

人力飛行機のプロペラ特性の実証

Experimental verification for propeller characteristics of human powered aircraft

小澤国基¹, 荒井克己¹, 佐藤正文¹, 谷口圭¹,
中村直樹¹, 野口智弘¹, 安部建一², ○佐藤親俊²
(日大理工 教員, 学部, 航空宇宙)

Kunimoto Ozawa, Katumi Arai, Masafumi Satoh, Kei Taniguchi,
Naoki Nakamura, Tomohiro Noguchi, Kenichi Abe, Chikatoshi Satoh

Abstract

The propeller characteristics and efficiency of our human powered aircraft is experimentally verified by the system for measuring propeller characteristics, which has been trial produced and mechanically modified for more easy calibration. This paper deals with the comparison the propeller characteristics to be designed with that to be verified through experimental processes.

1. はじめに

本学の目的達成型教育の活動の一つである人力飛行機(人力機)工房は 2007 年に文科省の特色 GP として採択された。本工房は, MIT・NASA の持つ飛行距離の世界記録(115.11Km)の更新を活動目的としている。人力機的设计/製作では, 機体とプロペラ, そしてプロペラへのパワー供給と操縦を担うパイロット間で構成される人間機械系の整合を適切に図る必要がある。このため, 本学ではフライトシミュレーターが開発されて来ているが, 本稿では, 特にプロペラ設計の主要パラメータであるプロペラ効率の実証について述べる。航空工学の見地から, 飛行距離の更新のための人力機的设计にはプロペラ効率の実証値が不可欠と言えるが, 実証例は極稀のようである。

2. プロペラ特性計測

装置の概要説明^{1,2)}は, 紙面の都合上割愛するが, 車走によってプロペラに相対風を当て

1:日大理工・学部・航宇 2:日大理工・教員・航宇



図1 計測装置のトラック搭載写真

てプロペラ特性とプロペラ効率を求める車走実験を本学の交通試験路内で行っている。図1に装置全体を軽トラック荷台に搭載した写真を示す。

2-1 推力測定の較正について

試作段階で推力測定部の機構が変更され, 軸継手にリニアブッシュ方式即ち推力による軸可動部の直線バネ変位から推力を測定する方式が採用された。試運転の結果²⁾, 正味推力はバネ変位に要した力と軸回転中の摩擦力(較正值)の合計とすべきであると判明し

ている.本年 9 月 10 日に行った車走実験の前後で実験時間短縮のために考案の脱着式推力較正装置を用いた実験結果から,較正関数は $y=0.133x-1.36$ で表現された. x は既定推力 (N), y はバネ変位 (mm) で,直線バネ定数 7.5 (N/mm) である.較正值は 10.1(N)となる.

2-2 プロペラ効率の実証実験

上述の較正関数を基に車走実験データを整理した結果について述べる.プロペラの仕様を表 1 に示す. 相対風速度 4.0, 7.6(m/sec), 回転数 80,90,100,110,120, 130, 140(rpm)毎に設定し,これら組合せで定まる進行率に対して,推力係数 C_t とパワー係数 C_p を求めた.ピッチ角 0° と -1° の場合のプロペラ効率の実証値を図 2 に, 進行率に対する推力係数とパワー係数の関係を図 3 に示す.なお,図 2 の緑点は設計値を示している.設計点(表1)での進行率 (1.07) は仕様の相対風速度が実際には得られなかったことから,その付近で計測/算出できた進行率 1.17 であった.この点でのプロペラ効率は設計値で 0.87, 実証値では 0.77 であり, 実証値は設計値よりも 0.1 低めであることが判る.

3. あとがき

離陸滑走時の加速性能は機体静止時のプロペラ推力に依存するので,機体静止時を想定したプロペラ特性を調べている.その結果,特に,ピッチ角 0° , 回転数 130[rpm]において静止推力 34.8[N]を発生していた(特性の図示は,紙面の都合上割愛)ことを追記する.終わりに,プロペラの実用上, 離陸滑走から巡航に至るまでの可変ピッチ機構の有用性を確認する必要がある.それには今回の実験ケースでは不足であり, 今後は,ピッチ角の設定範囲を広げてプロペラ特性とプロペラ効率の計測実験を続行する予定である.

表 1. プロペラの仕様

巡航速度	7.6[m/s]
回転数	138[rpm]
進行率	1.07[-]
推力	28[N]
パワー	237[W]
効率(設計値)	0.89[-]
使用翼型	sa7038,dae41

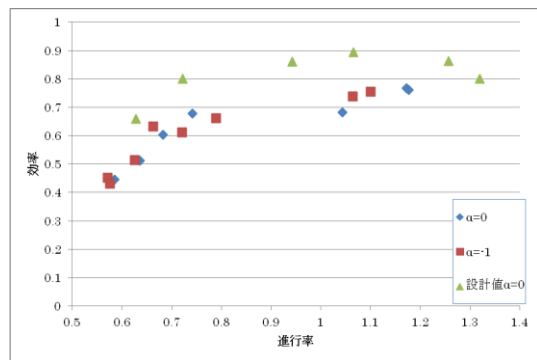


図 2 プロペラ効率の設計値と実証値

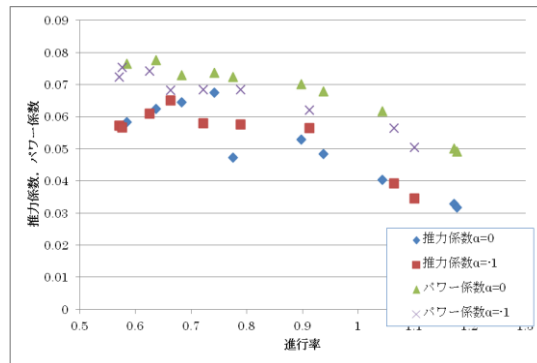


図 3 プロペラの推力特性とパワー特性

4. 参考文献

- 1) 山下,横澤,林,佐藤,安部,嶋田;人力飛行機用プロペラ特性計測装置の試作,平成21年度第15回スカイスポーツシンポジウム,前刷,2009,12
- 2) 山脇,柏倉,増池,佐藤,安部,嶋田;人力飛行機用プロペラ特性計測装置の試作(続),平成22年度第16回スカイスポーツシンポジウム,前刷,2009,12