

1) はじめに

我々の研究室では昭和48年度に河口セキ附近の塩水の浸入に関する実験をする機会を得た。その後この実験を補足するために、昭和48年度の卒業論文のテーマとしてとり上げて実験を行った。ここにまとめたものは、これらの実験データをもとにまとめたものである。実験の目的は流量調節をする河口ゲートで、下部放流方式の場合に、塩水クサビのゲート上流部への進入のなり最大ゲート開度を決めようとするものである。

ゲート操作の面から云えば、ゲート上、下流水位の水位差がどの程度の大きさになれば、塩水クサビの進入なりにゲートを開く事ができるが、又その開度の大きさはどの程度にすればよいと云う事になる。しかし、ここにまとめたものは、もっと基本的な、流量と塩水クサビの進入長、ゲート部の張号水深等の関係のみについてである。

2) 模型、実験装置、測定方法

実験水槽は図-1のような本製水槽で、前面には透明プラスチック板がつけられ流況が観測できるようになっている。中央部のピアの所にゲートをセットして、淡水、塩水をそれぞれの水槽より流せるようになっている。塩水、淡水の比重は比重計によってそれぞれの水槽の中で測定できるようになっている。

淡水はバルブで流量を調節し、塩水は流し去る量だけ補給する方法をとった。

模型は昭和48年度に製作されたものを利用した。

その概略の寸法は図-2に示されている2種類である。大きい方のゲートの場合にはゲート敷高は河床と同じであるが、ゲートの小さい場合には図-3に示すような高さの敷高の場合も組合わせている。測定の方法は、ゲートをセットし、流量もセットし、塩水クサビの浸入の停止する所を決定し、カラー写真を撮影した。実験条件はゲート開度と水位差の組合せで決定された。測定は撮影された写真を使用して、クサビの形状、ゲート部の張号水深等を求めた。上下流の水位差は5mm以上と開くと塩水はフラッシュされて、ゲート下には塩水が入ってこなくなる。したがって実験はこれ以下の所で行なわれている。

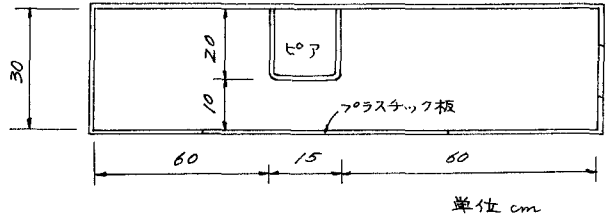


図-1

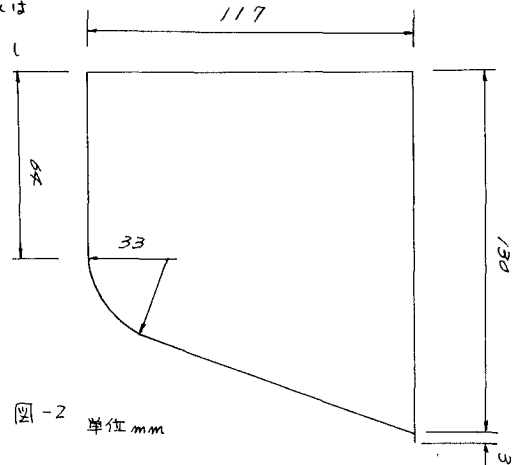
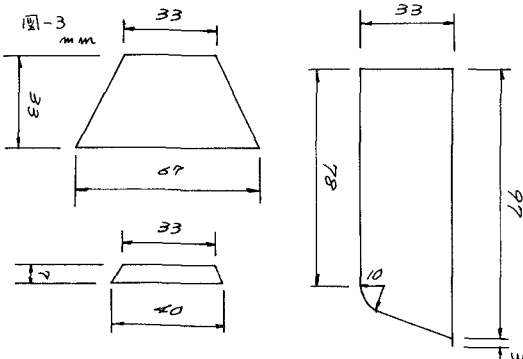


図-2 単位 mm

3) 実験結果

実験中の流れの状態の代表的なものを写真1～4に示してある。色の濃い方が塩水である。塩水貯水槽の塩水の比重は1.05であった。

写真1は小型ゲートでゲート敷が水平の場合でゲート角度が20°の場合である。写真2は同じく小型のゲートで敷角が高い場合である。角度は10°で塩水が上流側へ入るかどうかの限界の状態である。写真3は大型ゲートで、角度20°で上流側に塩水が浸入して十分に広がっている状態である。写真4は549年度の模型でゲートの中間まで塩水が浸入して停止している状態である。

