

ISSN 0389-4010

UDC 533.696

533.6.071

629.7.018.7

629.7.05

航空宇宙技術研究所報告

TECHNICAL REPORT OF NATIONAL AEROSPACE LABORATORY

TR-1259

実験用航空機ドルニエDo228-200型機の 地上振動試験

安藤泰勝・峯岸正勝・外立政隆
齊藤健一・藤井謙司・松下 洸

1995年2月

航空宇宙技術研究所
NATIONAL AEROSPACE LABORATORY

目 次

1. 序 論	1
2. 試験目的	2
3. 機体の概要	2
4. 振動試験法	2
5. 試験の概要	2
6. 試験結果	9
7. 結 論	19
参考文献	19
付 録	19

実験用航空機ドルニエ Do228-200 型機の 地上振動試験*

安 藤 泰 勝^{*1} 峯 岸 正 勝^{*1} 外 立 政 隆^{*2}
齊 藤 健 一^{*2} 藤 井 謙 司^{*2} 松 下 洸^{*3}

Ground Vibration Test of the NAL Dornier 228-200 Flight Research Airplane*

Yasukatsu ANDO^{*1}, Masakatsu MINEGISHI^{*1},
Masataka HASHIDATE^{*2}, Kenichi SAITOH^{*2},
Kenji FUJII^{*2}, Hiroshi MATSUSHITA^{*3}

ABSTRACT

NAL is preparing to conduct flight tests for gust load alleviation technology using an experimental airplane. The structural characteristics of the airplane are needed to design the gust load alleviation system. Ground Vibration Tests of the Dornier 228-200 airplane were therefore carried out for 1 month from March 15, 1994. In this paper, we describe the GVT and the results.

Key Words : Dornier Do228, Flight Research Airplane, Ground Vibration Test.

概 要

航技研では実験用航空機を用いて突風荷重軽減技術を飛行実証するための研究の準備が進められている。突風荷重軽減システムを設計するためには航空機の構造特性が必要である。そのためにドルニエ Do 228-200 型機の地上振動試験が 1994 年 3 月 15 日から 1 ヶ月間に実施された。本報告にはその地上振動試験及び結果を記述した。

1. 序 論

航空宇宙技術研究所では、実験用航空機 Dornier Do 228-200 型機^[1]を用いて突風荷重軽減技術^[2]の飛行実証の研究を行うための準備を進めている。突風荷重軽減システムを実機に組み込み飛行実証を行うためには、機体の構造力学特性が必要である。そこで、1993 年 12 月に予備的な地上走行と飛行試験^[3]を実施し、翼端及び胴体等に装着した加速度計によって本機の振動特性の概要を把握した。その後、STOL 実験機で使用した実機振動

試験装置^[4,5]の一部と新たに整備した装置を用い、1994 年 3 月から約 1 ヶ月間、本機の地上振動試験を当所の実機強度実験場で実施した。振動試験はランダム 2 点無相関加振による 200 点の加速度応答を計測し、周波数応答関数を求め、伝達関数法でモーダル解析を行う。機体は燃料を空虚状態にして、加振点の位置を変えて振動試験を行った。モーダル解析は試験後に別途、複数の手法で行い、比較・検討し、本機の振動特性を取得した。

本報告書はドルニエ機の地上振動試験及び得られた結果をまとめたものである。

* 平成 7 年 1 月 9 日 受付 (received 9 January 1995)

*¹ 機体部 (Airframe Division)

*² 新型航空機研究グループ (Advanced Aircraft Research Group)

*³ 特別研究官 (Director for Special Research)

2. 試験目的

ドルニエ機導入時に、納入時の形態に対する振動試験結果がドルニエ社から提出されている。導入後、当所では各種計測装置の搭載を行っており、振動特性が変化している。突風荷重軽減に重要な振動モードは主翼1次曲げモードである。従って、今回の振動試験では、主翼の振動特性を把握することを主眼とした試験計画を立て、実施した。

従来、当研究所では、正弦波多点加振によるノーマルモード法⁽⁴⁾を使用してきたが、今回は対象とする振動モードが限定されているので、簡便でかつ効率的に試験が進められるランダム2点無相関加振による伝達関数法を採用することにした。

3. 機体の概要

機体の概要⁽¹⁾を図1に示す。全長16.56m、全幅16.97m、最大離陸重量約5.7t（実験機器搭載、パイロット2名、計測員4名）、標準空虚重量約3.2tの双発プロペラ実験用航空機である。主翼はTNT翼（New Technology Wing）とよばれる一体削り出しのインテグラルスキン構造で形成された翼である。翼胴結合は4本のタイロッドを介して主翼に胴体が吊下がる高翼形である。水平尾翼は水平安定板と昇降舵によって構成されている。桁間構造、前縁はアルミ合金製で後縁はCFRP製外板のハニカム・サンドイッチ構造となっている。垂直尾翼は垂直安定板と方向舵より構成されている。アルミ合金

製の桁間構造及びCFRP製の前縁・後縁構造からできている。

4. 振動試験法

ランダム2点無相関加振によって機体を加振し、加振力は力変換子により、多点の加速度応答と共に測定ハードウェアで計測し、周波数応答関数をパーソナル・コンピュータで求める。伝達関数法によるモーダル解析は既存のモーダル解析ソフトウェアを用い、周波数応答関数に複数の手法を適用し、固有振動数、減衰係数、一般化質量及び固有モード形等のモーダル・パラメタを求める。

5. 試験の概要

地上振動試験中のドルニエ機を図2に示す。機体の振動試験条件は、

- ・燃料は空虚状態にする。
- ・83.5kg×2のダミーウエイトをパイロット席に搭載する。
- ・各舵面は全てロックする。
- ・前脚と主脚のタイヤ圧は常用圧の50%に減圧する。

機体の支持条件は飛行状態と同じ、自由な状態が望ましい。しかし、自由な状態を実現するには機体の胴体⁽⁶⁾と翼を弱いバネ定数のバネで吊上げ、脚を格納することが必要である。しかし、今回は、下記の例を参考に簡便な方法としてタイヤ圧を50%に減圧する方法を採った。当所の実験用航空機FA-200改の振動試験⁽⁷⁾ではタイヤ圧を常用の50%と5%に変えた例があり、

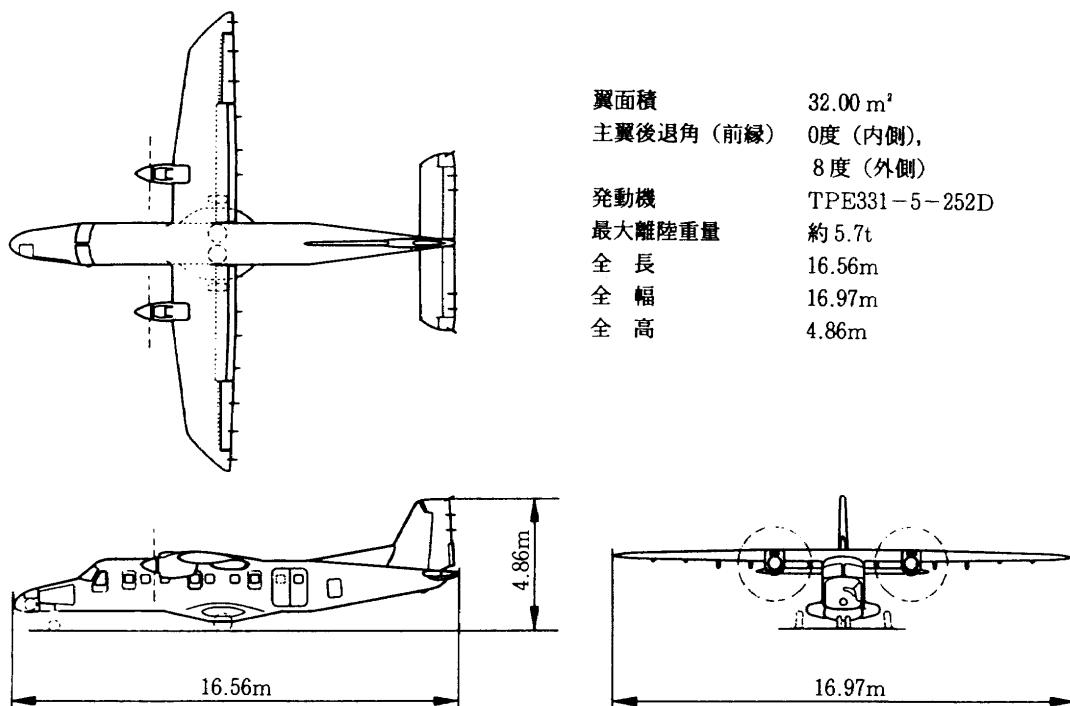


図1 機体の概要



図2 地上振動試験中のドルニエ機

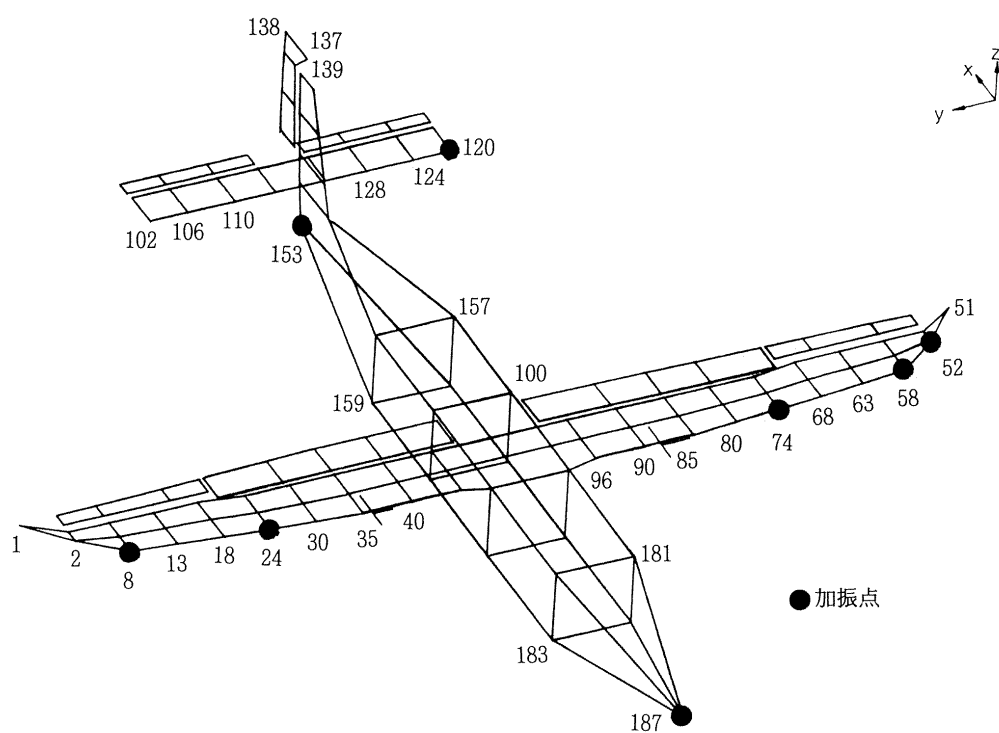


図3 加振点と計測点の概要

その振動数変化は約3%の低下であった。また、航空機メーカーによる航空機KM-2改^⑩の全機振動解析の結果^⑩では、脚接地と脚上げの場合の振動数変化が3%以下の低下であった。更に、STOL実験機での50%減圧ではその効果が示されていないので、なお本振動試験の支持方法もタイヤ圧を常用の50%に減圧する方法を採った。

次に、機体を2点加振する加振点を図3に示す。加振は多点のランダム加振^⑩を目標としたが、測定ハードウェアの構成上から2点に限定した。無関係のランダム信号を用い、左右両主翼の翼端を2点(図3の加振点番



図4 右主翼翼端

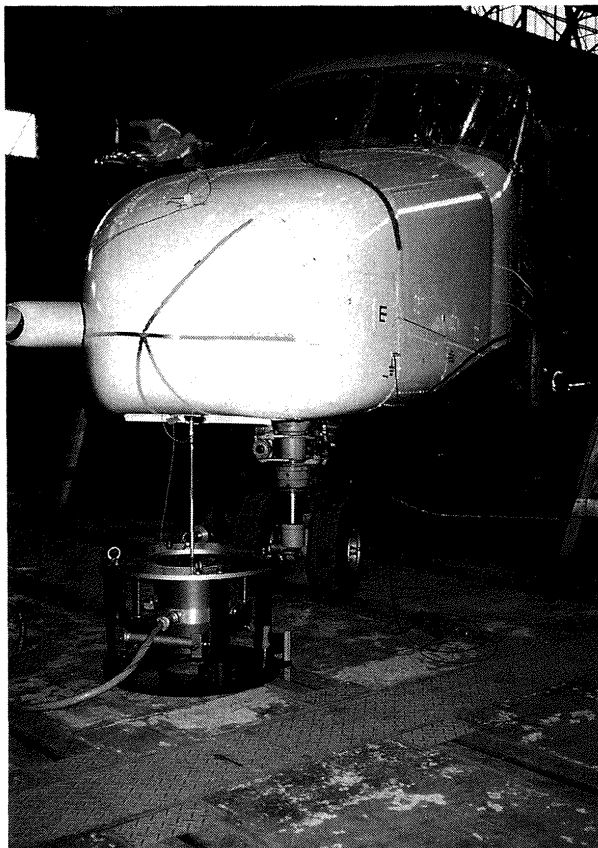


図5 前部胴体

号8及び58)加振する。この2点加振によって大部分の主要な曲げモードを取得する。加振点がノード線になるモードのために加振位置を変え、非対称な加振、主翼内側の加振及び胴体の縦方向2点加振等を試みる。加振点は下記の5ケースを選んだ。

- A. 主翼翼端対称2点加振(図3の8と58)
- B. 主翼翼端非対称2点加振(8と52)
- C. 右主翼翼端・左水平尾翼の2点加振(8と120)
- D. 主翼内側対称2点加振(24と74)
- E. 胴体前後2点加振(153と187)

実際に、加振機(20JE20/C, 加振力200N)を加振点に取付ける方法は、小型のサイズミック・サスペンション[付録参照]に加振機を組み込み、その加振軸に加振ロッド(16φアルミパイプ)と力変換子(PCB-231A)を取付け、最後に加振軸と高さを調節する。機体面の加振点には加振パッドを両面接着テープで貼付け、加振機からの力変換子と加振パッドの接続は逆ネジを用いて行う。代表的な加振機の取付け例を右主翼翼端、前部胴体、後部胴体について図4、図5そして図6にそれぞれ示す。

機体の加速度応答を計測する計測点は図3に、計測点とその座標を表1にそれぞれ示す。総数200個の加速度計(AC565/II, 感度40pc/g)を用意し、主翼の固有振動モードに着目して計測するため、主翼に100個、水平尾翼に36個、胴体に36個、垂直尾翼に16個そして

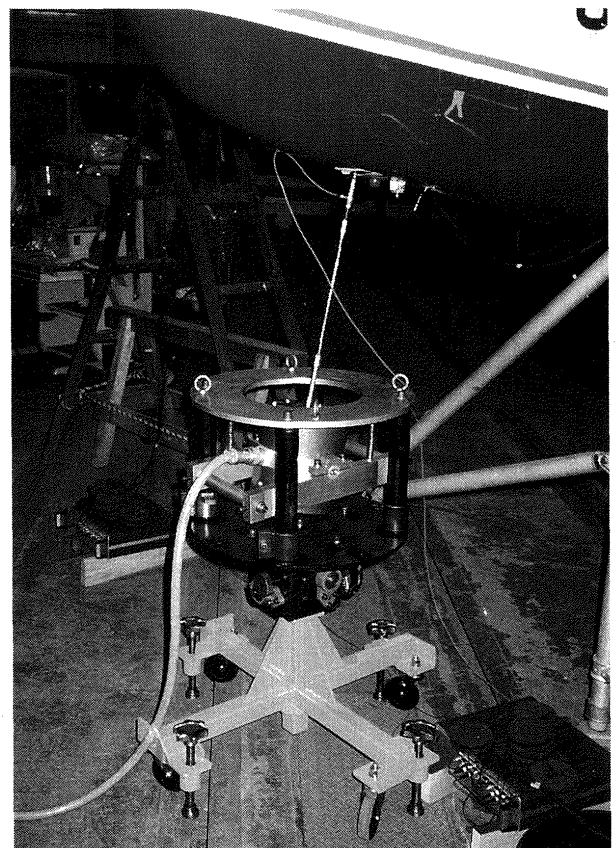


図6 後部胴体

表1 計測点と座標

単位 (m)					
No	x 座標	y 座標	z 座標	方 向	備 考
1	8.201	8.400	2.343	z	Right Wing
2	7.471	7.736	↑	z	↑
3	7.751	7.736	↑	z	↑
4	7.952	7.720	↑	z	↑
5	8.230	↑	↑	z	↑
6	8.230	7.720	↑	-x	↑
7	6.885	7.008	↑	-x	↑
8	6.885	↑	↑	z	↑
9	7.318	↑	↑	z	↑
10	7.751	↑	↑	z	↑
11	7.951	↑	↑	z	↑
12	8.263	7.008	↑	z	↑
13	6.803	6.208	↑	z	↑
14	7.277	↑	↑	z	↑
15	7.751	6.208	↑	z	↑
16	7.964	5.805	↑	z	↑
17	8.300	5.805	↑	z	↑
18	6.717	5.408	↑	z	↑
19	7.234	↑	↑	z	↑
20	7.751	5.408	↑	z	↑
21	7.954	5.136	↑	z	↑
22	8.324	↑	↑	z	↑
23	8.324	5.136	↑	-x	↑
24	6.632	4.608	↑	z	↑
25	7.137	↑	↑	z	↑
26	7.641	4.608	↑	z	↑
27	7.713	5.056	↑	-z	↑
28	8.324	5.056	↑	-z	↑
29	6.547	3.808	↑	-x	↑
30	6.547	3.808	2.343	z	Right Wing
31	7.094	3.808	2.343	z	Right Wing
32	7.641	3.808	↑	z	↑
33	7.723	3.881	↑	-z	↑
34	8.363	3.881	↑	-z	↑
35	6.461	2.996	↑	z	↑
36	7.051	↑	↑	z	↑
37	7.641	↑	↑	z	↑
38	7.736	↑	↑	-z	↑
39	8.396	2.996	↑	-z	↑
40	6.461	2.108	↑	z	↑
41	7.051	↑	↑	z	↑
42	7.641	2.108	↑	z	↑
43	7.736	2.080	↑	-z	↑
44	8.396	2.080	↑	-z	↑
45	6.462	1.220	↑	-x	↑
46	6.462	↑	↑	z	↑
47	7.051	↑	↑	z	↑
48	7.641	1.220	↑	z	↑
49	7.736	0.780	↑	-z	↑
50	8.396	0.780	↑	-z	Right Wing

