



Title	プロペラの軽量化に伴う強度の調査
Author(s)	松本, 凌
Citation	平成27年度学部学生による自主研究奨励事業研究成果報告書. 2016
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/54652
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

平成 27 年度学部学生による自主研究奨励事業研究成果報告書

ふりがな 氏名	まつもと りょう 松本 凌	学部 学科	工学部 電子情報工 学科	学年	2年
ふりがな 共 同 研究者名		学部 学科		学年	年
アドバイザー教員 氏名	宮本裕司	所属	工学部地球総合工学科		
研究課題名	プロペラの軽量化に伴う強度の調査				
研究成果の概要	研究目的、研究計画、研究方法、研究経過、研究成果等について記述すること。必要に応じて用紙を追加してもよい。				

1. 試験目的

私は人力飛行機を製作、研究する団体に所属し主にプロペラを製作している。今まで私たちはプロペラの製作方法として主桁に翼の形状をしたリブを取り付け、その上にバルサの外皮を張り付けていく方式を採用してきた。

例年の私たちのプロペラはバルサ材のリブを用いていたが、昨年度のプロペラのリブには CFRP を採用した。理由として、バルサ材は確かに軽量ではあるが、剛性、強度不足が指摘されており、制作中の破損、回転中に形状が変化し翼型の性能が十分に発揮されない、度重なる飛行試験によって性能が劣化するという問題点があった。CFRP でリブを製作することによって重量ではバルサ材に劣るものの、強度、剛性が共に高いため、先に述べた問題点が改善されると考えたためである。結果として CFRP リブで制作したプロペラは例年のプロペラと比較して十分な強度、剛性を持っていた。しかし、一方で重量の大幅に増加、過強度である点も見られた。

それらを踏まえ、本実験では CFRP に肉抜きを施し、後縁側に荷重をかけることでヤング率を測定し、軽量化による剛性の変化を調べる。また、CFRP のみならず数種類の別の材質でできたリブも用意、試験することでプロペラに適したリブを決定する。

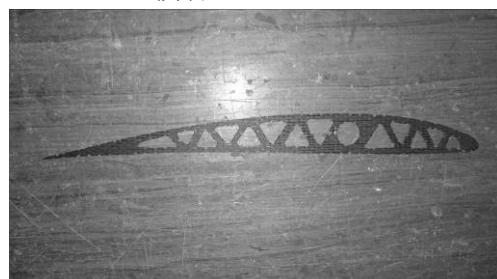
2. 実験方法

2.1 実験に使用するリブ(対象実験のためリブの厚みはすべて 2mm とする)

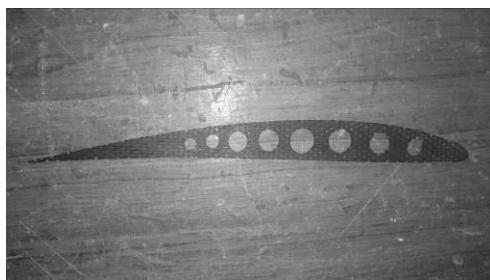
- (A) CFRP4 枚積層(肉抜きなし)
- (B) CFRP4 枚積層(トラス型肉抜き)
- (C) CFRP4 枚積層(円形肉抜き)
- (D) バルサ材(肉抜きなし)
- (E) GFRP8 枚積層(肉抜きなし)
- (F) GFRP8 枚積層(トラス型肉抜き)
- (G) バルサ材の両側に GFRP を積層したもの(トラス型肉抜き)
- (H) バルサ材の両側に GFRP を積層したもの(円形肉抜き)
- (I) バルサ材の両側に CFRP を積層したもの(肉抜きなし)
- (J) バルサ材の前縁、桁穴まわり、後縁にのみ GFRP を積層したもの



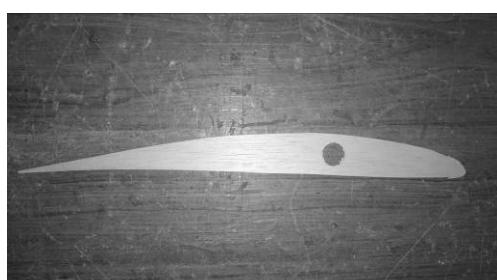
(A)CFRP(肉抜きなし)



(B)CFRP(トラス型)



(C)CFRP(円形)



