

# 中海干拓防潮水門の水利模型実験 II

—淡・塩水における水門の水利予備実験—

末沢慶康・豊国永次<sup>※※</sup>（農業工学研究室）  
 桑野定美<sup>※</sup>・沢田敏男<sup>※※</sup>・南 勲<sup>※※</sup>・  
 高須俊行<sup>※※※</sup>・大塚忠夫<sup>※※※</sup>

Yosiyasu SUEZAWA, Eiji TOYOKUNI, Sadami KUWANO, Tosio SAWADA,  
 Isao MINAMI, Tosiuyuki TAKASU, Tadao OTUKA.  
 Hydraulic Model Study on the Tide-gate of  
 Nakaumi Sea Reclamation. II  
 —Preliminary Model Experiment of Tide-gate  
 in the Fresh-salt Water—

## まえがき

筆者らは、淡水における水門の流量係数を解明するための一連の水利模型実験を行ない、ほぼ所期の目的を達したので、それらの結果を前報に発表した。

しかし、淡水化後水門を操作する上において、淡水（上流部）・塩水（下流部）における水門の流量係数および塩分濃度の時間的分布状態を明らかにしておく必要がある。

この目的のために、淡水の場合におけると同じように、種々の流量、ゲート、外潮位条件のもとに一連の水利模型実験を行なう予定であった。しかし、淡・塩水の場合は淡水のそのような実験の装置、方法では種々の支障を来し満足な結果がえられなかった。

そこで、実験を数ケース行ない、将来の本格的実験の予備実験にとどめた。

## 1. 実験の目的

淡・塩水における一連の *du Buat* 公式の流量係数  $\mu$  を検討し、あわせて水門の開閉条件による塩分濃度の時間的分布状態を究明する。

実験における流量、ゲート、外潮位の制約条件は表-1、表-2の通りである。

しかし、淡・塩水の場合は淡水のそのような実験装置では満足な実験ができなかったので、つぎの7ケースに実験をとどめ（表-3参照）、将来の本格的実験の指針とする。

## 2. 実験の方法

淡・塩水の場合の実験を行なうにあたって、まず所定の流量、ゲート、外潮位条件をみだす淡水実験の状態をつくり、一時流水を停止して水門直上流に止水板をおく。それと同時に、水門下流部と塩水槽（あらかじめ水

表-1 淡・塩水における流量、ゲート、外潮位条件

流 量		ゲ ー ト 上 端 高		外 潮 位	
実 物	模 型	実 物	模 型	実 物	模 型
300 $m^3/s$	4.242 $l/s$	TP.-2.00 $m$	水門敷上の水深 9.0 $cm$	TP.+1.50 $m$	水門敷上の水深 16.0 $cm$
400	5.656	TP.-2.00	9.0	TP.+1.50	16.0
500	7.070	TP.-2.00	9.0	TP.+1.50	16.0
600	8.484	TP.-2.00	9.0	TP.+1.50	16.0

流 量		ゲ ー ト 上 端 高		外 潮 位	
実 物	模 型	実 物	模 型	実 物	模 型
300 $m^3/s$	4.242 $l/s$	TP.-2.00 $m$	水門敷上の水深 9.0 $cm$	TP.+1.00 $m$	水門敷上の水深 15.0 $cm$
400	5.656	TP.-2.00	9.0	TP.+1.00	15.0
500	7.070	TP.-2.00	9.0	TP.+1.00	15.0
—	—	—	—	—	—

流 量		ゲ ー ト 上 端 高		外 潮 位	
実 物	模 型	実 物	模 型	実 物	模 型
200 $m^3$	2.828 $l/s$	TP.-2.00 $m$	水門敷上の水深 9.0 $cm$	TP.+0.50 $m$	水門敷上の水深 14.0 $cm$
300	4.242	TP.-2.00	9.0	TP.+0.50	14.0
400	5.656	TP.-2.00	9.0	TP.+0.50	14.0
—	—	—	—	—	—

流 量		ゲ ー ト 上 端 高		外 潮 位	
実 物	模 型	実 物	模 型	実 物	模 型
150 $m^3/s$	2.121 $l/s$	TP.-2.00 $m$	水門敷上の水深 9.0 $cm$	TP.±0.00 $m$	水門敷上の水深 13.0 $cm$
200	2.828	TP.-2.00	9.0	TP.±0.00	13.0
300	4.242	TP.-2.00	9.0	TP.±0.00	13.0
—	—	—	—	—	—

流 量		ゲ ー ト 上 端 高		外 潮 位	
実 物	模 型	実 物	模 型	実 物	模 型
50 $m^3/s$	0.707 $l/s$	TP.-2.00 $m$	水門敷上の水深 9.0 $cm$	TP.-0.50 $m$	水門敷上の水深 12.0 $cm$
100	1.414	TP.-2.00	9.0	TP.-0.50	12.0
150	2.121	TP.-2.00	9.0	TP.-0.50	12.0
—	—	—	—	—	—

表-2 淡・塩水における流量, ゲート, 外潮位条件

流 量		ゲ ー ト 上 端 高		外 潮 位	
実 物	模 型	実 物	模 型	実 物	模 型
2,000 $m^3/s$	28.280 $l/s$	全 開	全 開	TP.+1.50 $m$	水門敷上の水深 16.0 $cm$
2,500	35.350	全 開	全 開	TP.+1.50	16.0
3,000	42.420	全 開	全 開	TP.+1.50	16.0
3,500	49.490	全 開	全 開	TP.+1.50	16.0

流 量		ゲ ー ト 上 端 高		外 潮 位	
実 物	模 型	実 物	模 型	実 物	模 型
2,000 $m^3/s$	28.280 $\ell/s$	全 開	全 開	TP.+1.00 m	水門敷上の水深 15.0 cm
2,500	35.350	全 開	全 開	TP.+1.00	15.0
3,000	42.420	全 開	全 開	TP.+1.00	15.0
3,500	49.490	全 開	全 開	TP.+1.00	15.0

流 量		ゲ ー ト 上 端 高		外 潮 位	
実 物	模 型	実 物	模 型	実 物	模 型
1,500 $m^3/s$	21.210 $\ell/s$	全 開	全 開	TP.+0.50 m	水門敷上の水深 14.0 cm
2,000	28.280	全 開	全 開	TP.+0.50	14.0
2,500	35.350	全 開	全 開	TP.+0.50	14.0
3,000	42.420	全 開	全 開	TP.+0.50	14.0

流 量		ゲ ー ト 上 端 高		外 潮 位	
実 物	模 型	実 物	模 型	実 物	模 型
1,000 $m^3/s$	14.140 $\ell/s$	全 開	全 開	TP.±0.00 m	水門敷上の水深 13.0 cm
1,500	21.210	全 開	全 開	TP.±0.00	13.0
2,000	28.280	全 開	全 開	TP.±0.00	13.0
2,500	35.350	全 開	全 開	TP.±0.00	13.0

流 量		ゲ ー ト 上 端 高		外 潮 位	
実 物	模 型	実 物	模 型	実 物	模 型
500 $m^3/s$	7.070 $\ell/s$	全 開	全 開	TP.-0.50 m	水門敷上の水深 12.0 cm
1,000	14.140	全 開	全 開	TP.-0.50	12.0
1,500	21.210	全 開	全 開	TP.-0.50	12.0
2,000	28.280	全 開	全 開	TP.-0.50	12.0

門下流部水路に所定の塩水を入れるため高濃度の塩水が用意してある。図-1参照)とを連絡する循環用パイプで塩水を環流させ、水門下流部を所定濃度にする。そこで、所定の流量を通水し始めると同時に止水板を除去し測定を始める。なお、この実験では外水位の調節は4門のうち1門のみで操作した。また、水門全開の実験中は水路下流端より終始所定濃度の塩水を1 $\ell/S$ 補給した。

