

111 スリットを有する物体の抗力特性に関する研究

Studies on Drag Characteristics of Flow Around Immersed Bodies with a Slit.

○学 林 稚人 (帝京大・院) 正 小幡 輝夫 (帝京大理工)

Wakato HAYASHI, Graduate Student, Teikyo University
Teruo OBATA, Teikyo University, Utsunomiya, Tochigi**Key Words :** Fluid, Circular Cylinder, Drag Reduction, Drag Coefficient, Slit, Flow Visualization

1. はしがき

本研究は物体の抗力低減の基礎データを得ることを目的として、物体にスリットを設け、前方よどみの回避や、後流の圧力回復を促進させた場合についての流れの特性を実験的に明らかにする。

2. 実験装置

2-1 風洞装置と実験方法 実験は図1に示す二次元煙風洞を用い、高さ480mm、横800mm、幅100mmのテストセクション内に供試円柱を取りつけた。円柱の中心を座標原点とし、 $x=600\text{mm}$ での流速をピトー管(直径7mm)、正確度0.01mmAqの精密微差圧計により動圧を測定した。データは15秒間に10回の周期でサンプリングし、パソコンにとり込んだ。流速の相対的不確かさは0.25%以内である。

検査体積(I-IとII-II囲まれた部分)内に運動力保存則及び連続の関係から導かれる次式を用い、流速分布から、単位長さ当たりの抗力 D を算定した。

$$D = \rho U_{\infty} \int_0^L U dy - \rho \int_0^L U^2 dy \quad \dots(1)$$

他方、円柱表面に直径0.8mmの静圧口を設けた供試円柱により、圧力分布を計測し、これを数値積分する方法でも、確認をしている。

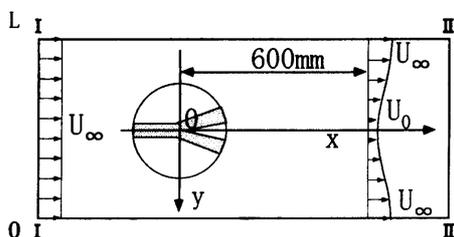


Fig.1 The test section and coordinate.

2-2 供試円柱 図2に示すように供試円柱は、直径 $d=60\text{mm}$ 、長さ $L=97\text{mm}$ で精度よく加工した塩化ビニール製の部位をブロック方式で組み立てた。それらの形状と寸法および実験パラメータを図2に示す。S型はストレートなスリットで、スリット幅を b とした。Y型は流れ方向に向いたY字スリット(Y型)の入口、出口の幅は $b=6\text{mm}$ 、円柱中心から扇の中

心までの距離 h_1 を1mm、くさびの先端までの距離 h_2 を3mmとした。開き角度 θ は $15\sim 40^\circ$ 内を8種類である。表示記号Y24とはY字型で $\theta=24^\circ$ を表わしている。他に幅5mmの厚み2.5mmのテープ(市販の隙間テープを加工)を 45° の角でピッチ18.85mmの間隔で円柱表面につる巻き状に巻いたSP型についても供試した。

3. 実験結果・考察

3-1 後流のフローパターン 渦形状のフローパターンの一例を図3に示す。特徴的な事項をまとめると以下のようになる。

(1)SP型はN型に比べて後流が狭く、渦構造が見られない。(2)S型は、スリット内を通り抜ける流体が後流へ流れ、流線型である。(3)Y型では、自己噴射がはく離領域の圧力の小さいへ向かう流れが見られる。(4)(e)と比べて(f)では、後流が大きくなり、渦構造が見られる。(5)(f),(g),(h)では、スリット内に自己吸い込みと自己噴射が交互に生じるために後流が大きくなっている。

3-2 速度分布と抗力係数 スリットを設けることによる利点は、スリットを通して流体の自己吸い込みと、自己噴射が生じる。すなわち前方よどみがなくなること、はく離領域の圧力回復の割合が自己噴射により上昇することである。

無次元化した速度欠損分布を図4に示す。ここで U_0 はX軸上の流速を表している。 θ が変化しても円柱の場合の速度欠損分布と同様に、x軸に対して左右対称の分布であり、Y字による流れの偏りは見られない。煩雑さを避けるために一部の θ についてのデータだけを示してあるが、速度欠損量は8種類の開き角度で比べると $\theta=24^\circ$ の場合が最も小さく、 θ が増すごとに徐々に大きくなる傾向にある。またS型スリットの場合に比べてもは小さい。これらのことから円柱背面から後流域に向かって、自己噴射させると圧力の回復が促進され、最適な角度があることがわかる。

S型を90度に傾けた場合(図3(h)参照)には大幅な速度欠損が見られ、さらに、Y180の円柱を $\alpha=180^\circ$ (図3(f)参照)では、より大幅な欠損が見られた。

式(1)で算定した抗力から求められた抗力係数 C_D 円柱の

C_{DN} との差を図5に示す。S型の場合、スリット幅が小さい方が抗力係数は低下する。すなわち円柱中心線上で後流へ自己噴射する場合には、抗力特性に流速も関係している。

SP型も抗力が減っていることがわかる。これは、岐点から成長する境界層のはく離点が軸方向で異なるために、通常の円柱のような二次元的な渦構造がブレイクされ、周期性をもつ渦構造とはならないことが寄因していると推考される。

Y字については図の煩雑さを避けるためY24しかのせてはいないが、 θ が小さくなるのに伴い C_D 値は漸減し、 24° 付近が極小となり、スリットなしの円柱の約20%の低減に達している。