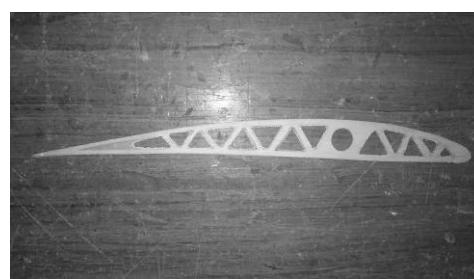
(D)バルサ材(肉抜きなし)



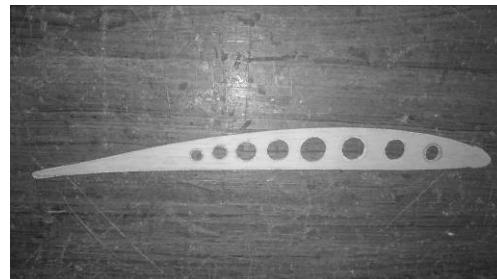
(E)GFRP(肉抜きなし)



(F)GFRP(トラス型)



(G)バルサの両側に GFRP(トラス型)



(H)バルサの両側に GFRP(円形)

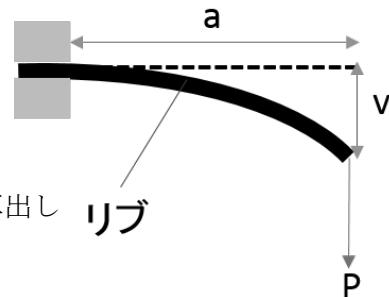


(D)前縁、後縁、桁穴に CFRP(肉抜きなし)

※リブの翼型は DAE51 とする。

2.2 試験

- 1, 右図のようにそれぞれのリブに対して片側を固定しもう片方におもりを取り付けることでそのリブの最大のたわんだ距離を測定する。
- 2, それぞれのリブのたわみを図ることでヤング率 E を算出し曲げ剛性を求める。
その際に使用する式は



$$E = Pa^3/3IV \quad (1.1).$$

であり、断面二次モーメント I はリブを直方体と近似することで計算する。

3. 実験結果

実験結果は以下のようになつた

リブの種類	重量(g)	変化量(mm)	かけた力(N)
(A)CFRP	16	87	73.54
(B)CFRP(トラス)	9.1	111	49.03
(C)CFRP(円)	10.9	95	70.61
(D)バルセ	2.3	75	0.89
(E)GFRP	15.6	95	9.81
(F)GFRP(トラス)	10.1	120	14.71
(G)バ+GFRP(トラス)	4.3	67	3.14
(H)バ+GFRP(円)	6.1	65	2.78
(I)バ+一部 CFRP	4.2	85	4.44

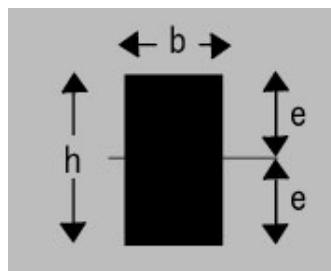
4. 計算

断面を長方形と近似すると断面二次モーメント I は

$$I = bh^3/12$$

となるから計算すると $14(\text{mm}^4)$ となる。

この結果と、3 の実験結果を(1, 1)に当てはめて計算するとヤング率はそれぞれ以下のようになった。



	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
ヤング率	67934.0	28860.4	11653.0	1940.4	8295.1
	(F)	(G)	(H)	(I)	
ヤング率	6412.3	7169.3	6553.1	7996.8	

5. 考察

木材のデータベースを調べてみるとバルサのヤング率はおよそ 2160 であった。実験結果との違いは断面を長方形と近似したことによるものと考えられるため、おおむね実験はただしく行えていたと思われる。

肉抜きはトラス型と円形の二つを採用し試験したが、円形よりトラス型で肉抜きを行うとリブ自体の質量は軽くなるのに対し、ヤング率は高いということが分かった。これによってトラス型が安定した構造であることがわかるため、実際に使用するリブにはトラス型の肉抜きを施すことにする。

リブの材質についてだが、バルサも積層することで剛性が増すことがわかった。去年のリブが CFRP で必要とされる剛性を大きく上回っていた。プロペラのリブの理想的な剛性がどのくらいであるかまだあきらかになっていないため、今年は去年(CFRP)と一昨年(バルサ)のおよそ半分のヤング率である CFRP リブのトラス型に肉抜きされたものを用いることとする。そして今年の結果によって来年度以降のリブの剛性を変えていき、最も適したリブの材質を求めていくと思う。

参考文献、ホームページ

木材ドットコム http://www.mokuzai.com/ws_de-665