水位測定は水門より上流0.7m、下流1.4mの地点の断面平均水位をはかる。また、塩分濃度の測定は0分、5

分、15分、以後10分間隔で、水門近く(下流1.70m以内)の塩分がほぼ流失するまで行ない、測定は水門上流0.30m、下流0.20m、0.70m、1.70mの水路中央部鉛直線上に底から2cm間隔にとる。内径5mmのビニールパイプにて採水し、比重計および電導度計で塩分濃度を計った。なお、水門直前、直後の塩分濃度についても電導度計で直接補測した。また、水門全開の実験では、流量はかなり大きく塩分濃度の初期の変動が大きいので、測定時間の間隔を密にした。

表-3 淡・塩水における流量, ゲート, 外潮位条件

No.	実 物			模 型		
	流 量	ゲート上端高	外 潮 位	流 量	ゲート上端高	外 潮 位
ケース 1	400 m <sup>3</sup> /s	-2.00 m	+1.50 m	5.650 l/s	水門敷上 9.0 cm	水門敷上 16.0 cm
2	300	-2.00	+1.00	4.242	水門敷上 9.0 cm	水門敷上 15.0 cm
3	300	-2.00	+1.50	4.242	水門敷上 9.0 cm	水門敷上 16.0 cm
4	200	-2.00	0.00	2.828	水門敷上 9.0 cm	水門敷上 13.0 cm
5	200	-2.00	+0.50	2.828	水門敷上 9.0 cm	水門敷上 14.0 cm
6	1,500	ゲート全開	0.00	21.210	ゲート全開	水門敷上 13.0 cm
7	1,000	ゲート全開	0.00	14.140	ゲート全開	水門敷上 13.0 cm

### 3. 実験結果および考察

実測資料よりえた各ケースの水門附近の塩分濃度分布の時間的変化およびえられた 1, 2 の流量係数について傾向を考察する。

#### 3.1 ケース 1

このケースは  $Q_m = 5.656 \text{ l/s}$ ,  $h_{2m} = 16 \text{ cm}$ ,  $H_{dm} = 9 \text{ cm}$  (ただし *du Buat* 公式の流量係数は  $C = 0.63 \times \frac{2}{3} = 0.42$  と仮定, 実物における流量  $400 \text{ m}^3/\text{s}$ , ゲート上端標高  $-2.00 \text{ m}$ , 外潮位  $\text{TP} + 1.50 \text{ m}$ ) で, 水門の内外水位差は淡・塩水の静水圧分布上からは塩水浸入限界をわずかに越える条件のものである。(図-2 参照)

まず, 塩分濃度分布の時間的変化を調べた結果について考察する。(図-3 参照)

1) 初期塩分濃度は 3.6% (比重 1.026) であるが, 1 分経過後では, ゲートの下流 20~30 cm の範囲ではセキを越える越流水により掃流されて, 塩分濃度は水面からセキ頂下約 2 cm まで 0.5% 以下に低下し, 下流 0.50~1.0 m の間では拡散効果が顕著で水面近くまで濃度が 0.5% となり, 水深とともに濃度が増し底近くでは初期濃度をたもっている。1 m 以上下流になるとセキの影響がうすくなるが, 淡水による掃流が意外に早く全般に塩分濃度は低下し, 1.7 m 下流の底部ではなお約 3% の濃度をもつが水面下 6 cm では約 0.5% とうすくなり, しかも淡・塩水の境界は判然としない。

2) 1 分経過後においても初期塩分濃度 3.6% を保っている範囲は, 大体セキの直下流で底から 5 cm のところと, 下流 110 cm の底を結ぶ領域で, 3.0% の等濃度線もほぼこれに平行に下流 150 cm くらいまでである。これは淡水による掃流がセキにより阻害される結果と考えられる。3.0% の等濃度線以下のうすい部分ではセキの影響が少なく越流水の掃流効果の顕著な領域であると

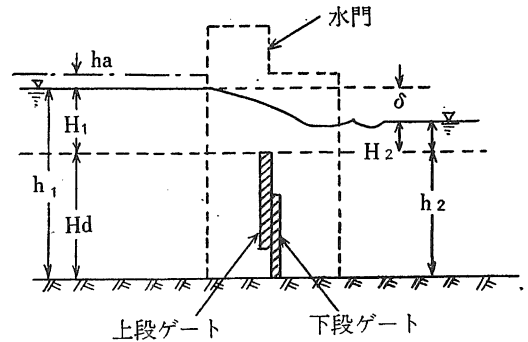


図-2 水門を一部開放した流れ

考えられる。

3) 5 分経過後では, 1 分経過時, 水門下流 0.50~1.50 m に現われた塩水の拡散領域が掃流されて, 淡水の領域が増大し, 0.5% 以上の塩分濃度を示す範囲はおおよそ底より 5 cm, 水門下流 2 m までの領域となる。

4) 15 分経過後では, 塩分の残る領域はさらにせまくなり, 0.5% 以上の塩分濃度のある範囲はおおよそ底から 2 cm, 水門下流 1 m までの領域となる。

5) 25 分経過すると下流 1.7 m の範囲ではほとんど塩分がなくなる。

以上のように本実験においては過渡的現象は観測できたが, 流れが定常化しなかったのと測定精度の上から流量係数は算出できなかった。

#### 3.2 ケース 2

このケースは  $Q_m = 4.242 \text{ l/s}$ ,  $h_{2m} = 15 \text{ cm}$ ,  $H_{dm} = 9 \text{ cm}$  (ただし *du Buat* 公式の流量係数は,  $C = 0.63 \times \frac{2}{3} = 0.42$  と仮定, 実物における流量  $300 \text{ m}^3/\text{s}$ , ゲート上