上流へ浸入するかどうかはゲート角度を一定とすると流量によって決定される。そこで548年、549年度の名実験データを図-3のようち、各記号を使用してとりまとめることとす-1のごとくなる。各記号は H_1 が上流水深、 H_2 が下流水深、 Q が淡水流量、 α がゲート角度、 a_0 がゲート部における淡水水深、 l が塩水の浸入長である。

a_0 は限界水深に相当しているものと考えられ

$$a_0 = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{gB^2} \cdot \frac{1}{\epsilon - 1}} \quad (1)$$

$$\epsilon = w_s/w$$

で与えられる。 B はゲート部の水の流れる巾である。又 w_s は塩水、 w は淡水の単位重量である。したがって ϵ は塩水の比重を示していることになる。 a_0 の実験での測定は写真1に似たものよりよみとるが又は実験中に壁面に粉差しを当てて測定したものである。

g は重力の加速度である。

図-3

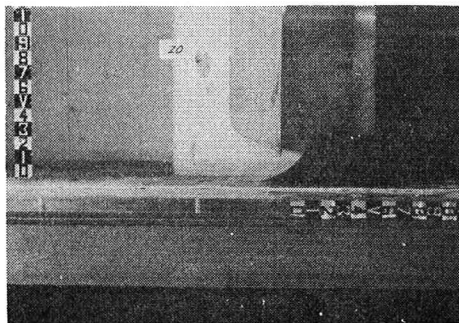
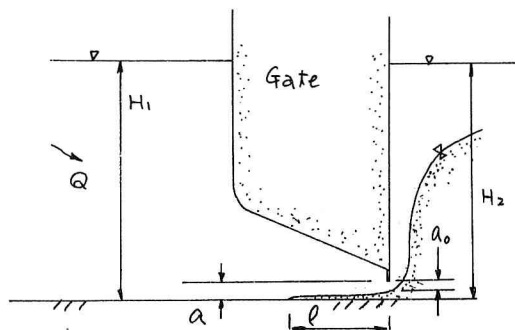


