

誘導式遷音速風洞

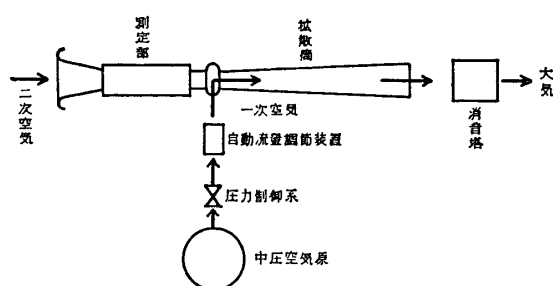
河村 龍馬・辛島 桂一・福井 四郎

まえがき

この風洞は、古く 1954 年に建設されたもので、当初は 200 気圧の高圧空気によって駆動される単なる高亜音速風洞として第 5 号館に設置されていた。その後測定部上下壁にスロットを設けるなどの改良を行なって遷音速風洞となり、また第 60 号館に強力な空気源が整備された機会に、これを利用する設備の一つとして、第 60 号館に移転したものである。現在は 16 気圧の中圧空気源によって駆動されている。

1. 型式, 構造, 寸法

本風洞の型式は誘導式 (INDUCTION TYPE) とされるもので、第 1 図はその説明図である。駆動の原理はエゼクタと同じで、高圧の一次空気を測定部の下流に噴出させ、その誘導作用によって大量の二次空気を吸込み、測定部にマッハ数が 1 に近い気流を得るものである。



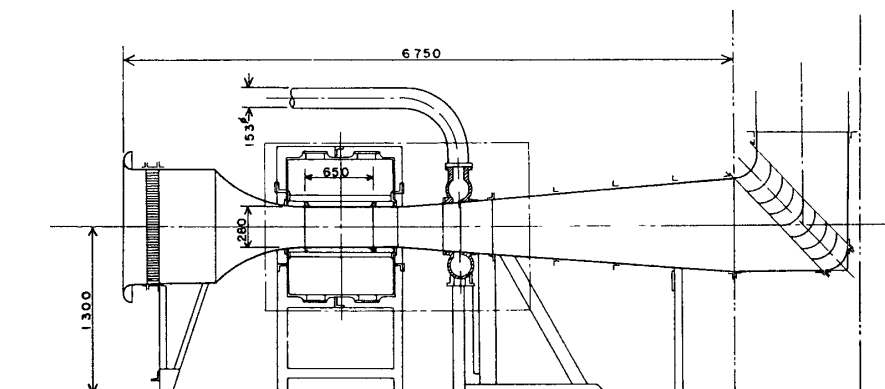
第 1 図 誘導式風洞の説明図

一次、二次の混合空気は下流の拡散筒で圧力を回復したのち、室外の消音塔を通して大気中に放出される。この型式では、測定部のマッハ数が 1 附近までの範囲では、二次空気対一次空気の流量比をより大きくできるので風洞として経済的になる。この意味で高速風洞として多用されているが、マッハ数が高くなるにつれて流量比が減少す

るため、超音速風洞としては一次空気を測定部を通して直接吹出すいわゆる BLOW-DOWN 型にした方がかえって経済的となるので、誘導式風洞の有効マッハ数範囲は遷音速までである。本風洞は当初は高亜音速風洞として設計されたものであるが、その後測定部上下壁にスロットを設け、高さを若干縮小して 30cm×28cm の断面とし、かつ上下壁と拡散筒部との間に、28mm の隙間をあけるなどの改造を行なって、遷音速マッハ数を出し得るようにした。このため多少の無理があつて模型を入れた場合の最高マッハ数は 1.0 程度である。

第 2 図は本風洞の側断面図で、主要寸法を示してある。測定部は断面寸法 30cm×28cm、長さ 65cm で、上下壁にはそれぞれ幅 3mm のスロット 8 本を切つてある。側壁は固定壁で中心部に直径 18cm のシュリーレン用窓ガラスを入れてある。測定部は第 2 図に見られるような外圧室 (PLENUM CHAMBER) によって囲まれている。

一次空気は中圧貯気所から圧力制御弁、自動流量調節装置を通して、測定部下流に設けられたリング状の高圧室に導かれた後、拡散筒の壁に沿った隙間からほぼ音速の状態で噴出



第2図 側断面図

する。空気源の容量が十分大きいので1回の運転継続時間は一次空気の圧力が $10\text{kg/cm}^2 \cdot \text{G}$ で3分程度である。

写真1は本風洞の全景、写真2は外圧室および側壁を開放して測定部の内部を示したものである。測定部の下部に見えているのは模型支持変角装置の一部、また上部にあるのは変角用のモーターである。

