

カ ッ パ ・ ロ ケ ッ ト の 振 動 試 験 結 果

森 大 吉 郎 ・ 吉 山 巖

1. はし が き

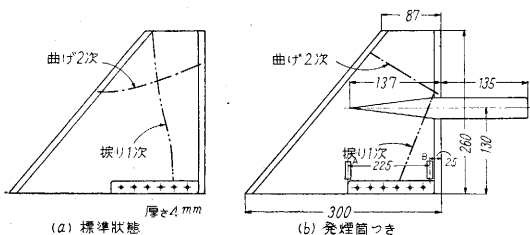
カ ッ パ ・ ロ ケ ッ ト の 胴 体 の 曲 げ 振 動 お よ び 尾 翼 の 固 有 振 動 に つ い て 調 査 し た 結 果 を 簡 単 に 記 す . カ ッ パ ・ ロ ケ ッ ト は , 地 上 試 験 用 の 0 号 機 か ら 飛 しょう 実 験 に 使 用 し た 1 号 ない し 7 号 機 に 至 る ま で , そ の 機 体 の 寸 度 ・ 重 量 ・ 構 造 形 式 等 に い く つ か の 変 遷 が あ り , 特 に 尾 翼 に は 多 く の 種 類 が あ る . 振 動 試 験 は ロ ケ ッ ト の 機 体 が 完 成 し て 後 秋 田 へ 輸 送 さ れ , 諸 装 置 を 積 み 込 ま れ た 上 , 飛 しょう 試 験 に 供 さ れ る ま で の 僅 か な 機 会 を 捕 えて , 限 ら れ た 時 間 内 で 行 わ ね ば な ら ぬ 関 係 上 , す べ て の 胴 体 ・ 尾 翼 の 状 態 に つ い て 十 分 に 試 験 す る こ と は で き な か っ た . 大 部 分 の 試 験 は 生 研 所 内 で 行 っ た が , 一 部 に つ い て は 現 地 の 秋 田 で 試 験 し た も の も あ る .

試 験 方 法 は 既 述⁽¹⁾ の と 同 様 で , 可 動 線 輪 を 試 験 体 の 適 当 な 個 所 に 貼 付 し て 動 電 型 起 振 を 行 い , 起 振 動 数 に 低 周 波 発 振 器 に よ り 変 化 さ せ て 共 振 点 を 探 す . ピ ッ ク ・ ア ッ プ は 容 量 型 ピ ッ ク ・ ア ッ プ を 使 用 し た が , 既 述⁽¹⁾ の よ う に 振 動 特 性 の 大 略 の 模 様 が あ ら か じ め わ か っ て い る と き に は , 小 ド ラ イ バ ー に よ る 測 定 で ほ と ん ど 間 に 合 う .

2. 尾 翼 の 振 動 特 性

尾 翼 に つ い て は 曲 げ 1 次 , 振 り 1 次 , 曲 げ 2 次 の 固 有 振 動 に つ い て , そ の 固 有 振 動 数 と 振 動 形 態 と を 調 べ た . 尾 翼 の 取 付 状 態 , す な わ ち ロ ケ ッ ト の 胴 体 に 正 規 に 取 付 け た 状 態 と , 尾 翼 の み を 基 盤 に 固 定 し た 状 態 と で は 固 有 振 動 数 に は 幾 分 の 差 異 が あ る が , こ れ に は 取 付 金 具 が 異 な っ た た め の 影 響 も あ る も の と 思 わ れ る . 以 下 に は 各 種 の 尾 翼 に つ い て の 代 表 的 結 果 を 簡 略 に 記 す .

(2.1) 1, 2 号 機 用 尾 翼 第 1 図 に 示 す よ う な 軽 合 金 の 平 板 (厚 さ 4 mm) で , 前 後 縁 を ナ イ フ エ ッ ジ に し て あ る . 試 験 結 果 を 第 1 表 に 示 す . 標 準 状 態 と は 0 号 お よ び 1 号 機 の 場 合 の よ う に 発 煙 筒 を つ け な い 状 態 で , 2 号 機 に は 発 煙 筒 が つ い て い る . 発 煙 筒 の 垂 量 は 約 310 gr , 翼 だ け の 重 量 は 約 500 gr で あ る . 曲 げ 1 次 の 固 有 振 動 に は 節 線 (nodal line) は な く , 振 り 1 次 お よ び 曲 げ 2 次 の 固 有 振 動 に は 第 1 図 に 示 す 節 線 が 測 定 さ れ た .