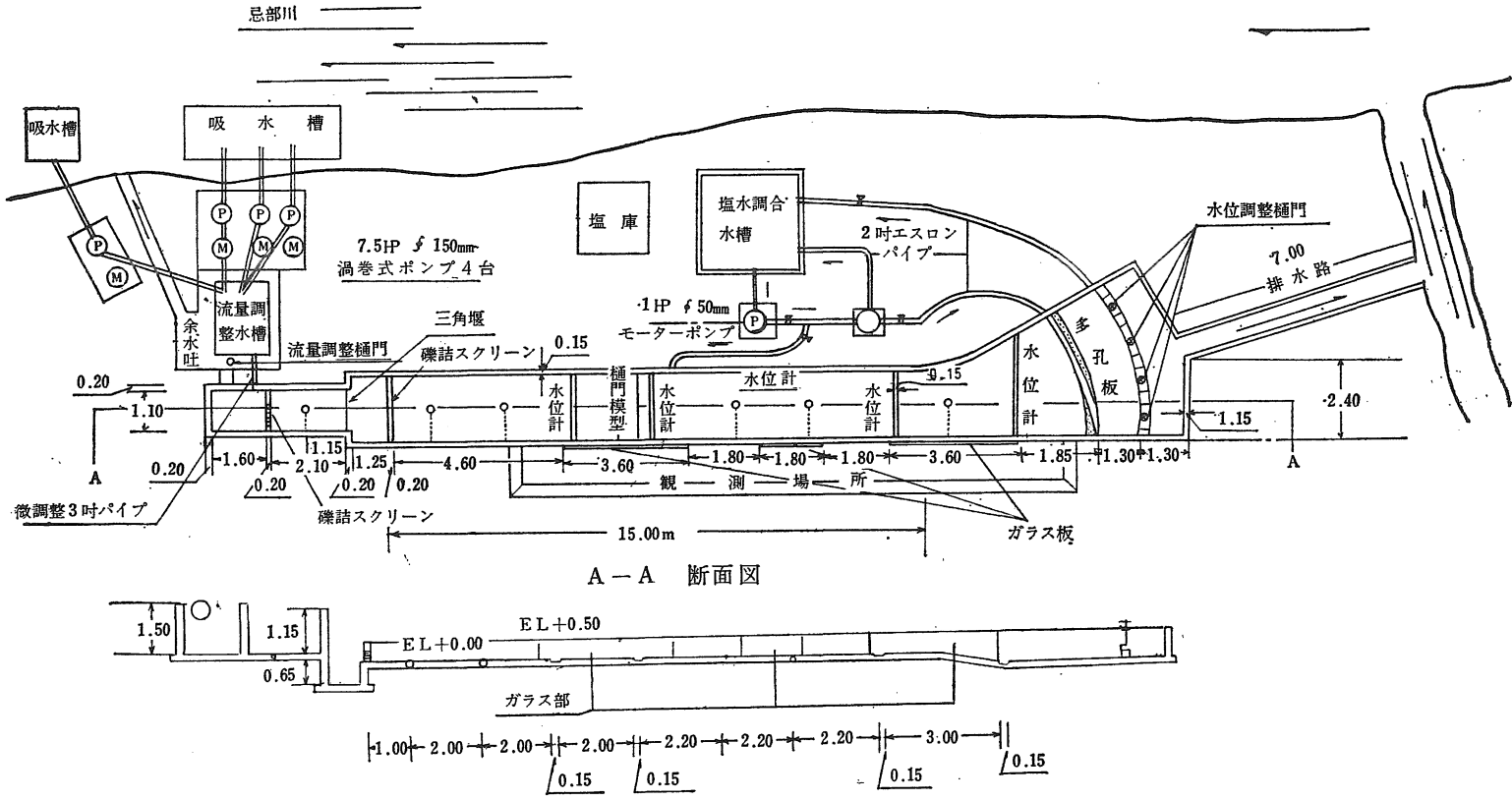


図-1 施設平面図 (単位m) 1/200

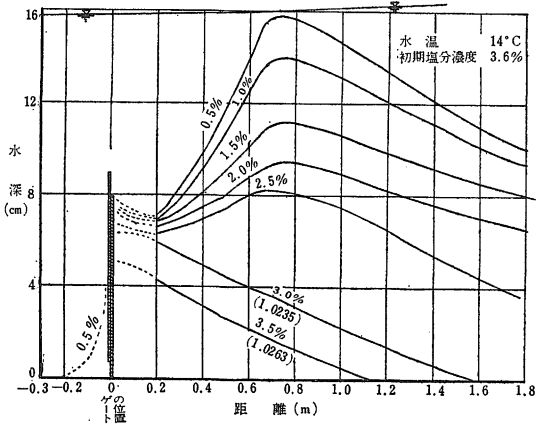


図-3-1 塩分濃度分布の時間的变化  
(ケース1, 1分経過)

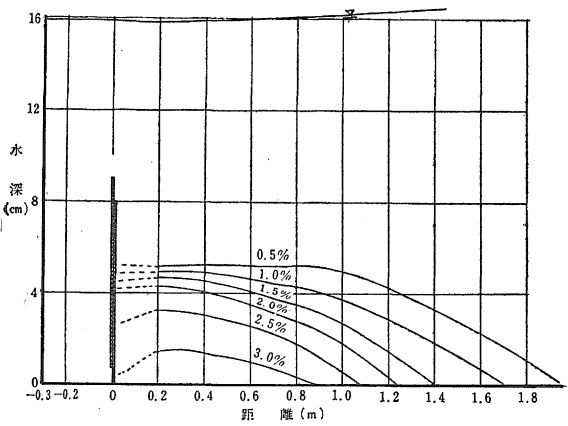


図-3-2 塩分濃度分布の時間的变化  
(ケース1, 5分経過)

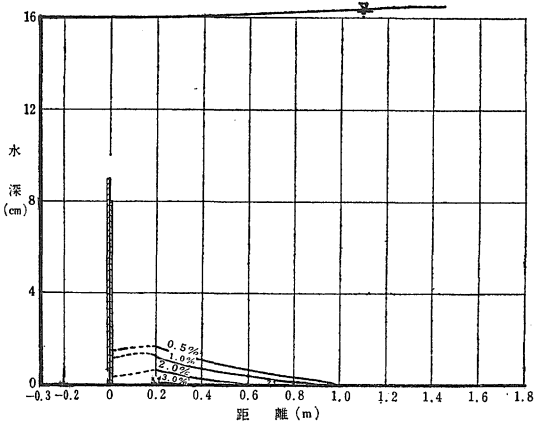


図-3-3 塩分濃度分布の時間的变化  
(ケース1, 15分経過)

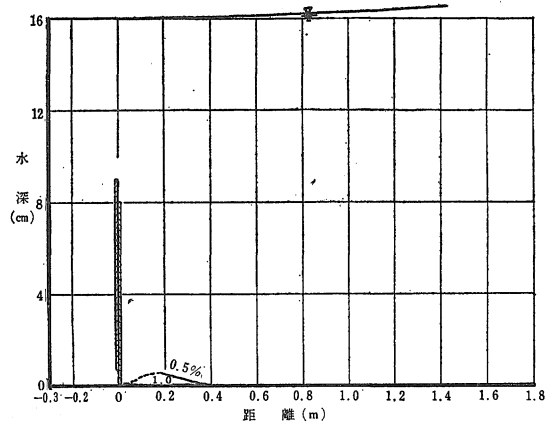


図-3-4 塩分濃度分布の時間的变化  
(ケース1, 25分経過)

端標高 $-2.00m$ 、外潮位 $TP.+1.00m$ )で、水門の内外水位差は淡・塩水の静水圧分布上からは塩水浸入限界をわずかに越える条件のものである。

まず、塩分濃度分布の時間的変化を調べた結果について考察する。(図-4参照)

1) 初期塩分濃度は $2.5\%$ (比重 $1.020$ )であるが1分経過後では、ケース1同様にゲート直下流は越流水による淡水化が顕著で、セキ頂下 $6cm$ 以下でようやく $0.5\%$ 以上の塩分濃度となっている。しかし、下流 $0.4m$ 以下では塩分濃度 $0.5\%$ 以上の範囲は急が増えて下流にいくにつれわずかながら次第に減少する傾向がみられる。また、水路底より上部ほど越流によるかくらん効果と淡水の掃流効果をうけて塩分濃度は低くなり、セキ頂以上の範囲はほとんど淡水となっている。

2) 5分経過後では、1分経過時下流 $0.5\sim 1.0m$ にあった高濃度の塩水が拡散された状態を示している。この場合もセキ頂以上の範囲はほとんど淡水となっている。

3) 15分経過後では、この拡散された領域がセキを越流する淡水により下流ほどつよく掃流され塩分の範囲が次第に減少していく。

4) 25分経過すると、セキ高の半分下まではほぼ淡水となり、時間の経過とともにセキ下流 $1m$ 以内の底近くに残っている塩分が掃流され、65分後にはほぼ淡水となる。

