

リバースエンジニアリングの事例研究

西田 修

接触式三次元測定機を用いてパソコン用マウスの形状測定を行い、得られた測定データから三次元曲面作成システムを用いて CAD モデルを作成した。また、CAD モデルを視覚的に評価するために三次元造形機を用いて試作を行った。

キーワード：リバースエンジニアリング、接触式三次元測定機、CAD

1. はじめに

製品を作る場合、デザイン（設計）から新規に行うことが一般的である。しかし、天然物や既存モデルを参考にする場合など、実物の形状を設計に反映させたい場合がある。そのためには、実物の形状を計測、数値化するだけでなく、そのデータを基に CAD モデルとして表現する必要がある。

本報では、中小企業のデジタルエンジニアリングを支援することを目的とし、当所の設備を利用したリバースエンジニアリング手法の確立に取り組んだ事例について報告する。

式でも出力した。なお、二次元カーブ測定では、溝の部分等は測定することができなかったため、測定対象から除外した。実物モデルのパソコン用マウスを図 1 に、接触式三次元測定機を図 2 に、形状測定の様子を図 3 及び図 4 に示す。



図 1 実物モデル(パソコン用マウス)

2. リバースエンジニアリングの事例

2.1 形状測定

実物モデルには、主に自由曲面で構成されているパソコン用マウスを選定した。

形状測定は、接触式三次元測定機（株式会社東京精密 XYZAX SVAfusion 9/10/6）の二次元カーブ測定機能を用いて、次の条件で行った。

- ・縦方向の測定間隔：1mm
- ・横方向の測定間隔：5mm
- ・二次元カーブの座標取得間隔：1mm

また、モデルのマウスは左右対称の形状であったため、左半分のみを測定対象とした。測定した二次元カーブは 154 本であり、点群データとして座標値を ASCII 形式で出力するとともに、曲線データとして IGES 形



図 2 接触式三次元測定機



図 3 接触式三次元測定機による形状測定

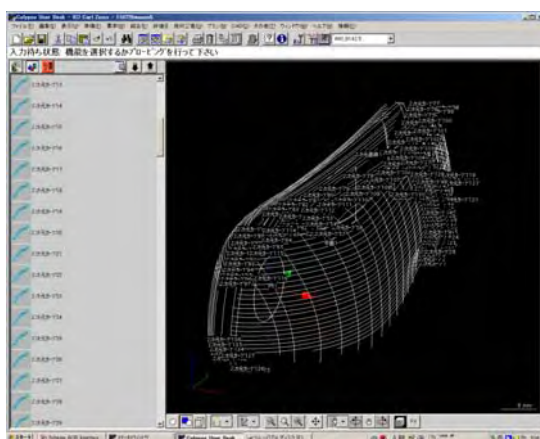


図 4 形状測定中の画面

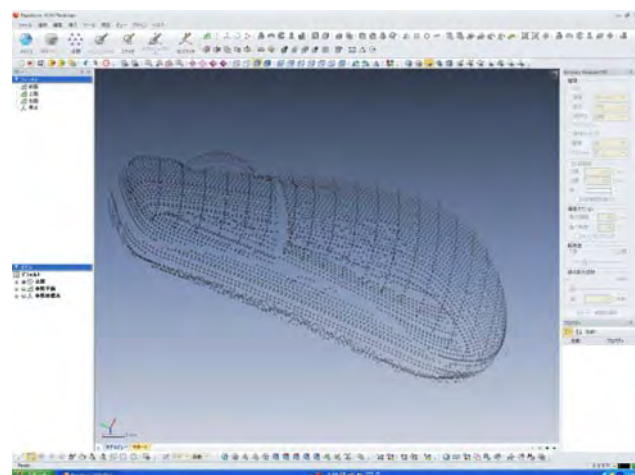


図 5 三次元曲面作成システムに読み込んだ点群データ (ASCII 形式)

