

II-148

振動するゲートに作用する非定常流体力の実験研究（第2報）

三菱重工業（株）高砂研究所 正員 今村 建二

三菱重工業（株）横浜研究所 大久保 精二

三菱重工業（株）横浜製作所 金子 徹

1) 緒言 ; 筆者等は前報において、ゲートの自励振動発生限界の研究を、ゲート底面の圧力変動値の解析を通して行ない、その有効性を示した。本報は上記手法で実施した研究のなかで、ゲートの形状が自励振動発生限界に与える影響について得た結果の例を示す。

2) 理論 ; 詳細は既往の文献に譲り、ここでは概要を図1を用いて説明する。流れのなかで振動する物体に作用する流体力 F が、物体の変位 $x = a \cos \omega t$ に対し遅れ位相 β を有するとき、物体の振動に対する流体減衰力は下式で与えられる。

$$C' \dot{x} = F_0 \sin \beta \cdot \sin \omega t \quad (1)$$

ここに、もし位相 β が進み位相（負の遅れ位相）であれば、式(1)の C' は負値をとり、流体力は負の減衰力を発生し、振動系に自励振動を発生させることがある。

3) ゲートに作用する流体減衰力の計測 ; 図2を用いて説明する。同図において、模型ゲートを、モータとクランクで振動させる。そのときのゲート底面の圧力変動値、及び圧力とゲート変位との間の位相差を計測する。すると流体減衰力は下記のごとく係数化し得る。

$$(1). \text{局所値} ; c_i' = (\Delta p_i \cdot \sin \beta_i) / \{a \omega \cdot \gamma \Delta H\} \quad (2)$$

$$(2). \text{積分値} ; c' = \Sigma \Delta c_i' (d_i / D) / \Sigma (d_i / D) \quad (3)$$

ここに γ は水の比重量であり、他の記号は図2を参照されたい。

図3は、上述の方法で得た c' の例である。供試ゲート形状は後述する図4(b)及び(c)に示すものであり、 f はゲートの振動数である。同図において換算流速 $V_r = \sqrt{2g\Delta H} / fD = 5 \sim 10$ で負減衰力が発生する現象が明確に把握されている。

4) 局所減衰力の分布の特徴 ; 図4に空中で自励振動中の長方形物体表面の減衰力分布及びゲートにおける負減衰発生域でのゲート底面の減衰力分布の例を示す。同図(a)では、前縁付近に正減衰力が分布し、やや下流側に負減衰力が分布し、さらに後縁付近では負減衰力が減少している。つぎに同図(b)、すなわち前縁リップ形ゲートでは、上流側に負減衰域があり、後縁付近では正の減衰力が発生している。この現象については次のごとく考えている。長方形物体の減衰力分布に見ることのできるように、物体の振動にともな

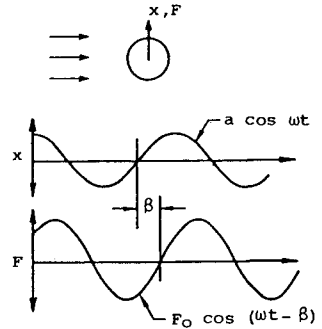


図-1 非定常流体力の概念

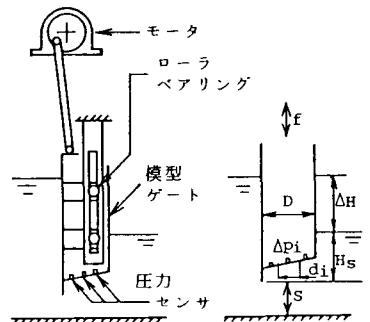
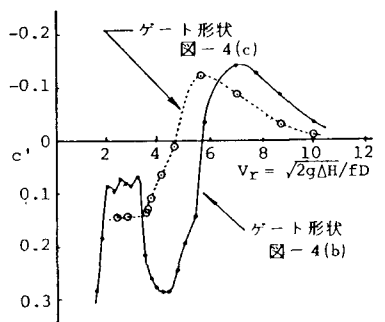