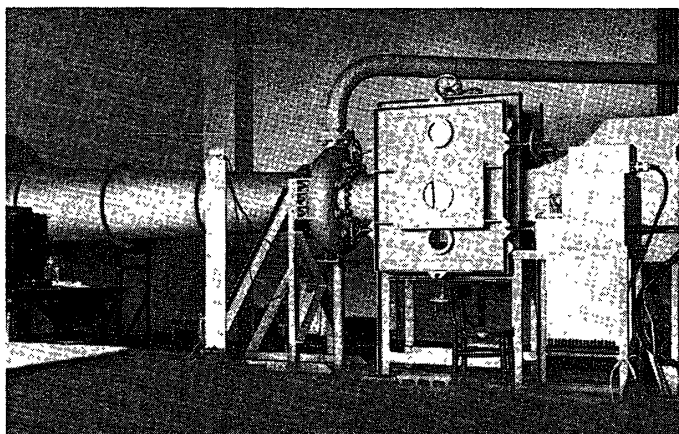


写真1 風洞全景

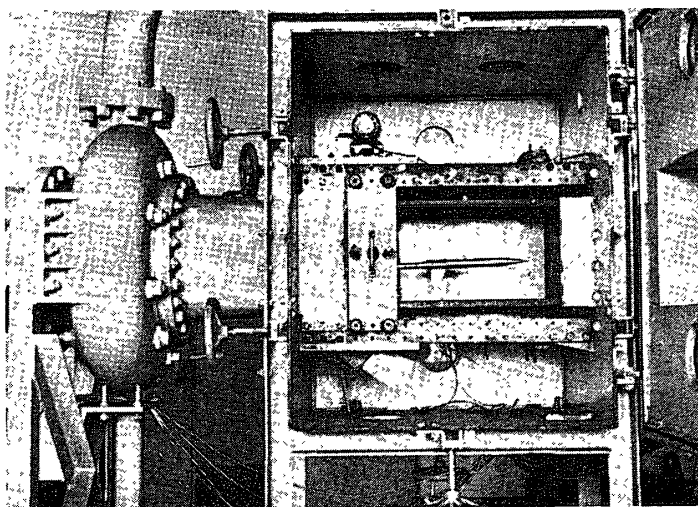
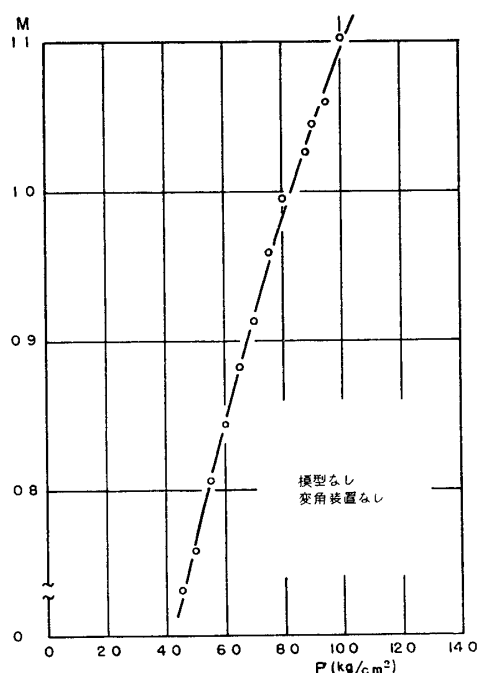