以上のように本実験においては、過渡的現象は観測できたが、流水が定常化しなかったのと測定精度の上から流量係数は算出できなかった。

### 3.3 ケース3

このケースは $Q_m = 4.242 \ell/s$ 、 $h_{2m} = 16cm$ 、 $H_{dm} = 9cm$ (ただし *du Buat* 公式の流量係数は、 $C = 0.65 \times \% = 0.42$ と仮定、実物における流量 $300m^3/s$ 、ゲート上端標高 $-2.00m$ 、外潮位 $TP.+1.50m$ )で、ケース2の外潮位を $0.50m$ ( $1cm$ )あげた条件のものである。

塩分濃度分布の時間的変化を調べた結果について考察する。(図-5参照)

このケースは初期塩分濃度うすく $1.5\%$ (比重 $1.014$ )で止水板をとりつける。まず、ゲート上流側底部に $0.5\%$ の前後の塩分がみられるが、これは実験開始前および止水板を開けた瞬間に入ったものと考えられ、実験の経過とともに濃度が減少していくので問題にしくてもよいと考えられる。

ゲート下流側の塩水が淡水化する過程は前と全く同様で、セキによる掃流阻害効果をうける水門下流約 $2m$ 以内ではゲート直下流で越流水のかくらんによる拡散効果と越流する淡水の掃流作用により淡水化していく。セキによる掃流阻害効果をほとんど受けない下流 $2m$ 以上では淡水の直接の掃流作用により淡水化していくと考えられる。

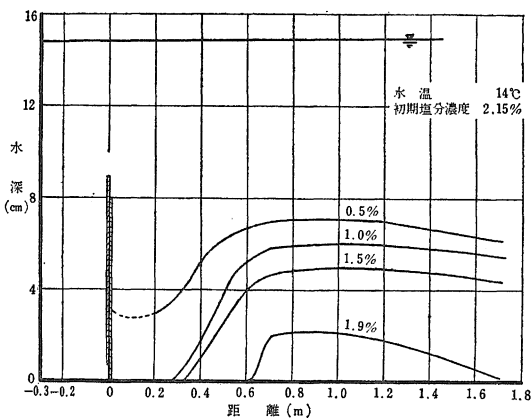


図-4-1 塩分濃度分布の時間的変化  
(ケース2, 1分経過)

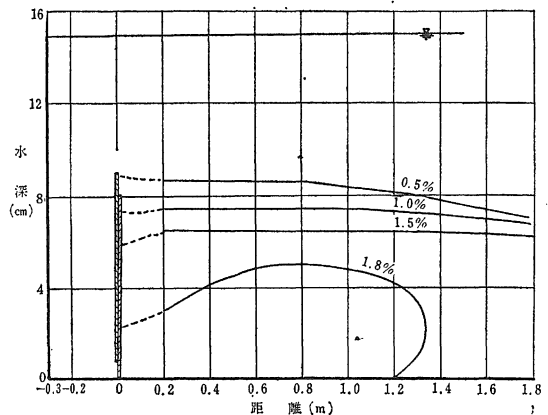


図-4-2 塩分濃度分布の時間的変化  
(ケース2, 5分経過)

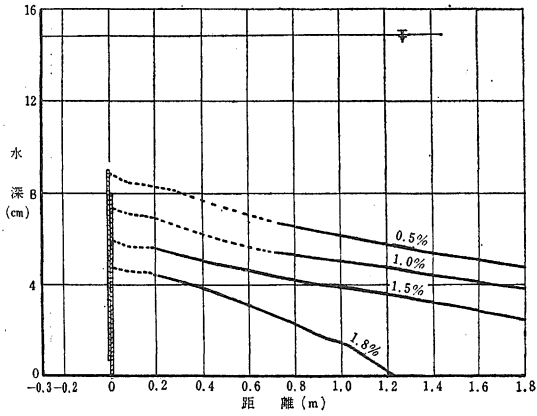


図-4-3 塩分濃度分布の時間的変化  
(ケース2, 15分経過)

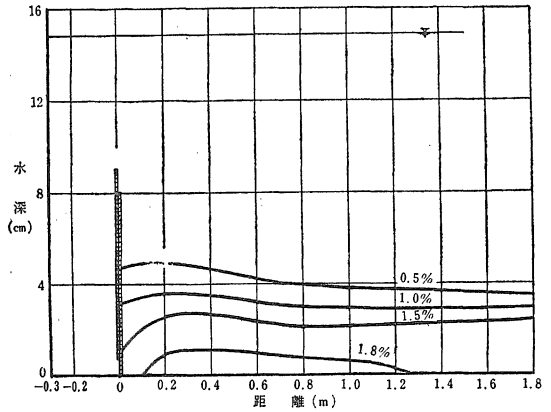


図-4-4 塩分濃度分布の時間的変化  
(ケース2, 25分経過)

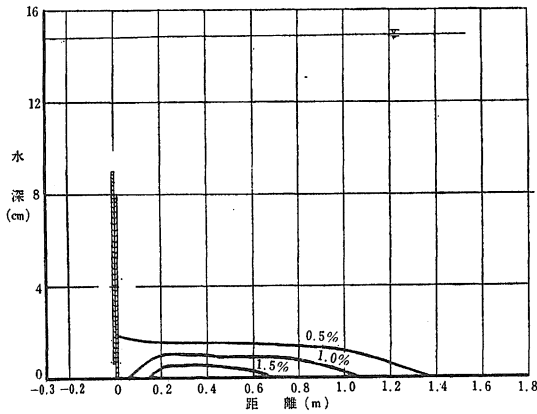


図-4-5 塩分濃度分布の時間的変化  
(ケース2, 35分経過)

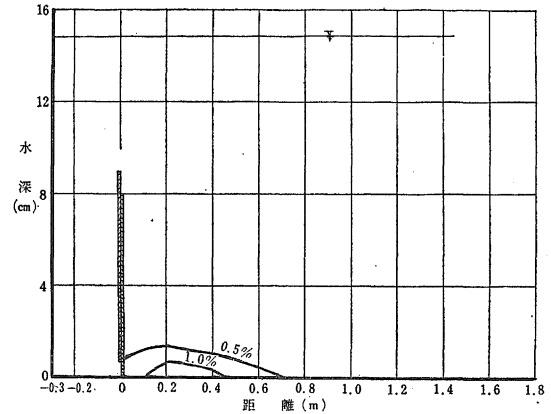
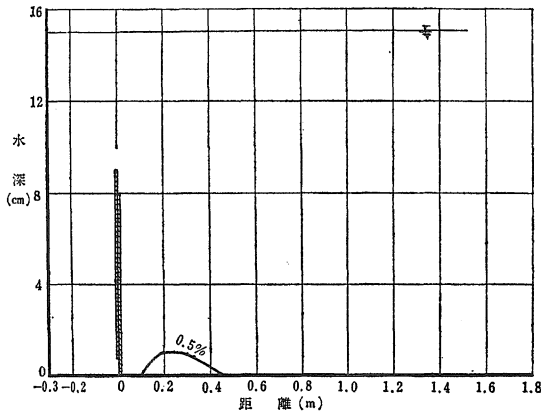
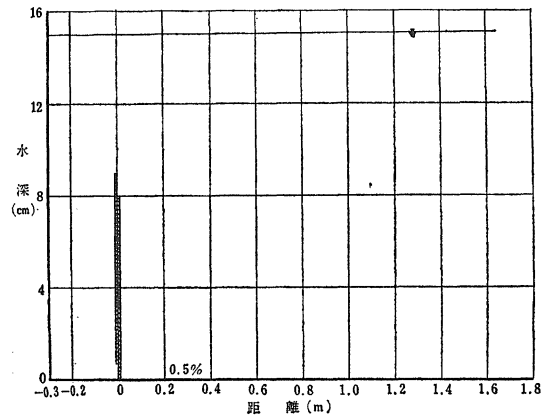


