

II-41 自動水制および自動堰に関する研究(第2報)

大阪市立大学 工学部 正 員 工 博 永井 莊七郎
 大阪市立大学大学院 学生員 博士課程・高田 彰

1. まえがき

昨年開かれた第16回年次学術講演会および第9回国際水理学会(IAHR)において次の事柄を述べた。

鉛直軸の周りに自由に回転出来る屈折板は流れに対して安定になる位置が1つの場合と2つの場合とがあって、それは屈折板の形状と軸の位置に関係するものである。そこで安定数が1つでしかも流れの方向を円滑に変え得るもので、河川の水制、分岐水路の入口、およびかんがい用水路の頭首工に適用出来る屈折板として図-1の8種類が好ましい。そしてこれを自動水制と名付ける。

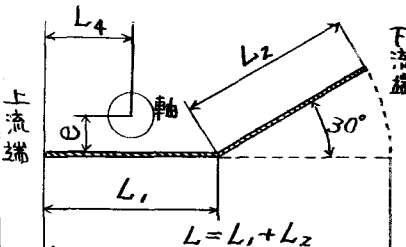
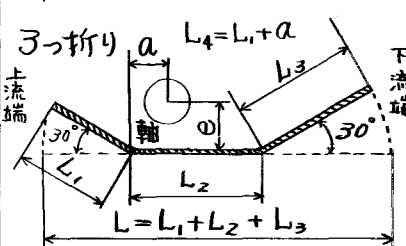
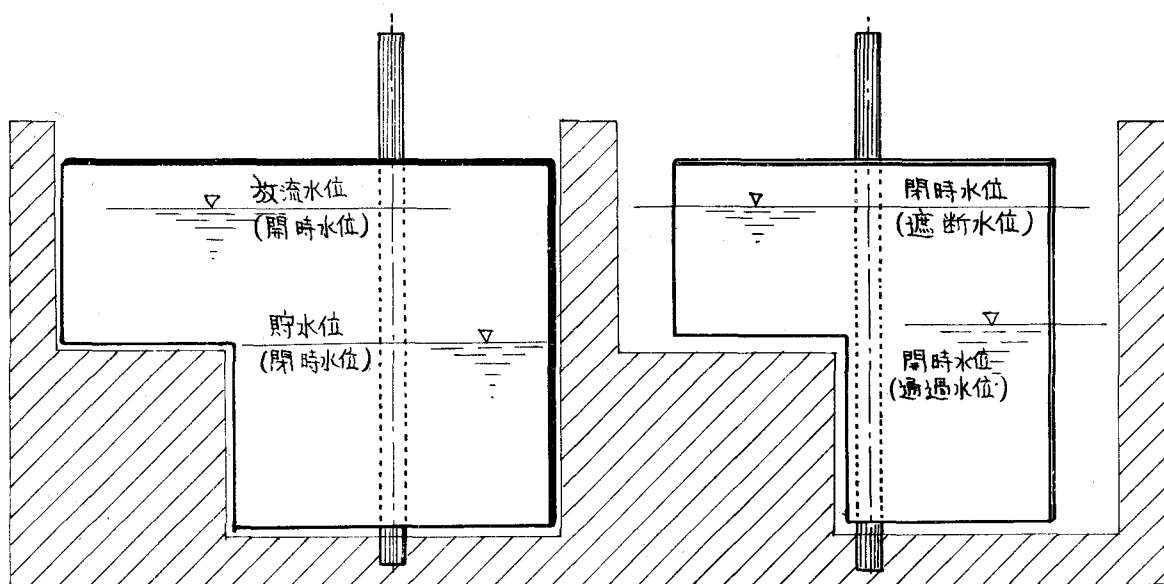
型式	第1折曲長 L_1	第2折曲長 L_2	第3折曲長 L_3	上流端から軸までの 周囲距離 L_4	屈折板の折曲方法
A	$(\frac{7}{10})L$	$(\frac{3}{10})L$	0	$(\frac{1}{5})L \sim (\frac{3}{10})L$	2つ折り 
B	$(\frac{1}{2})L$	$(\frac{1}{2})L$	0	$(\frac{1}{6})L \sim (\frac{4}{15})L$	
C	$(\frac{1}{5})L$	$(\frac{7}{15})L$	$(\frac{1}{3})L$	$(\frac{4}{15})L \sim (\frac{1}{3})L$	
D	$(\frac{1}{3})L$	$(\frac{7}{15})L$	$(\frac{1}{5})L$	$(\frac{1}{5})L \sim (\frac{2}{5})L$	
E	$(\frac{1}{5})L$	$(\frac{1}{3})L$	$(\frac{7}{15})L$	$(\frac{4}{15})L \sim (\frac{3}{10})L$	3つ折り 
F	$(\frac{1}{5})L$	$(\frac{1}{5})L$	$(\frac{3}{5})L$	$(\frac{4}{15})L \sim (\frac{3}{10})L$	
G	$(\frac{1}{3})L$	$(\frac{1}{3})L$	$(\frac{1}{3})L$	$(\frac{1}{3})L$	
H	$(\frac{1}{3})L$	$(\frac{1}{5})L$	$(\frac{7}{15})L$	$(\frac{1}{3})L$	

