

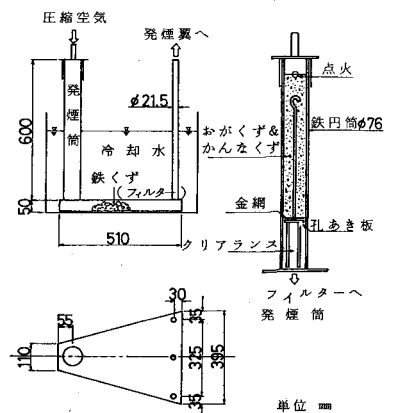
変動流中における矩形断面の定常空気力と流れの可視化

大阪府立工業高等専門学校 正員の岡南博夫
京阪電気鉄道 園田誠司
日本道路公団 高原好孝

1. まえがき. 矩形断面の臨界辺長比(約0.62)付近において、抗力係数 C_D あるいは背圧係数の符号を変えた $-C_D$ が大きくなる。この現象に対して、剝離せん断層が断面アッターボディの影響を受け、渦の平均巻込位置、伴流子ども点、あるいは剝離渦形成領域が断面背面側に接近するとの説明が行われ、後流に放出される周期渦の効果の大きいことが報告された。また、臨界辺長比より大きな辺長比を有する断面では、時間平均流のフローパターンの観察から側面に沿った局所循環流の形成されることが報告されている。本報告では、上記のような臨界断面付近の抗力係数の特性に対して、主流に周期的な主流方向の刺激を与えることにより、時間平均抗力係数の主流変動周波数変化特性を測定し考察を行う。同時に、断面周辺流れの状態を可視化して調べ考察を加えることを目的とした。

2. 実験方法. 使用した風洞は、大阪府立工業高専で試作した小型脈動風洞(測定断面 $0.4\text{m} \times 0.4\text{m}$)である。実験に用いた模型は、辺長比 $B/d = 0.15 \sim 1.25$ ($D = 4\text{cm}$) の12種類の矩形断面と今回はさらに $B/d = 0.25 \sim 1.25$ の8種類のコの字形断面(矩形断面の背面を取り除いた断面)を対象とした。各模型に作用する平均抗力は、三分力検出器(日章電機 LMC3501-2)によって、一様流中(乱れの強さ $I_u \approx 1.0\%$)、脈動流中、および格子乱流中($I_u \approx 7\%$)において測定した。また、断面周辺流れの状態を煙を使用したトレーサー法によって可視化し、写真撮影によって観察する。煙の発生方法は種々考えられるが、ここでは、なるべく大量の煙を発生し、悪臭を放つことなく長時間の実験に際して健康を害さない、さらに高価にならないことを考慮して図1のような煙発生装置を試作した。煙の量は送風量の調整にて行う。また、この装置によって発生した煙は、後縁端に幅1mm程度のスリットを有する発煙翼に導かれ風洞内で発煙する。発煙翼後方にはハニカムを設置して整流する。

3. 実験結果および結論. 図2～図4に実験の一部を示した。 C_D の各実験値は閉塞効果の補正を行っておらず、10%程度大きくなっているが、実験結果より以下のことが知られる。コの字形断面においても臨界断面が存在し、臨界辺長比は約0.4であり矩形断面の臨界辺長比より小さい。このことは、コの字形断面の側面後縁端エッジの存在が側面上への逆流を抑制し、その結果、中村・友成¹⁾による側面上の局所循環流の形成を容易にすることに起因すると考えられる。また、主流に与えた主流方向の周期的な刺激に対して、



Hiroo OKANAN, Seizi SONODA, Yoshitaka TAKAHARA

臨界辺長比から少し小さな辺長比までの領域（矩形断面では $a/b \sim 0.4$ 程度）で Karman 渦発生周波数の2倍、4倍の主流方向周期変動成分による増幅効果が顕著となり C_D が大きくなる。特に、この領域の辺長比を有する断面は、後流に放出される周期数の効果の大きいことを示すものと考えられる。

