室蘭工業大学
学術資源アーカイブ
Muroran Institute of Technology Academic Resources Archive

航空宇宙機用薄肉部材の試作と曲面形状評価方法の研究：共同研究報告（株式会社馬場機械製作所）

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 室蘭工業大学航空宇宙機システム研究センター 公開日: 2016-04-26 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 棚次, 亘弘, 溝端, 一秀, 湊, 亮二郎, 馬場, 義則 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10258/00008669

室蘭工業大学
学術資源アーカイブ
Muroran Institute of Technology Academic Resources Archive

航空宇宙機用薄肉部材の試作と曲面形状評価方法の研究 ： 共同研究報告（株式会社馬場機械製作所）

著者	棚次　亘弘，溝端　一秀，湊　亮二郎，馬場　義則
雑誌名	室蘭工業大学航空宇宙機システム研究センター年次報告書
巻	2006
ページ	61-64
発行年	2007-05
URL	http://hdl.handle.net/10258/00008669

共同研究報告（株式会社馬場機械製作所） － 航空宇宙機用薄肉部材の試作と曲面形状評価方法の研究

棚次 亘弘　（航空宇宙機システム研究センター長，教育研究等支援機構 教授）
○ 溝端 一秀　（機械システム工学科 助教授）
湊 亮二郎　（機械システム工学科 助手）
馬場 義則　（株式会社馬場機械製作所 代表取締役社長）

1　研究の概要

革新的航空宇宙機の開発に必須の風洞試験用模型やターボジェットエンジン用ファンブレード・タービンブレード等の薄肉部材については，曲面で構成された極めて薄い金属部材を高精度で切削する必要がある．このような薄肉加工技術は航空宇宙機製造の根幹を担う極めて高付加価値の技術であるが，近年は大手重工ですべての加工技術を維持するのは困難になってきており，世界的に生産拠点が中小企業に移りつつある．そこで本研究では，これまで室蘭地域に蓄積されてきた機械金属加工技術を集約・改良することにより，上記のような薄肉部材を試作することを通して，加工技術を構築した．さらに，加工された薄肉部材の曲面形状を精密に測定・評価する手法について調査し，効果の高い手法を選定して，その適用可能性を探った．

2　薄肉部材の試作

室蘭工業大学航空宇宙機システム研究センターで設計された風洞試験模型M2006型の水平尾翼および垂直尾翼を NC 加工により試作した．薄肉部材のエッジ（縁）の形状を正確に実現することを狙って，エッジに予め 0.3mm ないしは 0.5mm の厚みを与えるよう切削加工し，その後にエッジの厚みを研磨によって調整した．研磨前の状態を図１に示す．

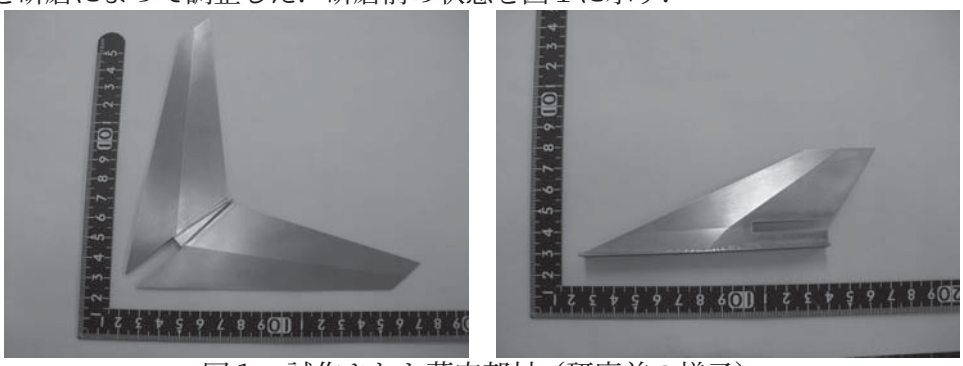

図１：試作された薄肉部材（研磨前の様子）

3　曲面形状の測定・評価方法

物体の三次元形状を測定する手法としては，大別して，「接触式三次元測定」と「非接触式三次元測定」がある．また，測定データを，NC 加工の元となる CAD データと比較して，曲面形状の加工精度を評価する作業は「製品検査」と呼ばれる．

3.1.　接触式三次元測定

三次元トラバース装置のトラバースアームの先端にプローブ（探針）を設置し，アームをトラバースさせ，プローブを物体表面に軽く接触させた瞬間のプローブの三次元座標をポテンショメータ，A/D 変換器，パソコン，等の機材を用いて測定・記録する方式である．物体表面の代表的な箇所の寸法が比較的容易かつ高精度（誤差：数 μm～数十 μm）に測定できるが，三次元的な形状，特に曲面形状の測定・評価は困難である．

