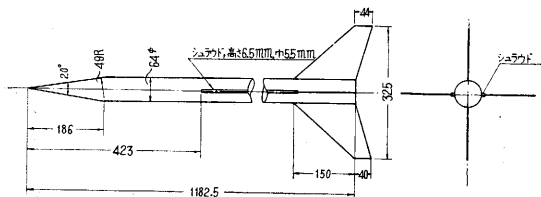


128J-TR ロケットの風洞試験

玉木章夫・三石 智・武井道男

1. はしがき

ペーパー・ロケットおよび多段ロケットの風洞実験についてはすでに報告したが⁽¹⁾⁽²⁾、今回 128J-TR の飛行実験にあたっては、その外形（尾翼平面形、頭部形状など）がすでに試験したものといくらか異なるものになったこと、アンテナ、尾翼歪測定用の導線などを胴体上に這わせるために、これを被覆するシュラウドが必要となったことなどの理由で、改めて実際のロケットの $\frac{1}{2}$ 模型について理工学研究所の 3m 風洞において 3 分力試験を行った。また生産技術研究所の 15 cm \times 15 cm 超音速風洞において約 1/15 の模型についてマッハ数 1.88 における揚力および縦揺モーメント係数の測定を行ったので、その結果もあわせて御報告する。



第 1 図

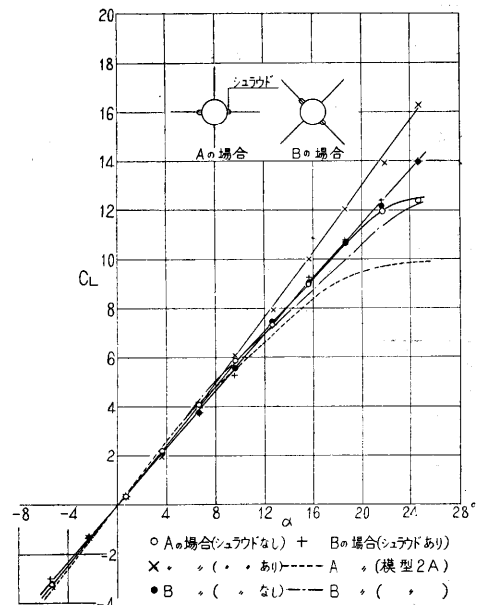
2. 模型および試験方法（低速試験）

この実験に使用した模型は第 1 図に示す寸法で木製である。模型は胴体の円柱部に 1 対のシュラウドを持つ。これは高さ 6.5mm、幅 5.5mm、長さ 609.5mm であり釘で胴体に取り付けた。尾翼は厚さ 3.5mm の平板で、前縁 10mm の部分はくさび形にとがらせてある。尾翼面積（胴体部まで延長した面積）は 356cm² である。また尾翼部胴体は前部に対してネジ止めされていて風洞に吊ったままで回転できるので、尾翼が水平、鉛直の場合およびそれと 45° の角度をなす場合について実験を行った。したがってシュラウドは水平面にある場合とそれと 45° の角度にある場合を試験したことになる。説明の便宜上前者を A の場合、後者を B の場合と名付けておく（第 2 図参照）。3 分力測定のための模型の吊り方は前報告⁽²⁾と同じである。なおこの模型と前報告⁽²⁾の模型 2A とは尾翼の平面形が変わった点がおもな相違で尾翼面積はほとんど変わらない。このほか円錐部と円柱部のつぎ目曲線、円柱部の長さにもいくらか違いがある。

使用した風洞は理工学研究所の 3m 風洞で試験風速は 35m/s、模型全長で作ったレイノルズ数は 2.9×10^6 である。

3. 試験結果

迎角を α 、動圧を q 、全長を l 、直径を D とし、揚力係数 $C_L = \text{揚力} / [(\pi/4)D^2q]$ 、抗力係数 $C_D = \text{抗力} / [(\pi/4)D^2q]$ 、縦揺モーメント係数 $C_M = \text{縦揺モーメント} / [(\pi/4)D^2ql]$ （先端まわりの値で頭上げを正にとる）、圧力中心係数 $C_p = s/l = -C_M / [C_L \cos \alpha + C_D \sin \alpha]$ （ s は先端より圧力中心までの距離）とする。