図-4-6 塩分濃度分布の時間的変化  
(ケース2, 45分経過)





図一四一七 塩分濃度分布の時間的变化  
(ケース 2, 55分経過)



図一四一八 塩分濃度分布の時間的变化  
(ケース 2, 65分経過)

外潮位はケース 2 より  $0.5m$  ( $1cm$ ) 上がっているの  
で、水門下流部における塩分の掃流される過程が緩慢に  
なっている(ケース 2 の 35 分経過時塩分濃度分布がケー  
ス 3 の 45 分経過時のそれにほぼ近似している)。

以上のように本実験においては過渡的現象は観測でき  
たが、流水が定常化しなかったのと測定精度の上から流  
量係数は算出できなかった。

### 3.4 ケース 4

このケースは  $Q_m = 2.828 \text{ l/s}$ ,  $h_{2m} = 13cm$ ,  $H_{dm} = 9cm$  (ただし *du Buat* 公式の流量係数は,  $C = 0.63 \times \frac{2}{3} = 0.42$  と仮定, 実物における流量  $200m^3/s$ , ゲート上  
端標高  $-2.00m$ , 外潮位 TP.  $\pm 0.00m$ ) で、水門の内  
外水位差は淡・塩水の静水圧分布上からは塩水浸入限界  
に近い条件のものである。

塩分濃度の時間的変化を調べた結果について考察す  
る。(図-6 参照)

初期塩分濃度は  $2.15\%$  (比重  $1.018$ ) である。ゲート  
下流側の塩水が淡水化する過程は以前と本質的に変らな  
い。ただ流量が少ないので越流水のかくらん効果、淡水  
の掃流効果が幾分弱まり淡水となるに要する時間が長  
くなる。このケースのほぼ淡水となるに要する時間は、実  
験途中で濃度分布の観測を中断したので明確につかめな

いが、ケース 5 から見て少なくとも 55 分以上かかると推  
測される。

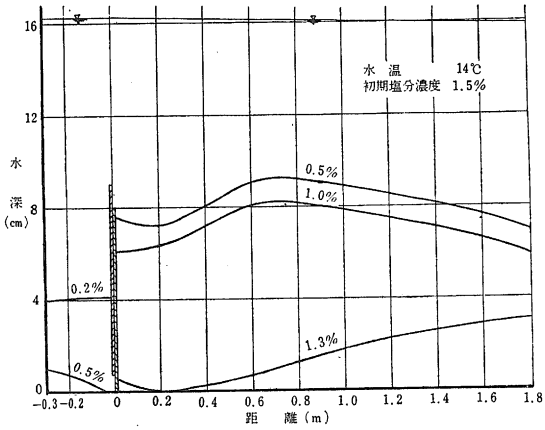
以上のように本実験においては過渡的現象は観測でき  
たが、流れが定常化しなかったのと測定精度の上から流  
量係数は算出できなかった。

### 3.5 ケース 5

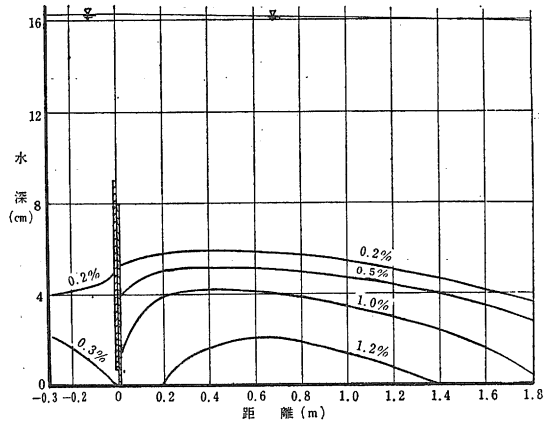
このケースは  $Q_m = 2.828 \text{ l/s}$ ,  $h_{2m} = 14cm$ ,  $H_{dm} = 9cm$  (ただし *du Buat* 公式の流量係数は,  $C = 0.63 \times \frac{2}{3} = 0.42$  と仮定, 実物における流量  $200m^3/s$ , ゲート上  
端標高  $-2.00m$ , 外潮位 TP.  $+0.50m$ ) で、ケース 4  
の外潮位を  $0.50m$  ( $1cm$ ) 上げた条件についてのもの  
である。

塩分濃度分布の時間的変化を調べた結果について考察  
する。(図-7 参照)

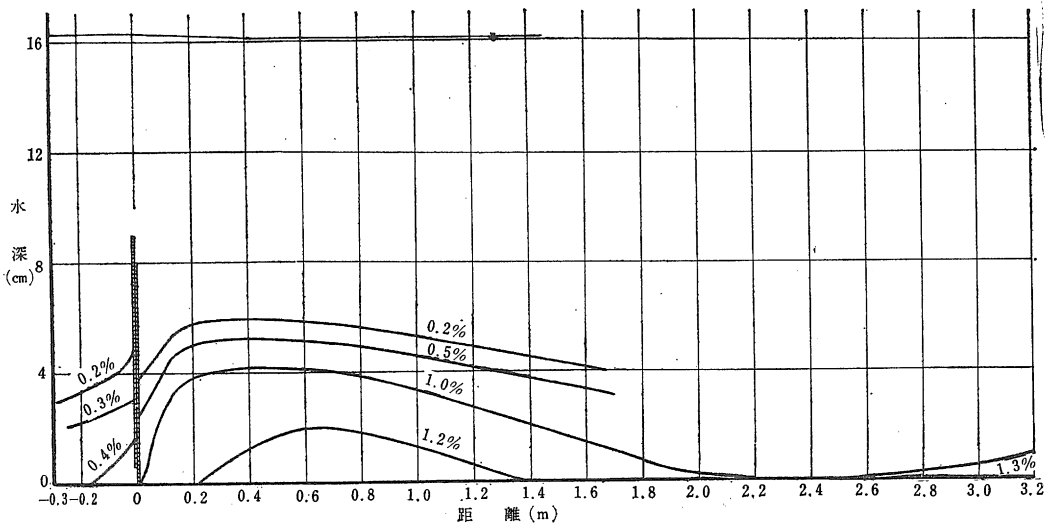
初期塩分濃度は  $2.85\%$  (比重  $1.022$ ) である。このケ  
ースでは初期にセキ上流近くに  $1.5\%$  以下のかんりの塩  
分浸入が認められる。これは、主として止水板をとった  
瞬間に入ったものと考えられる。(水門の前後について  
静水圧分布を仮定すると、初期の水位条件において、  
 $\delta \ll \frac{\rho' - \rho}{\rho} H_2$ , すなわち  $0.008 \ll 0.110$  であった) と  
ころが、このセキ上流の塩分も時間の経過とともに次第に  
減少していく。



図一五—1 塩分濃度分布の時間的变化 (ケース3, 5分経過)



図一五—2 塩分濃度分布の時間的变化 (ケース3, 15分経過)



図一五—3 塩分濃度分布の時間的变化 (ケース3, 25分経過)

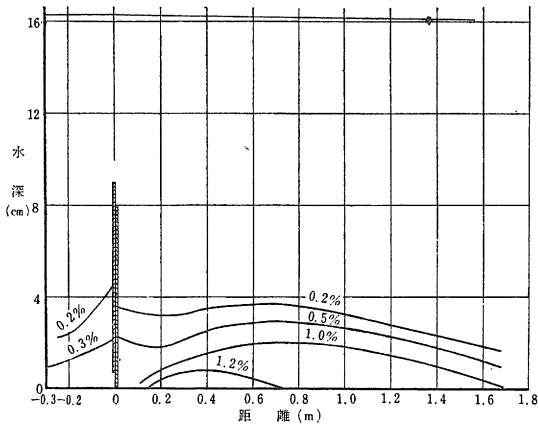


図-5-4 塩分濃度分布の時間的変化  
(ケース3, 35分経過)

