

## 下端放流ゲートに作用する流体力について

新日本技術コンサルタント ○高村 清  
長崎大学工学部土木工学科 富樫宏由  
長崎大学 " 平山康志

## 1. はじめに

下端放流式ゲートは、放流時に流水より複雑な励振を受け、ゲートの弾性系と連成して振動を生じることがあり、流水振動として研究されている。ここでは、ゲートを固定して、「リジッドゲート」に作用する流体力の特性を、主としてゲート底面角( $\alpha$ )との関連で実験的に調査した結果を報告する。

## 2. 実験模型、測定装置、実験要領

(1) 実験水路：水路長 15 m、高さ 0.8 m、幅 0.8 m の回流式定常流開水路を用いた。

(2) 実験模型：模型は、底板、導流壁、ゲートより構成される。ゲート下端は、一例を図-1に示すように、下端形状4種類を取り換え可能とした。図-2に示す底板及び導流壁の上下流端ガイドは、ステンレス製とし、他はすべてアクリル製とした。ゲート厚さは 10 cm とし、実物との寸法縮尺比は、1 : 30 を想定した。

(3) 圧力センサー、動ひずみ増幅器：S T研究所製PFS-02抵抗線式圧力センサー及び、日本電気三栄製6M82増幅器を、それぞれ5セット使用した。

(4) データの収録及び処理：パソコンTEAC:PS9816を使用し、データを収録し解析した。データの取り込み時間は、25.6 (s)、サンプリング周波数は、80 Hz とした。

(5) 実験要領、実験条件：事前に、ゲート上流側の2点(ゲートから 25, 55 cm 上流で水路底より 5 cm の高さの位置)で、接近流の変動圧を測定、乱れのないことを確認した。又、実験開始の都度、キャリブレーションを行なった。実験条件を表-1に示す。

## 3. 測定結果とその考察

流体力のもつ非定常性を、卓越周波数とそのパワースペクトル密度で調査した。

(1) ゲート底面角( $\alpha$ )と流体力：ゲート底面角( $\alpha$ )と流体力の卓越周波数(ストローハル数  $Sh = f \cdot d / V$  で整理している)の関係を、図-3、図-5に示す( $\alpha$ の符号は、図-3参照)。又、 $\alpha$ と流体力の卓越周波数スペクトル密度との関係を、図-4、図-6に示す。図-3、図-4は、各測点別に、各水位差での測定値の平均値を、図-5と図-6は、各水位差別に、測点1での測定値を示す。図-3、図-5より、ストローハル数( $Sh$ )が、0.1 と 0.015 の2種のモードが存在する。図-4、図-6より、顕著な周期性は、 $\alpha = 0^\circ$  (平底)の場合に生じ、特に、 $\alpha > 30^\circ$  では、周期性は、弱い。又  $\alpha > 0^\circ$  では、 $Sh = 0.1$  のモード

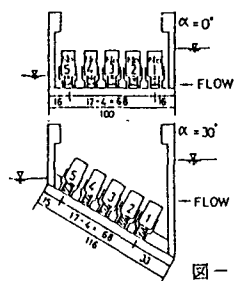


図-1

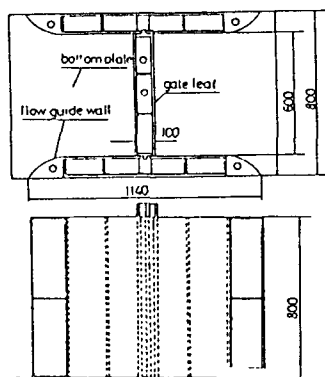


図-2

| H-h   | $\Delta H$ | V   | S            |          |          |          |
|-------|------------|-----|--------------|----------|----------|----------|
|       |            |     | $\alpha = 0$ | $\pm 15$ | $\pm 30$ | $\pm 45$ |
| 30-20 | 10         | 140 | 2            | 5        | 8        | 5        |
| 50-30 | 20         | 198 | 2            | 5        | 8        | 5        |
| 60-30 | 30         | 242 | 2            | 5        | 8        | 5        |

H: 上流水深 (cm)  $\alpha$ : ゲート底面角 ( $^\circ$ )  
h: 下流水深 (cm) S: ゲート開度 (cm)  
 $\Delta H$ : 上下流水位差 (cm)  
レイノルズ数  $Re = 7.6 \times 10^4 \sim 2.8 \times 10^5$   
フルード数  $Fr = 1.35 \sim 11.83$

