

### Ⅲ-20 自動水制および自動取水堰に関する研究

大阪市立大学工学部 正員 工博 永井 荘七郎  
大阪市立大学大学院 正員 〇高田 彰

#### 1 諸言

平板及び曲板を軸の周りに自由に回転するようにして流体中に置くと、平板及び曲板は廻動して流れに対し、ある角度をなして安定する。これには水平軸と鉛直軸の場合が考えられるが、こゝには鉛直軸の場合について述べる。(図-1)

鉛直軸の周りに回転する物体は流れに対してある角度をなして安定するが、この安定になる位置が一つの場合と二つの場合がある事が分った。即ち軸に関して左右両翼のモーメントが流れに対し、等しくなる位置が一つだけのものと、二つのものがあるわけである。これを種々の形状について行い、安定数一つの場合と二つの場合に分類し、形状及び軸の位置と流れに対する安定角度、安定数、安定の程度、軸に働く動水圧、並に水流に及ぼす影響等を考察する事が出来た。又安定数が一つでしかも流れに対して  $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$  の安定角度を持つものを取り出し、これを河川の水制(図-2)及び頭首工(図-3)に応用できる範囲によって発展させる事が出来た。更に以上の研究に付随して、水位の変動に伴って生ずる左右翼板のモーメントの変化によって自動的に堰板を開閉する鉛直軸の自動取水堰を考察する事が出来た。(図-4)

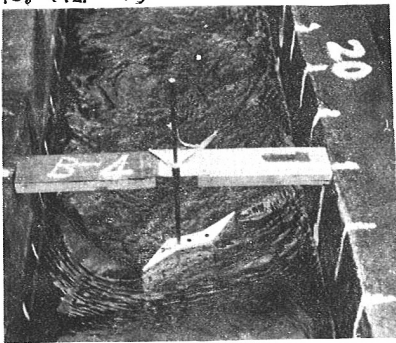


図-1

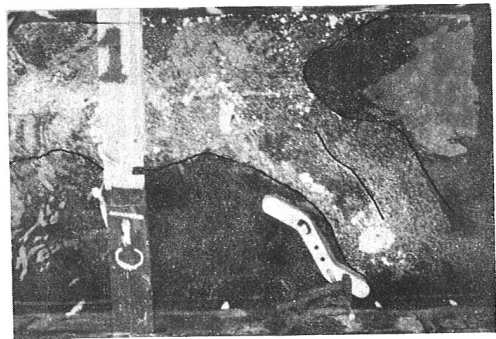


図-2 自動水制

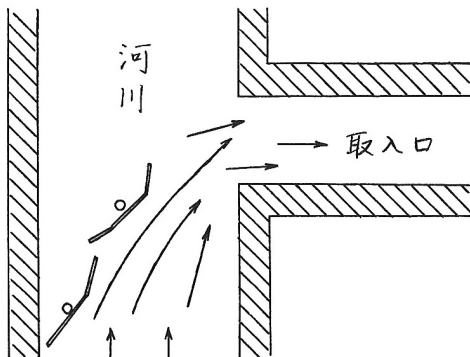


図-3 頭首工への応用

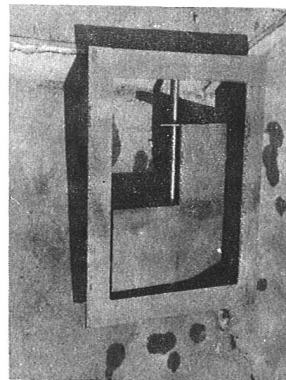


図-4 自動取水堰

## 2 実験の概要

(a) 平板及び曲板の実験は、幅  $0.40\text{ m}$ 、深さ  $0.50\text{ m}$ 、長さ  $10\text{ m}$  の開水路で行い、鉛直軸の直径は  $6\text{ mm}$  と  $50\text{ mm}$  の二種類。平板及び曲板の大きさは、長さ  $15\text{ cm}$ 、高さ  $10\text{ cm}$  のものと長さ  $30\text{ cm}$ 、高さ  $15\text{ cm}$  のもので、種々の形状を  $400$  個作製して実験を行った。流量は  $15\text{ l} \sim 90\text{ l}$ 、流速は  $0.125\text{ m/sec} \sim 1.67\text{ m/sec}$  の範囲である。(図-5)

(b) 自動水制の実験は、幅  $2.50\text{ m}$ 、深さ  $0.55\text{ m}$ 、長さ約  $20\text{ m}$  の開水路に鉛直軸の直径  $50\text{ mm}$  で長さ  $30\text{ cm}$ 、高さ  $15\text{ cm}$  のものを  $6$  基設置して、流れの影響を調べた。(図-6)

