

九州工業大学 正 員 ○ 久保喜延
 福岡市 江崎浩二
 九州工業大学 森川謙一

1. まえがき 風洞実験において流れの二次元性を保持するために使用される端板の大きさによって抗力が変化することは、中口の研究によっても指摘されているが、この現象について周辺流れおよび背面圧力等による考察はあまり行われていない。そこで、本研究では、端板の大きさと閉塞率との複合効果、端板支持柱の条件、端板の大きさ等が抗力に及ぼす効果、さらに端板の大きさと背面圧および後流域の流速分布との関係について垂直平板を例として検討を行った結果について報告する。

2. 端板の大きさと閉塞率との複合効果 実験に使用した風洞および実験方法については、文献2)を参照して頂きたい。Fig.1は、端板の大きさを一定として模型を大きくし、閉塞率($d/c \times 100$: d = 模型の代表長, c = 風洞の代表長)を変化させた場合の結果である。この場合の端板の大きさは $D = 50 \text{ cm}$, 風洞の大きさ $C = 107 \text{ cm}$ である。これによると、閉塞率の上昇と共に抗力も増加するが、閉塞率10%あたりを境に抗力係数は急減している。この急減原因を探するために種々の検討を行ったが、以下に述べるようにこれが端板の効果として生じている現象である。まず、流れの二次元性が確保されると同時に、風洞壁面からの境界層の影響を避けることを目的として、端板を風洞壁面から 14 cm 離し、その間に設けてある抗力測定用ピックアップをFig.2のような円形カバーで覆った。この状態で端板比 $D/d = 6$ について測定された抗力係数がFig.4の■印である。この抗力係数は少し大き目であると同時に風速の変化に対して多少ばらついている。この原因としては両端に設置した円形カバーから生ずる後流が平板の後流にも影響を与えていることが考えられるため、このカバーをFig.3のような翼形状(NACA0020)にして、測定した結果がFig.4の●印である。この場合は、風速の変化に対する抗力係数のばらつき具合も減少し、平板周辺の流れはかなり安定したものとなっていると考えられる。

3. 端板の効果 上述の準備をしたのち、端板比 D/d を4~16まで変化させて抗力を測定した結果がFig.5である。なお、この結果は、Fig.4からも言えるように、この風速範囲であれば、Reynolds数の影響を受けていないと考えられるため、 $D = 1/2 \rho A V^2 C_d$ で二次回帰することによって求めたものである。Fig.5によると、 $5 \leq D/d < 7.5$ あたりで、抗力係数に大きな変化があり、 $C_d = 2.0$ あたりから、 $C_d = 2.23$ あたりまで変化している。 $D/d \geq 8$ では、ほぼ $C_d = 2.23$ 程度となっているが、 D/d が大きくなるにつれて C_d はわずかながら増加する傾向を有している。この結果からすると、端板の大きさとしては少なくとも $D/d > 8$ が必要であると言える。さて、Fig.1に現れた現象は、どのようにして生じたものと考えられるであろうか、これまでの多くの研究者の報

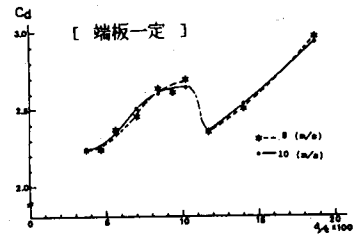


Fig.1 閉塞率に対する抗力係数

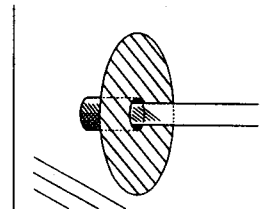


Fig.2 円形状端部カバー

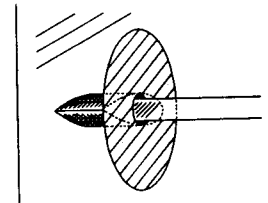


Fig.3 翼形状端部カバー

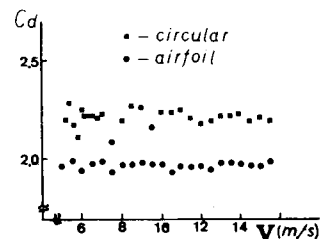


Fig.5 端板比に対する抗力係数

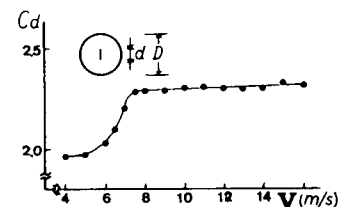


Fig.6 閉塞効果と端板効果との合成

告によれば、閉塞率の増加と共に抗力係数は漸増するはずである。それに対して端板の大きさを一定として、Fig.5のように $5 \leq D/d < 7.5$ あたりで急変する現象があるため、これと閉塞率との相乗効果によつて、Fig.6のような形でFig.1の現象が生じたと考えられる。すなわち、模型の大きさを变化させて閉塞効果を検討する場合には、端板比も抗力係数のパラメーターとなっていることに留意する必要がある。

