

## 非接触 3 次元モデル測定の高精度化に関する研究\*

隅田 雅昭\*<sup>1</sup>

Study on Accuracy Improvement of Non-contact 3-Dimensional Measurement

Masaaki SUMIDA

図面等の無い実モデルから金型等を製作するためには、元となる実モデルの 3 次元形状を測定する必要がある。3 次元形状を測定する方法として、従来の接触式センサーを用いる方法は、高精度なデータを得ることができるが、測定に時間がかかり、モデルの種類によっては、接触式では測定できないものもある。最近、レーザーを使い非接触で短時間に 3 次元形状を測定する装置が市販されているが、接触式ほどには高精度なデータを得ることができない状況である。今回は、ミノルタ製非接触三次元測定器Vivid700（以後Vivid700と表記）により非接触形状測定を行い、測定データ精度を向上させるための基礎実験を行った。

キーワード：リバースエンジニアリング、非接触 3 次元形状測定

### 1 はじめに

製品が設計どおりの形状であるか確認するためには 3 次元形状測定を行う場合には、主に接触式プローブによる接触式 3 次元精密測定機が用いられているが、板金加工製品などは接触による測定で歪みの問題を生じる。

これに対しレーザーによる非接触 3 次元測定は歪みの問題が生じず、測定時間も短く効率的であるが、測定精度が低く測定物の表面状態や色の影響を受けるなどの問題がある。

そこで本研究では、非接触による 3 次元測定におけるモデルの形状や表面の状態、色などが、測定に及ぼす影響を調べるための検討・実験を行ったので報告する。

### 2 実験方法

#### 2 - 1 球の測定

球の測定誤差の評価方法について検討を行うため、Vivid700により白く塗装した直径50mmの鋼球の測定を行った。

#### 2 - 2 距離別の測定

測定距離の影響について調べるために、白く塗装した直径50mmの鋼球とVivid700の間の距離を変化させて測定を行った。測定距離は0.6m、0.75m、0.9m、1.5mとした。

#### 2 - 3 色の違いによる測定誤差

表面の色による影響を調べるためにVivid700により図1のような塗料用の標準色見本の測定を行った。色見本は白色のパネルに色違いの薄いシートが張り付けてある。

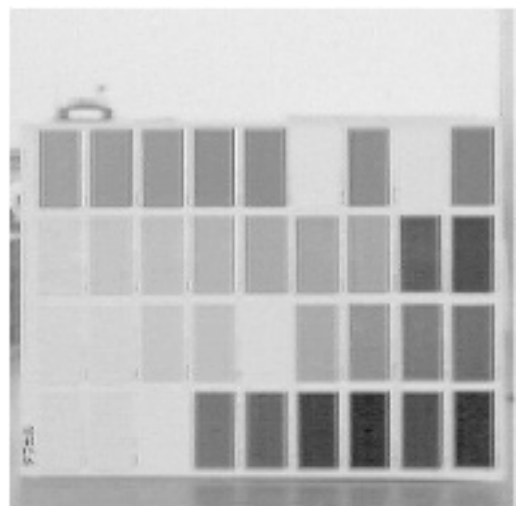


図1 色見本

\* 三次元形状測定装置のデータ補正に関する研究

\* 1 機械電子・デザイン部

### 3 結果及び考察

#### 3 - 1 球の測定と測定誤差の評価方法について

白く塗装した直径50mmの鋼球の測定データから測定誤差、測定値のパラツキを求めるために、Vivid700に最も近い点を原点として各測定点の座標を計算し、各点の測定値と比較した。以下に具体的な方法を示す。

ここで、Vivid700の光軸方向をZ軸（Vivid700に近い方を+とする）、光軸に垂直な断面をXY平面とする。

まず球表面の測定値のうち最もVivid700に近い点の測定値を求め、基準点とした。次にこの球と同じ直径の球をモデルとし、測定した球と同様にVivid700に最も近い点を基準点とした。更に、測定した球の各測定点と同じX座標、Y座標を持つモデル球上の点のZ座標を求め、測定点のZ座標と比較した。

Vivid700にZ軸方向に最も近い測定点を基準点とし、この座標を  $(X_n, Y_n, Z_n)$ 、球の半径を  $r$  とするとモデルの球を表す式は、

$$(x - X_n)^2 + (y - Y_n)^2 + (z - (Z_n - r))^2 = r^2 \quad (1)$$

となり、この式から

$$Z = Z_n - r + \sqrt{(Z_n - r)^2 - (x - X_n)^2 - (y - Y_n)^2} \quad (2)$$

が導き出せる。

この式に測定値のx座標及びy座標を代入し、求めた値をzの理論値とする。その点のXY平面における基準点からの距離を求め、測定点と基準点の距離に対する測定値と理論値の差をグラフに表したのが、図2である。

