

研究ノート

X線 CT と三次元デジタイザの形状データ合成に関する研究

依田康宏*¹、水野和康*¹、島津達哉*¹、児玉英也*¹

Study on Merging 3D Shape Data of X-ray CT and 3D Digitizer

Yasuhiro YODA*¹, Kazuyasu MIZUNO*¹, Tatsuya SHIMADZU*¹
and Hideya KODAMA*¹Industrial Research Center*¹

X線 CT による三次元形状測定は内部を測定できる長所があり、三次元デジタイザによる測定は X線 CT と比較して精度の高い測定ができる長所がある。X線 CT でしか測定できない内部は X線 CT のデータ、他の部分は精度の高い三次元デジタイザのデータを優先的に利用して合成する方法を提案し、模擬データ及び実測データで合成したところ、つなぎ目にすき間のない一つのデータとなることが確認できた。

1. はじめに

従来の三次元形状測定は、検査を目的として接触式座標測定機で指定箇所や断面のみを測定することが中心であったが、最近ではリバースエンジニアリングや CAE のモデル作成を目的に、スキャニング測定により製品の全形状データを取得したいという要望が増えている。代表的なスキャニング測定機としては X線 CT と非接触三次元デジタイザ（以下、デジタイザ）があり、これまでの当センターの X線 CT についての精度評価¹⁾や、市場の測定機の精度を全般的に見ると、X線 CT よりデジタイザの方が精度は高い。

しかし X線 CT は内部形状を測定できる特長があり、測定精度が多少低くても全形状のデータを取得するための有効な手法である。そこで本研究では、X線 CT で測定した形状データとデジタイザで測定した形状データとを合成する方法を提案し、実測データを用いて合成結果を確認した。

2. 実験方法

2.1 合成方法

形状データとして、X線 CT とデジタイザ共に出力可能な STL（メッシュ）形式を用いた。図 1 と以下の手順に示すプログラムを作成し、データ合成を行った。

- (1) X線 CT の STL データ頂点から法線方向に、デジタイザのデータの対応点を探す。
- (2) 対応点がある場合は、優先度を考慮した平均を計算し合成データとする。対応点がない場合は、X線 CT のデータをそのまま合成データとする。

測定機の精度を考慮して合成するため、X線 CT より

デジタイザの優先度（平均の重みづけ）を高くして平均データを作成することにより、比較的精度の高い測定機であるデジタイザのデータが優先されるようにした。また、最初の基準となるデータは、内部形状を含んだ全形状データとなる X線 CT のデータとしている。

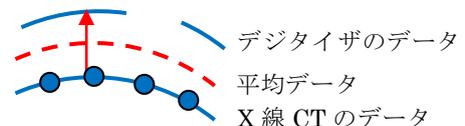


図 1 データの合成方法

2.2 実験に利用したデータ

データ合成を行うにあたり、まず寸法が明確な単純形状の模擬データを用意した。模擬データは図 2 に示す円筒パイプ形状であり、CAD から STL のデータを入力して作成した。内径 40mm、外径 60mm を真値としたとき、X線 CT では円筒内外面ともに測定できたが誤差が含まれたものとした。一方デジタイザでは、測定精度はよいが円筒内側が一部測定できておらずデータが欠損したものとした。

更に、実測データでこの手法を適用するため、測定試料として図 3 に示すアルミ製の円筒に複数の貫通穴があるものを用意し、X線 CT とデジタイザで測定した。

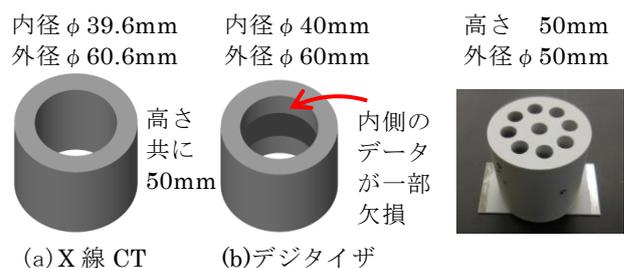


図 2 模擬データ

図 3 測定試料

*¹産業技術センター 自動車・機械技術室

X線CTでは貫通穴も含めて全形状が測定できたが、デジタルでは貫通穴部分はカメラの死角となり、端面から10mm程度の深さまでしか測定できなかった。

X線CTはSMX-225CT（梶島津製作所製）、デジタルはATOS Triple Scan 16M（GOM社製）を用いて測定し、X線CTのボリュームデータからSTLへの変換は、VGStudio MAX 2.1（VOLUME GRAPHICS社製）を使用した。