第 1 図 1, 2 号 機 用 尾 翼 の 振 動 特 性

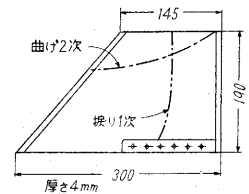
第 1 表 0, 1, 2 号 機 用 尾 翼 の 振 動 特 性

振 動 形 態	振 動 数			
	尾 翼 を 胴 体 に 取 り 付 け た 場 合 (飛 しょう 状 態)		尾 翼 を 基 盤 に 固 定 し た 場 合	
	標 準	発 煙 筒 つ き	標 準	発 煙 筒 つ き
曲 げ 1 次	46 cps	34 cps	72 cps	47.5 cps
振 り 1 次	170	72	190	89
曲 げ 2 次	205	156	238	172

cps: cycles per second

第 2 表 3, 4 号 機 用 尾 翼 の 振 動 特 性

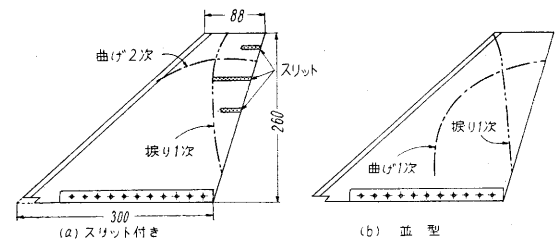
振 動 形 態	振 動 数
曲 げ 1 次	110 cps
振 り 1 次	340
曲 げ 2 次	562



註: 尾 翼 は 2.5 mm 角 の 取 付 用 ア ン グ ル を 用 い て 基 盤 に 固 定 し た .

第 2 図 3, 4 号 機 用 尾 翼 の 振 動 特 性

(2.2) 3, 4 号 機 用 尾 翼 この 尾 翼 は , 前 の 1 号 機 用 尾 翼 の 先 端 を 70 mm の 幅 で 切 り 落 し た も の で あ る . 結 果 を 第 2 表 お よ び 第 2 図 に 示 す . な お 第 1 表 と 第 2 表 と は 固 定 状 態 が や や 異 な っ て い る の で 厳 密 な 比 較 に は な ら ない が , 翼 端 切 落 し の 影 響 は は っ き り と 表 わ れ て い る . 翼 の 重 量 は 約 440 gr で あ る .



第 3 図 5, 6, 7 号 機 用 尾 翼 の 振 動 特 性

第 3 表 5, 6, 7 号 機 用 尾 翼 の 振 動 特 性

振 動 形 態	振 動 数	
	(a) スリット 付 き	(b) 普 通 型
曲 げ 1 次	90 cps	117 cps
振 り 1 次	205	360
曲 げ 2 次	248	510

註: 尾 翼 は い ず れ も 胴 体 に 正 規 に 取 り 付 け ら れ た 状 態 .

(2.3) 5, 6, 7 号 機 用 尾 翼 この 形 式 の 尾 翼 は サ ン ド ウ イ ッ チ 構 造 で 表 皮 お よ び 周 辺 の 枠 は 鉄 ま た は ア ル ミ

で、コア材は桐であり、後縁には後退角がついている。数種類のものが作られたが飛しょう試験のロケットに取り付けられたのは第3表に示す(a)と(b)の形式のものである。(a)はレーダ用アンテナのためのスリットを入れたもので、表皮および枠は不銹鋼、コア材は桐、スリットおよび取付部の枠は軽合金で、スリットまでアンテナ・リード線が内部にはめ込まれている。なおこれと同様の翼で抵抗線歪ゲージおよび白金線温度ゲージを表皮の内面に貼付し、テフロンで包んだリード線を埋め込んだものも5, 6号機には取り付けられた。コア材の厚さは6mm、表皮の不銹鋼板は0.5mm厚である。(b)はスリット無しの普通の翼で表皮および枠は軽合金、コア材は桐である。コア材の厚さは6mm、表皮のアルミ板の厚さはおのおの1mmである。試験結果を第3表および第3図に示す。第3表はすべて尾翼をロケット胴体に取り付けた状態で試験した結果であるが、別に尾翼を使用機のものと同じ寸度の取付金具でもって基盤に固定して実験を行ったが、この場合は(1)の場合と違って両者の固有振動数には大きな差異は認められなかった。尾翼のみの重量は(a)型が約760gr、(b)型が約500grであった。