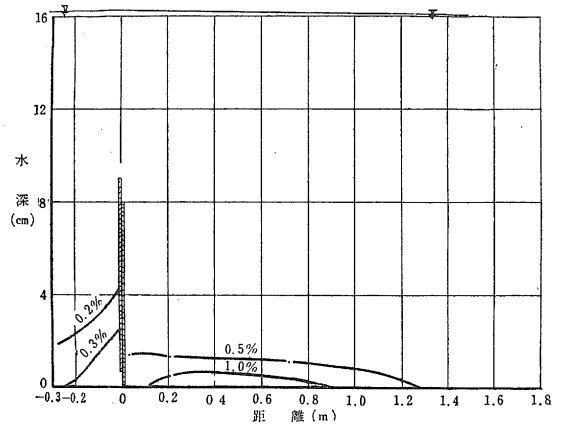


図-5-5 塩分濃度分布の時間的変化  
(ケース3, 45分経過)

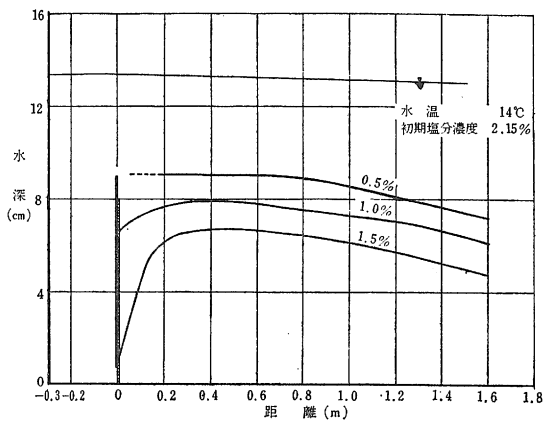


図-6-1 塩分濃度分布の時間的変化  
(ケース4, 5分経過)

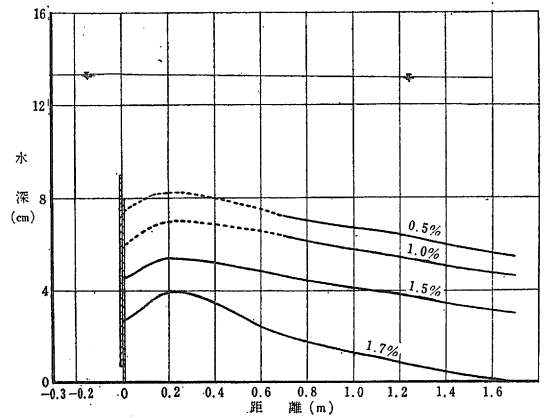


図-6-2 塩分濃度分布の時間的変化  
(ケース4, 15分経過)

ゲート下流側の塩水が淡水化する過程は前と同様な傾向であるが、ケース4にくらべ外潮位が0.50m(1cm)高く、ケース1, 2, 3にくらべて流量が少なくなっている点より水門の下流部が淡水となるのにかなりの時間がかかる。55分経過後でも下流2.00m以内で水路底より6cm程度まで0.5%以上の塩分が分布し、1m以内で底から2cm程度まで2.5%前後の塩分が残っている。

以上のように、本実験においては過渡的現象は観測できたが、流れが定常化しなかったのと測定精度の上から流量係数は算出できなかった。

3.6 ケース6

このケースは $Q_m=21.210 \text{ l/s}$ ,  $h_{2m}=13\text{cm}$ , (ただし *du Buat* 公式の流量係数は,  $C=0.80 \times \frac{1}{3} = 0.53$  と仮定, 実物における流量  $1,500 \text{ m}^3/\text{s}$ , ゲート全開, 外潮位 TP.  $\pm 0.00\text{m}$ ) で, 水門の内外水位差は淡・塩水の静水圧分布上からは塩水浸入限界を越える条件のものである。

塩分濃度分布の時間的変化を調べた結果について考察する。(図-8参照)

初期塩分濃度は2.3% (比重1.025) である。ゲート上端標高が-2.00m(9cm)の前の各ケースにくらべ、全開の場合は塩水の掃流が早く行なわれ、1分経過後、水面から水深の半ばぐらいまでは濃度0.5%以下で淡水に近くなり、それより底に近づくにつれ濃度が漸増している。しかし、これもピアにより掃流阻害を受ける下流2~3mの範囲と推測される。およそ止水板を開けてから10分後にはゲート近くの塩分はほぼ流れ去った。

等濃度線を見ると、ピアの前後で不連続となり、ピアにより下流側の塩水浸入を阻止する効果があらわれている。

なお、初期にセキ上流近くに1.5%以下の塩分の浸入がみとめられる。これは主として止水板をとった瞬間に入ったものである(水門の前後について静水圧分布を仮定すると、初期の水位条件において、 $\delta \ll \frac{\rho' - \rho}{\rho} H_2$ , すなわち0.015(0.100であった)。しかし、セキ上流の塩分も時間の経過とともに流れてしまった。

つぎに流量係数について考察すると、ゲートを全開した本実験においては水門下流の塩分の流失が早く約10分

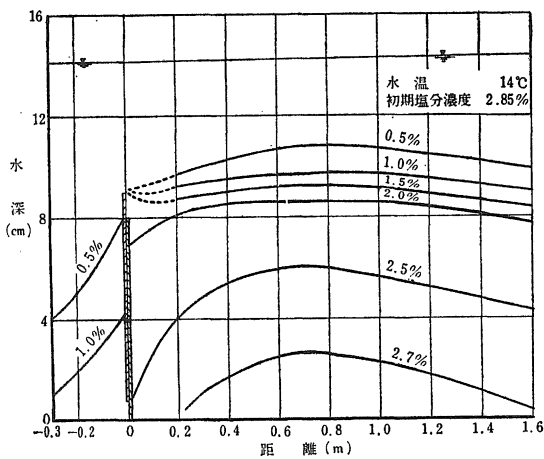


図-7-1 塩分濃度分布の時間的変化 (ケース5, 5分経過)

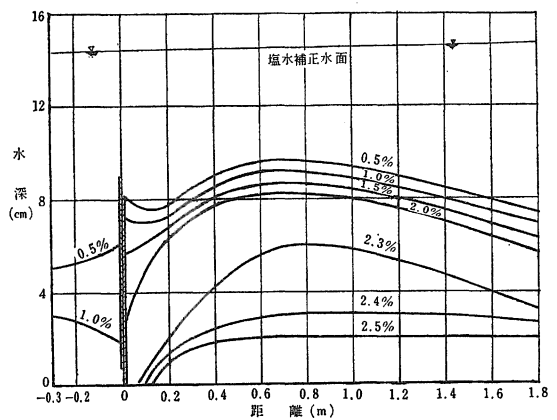
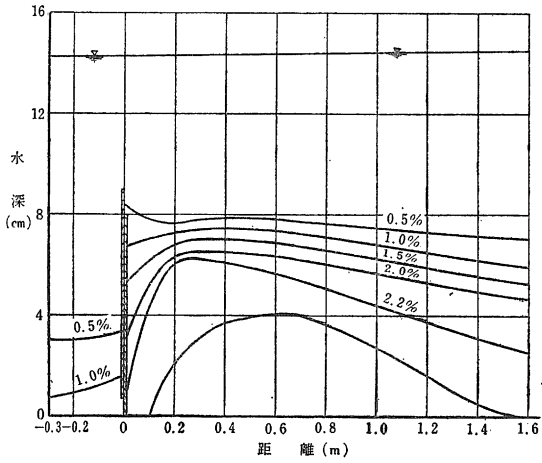
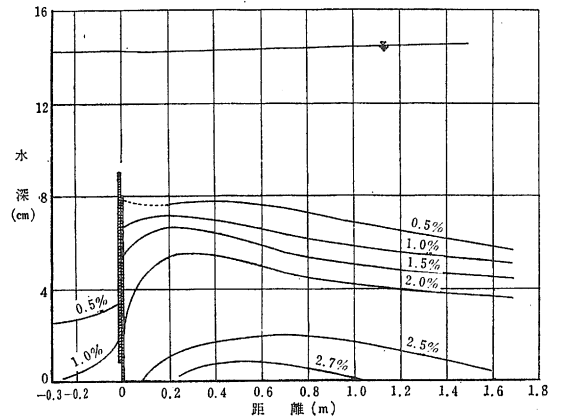


