



エンジン模型飛行機搭載慣性航法装置に対する振動 対策の検討

メタデータ	言語: jpn 出版者: 室蘭工業大学航空宇宙機システム研究センター 公開日: 2019-04-22 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 上羽, 正純, 鎌田 智寛, 目谷, 葵 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10258/00009844

エンジン模型飛行機搭載慣性航法装置に対する振動対策の検討

上羽 正純(航空宇宙システム工学ユニット 教授)

○鎌田 智寛(航空宇宙総合工学コース 1年)

目谷 葵 (航空宇宙システム工学コース 学部4年)

1. 研究の背景と目的

本学航空宇宙機システム研究センターでは、小型無人航空機オオワシ2号機を用いて離陸から着陸までを自律的に行う誘導制御技術の研究が進められている。一般的な航空機は機体の姿勢、位置、速度といった飛行状態を把握するため、慣性航法装置を使用している。本実験機もこの例にもれず、慣性航法装置から飛行状態を把握し、姿勢制御を行っている。しかしながら、航空機及び実験機ではエンジン等に振動や電磁ノイズの影響を慣性航法装置が受けると正確な機体姿勢を把握することができない。本研究では振動による慣性航法装置への影響を確認し、主要周波数帯での影響を低減することを目的に行った測定結果を報告する。

2. 慣性航法装置と装置の問題点

本測定ではハイブリット慣性航法装置である TinyFeather(図 1)を使用して、機体重心付近に設置している。この一般製品である慣性航法装置は振動を受けると姿勢角にノイズやバイアスがかかる。

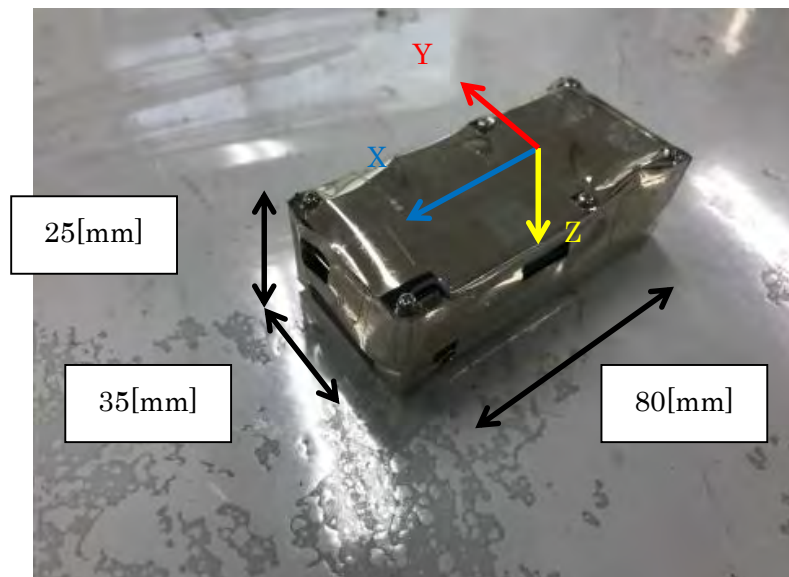


図 1 慣性航法装置

3. 振動特性の把握及び対策

3-1. 測定構成

本測定では表 1 の機器を用いて、図 2 に示すように測定系を構成した。

表 1 実験機器

機器名		注釈
模型機体	カルマートα60	京商
計測機器	AC コンバータ	AIO-160802AY-USB
	計測ソフト	C-LOGGER
	5V レギュレータ	
	3 軸加速度センサ	型番 MA-3-50AD

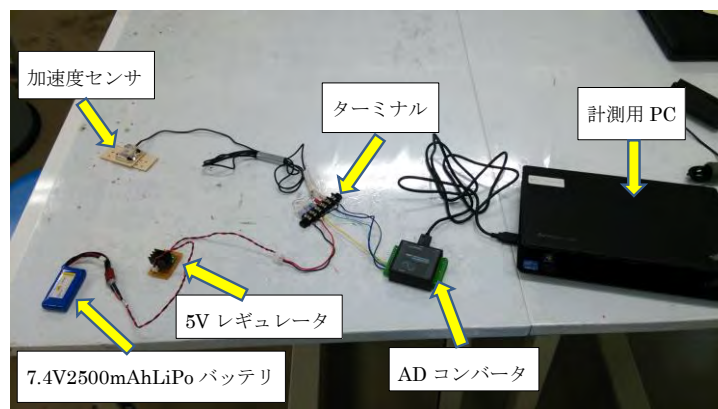


図 2 測定構成

振動を計測する加速度センサは重心付近に設置する慣性航法装置の場所に設置した(図 3)。実験機を地上でエンジンを 3 分間最高回転させることにより振動の影響を測定した。