4. あとがき

円柱の中心に流れ方向にY字スリットを設けた場合等の抗力について、 $Re=60000$ で一定、Y字の開き角度をパラメータにした実験を行い、以下の結論を得た。

(1) Y字スリットはスリットのない円柱の場合と比べて抗力が低減する。最も低減効果の大きいY字の開き角度は 24° 付近であり、約20%の低減効果が期待でき、ストレートなスリット(S6)の場合に比べても約10%の抗力低減が期待できる。

(2) 流れに対して垂直方向にスリットを入れた場合、後流の乱れが激しくなる。これはスリット内に自己吸い込みと自己噴射が交互に生じていることに寄因している。

参考文献

- (1) 中山 泰喜、流体の力学、'98。
- (2) 日本機械学会、計測の不確かさ、'87
- (3) 林・金沢・小幡、ブロック合同講演会-'02 宇都宮、講演 p. 47-p. 48

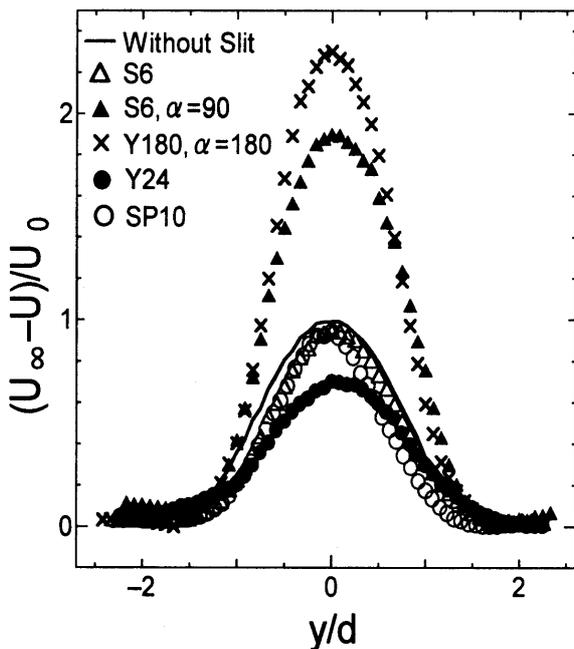
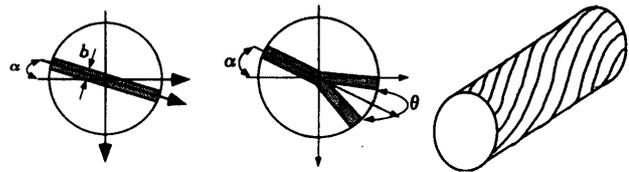


Fig.4 Influence of the slit and spiral exerted of a non-dimension velocity deficit distribution.



Type S		Type Y		Type SP	
Pattern	Name	Pattern	Name	Pattern	Name
b/d=0.1	S6	$\theta = 24^\circ$	Y24	Pitch=18.85mm	SP10
b/d=0.05	S3	$\theta = 180^\circ$	Y180	Pitch=62.83mm	SP3

Fig.2 Flow immersed bodies.

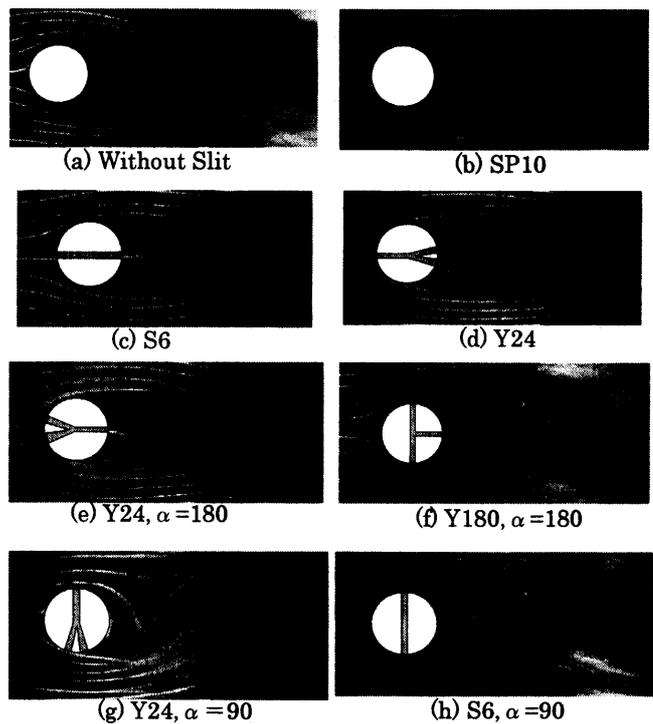


Fig.3 Typical photographs of the flow visualization.

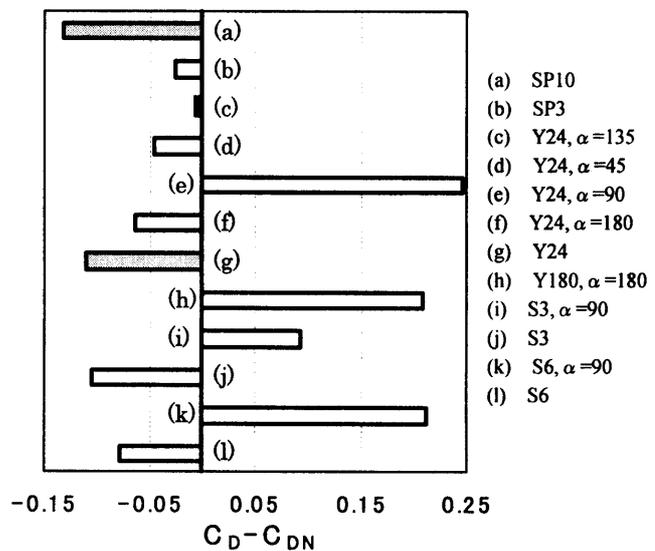


Fig.5 Difference between the drag coefficients solid cylinder and several cylinder with slits.