

早岐瀬戸大塔地区埋立が洪水に及ぼす影響について

上田, 年比古

<https://doi.org/10.15017/4743413>

出版情報 : 應用力學研究所所報. 23, pp.37-69, 1964. 九州大学応用力学研究所
バージョン :
権利関係 :



早岐瀬戸大塔地区埋立が洪水に及ぼす 影響について

上 田 年 比 古

目 次

- 1 序 説
- 2 現地の状況および研究事項
- 3 潮差に対する埋立の影響
 - (1) 下流端で与えた潮位
 - (2) 計 算 法
 - (3) 断面および区間水面積
 - (4) 計 算 結 果
 - (5) 考 察
- 4 洪水時の定常状態に対する埋立の影響
 - (1) 計算に用いた最大洪水量と下流端潮位
 - (2) 断面および河床勾配
 - (3) 計 算 法
 - (4) 計 算 結 果
 - (5) 考 察
- 5 洪水時の非定常状態に対する埋立の影響
 - (1) 上流端より流下させた洪水流量曲線
 - (2) 計 算 法
 - (3) 計 算 結 果
 - (4) 考 察
- 6 結 論

1. 序 説

大塔埋立計画地区(写真-1)は、図-1, 図-2(海図 No. 1232)に示すように佐世保湾と大村湾とを結ぶ带状の細長い海峡早岐瀬戸の佐世保湾側に存在し、地元で俗に潮遊びと呼んでいるものである。今般この地区を図-1, 2の点線のように工業用地として埋立てる計画が起案された。

本報告は、この大塔地区が埋立てられて遊水作用が減ぜられた結果、小森川などの洪水時、早岐町周辺の水位が従来より上昇して災害を助長しないかという点と、図-1, 2, 写真-2に示している高島真珠養殖地帯の養殖用筏の流失に関する判定の資料として、この地帯



図-1 早岐瀬戸平面図

の流速が埋立後どのように変わるかという点について調査研究したものである。

2. 現地の状況および研究事項

図-1, 2 に示すように, 早岐瀬戸には北より早岐川 (流域面積 4.65km^2), 小森川 (流域面積 28.00km^2), 江川 (流域面積 5.70km^2), 宮川 (流域面積 13.50km^2) などが流入し, 瀬戸には観潮橋 A 部に図-3, 写真-3 のような河床より約 3.5m の高さの石造りの突堤が兩岸より出て, この付近の平均河巾 70m を約 10m に著しく断面を縮少させている。また B 地点もかなり長い水制が出て通水断面を縮少させている。