振動対策方法として慣性航法装置を模した木材と板との間に緩衝材を挟み込みマジックテープにより固定した(図 4)。緩衝材の下にある板はねじ止めにより固定した。



図 3 加速度センサ固定



図 4 軽減策

3-2. 測定手法

測定においては、図5のように主翼前方に水を入れた一斗缶を配置し、機体が前に動かないようにする。サンプリング時間 10[msec]で測定を行い、試行回数は対策をしていない状態で3回、用意した表2に示す3種類の緩衝材を使用して、それぞれ2回ずつ実験を実施した。

表2 緩衝材

試験材名	硬度	厚み
スポンジシート1	C35±5	18[mm]
スポンジシート2	C7±5	18[mm]
低反発ウレタン		18[mm]

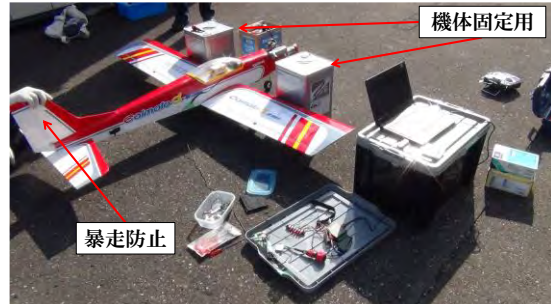


図5 測定状況

3-3. データ解析方法

サンプルデータは計測時間3分のうち16384(2¹⁴)個のデータ(163.84[s])を参照する。サンプルデータはバイナリ値で出力され、式(1)の変換式で電圧値を求め、

$$\text{電圧値[V]} = \text{バイナリ値} \times (\text{レンジ最大値(10V)} - \text{レンジ最小値(-10V)}) \div \text{分解能(65536)} + \text{レンジ最小値(-10V)} \quad (1)$$

(1)式により得られた電圧値を(2)式を用いて加速度に変換する。

$$\text{加速度} \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right] = \text{電圧値[V]} \div 0.02 - \frac{V_{CC}}{2} (\text{オフセット 2.5[V]}) \quad (2)$$