単位 (m)					
No	x 座標	y 座標	z 座標	方 向	備 考
51	8.201	-8.400	↑	z	Left Wing
52	7.471	-7.736	↑	z	↑
53	7.751	-7.736	↑	z	↑
54	7.952	-7.720	↑	z	↑
55	8.230	↑	↑	z	↑
56	8.230	-7.720	↑	-x	↑
57	6.885	-7.008	↑	x	↑
58	6.885	↑	↑	z	↑
59	7.318	↑	↑	z	↑
60	7.751	-7.008	2.343	z	Left Wing
61	7.951	-7.008	2.343	z	Left Wing
62	8.263	-7.008	↑	z	↑
63	6.803	-6.208	↑	z	↑
64	7.277	↑	↑	z	↑
65	7.751	-6.208	↑	z	↑
66	7.964	-5.805	↑	z	↑
67	8.300	-5.805	↑	z	↑
68	6.717	-5.408	↑	z	↑
69	7.234	↑	↑	z	↑
70	7.751	-5.408	↑	z	↑
71	7.954	-5.136	↑	z	↑
72	8.324	↑	↑	z	↑
73	8.324	-5.136	↑	-x	↑
74	6.632	-4.608	↑	z	↑
75	7.137	↑	↑	z	↑
76	7.641	-4.608	↑	z	↑
77	7.713	-5.056	↑	-z	↑
78	8.324	-5.056	↑	-z	↑
79	6.547	-3.808	↑	x	↑
80	6.547	↑	↑	z	↑
81	7.094	↑	↑	z	↑
82	7.641	-3.808	↑	z	↑
83	7.723	-3.881	↑	-z	↑
84	8.363	-3.881	↑	-z	↑
85	6.461	-2.996	↑	z	↑
86	7.051	↑	↑	z	↑
87	7.641	↑	↑	z	↑
88	7.736	↑	↑	-z	↑
89	8.396	-2.996	↑	-z	↑
90	6.461	-2.108	2.343	z	Left Wing
91	7.051	-2.108	2.343	z	Left Wing
92	7.641	-2.108	↑	z	↑
93	7.736	-2.080	↑	-z	↑
94	8.396	-2.080	↑	-z	↑
95	6.462	-1.220	↑	-x	↑
96	6.462	↑	↑	z	↑
97	7.051	↑	↑	z	↑
98	7.641	-1.220	↑	z	↑
99	7.736	-0.780	↑	-z	↑
100	8.396	-0.780	↑	-z	Left Wing

表1 続き

単位 (m)					
No	x 座標	y 座標	z 座標	方 向	備 考
101	15.393	2.720	2.910	-x	Horizontal Stabilizer
102	15.393	↑	↑	z	↑
103	16.123	2.720	↑	z	↑
104	16.253	2.750	↑	z	↑
105	16.531	2.750	↑	z	↑
106	15.393	2.042	↑	z	↑
107	16.123	2.042	↑	z	↑
108	16.253	2.051	↑	z	↑
109	16.531	2.051	↑	z	↑
110	15.393	1.190	↑	z	↑
111	16.123	↑	↑	z	↑
112	16.253	↑	↑	z	↑
113	16.531	1.190	↑	z	↑
114	15.393	0.450	↑	-x	↑
115	15.393	↑	↑	z	↑
116	16.123	↑	↑	z	↑
117	16.253	↑	↑	z	↑
118	16.531	0.450	↑	z	↑
119	15.393	-2.720	↑	-x	↑
120	15.393	-2.720	2.190	z	Horizontal Stabilizer
121	16.123	-2.720	2.190	z	Horizontal Stabilizer
122	16.253	-2.750	↑	z	↑
123	16.531	-2.750	↑	z	↑
124	15.393	-2.042	↑	z	↑
125	16.123	↑	↑	z	↑
126	16.253	↑	↑	z	↑
127	16.531	-2.042	↑	z	↑
128	15.393	-1.190	↑	z	↑
129	16.123	↑	↑	z	↑
130	16.253	-1.190	2.190	z	↑
131	16.531	-1.190	2.190	z	↑
132	15.393	-0.450	↑	-x	↑
133	15.393	↑	↑	z	↑
134	16.123	↑	↑	z	↑
135	16.253	↑	↑	z	↑
136	16.531	-0.450	2.190	z	Horizontal Stabilizer
137	15.418	0.0	4.698	y	Vertical Stabilizer
138	16.268	↑	4.698	y	↑
139	15.143	↑	4.291	y	↑
140	15.656	↑	4.278	y	↑
141	15.858	↑	4.278	y	↑
142	16.283	↑	4.270	y	↑
143	14.861	↑	3.542	y	↑
144	15.608	↑	3.525	y	↑
145	15.788	↑	3.525	y	↑
146	16.306	↑	3.514	y	↑
147	14.541	↑	2.787	y	↑
148	15.521	↑	2.765	y	↑
149	15.720	↑	2.765	y	↑
150	16.258	0.0	2.754	y	Vertical Stabilizer

単位 (m)					
No	x 座標	y 座標	z 座標	方 向	備 考
151	14.323	0.0	2.240	y	Vertical Stabilizer
152	15.473	↑	2.215	y	Vertical Stabilizer
153	15.343	↑	1.470	-z	Fuselage
154	15.343	0.0	1.470	y	↑
155	10.948	0.710	2.340	z	↑
156	↑	0.710	↑	y	↑
157	↑	-0.710	↑	z	↑
158	↑	-0.710	2.340	-y	↑
159	↑	0.710	0.970	z	↑
160	10.948	0.710	0.970	y	↑
161	10.948	-0.710	0.970	z	↑
162	10.948	-0.710	0.970	-y	↑
163	8.685	0.710	2.340	z	↑
164	↑	0.710	↑	y	↑
165	↑	-0.710	↑	z	↑
166	↑	-0.710	2.340	-y	↑
167	↑	0.710	0.940	z	↑
168	↑	0.710	↑	y	↑
169	↑	-0.710	↑	z	↑
170	8.685	-0.710	0.940	-y	↑
171	6.417	0.710	2.282	z	↑
172	↑	0.710	↑	y	↑
173	↑	-0.710	↑	z	↑
174	↑	-0.710	2.282	-y	↑
175	↑	0.710	0.940	z	↑
176	↑	0.710	↑	y	↑
177	↑	-0.710	↑	z	↑
178	6.417	-0.710	0.940	-y	↑
179	3.843	0.710	2.282	z	↑
180	3.843	0.710	2.282	y	Fuselage
181	3.843	-0.710	2.228	z	Fuselage
182	↑	-0.710	2.228	-y	↑
183	↑	0.710	0.940	z	↑
184	↑	0.710	↑	y	↑
185	↑	-0.710	↑	z	↑
186	3.843	-0.710	0.940	-y	↑
187	0.333	0.0	1.545	z	↑
188	0.333	0.0	1.545	y	Fuselage
189	6.356	2.871	2.390	x	Right Engine
190	6.356	2.521	2.390	x	↑
191	6.556	2.621	1.975	-z	↑
192	6.556	↑	1.975	y	↑
193	7.401	↑	1.995	-z	↑
194	7.401	2.621	1.995	y	Right Engine
195	6.356	-2.371	2.390	x	Left Engine
196	6.356	-2.871	2.390	x	↑
197	6.556	-2.621	1.975	-z	↑
198	6.556	↑	1.975	y	↑
199	7.401	↑	1.995	-z	↑
200	7.401	-2.621	1.995	y	Left Engine

左右のエンジンに12個を配分した。機体の曲面に対して、加速度計はxyz方向にそれぞれ正しく取付ける必要がある。そのため、本試験では硬質ウレタン・フォームのブロックを用意し、各計測点の機体の曲面に合わせて

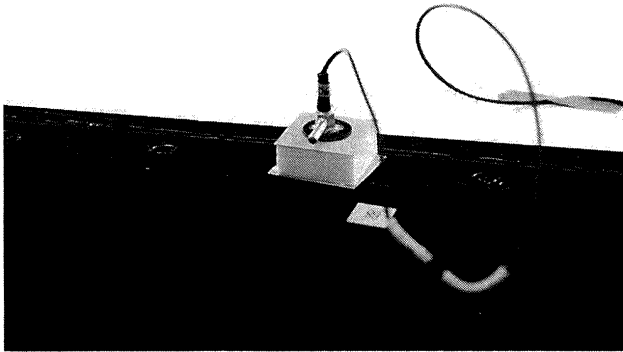


図7 z方向取付

ブロックを加工・整形し、xyzいずれかの方向に正しく加速度計を両面接着テープで機体に貼付けた。代表的な加速度計の取付け例をz方向取付け、右主翼上面、右水平尾翼上面について図7、図8そして図9にそれぞれ示す。

実機振動試験装置の系統図を図10に示す。地上振動試験では図10の既設の加振機と加速度計に加え、入力切替器を自作し、測定ハードウェア(HP3565S)とパーソナル・コンピュータ(HP-9000-382)及びモデル解析ソフトウェア(LMS-CADA-X)を新設し、他に、高所作業用の架台を5台機体回りに配置した。図11に示す振動試験装置は右側がパーソナル・コンピュータ、中央が測定ハードウェアと入力切替器である。左側は加振機用電力増幅器(A436/S、電源はAC200V)である。加速度計用電荷増幅器(552-1000)は計測点10点毎にまとめて、機体の周囲に置いた。電荷増幅器の電源は入力切替器の切替えによって供給される。



図8 右主翼上面

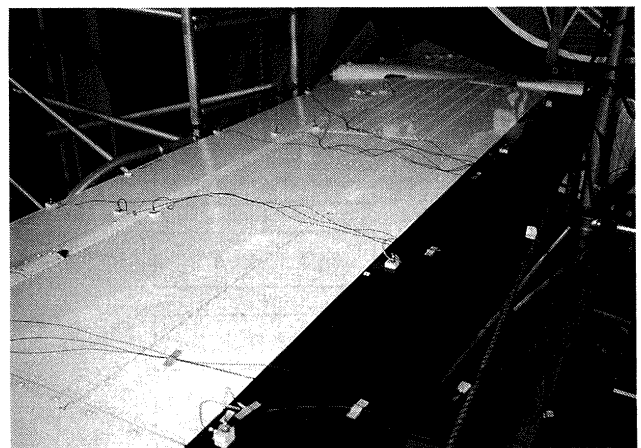


図9 右水平尾翼上面

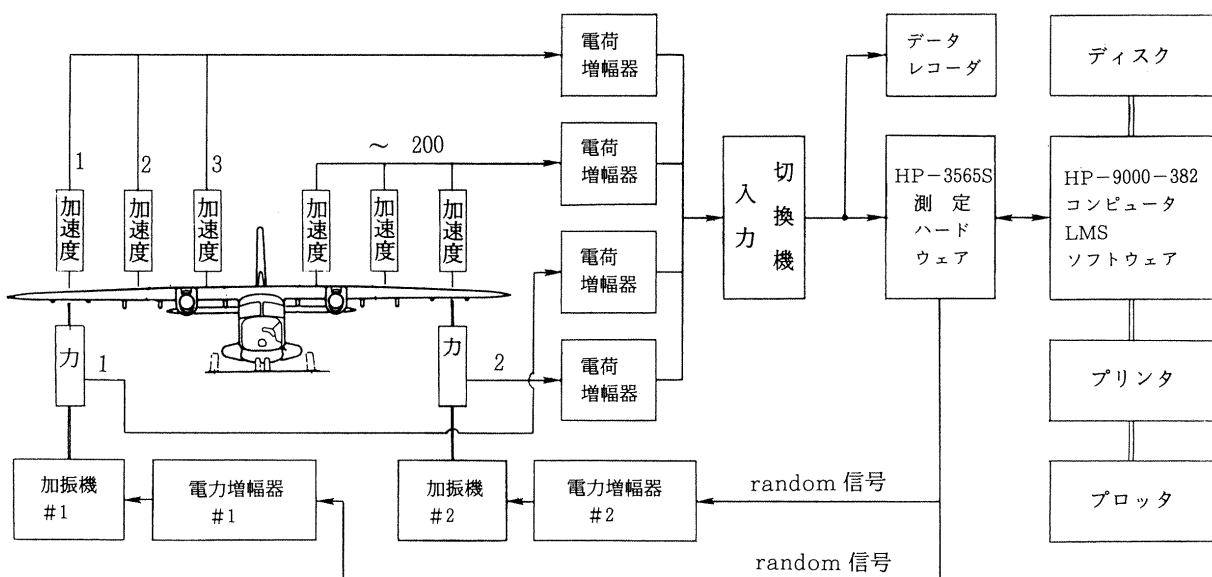


図10 振動試験装置の系統図(ランダム2点加振)



図11 振動試験装置



図13 パーソナル・コンピュータ

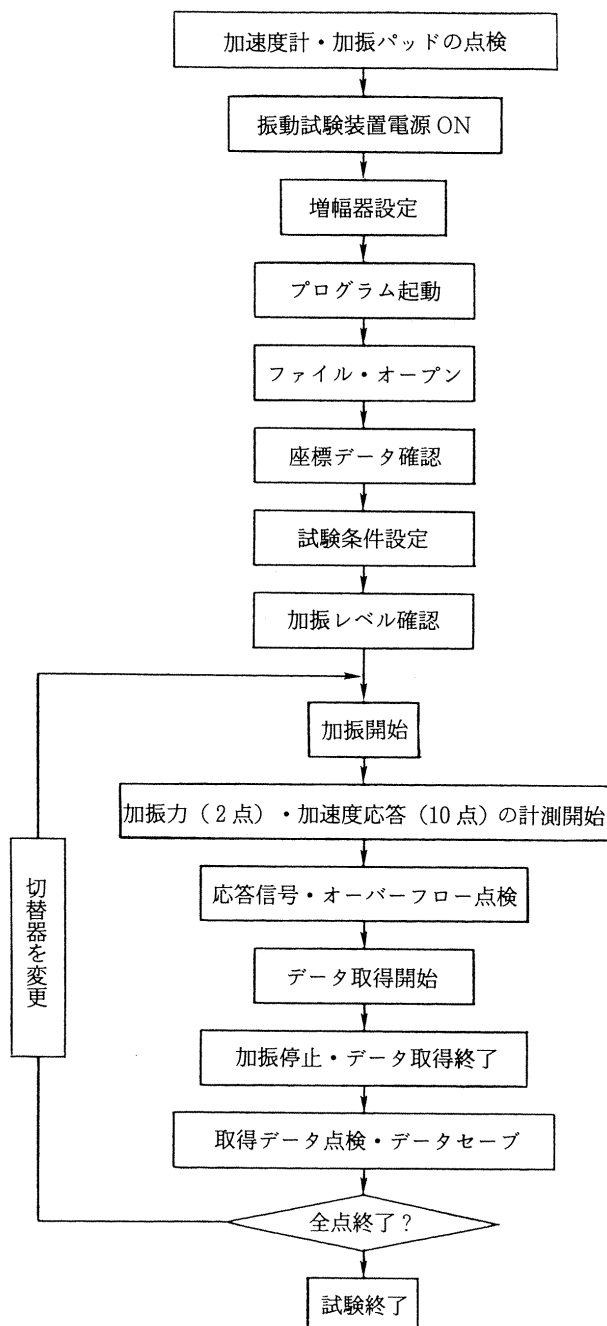


図12 振動試験の手順

振動試験の手順を図12に示す。各試験の開始前に、機体面に貼付けた加速度計と加振パッドの剥がれ、加振機の軸と高さ及び取付けの点検を行う。プログラムの起動は図13に示すパーソナル・コンピュータのキーボードとマウスの操作による。帯域幅0～50Hzのランダム無相関信号を測定ハードウェアから発生し、この信号を2台の加振機に加えて機体を予備加振する。加振レベルは2台の加振機の加振力を徐々に上げていくと、舵面コントロールシステムが共振するため、加振力はシステムの振動、力変換子の出力、応答レベルから判断して低めに設定した。加振レベルの確認を行った後、図10と図11に示した入力切替器により、200点の加速度応答を10点ずつ切替え、測定ハードウェアでまとめてA/D変換し、周波数応答関数（800スペクトルライン）を求め、オーバーフローの発生やビット数の不足等のないことを確認し、