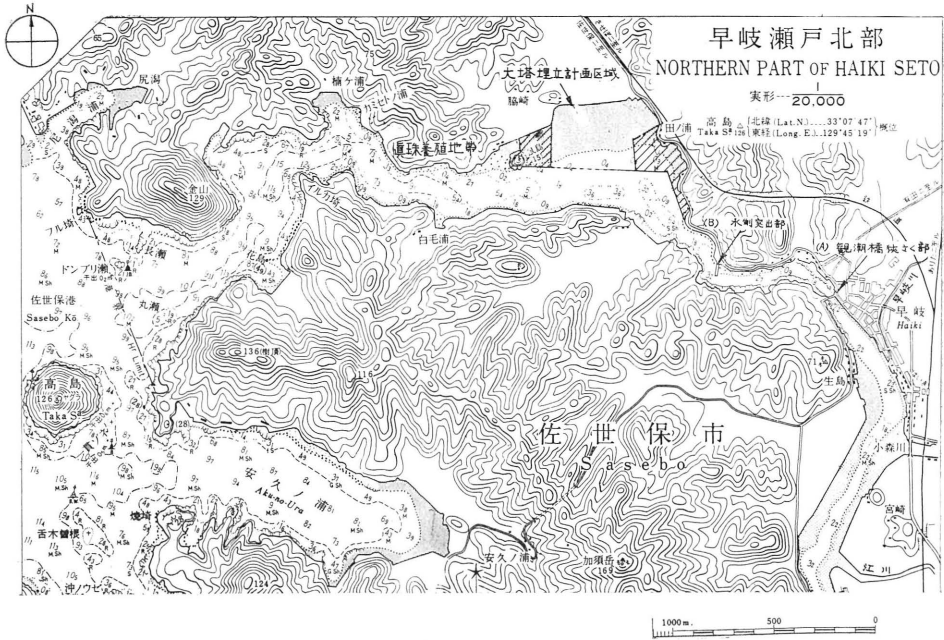


図-2 大塔地区埋立計画区域



写真-1 大塔埋立計画地域



写真-2 高島真珠養殖地域

早岐瀬戸の両端の佐世保湾と大村湾の干満差は前者が後者より大きく、したがって満潮時には佐世保湾側より大村湾側に、干潮時には大村湾側より佐世保湾側に、早岐瀬戸を海水が往復している。観潮橋狭さく部の流水の状況は写真-3(満潮時)にもみられる。

