

シロッコファンの振動特性

Vibration characteristic of Sirocco fan

吉田 達也¹⁾ 栗原 祥吾²⁾ 岩原 光男¹⁾ 長松 昭男¹⁾
Tatsuya Yoshida, Shogo Kurihara, Mitsuo Iwahara, Akio Nagamatsu

¹⁾法政大学工学部機械工学科 ²⁾法政大学院工学研究科機械工学専攻

The vibration characteristic of Sirocco fan was examined by Experimental Modal Analysis. In addition, we find vibration characteristics from calculations and elucidate a vibration phenomenon from both sides of experiments and calculations.

Keyword : Finite element method, Modal Analysis

1. 緒論

シロッコファンは、多数の小型の前向き羽根をもった筒と整風器をくみ合わせた構造である。大径のものは送風機、小径のものは電子機器の冷却ファン等幅広く使用されている。特徴としては、「音が静かで大風量が得られる。取り付け・取り外しが極めて簡単である。軽量でコンパクトである」等の点が挙げられる。

本研究は実験モード解析によりシロッコファンの振動特性を解析し、危険回転数、シロッコファンのびびり・破壊に繋がる固有振動数を予測・測定する。

また応力集中部を探し、構造最適化を行う事を目的として有限要素モデルの作成をする。

2. 実験モード解析

実験モード解析の流れを図1に示す。実験対象はシロッコファンである。インパルスハンマで加振し、レーザードップラ振動計で応答を計測する。本実験は、加振点移動で行い、5回平均で行った。加振点は48点とした。

態で、固定支持はシロッコファンのハブ部分にステンレス棒を通し止めネジで固定し、実際に製品を取り付けた時と同じ状態で行った。実験風景を図2に示す。

表1に実験により得られた自由支持及び固定支持におけるシロッコファンの固有振動数を示す。

図3,4,5に自由支持,固定支持により得られた固有モード形状を示す。

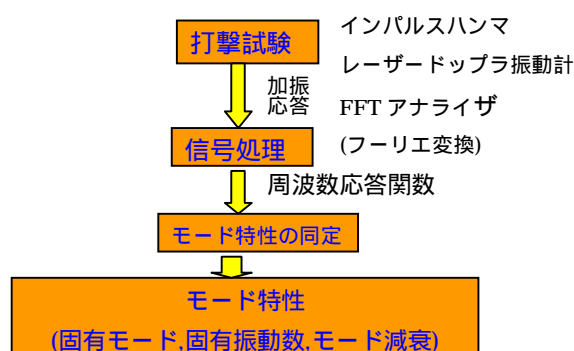


Fig.1 The method of Experimental Modal Analysis



Fig.2 Picture of Experiment

原稿受付 2008年2月29日
発行 2008年3月31日
法政大学情報メディア教育研究センター

打撃試験は自由支持、及び固定支持で行った。自由支持はシロッコファンをスポンジの上に乗せた状

Table.1 Natural Frequency by Experiment

モード次数	自由支持	固定支持
	固有振動数 (Hz)	固有振動数 (Hz)
1	533.2	258.2
2	549.0	689.9
3	735.8	733.4
(3次対称)	767.1	748.0

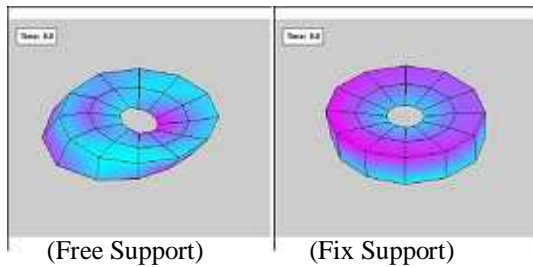


Fig.3 1st Experiment Modal Shapes

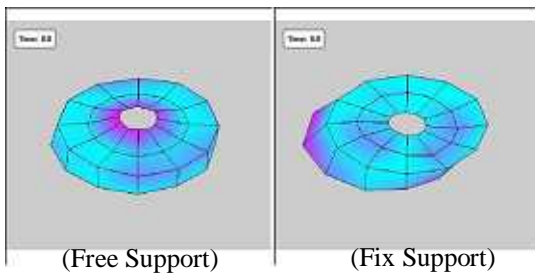


Fig.4 2st Experiment Modal Shapes

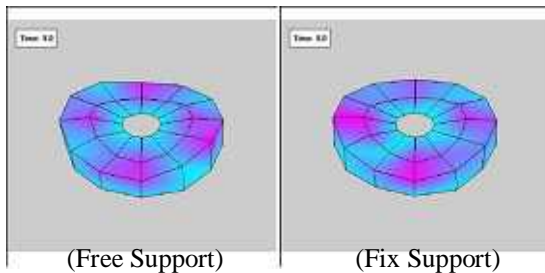


Fig.5 3st Experiment Modal Shapes

3. 理論モード解析

今後、構造最適化を行っていく目的として実物と同じ振動特性を持つ計算モデルを作成するために理論モード解析を行った。シロッコファンの有限要素モデルの接点数は 357,400 点であり、要素数は 177,282 個となった。表 2 にシロッコファンの実物と有限要素モデルの固有振動数とその誤差を示す。