算出された加速度から MATLAB の periodgram 関数を使用してパワースペクトル変換で求める。

3-4. 測定結果

4種類の測定から算出された各方向スペクトル結果を図6,7,8,9に示す。X軸は青色の線、Y軸は赤色の線、Z軸は黄色の線で示す。

振動対策により 40[Hz]までのパワー/周波数[dB/Hz]が軽減された。

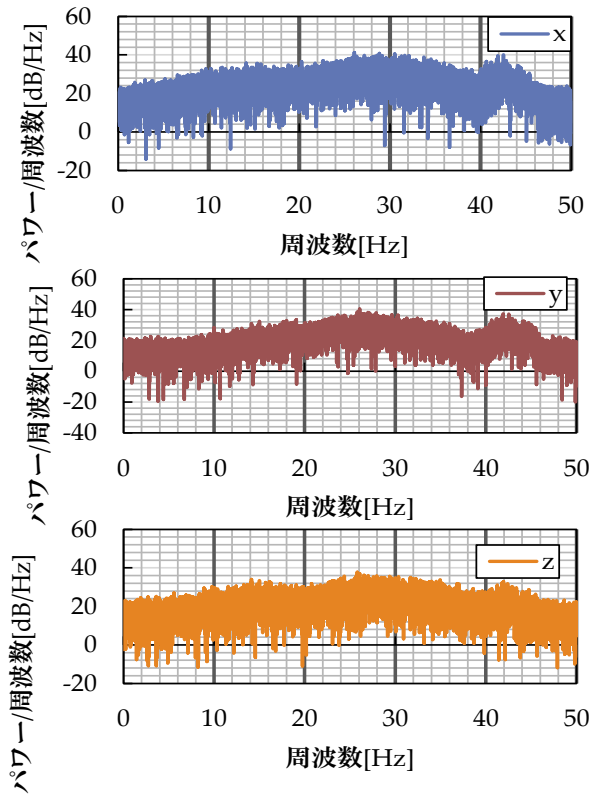


図6 対策なし1回目

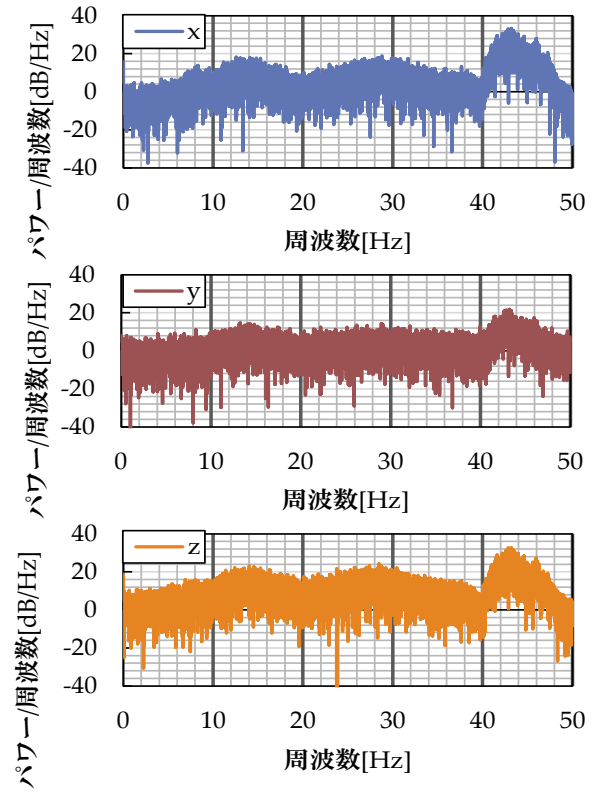


図7 スポンジシート1 1回目

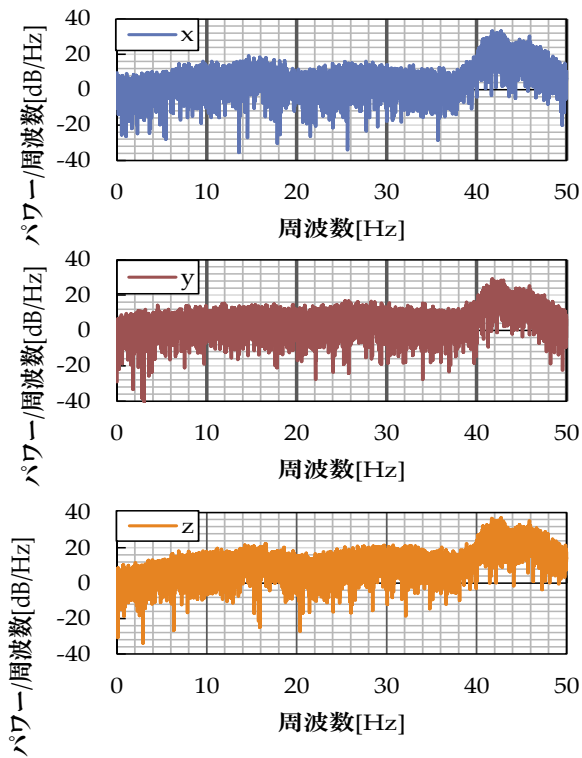


図8 スポンジシート2 1回目

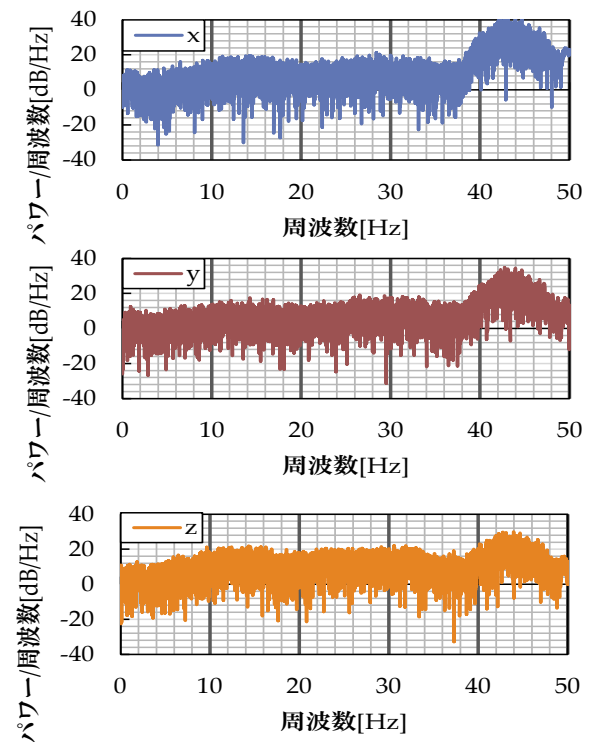


図9 低反発ウレタン 1回目

また、測定したスペクトルについて、方向及び周波数毎に平均を算出した結果を表 3,4 に示す。

表 3 振動低減(0~40[Hz])

[Hz]		X		Y		Z	
		0~40		0~40		0~40	
		平均値	差分	平均値	差分	平均値	差分
対策なし [dB/Hz]	1	24.32	-	20.12	-	21.11	-
	2	24.27	-	19.95	-	20.78	-
	3	25.15	-	19.43	-	21.23	-
	平均	24.58	-	19.83	-	21.04	-
シート1 [dB/Hz]	1	3.03	21.55	0.97	18.86	7.97	13.07
	2	1.94	22.64	-0.96	20.79	4.28	16.76
シート2 [dB/Hz]	1	3.85	20.73	3.87	15.96	8.93	12.11
	2	4.03	20.55	3.86	15.97	8.46	12.58
ウレタン [dB/Hz]	1	7.26	17.32	5.14	14.69	9.00	12.04
	2	6.38	18.2	4.88	14.95	8.75	12.29

表 4 振動低減(40~50[Hz])

[Hz]		X		Y		Z	
		40~50		40~50		40~50	