図-2 実験装置及び記号の説明

図-3 流体減衰力係数測定結果例
($S/D = 0.5$, $a/D = 0.02$, $H_s/D = 1.5$)

って放出される周期渦が、物体に負減衰力を作用させる状態にまで発達するには、剝離域の大きさもある程度発達していることが必要である。また、その渦流出状況とゲート変位方向との相互関係により、剝離域下流で負減衰力が減じることがある。前縁リップ形ゲートでは前縁から大きな剝離域を形成しているので前縁近くにおいても負減衰作用が発生し、その下流側では逆に正減衰力が発生する。

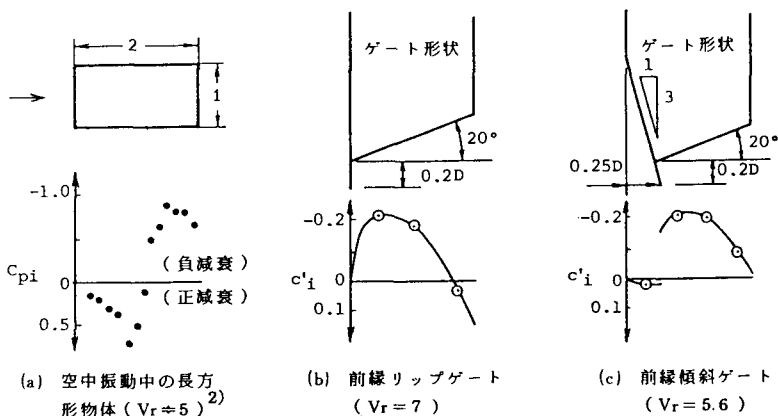


図-4 流体減衰力分布の例

つぎに同図(c)の前縁後退リップ形のゲートではリップより下流域は全て負減衰域であることが特徴的である。これはリップが後方に移動しているためにゲート底面には、負減衰力発生剝離域のみが残ったことによる。逆にリップより上流側の面ではゲートが振動中には必ず正の減衰力が発生するが同図(c)の場合、その値は小さい。したがって、同図(c)の形のゲートは同図(b)の形のゲートに比し、リップより下流の負減衰作用が強いために低い流速で自励振動を生じやすい。もとより、リップが最後縁まで後退すると、全域正減衰域となるから自励振動は生じない。したがってここで着目すべきことは、浮力調節の目的でリップを後退させると必ず振動しにくくなるのではなく、むしろ自励振動特性がピーク値をとる状態があるということである。またこの現象にはリップより上流側の面の傾斜角も影響し、その傾斜が水平性を増やしてくると正の減衰力が増大し、かえって振動しにくくすることは充分考えられる。

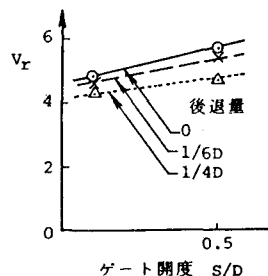


図-5 前縁後退量と自励振動発生 V_r 値の例（前縁勾配1:3, $a/D=0.02$, $H_s/D=1.5$ ）

5. リップの後退量の影響； 図5にリップの後退量を種々変えた場合の自励振動発生限界換算流速測定結果の例を示す。この限界値は図3に示すごとく c' が正から負に移行する条件から求めた。図5に示すごとく、前面の勾配が1:3の場合には、前縁の後退量を $1/4D$ に到るまでに増大させてもかえって低い換算流速で振動が発生する。

6. 結 び； ゲートの自励振動発生限界の研究をゲート底面の流体減衰力分布解析を通して行ない、ゲート形状が、自励振動発生限界に及ぼす影響の例について述べた。ゲート前面を傾斜させると次第に振動しにくくなるとの概念があったが、傾斜角のとり方、あるいはリップ後退量の選び方によっては、かえって振動しやすくなる領域があることを示した。

参考文献 1) 今村他“振動するゲートに作用する非常流体力の実験研究”第41回年講（1986）
2) 橋本他“渦励振動に及ぼす気流の乱れ効果に関する一考察”第41回年講