写真-1

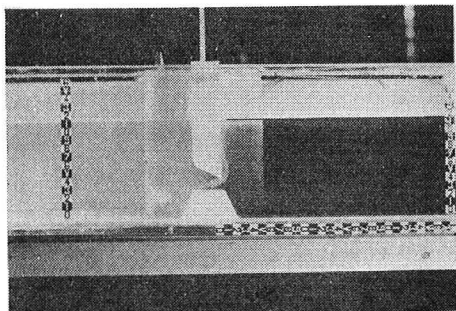


写真-2

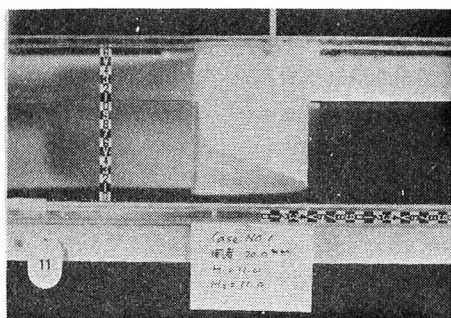


写真-3

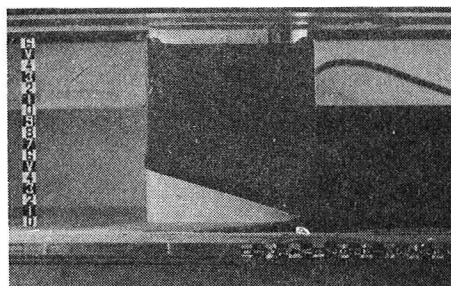


写真-4

H ₁	H ₂	a	Q ₁	ℓ	a ₀	H ₁	H ₂	a	Q ₁	ℓ	a ₀
cm	cm	cm	cc/sec	cm	cm	cm	cm	cm	cc/sec	cm	cm
11	11	3	93.5	2	1.5	12.9	12.9	4.0	221.6	3.0	2.7
11	11	5	113.3	14	2.3	12.7	12.7	4.0	201.4	5.0	2.5
11	11	5	113.3	7	3.0	13.0	13.0	4.5	255.4	1.5	3.8
11	11	7	125.0	20	3.7	12.9	12.9	4.5	221.6	4.0	2.9
11	11	7	200.0	6	4.8	13.0	13.0	5.0	312.5	3.0	3.9
11	11	2	31.0	1	0.3	12.9	12.9	5.0	245.8	8.0	3.2
11	11	1	70.5	2	0.8	13.0	13.0	5.5	312.5	5.0	4.8
11	11	2	35.3	3.3	1.1	13.0	13.0	5.5	268.1	4.0	4.0
11	11	5	100.0	3.3	3.6	13.0	12.9	5.5	253.7	8.0	3.6
11	11	1	11.4	3.3	0.3	13.0	13.0	6.0	284.7	5.0	3.6
11	11	3	20.8	3.3	0.3	13.2	13.2	6.0	346.7	0.5	4.8
11	11	3	119.0	3.3	2.9	13.2	13.1	6.0	346.7	0.5	4.3
11	11	5	200.0	3.3	4.8	13.2	13.1	6.5	402.7	2.0	5.0
11	11	2	102.0	3.3	1.1	13.2	13.0	7.0	382.7	3.0	5.6
11	11	4	263.0	3.3	3.4	13.0	13.0	6.6	267.1	1.0	6.0
11	11	2	100.9	0	1.6	13.0	13.0	5.2	267.1	3.0	4.4
11	11	2	88.6	5.0	0.6	13.0	13.0	4.7	267.1	0.5	3.1
11	11	3	119.0	3.3	1.8	12.8	12.8	4.4	239.0	3.0	3.1
11	11	3	107.3	5.7	1.6	12.8	12.8	4.8	239.0	5.0	2.8
11	11	7	149.4	3.3	5.4	12.8	12.8	3.7	239.0	1.0	2.9
11	11	2	49.9	3.3	1.8	12.6	12.6	3.5	179.5	4.0	1.5
11	11	3	53.3	3.3	1.8	12.6	12.6	4.0	179.5	7.0	1.5
12.5	11.9	1	53.6	0.8	0.20	12.6	12.6	3.1	179.5	1.0	1.7
12.4	12.1	1.5	104.9	0.6	1.2	12.4	12.4	2.3	125.0	2.5	0.7
12.3	12.2	1.5	68.2	4.5	0.3	12.4	12.4	2.7	125.0	6.0	1.0
12.3	12.2	1.5	76.2	2.5	0.5	12.4	12.4	1.85	125.0	1.0	1.2
12.3	12.2	2.0	105.5	2.0	1.1						
12.2	12.2	2.0	90.9	5.0	0.6						
12.3	12.2	2.0	98.5	4.0	0.7						
12.6	12.6	2.5	146.7	1.5	1.6						
12.6	12.6	2.5	181.8	0	2.1						
12.5	12.5	2.5	123.0	4.0	1.2						
12.9	12.9	3.0	158.7	6.0	1.5						
12.6	12.6	3.0	173.6	2.0	1.9						
13.0	13.0	3.5	235.6	1.0	2.8						
12.7	12.7	3.5	179.2	6.0	1.9						
12.6	12.6	3.5	194.9	4.0	2.0						
13.0	13.0	4.0	256.9	1.0	3.4						

表 - 1

左の表の各値を採用して
2-3のグラフを作った。
図-4はゲート
先端部分の淡水の水深 a_0
と流速の関係をプロット
したものである。

黒丸は548年に行った
大型模型の場合であって
、白丸は同年に行った小
型の模型のものである。
もう1つの白丸に中線を入
れたものは549年に行
ったもののデータであ
る。もしこれらのデー
タ、(1)式のような限
界水深を与えるものとす
れば、このグラフでは
3/2の勾配の直線になる
はずである。

しかしながら548年
のデータはかなり散ら
ばっており、又549年
のものは比較的小まま
でいるが3/2の勾配に近
い所に分布している。

したがって、このグラ
フをみるがぎりぎりまで
うな関係にはなってい
ないようである。

この主な原因は、ゲ
ートの先端のところで限界水深になっ
ているが否かである。この部
分の流れは写真よりみれば判るごと
く、水平方向の流れが、鉛直方
向の流れに変化しているところであ
って、流速の鉛直成分をも考慮
に入れないといかなるのではな
い。

このような流れの支配は、この
附近にあるはずであるが、
(1)式のような平均流速の扱いでは
ないが、又表-1の a_0 は鉛直
方向に測定しているが、写真及び
先にのべた鉛直流速の卓越を考
え、鉛直方向に測定するのではな
く、ゲートの先端を中心として
半径方向に長さ(水深)を測定し、
その最小値をもって限界水深と
した方がよいのではな
い。