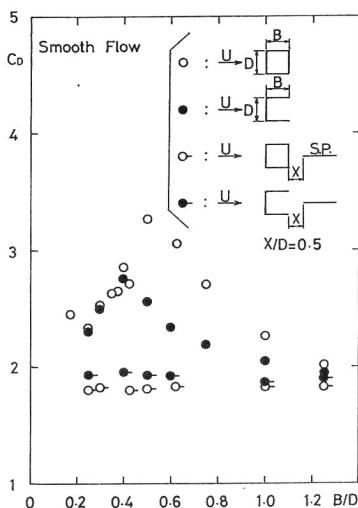


図2 $C_D - B/D$

小さな辺長比の断面では、主流変動の周波数の増大に伴って C_D の平均的レベルが大きくなる傾向を示すが、これは主流変動の刺激によって剥離せん断層に変動を与え死水域の連行効果を促進し背圧低下を招くことによると考えられる。一方、辺長比が臨界辺長比より大きくなれば、主流変動周波数の増大に伴って C_D の平均レベルが低下する。これは、主流変動によって側面上の流体の連行効果が促進されるに従って、臨界辺長比より大きな辺長比の断面では後縁端部の影響によって背面から側面上への逆流が抑制され剥離せん断層が側面に接近すること、しかって、また背面からの逆流流量が少なくなり背圧が回復すると考えられる。このような主流変動による剥離せん断層への影響は、高周波成分の寄与が大きい。流れの状態を示す写真の一部を写真1、写真2に示した。前述のこととの関連性等については当日発表した。

最後に、本研究を行うに当たり御支援いただいた京都大学白石成人教授、松本勝助教授に心より感謝いたします。

参考文献. 1) 中村友成, 第6回風工学シンポジウム, 1980

写真1

$B/D = 0.425$

定常
(矩形)

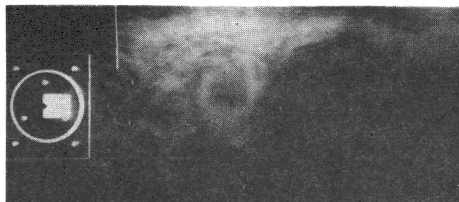


写真2

$B/D = 0.425$

$f/f_k \approx 2.0$
(矩形)

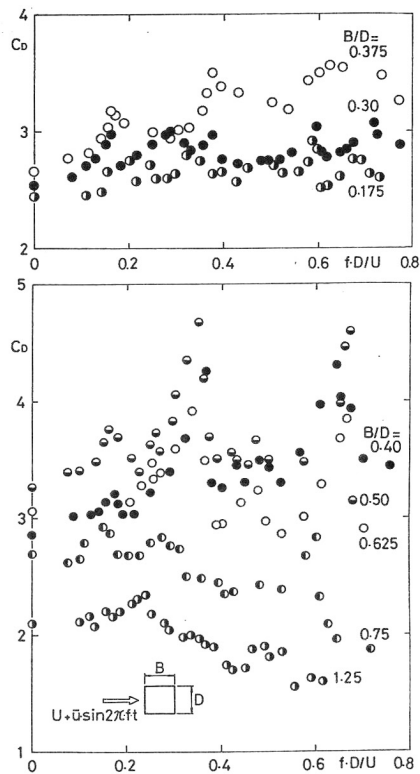
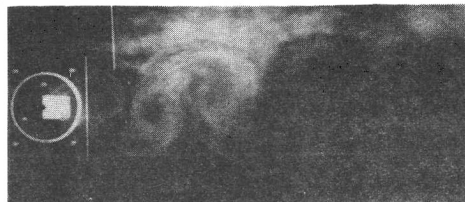


図3 $C_D - f \cdot D/U$ (矩形断面)

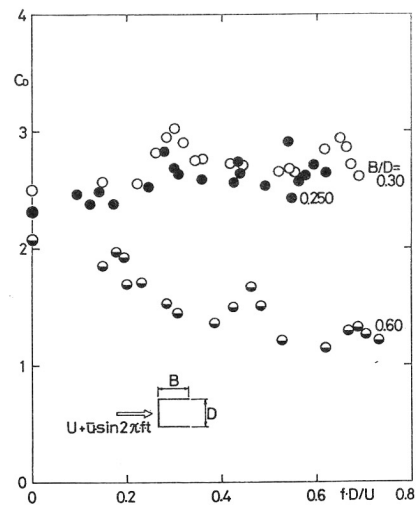


図4 $C_D - f \cdot D/U$ (コの字形断面)