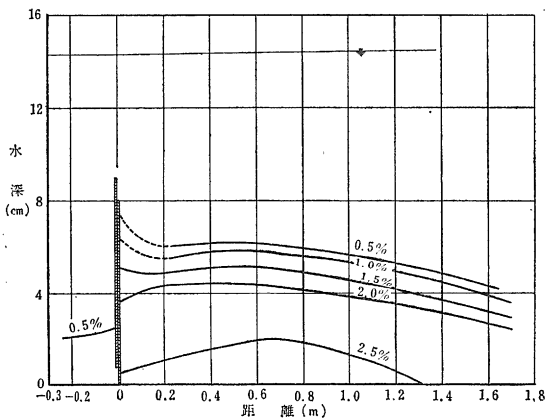
図-7-2 塩分濃度分布の時間的変化 (ケース5, 15分経過)



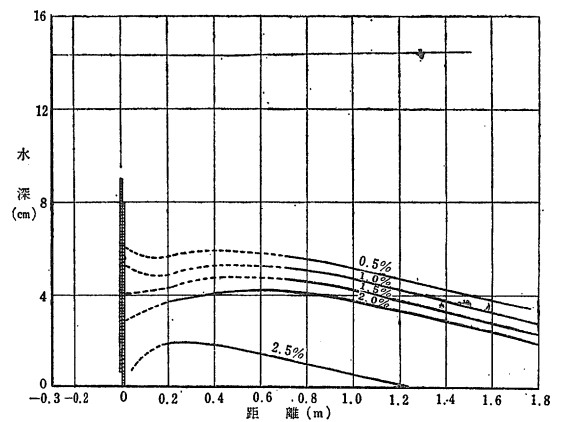
図一七—三 塩分濃度分布の時間的変化  
(ケース5, 25分経過)



図一七—四 塩分濃度分布の時間的変化  
(ケース5, 35分経過)



図一七—五 塩分濃度分布の時間的変化  
(ケース5, 45分経過)



図一七—六 塩分濃度分布の時間的変化  
(ケース5, 55分経過)

経過後、淡水状態になり、流れも定常化した。そのときの実測値をもとに *du Buat* 公式の流量係数を算出し  $\mu = 0.97$ なる値をえた。この値は淡水における実験結果とほぼ等しい値である。これは、塩分が掃流されて淡水に近づくにつれて、流量係数は小さい値から次第に大きくなり淡水状態の値に近づいていくものと推測される。定常化の問題、測定上の問題を考慮して次の実験によりさらに詳細に検討したい。

### 3.7 ケース7

このケースは  $Q_m = 14.14 \text{ l/s}$ ,  $h_{2m} = 13 \text{ cm}$ , (ただし *du Buat* 公式の流量係数は,  $C = 0.8 \times \frac{2}{3} = 0.53$ と仮定, 実物における流量  $1,000 \text{ m}^3/\text{s}$ , ゲート全開, 外潮位 TP.  $\pm 0.00 \text{ m}$ ) で, ケース6の流量  $1,500 \text{ m}^3/\text{s}$ を  $1,000 \text{ m}^3/\text{s}$ とした条件についてのものである。

塩分濃度分布の時間的変化を調べた結果について考察する。(図-9参照)

初期塩分濃度は  $2.72\%$  (比重  $1.022$ ) である。ケース6同様に、止水板をとった瞬間にセキ上流近くに濃度  $2\%$ 程度程度の塩水浸入がみとめられるが、時間の経過とともに漸次流去した。

水門下流の塩分が掃流される過程は水面近くから次第に底部におよび、総体的に、前の各ケースと同じであるが、全開の場合はセキによる越流水のかくらん効果はなくなり、ピアによる効果のみとなる。したがって、ピア直下流で初期には拡散領域がみられるが、塩分は早く掃流される。

このケースは20分経過後水門近くの下流側の塩分は掃流されてほぼ淡水の状態になった。ピアの影響をうけない下流  $2 \text{ m}$ 以上の領域では、約8分(実物  $8 \text{分} \times 7 = 56 \text{分}$ )で水路下端(実物  $9 \text{ m} \times 50 = 450 \text{ m}$ )まで塩水が押し流されて淡水となった。

等濃塩度曲線は水門の内外で不連続になっているが、これは上流側の塩分と下流側の塩分とが水門の影響をうけて別個に淡水となっていく過程を示すものと考えられる。

つぎに流量係数について考察すると、本実験においては水門下流の塩分は約20分経過後ほぼ流失し、流れも定常化した。かつ測定精度の上から流量係数は算出できないが、塩分が掃流されて淡水状態に近づくので、流量係数も次第に大きくなり淡水における実験結果  $\mu = 0.81$ にほぼ等しい値になるものと推測される。定常化の問題、測定上の問題を考慮して次の実験においてさらに詳細に検討したい。

## 4. 水理実験上今後改良すべき諸点

以上各ケースについて、主として水門近くの塩分がど

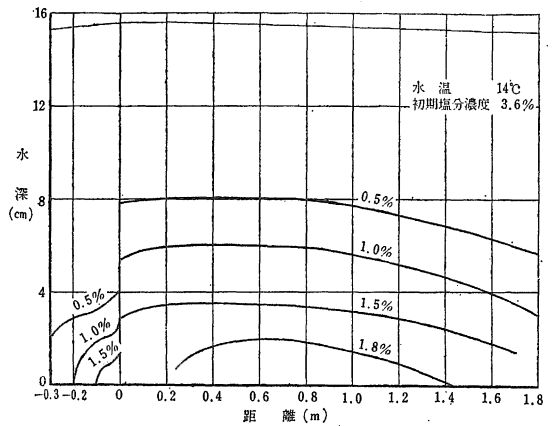


図-8 塩分濃度分布の時間的変化  
(ケース6, 1分経過)

のように、どれくらいの時間で掃流されていくかを調べ、大体の傾向をつかむことができた。しかし、今回の実験には与えられた水理条件を十分満足させることのできない点も多々あるので、さらに実験の方法および施設の一部を改良して検討したいと考える。

(1) 水門上流部の淡水と下流部の塩水をしきる止水板の周囲から漏水し、初期条件を正確にあわせることが困難であり、初期水位差の小さい本実験ではしばしば上流側に多少の塩分が流れこんだ。このような装置では精度の高い解析が期待できないので、止水効果が確実でしかも瞬時に取りはずしのできる止水装置が必要である。