図-1 自動水制の形状と軸位置の関係

更に以上の研究に付随して堰の上流あるいは下流の水位を常に一定にするために(従来は水平軸の周りに回転する自動堰が使用されて来たのであるが)一鉛直軸の周りに回転する自動堰について研究を行い、図-2(a),(b)に示す如く堰板に切欠きを作り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自動堰と考案した。

今回は引続き自動水制(屈折板)の安定角度、動水圧、ならびに自動堰の分類について述べる。



(a) 上流側制御自動堰

(b) 下流側制御自動堰

図-2 永井-高田式自動堰

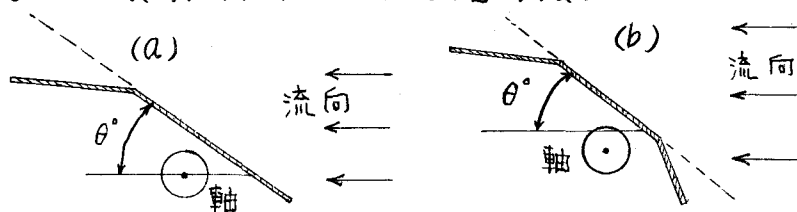
2 自動水制(屈折板)の流れに対する安定角度

図-1のそれぞれに相当する自動水制を表-1の如く41個(11種類)造り,その屈折板の流れに対する安定角度を測定した結果が表-2に示されている。なお測定角度は図-3に示すように流れの方向に対する軸板の角度をもって表はす。

自動水制 の型式	第1折曲長 L_1 (cm)	第2折曲長 L_2 (cm)	第3折曲長 L_3 (cm)	上流端から軸まで の周囲長 L_4 (cm)	軸の直径と偏心距 離 e (cm)	屈折板の大きさ と実験範囲
A-1	10.5	4.5	0	3.0	軸の直径は0.6 cm と5.0 cmの2種類	屈折板の大きさは 長さ15 cm × 高さ10 cm
A-2	10.5	4.5	0	4.0		
B-1	7.5	7.5	0	2.5		
B-2	7.5	7.5	0	3.5		
C-1	3.0	7.0	5.0	4.0	軸の偏心距離 e は、0.9 cm, 1.5 cm, 2.5 cm, および3.5 cm の4種類	実験水路は長さ10 m × 幅0.40 m × 深 さ0.5 m, 実験流量 $15 \frac{l}{sec} \sim$ $90 \frac{l}{sec}$ 流速 $12.5 \sim 167 \frac{cm}{sec}$
C-2	3.0	7.0	5.0	5.0		
D	5.0	7.0	3.0	5.0		
E	3.0	5.0	7.0	4.0		
F	3.0	3.0	9.0	4.0		
G	5.0	5.0	5.0	5.0		
H	5.0	3.0	7.0	5.0		

表-1 実験に用いた自動水制(屈折板)

