法政大学学術機関リポジトリ

HOSEI UNIVERSITY REPOSITORY

PDF issue: 2025-01-03

ステッピングモータの振動・騒音解析

KOBITA, Takeshi / 岩原, 光男 / IWAHARA, Mitsuo / 長松, 昭男 / HASHIMOTO, Kunisada / 橋本, 国定 / NAGAMATSU, Akio / MINORIKAWA, Gaku / 御法川, 学 / 小比田, 武

(出版者 / Publisher)法政大学計算科学研究センター

(雑誌名 / Journal or Publication Title) 法政大学計算科学研究センター研究報告 / Bulletin of Computational Science Research Center, Hosei University

(巻 / Volume) 18 (開始ページ / Start Page) 45 (終了ページ / End Page) 48 (発行年 / Year) 2005-03-22

(URL)

https://doi.org/10.15002/00025029

ステッピングモータの振動・騒音解析

小比田 武 法政大学大学院工学研究科機械工学専攻

橋本 国定 岩原 光男 長松 昭男 御法川 学 法政大学機械工学科

ステッピングモーターから発生される騒音を録音し,その音響解析を行った.実験はモーター表面から 発生される騒音を,回転数を変えて録音した.同時に,表面振動を測定し,実験モード解析を用いて, ステッピングモーターの振動特性を解明した.実験は,加速度ピックアップをモーター表面に固定して, 24点の応答を得てモード特性を同定し,モーター稼動時の現象を説明する.また,有限要素法による 理論モード解析を行い,実験との比較を行った.

1. 緒言

物を動かす原動力としてモーターがあらゆる分野で使 用され,中でも小型モーターは近年著しい普及を示して おり,現在でもより高トルク,高精度,低コストなどが 求められ研究を続けている.しかし,モーターから発生 する騒音についてはあまり考えられてはおらず,騒音低 減の方法について全く確立していない.

本研究では,小型モーターの1つであるステッピン グモーターを対象に,モーターから発生している騒音の 解析をすると共に,モーターの各部においての振動を解 析し,その関係を調べ,騒音の原因を有限要素法により 解明することを目的とした.

2.実験装置

本研究で使用したモーターは,オリエンタルモータ ー(株)社製の5相ステッピングモーター(外形寸法 60mm ×60mm×60mm)である.供試モーターの外観図,分解図 をFig.1に示す.モーターの外殻部はフランジ,ステー ター,ブラケットと呼ばれる部品で構成されており,こ こではこれら3つの部品の総称を外殻構造体と呼び,実 験,解析を行った,外殻構造体の質量特性を Table.1 に示 す.

部品	材料	実測質量 (g)	計算質量 (g)
ステーター	硅素鋼板	326.2	343.0
フランジ	アル 全金 ダイカスト	57.0	57.2
ブラケット	アル 宅金 ダイカスト	76.4	75.2
外殻構造体		475.1	459.6

Table.1 ステッピングモーターの構成要素



Fig.1 ステッピングモーター

3.実験・解析

3.1 騒音解析

まず,モーターから発生している騒音・振動の周波数 成分を調べるために実験を行った.モーターを地面から 十分に離した場所で吊るし,マイクロホンで騒音を計測 し,加速度センサを貼り付けて振動加速度を計測した. 240rpm と 360rpm の時の音圧スペクトルと加速度スペク トルをそれぞれ Fig.2 と Fig.3 に示す.

ステッピングモーターはステーターの磁極を切替える ことで回転を制御しているため,相切替時の励磁パルス が加振力となって振動・騒音が発生すると考えられる, このステ - ターの内部には Fig.1 で示したように 10 個の 枝があり,その先端にはそれぞれ 5 つずつ小歯が付いて いる.歯の総数は 50 であり,回転数を n[rpm]とすると加 振周波数 f[Hz]は式(1)で表せる.

$$f = \frac{n}{60} \times 50 \times m$$
 (*m* = 1,2,3,...) (1)

Fig.2,3 で見受けられるように,騒音・振動共に加振周 波数とその高次成分が数多く発生しているのがわかる.







Fig.3 加速度スペクトル

3.2 実験モード解析

次に,筐体の振動特性を調べるため,実験モード解析 を行った.インパルス・ハンマを用いた打撃加振で,加 速度ピックアップを固定,ハンマを移動し,FFT 装置を 用いて応答を得る加振点移動で行った.打撃試験は5回 平均で行い,3軸加速度ピックアップによって3方向の 応答を測定したが,X,Y方向の動きはほとんどないた め,Z方向だけの応答を処理した.Fig.4 に計測点と加 振点を示す.これを用いてMATLABにより実験モード解析 を行った.Fig.5 に実験により得られた第1次の固有モ ード形状を示す.



Fig.4 計測点と加振点



Fig.5 実験モード解析結果

3.3 理論モード解析

モーターの CAD データを SolidWorks により作成し、それを元に有限要素モデルを作成,構造解析ソフト (NASTRAN)によって固有値解析を行った.また Fig.6 に計算により得られたステーターの第1次の固有モード 形状を示した.



Fig.6 理論モード解析結果

4.考察

実験および理論解析モードにより得られた各部におけ る固有振動数の比較を Fig.7 に示す.





固有振動数を比較した結果,実験と計算とで多少の誤 差が生じた.この要因としてTable.1で示したように, 実測質量と計算質量に誤差があることが挙げられる.特 にステ-ターは積層構造になっており複雑な構造をして いるため誤差も大きくなったと考えられる.また,外殻 構造体では計算と実験とで大きな違いが表れた.これは 計算を行う際の剛体部分におけるモデル作成(Meshの切 り方)や,各部品との接合方法に問題があり,外殻構造 体が1つの物体として成しておらず,それぞれの部品が 連動していないために正確な値が算出できないのではな いかと考えられる.



Fig.8 各回転数における騒音スペクトル

次に回転数と騒音スペクトルの関係を Fig.8 に示す. 等高線上に騒音が大きくなっている部分は,加振周波数 とその倍音の周波数が振動モードの周波数に一致してい るためと考えられる.

5.結論

ステッピングモーターの振動・騒音解析により,各部の振動モードと騒音の関係が把握できた.騒音の発生メカニズムは,モーター回転時の励磁における振動が,外 設構造体の表面振動を起こすことによると考えられる.

今後は,外殻構造体を組み立てた状態での理論モード 解析の精度の向上を図っていきたい.さらに,振動・騒 音を低減できるような外殻構造体や,ステーター内部の 小歯の構造最適化も行っていきたい.

参考文献

1) 長松昭男,モード解析入門,(2001),10,コロナ社 2) 百目鬼英雄,ステッピングモーターの使い方(1993), 15,工業調査会 <u>キーワード</u> ステッピングモーター , 振動 , 騒音 , モード解析

Summary.

The Analysis of Vibration and Noise Characteristic of Stepping Motor

Takeshi Kobita Graduate School of Engineering, Hosei University

Kunisada Hashimoto Mitsuo Iwahara Akio Nagamatsu Gaku Minorikawa Department of Mechanical Engineering, Hosei University

The noise generated from the stepping motor was recorded, and the acoustic analysis was done. By changing rotational frequency, the experiment recorded the noise generated from the motor surface. Simultaneously, measuring the surface vibration, vibration characteristic of stepping motor was clarified for the experimental modal analysis. The modal property is identified in experiment, fixing the acceleration pickup in the motor surface, by getting response of 24 points, and the phenomenon in the motor operation is explained.

Keywords.

Stepping motor, Vibration, Noise, Modal Analysis