3. 実験結果及び考察

3.1 模擬データの合成結果

図2の模擬データを使用して合成し、結果を確認した。最初に、2つのデータの優先度を同じとし単純平均して合成を行った。図4はその結果を示し、円筒外径は2つのデータの間の中間の60.3mmとなった。円筒内径は両方のデータがある部分は中間の39.8mm、デジタルのデータが欠損しX線CTのデータしかない部分はX線CTのデータそのままの39.6mmとなった。

次に、デジタルのデータをX線CTの2倍優先するように、デジタルとX線CTのデータの重み配分を2対1として平均を取り合成した。図5はその結果を示し、円筒外径は優先したデジタル寄りの60.2mmとなった。円筒内径は両方のデータがある部分はデジタル寄りの39.867mm、X線CTのデータしかない部分はX線CTのデータそのままの39.6mmとなった。

また、図6は図5の合成結果の断面図であり、円筒内側でデジタルのデータがある箇所とない箇所の境界はすき間もなくつながっている。

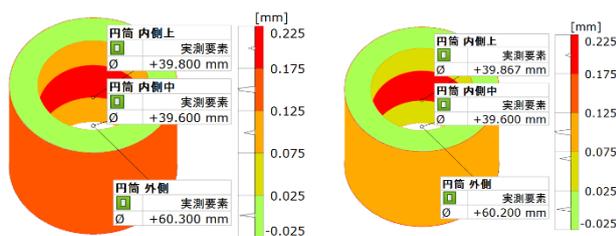


図4 単純平均した合成結果

図5 優先度を考慮した合成結果

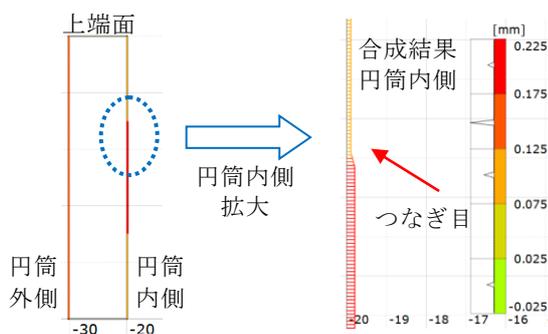


図6 合成結果の断面図

3.2 実測データの合成結果

図7はデジタルに対するX線CTの測定データの形状偏差分布である。上端面がX線CT測定時にX線とほぼ平行な配置だったため、上端面にX線CT特有の誤差が生じている。

このX線CTとデジタルのデータを形状全体のベストフィットにより座標合わせを行った後に、単純平均により合成した。貫通穴部分もX線CTのデータは存在するため、合成データはデータ欠損のない全形状データとなった。

図8にデジタルに対する合成結果の形状偏差分布を示す。上端面の合成結果は、デジタルとX線CTの中間の形状となるため、図7のX線CTよりもデジタルのデータに近づいている。なお、この合成はX線CTとデジタルの単純平均であり、デジタルの優先度を高くしていくと、貫通穴部分を除いて、合成データはデジタルのデータに近づいていく。

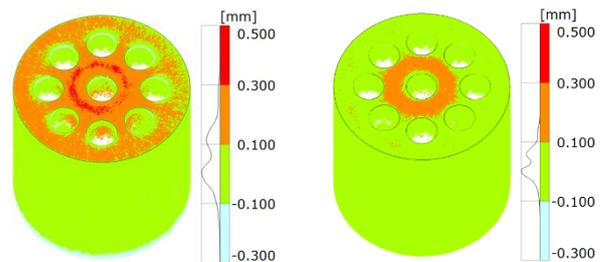


図7 デジタルに対するX線CTの形状偏差

図8 デジタルに対する合成結果の形状偏差

4. 結び

優先度を考慮してX線CTと三次元デジタルの形状データを合成するプログラムを作成した。模擬データ及び実測データを用いて合成し、結果を確認したところ、合成の優先度は考慮され、つなぎ目にすき間のない一つのデータとなり、ほぼ期待どおりの結果となった。

文献

- 1) 山本, 水野, 島津, 児玉: あいち産業科学技術総合センター研究報告, 3, 22(2015)
- 2) 山本, 水野, 島津, 依田, 児玉: あいち産業科学技術総合センター研究報告, 4, 48(2015)