

I-311 振動するbluff-bodyの臨界面面

九州大学応用力学研究所 正会員 平田勝哉、同 中村泰治

1. はじめに

我々は、昨年の講演⁽¹⁾で、全ての無次元風速($\bar{U}=U/(Nh)$, U :風速, N :物体振動数)で振動矩形柱の臨界面面が存在すること、その各々の臨界面面から再付着型平均圧力分布が現れることを述べた(ただし、概要集には未掲載)。今回、我々は、矩形柱に加えてD型断面柱についても流れに直角に加振し、先の講演とも併せて 振動するbluff-body一般の臨界面面について研究を行った。bluff-bodyとは流線型でない物体である。

2. 実験方法

実験方法は、先の講演で述べたのとほとんど同じ方法であった。違いは、モデルがD型断面柱と追加の矩形柱であったことである。

3. 結果

図1は、矩形柱とD形断面柱について、断面比(d/h)を次第に増やしていった時の無次元風速に対する背圧係数の変化を示したものである。 d/h の増加にともなう背圧の変化は非常に複雑であるが、両者のパターンが非常に似ていることが解る。

先の講演で述べたことを次ぎに要約する。流れの中の振動矩形柱では $\bar{U}$ が小さくなるにつれて、せん断層の再付着が促進される。これを、ここでは広帯域効果と呼ぶ。従って、ある $\bar{U}$ より再付着型圧力分布(図2を参照)が現れるが、それは臨界面面でもある。一方、共振風速では異常に再付着が促進される。こちらは渦との共振効果(或は狭帯域効果)と呼ぶ。以上のことは、今回、D形断面柱についてもほぼ同様な結果が得られた。但し、矩形柱の場合ほど顕著でない。

これらのことより、図1に示した振動するbluff-bodyに共通する変化のパターンをみると、次のようになる。図3,4,5に、背圧係数の $\bar{U}$ に対する変化パターンを図式的に示す。断面は、図3では薄く、図4,5と次第に厚くなっている。図3において、 $\bar{U}$ の大きい方から見てゆく。 $\bar{U}$ が小さくなるにつれて、広帯域効果の為にせん断層の再付着が促進される。従って背圧は、徐々に低下してくる。共振風速に達すると、放出渦と物体振動との共振の為に背圧は急減する。しかし共振風速を過ぎると、再び背圧が徐々に低下する。やがて再付着型圧力分布が現れ始めると、今度は背圧が回復し始めるのである。この際に現れるなだらかな第二の背圧のピークは、ほぼ広帯域効果によって現れる臨界面面に対応することを確認した。広帯域効果の性質の為、このピ

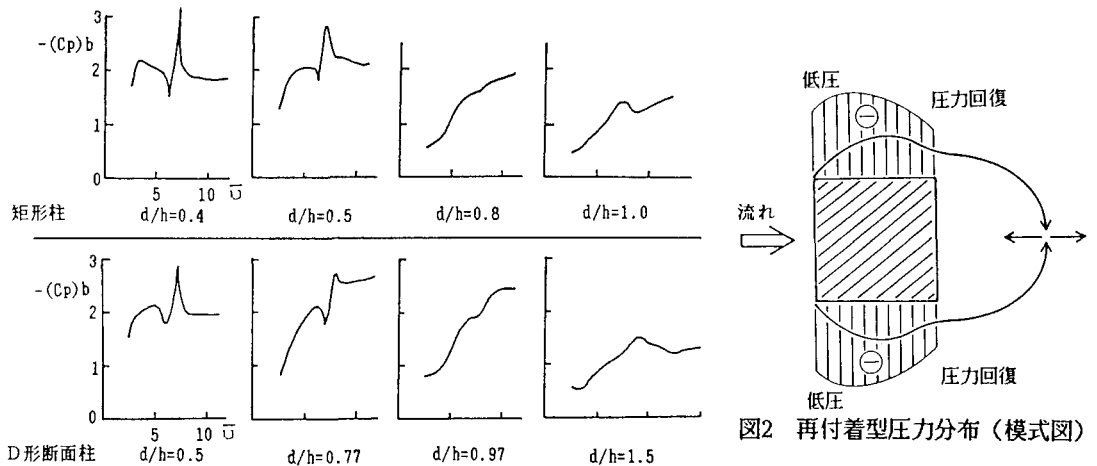


図1 $\bar{U}$ に対する背圧の変化

図2 再付着型圧力分布(模式図)

