航空機用ベンチュリ速度計⁽¹⁾

(昭和 11 年 4 月 5 日 第 3 回工学会大会講演會に於て講演)

正員 板谷 松 樹⁽²⁾

現在航空機用速度計として最も多く用ひられて居るのはピトー管と二重ベンチュリ管とである。然るにピトー管は周知の様に指示圧力が低いため高速機以外には使用し難く、又二重ベンチュリ管は指示圧力が高過ぎて管内の空気速度が直ぐに音波速度に達し、それ以上の風速を正しく測定し得ない。この限界速度は Kiel⁽³⁾ 氏によれば地上に於て略 270 km/h、高度 1,000 m に於て略 267 km/h、高度 2,000 m に於て略 264 km/h である。それ故二重ベンチュリ管は上記の速度より遅い低速機にのみ適當である事が解る。本実験の目的は中速機に適する速度計、即ちピトー管と二重ベンチュリ管の中間の條件に適する速度計を得ようとするにある。

第 1 圖

第 2 圖

先づ既成の二重ベンチュリ管を購入して風洞実験（吹出口径 1 m、風速最大 40 m/s）によつてその性能を調べた。第 1 図はその実験結果並に二重ベンチュリ管の断面及び寸法を示す。図に於て Δp は速度計の指示圧力、 q は動圧即ち $\frac{1}{2} \rho v^2$ 、 K は速度計の係数、即ち $K = \Delta p / q$ 、言葉を換へて云へば K は速度計の指示圧力が係数 1 なるピトー管の指示圧力の何倍であるかを示す値である。図について二重ベンチュリ管の係数は風速 $v = 50$ km/h における $K = 1$ から

$v = 50$ km/h に於て $K = 12$ 、 $v = 150$ km/h に於て $K = 14.5$ 迄変化してゐる。 K の値がこの様に大きい事は外気の風速に比して二重ベンチュリ管内の空気速度が甚だしく大きい事を示し、上記の様に $v = 270$ km/h に於て管内の空気速度は音波速度に達する。

著者の試作したのは單管ベンチュリ速度計である。その寸法は第 3、4 及び 5 図に示す様に外径 18 mm、長さ 100 mm 余、入口と咽喉の直径の比は 2、擴り管の円錐頂角は 6° である。圧力測定孔は動圧測定用として流線型の支柱に 2.5 mm の孔 1 個を設け、静圧測定用として咽喉内に 1.5 mm の孔 4 個を設けた。これ等を第 2 図に示す内径 150 mm、最大

第 3 圖

風速 60 m/s の小型風洞で実験し、その中で性能の優れたものを前記の 1 m 風洞で再び実験した。速度計は形の異なるものを 15 種作り、その各について圧力測定孔の位置を変へて実験したので總計 40 余種の異なる管について実験を行つた事になる。

先づベンチュリ計として従来廣く用ひられて居る様な入口が円錐型をしてゐるベンチュリ管を数個作つて実験した。第 3 図はこの実験結果の一例を示す。図について係数 K は風速 $v = 50$ km/h に於て $K = 6$ 、 $v = 200$ km/h に於て $K = 7.5$ の様に変化してゐる。此處に記載しない他の管に於ても係数は同じ様に変化する。入口の壁が二重変曲したもの、シーメンス型ベンチュリ計の如く管壁の曲率半径の中心が管の外にあるもの、その他凡て入口が徐々に狭まるものに於ては何れも係数 K が速度と共に増大し、 K の値及びその増大の度は各管に於て區々である。

次に第 4 図に示す様にベンチュリ管の入口を急に狭め、その角に少し丸味を附けた所、風速 80 km/h 以上に於ては K の値が約 7.3 で略一定となつた。同図に於て $\bullet \times$ で示す点は咽喉の入口から圧力測定孔迄の距離 l が夫々 1.75 mm、

[第 39 卷 第 231 号]

(1) Research on the Venturi-type Air-speed-meter. (2) Shōju ITAYA, Member. The Tōkyō University of Engineering. 東京工業大学 (3) Kiel: Luftfahrtforschung, 1936-3-20, 88 頁.

