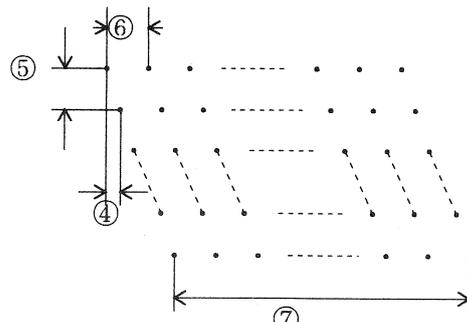


図4 変数説明図

表示手法は表面粗さ曲線のみ表示と等高線表示の2種類を可能とした。

表面粗さ曲線のみ表示は、取り入れた点データ間をトレース方向（X方向）のみ線分で結び、線分 midpoint の高さ（Zの値）に対応した色で着色する方法である。写真1、2にディスプレイを直接写真撮影した表示例を示す。

また、等高線表示においては等高線の探索法、表示法がいくつかあるが、本研究ではディスプレイ上では、線分表示を線分の幅（幾何学上の線ではないので幅を持っている）だけ移動し表示させることを繰り返すと面が得られることを利用し、図5に示す手法で処理した。この手法では得られたデータの間隔（隙間）を14色で色埋めするためにパス毎のデータ点どうしを線分で橋渡し（Y方向）、橋渡しした線分を数等分して得られた点どうしを線分で結び生成したものである。写真4、5に等高線表示のディスプレイを直接写真撮影した表示例を示す。等高線表示においてはデータ線分をあえて黒表示し基準となる曲線として示した。

いずれの表示方法においても、隣り合う高さの差が大

きい場合には、それぞれの線分を差の大小に応じて数等分し、色分けをより細分化している。

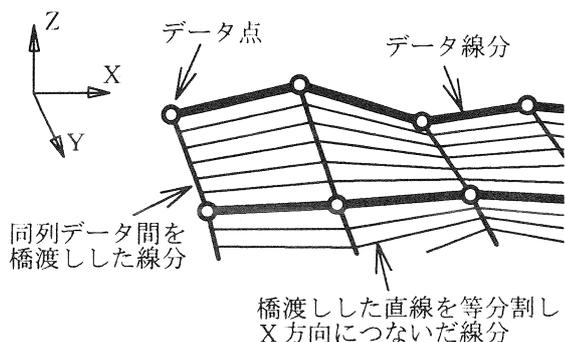


図5 等高線表示の手法

3. 測定結果及び考察

現在では測定物表面形状を3次元的に表現する測定装置は市販されているが、装置が非常に高価であり中小企業には普及していない。本研究では、既存の表面粗さ計と普及著しいパーソナルコンピュータを利用すること

により、低倍率ではあるが、安価な3次元表面形状測定装置として利用できることがわかった。

さらに、高倍率でも使用できるようにするには、データ点の配列が、Z軸方向からみて正確に直方形格子状でなければならない。この位置関係を改善するには以下の点に注意を払わなければならない。

- ① サンプリング間隔の短縮
- ② 膨大なサンプリングデータの保存法
- ③ 触針のY方向の剛性
- ④ 各パス間でのスタート点の完全な同期化

これら注意点は低倍率であっても精度、信頼性を向上させるには必要なことである。

また、高倍率化とともに測定範囲の拡大化がともなうと、測定からデータ処理終了までに非常に多くの時間を要する。Y方向微動テーブルの自動化、高性能コンピュータの使用、ハードディスクの利用、プログラムの改良等によりある程度は改善できても、装置自身が高価になり本研究の意味を失うので意味を持たないであろう。

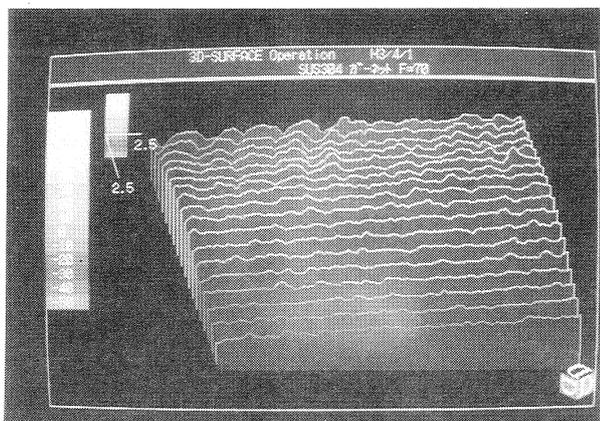


写真1 表面粗さ曲線のみ表示 (例1)

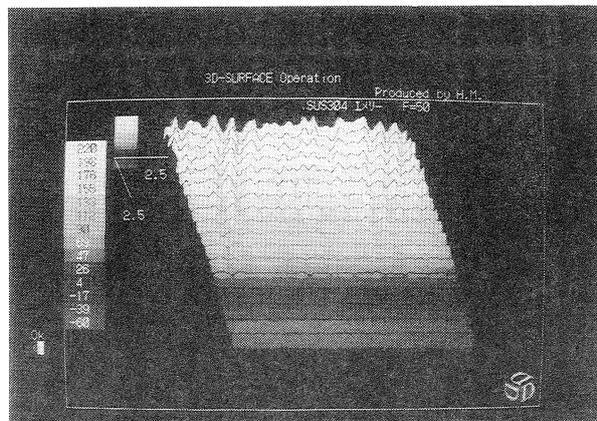


写真3 等高線表示 (例1)

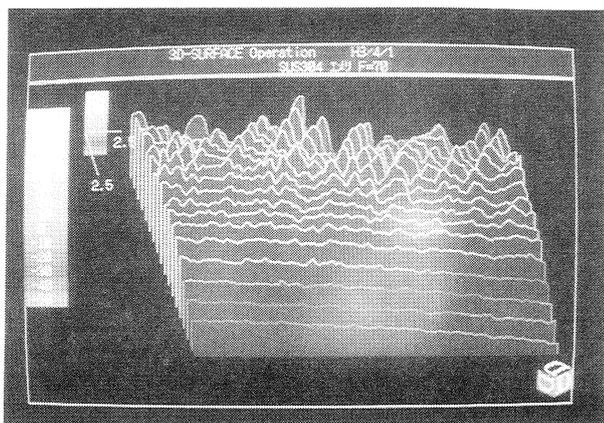


写真2 表面粗さ曲線のみ表示 (例2)

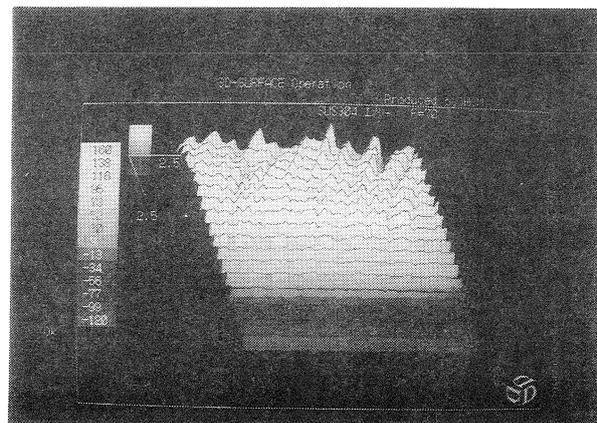


写真4 等高線表示 (例2)