

車両用ファンブレードのバランス不良対策

白石元

機械・金属担当

Measure of Vehicle's Fan Blade Defective Products that cause for Balance

Hajime SHIRAISHI

Mechanical・and Metallurgical Engineering Gr.

要 旨

回転体のアンバランス量の測定において、従来の動的運動による実機試験に頼らず、理論式を算出し静的に3点の重量を測定することにより、ファンブレードの質量誤差の位置範囲を表す方法を考案した。実際の製品で試行したところ、ある程度の精度でバランス不良の原因となる質量位置を測定することが可能であった。

1. 緒言

ファンブレードとは、車両用エンジンを冷却するラジエーターの中にある冷却ファンのことである。車両用のファンブレードを製作しているメーカーでは、これを成形する際、ファンのアンバランス量が規定値に入らない不具合を生じる場合がある。しかし、その原因を特定することは困難を伴う。従来バランステストは、動的な運動を起こし、その振動によりアンバランス量を測定する方法をとっている。しかし、この方法では不良を発生させる微少な重量の2次元的位置までは測定することができない。

今回は、不具合原因の1つと考えられる質量のばらつきを静的な方法で測定する方法を検討した。

2. 2次元での測定方法

2次元では直交するx,y軸をとり、そこに質量mをのせたとき、mの大きさ位置を特定出来るかどうか検討・実験を行った。論理式を下に記す。

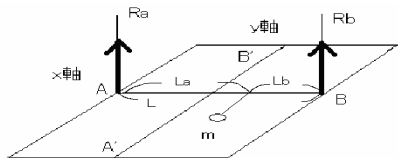


Fig.1 アンバランス質量2次元測定方法

Ra, Rbは重力方向に平行かつA-Bは重力方向に垂直であるものとする。力mgをA-B線上に移動させると力はmgと偶力に分解される。

$$R_a + R_b - mg = 0 \dots\dots ①$$

$$mg \times L_a - R_b \times (L_a + L_b) = 0 \dots\dots ②$$

①, ②より

$$m = \Delta R_a + \Delta R_b, \quad L_a = \frac{\Delta R_b}{\Delta R_a + \Delta R_b} \times L$$

$$L_b = \frac{\Delta R_a}{\Delta R_a + \Delta R_b} \times L$$

となり、 ΔR_a と ΔR_b , L, が測定できれば位置と質量 La, Lb, mを算出することができる。x軸と同様にy軸についても同様である。これは3次元でも同様に考えることができる。簡単な試行実験を行ったところ、結果は良好であった。

3. 3点測定方法

前項2の方法では2次元の位置を見つける場合x軸,y軸方向の2回測定しなければならなかったが、一度に適当な3点で測定することで質量位置を特定できる。これにより測定時間の短縮が図れると考えられる。以下にこの計算法を記す。Fig.2においてC-D線は、A-B線の中点を通るとする。A-B線上にあるRcはC点の偶力である。

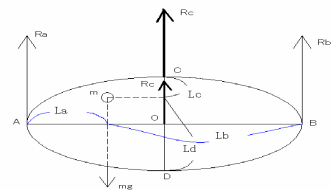


Fig.2 アンバランス質量3点測定方法

$$L = L_a + L_b$$

$$L' = L_c + L_d$$

$$R_a + R_b + R_c - mg = 0$$

$$mgL_a - R_c \times \frac{L}{2} - R_b \times L = 0$$

$$mgL_d - R_c \times L' - (R_a + R_b) \times \frac{L'}{2} = 0$$

これらの式より、

$$m = \Delta R_a + \Delta R_b + \Delta R_c$$

$$L_a = \frac{L \times (\Delta R_c + 2 \times \Delta R_b)}{2 \times m}$$

$$L_d = \frac{L' \times (\Delta R_a + \Delta R_b + 2 \times \Delta R_c)}{2 \times m}$$

以上より $\angle Ra$ と $\angle Rb$ 、 $\angle Rc$ 、 L 、 L' の測定を行うことでアンバランス質量とその位置を特定できる。

4. ファンブレードでの確認実験

実際のファンブレードに質量のわかっているおもりをあらかじめ決められた位置に乗せ、その位置と質量が算出できるかの確認実験を行った。測定器は、精度 0.1gのものを使用した。0.4gの重りを用いた位置の結果を Fig.3, 1gの重りを用いた位置の結果を Fig.4 に示す。また算出した質量は、1gの重りでは誤差 0.06g, 0.4gの重りでは誤差 0.14gであった。