図-5は $v = Q/a$ とした場合の流速であるが、この値と塩水の浸入長との関係を表グラフにプロットしたものである。

v の値はゲート先端部の平均流速ではなく、見掛け上の値である。実流速は a の代りに a_0 で求めなければいけない。

見掛けより小さい場合には、ゲートの先端の部分はすべて淡水の流れているので、このような場合には、 v は平均流速そのものである。

このグラフをみると、 v と l の関係は逆比例の図形になっていることが判る。またこのグラフより $l=0$ となるときの平均流速は $v = 6 \sim 7.5 \text{ cm/sec}$ に相当している。この実を考えると、この流速より大きな流速となる場合には塩水がワビはゲートの下に入ってこないのだ。ゲートの操作時に、模型実験でのこの値を考慮して、原型での値をみてけて、その値より大きな流速がどの程度の角度が開けないうにすればよいと云うことになる。

しかし、これらのことも、水深 H_1, H_2 が変ったり、ゲートの形状が変ると変るはつてあるので、この実を考慮して、この結果そのものを、他の条件のときに流用することはできない。(したがって、そのような場合には実験をするか又はもっと一般的な解析をして、その結果を使う必要がある。

4) おわりに、

ここに示したのは548年度に行なわれた石川島播磨重工業のゲートに関する模型実験のデータ、及び、549年度に、そのときの模型を使っての卒業論文(国分照証君(大木建設))のデータを利用してまとめたものである。模型及び実験装置は建設技術研究所製作のものである。記して謝意を表するしである。

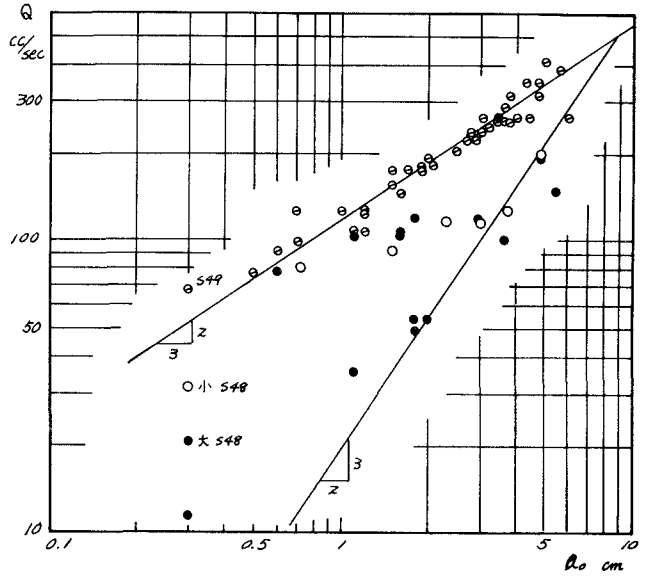


図 - 4

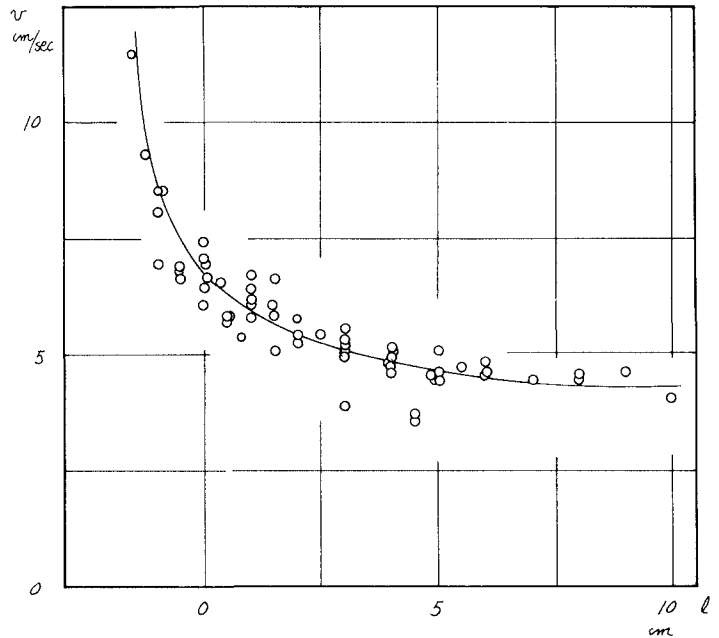


図 - 5