表2 日程

番号	項目	人数
1	機体搬入・試験条件の設定	7
2	架台搬入・配置	7
3	加振・計測点の準備 機体マーキング ブロック・加速度計の取付け	7
4	加振機の準備 加振ロッド・力変換子の取付け 加振パッドの取付け ケーブルの接続	5
5	加速度計の準備 チャージアンプの配置 ケーブルの接続	5
6	加振・計測点座標データの入力	2
7	加振・計測の動作確認	2
8	加振点の変更	5
9	振動試験	2
10	撤収 機体周り整理・搬出 架台搬出 試験機材の取外し・整理・整頓	8

データをディスクのファイルに格納する。1 ケースの振動試験の所要時間は約 5 ～ 6 時間を要した。

振動試験日程の概要を表 2 に示す。準備作業は大勢の人手と時間を要した。しかし、試験は加振点の変更を除き、点検中に加速度計の剥がれも少なく、2 名で行った。また、撤収作業は期限内に完了させる必要があり、使用機材、特に、機体から加速度計を壊さないように外し、実機振動試験用のケーブル (CLA340, CLE30) の整理・整頓を含め作業に人手を要した。しかし、準備に比べ、所要日数は少なかった。

6. 試験結果

伝達関数法によるモーダル解析は全振動試験終了後、別途オフラインで行った。新規に導入したモーダル解析のソフトウェアには周波数応答関数を用いる下記の 4 つの推定法

- 1 自由度法 (SDOF)
- コンプレックス・モード・インディケータ・ファンクション法 (CMIF)
- 時間領域複素指数法 (時間領域法)
- 周波数領域ダイレクト・パラメータ同定法 (周波数領域法)

がある。周波数応答関数の総和の一例を図 14 に示す。解析手法はそれぞれ異なるが、図 14 の周波数応答関数のうち、指定する帯域をカーソルで挟み、挟んだ狭帯域の対象部分を手法に応じて解析する。本解析では 1 自由度法 (SDOF) を除いた 3 つの手法を用いた。一般的特徴は、CMIF 法が広帯域に存在する多くのモード数を一度に比較的精度よく抽出できるので、振動特性の概要を把握する目的に用いられる。それに対して、時間領域法と周波数領域法は周波数応答関数の波形を観察し、個

別に精度良くモードを抽出するために用いられる。波形が鋭い場合 (ダンピングの値が小さい) は時間領域法が適し、緩い波形の場合 (ダンピングの値が大きい) は周波数領域法が適している。そこで、3 つの手法を適用して固有振動数、ダンピング、一般化質量、固有モード形等のモーダル・パラメータを求めた。また、各モード・アニメーションは別途ビデオに収録した。

表 3 に振動試験の結果として、5 ケースの振動試験に各々 3 つの推定法を適用して得られた、固有振動数、ダンピング、一般化質量のモーダル・パラメータをまとめて示す。表 3 の各上段は CMIF 法、中段は時間領域法、下段は周波数領域法による値である。3 つの推定法の結果は全体に相違が少ない値で得られた。表 3 より対称と非対称の加振から抽出された曲げモードからは顕著な差が得られなかった。対称、逆対称モードの確認はモード・アニメーションを観察して行った。

次に、本機の代表的な固有モード形を表 4 a ～ 表 4 f に示す。この固有振動数とモード形は表 3 に示した主翼翼端対称 2 点加振 (図 3 の 8 と 58) の場合に、時間領域法で求めたモード形である。ただし、固有振動数 2.53 Hz と 22.48 Hz の場合はそれぞれ CMIF 法と胴体加振による時間領域法によって求めた。表 4 a ～ 表 4 f に示す資料のうち、1 列目の計測点位置、番号、加速度計の方向、2 列目は変位の振幅 (s/kg)、そして 3 列目は変位の位相 (deg) を表す。この変位は、インパルス応答の振幅、即ち、レジデュ (residue) である。計測点位置の wing, stab, fslg, engn はそれぞれ主翼、水平尾翼、胴体、エンジンを表す。その計測点番号は 1 ～ 100, 101 ～ 136, 137 ～ 188, 189 ～ 200 である。加速度計の方向 x, y, z は前後、左右、上下の加速度計の感度方向を表す。

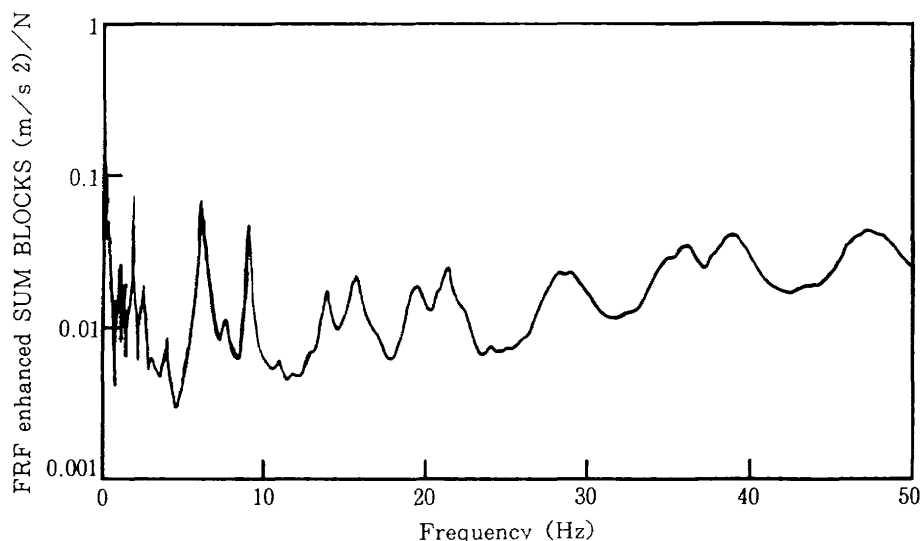


図 14 周波数応答関数の一例

表3 振動試験の結果

試験 番号	A (主翼対称2点加振)				B (主翼非対称2点加振)				C (右主翼左水平尾翼2点加振)				D (主翼内側対称2点加振)				E (前後胴体2点加振)				固有モードの特徴
	振動数 (Hz)	減衰比 (%)	一般化質量 (kg)	減衰比 (%)	振動数 (Hz)	減衰比 (%)	一般化質量 (kg)	減衰比 (%)	振動数 (Hz)	減衰比 (%)	一般化質量 (kg)	減衰比 (%)	振動数 (Hz)	減衰比 (%)	一般化質量 (kg)	減衰比 (%)	振動数 (Hz)	減衰比 (%)	一般化質量 (kg)	減衰比 (%)	
1	2.53	2.32	5.62E+0	—	—	—	—	—	2.54	1.99	5.97E+0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	胴体ローリング
2	4.03	3.56	9.72E+0	—	—	—	—	—	4.06	3.32	1.07E+1	—	—	—	—	—	4.23	0.70	3.76E+1	0.70	胴体ピッチング
	4.02	3.56	8.73E+0	—	—	—	—	—	4.07	3.55	9.71E+0	—	—	—	—	—	4.07	3.58	7.73E+0	3.58	
	4.04	3.76	7.84E+0	—	—	—	—	—	4.01	3.39	9.79E+0	—	—	—	—	—	4.07	0.13	1.24E+2	0.13	
3	6.10	1.04	3.40E+0	0.87	6.06	0.87	3.75E+0	0.87	6.12	1.42	2.42E+0	6.13	1.46	2.43E+0	6.09	1.36	6.09	1.36	4.97E+0	1.36	主翼対称1次曲げ
	6.08	1.22	2.84E+0	1.13	6.08	1.13	2.90E+0	1.13	6.12	1.30	3.03E+0	6.12	1.38	2.54E+0	6.17	1.79	6.17	1.79	5.72E+0	1.79	
	6.09	1.01	3.42E+0	1.29	6.09	1.29	3.07E+0	1.29	6.13	1.14	3.25E+0	6.12	1.14	2.73E+0	6.15	1.20	6.15	1.20	1.34E+0	1.20	
4	6.58	1.49	2.51E+1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
5	7.60	1.77	1.15E+1	—	—	—	—	—	7.57	0.81	1.28E+1	7.63	1.16	2.86E+1	7.63	1.16	—	—	—	—	水平尾翼逆対称1次曲げ
	7.63	1.23	1.29E+1	1.19	7.59	1.19	9.59E+0	1.30	7.56	1.30	9.44E+0	7.63	0.82	1.96E+1	—	—	—	—	—	—	
6	9.00	0.86	4.78E+0	0.70	8.98	0.70	5.69E+0	0.56	9.00	0.56	5.86E+0	9.06	0.66	4.24E+1	9.06	0.66	9.06	0.66	4.24E+1	0.66	主翼逆対称1次曲げ
	9.00	0.76	5.36E+0	0.97	8.99	0.97	3.67E+0	0.78	9.02	0.78	4.52E+0	9.03	0.64	4.25E+0	9.39	1.18	9.39	1.18	8.27E+0	1.18	
	8.99	0.77	7.04E+0	0.83	8.99	0.83	4.87E+0	0.66	9.02	0.66	6.93E+0	9.03	0.83	5.10E+0	9.40	1.08	9.40	1.08	6.08E+0	1.08	
7	11.02	0.76	1.17E+2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	10.98	1.02	2.55E+1	0.90	11.00	0.90	1.11E+1	0.76	11.54	0.76	4.57E+1	11.02	1.22	6.08E+1	10.66	1.22	10.66	1.22	1.43E+2	1.22	
	10.98	1.14	7.72E+0	0.58	10.94	0.58	1.29E+1	2.57	11.55	2.57	1.31E+1	10.96	0.10	4.23E+2	10.66	1.11	10.66	1.11	1.52E+2	1.11	
8	13.72	1.38	5.79E+0	1.51	13.84	1.51	3.97E+0	1.48	13.72	1.48	7.35E+0	—	—	—	—	—	13.87	1.29	4.57E+0	1.29	胴体縦1次曲げ
	13.79	1.52	4.11E+0	1.49	13.77	1.49	3.33E+0	1.72	13.81	1.72	4.70E+0	—	—	—	—	—	13.91	2.02	2.78E+0	2.02	
	13.79	1.39	4.72E+0	1.90	13.77	1.90	2.91E+0	1.90	13.79	1.90	4.19E+0	14.01	0.12	8.50E+1	14.01	0.12	13.88	0.10	1.89E+0	0.10	
9	15.58	1.85	5.65E+0	1.60	15.65	1.60	7.69E+0	1.59	15.59	1.59	7.25E+0	15.70	1.25	9.41E+0	15.70	1.25	—	—	—	—	主翼逆対称2次曲げ
	15.57	2.07	5.02E+0	1.97	15.60	1.97	4.86E+0	1.94	15.65	1.94	5.75E+0	15.66	1.49	6.60E+0	15.66	1.49	—	—	—	—	
	15.65	1.53	5.78E+0	2.00	15.58	2.00	4.95E+0	2.22	15.63	2.22	5.27E+0	15.67	1.50	7.32E+0	15.67	1.50	—	—	—	—	
10	19.53	2.23	6.42E+0	1.73	19.36	1.73	7.44E+0	1.76	19.32	1.76	7.56E+0	19.09	1.30	1.59E+1	19.09	1.30	19.09	1.28	3.21E+0	1.28	主翼逆対称2次曲げ
	19.29	2.47	5.81E+0	2.18	19.33	2.18	5.57E+0	0.94	19.37	0.94	8.56E+0	19.13	2.21	6.60E+0	19.13	2.21	19.13	2.21	6.60E+0	2.21	
	19.64	0.77	1.63E+1	2.77	19.41	2.77	4.60E+0	2.49	19.42	2.49	5.80E+0	19.16	0.33	2.70E+1	19.16	0.33	19.01	1.56	3.43E+0	1.56	
11	21.36	1.80	4.31E+0	1.68	21.22	1.68	4.81E+0	1.36	21.31	1.36	5.66E+0	21.53	1.24	5.95E+0	21.47	1.24	21.47	1.21	7.59E+0	1.21	主翼対称2次曲げ
	21.20	1.78	3.13E+0	3.15	21.38	3.15	2.18E+0	1.52	21.28	1.52	4.01E+0	21.39	1.48	4.19E+0	21.38	1.48	21.38	1.89	3.55E+0	1.89	水平尾翼対称1次曲げ
	21.16	2.03	2.39E+0	2.25	21.26	2.25	2.28E+0	1.57	21.28	1.57	3.58E+0	21.40	1.22	5.55E+0	21.41	1.22	21.41	1.48	3.15E+0	1.48	
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	22.54	0.85	8.14E+0	0.85	主翼対称振り
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	22.48	1.15	4.68E+0	1.15	
	23.95	0.36	2.41E+2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	22.49	1.03	2.86E+0	1.03	
13	23.97	2.16	1.38E+1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	主翼対称振り
14	28.19	3.02	2.64E+0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
15	28.76	2.19	7.20E+0	1.93	28.94	1.93	7.01E+0	2.68	28.59	2.68	3.84E+0	29.89	1.28	3.64E+1	29.91	1.05	29.91	1.05	1.39E+1	1.05	主翼逆対称振り
	28.92	3.00	2.00E+0	3.35	28.50	3.35	3.70E+0	2.67	28.74	2.67	6.75E+0	29.75	2.68	3.77E+0	29.94	1.23	29.94	1.23	7.28E+0	1.23	
	28.65	3.38	3.76E+0	2.78	28.79	2.78	—	1.05	28.70	1.05	6.75E+0	29.39	3.08	4.81E+0	30.07	1.96	30.07	1.96	5.29E+0	1.96	
16	34.65	3.43	3.11E+0	2.90	34.30	2.90	1.74E+0	1.42	34.33	1.42	6.17E+0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	34.82	2.39	3.52E+0	1.59	34.57	1.59	—	3.56	34.79	3.56	1.79E+0	35.25	4.14	9.95E-1	—	—	—	—	—	—	
	—	—	—	—	—	—	—	2.30	34.76	2.30	1.79E+0	35.05	2.34	1.41E+0	—	—	—	—	—	—	
17	35.97	0.81	7.82E+0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	35.97	1.40	1.29E+0	1.69	36.04	1.69	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	36.12	1.23	1.61E+0	1.68	36.46	1.68	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
18	38.59	2.08	5.05E+0	2.04	38.47	2.04	3.20E+0	1.47	38.82	1.47	7.08E+0	39.16	1.87	4.51E+0	37.47	0.71	37.47	0.71	3.08E+0	0.71	主翼逆対称振り
	38.76	2.24	4.53E+0	2.66	38.66	2.66	3.19E+0	2.48	38.77	2.48	3.25E+0	39.35	1.82	1.91E-2	37.53	0.90	37.53	0.90	9.59E-1	0.90	
	38.60	2.90	3.50E+0	3.60	38.62	3.60	—	2.09	38.69	2.09	3.25E+0	39.21	0.65	1.20E+1	37.52	0.82	37.52	0.82	5.87E-1	0.82	

