

大阪府立工業高等専門学校 正員・岡南博夫
京都大学 工学部 正員 白石成人
京都大学 工学部 正員 松本 勝

1. まえがき

鈍い物体の下流には顕著な剥離流を形成し、非線形現象としての周期的な後流流速変動の安定性の問題、実際の問題として構造物の振動振動発生メカニズムの問題、またそれらに及ぼす接近流の流束の効果の問題等剥離流に関する問題には、なお不明な点が多い。本研究は、このような剥離流に関する問題として、矩形断面の背圧係数および後流流速変動に及ぼす主流の気流変動の効果を実験的に調べ、剥離を伴う物体の空力現象に及ぼす乱流効果等を検討しようとするものであるが、ここでは基礎的な実験結果を報告するものである。

2. 実験装置および実験方法

使用した風洞は、大阪府立工業高等で試作した吹出し式風洞(0.4m×0.4m)であり、本風洞は、整流羽上流側に設置した回転羽根式シャッターによって主流方向に周期的な変動風を発生することが可能である。矩形断面模型は、平均風速と直交する方向の辺長 $D=4\text{cm}$ を一定とし、平均風速方向の幅 B を変化させ辺長比 B/D の異なる模型とする。模型の長さ L は $6D$ であり、各模型には $5D \times 5D$ の端板(厚 1mm のアルミ製)を取付け、さらに端板の外側には導流壁(厚 5mm のアクリル樹脂製)を設置した。また、平均背圧は模型背面中央付近にあげた直径 1mm の穴からビニールチューブによってベッツ型マノメータに導き測定した。実験時の $Reynolds$ 数は D を基準長さとした場合、 $1 \sim 2 \times 10^4$ である。矩形断面後流には、Karman渦が発生するか、Karman渦の発生していない状態における背圧係数 C_{pb} の辺長比 B/D に関する変化特性を調べるため、後流よみ線にスプリッター板(長さ $23D$ 、厚 2mm のアルミ板)を設置した実験を行った。なお、このスプリッター板は、平均流方向に可動であり、スプリッター板の位置を変化させることにより、 $-C_{pb}$ 、および周辺気流変動を測定し、Karman渦の発生状態を調べる。流速変動のRMS値は、熱線流速計とRMS計によって求められた。実験は、一様流(乱れの強さ 1.2%)、主流方向に周期的な変動成分を有する変動流、および格子乱流を行った。

3. 実験結果および考察

図-1は、スプリッター板の位置を変化させた場合の正方形断面の $-C_{pb}$ の測定値であり、白丸印はスプリッター板を下流側へ引抜いていく状態、黒丸印は上流側へ挿入していく状態で測定した結果である。スプリッター板によってKarman渦の発生を抑制した状態から板を下流側へ引抜いていく際断面周辺気流が同周期的な変動を開始し $-C_{pb}$ が急に大きくなるとその板の位置を x_{ks} 、一方、Karman渦が発生している状態へ板を模型背面側へ挿入していく際同周期的な変動の終止し、 $-C_{pb}$ が急に低下する時の板の位置を x_{ke} とする。図-1より x_{ks}/D と x_{ke}/D は異なる値を示し、顕著なヒステリシス特性が認められる。

このような x_{ks}/D 、 x_{ke}/D を周期的変動流中で測定した結果が図-2、図-3である。図-2は正方形断面、

図-3は辺長比0.5の矩形断面の結果である。各々の図に主流方向同期流の同投数と後流流速変動(Karman渦)の同投数 f_k との比 f_{ks}/f_k を同時に示した。図-4は、辺長比0.5の矩形断面の背圧係数を同期流中で測定した結果

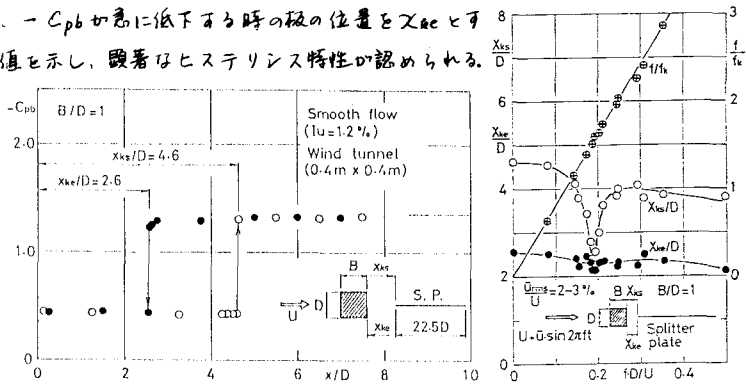


図-1 背圧係数のスプリッター板の位置による変化

図-2 x_{ks}/D , x_{ke}/D , f_{ks}/f_k vs x/D

であり、Karman渦発生周波数の2倍成分付近でピークが存在し、渦発生流の振幅を大きくすれば、その傾向は強くなる。従来、薄翼の後流、および急変する角部より利離した利離せん断層が、外部のスピーカーによって音響的に周期的な強制擾乱が与えられた場合、高調波および分数調波成分を有する流れとなる結果が報告されており、後流流速変動の非線形現象としての特性が示されている。また、著者は¹⁾、以前矩形断面の抗力係数を主流方向渦発生流中で測定したに、アフターボディの影響の小さい特に辺長比0.62以下の断面でKarman渦発生周波数の偶数倍成分でピークが顕著となった。後流流速変動特性の一つと考えられる X_{ks}/D 、