2.0 mm, 3.0 mm の場合における実験結果に相当する。図から l が 1.75 mm 及び 2.0 mm のものでは K の値が殆ど等しいが $l=3.0$ mm になると K の値が幾分小さくなる事が見られる。これによつて圧力測定孔の位置は成可く入口近くに設ける方がよく、又 $l=2.0$ mm 以内に於ては製作に誤差

第 4 圖

があつて圧力測定孔の位置が少し位變つても係数の値には余り影響しない事が解る。尙このベンチュリ管の擴り管を 55 mm 延しても (擴り角を等しくとつたため出口の径は 22mm となる) 係数の値は増さなかつた。

次にこのベンチュリ管の咽喉の入口に第 5 圖の様に角を附けた所圖に示す様に $v=15$ km/h 以上に於ては係数が殆ど一定となり、その値は $K=5.8$ となつた。このベンチュリ管の使用範囲即ち咽喉内の風速が音波速度に達するのは 400 km/h 余である事が Kiel⁽¹⁾ 氏の論文から推定される。尙この型で咽喉の内径を 9.5 mm としたもの (従つて擴り管は 14 mm 短くなり全長で 91 mm となつた) を作つたが係数

の値は咽喉の径が 8mm のものと全く等しくなつた。この結果から見て咽喉の入口に角を附けたベンチュリ管に於ては咽喉の径が少し違つても係数の値には大差ない事が解る。この様に係数の一定な速度計は積算計と結合して用ひられる場合特に効果あるものと考へられる。

第 5 圖

以上著者の試作した單管ベンチュリ速度計は指示圧力に於て二重ベンチュリ管の 14.5 倍には及ばないが、その断面積は後者の 1/5 にも及ばない。且使用範囲廣く又製作に少し位の誤差があつても係数の値に影響しない利点がある。又この速度計は艦船用速度計として水中に於ても用ひる事が出来ると考へられる。その場合には 0.8 km の低速から係数は一定となり、この速さに於てさへ水柱 50 mm に相當する圧力差を生じる事になる。

終りに著者が本実験を行ふことが出来たのは松本容吉先生の御厚情と日本學術振興會の御援助による事を記して深甚なる謝意を捧げる。又実験を遂行して呉れた武江清治君にも深く感謝する。

ベンチュリ計の研究(第3報)⁽²⁾

(昭和 11 年 4 月 5 日 第 3 回工學會大會講演會に於て講演)

正 員 板 谷 松 樹⁽³⁾

著者は第 1 報⁽⁴⁾に於て従来行はれたベンチュリ計の実験結果からベンチュリ計の流量係数 c と咽喉の流速 v_2 とが

$$c = k v_2^a \dots \dots \dots (1)$$

なる関係にある事実を指摘し、かつ $a=0$ 即ち係数 c の値を一定になし得る事をも實驗的に證明した。その後上記の關係が成立する事を理論的にも證明する事が出来た。

記号:—

Δp = ベンチュリ計の入口と咽喉の圧力差

(1) 前掲脚註 (3) に同じ (2) Research on the Venturi-Meter
(3) Shōju ITAYA, Member, The Tōkyō University of Engineering, 東京工業大学 (4) 機械學會誌 昭和 7 年 5 月

昭和 11 年 7 月]

$d_1, d_2 =$	同	上	の直径
$v_1, v_2 =$	同	上	の流速
$l =$	同	上	の圧力測定孔の距離
$m = (d_1/d_2)^2$			
$n = l/d_2$			
μ	流体の粘性		
ρ	同上 密度		
k	或る常数		
g	重力による加速度		
h	入口と咽喉の水頭差		
R_e	レイノルズ数 $= d_2 v_2 \rho / \mu$		