上段 cmif 法

中段 時間領域法

下段 周波数領域法

表 4 a 固有振動数 6.08 Hz のモード形

位置:番号:方向	振幅(sec/kg)	位相(deg)	位置:番号:方向	振幅(sec/kg)	位相(deg)	位置:番号:方向	振幅(sec/kg)	位相(deg)	位置:番号:方向	振幅(sec/kg)	位相(deg)
wing:1:+Z	1.394e-04	-95.72	wing:51:+Z	1.361e-04	-93.92	stab:101:+X	5.084e-07	-77.08	fslg:151:+Y	7.671e-07	7.09
wing:2:+Z	1.117e-04	-95.87	wing:52:+Z	1.113e-04	-93.83	stab:102:+Z	1.154e-05	134.76	fslg:152:+Y	1.069e-06	-21.88
wing:3:+Z	1.147e-04	-95.70	wing:53:+Z	1.155e-04	-94.16	stab:103:+Z	1.147e-05	134.04	fslg:153:+Z	8.156e-06	93.96
wing:4:+Z	1.534e-04	-95.18	wing:54:+Z	1.186e-04	-94.12	stab:104:+Z	1.149e-05	135.10	fslg:154:+Y	4.832e-07	-95.35
wing:5:+Z	1.942e-04	-95.53	wing:55:+Z	1.186e-04	-93.55	stab:105:+Z	1.094e-05	134.91	fslg:155:+Z	9.954e-06	103.37
wing:6:+X	2.373e-05	91.41	wing:56:+X	3.773e-05	80.81	stab:106:+Z	1.014e-05	127.61	fslg:156:+Y	4.174e-07	3.62
wing:7:+X	1.804e-05	91.77	wing:57:+X	1.159e-05	71.14	stab:107:+Z	1.006e-05	128.65	fslg:157:+Z	1.012e-05	92.45
wing:8:+Z	8.736e-05	-96.31	wing:58:+Z	9.025e-05	-94.04	stab:108:+Z	9.973e-06	128.73	fslg:158:+Y	2.498e-07	13.21
wing:9:+Z	9.345e-05	-96.04	wing:59:+Z	9.363e-05	-94.14	stab:109:+Z	9.644e-06	128.54	fslg:159:+Z	9.437e-06	100.37
wing:10:+Z	9.627e-05	-95.71	wing:60:+Z	9.479e-05	-94.41	stab:110:+Z	8.401e-06	116.75	fslg:160:+Y	1.616e-06	161.92
wing:11:+Z	1.142e-04	-90.84	wing:61:+Z	1.068e-04	-94.52	stab:111:+Z	9.222e-06	117.76	fslg:161:+Z	1.101e-05	91.45
wing:12:+Z	1.134e-04	-90.67	wing:62:+Z	1.091e-04	-94.04	stab:112:+Z	8.938e-06	119.04	fslg:162:+Y	1.340e-06	-158.47
wing:13:+Z	7.990e-05	-91.51	wing:63:+Z	7.574e-05	-94.60	stab:113:+Z	8.988e-06	118.48	fslg:163:+Z	1.217e-05	98.56
wing:14:+Z	8.331e-05	-91.04	wing:64:+Z	7.980e-05	-94.58	stab:114:+X	3.449e-07	-66.24	fslg:164:+Y	7.864e-07	57.43
wing:15:+Z	8.549e-05	-90.60	wing:65:+Z	8.180e-05	-94.87	stab:115:+Z	8.566e-06	108.18	fslg:165:+Z	1.134e-05	94.17
wing:16:+Z	7.716e-05	-91.00	wing:66:+Z	7.111e-05	-95.19	stab:116:+Z	8.307e-06	108.32	fslg:166:+Y	1.215e-06	-63.24
wing:17:+Z	7.957e-05	-90.55	wing:67:+Z	7.528e-05	-94.51	stab:117:+Z	8.204e-06	108.63	fslg:167:+Z	1.175e-05	99.41
wing:18:+Z	5.803e-05	-91.43	wing:68:+Z	5.605e-05	-91.54	stab:118:+Z	8.166e-06	108.58	fslg:168:+Y	2.010e-06	-136.64
wing:19:+Z	6.076e-05	-91.49	wing:69:+Z	5.845e-05	-95.08	stab:119:+X	2.515e-07	117.41	fslg:169:+Z	1.120e-05	93.35
wing:20:+Z	6.428e-05	-90.48	wing:70:+Z	5.963e-05	-95.88	stab:120:+Z	1.082e-05	70.52	fslg:170:+Y	2.231e-06	140.84
wing:21:+Z	5.284e-05	-88.66	wing:71:+Z	5.590e-05	-93.16	stab:121:+Z	1.077e-05	66.92	fslg:171:+Z	1.466e-05	99.79
wing:22:+Z	5.463e-05	-88.73	wing:72:+Z	6.051e-05	-92.64	stab:122:+Z	1.111e-05	65.42	fslg:172:+Y	7.630e-07	4.06
wing:23:+X	1.121e-05	101.24	wing:73:+X	2.179e-06	-93.33	stab:123:+Z	1.118e-05	65.24	fslg:173:+Z	1.452e-05	97.68
wing:24:+Z	3.564e-05	-90.34	wing:74:+Z	3.984e-05	-93.33	stab:124:+Z	9.251e-06	76.58	fslg:174:+Y	7.789e-07	-6.30
wing:25:+Z	3.862e-05	-89.72	wing:75:+Z	4.278e-05	-93.49	stab:125:+Z	8.791e-06	74.64	fslg:175:+Z	1.432e-05	98.83
wing:26:+Z	4.148e-05	-89.24	wing:76:+Z	4.525e-05	-93.52	stab:126:+Z	9.452e-06	72.49	fslg:176:+Y	2.301e-06	174.82
wing:27:+Z	4.905e-05	-89.30	wing:77:+Z	4.497e-05	-92.38	stab:127:+Z	9.536e-06	72.25	fslg:177:+Z	1.419e-05	97.83
wing:28:+Z	5.247e-05	-88.78	wing:78:+Z	5.745e-05	-92.88	stab:128:+Z	8.427e-06	86.33	fslg:178:+Y	1.928e-06	172.36
wing:29:+X	3.437e-06	109.00	wing:79:+X	2.715e-06	-59.73	stab:129:+Z	8.169e-06	84.79	fslg:179:+Z	1.838e-05	99.95
wing:30:+Z	1.775e-05	-91.56	wing:80:+Z	2.295e-05	-95.21	stab:130:+Z	8.098e-06	83.33	fslg:180:+Y	1.301e-06	105.14
wing:31:+Z	2.218e-05	-94.65	wing:81:+Z	2.537e-05	-102.65	stab:131:+Z	9.678e-06	80.87	fslg:181:+Z	1.831e-05	86.17
wing:32:+Z	2.375e-05	-93.25	wing:82:+Z	2.677e-05	-102.35	stab:132:+X	5.263e-07	-81.17	fslg:182:+Y	4.345e-07	-129.72
wing:33:+Z	2.489e-05	-93.99	wing:83:+Z	2.913e-05	-101.42	stab:133:+Z	8.233e-06	92.54	fslg:183:+Z	1.851e-05	89.69
wing:34:+Z	2.755e-05	-92.78	wing:84:+Z	1.977e-05	-98.46	stab:134:+Z	8.063e-06	91.15	fslg:184:+Y	2.013e-06	-176.84
wing:35:+Z	7.848e-06	-100.07	wing:85:+Z	9.033e-06	-105.69	stab:135:+Z	7.849e-06	90.46	fslg:185:+Z	1.802e-05	86.01
wing:36:+Z	9.647e-06	-96.11	wing:86:+Z	1.121e-05	-105.07	stab:136:+Z	7.940e-06	90.36	fslg:186:+Y	2.266e-06	166.67
wing:37:+Z	1.173e-05	-93.25	wing:87:+Z	1.284e-05	-104.06	fslg:137:+Y	5.128e-06	3.52	fslg:187:+Z	2.181e-05	87.39
wing:38:+Z	1.170e-05	-94.89	wing:88:+Z	1.350e-05	-102.61	fslg:138:+Y	4.560e-06	5.40	fslg:188:+Y	2.064e-06	170.69
wing:39:+Z	1.337e-05	-92.19	wing:89:+Z	1.499e-05	-102.13	fslg:139:+Y	3.999e-06	12.52	engn:189:+X	1.358e-06	95.34
wing:40:+Z	2.351e-06	102.31	wing:90:+Z	2.805e-06	96.04	fslg:140:+Y	4.074e-06	-4.55	engn:190:+X	1.049e-06	140.19
wing:41:+Z	1.184e-06	114.05	wing:91:+Z	1.228e-06	117.43	fslg:141:+Y	4.262e-06	-1.17	engn:191:+Z	1.795e-06	148.59
wing:42:+Z	1.829e-07	151.69	wing:92:+Z	6.613e-07	158.59	fslg:142:+Y	4.244e-06	-2.66	engn:192:+Y	1.161e-05	-80.15
wing:43:+Z	4.319e-07	-120.16	wing:93:+Z	6.221e-07	-138.18	fslg:143:+Y	2.869e-06	6.11	engn:193:+Z	3.213e-06	-100.84
wing:44:+Z	2.037e-06	-83.87	wing:94:+Z	2.004e-06	-103.68	fslg:144:+Y	3.035e-06	-8.19	engn:194:+Y	1.014e-05	-80.34
wing:45:+X	1.956e-06	-95.22	wing:95:+X	6.215e-06	169.73	fslg:145:+Y	2.918e-06	-1.86	engn:195:+X	6.399e-07	-39.00
wing:46:+Z	1.104e-05	95.55	wing:96:+Z	1.017e-05	91.65	fslg:146:+Y	2.995e-06	-5.93	engn:196:+X	9.654e-07	0.72
wing:47:+Z	1.019e-05	95.59	wing:97:+Z	9.148e-06	91.47	fslg:147:+Y	1.537e-06	-3.31	engn:197:+Z	1.912e-06	134.98
wing:48:+Z	8.405e-06	94.42	wing:98:+Z	7.687e-06	91.73	fslg:148:+Y	1.665e-06	-11.07	engn:198:+Y	1.001e-05	77.14
wing:49:+Z	1.393e-05	94.29	wing:99:+Z	1.375e-05	89.80	fslg:149:+Y	1.691e-06	-23.44	engn:199:+Z	3.064e-06	-110.53
wing:50:+Z	1.286e-05	93.51	wing:100:+Z	1.148e-05	89.30	fslg:150:+Y	1.738e-06	-21.31	engn:200:+Y	9.134e-06	79.33

表 4 b 固有振動数 9.00 Hz のモード形

位置:番号:方向	振幅(sec/kg)	位相(deg)	位置:番号:方向	振幅(sec/kg)	位相(deg)	位置:番号:方向	振幅(sec/kg)	位相(deg)
wing:1:+Z	4.520e-05	92.47	wing:51:+Z	4.288e-05	-102.66	stab:101:+X	3.435e-07	-99.08
wing:2:+Z	3.050e-05	91.84	wing:52:+Z	3.137e-05	-102.16	stab:102:+Z	1.477e-05	105.18
wing:3:+Z	3.228e-05	92.23	wing:53:+Z	3.283e-05	-102.77	stab:103:+Z	1.547e-05	105.43
wing:4:+Z	3.240e-05	91.71	wing:54:+Z	3.609e-05	-102.84	stab:104:+Z	1.590e-05	105.77
wing:5:+Z	5.054e-05	92.09	wing:55:+Z	4.126e-05	-102.21	stab:105:+Z	1.521e-05	105.85
wing:6:+X	1.159e-06	77.28	wing:56:+X	4.357e-06	60.52	stab:106:+Z	1.100e-05	105.23
wing:7:+X	4.938e-06	90.44	wing:57:+X	6.193e-06	-92.42	stab:107:+Z	1.125e-05	105.09
wing:8:+Z	1.987e-05	90.76	wing:58:+Z	2.046e-05	-101.95	stab:108:+Z	1.120e-05	105.13
wing:9:+Z	2.278e-05	91.74	wing:59:+Z	2.376e-05	-102.48	stab:109:+Z	1.087e-05	105.08
wing:10:+Z	2.655e-05	92.27	wing:60:+Z	2.587e-05	-103.03	stab:110:+Z	5.304e-06	103.77
wing:11:+Z	3.390e-05	88.56	wing:61:+Z	2.839e-05	-104.90	stab:111:+Z	6.806e-06	107.34
wing:12:+Z	3.531e-05	88.67	wing:62:+Z	3.170e-05	-104.54	stab:112:+Z	6.876e-06	107.92
wing:13:+Z	1.424e-05	86.67	wing:63:+Z	1.308e-05	-103.55	stab:113:+Z	6.889e-06	108.01
wing:14:+Z	1.827e-05	87.76	wing:64:+Z	1.637e-05	-104.34	stab:114:+X	1.580e-07	161.31
wing:15:+Z	2.127e-05	88.24	wing:65:+Z	1.946e-05	-104.98	stab:115:+Z	2.310e-06	103.06
wing:16:+Z	2.211e-05	88.39	wing:66:+Z	1.755e-05	-105.53	stab:116:+Z	2.536e-06	103.36
wing:17:+Z	2.501e-05	88.80	wing:67:+Z	2.149e-05	-105.11	stab:117:+Z	2.617e-06	103.66
wing:18:+Z	7.391e-06	85.15	wing:68:+Z	7.397e-06	-103.28	stab:118:+Z	2.650e-06	104.25
wing:19:+Z	1.155e-05	87.01	wing:69:+Z	1.076e-05	-104.86	stab:119:+X	8.410e-07	110.58
wing:20:+Z	1.501e-05	88.12	wing:70:+Z	1.311e-05	-105.53	stab:120:+Z	1.582e-05	-69.19
wing:21:+Z	1.462e-05	84.25	wing:71:+Z	1.305e-05	-101.61	stab:121:+Z	1.378e-05	-71.06
wing:22:+Z	1.894e-05	84.95	wing:72:+Z	1.843e-05	-100.73	stab:122:+Z	1.440e-05	-71.10
wing:23:+X	1.743e-06	84.02	wing:73:+X	5.307e-06	-91.97	stab:123:+Z	1.486e-05	-71.31
wing:24:+Z	1.964e-06	68.30	wing:74:+Z	2.191e-06	-99.99	stab:124:+Z	8.139e-06	-70.27
wing:25:+Z	5.584e-06	80.98	wing:75:+Z	6.259e-06	-101.55	stab:125:+Z	8.419e-06	-70.57
wing:26:+Z	9.908e-06	83.76	wing:76:+Z	9.528e-06	-101.63	stab:126:+Z	9.811e-06	-70.82
wing:27:+Z	1.297e-05	84.09	wing:77:+Z	1.310e-05	-100.44	stab:127:+Z	1.011e-05	-70.75
wing:28:+Z	1.662e-05	85.67	wing:78:+Z	1.652e-05	-101.37	stab:128:+Z	4.276e-06	-68.44
wing:29:+X	5.133e-06	86.31	wing:79:+X	5.302e-06	-94.77	stab:129:+Z	4.570e-06	-69.24
wing:30:+Z	1.688e-06	-80.65	wing:80:+Z	3.130e-06	-83.48	stab:130:+Z	5.144e-06	-69.11
wing:31:+Z	1.974e-06	82.32	wing:81:+Z	1.505e-06	-116.05	stab:131:+Z	7.983e-06	-65.42
wing:32:+Z	5.572e-06	88.06	wing:82:+Z	4.463e-06	-108.90	stab:132:+X	1.551e-07	154.72
wing:33:+Z	7.492e-06	88.63	wing:83:+Z	6.250e-06	-106.85	stab:133:+Z	1.639e-06	-57.80
wing:34:+Z	1.213e-05	89.84	wing:84:+Z	6.403e-06	-107.33	stab:134:+Z	2.318e-06	-60.70
wing:35:+Z	4.350e-06	-86.80	wing:85:+Z	4.249e-06	77.87	stab:135:+Z	2.635e-06	-62.36
wing:36:+Z	6.263e-07	-91.50	wing:86:+Z	1.101e-06	89.23	stab:136:+Z	2.328e-06	-62.10
wing:37:+Z	3.163e-06	88.64	wing:87:+Z	2.081e-06	-114.19	fsig:137:+Y	1.009e-05	-66.15
wing:38:+Z	4.593e-06	89.67	wing:88:+Z	3.479e-06	-108.66	fsig:138:+Y	8.850e-06	-63.17
wing:39:+Z	8.659e-06	90.28	wing:89:+Z	6.813e-06	-107.99	fsig:139:+Y	7.275e-06	-66.69
wing:40:+Z	4.491e-06	-88.44	wing:90:+Z	4.266e-06	77.82	fsig:140:+Y	7.716e-06	-66.56
wing:41:+Z	1.619e-06	-92.37	wing:91:+Z	1.826e-06	86.67	fsig:141:+Y	6.246e-06	-70.65
wing:42:+Z	1.097e-06	93.04	wing:92:+Z	4.738e-07	-140.32	fsig:142:+Y	6.167e-06	-70.87
wing:43:+Z	2.074e-06	92.12	wing:93:+Z	1.359e-06	-112.54	fsig:143:+Y	3.970e-06	-70.20
wing:44:+Z	5.708e-06	90.35	wing:94:+Z	4.607e-06	-105.89	fsig:144:+Y	4.592e-06	-71.38
wing:45:+X	1.508e-06	91.37	wing:95:+X	2.989e-07	-121.70	fsig:145:+Y	4.642e-06	-71.21
wing:46:+Z	2.436e-06	-92.12	wing:96:+Z	2.730e-06	82.85	fsig:146:+Y	4.853e-06	-71.75
wing:47:+Z	1.092e-06	-95.62	wing:97:+Z	1.492e-06	87.29	fsig:147:+Y	2.362e-06	-70.84
wing:48:+Z	4.958e-07	103.99	wing:98:+Z	3.735e-07	126.85	fsig:148:+Y	3.163e-06	-71.78
wing:49:+Z	4.009e-07	-134.13	wing:99:+Z	1.161e-06	87.25	fsig:149:+Y	3.100e-06	-72.07
wing:50:+Z	2.958e-06	93.05	wing:100:+Z	1.937e-06	-110.05	fsig:150:+Y	3.407e-06	-72.61
fsig:151:+Y	1.506e-06	-87.00				fsig:151:+Y	1.506e-06	-87.00
fsig:152:+Y	2.345e-06	-88.50				fsig:152:+Y	2.345e-06	-88.50
fsig:153:+Z	2.921e-07	73.70				fsig:153:+Z	2.921e-07	73.70
fsig:154:+Y	1.482e-06	-89.79				fsig:154:+Y	1.482e-06	-89.79
fsig:155:+Z	2.891e-07	112.52				fsig:155:+Z	2.891e-07	112.52
fsig:156:+Y	1.169e-07	34.38				fsig:156:+Y	1.169e-07	34.38
fsig:157:+Z	2.760e-07	65.07				fsig:157:+Z	2.760e-07	65.07
fsig:158:+Y	1.566e-07	45.09				fsig:158:+Y	1.566e-07	45.09
fsig:159:+Z	3.113e-07	109.55				fsig:159:+Z	3.113e-07	109.55
fsig:160:+Y	2.724e-07	-129.35				fsig:160:+Y	2.724e-07	-129.35
fsig:161:+Z	2.905e-07	68.09				fsig:161:+Z	2.905e-07	68.09
fsig:162:+Y	2.090e-07	-120.77				fsig:162:+Y	2.090e-07	-120.77
fsig:163:+Z	1.046e-07	155.91				fsig:163:+Z	1.046e-07	155.91
fsig:164:+Y	5.496e-07	89.33				fsig:164:+Y	5.496e-07	89.33
fsig:165:+Z	5.152e-07	90.29				fsig:165:+Z	5.152e-07	90.29
fsig:166:+Y	4.298e-07	88.36				fsig:166:+Y	4.298e-07	88.36
fsig:167:+Z	1.739e-07	134.57				fsig:167:+Z	1.739e-07	134.57
fsig:168:+Y	3.492e-07	121.28				fsig:168:+Y	3.492e-07	121.28
fsig:169:+Z	4.571e-07	88.27				fsig:169:+Z	4.571e-07	88.27
fsig:170:+Y	3.977e-07	120.23				fsig:170:+Y	3.977e-07	120.23
fsig:171:+Z	8.176e-07	-91.36				fsig:171:+Z	8.176e-07	-91.36
fsig:172:+Y	6.548e-07	-92.70				fsig:172:+Y	6.548e-07	-92.70
fsig:173:+Z	1.483e-06	90.44				fsig:173:+Z	1.483e-06	90.44
fsig:174:+Y	6.809e-07	-88.50				fsig:174:+Y	6.809e-07	-88.50
fsig:175:+Z	6.842e-07	-95.16				fsig:175:+Z	6.842e-07	-95.16
fsig:176:+Y	1.005e-06	101.47				fsig:176:+Y	1.005e-06	101.47
fsig:177:+Z	1.258e-06	91.63				fsig:177:+Z	1.258e-06	91.63
fsig:178:+Y	9.584e-07	102.30				fsig:178:+Y	9.584e-07	102.30
fsig:179:+Z	3.125e-07	177.63				fsig:179:+Z	3.125e-07	177.63
fsig:180:+Y	4.252e-07	99.71				fsig:180:+Y	4.252e-07	99.71
fsig:181:+Z	1.110e-06	97.65				fsig:181:+Z	1.110e-06	97.65
fsig:182:+Y	4.861e-07	85.68				fsig:182:+Y	4.861e-07	85.68
fsig:183:+Z	5.135e-07	-155.74				fsig:183:+Z	5.135e-07	-155.74
fsig:184:+Y	1.108e-06	93.73				fsig:184:+Y	1.108e-06	93.73
fsig:185:+Z	1.056e-06	95.98				fsig:185:+Z	1.056e-06	95.98
fsig:186:+Y	1.115e-06	95.03				fsig:186:+Y	1.115e-06	95.03
fsig:187:+Z	9.745e-07	133.57				fsig:187:+Z	9.745e-07	133.57
fsig:188:+Y	1.348e-06	89.82				fsig:188:+Y	1.348e-06	89.82
engn:189:+X	5.504e-07	-81.94				engn:189:+X	5.504e-07	-81.94
engn:190:+X	1.267e-06	-96.29				engn:190:+X	1.267e-06	-96.29
engn:191:+Z	1.815e-05	-89.06				engn:191:+Z	1.815e-05	-89.06
engn:192:+Y	3.865e-06	-88.33				engn:192:+Y	3.865e-06	-88.33
engn:193:+Z	6.855e-06	-88.69				engn:193:+Z	6.855e-06	-88.69
engn:194:+Y	6.139e-07	-90.80				engn:194:+Y	6.139e-07	-90.80
engn:195:+X	1.786e-06	69.35				engn:195:+X	1.786e-06	69.35
engn:196:+X	6.557e-07	34.01				engn:196:+X	6.557e-07	34.01
engn:197:+Z	1.619e-05	80.99				engn:197:+Z	1.619e-05	80.99
engn:198:+Y	3.058e-06	-95.43				engn:198:+Y	3.058e-06	-95.43
engn:199:+Z	5.951e-06	82.90				engn:199:+Z	5.951e-06	82.90
engn:200:+Y	4.255e-07	-95.61				engn:200:+Y	4.255e-07	-95.61