図2より、基準点からの距離が大きくなるほど、測定値と理論値の差は大きくなっている。

この手法では、測定点の間隔が小さいほどVivid700に最も近い点を測定する確率が高くなる。逆に間隔が大きいのほど測定は粗くなるので、測定値から求めた基準点とVivid700に最も近い点とのズレは大きくなる可能性がある。このズレが、測定値に対してどのような影響を与えるか検討した。

図3は、黒点で表す実際の測定点の中からZの値が最も大きいものを基準点として、モデル球を作成した場合、モデル球がどのようなになるか表し

た例である。

Vivid700に最も近い測定点の座標を  $(0, 1, 0)$  とし、X軸方向及びY軸方向の測定間隔を2mmとする格子状に測定を行った時の測定データを計

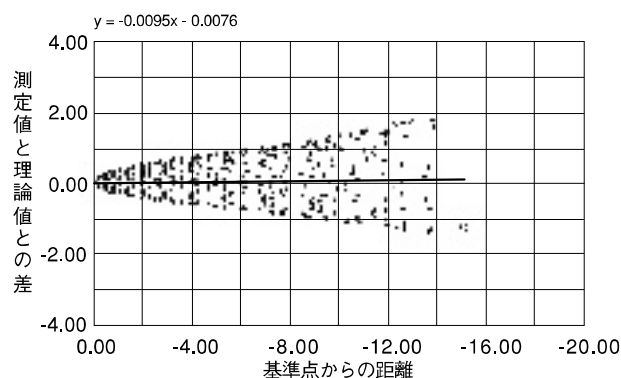


図2 測定値と理論値の差

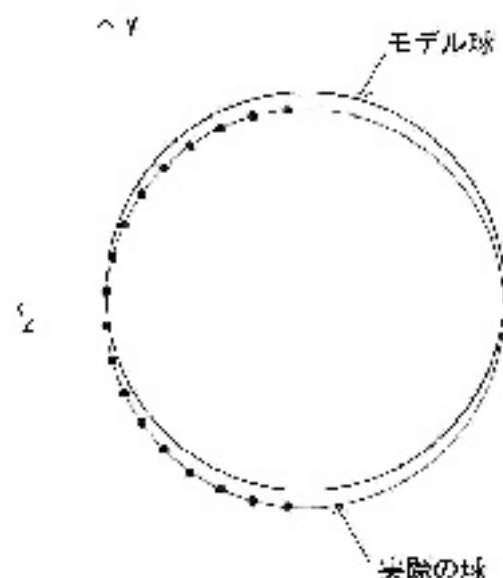


図3 実際の球とモデル球

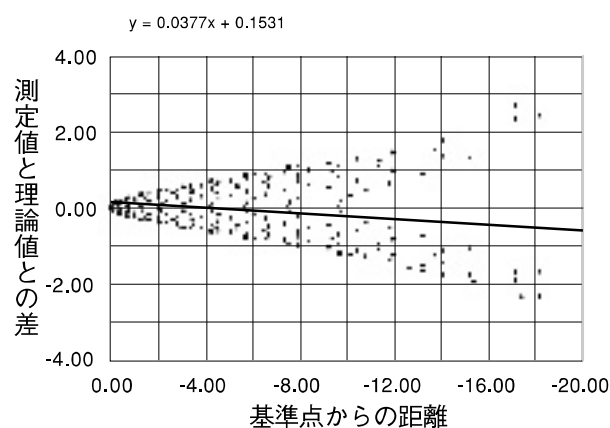


図4 モデル測定値と理論値の差

算で求め測定値と理論値の差を図2と同じ方法でグラフ化したのが図4である。

次に、実測した値と理論値との差をXY平面上に表したものが図5である。差の大きさの分布が縞状になっている。

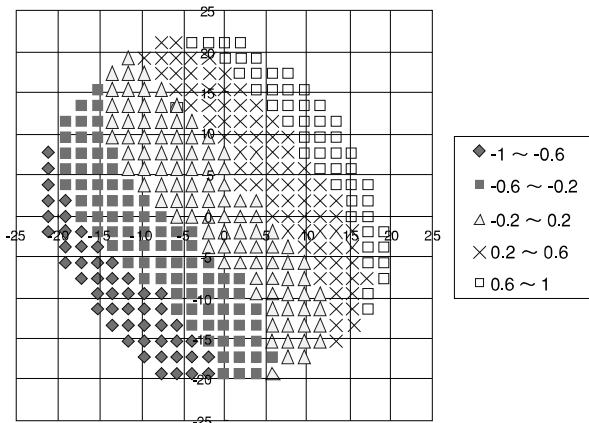


図5 実測値と理論値の差のXY平面分布

図6は、測定点がVivid700に最も近い点から1/2ピッチだけY方向にずれた場合の測定値（計算値）と理論値との差の分布を模式的に表したものである。

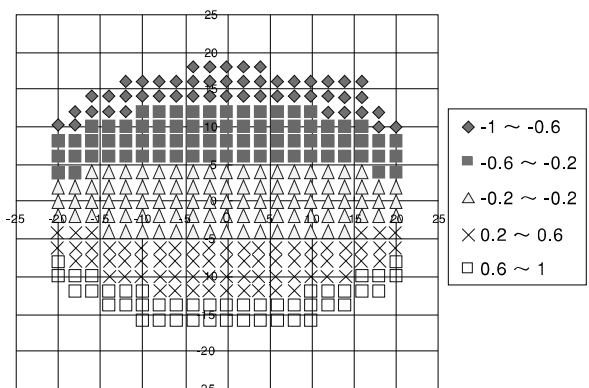


図6 測定値と理論値との差の分布模型

今回は球を測定したが、エッジや頂点の有る測定物において、測定の精度を上げるには、このエッジや頂点同士の位置関係をより正確に把握することが必要となる。Vivid700による測定においては、測定の基準としたいエッジや頂点などをねらった測定を行うことができないことから、測定点からエッジや頂点の座標を求める必要があり、この手法の善し悪しがそのまま、測定の精度に影響を及