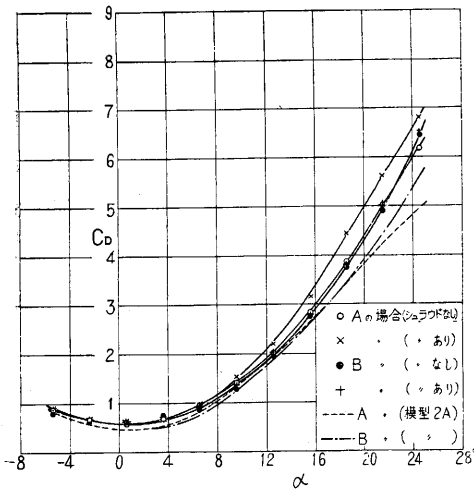
第 2 図

a. 揚力係数

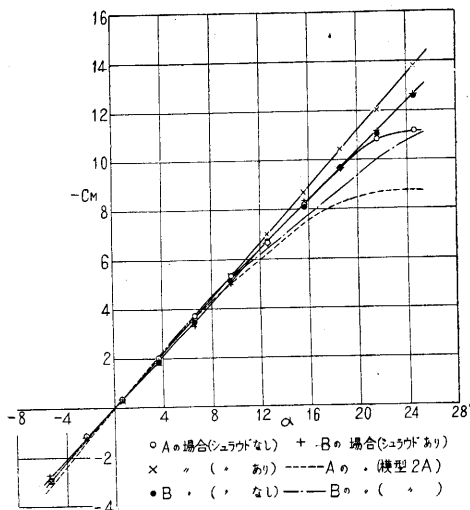
$\alpha - C_L$ 曲線を第 2 図に示す。 $\alpha = 0^\circ$ 付近での揚力傾斜は A の場合が 0.61/度、B の場合が 0.58/度である。シュラウドの影響はそれが水平面にある時に表われるが 45° の位置になるとほとんど無視できる。また図の破線は前報告⁽²⁾の模型 2A のものである。模型 2A の大迎角における C_L は B の場合の方が A の場合よりかなり大きかったが、今回の模型（シュラウドなしの場合）ではこの傾向は同じであるが A、B の差はきわめて小さい。前回の模型（デルタ翼）では上と反対に A の方が B より大きかった。今回の翼は前後縁とも後退しており、前回の 2A と 2 の中間にある。前報告によれば頭部および円柱部のわずかの相違は C_L その他に影響しないことがわかっているから、上記の性質は翼平面形による失速の仕方の相違によるものと考えられる。

b. 抗力係数

$\alpha - C_D$ 曲線を第 3 図に示す。最小抗力係数は 0.58 である。最小抗力係数におよぼすシュラウドの影響は誤差



第 3 図



第 4 図

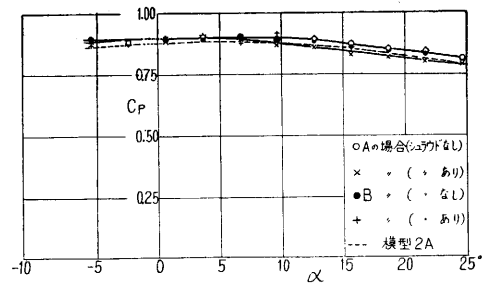
範囲内で不明瞭である。破線は模型 2A のものであり、曲線の傾向については C_L と同様のことがいえる。