本研究の主題は早岐町周辺が洪水時に水位が従来より上昇しないかという点である。周

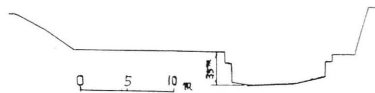


図-3 観潮橋狭さく断面図

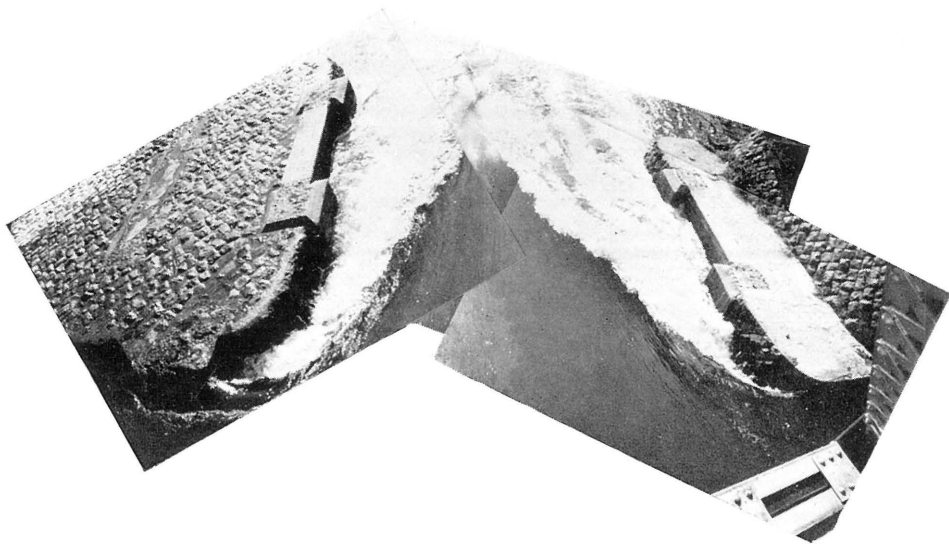


写真-3-1 観潮橋狭さく部

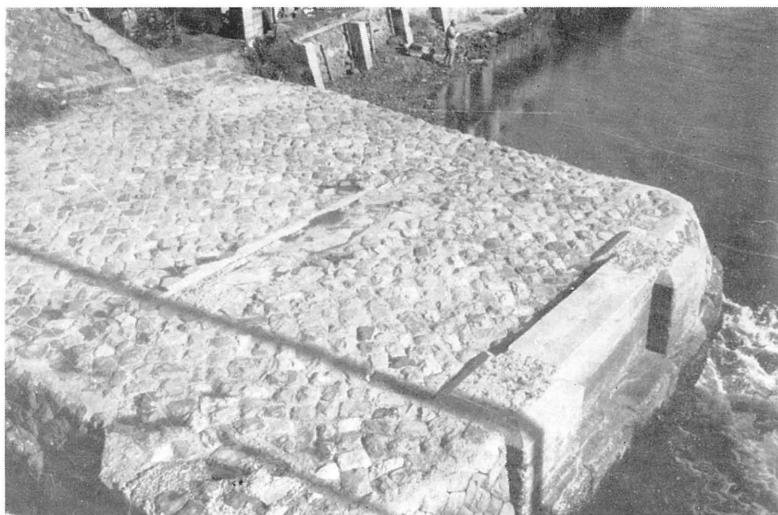


写真-3-2 観潮橋狭さく部

知のように、常流状態すなわち堰でいえば潜堰状態では下流側の水位が上昇すればこれにつれて上流側の水位は上昇するが、射流状態では下流側の水位が上昇しても上流側の水位は変化しない。

いま観潮橋狭さく部 A に着目すれば、早岐町の災害を起こす可能性のある満潮時において、洪水が A 部を佐世保湾側に射流状態で流下しているのであれば、下流側の水位の変化は上流側すなわち早岐町の水位に影響しない。すなわち埋立により A 部の下流側の水位に

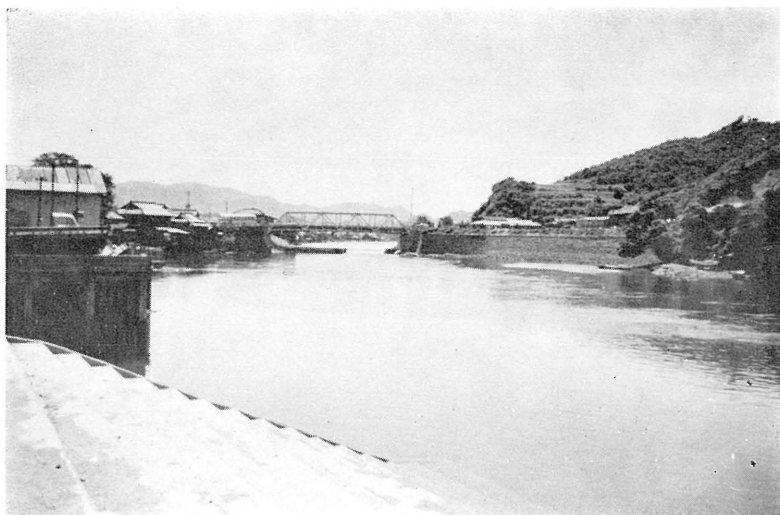


写真-3-3 佐世保側より観潮橋狭さく部を望む

変化を生じて、A部に佐世保湾側に向う射流が存在する限り早岐町の災害を助長することはない。そして荒木博士による模型実験⁹⁾からみてもA部に射流状態があらわれることは十分考えられる。しかし、A部が潜堰状態になることもありうるし、またA部の構造が将来変ってくることも考えられるので、まず観潮橋狭さく部の佐世保湾側直下流地点の水位を埋立前後について比較検討を行なった。

ここでは次にあげる3項目の計算によつて、佐世保湾流入口より観潮橋に至る間、とくに観潮橋の佐世保湾側直下流地点の埋立前後における水位変化と高島真珠養殖場地点の埋立前後における流速変化を検討した。

(1) 外海の潮差は、湾奥では、その地形によつて変化することがあるので、観潮橋狭さく部が閉じていると仮定し、佐世保湾流入口で潮汐を与えて行なつた観潮橋に至る間の不定流計算。

(2) 小森川、早岐川、江川の最大洪水量の1/2が観潮橋の狭さく部から流下し、佐世保湾の水位が一定の場合の定常状態に対して行なつたいわゆる不等流計算。

(3) 佐世保湾の水位を一定として、洪水流量曲線が観潮橋狭さく部から流下した場合について行なつた不定流計算。

以下各節において、観潮橋狭さく部を上流端、佐世保湾流入口を下流端と呼称し、水位など高さの関係はすべて海図 No. 1232 をもとにした。また河床粗度係数 $n=0.025$ (m, s 単位) とした。