ークは断面が厚くなるに従って高速側に移動する(図4)。静止時の臨界断面より厚くなった時はピークはもはや存在せず、背圧の値は $\bar{u}$ の増大とともに静止時の背圧へと漸近するだけである(図5)。次に共振効果についてみる。薄い断面(図3)では、再付着が異常に促進され臨界断面に近づくので、背圧が急激に低下する。断面が厚くなり臨界断面をすぎる場合には、共振効果の性質は図4より図5によく示されている。即ち図5では共振の為に異常に再付着型が進み過ぎ、周囲の風速(A点、C点)よりも共振風速の近く(B点)で背圧が回復したのである。共振効果の広帯域効果との差は、この様に時間平均流の観点からは、再付着型を異常に進めるといような程度の違いだけと考えられる。

広帯域効果の性質のうち重要なものを次ぎに示す。図6は、 $\bar{u}$ の小さい時、モデル後方に十分長いスプリッター板を挿入して渦を消した場合と、挿入しない場合の、モデル表面圧力分布を比較したものである。絶対値は違っているが、よく似た分布パターン即ち再付着型圧力分布が双方に現れることは、広帯域効果が渦の存在とは本来独立であることを示す。もっとも、風速が増すにつれて渦との相互作用が強まることも付記しておく。

4. 結論

振動する bluff-body は、全ての $\bar{u}$ で各々の臨界断面を持つ。

振動の効果には、1. 広帯域効果と2. 共振効果(狭帯域効果)の二つがある。広帯域効果では、 $\bar{u}$ が小さくなるにつれて臨界断面が薄くなる。即ち、再付着型圧力分布が促進される。共振の際は、再付着型圧力分布が異常に促進される。広帯域効果は渦の存在とは本来独立である。

上記1.と2.によって、振動する bluff-body に共通した背圧係数の変化のパターンが説明できる。

(1) 土木学会第41回学術講演会(1986)

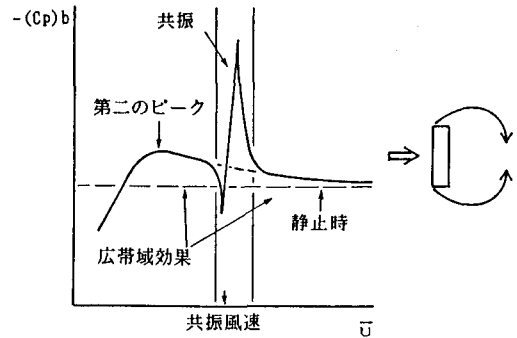


図3 薄い断面の背圧の変化(模式図)

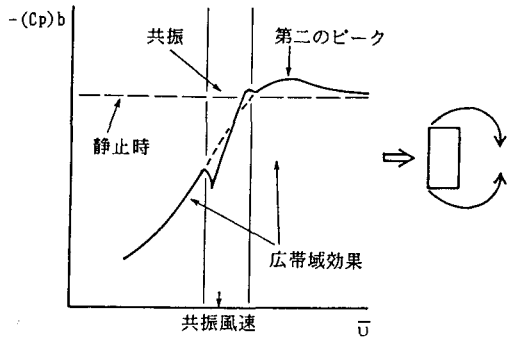


図4 やや厚い断面の背圧の変化(模式図)

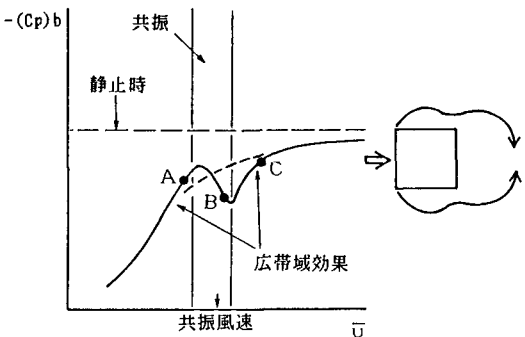


図5 厚い断面の背圧の変化(模式図)

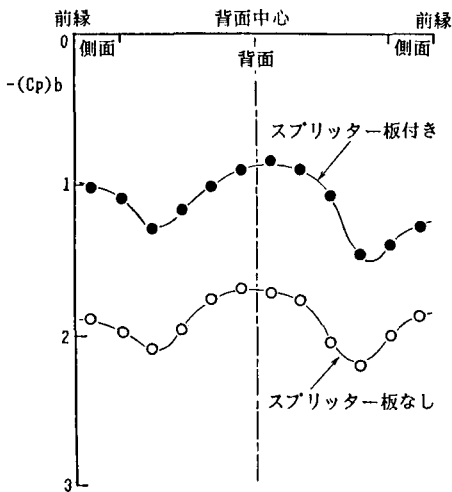


図6 圧力分布(D形柱, $d/h=0.7$, $\bar{u}=3.9$)