c. 縦揺モーメント係数

$\alpha-C_M$ 曲線を第 4 図に示す。 $\alpha=0^\circ$ 付近での傾斜は A の場合が $0.55/\text{度}$ 、 B の場合が $0.52/\text{度}$ である。 C_L と同様にシュラウドの影響は A の場合に $\alpha=6^\circ$ 付近から表われるが B の場合は無視できる。シュラウドがない場合迎角が小さい時には A の場合が B の場合よりも大きい値を示すが、迎角が大きくなると反対になる。これは C_L 、 C_D と同一の傾向である。

d. 圧力中心係数

$\alpha-C_p$ 曲線を第 5 図に示す。 $\alpha=10^\circ$ 以下で C_p はほぼ $0.89\sim 0.90$ で模型 2A (破線で示す) よりわずかに大きい。これは翼が後退していることから当然であろう。シュラウドの影響はやはり B の場合には無視できるようである。



第 5 図

以上の 3 分力試験結果から次の結論が得られる。

(1) シュラウドの影響は、それが水平面にある時には表われるが 45° になると無視できる。

(2) シュラウドを取り付けても飛しょうにきして悪い影響が表われない。

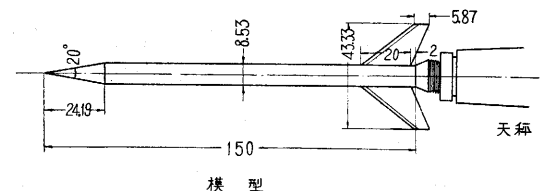
(3) 翼の平面形は迎角の大きい状態での C_L 、 C_D 、 C_M にかなり影響する。これは翼の失速の仕方が違うためと思われる。

4 超音速 ($M=1.88$) における試験

当研究室の $15\text{ cm} \times 15\text{ cm}$ 吹出式超音速風洞において整備中であった抵抗線歪計式天秤が使用できるようになったので、これによる揚力係数および縦揺モーメント係数の測定結果を付け加えておきたい。風洞および天秤の詳細については別の機会に報告したいと考えているので、ここではそのあらましを記すにとどめる。

a. 風洞、天秤および模型

風洞はタンクに貯えた高圧空気を吹出させる方式のものである。容積 10 m^3 のタンクに 10 気圧の空気をため、風洞への配管の途中にあるコックを急開してこの空気を一度緩衝筒に導き、この部分の圧力を一定に保ちながら空気をラバール管内に膨脹させて超音速流を作る。現在取り付けられているラバール管では測定室の断面が $15\text{ cm} \times 15\text{ cm}$ で、緩衝筒圧力 2.6 気圧 (絶対) においてマッハ数 $M=1.88$ の流れが得られる。緩衝筒内の温度変化を少なくするため実験時間は可能なかぎり短くし、約 2 秒として



第 6 図

いる。天秤はいわゆる sting type の抵抗線歪計式で、先端に模型を取り付けた丸棒の数点にストレインゲージをはり、これら各点における曲げモーメントの測定から模型に働く揚力、風圧中心、縦揺モーメントを求める方式のものである。棒の後端に付けた可撓部の歪から模型にはたらく抵抗も測定できるが、第 6 図の支持法では底面抵抗が

測れず、したがって実際と状況がちがうので抵抗の測定は省略した。

模型は半鋼製でその寸法は第6図に示されている。はじめ実物の1/15として作られたものであるが、その後実物寸法に若干の変更があったので完全な相似形ではないがその差はわずかである。尾翼は厚さ1mmのジュラルミン平板で前縁部はくさび形に尖らせてある。いろいろな平面形の翼を試験するのに取付けが便利のように翼は1枚とし胴体に2本のネジで止めるようにしてある。垂直尾翼はついていない。尾翼面積は636mm²である。