3. 発煙筒を取り付けた尾翼の振動

128 J-S 型ロケットの尾翼(1~4号機用)はジュラルミン板で尾部より約 $\frac{1}{8}$ の所までが胴体に固定され、先端はエンジン部の溝にはめてある簡単な構造であるが、それぞれの尾翼に発煙筒を付けた場合に固有振動数がどの位低下するかを調べる目的で実験を行った。実験を行ったのは0号機の尾翼についてであって、尾翼の水平、垂直状態での曲げおよび振り振動数を測定した。ゲージは、池田研究室で実験を強度試験用に貼付してあったゲージを使用し秋田実験場の計測室で実験を行った。

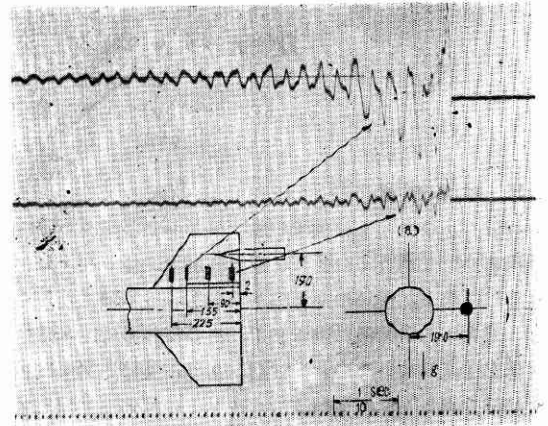
(3-1) 発煙筒の取付位置および測定箇所 発煙筒およびゲージの取付位置を第1(b)図に示す。発煙筒の重量は310grで(発煙筒については発煙装置の項を参照)あった。なお図中のA, Bは歪計ゲージであり尾翼の厚さは4mmであった。

(3-2) 測定結果 測定結果のオシログラフを第4図に示す。(a)は尾翼を水平にしてこれに発煙筒をつけて上下の自由振動をさせた場合、(b)は尾翼を垂直にして左右に振動をさせた場合、(c)は尾翼を垂直にしたままで振り振動を与えた場合のオシログラフである。振り振動の波形がはっきりと出ないのは歪計の張り方が尾翼弦長方向に張ってないためである。

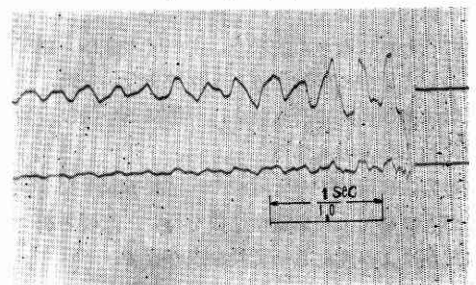
各図より明らかなように約40cpsの曲げ振動と、約80cpsの振り振動とが重畳している。

4. 胴体の曲げ振動

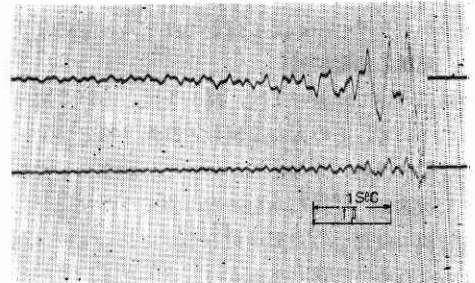
胴体は両端自由棒としての固有振動を持っているが、それを測定するために胴体中央部または後端部を起振し、ロケット全体はゴム紐で釣り上げるか、またはゴム・スポンジ等のクッションの上に乗せて共振点を探し



第4図(a)



第4図(b)



第4図(c)

た。試験したロケットは0号機および6号機であった。機体の状態は胴体と尾翼・ノズルが装着された状態でプロベラント、および計器類は装着されていなかった。起振器出力がやや不足なため十分な測定はできなかったが、自由・自由棒としての1次の固有振動は約105cpsであった。

5. 結論

機体の振動特性はロケットの重要な検査項目の一つであり、強度・剛性の判定に必要なほかに、全体の適合性の試験、environmental testとしての意義も持っている。今後のロケットに対し十分な振動試験をするためには、今回使用した6ワットの起振器では容量不足で、もっと出力の大きい動電型起振器が必要と思われる。

今回の試験に際しては池田教授にご配慮いただいたことに、誠に庄司敦君・富田文治君の協力を得た。(1957.1.20)

文献(1) 森 大吉郎, 生産研究 8, 6, P.264