表 4 c 固有振動数 15.57 Hz のモード形

位置:番号:方向	振幅(sec/kg)	位相(deg)	位置:番号:方向	振幅(sec/kg)	位相(deg)	位置:番号:方向	振幅(sec/kg)	位相(deg)
wing:1:+Z	2.952e-05	102.78	wing:51:+Z	3.010e-05	-87.87	stab:101:+X	1.447e-06	3.16
wing:2:+Z	2.005e-05	101.90	wing:52:+Z	1.979e-05	-86.97	stab:102:+Z	2.465e-06	11.41
wing:3:+Z	2.130e-05	102.37	wing:53:+Z	2.196e-05	-87.66	stab:103:+Z	2.771e-06	15.90
wing:4:+Z	2.212e-05	101.31	wing:54:+Z	2.690e-05	-87.90	stab:104:+Z	3.450e-06	15.94
wing:5:+Z	3.393e-05	101.69	wing:55:+Z	2.373e-05	-87.37	stab:105:+Z	3.477e-06	15.29
wing:6:+X	9.142e-06	-72.06	wing:56:+X	1.497e-05	90.05	stab:106:+Z	1.859e-06	8.96
wing:7:+X	4.728e-06	-72.48	wing:57:+X	6.349e-06	89.23	stab:107:+Z	1.896e-06	15.81
wing:8:+Z	1.196e-05	99.84	wing:58:+Z	1.181e-05	-85.92	stab:108:+Z	2.016e-06	14.95
wing:9:+Z	1.344e-05	101.32	wing:59:+Z	1.339e-05	-87.07	stab:109:+Z	2.192e-06	13.65
wing:10:+Z	1.421e-05	101.96	wing:60:+Z	1.467e-05	-87.98	stab:110:+Z	5.230e-07	6.60
wing:11:+Z	1.526e-05	99.70	wing:61:+Z	1.639e-05	-89.24	stab:111:+Z	7.962e-07	11.66
wing:12:+Z	1.394e-05	99.90	wing:62:+Z	1.587e-05	-88.44	stab:112:+Z	1.022e-06	15.94
wing:13:+Z	5.542e-06	93.89	wing:63:+Z	5.076e-06	-84.73	stab:113:+Z	1.133e-06	14.06
wing:14:+Z	6.012e-06	96.09	wing:64:+Z	6.184e-06	-87.76	stab:114:+X	2.783e-07	-0.05
wing:15:+Z	6.899e-06	98.41	wing:65:+Z	7.417e-06	-90.49	stab:116:+Z	3.743e-07	17.00
wing:16:+Z	2.533e-06	94.13	wing:66:+Z	3.760e-06	-94.23	stab:117:+Z	5.483e-07	14.04
wing:17:+Z	1.648e-06	94.12	wing:67:+Z	3.635e-06	-94.02	stab:118:+Z	5.149e-07	13.89
wing:18:+Z	5.479e-07	16.80	wing:68:+Z	3.787e-07	59.96	stab:119:+X	1.075e-06	-179.88
wing:19:+Z	3.871e-07	27.86	wing:69:+Z	2.233e-07	-102.73	stab:120:+Z	2.569e-06	55.46
wing:20:+Z	4.597e-07	69.73	wing:70:+Z	9.958e-07	-108.32	stab:121:+Z	3.014e-06	56.83
wing:21:+Z	4.362e-06	-75.98	wing:71:+Z	3.275e-06	101.88	stab:122:+Z	3.474e-06	56.72
wing:22:+Z	5.453e-06	-77.74	wing:72:+Z	4.302e-06	99.40	stab:123:+Z	3.655e-06	57.34
wing:23:+X	7.002e-07	-63.06	wing:73:+X	2.416e-06	83.84	stab:124:+Z	1.334e-06	57.43
wing:24:+Z	3.609e-06	-73.17	wing:74:+Z	3.738e-06	90.47	stab:125:+Z	1.743e-06	55.72
wing:25:+Z	3.949e-06	-75.32	wing:75:+Z	3.676e-06	94.51	stab:126:+Z	2.056e-06	55.36
wing:26:+Z	3.899e-06	-76.97	wing:76:+Z	3.143e-06	98.15	stab:127:+Z	2.224e-06	55.28
wing:27:+Z	3.803e-06	-74.90	wing:77:+Z	3.306e-06	98.09	stab:128:+Z	5.237e-07	55.18
wing:28:+Z	4.737e-06	-77.98	wing:78:+Z	3.914e-06	100.64	stab:129:+Z	8.206e-07	52.69
wing:29:+X	6.060e-07	-75.91	wing:79:+X	2.068e-06	88.64	stab:130:+Z	9.188e-07	53.22
wing:30:+Z	4.598e-06	-77.18	wing:80:+Z	5.077e-06	91.20	stab:131:+Z	1.173e-06	47.23
wing:31:+Z	6.185e-06	-78.79	wing:81:+Z	5.651e-06	91.44	stab:132:+X	1.403e-07	154.18
wing:32:+Z	7.015e-06	-79.47	wing:82:+Z	6.272e-06	94.58	stab:133:+Z	1.217e-07	-37.98
wing:33:+Z	6.923e-06	-79.35	wing:83:+Z	6.297e-06	94.62	stab:134:+Z	3.718e-07	36.25
wing:34:+Z	8.303e-06	-79.83	wing:84:+Z	5.276e-06	95.19	stab:135:+Z	4.728e-07	45.10
wing:35:+Z	5.832e-06	-79.49	wing:85:+Z	5.711e-06	90.03	stab:136:+Z	4.736e-07	38.09
wing:36:+Z	6.631e-06	-80.22	wing:86:+Z	6.203e-06	92.17	stab:137:+Y	2.486e-05	-71.71
wing:37:+Z	7.531e-06	-80.68	wing:87:+Z	6.610e-06	94.64	stab:138:+Y	6.740e-06	-64.37
wing:38:+Z	7.889e-06	-80.58	wing:88:+Z	7.282e-06	94.38	stab:139:+Y	9.324e-06	-71.01
wing:39:+Z	9.003e-06	-81.03	wing:89:+Z	8.506e-06	95.61	stab:140:+Y	9.954e-06	-70.41
wing:40:+Z	5.062e-06	-80.59	wing:90:+Z	4.990e-06	90.11	stab:141:+Y	9.998e-06	-70.38
wing:41:+Z	5.644e-06	-81.15	wing:91:+Z	5.607e-06	92.46	stab:142:+Y	3.326e-06	-62.91
wing:42:+Z	6.463e-06	-81.62	wing:92:+Z	6.199e-06	94.26	stab:143:+Y	4.297e-06	-69.15
wing:43:+Z	6.490e-06	-82.49	wing:93:+Z	6.431e-06	94.57	stab:144:+Y	4.776e-06	-69.39
wing:44:+Z	7.908e-06	-82.46	wing:94:+Z	8.159e-06	95.55	stab:145:+Y	4.807e-06	-69.01
wing:45:+X	1.815e-07	-132.59	wing:95:+X	1.866e-06	-127.48	stab:146:+Y	8.816e-07	-40.97
wing:46:+Z	3.079e-06	-83.55	wing:96:+Z	3.151e-06	92.02	stab:147:+Y	5.857e-07	-61.18
wing:47:+Z	3.458e-06	-83.88	wing:97:+Z	3.391e-06	93.76	stab:148:+Y	8.573e-07	-59.50
wing:48:+Z	3.900e-06	-84.35	wing:98:+Z	3.666e-06	95.77	stab:149:+Y	5.092e-07	-50.12
wing:49:+Z	2.795e-06	-88.45	wing:99:+Z	3.026e-06	94.54	stab:150:+Y	1.632e-06	96.74
wing:50:+Z	4.152e-06	-86.54	wing:100:+Z	4.464e-06	96.41			
						fsig:151:+Y	8.935e-07	104.67
						fsig:152:+Y	7.086e-07	95.89
						fsig:153:+Z	1.052e-07	16.17
						fsig:154:+Y	1.011e-06	104.31
						fsig:155:+Z	9.156e-07	-104.83
						fsig:156:+Z	2.616e-07	131.72
						fsig:157:+Z	4.218e-07	131.32
						fsig:158:+Y	3.507e-07	137.76
						fsig:159:+Z	9.822e-07	-101.41
						fsig:160:+Y	7.548e-07	117.66
						fsig:161:+Z	4.199e-07	133.76
						fsig:162:+Y	7.774e-07	114.71
						fsig:163:+Z	1.554e-06	-90.94
						fsig:164:+Y	8.668e-07	-87.06
						fsig:165:+Z	1.705e-06	105.98
						fsig:166:+Y	8.674e-07	-92.14
						fsig:167:+Z	1.422e-06	-93.48
						fsig:168:+Y	1.330e-06	106.46
						fsig:169:+Z	1.602e-06	105.27
						fsig:170:+Y	1.285e-06	108.31
						fsig:171:+Z	1.846e-06	-83.86
						fsig:172:+Y	9.753e-07	-85.79
						fsig:173:+Z	1.773e-06	99.07
						fsig:174:+Y	9.054e-07	-84.71
						fsig:175:+Z	1.673e-06	-83.96
						fsig:176:+Y	8.928e-07	105.39
						fsig:177:+Z	1.718e-06	99.87
						fsig:178:+Y	8.885e-07	104.61
						fsig:179:+Z	9.626e-07	-84.18
						fsig:180:+Y	5.329e-07	90.75
						fsig:181:+Z	1.026e-06	96.08
						fsig:182:+Y	5.652e-07	85.98
						fsig:183:+Z	9.891e-07	-86.30
						fsig:184:+Y	2.533e-07	80.67
						fsig:185:+Z	1.115e-06	92.97
						fsig:186:+Y	2.046e-07	75.97
						fsig:187:+Z	2.287e-07	55.88
						fsig:188:+Y	3.174e-07	-16.14
						engn:189:+X	1.231e-06	80.33
						engn:190:+X	1.624e-06	107.89
						engn:191:+Z	6.185e-07	-51.84
						engn:192:+Y	1.222e-06	-120.85
						engn:193:+Z	5.567e-06	-77.94
						engn:194:+Y	1.249e-06	-85.02
						engn:195:+X	1.078e-06	-98.42
						engn:196:+X	1.321e-06	-71.23
						engn:197:+Z	6.361e-07	38.50
						engn:198:+Y	1.549e-06	-65.97
						engn:199:+Z	5.714e-06	91.02
						engn:200:+Y	1.179e-06	-81.87