		平均値	差分	平均値	差分	平均値	差分
対策なし [dB/Hz]	1	21.03	-	18.76	-	17.01	-
	2	20.95	-	19.38	-	17.29	-
	3	20.17	-	18.66	-	16.10	-
	平均	20.72	-	18.93	-	16.8	-
シート1 [dB/Hz]	1	13.22	7.5	5.94	12.99	13.08	3.72
	2	10.24	10.48	7.57	11.36	16.08	0.72
シート2 [dB/Hz]	1	16.94	3.78	13.21	5.72	22.44	5.64
	2	13.89	6.83	11.09	7.84	17.25	0.45
ウレタン [dB/Hz]	1	25.50	4.78	18.12	0.81	14.87	1.93
	2	21.42	0.7	15.99	2.94	12.90	3.9

黄色で明解した数字は、対策なしとの対策した結果との差分である。また、青色の字で明記した箇所は改善効果が見られた対策であり、赤字で書かれた箇所は対策前に比して悪化した対策結果である。全ての緩衝材である程度の振動低減ができていますが、高周波数帯では逆に緩衝材により悪化している。

4. まとめ

試験結果より、緩衝材を用いることにより 0~40[Hz] 帯での 10~20[dB]の低減を確認した。Z 軸方向の振動はどの緩衝材も 10[dB/Hz]強の軽減しているのが確認できる。ウレタンは X 軸, Y 軸ともに 15[dB/Hz]の軽減であり、2 種類のスポンジシートと比べると軽減量は低い。スポンジシート 2 は X 軸ではスポンジシート 1 と変わらない低減効果を確認できるが、Y 軸, Z 軸ではウレタンと同性能であるのがわかる。一番低減効果が高かった硬度の高いスポンジシート 1 が X 軸, Y 軸に対しても高い軽減量を維持している。しかし、40~50[Hz]帯での軽減量はどの緩衝材も Z 軸に対しては 0[Hz]~40[Hz]までの低減量と比べると効果が薄いため、改善案を考案する必要がある。また、機体搭載物は可能な限り体積量を減らす必要があり、体積軽減のために緩衝材の枚数を減らした振動対策試験の実施をし、軽減効果を確認する。