赤い三角形がおもりを乗せた位置であり、黄色い円は実験結果として計算値で得た位置である。この円の大きさは、誤差の範囲を示している。当然重りの重さが大きいほうが精度は上がっている。以上によりアンバランス質量の位置は、この方法である程度の精度が出せると判断される。

5. 実際の不良品ファンブレードでの実験

良品を含めた9つのファンブレードを使用して実験を行った。この実験ではまず良品の質量を測定し、その値とそれぞれのファンブレードとの質量の差をアンバランス質量 m とした。この実験によって得られたアンバランス質量の位置を Fig.5 に示す。Fig.5 より右下の羽の付け根部分とファンの中心付近にバランス不良が集中していることが観察される。

6. 結言

今回、動特性に頼らず静的な理論式を算出し 3 点の重量を測定することにより、ファンブレードの質量誤差の位置範囲を表す方法を考案した。

実際に 1.0(g), 0.4(g)の重りをファンブレードに質量誤差としてとりつけた実験では質量、位置ともに正確な値を算出することができた。

実際の不合格品で実験を行ったところファンブレードの中心付近と羽のある一定の場所付近に良品との質量誤差が集中していることが分かった。今回の結果は、ファンブレードのバランス不良問題を解決する糸口になるのではないかとと思われる。

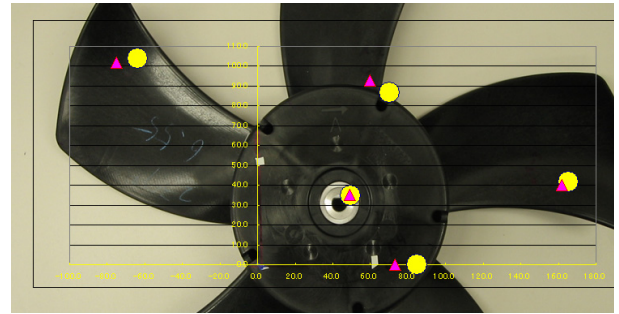


Fig.3 0.4g 重り位置確認実験結果

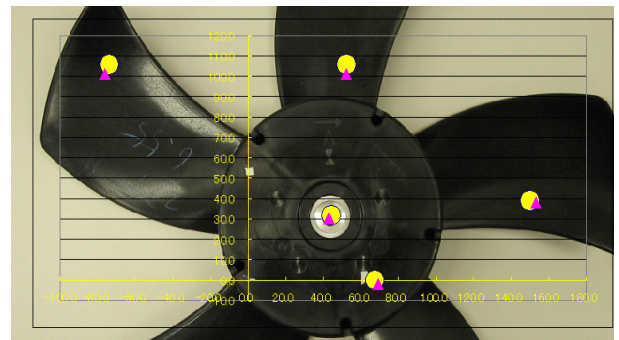


Fig.4 1.0g 重り位置確認実験結果

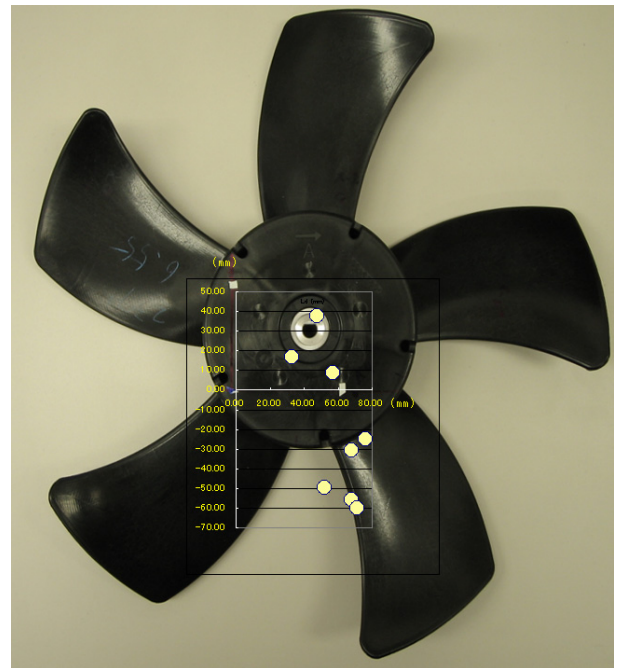


Fig.5 不良品アンバランス質量位置実験結果