Table.2 Natural Frequency by Experiment(Free Support)

モード数	実験値 (Hz)	計算値 (Hz)	誤差 (%)
1	533.2	519.2	2.6
(1次対称)		520.4	
2	549.0	541.9	1.3
3	735.8	695.3	5.8
(3次対称)	767.1	699.4	9.6

以上の結果より 3 次の固有振動数が再現出来なかったため、部品毎(ハブに取り付けられた板を Plate, Plate にハブを取り付けたものを Plate2 とした)に分けて理論モード解析を行う。

図 6 に Plate の有限要素モデルを示す。接点数は 89,129 点であり、要素数は 43,400 個となった。

モデル作成には Solid works を使用して CAD データを作成し、Altair Hyper mesh を使用して有限要素モデルを作成した。また MSC/NASTRAN を使用し理論モード解析を行った。

表 3 に Plate の実物と有限要素モデルの質量とその誤差を示す。

表 4 に Plate の自由支持における固有振動数を実験値、計算値共にその誤差を示す。モード形状は単純自由円板での固有モード形状を用いて示す。

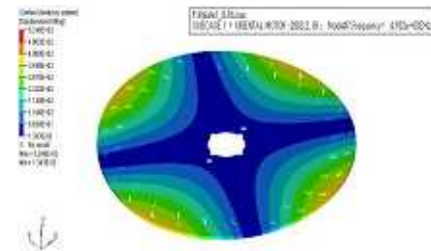


Fig.6 1st Experiment Modal Shapes(Plate)

Table.3 Comparison of mass of Thing and FEM

	実物	有限要素モデル	誤差(%)
質量(g)	19.3	19.3	0

Table.4 Natural Frequency by Experiment(Plate)

モード次数	モード形状	実験値(Hz)	計算値(Hz)	誤差(%)
1	⊗	471.8	493.2	4.5
(1次対称)	⊕		493.5	
2	⊙	839.4	823.3	-1.9
3	⊗	1127.0	1164.7	3.3
(3次対称)	⊗		1164.8	

次に、図7にPlate2の有限要素モデルより得られた1次固有モード形状を示す。接点数は180,480点であり、要素数は97,293個となった。

表5にPlate2の実物と有限要素モデルの質量とその誤差を示す。

表6にPlate2の自由支持における固有振動数を実験値、計算値共にその誤差を示す。モード形状は単純自由円板での固有モード形状を用いて示す。

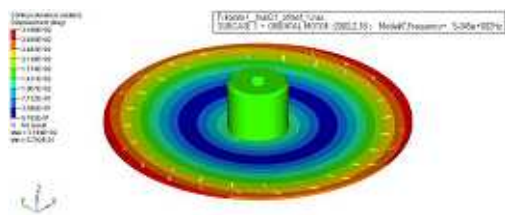


Fig.7 1st Modal Shape by FEM(Plate2)

Table.5 Comparison of mass of Thing and FEM

	実物	有限要素モデル	誤差(%)
質量(g)	31.9	33.0	3.4

Table.6 Natural Frequency by Experiment(Plate2)

モード次数	モード形状	実験値(Hz)	計算値(Hz)	誤差(%)
1	⊙	511.3	504.5	1.3
2	⊗	626.5	534.7	17.1
(2次対称)	⊕		539.8	
3	⊙	1001.0	820.7	21.9
(3次対称)	⊗		824.0	
4	⊗	1246.0	1217.0	2.3

4. 比較・考察

表3,5よりPlate1,Plate2の有限要素モデルは共に実物の質量を再現した。

表4よりPlateの固有振動数の実験値と計算値は誤差5%以内に収まった。

表6よりPlate2の2,3次の固有振動数の実験値と計算値の誤差が大きくなった。Plate単体では再現できたことから、ハブ部分の影響が大きい事が考えられる。また、ハブ部分の変形の大きい2,3次の固有

モード形状が合わなかった事からもハブ部分の再現が出来なかったと考えられる。4次固有モード形状では節が多く重なった事により、振幅が抑えられハブ部分の影響が少なくなり、固有振動数を再現出来たと思われる。

5. 結論

(1)実験モード解析によりシロッコファンの固有振動数、固有モード形状を得る事が出来た。

(2)Plate単体での有限要素モデルは、質量、固有モード形状を再現できた。

(3)Plate2の有限要素モデルの質量は再現出来たが、ハブ部分において実物を再現出来なかったために2,3次固有振動数の誤差が大きくなったと考えられる。

参考文献

- 1)長松昭男,モード解析入門(1993),コロナ社
- 2)戸川隼人,有限要素法へのガイド(1979),サイエンス社