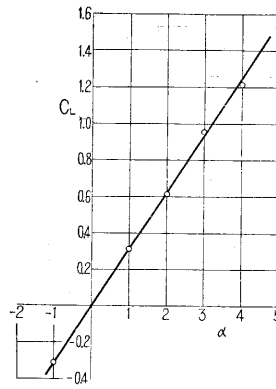
この模型の全長で作ったレイノルズ数は上記の風速で 5.5×10^6 ある。

b. 測定結果

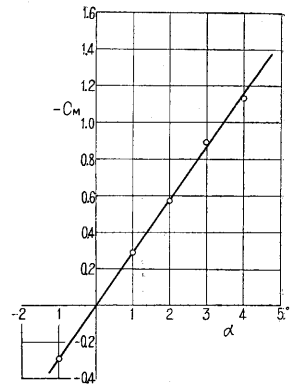
揚力係数および縦揺モーメント係数と迎角との関係をそれぞれ第7, 8図に示す。迎角0の付近ではストレンゲージの読みの振動がはげしくて、正確な値が取れないので点を省いてある。

揚力傾斜は 0.31/度、モーメント傾斜は 0.29/度で、いずれも低速風洞でえられた値の約半分である。風圧中心は先端から93パーセントで、低速実験とはほぼ一致する。

このような性能の低下は、翼自身に対する圧縮性の影



第 7 図



第 8 図

響および胴体部の流れの剥離による。翼の効きの低下にもとづくものと考えられる。これについては目下デルタ翼と胴体との組合せについてアスペクト比と胴体の長さをいろいろに変えて実験を行っているので、その結果からははっきりした結論が出せるものと考えている。

文 献

- (1) 玉木章夫, 三石智 ベビー・ロケット風洞試験 生産研究 8巻2号 p. 53. (1956)
- (2) 玉木章夫, 三石智 多段ロケットの風洞試験 生産研究 8巻10号 p. 1. (1956)

安 全 輸 送 今 昔

秋田、道川間は、約 30 km 実験班の大多数が秋田市街地に宿泊している関係で、毎日これを輸送することは、大事な仕事の一つになっている。30年8月のペンシル時代は、ともかく生研から陸送した4トン積トラックで、運んだ。人間も荷物扱である。走るトラックでは尻がおどるので、棧俵を敷いたりした。ベビーTの時になって、朝晩冷えるのと、雨に打たれるのは健康上からいけな思っ、て、応急の材料で柱を組み、テントを覆った。雨が降ると、テントはたるんで水溜りが天井にできた。揺れると重ね合せたところから水が落ちて、お互の席が段々押しやられ目白押しのかっこうになった。ある者は、天井のひと所を手で支えた。ある者はテントを下から叩きあげたり、押し上げ押し上げて誘導しつつ雨水を流し合った。笑い話にしては少々情ない風景だった。ベビーRの11月実験では、正式にホロをとりつけた。雨の漏る心配はなかったが鼠色のテントは内部が暗かった。小さいランプを一つ灯して、その中で、約40分、今日のこと明日のことを話し合った。ホロは密閉すると、陰気だし、むすので後部の垂れを開けたくなくなるが、開けると道のホロリ

と排気ガスが勢いよく舞いてむので、前からも風のはいるようにするなど、やはり手はかかる。トラックは結局25名のせるのは手一杯だった。31年のカップ時代になって、秋田市営のバスをお願いすることを思いついて、秋田市役所の妹尾さんを通じて、交渉した所大へん気持よく応諾して下さい。その後秋田市交通局自動車課の大川課長や渡辺さんにも会った。遠来の旅行者で馴れぬわたくし達に対し好意と親切が与えられた。秋田、道川間は鉄路と国道とが、なわ状にからみ合って、3カ所の踏切があり、いずれも大へん見通しの悪い所である。一々女車掌さんは、降りて安全を見定めてくれる。これはきわめて大事な仕事の一つだが、この一つでも今まで実験班の一人が、素人然とやっていたのに比べて、すべて安心感に託して通えるようになった。早朝6時、特に配慮されたロマンスシートのバスに乗って、われわれ50余名は、拝借したハンドマイクをお互の間を廻しつつ、朝の打合せを済ます。道川までの時間も有効に使えるのは有りがたい。安全輸送プラス安楽輸送というものである。

(1957. 4. 9 J.S.)