3. 潮差に対する埋立の影響

前節の計算項目の(1)に対するものである。計算は下流端で潮汐を与えて上流部の水位を不定流の方程式の直接数値計算法で算定し、断面区分は図-4 に示すように、観潮橋から佐世保湾流入口までの間を区分長 250m として 17 断面に区分し断面番号を定めた。

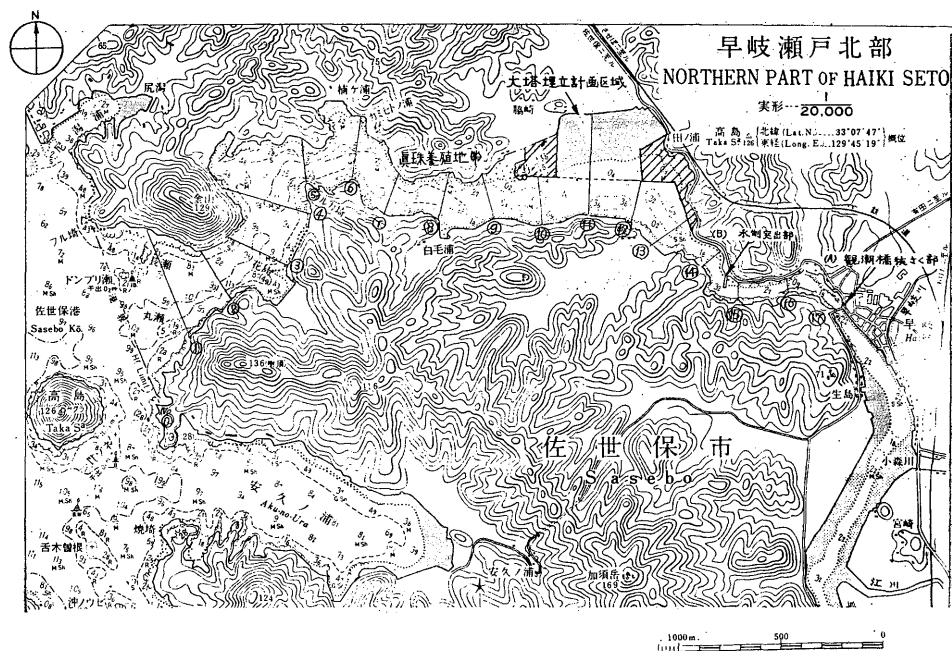


図-4 大塔地区埋立計画区域

(1) 下流端で与えた潮位

平均海面上の潮高 H は一般に表-1 に示す分潮の和として(1)式で与えられている。

表-1 分 潮 表

分 潮	記 号	半潮差	遅 角	周 期 T	引 数	n (度/hr)
太 陰 半 日 周 潮	M_2	H_m	k_m	$T_m=12-25$	V_{0m}	$n_m=28.98$
太 陽 "	S_2	H_s	k_s	$T_s=12-0$	V_{0s}	$n_s=30.00$
太陰太陽合成半日周潮	K_1	H'	k'	$T'=23-56$	$V_{0'}$	$n'=15.04$
太 陰 1 日 周 潮	O_1	H_0	k_0	$T_0=25-49$	V_{00}	$n_0=13.94$

$$H = H_m \cos(V_{0m} + n_m t - k_m) + H_s \cos(V_{0s} + n_s t - k_s) + H' \cos(V_{0'} + n' t - k') + H_0 \cos(V_{00} + n_0 t - k_0) \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここに t は時間 (hr) である。

(1) 式の H_m , H , H' および H_0 は佐世保港について不明であるが、海図 No. 1232 によると、気象の影響がない最高潮位は早岐突堤北側に対して $H_{\max}=150\text{cm}$ となつている。