表 4 d 固有振動数 21.20 Hz のモード形

位置: 番号: 方向	振幅(sec/kg)	位相(deg)	位置: 番号: 方向	振幅(sec/kg)	位相(deg)	位置: 番号: 方向	振幅(sec/kg)	位相(deg)
wing:1:+Z	1.917e-05	-76.85	wing:51:+Z	1.738e-05	-62.94	stab:101:+X	8.391e-07	-134.56
wing:2:+Z	1.145e-05	-78.74	wing:52:+Z	9.697e-06	-59.05	stab:102:+Z	5.589e-06	-48.86
wing:3:+Z	1.300e-05	-78.97	wing:53:+Z	1.137e-05	-63.42	stab:103:+Z	6.008e-06	-48.59
wing:4:+Z	1.045e-05	-81.08	wing:54:+Z	1.740e-05	-62.02	stab:104:+Z	7.925e-06	-49.34
wing:5:+Z	1.981e-05	-79.75	wing:55:+Z	1.390e-05	-56.06	stab:105:+Z	6.467e-06	-50.57
wing:6:+X	1.267e-05	96.97	wing:56:+X	1.184e-05	103.73	stab:106:+Z	2.725e-06	-52.04
wing:7:+X	5.283e-06	90.70	wing:57:+X	4.966e-06	88.97	stab:107:+Z	3.023e-06	-48.23
wing:8:+Z	4.921e-06	-81.68	wing:58:+Z	4.163e-06	-51.79	stab:108:+Z	2.401e-06	-50.94
wing:9:+Z	6.732e-06	-81.35	wing:59:+Z	5.401e-06	-60.13	stab:110:+Z	8.523e-07	133.90
wing:10:+Z	7.544e-06	-80.76	wing:60:+Z	6.547e-06	-66.88	stab:111:+Z	7.915e-07	134.15
wing:11:+Z	7.832e-06	-76.39	wing:61:+Z	8.434e-06	-66.59	stab:112:+Z	1.447e-06	138.96
wing:12:+Z	3.563e-06	-65.98	wing:62:+Z	7.173e-06	-64.32	stab:113:+Z	2.319e-06	138.03
wing:13:+Z	7.368e-07	-120.18	wing:63:+Z	4.572e-07	16.56	stab:114:+X	3.216e-07	-175.94
wing:14:+Z	1.142e-06	-101.69	wing:64:+Z	8.395e-07	-71.86	stab:115:+Z	2.397e-06	131.97
wing:15:+Z	2.211e-06	-89.49	wing:65:+Z	1.883e-06	-84.18	stab:116:+Z	2.450e-06	131.91
wing:16:+Z	2.464e-06	108.99	wing:66:+Z	1.361e-06	167.19	stab:117:+Z	2.643e-06	133.54
wing:17:+Z	6.263e-06	99.95	wing:67:+Z	2.020e-06	141.78	stab:118:+Z	3.158e-06	133.60
wing:18:+Z	2.752e-06	113.06	wing:68:+Z	2.774e-06	111.72	stab:119:+X	7.532e-07	107.11
wing:19:+Z	2.792e-06	112.04	wing:69:+Z	2.406e-06	123.80	stab:120:+Z	6.097e-06	-47.87
wing:20:+Z	2.647e-06	114.67	wing:70:+Z	2.367e-06	139.83	stab:121:+Z	6.769e-06	-47.30
wing:21:+Z	7.065e-06	105.96	wing:71:+Z	6.341e-06	126.84	stab:122:+Z	9.013e-06	-47.22
wing:22:+Z	1.085e-05	100.87	wing:72:+Z	7.818e-06	120.24	stab:123:+Z	8.085e-06	-47.51
wing:23:+X	8.476e-07	60.30	wing:73:+X	1.933e-06	78.53	stab:124:+Z	2.051e-06	-45.83
wing:24:+Z	4.211e-06	108.14	wing:74:+Z	3.946e-06	114.99	stab:125:+Z	2.410e-06	-47.11
wing:25:+Z	4.678e-06	107.39	wing:75:+Z	4.118e-06	122.57	stab:126:+Z	2.863e-06	-47.98
wing:26:+Z	4.910e-06	106.93	wing:76:+Z	3.993e-06	130.16	stab:127:+Z	1.912e-06	-49.67
wing:27:+Z	6.231e-06	106.48	wing:77:+Z	5.412e-06	124.31	stab:128:+Z	8.092e-07	128.68
wing:28:+Z	8.029e-06	106.02	wing:78:+Z	6.868e-06	129.36	stab:129:+Z	8.079e-07	131.38
wing:29:+X	1.022e-06	81.72	wing:79:+X	1.487e-06	94.81	stab:130:+Z	1.273e-06	133.25
wing:30:+Z	3.507e-06	105.63	wing:80:+Z	3.500e-06	117.11	stab:131:+Z	2.234e-06	134.12
wing:31:+Z	4.915e-06	105.72	wing:81:+Z	4.155e-06	122.22	stab:132:+X	1.977e-07	151.35
wing:32:+Z	5.973e-06	105.18	wing:82:+Z	4.982e-06	126.00	stab:133:+Z	2.615e-06	131.16
wing:33:+Z	6.040e-06	104.69	wing:83:+Z	4.994e-06	126.36	stab:134:+Z	2.527e-06	132.02
wing:34:+Z	7.702e-06	104.58	wing:84:+Z	4.095e-06	129.90	stab:135:+Z	2.580e-06	132.06
wing:35:+Z	3.079e-06	103.72	wing:85:+Z	2.672e-06	115.74	stab:136:+Z	3.190e-06	132.99
wing:36:+Z	3.806e-06	103.31	wing:86:+Z	3.164e-06	122.25	fsig:137:+Y	6.306e-06	-67.37
wing:37:+Z	4.926e-06	102.95	wing:87:+Z	3.729e-06	130.62	fsig:138:+Y	6.791e-06	140.46
wing:38:+Z	5.172e-06	102.29	wing:88:+Z	4.129e-06	125.95	fsig:139:+Y	2.018e-06	155.34
wing:39:+Z	6.496e-06	101.98	wing:89:+Z	5.743e-06	129.21	fsig:140:+Y	1.448e-06	169.07
wing:40:+Z	1.080e-06	102.79	wing:90:+Z	8.909e-07	130.45	fsig:141:+Y	1.527e-06	165.53
wing:41:+Z	1.899e-06	100.47	wing:91:+Z	1.402e-06	130.03	fsig:142:+Y	6.894e-06	134.44
wing:42:+Z	2.876e-06	99.07	wing:92:+Z	1.983e-06	131.12	fsig:143:+Y	1.266e-06	148.70
wing:43:+Z	3.080e-06	97.66	wing:93:+Z	2.253e-06	127.70	fsig:144:+Y	9.179e-07	156.16
wing:44:+Z	4.502e-06	98.08	wing:94:+Z	4.043e-06	128.80	fsig:145:+Y	1.414e-06	147.42
wing:45:+X	3.608e-07	93.08	wing:95:+X	4.487e-07	-114.72	fsig:146:+Y	5.288e-06	132.94
wing:46:+Z	6.258e-07	-43.30	wing:96:+Z	7.277e-07	-72.14	fsig:147:+Y	5.727e-07	134.11
wing:47:+Z	4.243e-07	10.00	wing:97:+Z	4.203e-07	-83.32	fsig:148:+Y	5.670e-07	134.11
wing:48:+Z	6.749e-07	55.97	wing:98:+Z	3.052e-07	-133.83	fsig:149:+Y	5.658e-07	128.30
wing:49:+Z	1.042e-06	-38.63	wing:99:+Z	1.120e-06	-68.57	fsig:150:+Y	2.758e-06	127.38
wing:50:+Z	9.735e-07	43.71	wing:100:+Z	5.976e-07	157.54			
fsig:151:+Y	3.295e-07	112.38				stab:101:+X	8.391e-07	-134.56
fsig:152:+Y	2.758e-07	102.55				stab:102:+Z	5.589e-06	-48.86
fsig:153:+Z	2.421e-06	131.05				stab:103:+Z	6.008e-06	-48.59
fsig:154:+Y	1.933e-07	29.50				stab:104:+Z	7.925e-06	-49.34
fsig:155:+Z	2.988e-07	-47.70				stab:105:+Z	6.467e-06	-50.57
fsig:156:+Y	4.772e-08	122.94				stab:106:+Z	2.725e-06	-52.04
fsig:157:+Z	2.469e-07	138.16				stab:107:+Z	3.023e-06	-48.23
fsig:158:+Y	1.643e-07	-30.67				stab:108:+Z	2.401e-06	-50.94
fsig:159:+Z	2.796e-07	-48.62				stab:110:+Z	8.523e-07	133.90
fsig:160:+Y	3.999e-07	-44.05				stab:111:+Z	7.915e-07	134.15
fsig:161:+Z	2.149e-07	142.76				stab:112:+Z	1.447e-06	138.96
fsig:162:+Y	2.626e-07	-37.76				stab:113:+Z	2.319e-06	138.03
fsig:163:+Z	1.108e-06	-47.88				stab:114:+X	3.216e-07	-175.94
fsig:164:+Y	1.575e-07	137.32				stab:115:+Z	2.397e-06	131.97
fsig:165:+Z	1.019e-06	-56.28				stab:116:+Z	2.450e-06	131.91
fsig:166:+Y	2.007e-07	-35.16				stab:117:+Z	2.643e-06	133.54
fsig:167:+Z	1.098e-06	-49.80				stab:118:+Z	3.158e-06	133.60
fsig:168:+Y	2.035e-06	-55.52				stab:119:+X	7.532e-07	107.11
fsig:170:+Y	1.734e-07	-118.93				stab:120:+Z	6.097e-06	-47.87
fsig:171:+Z	1.320e-06	-53.26				stab:121:+Z	6.769e-06	-47.30
fsig:172:+Y	1.015e-07	109.50				stab:122:+Z	9.013e-06	-47.22
fsig:173:+Z	1.292e-06	-61.13				stab:123:+Z	8.085e-06	-47.51
fsig:174:+Y	3.601e-08	-105.12				stab:124:+Z	2.051e-06	-45.83
fsig:175:+Z	1.295e-06	-52.57				stab:125:+Z	2.410e-06	-47.11
fsig:176:+Y	3.512e-07	171.25				stab:126:+Z	2.863e-06	-47.98
fsig:177:+Z	1.269e-06	-61.24				stab:127:+Z	1.912e-06	-49.67
fsig:178:+Y	4.567e-07	162.53				stab:128:+Z	8.092e-07	128.68
fsig:179:+Z	4.862e-07	-57.23				stab:129:+Z	8.079e-07	131.38
fsig:180:+Y	1.193e-07	80.83				stab:130:+Z	1.273e-06	133.25
fsig:181:+Z	7.637e-07	-86.51				stab:131:+Z	2.234e-06	134.12
fsig:182:+Y	3.712e-08	-86.86				stab:132:+X	1.977e-07	151.35
fsig:183:+Z	4.906e-07	-60.29				stab:133:+Z	2.615e-06	131.16
fsig:184:+Y	2.276e-07	124.06				stab:134:+Z	2.527e-06	132.02
fsig:185:+Z	7.571e-07	-66.63				stab:135:+Z	2.580e-06	132.06
fsig:186:+Y	2.331e-07	128.11				stab:136:+Z	3.190e-06	132.99
fsig:187:+Z	2.033e-06	122.61				fsig:137:+Y	6.306e-06	-67.37
fsig:188:+Y	3.652e-07	7.85				fsig:138:+Y	6.791e-06	140.46
engn:189:+X	9.488e-07	-79.98				fsig:139:+Y	2.018e-06	155.34
engn:190:+X	3.987e-07	-17.98				fsig:140:+Y	1.448e-06	169.07
engn:191:+Z	9.137e-07	-96.15				fsig:141:+Y	1.527e-06	165.53
engn:192:+Y	5.304e-06	74.98				fsig:142:+Y	6.894e-06	134.44
engn:193:+Z	2.165e-06	98.90				fsig:143:+Y	1.266e-06	148.70
engn:194:+Y	3.684e-06	80.53				fsig:144:+Y	9.179e-07	156.16
engn:195:+X	5.267e-07	-10.30				fsig:145:+Y	1.414e-06	147.42
engn:196:+Z	6.157e-07	-51.42				fsig:146:+Y	5.288e-06	132.94
engn:197:+Z	7.156e-07	-68.30				fsig:147:+Y	5.727e-07	134.11
engn:198:+Y	4.663e-06	-101.33				fsig:148:+Y	5.670e-07	134.11
engn:199:+Z	2.170e-06	108.70				fsig:149:+Y	5.658e-07	128.30
engn:200:+Y	3.362e-06	-96.19				fsig:150:+Y	2.758e-06	127.38