ぼす。

### 3 - 2 色の違いによる測定誤差

測定物の色が測定誤差に与える影響を調べるために幾つかの色について測定を行ったところ、黒っぽい色ではデータの欠落がみられた。これは黒系の色がレーザー光を吸収しやすく測定に必要な反射光の強度を得ることができなかったためと思われる。

赤系の色を並べた色見本の測定データを図7に示す。黒に近い色についてデータの欠落がみられたが、良好な測定データを得ることができた。

緑系の色を並べた色見本の測定データを図8に示す。色の付いた部分と白いパネル部分との測定値に差が生じ、図8のように色の付いた部分が凸になった。また、白いパネル部分にデータの欠落が生じた。

赤系の色はVivid700の測定で使われるレーザー光に近い波長を持ちレーザー光を反射しやすく、白色と同程度の強度を持つ反射光を得ることができと思われるが、緑系の色についてはレーザー光との波長の差が大きく白色に比べ反射光の強度は低いと思われる。

これらのことから反射光強度のバラツキが、測定に影響を与えているのではないと思われる。

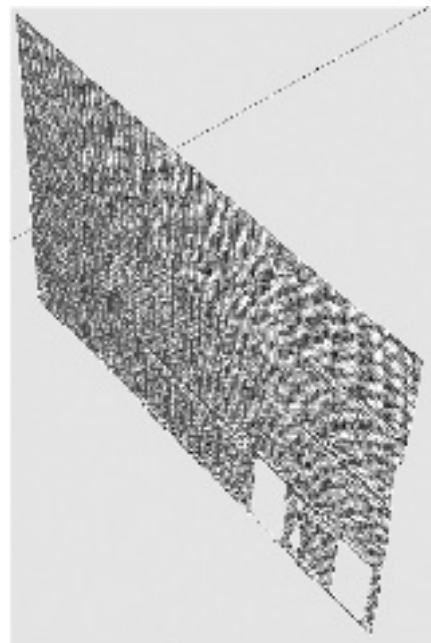


図7 赤系色見本の測定データ

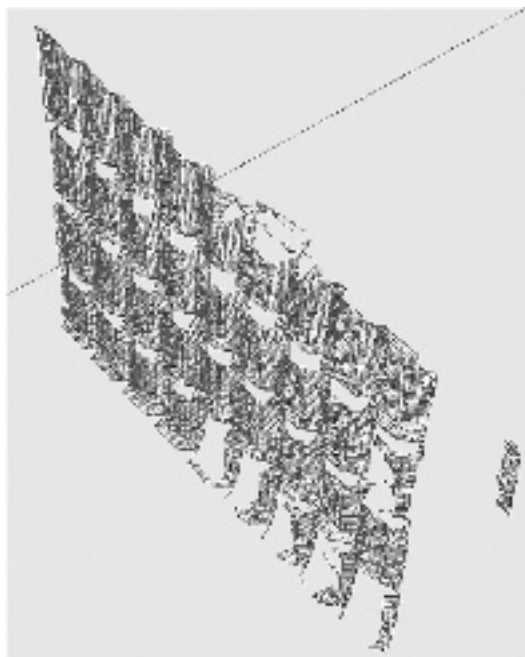


図 8 緑系色見本の測定データ

#### 4 まとめ

今回の実験では、次のような結果が得られた。

- 1) 球の測定における測定値と理論値の差や差の分布状況は、グラフに表すことにより大まかな傾向を把握できた。
- 2) 測定点の間隔が大きいほど測定値と理論値の差が大きくなる可能性が高い。
- 3) 測定物の色が測定データに影響を与える、レーザー光の色と同じ系統の色の場合、良好な測定データを得ることができた。

今後は、傾斜角の大きさや反射光強度のバラツキが、測定値に与える影響を調べ、測定誤差を補正する手法を確立したい。また、エッジや頂点のあるものを測定し、測定値からエッジや頂点を求め、測定誤差の傾向を導き出すことにより、測定誤差を補正する手法を確立したい。