(2) 本実験においては、まず水門近くの塩分濃度分布の時間的変化状態を調べたが、その結果、水門ならびにピアの流れにおよぼす範囲は約  $2 \text{ m}$ 以内であるが、いわゆる塩水クサビの変動を観察するには、これより下流の塩分をも約  $0.5 \text{ m}$ 間隔位の水路断面で観測を行なう必要がある。なお、今回の実験では塩分濃度の観測は1断面に中央1か所であったが、両側を加えてるか所にするのが望ましい。

(3) 今回の実験では、外水位調節用の4門のゲートのうち1門しか操作しなかったため、水路拡大部で局所的

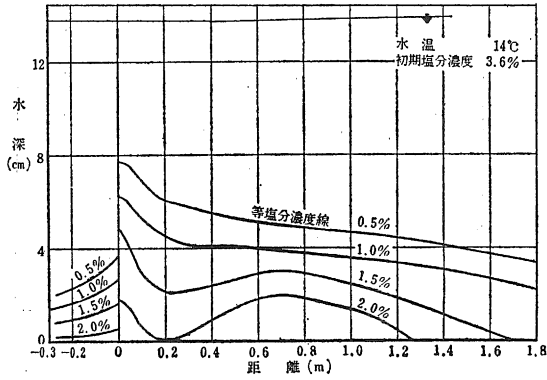


図-9-1 塩分濃度分布の時間的変化  
(ケース7, 2分経過)

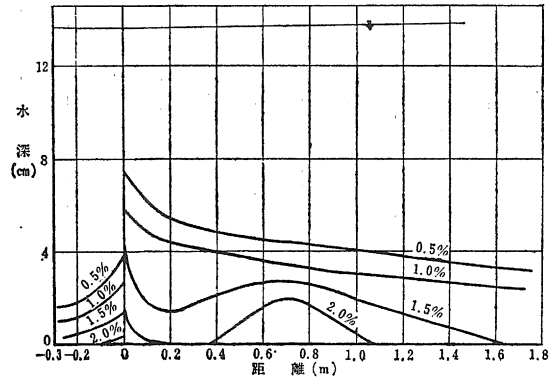


図-9-2 塩分濃度分布の時間的変化  
(ケース7, 5分経過)

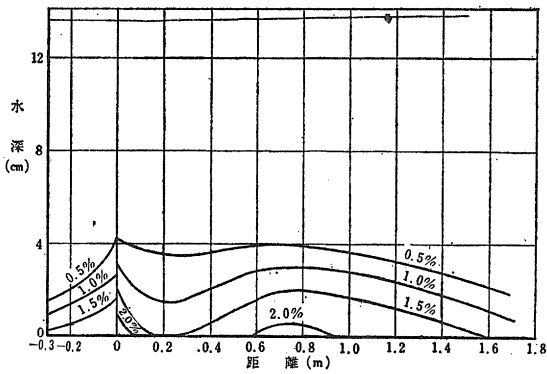


図-9-3 塩分濃度分布の時間的変化  
(ケース7, 8分経過)

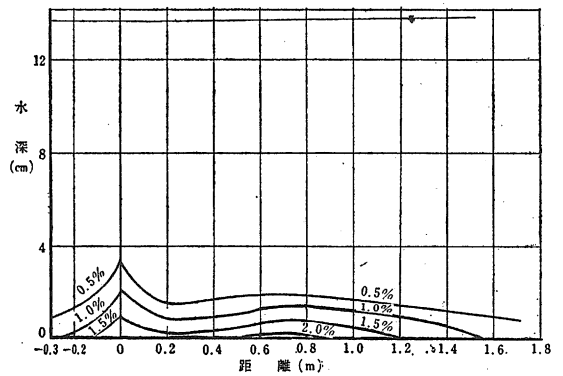
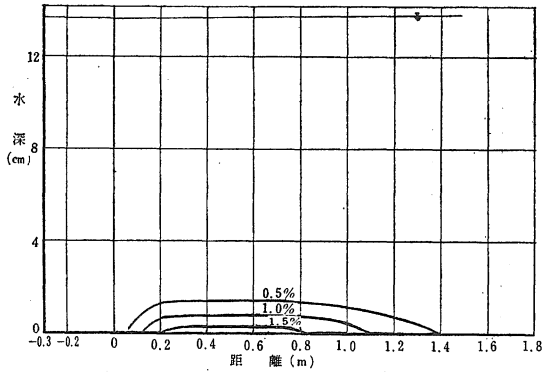
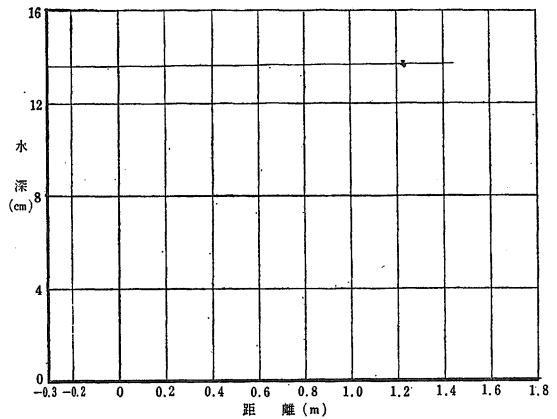


図-9-4 塩分濃度分布の時間的変化  
(ケース7, 11分経過)



図一 9-5 塩分濃度分布の時間的変化  
(ケース 7, 15分経過)



図一 9-6 塩分濃度分布の時間的変化  
(ケース 7, 20分経過)

に環流がみられ密度流をみだす恐れがあるので、4門とも操作すべきである。

(4) 本実験では、一定の流量を流すが外水位を下流水門にて調節するため、流れが定常化するのにかなりの時間を要する。すなわち、水門全開の場合10~20分、1部開放の場合20~30分くらいかかっている。ところが、塩分濃度分布を時間的に観測した結果、この流れが定常化する頃には、水門近くの水路底部に多少の塩分が残る以外ほとんど流れ去っている。したがって、塩水クサビが流されていく過程における流量係数を求める場合、どうしても各時刻の水門の流量測定が必要である。

(5) 今回の実験で、流れがほぼ定常化しているにもかかわらず、水門上、下流のエネルギー差が負になるケースがある。これは水位測定装置に不備な点があると考えられるので改良を要する。

(6) 淡・塩水の流れを着色して観察し、また電導度計および比重計による塩分測定上清水使用がのぞましい。

(7) 迅速に測定値がえられるよう水位、塩分濃度などの測定の自記化が必要である。

## 5. む す び

淡・塩水における水門の流量係数および塩分濃度の時間的分布状態を明らかにするため、一連の水理実験を行なう予定であったが、淡・塩水の場合は淡水のそのような実験装置、方法では種々の支障を来たしたので、予備実験にとどめた。

実験の結果、水門近くにおける塩分濃度の時間的分布状態はおおよそ把握することができたが、流量係数算出のためには、実験装置および実験方法について改善すべき諸点が明らかになった。

## 9. 引用文献

1. 末沢・豊国他 5 名：島根農大研報12 (A)：46~64, 1964
2. 農林省岡山農地事務局：中海干拓及び淡水化事業計画書, 1960
3. 永井荘七郎：水理学, 1957, 東京
4. 農業土木学会：農業土木ハンドブック, 1951, 1957, 東京
5. 農林省農地局編：土地改良事業計画設計基準, 第2部第4編 4・5・3, 1952



### Summary

A number of hydraulic model experiments, to clarify the value of the discharge coefficient through tide-gates in the fresh water, were carried out, and the expected results were obtained and shown in the previous paper.

Then, a series of hydraulic experiments in the fresh-salt water, changing according to the amount of water discharge or the difference of water level, were projected, but by the apparatus which had been used in the previous experiments with fresh water, no satisfactory results could be obtained.

This report deals with these unfinished experiments which will be a preliminary experiment of a future study.