表 4 e 固有振動数 23.97 Hz のモード形

位置:番号:方向	振幅(sec/kg)	位相(deg)	位置:番号:方向	振幅(sec/kg)	位相(deg)	位置:番号:方向	振幅(sec/kg)	位相(deg)
wing:1:+Z	2.488e-06	-129.02	wing:51:+Z	4.216e-07	-153.12	stab:101:+X	3.920e-07	-72.57
wing:2:+Z	1.363e-06	-125.60	wing:52:+Z	1.594e-07	115.60	stab:102:+Z	8.629e-07	154.69
wing:3:+Z	1.616e-06	-126.63	wing:53:+Z	8.777e-08	-179.67	stab:103:+Z	8.755e-07	144.66
wing:4:+Z	6.180e-07	-106.21	wing:54:+Z	3.521e-06	153.29	stab:104:+Z	1.115e-06	152.62
wing:5:+Z	2.159e-06	-126.20	wing:55:+Z	3.260e-06	157.02	stab:105:+Z	8.490e-07	140.84
wing:6:+X	1.490e-06	-124.67	wing:56:+X	1.410e-06	-25.61	stab:106:+Z	3.099e-07	139.19
wing:7:+X	4.699e-07	160.56	wing:57:+X	3.322e-07	188.29	stab:107:+Z	4.525e-07	126.48
wing:8:+Z	5.349e-07	-120.83	wing:58:+Z	4.302e-07	48.37	stab:108:+Z	3.622e-07	110.31
wing:9:+Z	9.134e-07	-124.80	wing:59:+Z	1.939e-07	47.21	stab:109:+Z	2.838e-07	61.81
wing:10:+Z	1.354e-06	-128.56	wing:60:+Z	5.390e-08	-53.76	stab:110:+Z	2.713e-07	15.60
wing:11:+Z	2.204e-06	-133.23	wing:61:+Z	3.012e-07	-178.89	stab:111:+Z	3.415e-07	21.69
wing:12:+Z	3.652e-06	-141.80	wing:62:+Z	4.499e-07	-110.78	stab:112:+Z	4.835e-07	15.90
wing:13:+Z	4.139e-07	-102.63	wing:63:+Z	4.451e-07	34.43	stab:113:+Z	7.240e-07	13.41
wing:14:+Z	7.168e-07	-122.18	wing:64:+Z	2.874e-07	14.72	stab:114:+X	1.498e-07	7.97
wing:15:+Z	9.757e-07	-129.62	wing:65:+Z	1.230e-07	-31.55	stab:115:+Z	5.025e-07	-0.84
wing:16:+Z	1.281e-06	-143.62	wing:66:+Z	2.700e-07	-49.97	stab:116:+Z	5.557e-07	4.34
wing:17:+Z	2.903e-06	-145.00	wing:67:+Z	7.230e-07	-61.62	stab:117:+Z	6.419e-07	5.53
wing:18:+Z	1.429e-07	-64.08	wing:68:+Z	4.146e-07	25.79	stab:118:+Z	7.908e-07	7.02
wing:19:+Z	3.638e-07	-127.25	wing:69:+Z	3.087e-07	-1.68	stab:119:+X	7.189e-07	66.68
wing:20:+Z	8.076e-07	-128.40	wing:70:+Z	3.324e-07	-39.98	stab:120:+Z	7.597e-07	143.28
wing:21:+Z	1.821e-06	101.58	wing:71:+Z	7.969e-07	141.99	stab:121:+Z	8.975e-07	134.35
wing:22:+Z	2.173e-06	137.73	wing:72:+Z	9.276e-07	152.53	stab:122:+Z	1.220e-06	141.33
wing:23:+X	6.293e-07	-120.41	wing:73:+X	5.406e-07	-45.72	stab:123:+Z	1.118e-06	130.05
wing:24:+Z	2.130e-07	26.49	wing:74:+Z	3.614e-07	20.16	stab:124:+Z	3.074e-07	99.19
wing:25:+Z	6.084e-08	-119.31	wing:75:+Z	2.561e-07	-17.56	stab:125:+Z	3.739e-07	99.24
wing:26:+Z	4.295e-07	-144.15	wing:76:+Z	3.342e-07	-47.72	stab:126:+Z	4.334e-07	98.98
wing:27:+Z	7.794e-07	-146.18	wing:77:+Z	3.430e-07	-40.47	stab:127:+Z	5.181e-07	71.42
wing:28:+Z	1.585e-06	-139.30	wing:78:+Z	6.935e-07	-59.70	stab:128:+Z	3.508e-07	21.43
wing:29:+X	4.141e-07	175.13	wing:79:+X	1.140e-07	-94.50	stab:129:+Z	4.373e-07	25.54
wing:30:+Z	3.356e-07	37.61	wing:80:+Z	2.416e-07	20.98	stab:130:+Z	5.300e-07	21.85
wing:31:+Z	1.767e-07	49.95	wing:81:+Z	2.022e-07	-28.42	stab:131:+Z	8.000e-07	17.29
wing:32:+Z	1.500e-07	170.23	wing:82:+Z	2.613e-07	-73.86	stab:132:+X	2.510e-07	50.85
wing:33:+Z	2.490e-07	-179.77	wing:83:+Z	3.006e-07	-66.92	stab:133:+Z	5.504e-07	-2.85
wing:34:+Z	6.521e-07	-161.68	wing:84:+Z	5.263e-07	-72.66	stab:134:+Z	6.159e-07	5.91
wing:35:+Z	4.960e-07	38.76	wing:85:+Z	1.286e-07	11.64	stab:135:+Z	6.097e-07	6.75
wing:36:+Z	3.527e-07	47.20	wing:86:+Z	1.468e-07	-68.59	stab:136:+Z	8.269e-07	9.92
wing:37:+Z	1.633e-07	99.31	wing:87:+Z	3.490e-07	-87.57	stab:137:+Y	1.833e-06	-157.23
wing:38:+Z	1.945e-07	111.50	wing:88:+Z	3.451e-07	-97.18	fslg:138:+Y	1.398e-06	-40.28
wing:39:+Z	3.641e-07	165.54	wing:89:+Z	7.358e-07	-106.16	fslg:139:+Y	5.917e-07	-77.83
wing:40:+Z	5.632e-07	28.58	wing:90:+Z	8.720e-08	-82.18	fslg:140:+Y	5.903e-07	-98.07
wing:41:+Z	3.993e-07	37.57	wing:91:+Z	2.050e-07	-106.17	fslg:141:+Y	6.113e-07	-96.88
wing:42:+Z	2.502e-07	61.21	wing:92:+Z	3.546e-07	-116.30	fslg:142:+Y	1.299e-06	-30.34
wing:43:+Z	2.205e-07	87.61	wing:93:+Z	4.138e-07	-115.94	fslg:143:+Y	2.921e-07	-72.33
wing:44:+Z	2.937e-07	143.45	wing:94:+Z	7.927e-07	-123.69	fslg:144:+Y	2.907e-07	-108.61
wing:45:+X	2.010e-07	168.14	wing:95:+X	4.180e-07	34.81	fslg:145:+Y	3.075e-07	-88.27
wing:46:+Z	2.964e-07	34.88	wing:96:+Z	1.976e-07	-119.60	fslg:146:+Y	8.915e-07	-23.16
wing:47:+Z	2.081e-07	51.04	wing:97:+Z	2.880e-07	-123.11	fslg:147:+Y	6.085e-08	-54.15
wing:48:+Z	1.312e-07	92.47	wing:98:+Z	3.882e-07	-120.25	fslg:148:+Y	1.012e-07	-161.52
wing:49:+Z	1.490e-07	104.78	wing:99:+Z	5.395e-07	-132.10	fslg:149:+Y	1.250e-07	-168.14
wing:50:+Z	3.251e-07	149.88	wing:100:+Z	8.992e-07	-132.92	fslg:150:+Y	2.685e-07	-8.25
fslg:151:+Y	7.309e-08	53.40	fslg:152:+Y	1.339e-07	131.61	fslg:153:+Z	5.193e-07	-172.17
fslg:153:+Z	5.193e-07	-3.68	fslg:154:+Y	1.985e-07	112.19	fslg:155:+Z	3.220e-08	80.78
fslg:155:+Z	3.220e-08	80.78	fslg:156:+Y	1.401e-07	-12.63	fslg:157:+Z	2.185e-07	-94.86
fslg:157:+Z	2.185e-07	-94.86	fslg:158:+Y	8.569e-08	-19.11	fslg:159:+Z	3.186e-08	124.08
fslg:158:+Y	8.569e-08	-19.11	fslg:160:+Y	1.339e-07	33.52	fslg:161:+Z	2.049e-07	-93.43
fslg:159:+Z	3.186e-08	124.08	fslg:162:+Y	1.303e-07	13.49	fslg:163:+Z	1.093e-07	163.41
fslg:160:+Y	1.339e-07	33.52	fslg:163:+Z	1.093e-07	163.41	fslg:164:+Y	2.498e-07	10.22
fslg:161:+Z	2.049e-07	-93.43	fslg:164:+Y	2.498e-07	10.22	fslg:165:+Z	3.949e-07	-134.71
fslg:162:+Y	1.303e-07	13.49	fslg:165:+Z	3.949e-07	-134.71	fslg:166:+Y	6.702e-08	-16.54
fslg:163:+Z	1.093e-07	163.41	fslg:166:+Y	6.702e-08	-16.54	fslg:167:+Z	8.466e-08	164.22
fslg:164:+Y	2.498e-07	10.22	fslg:167:+Z	8.466e-08	164.22	fslg:168:+Y	1.038e-07	-36.87
fslg:165:+Z	3.949e-07	-134.71	fslg:168:+Y	1.038e-07	-36.87	fslg:169:+Z	4.121e-07	-137.16
fslg:166:+Y	6.702e-08	-16.54	fslg:169:+Z	4.121e-07	-137.16	fslg:170:+Y	1.663e-07	-79.61
fslg:167:+Z	8.466e-08	164.22	fslg:170:+Y	1.663e-07	-79.61	fslg:171:+Z	5.393e-08	19.86
fslg:168:+Y	1.038e-07	-36.87	fslg:171:+Z	5.393e-08	19.86	fslg:172:+Y	2.158e-07	-9.43
fslg:169:+Z	4.121e-07	-137.16	fslg:172:+Y	2.158e-07	-9.43	fslg:173:+Z	2.762e-07	-128.82
fslg:170:+Y	1.663e-07	-79.61	fslg:173:+Z	2.762e-07	-128.82	fslg:174:+Y	2.340e-07	-3.86
fslg:171:+Z	5.393e-08	19.86	fslg:174:+Y	2.340e-07	-3.86	fslg:175:+Z	5.059e-08	25.47
fslg:172:+Y	2.158e-07	-9.43	fslg:175:+Z	5.059e-08	25.47	fslg:176:+Y	1.250e-07	-102.49
fslg:173:+Z	2.762e-07	-128.82	fslg:176:+Y	1.250e-07	-102.49	fslg:177:+Z	2.937e-07	-128.84
fslg:174:+Y	2.340e-07	-3.86	fslg:177:+Z	2.937e-07	-128.84	fslg:178:+Y	9.592e-08	-104.19
fslg:175:+Z	5.059e-08	25.47	fslg:178:+Y	9.592e-08	-104.19	fslg:179:+Z	6.320e-08	97.54
fslg:176:+Y	1.250e-07	-102.49	fslg:179:+Z	6.320e-08	97.54	fslg:180:+Y	1.650e-07	-1.43
fslg:177:+Z	2.937e-07	-128.84	fslg:180:+Y	1.650e-07	-1.43	fslg:181:+Z	1.714e-07	-93.61
fslg:178:+Y	9.592e-08	-104.19	fslg:181:+Z	1.714e-07	-93.61	fslg:182:+Y	2.028e-07	-59.20
fslg:179:+Z	6.320e-08	97.54	fslg:182:+Y	2.028e-07	-59.20	fslg:183:+Z	5.602e-08	74.51
fslg:180:+Y	1.650e-07	-1.43	fslg:183:+Z	5.602e-08	74.51	fslg:184:+Y	5.349e-08	-172.09
fslg:181:+Z	1.714e-07	-93.61	fslg:184:+Y	5.349e-08	-172.09	fslg:185:+Z	2.062e-07	-107.29
fslg:182:+Y	2.028e-07	-59.20	fslg:185:+Z	2.062e-07	-107.29	fslg:186:+Y	4.877e-08	112.53
fslg:183:+Z	5.602e-08	74.51	fslg:186:+Y	4.877e-08	112.53	fslg:187:+Z	1.550e-07	131.09
fslg:184:+Y	5.349e-08	-172.09	fslg:187:+Z	1.550e-07	131.09	fslg:188:+Y	1.353e-07	131.09
fslg:185:+Z	2.062e-07	-107.29	fslg:188:+Y	1.353e-07	131.09	engn:189:+X	2.211e-07	-149.48
fslg:186:+Y	4.877e-08	112.53	engn:189:+X	2.211e-07	-149.48	engn:190:+X	7.523e-07	-179.08
fslg:187:+Z	1.550e-07	131.09	engn:190:+X	7.523e-07	-179.08	engn:191:+Z	3.261e-07	15.97
fslg:188:+Y	1.353e-07	131.09	engn:191:+Z	3.261e-07	15.97	engn:192:+Y	1.256e-06	161.06
engn:189:+X	2.211e-07	-149.48	engn:192:+Y	1.256e-06	161.06	engn:193:+Z	6.733e-07	31.81
engn:190:+X	7.523e-07	-179.08	engn:193:+Z	6.733e-07	31.81	engn:194:+Y	5.194e-07	150.37
engn:191:+Z	3.261e-07	15.97	engn:194:+Y	5.194e-07	150.37	engn:195:+X	1.566e-07	-105.34
engn:192:+Y	1.256e-06	161.06	engn:195:+X	1.566e-07	-105.34	engn:196:+X	5.091e-08	177.98
engn:193:+Z	6.733e-07	31.81	engn:196:+X	5.091e-08	177.98	engn:197:+Z	1.527e-07	75.99
engn:194:+Y	5.194e-07	150.37	engn:197:+Z	1.527e-07	75.99	engn:198:+Y	2.317e-07	-94.19
engn:195:+X	1.566e-07	-105.34	engn:198:+Y	2.317e-07	-94.19	engn:199:+Z	1.814e-07	45.36
engn:196:+X	5.091e-08	177.98	engn:199:+Z	1.814e-07	45.36	engn:200:+Y	2.793e-07	-57.78
engn:197:+Z	1.527e-07	75.99	engn:200:+Y	2.793e-07	-57.78			

表 4 f 固有振動数 28.92 Hz のモード形

位置:番号:方向	振幅(sec/kg)	位相(deg)	位置:番号:方向	振幅(sec/kg)	位相(deg)	位置:番号:方向	振幅(sec/kg)	位相(deg)
wing:1:+Z	2.392e-05	-125.44	stab:101:+X	1.348e-06	-113.64	fsig:151:+Y	6.416e-07	18.44
wing:2:+Z	1.219e-05	-106.17	stab:102:+Z	5.655e-07	15.43	fsig:152:+Y	4.418e-07	147.37
wing:3:+Z	1.129e-05	-114.04	stab:103:+Z	5.930e-07	161.48	fsig:153:+Z	2.033e-07	20.76
wing:4:+Z	1.447e-05	-73.67	stab:104:+Z	7.737e-07	179.46	fsig:154:+Y	7.342e-07	-173.90
wing:5:+Z	1.877e-05	-108.53	stab:105:+Z	8.195e-06	-162.12	fsig:155:+Z	1.068e-06	-118.87
wing:6:+X	6.852e-06	-124.62	stab:106:+Z	2.397e-07	0.15	fsig:156:+Y	7.204e-07	-11.73
wing:7:+X	2.971e-06	-143.42	stab:107:+Z	8.467e-07	163.82	fsig:157:+Z	1.403e-06	19.74
wing:8:+Z	7.726e-06	-75.07	stab:108:+Z	2.220e-06	-171.50	fsig:158:+Y	8.801e-07	-18.64
wing:9:+Z	5.339e-06	-88.74	stab:109:+Z	8.791e-06	-163.25	fsig:159:+Z	1.019e-06	-118.97
wing:10:+Z	4.061e-06	-123.58	stab:110:+Z	1.433e-07	77.76	fsig:160:+Y	2.315e-07	-67.60
wing:11:+Z	5.484e-06	-133.05	stab:111:+Z	7.104e-07	167.14	fsig:161:+Z	1.336e-06	16.68
wing:12:+Z	6.672e-06	-144.14	stab:112:+Z	2.455e-06	-171.34	fsig:162:+Y	1.834e-07	-49.60
wing:13:+Z	4.707e-06	-27.84	stab:113:+Z	6.971e-06	-166.85	fsig:163:+Z	1.508e-06	-129.67
wing:14:+Z	1.832e-06	14.09	stab:114:+X	2.765e-07	-91.91	fsig:164:+Y	8.705e-07	-91.32
wing:15:+Z	3.114e-06	100.45	stab:115:+Z	2.080e-07	61.93	fsig:165:+Z	1.853e-06	60.38
wing:16:+Z	7.690e-06	101.34	stab:116:+Z	7.547e-07	164.75	fsig:166:+Y	1.103e-06	-126.26
wing:17:+Z	8.833e-06	116.42	stab:117:+Z	1.191e-06	178.51	fsig:167:+Z	1.475e-06	-129.38
wing:18:+Z	4.163e-06	12.75	stab:118:+Z	3.643e-06	-172.33	fsig:168:+Y	6.842e-07	56.02
wing:19:+Z	4.228e-06	63.14	stab:119:+X	2.194e-06	-147.68	fsig:169:+Z	1.458e-06	60.65
wing:20:+Z	7.290e-06	91.66	stab:120:+Z	1.688e-06	41.82	fsig:170:+Y	8.601e-07	66.54
wing:21:+Z	1.925e-05	81.66	stab:121:+Z	7.412e-07	172.50	fsig:171:+Z	1.484e-06	-121.65
wing:22:+Z	1.901e-05	88.92	stab:122:+Z	2.308e-06	-134.86	fsig:172:+Y	1.981e-06	-153.62
wing:23:+X	5.855e-06	-95.29	stab:123:+Z	6.320e-06	-166.76	fsig:173:+Z	1.709e-06	40.38
wing:24:+Z	3.764e-06	26.78	stab:124:+Z	9.902e-07	50.60	fsig:174:+Y	1.690e-06	-145.31
wing:25:+Z	4.771e-06	69.39	stab:125:+Z	7.663e-07	159.73	fsig:175:+Z	1.602e-06	-125.94
wing:26:+Z	7.681e-06	97.22	stab:126:+Z	1.528e-06	154.10	fsig:176:+Y	9.186e-07	69.48
wing:27:+Z	1.935e-05	87.76	stab:127:+Z	5.191e-06	168.42	fsig:177:+Z	1.706e-06	46.61
wing:28:+Z	1.665e-05	95.09	stab:128:+Z	3.192e-07	56.46	fsig:178:+Y	1.015e-06	64.61
wing:29:+X	6.319e-07	133.54	stab:129:+Z	7.450e-07	144.59	fsig:179:+Z	1.173e-06	-157.53
wing:30:+Z	1.955e-06	22.32	stab:130:+Z	1.695e-06	139.22	fsig:180:+Y	7.496e-07	85.52
wing:31:+Z	3.287e-06	78.77	stab:131:+Z	4.506e-06	161.72	fsig:181:+Z	1.214e-06	65.19
wing:32:+Z	6.613e-06	109.44	stab:132:+X	3.408e-07	-125.25	fsig:182:+Y	1.018e-06	61.71
wing:33:+Z	6.775e-06	99.32	stab:133:+Z	7.803e-07	45.60	fsig:183:+Z	1.227e-06	-152.54
wing:34:+Z	1.173e-05	106.08	stab:134:+Z	6.347e-07	139.45	fsig:184:+Y	6.432e-07	32.75
wing:35:+Z	1.291e-06	-22.13	stab:135:+Z	9.487e-07	153.38	fsig:185:+Z	1.409e-06	61.16
wing:36:+Z	1.439e-06	101.01	stab:136:+Z	2.829e-06	175.16	fsig:186:+Y	5.556e-07	28.91
wing:37:+Z	5.130e-06	111.76	fsig:137:+Y	1.282e-06	-179.36	fsig:187:+Z	9.751e-07	-106.02
wing:38:+Z	4.718e-06	117.81	fsig:138:+Y	2.825e-06	-109.81	fsig:188:+Y	4.493e-07	-105.79
wing:39:+Z	8.639e-06	122.13	fsig:139:+Y	6.263e-07	-58.59	engn:189:+X	2.332e-06	71.34
wing:40:+Z	1.438e-06	-92.07	fsig:140:+Y	8.973e-07	-119.59	engn:190:+X	2.359e-06	73.02
wing:41:+Z	9.656e-07	-177.59	fsig:141:+Y	1.231e-06	-123.04	engn:191:+Z	4.025e-07	-97.79
wing:42:+Z	2.668e-06	113.00	fsig:142:+Y	2.519e-06	-117.30	engn:192:+Y	1.811e-06	-3.58
wing:43:+Z	3.103e-06	146.39	fsig:143:+Y	6.738e-07	-7.03	engn:193:+Z	2.523e-06	-61.62
wing:44:+Z	6.676e-06	140.68	fsig:144:+Y	3.271e-07	-147.73	engn:194:+Y	1.536e-06	-12.25
wing:45:+X	6.752e-07	56.94	fsig:145:+Y	8.742e-07	-145.14	engn:195:+X	2.472e-06	157.57
wing:46:+Z	1.594e-06	-115.53	fsig:146:+Y	3.095e-06	-148.53	engn:196:+X	3.792e-06	168.00
wing:47:+Z	1.342e-06	-148.13	fsig:147:+Y	8.157e-07	18.24	engn:197:+Z	4.640e-07	7.60
wing:48:+Z	1.630e-06	91.34	fsig:148:+Y	3.988e-07	147.68	engn:198:+Y	2.974e-06	22.94
wing:49:+Z	2.230e-06	-150.66	fsig:149:+Y	7.299e-07	170.22	engn:199:+Z	2.694e-06	-31.93
wing:50:+Z	4.804e-06	170.34	fsig:150:+Y	2.954e-06	-169.18	engn:200:+Y	2.964e-06	19.53