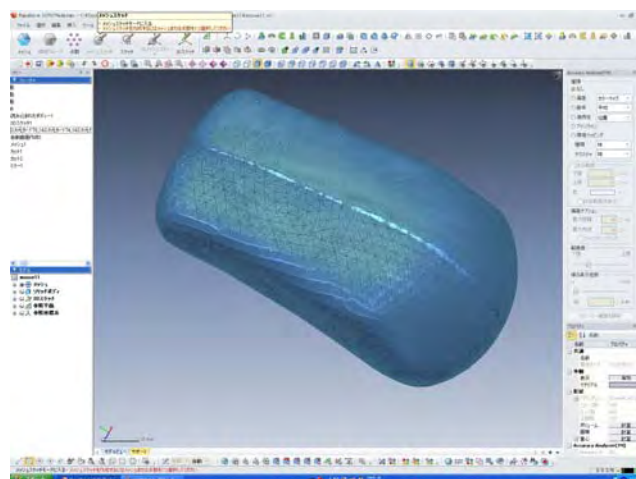


図 6 点群データから作成したポリゴンモデル

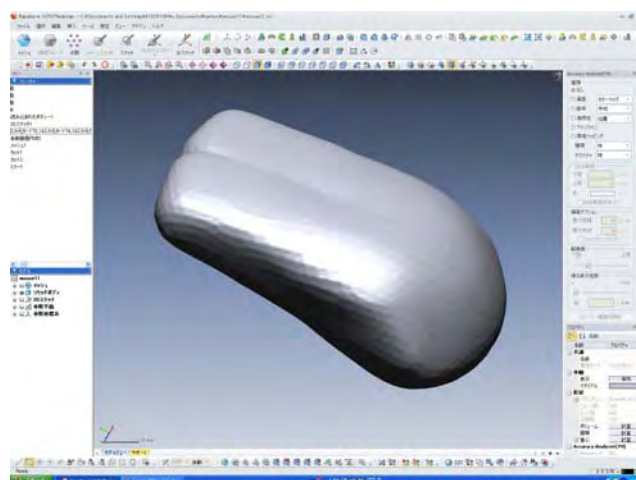


図 7 サーフェイスモデル(方法1)

2.2 CAD モデル作成

CAD モデルの作成は、三次元曲面作成システム (INUS Technology, Inc. Rapidform XOR) を用いて 2 つの方法で行った。

方法 1 は、点群データを読み込み、ポリゴンモデルを作成した後に自由曲面 (Nurbus 曲面) に変換するという方法である。三次元曲面作成システムで読み込んだ点群データを図 5 に、点群データから作成したポリゴンモデルを図 6 に、サーフェイスモデルを図 7 に示す。

方法 2 は、曲線データを読み込み、曲線間にロフト機能を用いて面を貼り、サーフェイスモデルを作成する方法である。全ての曲線を利用して面を貼ることは多くの時間を要し、実用的でないことから、縦方向に 5mm の間隔で測定した曲線 34 本を用いて曲面を作成した。三次元曲面作成システムで読み込んだ曲線データを図 8 に、曲面作成に利用した曲線を図 9 に、曲面作成途中の画面を図 10 に、曲線から作成したサーフェイスモデルを図 11 に示す。

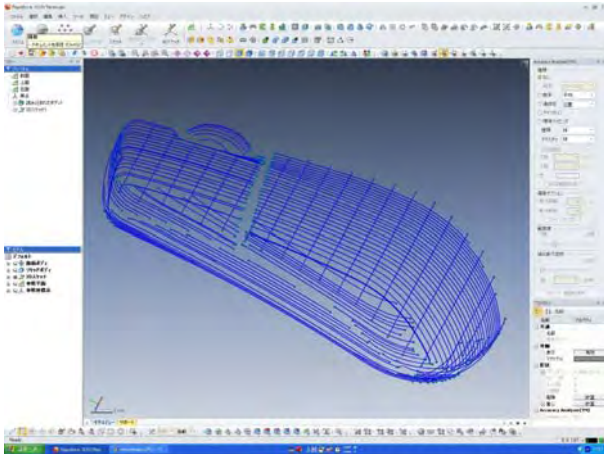


図 8 三次元曲面作成システムに読み込んだ
曲線データ(IGES 形式)