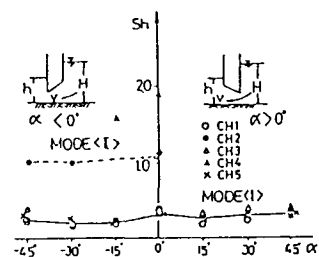


図-3

は測定されない。

(2) ゲート開度 ( $s$ ) と流体力 :  $\alpha = 0^\circ$  の場合について、 $S$  と流体力の卓越周波数の関係を、図-8に示す。図-7より、開度が、 $2 < S < 8$  cm の範囲では、ストローハル数は、 $S$  に無関係に、ほぼ一定である。又、図-8より、モード〈I〉、モード〈II〉の周波数に対して、共に、 $S = 5$  cm のとき、周期性がもっとも強くあらわれ、その前後で周期性は弱くなることを示している。

#### (3) 上下流水位差 ( $\Delta H$ ) と流体力

図-5より、卓越周波数 ( $Sh$ ) は、 $\Delta H$  に無関係に、ほぼ一定であるが、その周期性は、図-6より  $\alpha > 0^\circ$  のとき、 $\Delta H = 30$  cm でやや強く現れる。

#### (4) 各測点での測定値の特徴

図-3、図-4により、各測点間に大きな相違は認められない。しかし、 $\alpha = 0^\circ$  のとき、CH 3, CH 4 で (ストローハル数 約 0.2、0.3) モード〈I〉、〈II〉とは異なる高周波数成分が測定された。又、 $\alpha = 45^\circ$  で、やや周期性が強くなっている。

#### (5) 測定結果の考察

(a) 測定結果をまとめると、流体力の卓越周波数は、 $Sh = 0.015$  と  $0.1$  の2種のモードがある ( $\alpha = 0^\circ$  のときのみ、 $0.2$ 、 $0.3$  のモードも存在する)。その周波数は、この実験条件の範囲内では、 $\alpha$ 、 $S$ 、 $\Delta H$  により、あまり変化しない。ただしその周期性は、 $\alpha = 0^\circ$  のときもっとも強く、 $\alpha > 30^\circ$  のとき特に弱くなる。又周期性は、開度  $S = 5$  cm のとき、もっとも強くなる。

(b) これら流体力に、卓越周波数が生じるメカニズムについては、尚詳細の検討を必要とするが、(イ)項の結果を考えると、 $Sh = 0.1$  なるモード〈II〉の周波数は、後流渦によるもの、 $Sh = 0.015$  なるモード〈I〉の周波数は、バイステープル・フロー<sup>2)</sup>によるものと考えられる。

(c) 開度  $S = 5$  cm の近傍で周期性が最大となる結果は、既発表の論文<sup>2)</sup>と一致する。

#### 4. む す び

ゲート底面角 ( $\alpha$ ) をつけることは、下端放流ゲートに作用する流水励振力を減少させる点で有効である。特に、 $\alpha$  を  $30^\circ$  以上とすることが望ましいことが判明した。流体励振及び、ゲート振動のメカニズムを解明する次の段階として、ゲート振動時の非定常流体力の測定を計画している。

#### 参考文献

1. "Flow-induced forces and vibrations" pp.3-38 BY E. NAUDACHER.
2. "Vortex-excited vibrations of underflow gate" Journal of Hydraulic Research vol.24-1986-2 p-140 BY E. NAUDACHER.

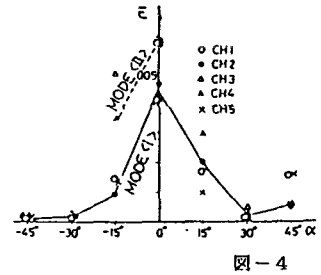


図-4

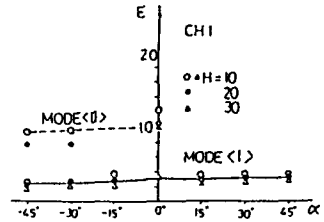


図-5

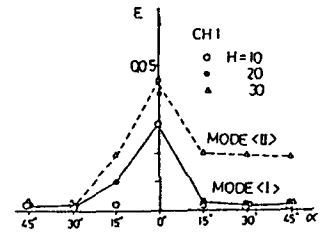


図-6

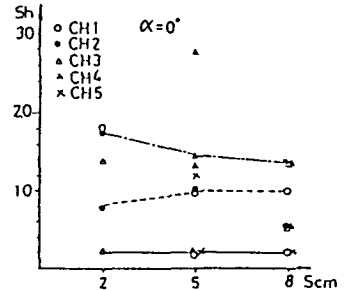


図-7

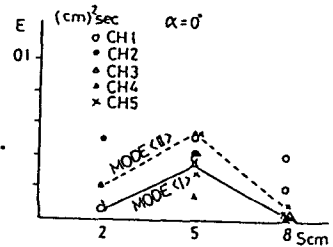


図-8