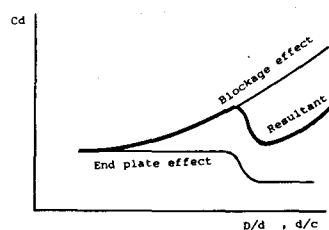


Fig.6 閉塞効果と端板効果との合成

4. 背圧分布 高田は端板の大きさによる抗力の急変減少は背圧分布の二次元性が確保されないためだと述べているが、果たしてそうであろうか。流れに直角方向の背圧を測定した結果が、Fig.7である。これによると、模型の中央部75%の範囲では、各端板比における背圧分布の二次元性はそれ程差があるとは言えない。ちなみにこの範囲における背圧分布の二次元性は $D/d = 6$ の場合が最も良いと言える。端板比と背圧との関係は、抗力との関係と非常によく一致しており、何故この背圧が端板比と共に急変するのかを考える必要がある。背圧を生み出すのは、物体周辺の流速分布特性であり、物体周辺流れの挙動を知らなければならない。

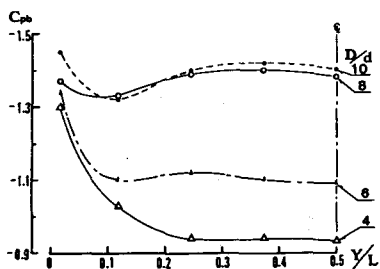


Fig.7 端板比に対する背面圧力係数

5. 後流域の流れ場 Fig.8~Fig.11は、平板後流の流速変動をX型熱線流速計を用いて測定した結果である。端板比 $D/d = 4$ と10について流れ方向流速 (U_x)分布をFig.8とFig.9に、鉛直方向流速 (U_z)分布をFig.10, Fig.11に示している。これらの図中の各曲線はそれぞれ、接近流速 $U = 1.0 \text{ m/s}$ で、平板の後流において流れ方向に平板から $X = 0.5d, 1d, 1.5d$ の位置で測定したものである。 U_x についてみると、 $D/d = 4$ の後流域内の U_x は $D/d = 10$ のほぼ半分程度であり、逆に層流域では $D/d = 10$ の U_x より30%程度上昇している。また、 U_z 成分についてみると、 $D/d = 4$ では後流域内でほぼ零になっているにもかかわらず、 $D/d = 10$ では中心軸に向かう成分が生じている。これと同時に、層流域内では $D/d = 4$ の方が U_z のより大きな外向き成分を生じている。模型中央部での後流域内の流速の挙動と背面圧力および抗力との挙動は全くの一致を見せており、物体背面近傍の背圧および流速の二次元性が端板の大きさによって影響を受けているために、上述の現象が生じているのだと簡単には言い切れそうにない。流れの二次元性そのものの検討は行っていないが、Fig.4の結果と合わせ考えると、後流の二次元性と言うよりも後流と風洞壁面に生じている境界層との相互干渉が主たる原因となっていると考えられる。すなわち端板の大きさとしては、後流と境界層との相互干渉が生じない大きさを選ぶのだと理解すべきであると考えられる。後流と境界層との相互干渉については更に詳細な検討を加えることにしている。

参考文献

- 1) 中口他：トラス構造塔体の静的風圧荷重 日本航空学会誌N0.121
- 2) 久保他：風洞の閉塞効果に関する基礎的研究 風工学年講(1983)
- 3) 高田：垂直平板のWakeの実験 乱流実験シンポジウム集(1968)

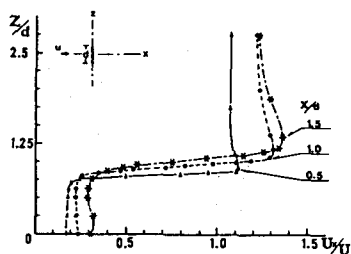


Fig.8 後流域内流速の水平成分 [$D/d = 4$]

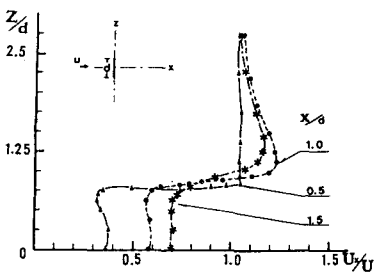


Fig.9 後流域内流速の水平成分 [$D/d = 10$]

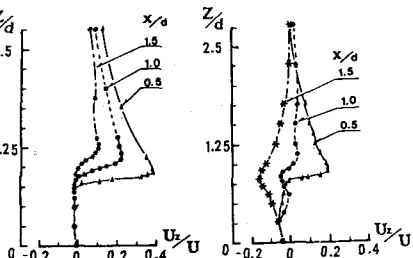


Fig.10 後流域内流速の垂直成分 [$D/d = 4$] Fig.11 後流域内流速の垂直成分 [$D/d = 10$]