写真2 測定部

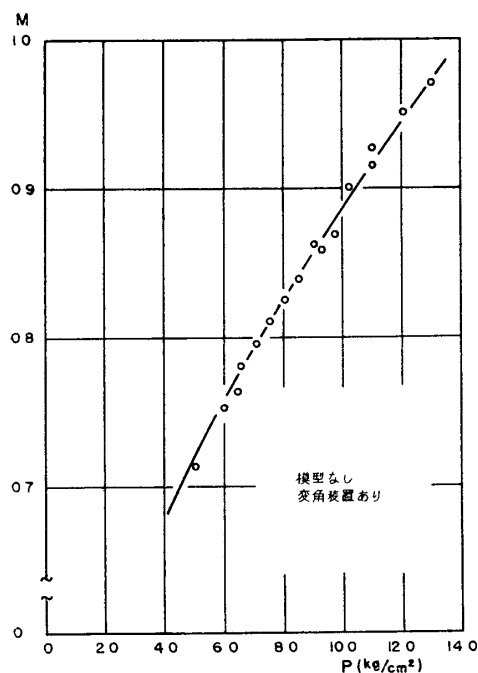
2. 性 能

遷音速マッハ数の実験では、風洞に模型をそう入した場合気流に及ぼす模型の影響が大きいので、測定部断面に対する模型の阻塞比 (BLOCKAGE RATIO) がよほど小さくない限り、測定部側壁の静圧からその状態での一様気流のマッハ数を求めることは困難である。この風洞は小型なので、特にこの点を考慮して、一様流マッハ数を次のようにしてきめた。まず、模型なしの状態では風洞を駆動し、その時の外圧室の圧力を測定する。外圧室と測定部とは上下壁のスロットで通じているから、この時の外気室の圧力は測定部の静圧に等しい。この圧力と大気圧との比から等エントロピー流の関係式を使ってマッハ数が求められる。このマッハ数は一次空気の圧力を変えれば変わってくる。次に、模型を挿入した場合には、前と同様に外圧室の圧力を測定し、前記と同様の手続によってマッハ数を求める。そしてこのマッハ数をその状態での一様流のマッハ数と定義する。このように外圧室の圧力からマッハ数を定義することは一つの便法であって、実際は同一条件のもとに自由大気中の飛行実験を行なって、その結果と風洞実験結果とを比較した上で、正しいマッハ数を決定すべきものである。この風洞については実際そのような比較実験はやっていないが、外国の同種の実験結果によれば、この方法で定義されたマッハ数は、かなり正しい値を与えると考えてよさそうである。

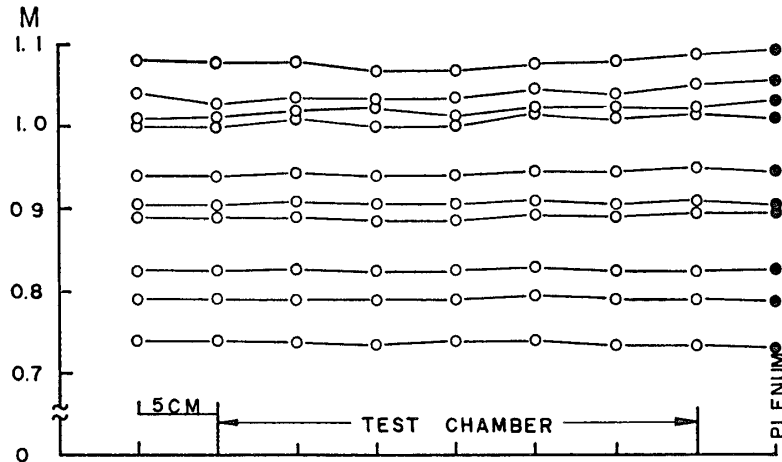
第3図は、測定室が空 (模型および支持装置なし) の状態での一次空気圧力と測定部マッハ数との関係を示すものである。一次空気圧力は高圧室の直前で測定した値である。一次空気の圧力は、配管強度の関係で、現在最高 $10 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{G}$ に制限されているので、この状態では本風洞の最高マッハ数は1.1程度である。第4図は測定室の後方に上下に貫通する模型支持変角装置を入れた場合の実験結果である。第3図にくらべてマッハ数は非常に減少し、一



第3図 一次空気圧力とマッハ数との関係 (1)



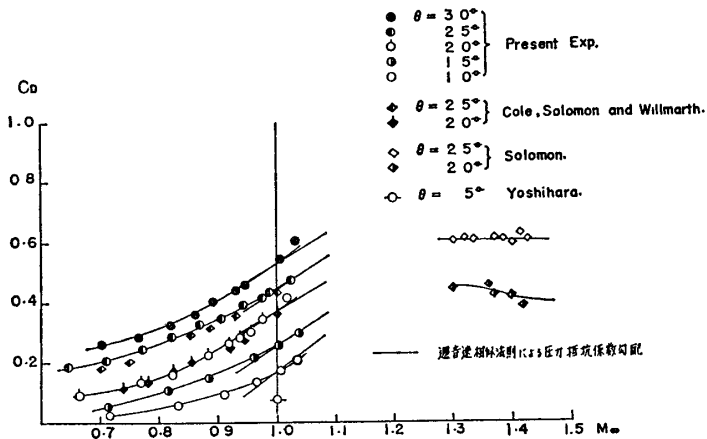
第4図 一次空気圧力とマッハ数との関係 (2)



第5図 軸方向マッハ数分布

次空気の圧力を $13\text{kg/cm}^2 \cdot \text{G}$ まで高めても、0.98 程度のマッハ数しか得られない。模型支持装置が風洞に比較して大きすぎた嫌いがあるので、現在その改良を考慮中である。なおこの支持変角装置の阻塞比は約 3.3% である。

第5図は空の測定部における気流方向のマッハ数分布で、中心軸上の静圧を測定して求めたものである。マッハ数分布は非常に平坦であることがわかる。各分布曲線の最右端の黒点は、その状態で外圧室の圧力から求めたマッハ数である。



第6図 円錐の零迎角圧力抵抗

3. その他

本風洞では、圧力および空気力の測定その他、光学的測定（シュリーレン、光干渉計）が可能である。空気力の測定にはストレンゲージ式内部天秤（3分力、直径 1.6cm）を使用する。

第6図はこの風洞での実験結果の一例で、半頂角 10 度から 60 度までの円錐の零迎角圧力抵抗係数とマッハ数との関係を示すもので、参考のため外国における資料も書き加えてある。

1965 年 10 月 25 日 航空力学部