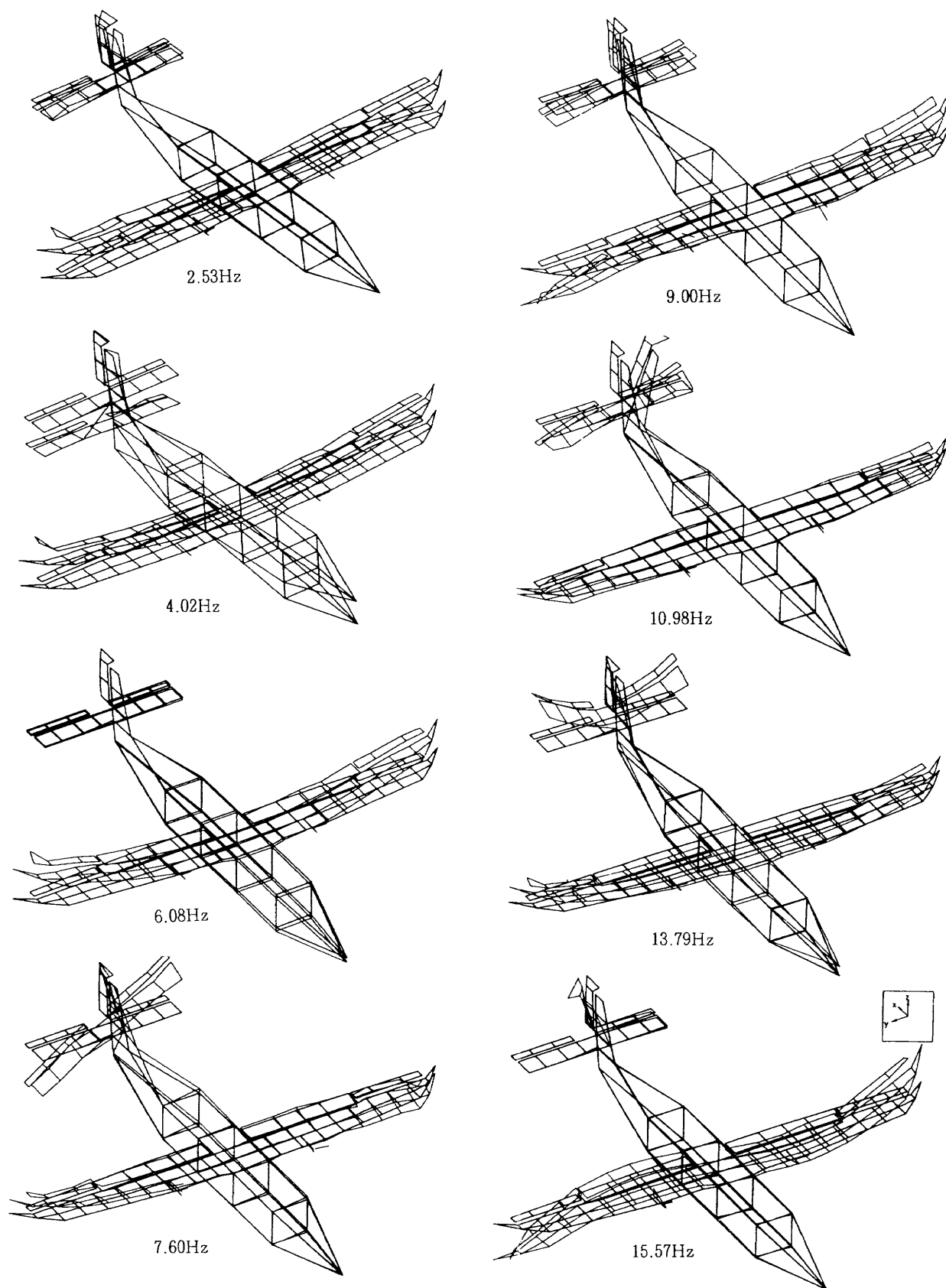


図 15 固有振動数とモード形

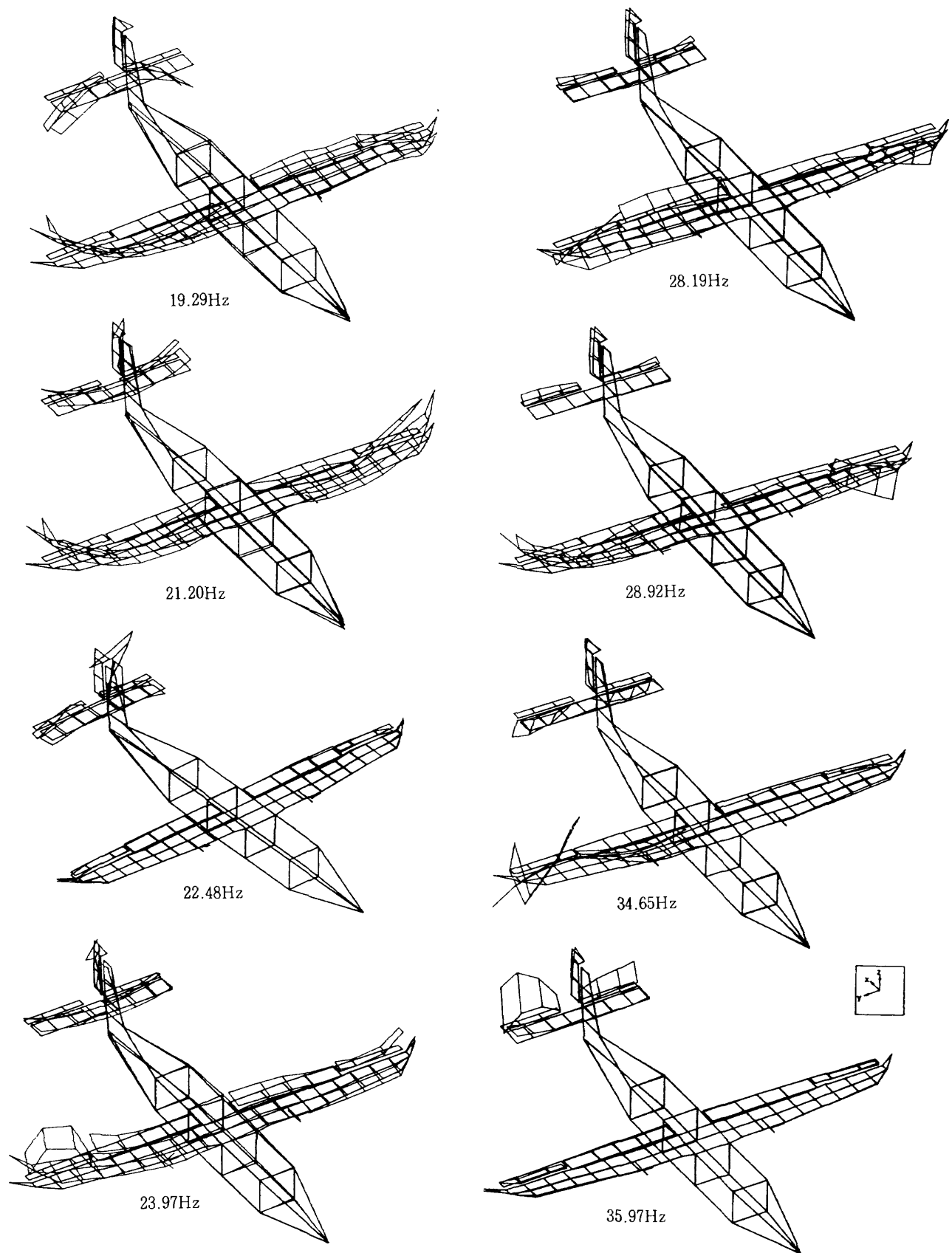


図15 固有振動数とモード形 (つづき)

また、固有振動数とモード形を図 15 にそれぞれ示す。図には、静止中の基本形と各固有モード形を重ねて表している。航空機の振動は低次の振動であっても、主翼の振動と尾翼や胴体の振動が連成し、更に、高次では舵面の振動が連成し、複雑になっている。そのため、モードの特徴はモード・アニメーションを詳細に観察した。

試験結果をまとめると、図 14 の周波数応答関数より、3 Hz 以下のスペクトル分布は共振ピークが鋭く、22 Hz 以上のスペクトル分布は共振ピークや反共振ディップがまるくなっている。それに対して 3 Hz～22 Hz 間のスペクトル分布の共振ピークと反共振ディップは波形が良好である。試験目的の主翼対称 1 次曲げ（振動数 6.0 Hz）、主翼逆対称 1 次曲げ（振動数 9.0 Hz）、そして 2 次の主翼逆対称 2 次曲げ（振動数 15.6 Hz）と主翼対称 2 次曲げ（振動数 21.2 Hz）等、表 3 の振動試験の結果はこのスペクトル分布の良好な 3 Hz～22 Hz の部分にあり、固有モード形も表 4 a～表 4 d 及び図 15 に示すように綺麗なモード形が得られている。また、図 14 では主翼対称振り（振動数 22.5 Hz、または 23.97 Hz）と主翼逆対称振り（振動数 28.9 Hz）は共振ピークがまるくなる部分にあり、モード形も対称性に欠けているが、各モードの減衰比は 1 %～3 %、一般化質量も 2～5 kg の値であり、手法間での値の相違が少ないことから、本試験で主眼を置いた主翼の振動特性を取得することができたと考える。模型レベルでの突風荷重軽減技術は、ACT 実験用全機弾性模型の振動試験と構造モデル化^[11]及び風洞試験で既に培われている。従って、同手法を実機の突風荷重軽減技術に拡張し、実機の構造モデル化、振動解析、フラッタ解析及び制御システムの設計等に本振動試験で取得した資料が役立てられる。

7. 結 論

- (1) 実験用航空機ドルニエ Do 228-200 型機の地上振動試験を計画し、振動試験を実施して、本機の振動特性と知見を得ることが出来た。
- (2) 突風荷重軽減に重要な主翼曲げモードを求めるため、振動試験はランダム 2 点無相関加振を行い、多点の加速度応答より周波数応答関数を求め、伝達関数法によるモーダル解析を複数の手法で行った。比較の結果、手法の間の差は少なく、精度良く主翼曲げモードのモーダル・パラメタを得ることが出来た。
- (3) 取得した振動試験結果は、今後の機体構造のモデル化、振動解析及びフラッタ解析等に役立て、突風荷重軽減システムの設計を進めてゆく計画である。

最後に、本試験に当たっては松下インターテクノ(株)の方々の協力を戴いた。また、実験機の搬入・搬出及び試験条件の確保に飛行実験部の照井祐之、鎌田幸男、試験

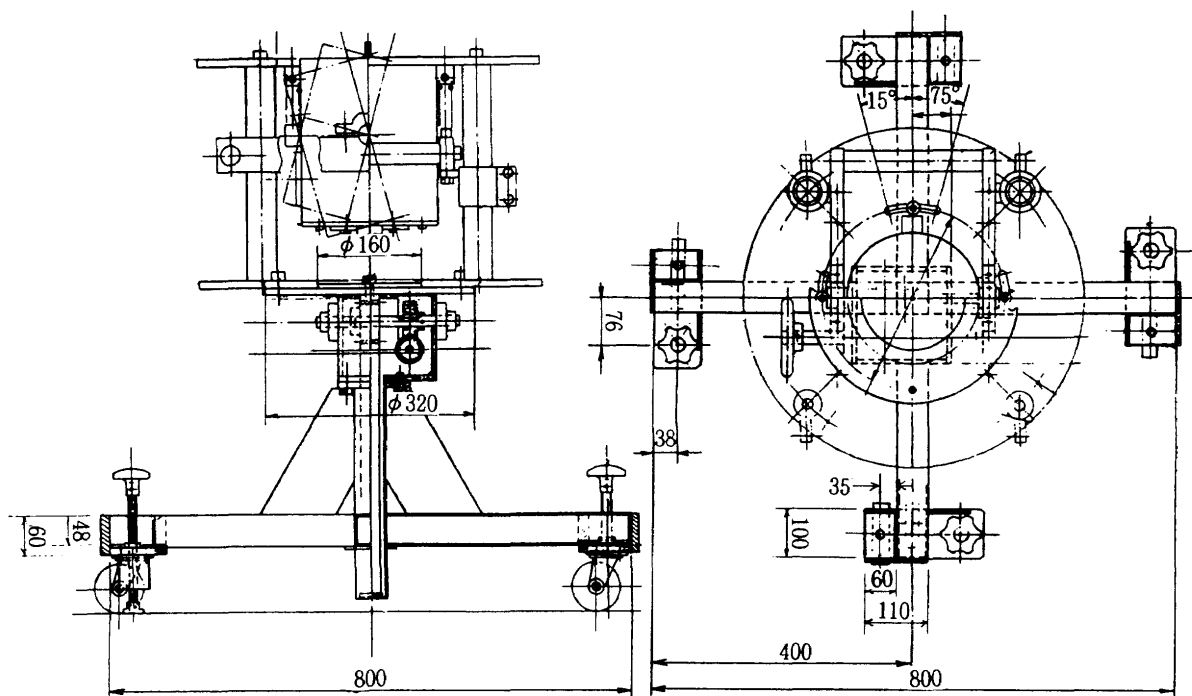
全般に亘って研修生梅島竜男の各氏の協力を得た。

参考文献

1. 飛行実験部；実験用航空機ドルニエ機について－現況と装備機器概要－，航空宇宙技術研究所資料 NAL TM-637，1991 年 7 月。
2. ACT 研究会；高アスペクト比翼の突風荷重軽減風洞実験と解析，航空宇宙技術研究所報告 NAL TR-890，1985 年 11 月。
3. 安藤泰勝，峯岸正勝，松下洸，齊藤健一，外立政隆，藤井謙司，中村勝，照井祐之，鎌田幸男；ドルニエ機の地上走行と飛行試験，航空宇宙技術研究所資料 NAL TM-672，1994 年 11 月。
4. STOL プロジェクト推進本部振動試験装置開発チーム；低騒音 STOL 実験機の全機地上振動試験（第 1 報：試験装置の概要と一次試験），航空宇宙技術研究所資料 NAL TM-542，1985 年 3 月。
5. 小松敬治，佐野政明，甲斐高志，安藤泰勝，峯岸正勝，森田甫之；低騒音 STOL 実験機の全機地上振動試験（第 2 報：二次試験），航空宇宙技術研究所資料 NAL TM-553，1986 年 8 月。
6. 安藤泰勝，峯岸正勝，松崎雄嗣，熊倉郁夫；帯板構造模型の振動試験，航空宇宙技術研究所資料 NAL TM-625，1990 年 7 月。
7. 機体第二部，機体第一部；伝達関数法による構造物の二・三の振動試験，航空宇宙技術研究所報告 NAL TR-736，pp. 8-14，1982 年 9 月。
8. 高木淳二，鶴飼崇志，田村裕文，町田茂；初等練習機の全機地上振動試験，第 30 回構造強度に関する講演会講演集，pp. 46-49，1988 年 7 月。
9. 三田富雄，柴田眞，橋本晃，赤塚隆彦，森田直弘，大島辰弘；中等練習機（XT-4）の全機地上振動試験，川崎重工技報，111 号，pp. 80-87，1991 年 10 月。
10. Ralph D. Brillhart, Harvey Chimerine and David L. Hunt；Multiple Input Excitation Methods for Aircraft Ground Vibration Testing, SOUND AND VIBRATION, pp. 16-19, JANUARY 1993.
11. 藤井謙司，上田哲彦，安藤泰勝；ACT 実験用全機弾性模型の振動試験と構造モデル化，航空宇宙技術研究所資料 NAL TM-626，1990 年 8 月。

付 録

サイズミックサスペンションの構造を付図 1 に示す。本サイズミックサスペンションは STOL 実験機「飛鳥」の全機地上振動試験に使用したものである。その後、ドルニエ機の地上振動試験のためにストッパー位置の変更、



付図1 サイズミックサスペンションの構造図

加振機を支持する4本のスプリング・バネの交換，キャスターの大型化，そして全体の再塗装を行い改良した。

一般に，動電型加振機の加振ストロークは $\pm 10\text{mm}$ 以下と小さい。柔軟な航空機の 5Hz 以下の振幅の大きい振動試験に於いて，供試体に加振機の付加による影響や拘束を与えないための支持装置としてサイズミックサス

ペンションがある。本支持装置の性能は 24kg の加振機を4本のコイルバネに取付けたときの固有振動数は 2Hz であり，全振幅は $6 \times 10^{-2}\text{m}$ ，高さの最低は 0.83m ，最高が 1.2m ，その間の高さ（ストロークは 0.37m ）の調整ができる。加振軸の調整範囲は ± 15 度である。

航空宇宙技術研究所報告1259号

平成7年2月発行

発行所 航空宇宙技術研究所
東京都調布市深大寺東町7-44-1
電話 三鷹(0422) 47-5911(大代表) ㊞182
印刷所 株式会社 共 進
東京都杉並区久我山5-6-17

Printed in Japan