図-3 安定角度の
測定位置



自動水制の型式	軸の偏り e (cm)	自動水制の安定角度 (θ°)						自動水制の全動水圧比 (P_0/p)		
		鉛直軸が 入るさいとき ($\phi=5.0$ cm) 中央におく	鉛直軸が小さいとき ($\phi=0.6$ cm) 側壁に近づけておく 動く範囲		水路の中央におく 動く範囲		(水路中央においた場合の測定)	最大動水圧比 (P_0/p) _{max.}	最小動水圧比 (P_0/p) _{min.}	平均動水圧比 (P_0/p) _{mean}
			中央におく	平均	中央におく	平均				
A-1	0.9	—	41°~42°	41°	17°~36°	26°	0.70	0.31	0.49	
"	1.5	—	39°~42°	42°	17°~32°	27°	—	—	—	
"	2.5	—	39°~42°	40°	26°~35°	31°	—	—	—	
"	3.5	38°	40°~42°	41°	34°~38°	35°	—	—	—	
A-2	0.9	—	44°~49°	45°	37°~46°	43°	0.53	0.44	0.49	
"	1.5	—	41°~43°	42°	39°~47°	43°	—	—	—	
"	2.5	—	47°~49°	48°	41°~45°	43°	—	—	—	
"	3.5	45°	44°~47°	47°	40°~44°	43°	—	—	—	
B-1	0.9	—	35°~38°	37°	28°~33°	31°	0.27	0.17	0.22	
"	1.5	—	33°~35°	34°	25°~31°	28°	—	—	—	
"	2.5	—	39°~43°	41°	30°~35°	33°	—	—	—	
"	3.5	40°	33°~34°	33°	28°~32°	29°	—	—	—	
B-2	0.9	—	40°~45°	43°	28°~38°	34°	0.31	0.14	0.23	
"	1.5	—	38°~43°	43°	25°~35°	31°	—	—	—	
"	2.5	—	36°~39°	38°	29°~35°	32°	—	—	—	
"	3.5	58°	40°~42°	41°	26°~40°	37°	—	—	—	
C-1	0.9	—	59°~60°	60°	40°~47°	44°	0.56	0.34	0.45	
"	1.5	—	57°~60°	59°	37°~44°	41°	—	—	—	
"	2.5	—	51°	51°	4°~29°	17°	—	—	—	
"	3.5	33°	51°~52°	51°	2°~43°	41°	—	—	—	
C-2	0.9	—	—	—	52°~57°	55°	0.61	0.56	0.58	
"	1.5	—	—	—	53°~55°	54°	—	—	—	
"	2.5	—	—	—	49°~52°	51°	—	—	—	
"	3.5	50°	—	—	46°~49°	48°	—	—	—	
D	0.9	—	53°~58°	56°	47°~51°	49°	0.71	0.64	0.68	
"	1.5	—	48°~50°	49°	27°~49°	41°	—	—	—	
"	2.5	47°	39°~41°	40°	-4°~34°	15°	—	—	—	
E	0.9	—	40°~44°	42°	35°~38°	37°	0.36	0.31	0.33	
"	1.5	—	37°~38°	37°	26°~33°	29°	—	—	—	
"	2.5	—	33°~35°	34°	26°~33°	30°	—	—	—	
"	3.5	39°	33°~35°	34°	21°~29°	27°	—	—	—	
F	0.9	—	—	—	25°~34°	30°	0.06	0.03	0.04	
"	1.5	—	—	—	23°~32°	28°	—	—	—	
"	2.5	—	—	—	23°~31°	27°	—	—	—	
"	3.5	—	—	—	23°~26°	25°	—	—	—	
G	1.5	—	56°~57°	57°	52°~57°	56°	0.51	0.40	0.46	
"	2.5	—	51°~52°	52°	44°~49°	47°	—	—	—	
"	3.5	50°	49°~50°	49°	43°~47°	45°	—	—	—	
H	1.5	—	54°~55°	54°	49°~51°	50°	0.50	0.42	0.46	
"	2.5	—	49°~51°	50°	47°~49°	49°	—	—	—	
"	3.5	43°	49°~50°	49°	39°~46°	44°	—	—	—	
表-2 自動水制の安定角度と全動水圧比 平均							0.51	0.37	0.44	

3. 自動水制（屈折板）に働く全動水圧

自動水制と同じ大きさ（長さ15 cm×高さ10 cm）の折り曲げない平板が流れに直角におかれた場合に作用する全動水圧を1として、種々な形の自動水制に働く全動水圧の値を表わしたものが表-2の中に示されている。

以上の安定角度、および動水圧の実験より次のことが云える。

(1) 自動水制として適する屈折板の安定角度(θ°)は大体 $30^\circ \sim 50^\circ$ の範囲に含まれ、動揺しないものが好ましい。又軸の偏心距離を変えてもあまり安定角度に影響のないものが好ましい。

(2) 屈折板と水路の側壁に近づけておいた場合と水路の中央においた場合とでは安定角度にかなりの違いが見られ、一般に側壁に近づけておいた場合は中央においたときよりも安定角度は大きくなる傾向がある。

(3) 流速と安定角度は一般に無関係であるが、流速が小さくなるにつれて屈折板の動く範囲が大きくなる。遂にある流速以上に大きくすると不動の状態に屈折板は安定する。

(4) 軸の大小により安定角度にかなりの影響が見られ、一般に軸径が大きくなると安定角度は大きくなる傾向にある。

(5) 自動水制に働く全動水圧は、同じ大きさの平板が流れに直角におかれたときに作用する全動水圧の約 $\frac{1}{2}$ であると思なしてよい。

(6) 図-1に示す8種類の中でどれが一番、自動水制として適しているかということはまだ検討の余地があるが、Gの型式が安定角度、安定状態、流れの状況、および動水圧に好ましい結果が得られた。

4 自動堰の分類

自動堰は主にかんがいおよび排水における流量配分水施設の1部となすものであって、全自動堰と半自動堰とがあるが一般に自動堰といえは全自動堰と指し、半自動堰は本来の意味での自動堰とは異なるものである。従って狭義の自動堰の定義は「水位調整の安全と期するに、水位の変動に応じてそこに何らの人為的操作を加えることなく、自動的に開閉し目的に応じた一連の動作を完結する堰。」ということが出来る。

自動堰の分類は自動原理（動作原理）による分類と堰の開閉方向による分類の2方法がある。

(1) 自動原理（動作原理）による分類

- (i) 対重と利用する自動堰
- (ii) 浮力 “ “
- (iii) 揚力 “ “
- (iv) 水圧 “ “
- (v) 電気的操作による自動堰
- (vi) (i) ~ (v) と適当に併用する自動堰

(2) 堰の開閉方向による分類

- (i) 水平軸（横軸）を有し、上下方向（鉛直方向）に起伏する自動堰
- (ii) 鉛直軸（縦軸）を有し、左右（水平方向）に廻転して開閉する自動堰
- (iii) 上下の方向に堰全体が移動（滑動）して開閉する自動堰