(c) 自動取水堰の実験は(a)の実験の開水路で行い、堰の幅は  $30\text{ cm}$ 、高さ  $30\text{ cm}$  で堰上オの板を全面積の  $1/4$  切欠する。尚鉛直軸の直径は  $15\text{ mm}$  である。(図-4)

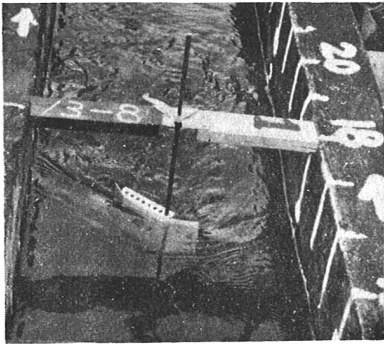


図-5 曲板の実験

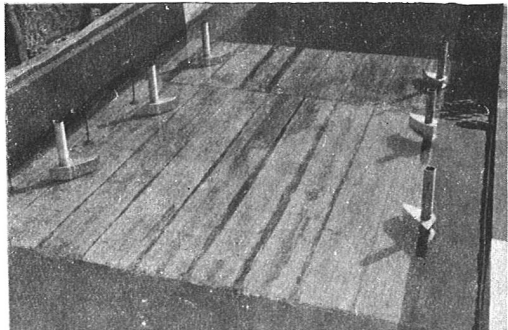


図-6 自動水制

## 3 実験の結果

### (i) 平板 (図-7)

この実験において、平板に作用する動水圧はすべて鉛直軸が受ける事になるので、逆の考え方をすれば、平板が流れに斜に置かれた場合の動水圧の合力の作用点は軸の位置であると見なす事ができる。図-8 に示す如く平板が流れの方向に  $\theta$  なる角を為すとすれば動水圧  $P_n$  の作用点の位置は Joëssel の実験に依れば  $e/l = 0.195 + 0.305 \sin \theta$  なる実験式で与えられる。しかし著者らの実験に依れば  $e/l = 0.133 + 0.367 (\sin \theta)^{0.6}$  なる実験式になり、多少違った結果が出て来たので再検討したいと思う。Joëssel の実験式と著者らの実験式を図示すれば 図-9 の如くなる。

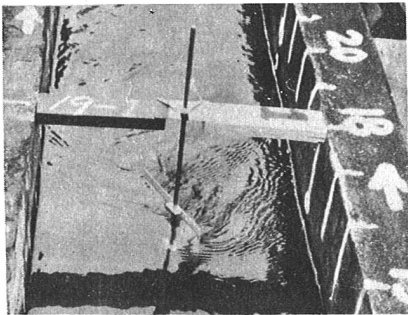


図-7 平板の実験

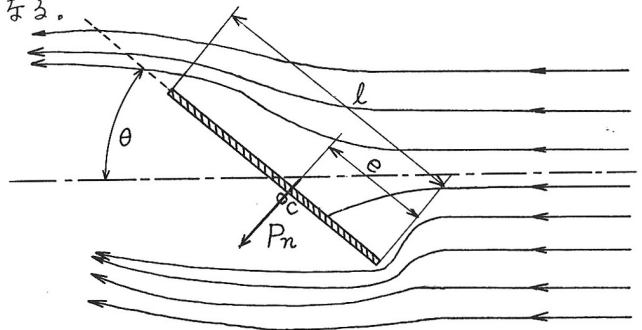


図-8

### (ii) 曲板 (図-5)

平板の基本的な曲げ方には2つ折り、3つ折りが考えられ、図-10の様な3種の折曲げ方がある。図-10の様な模型を397個作製して安定数を実験した所全体の約2/5(139個)は安定数が一つ、2/5(168個)は安定数が二つ、残りの1/5(90個)は流速により安定になる位置が1つに

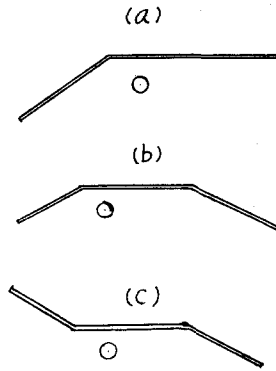


図-10 板の折曲げ方

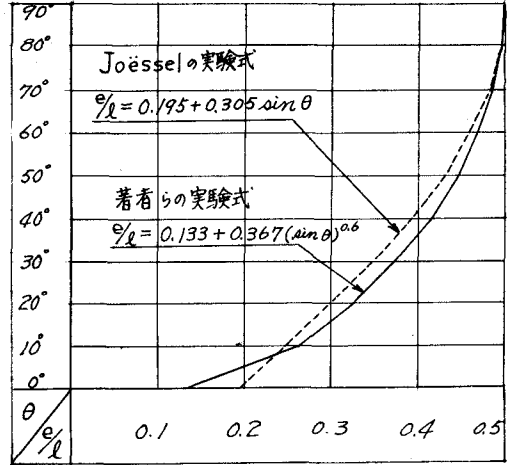


図-9 流体中に置かれた平板の合力の作用点の位置

### (iii) 自動水制 (図-6)

曲板の実験において、安定数が一つでしかも河川の水制及び頭首工として実際に応用できるものを取りだした所次の8種類である。但し折曲げ角度はいずれも30°であり、その折曲げ方は図-10のうちの(a)、(b)である。