辺長比0.5の断面では $f/f_k = 2$ 付近で極小値ととり、 $-C_{pb}$ の極大値ととる特性との関連性が認められる。一方、図2に示される辺長比1の正方形断面では、 X_{ks}/D の極小値は $f/f_k = 1.5$ 付近にあり、 $B/D = 0.5$ の結果と大きく異なる。このように主流に含まれる変動成分の効果は、断面のアフターボディの影響を大きく受ける。図5図6は、 X_{ks}/D 、 X_{ke}/D 、 $-C_{pb}$ および後流流速変動が極大となる点と模型背面との距離 X_{tr} を D で無次元化して X_{tr}/D を辺長比に関する変化特性として示した。図5は一樣流、図6は格子孔流中の結果である。これらの図より、 X_{ks}/D 、 X_{ke}/D と $-C_{pb}$ との相関性の小さいことが認められるが、 X_{ks}/D の B/D に関する変化特性は、従来報告されているStrouhal数の B/D に関する変化特性と類似している。一方、 X_{tr}/D と $-C_{pb}$ との相関性がよく、これらを両対数紙上にプロットしたものが図7である。図5、図6

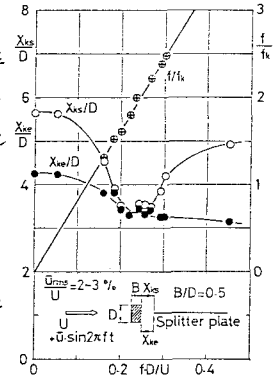


図3 X_{ks}/D , X_{ke}/D , $f/f_k - f/DU$

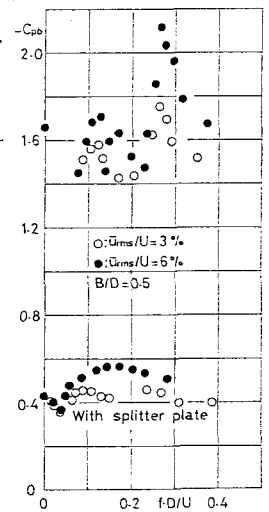


図4 $(-C_{pb}) - fD/U$

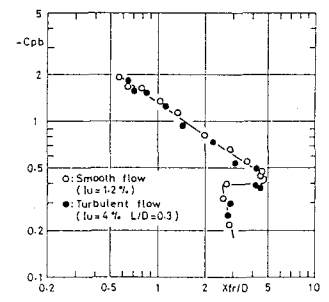


図7 $(-C_{pb}) - X_{tr}/D$

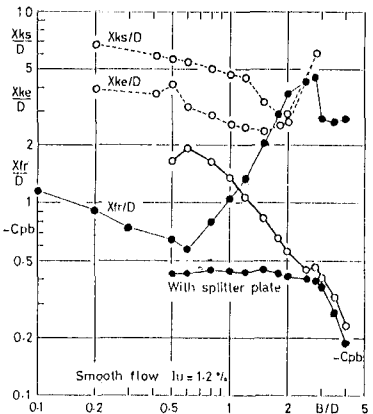


図5 抗力係数、後流流速変動の辺長比に関する変化特性(一樣流)

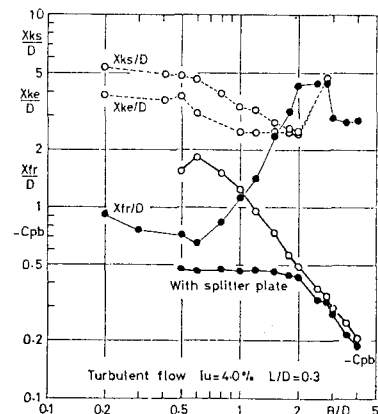


図6 抗力係数、後流流速変動の辺長比に関する変化特性(乱流)

最後に、実験と手伝っていにいに大阪府立高専校師樋口治氏、当時学生中尾勝利氏(現大阪市)、沢田幸治氏(現中央復建コンサルタント)に謝意を表する。

参考文献) 岡南・白石・松本、日本風工学会誌、No.16、1983

2) 岡南・樋口・中尾・沢田、昭和59年度土木学会関西支部講演要集