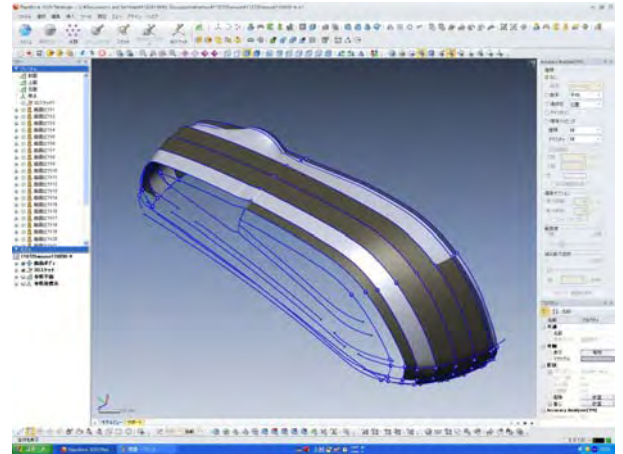


図 10 曲面作成途中の画面

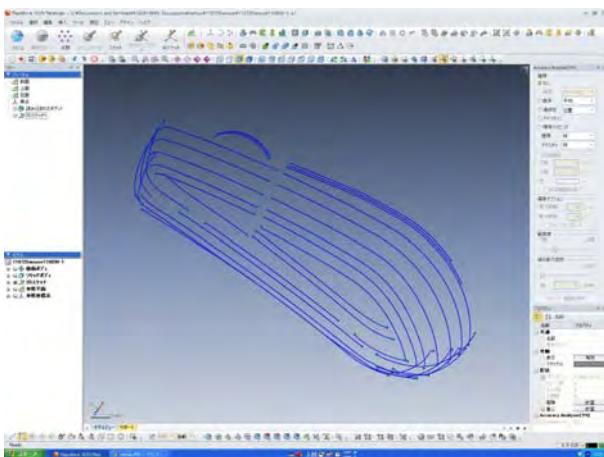


図 9 曲面作成に利用した曲線

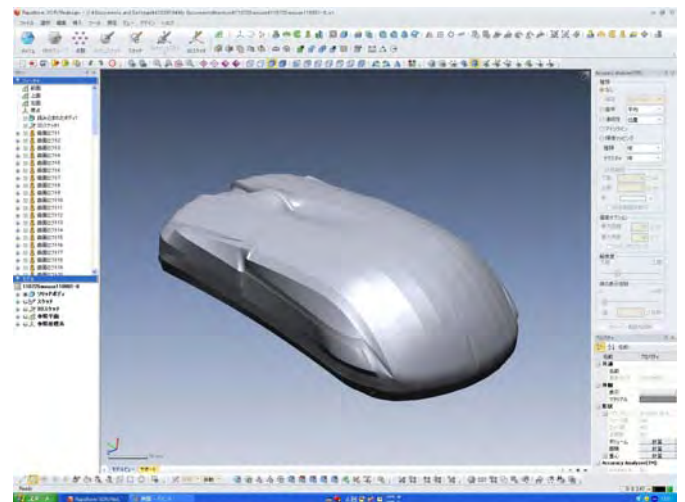


図 11 サーフェイスモデル(方法2)

いずれも、マウスの左半分から作成したモデルからミラーリング機能を用いて右側のモデルを作成し合成した。

さらに、三次元造形機による試作を行うために、サーフェイスモデルを STL 形式として出力し、STL 修正ソフトウェア (Materialise 社 Magics) を用いて不具合を修正した。

2.3 試作

視覚的な評価を行うため、作成した CAD モデルから三次元造形機 (Stratasys, Inc. PRODIGY) を用いて、試作を行った。

三次元造形機を図 12 に、方法 1 の点群データから作成した試作品を図 13 に、方法 2 の曲線データから作成

した試作品を図 14 に示す。

2.4 評価

方法 1 により作成した試作品は、全ての点群データから自動曲面作成機能により曲面作成を行ったため、全体的に滑らかな曲面になっている。

方法 2 により作成した試作品は、曲面間の接続部分の曲率が不連続なため、滑らかさに欠けたものとなっている。

いずれの方法も実物モデルと比較すると細部の再現性に課題があるため、今後、より詳細に実物モデルの測定方法や曲面の作成方法について比較検討する必要がある。



図 12 三次元造形機

3. おわりに

今回の接触式三次元測定機による形状測定は、二次元カーブ測定機能を用いて、曲線 1 本ごとに測定を繰り返す方法により行ったが、測定には多くの時間を要した。また、滑らかな曲面や平面、円筒といった単純な面しか測定できず、凸凹した面、複雑な形状、柔らかいものなどは測定できないといった欠点がある。しかしながら、接触式三次元測定機は非接触式三次元測定機と比較して精度がよいことやノイズがないといった長所もあり、実物モデルによってはリバースエンジニアリングに有効に活用できる可能性がある。今回得られた知見を基に、今後、さらに調査・研究を進め、当所の設備を利用したリバースエンジニアリング手法を向上させることにより、中小企業の技術課題に応えていきたい。



図 13 方法1の点群データから作成した試作品



図 14 方法2の曲線データから作成した試作品