| NO | 第1折曲長<br>$l_1$ (cm) | 第2折曲長<br>$l_2$ (cm) | 第3折曲長<br>$l_3$ (cm) | 先端から軸Iの周囲距離<br>$S = l_1 + a$ (cm) | 平板の折曲方法 |
|----|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------------|---------|
| 1  | 21                  | 9                   | —                   | 6 ~ 9                             |         |
| 2  | 15                  | 15                  | —                   | 5 ~ 8                             |         |
| 3  | 6                   | 14                  | 10                  | 8 ~ 10                            |         |
| 4  | 10                  | 14                  | 6                   | 10 ~ 12                           |         |
| 5  | 6                   | 10                  | 14                  | 8 ~ 9                             |         |
| 6  | 6                   | 6                   | 18                  | 8 ~ 9                             |         |
| 7  | 10                  | 10                  | 10                  | 10                                |         |
| 8  | 10                  | 6                   | 14                  | 10                                |         |

図-11 自動水制として適する型

### (iv) 自動取水堰

図-4の様な上方を切欠した可動堰を図-12に示す如き開水路に設置すると、切欠きにかゝらない間の水位の時は左右両翼のモーメントが等しいので水路を閉塞しているが、水位が増して切欠きの部分にかゝるとモーメントのバランスがくずれて堰板は徐々に開いて放流する。又放流によって水位が下ると左右のモーメント差が小さくなって再び少しずつ堰板は閉じて来る。そして水位が切欠きの部分にまで下ると堰板は完全に水路を閉塞する。

この様な構造物を河川より取水路に必要な流量を分流せんとする場合に、河川を横断して、或は河川と取水路との分岐点に設置すれば所要の流量を分流して、増水時は左右両翼板のモーメント差によって、自動的に回転して余水を河川へ放流する事ができる。

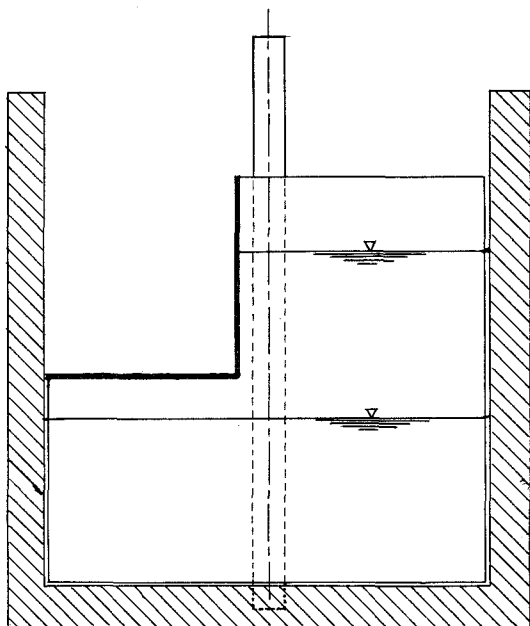


図-12 (a) 自動取水堰

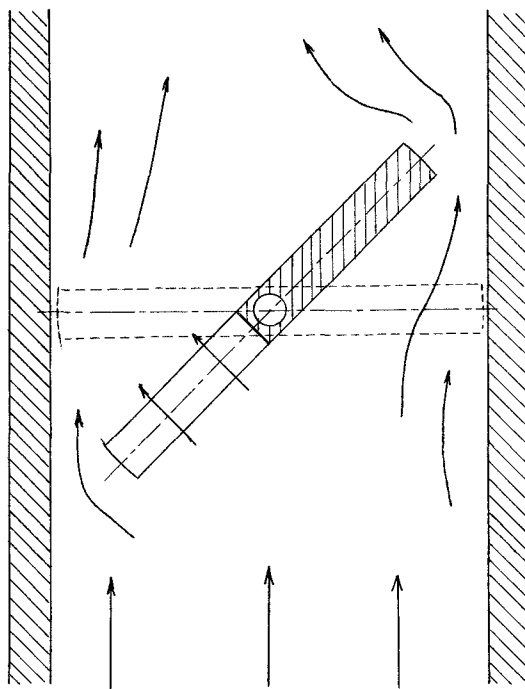


図-12 (b) 自動操作