室蘭工業大学航空宇宙機システム研究センターで試作した小型ターボジェットエンジン・コン

プレッサーファンの形状を測定している様子を図２に示す．これは，ファンを製作した（株）アイコクアルファ社の加工現場近くで測定したものである．同等の接触式三次元測定機（図３）が室蘭工大 CRD センターに保有されているが, しばらく稼働していなかったこともあって制御系の整備が必要であり，今後の活用が期待される．

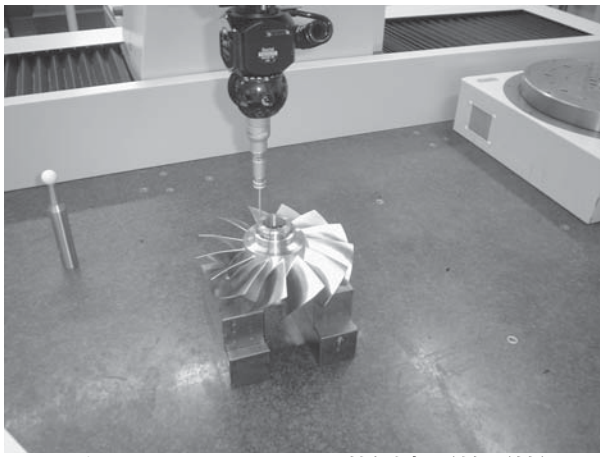

図２：試作されたコンプレッサーファンの形状測定（於（株）アイコクアルファ）

図３：室蘭工大で保有している三次元測定機（ミツトヨ B-706 型）

3.2. 非接触式三次元測定機

光学的に物体の表面形状を測定し，物体表面上の多数の点の座標（点群データ）を得る方式である．測定手法としては，縞状の光を物体に投射し，投射角度を種々に変えながら物体表面に映った縞模様を２つの CCD カメラで撮影し，パソコン上で画像処理する．１回の測定は数秒で完了するが，光源位置から見えない物体表面（つまり陰の部分）の測定ができないため，物体と光源の位置関係を変えながら複数回測定する必要がある．さらに，これら複数回の測定データを組み合わせて，物体全体の形状データを構成しようとする場合，測定データの三次元的なつなぎ合わせに熟練とノウハウが必要である．

上述の風洞試験模型 M2006 型の水平尾翼について，道工試にて形状測定を実施した様子を図４～図６に示す．図５のように，測定機には２つの CCD カメラが搭載されており，向かって左側のカメラは光源を兼ねている．この光源から図５のように縞状の光が投射され，投射角度（つまり縞模様の向き）を変えながら複数の画像を撮影する．その画像を図６のように専用ソフトで処理して，点群座標データを得る．

図４：　道工試の非接触三次元測定機

図５：　縞状の光を投射して形状測定している様子

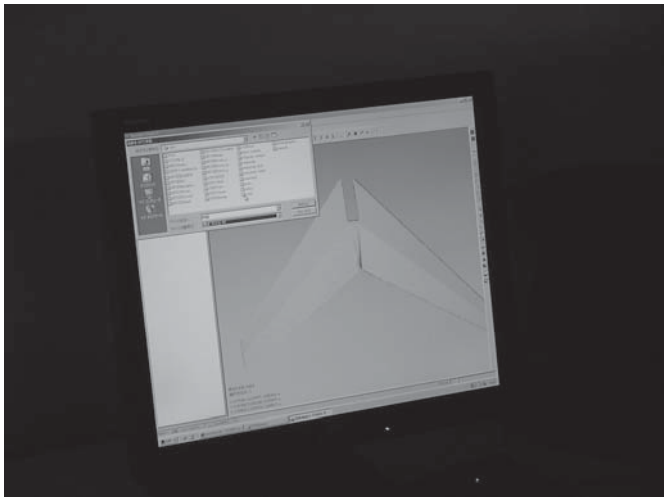

図６：　専用ソフトを用いた画像処理と点群座標データ生成

3.3.　製品検査の方法

CAD データと形状測定データを厳密に比較するには，物体表面ないしは内部に基準点を３点設定し，CAD データと形状測定データとの間で三基準点の座標を一致させた上で，物体表面上の各

点の座標を CAD データと測定データの間で比較することが必要である．しかるに，上述の非接触式測定データでは，点群座標データの各点の配置は測定のタイミングで勝手に決まってしまうものであり，例えば物体表面のエッジ，先端，稜線，等に沿って点群が並ぶ訳ではない．換言すれば，その物体の表面形状を定義するための輪郭や代表点の座標が必ずしも測定に掛かる訳ではない．従って，各点の座標の比較検証に重きを置くのではなく，表面形状の大域的・概略的な再現度を見るという観点から取り組むことが必要であり，そのためにはある種の統計的評価が肝要である．その手法についての調査検討が今後の課題である．