長崎港²⁾に対しては $H_{\max} = H_m + H_s + H' + H_0 = 78\text{cm} + 34\text{cm} + 23\text{cm} + 18\text{cm} = 153\text{cm}$ であるので、長崎港の各値に 150/153 を乗じて佐世保港の H_m , H_s , H' および H_0 とした。

いま最高潮位のあらわれる場合すなわち各分潮の最高潮位の時刻が一致する場合の潮位を計算することにすれば、計算式は次式となる。

$$H = 76.47\cos(28.98t) + 33.33\cos(30.00t) + 22.55\cos(15.04t) + 17.65\cos(13.94t) \cdots (2)$$

ここに t は時間 (hr) である。

この式により求めた潮位 H を表-2, 図-5 に示している。

表-2 潮 位 曲 線 表

時 間	潮 位	時 間	潮 位	時 間	潮 位
	cm		cm		cm
-3.5	1.5	1.25	126.4	6.0	-108.0
-3.25	17.3	1.5	116.4	6.25	-110.2
-3.0	33.1	1.75	104.6	6.5	-111.1
-2.75	48.7	2.0	92.3	6.75	-110.2
-2.5	64.0	2.25	78.7	7.0	-107.6
-2.25	78.7	2.5	64.0	7.25	-103.3
-2.0	92.3	2.75	48.7	7.5	-97.5
-1.75	104.6	3.0	33.1	7.75	-90.3
-1.5	116.4	3.25	17.3	8.0	-81.8
-1.25	126.4	3.5	1.5	8.25	-72.2
-1.0	134.7	3.75	-14.0	8.5	-61.6
-0.75	141.2	4.0	-28.9	8.75	-50.3
-0.5	146.1	4.25	-43.2	9.0	-38.5
-0.25	149.1	4.5	-56.5	9.25	-26.4
0	150.0	4.75	-68.7	9.5	-14.2
0.25	149.1	5.0	-79.5	9.75	-2.1
0.5	146.1	5.25	-89.0	10.0	9.6
0.75	141.2	5.5	-96.8	10.25	20.7
1.0	134.7	5.75	-103.2	10.5	31.1

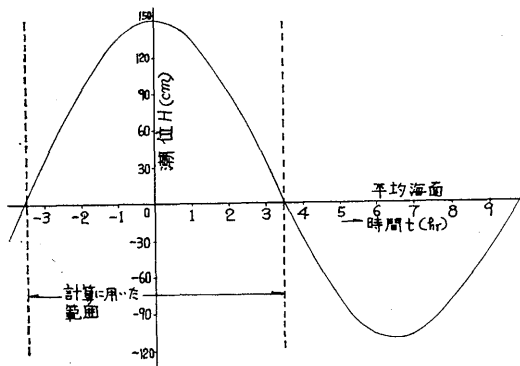


図-5 佐世保湾假定潮位曲線

本計算では一応図-5 に示すように $-3.5\text{hr} \sim +3.5\text{hr}$ の 7 時間の範囲をとり、これを下流端の潮位とした。なお計算では -3.5hr を時間起点 0 とした。

(2) 計算法³⁾

(a) 基本式

不定流の運動、連続の方程式としては周知のように、 Z を水位、 h を水深、 v を流速、 Q を流量、 I を河床勾配、 x を下流端より上流測にとつた距離、 t を時間、 A を流水断面積、 R を径深、 n を粗度係数、 g を重力加速度とすれば、

$$\begin{cases} \frac{\partial v}{\partial t} + v \frac{\partial v}{\partial x} + g \frac{\partial Z}{\partial x} = g \frac{n^2 v^2}{R^{4/3}} & \dots\dots\dots (3) \\ \frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = 0 & \dots\dots\dots (4) \end{cases}$$

$$\text{ここに } \frac{\partial Z}{\partial x} = I + \frac{\partial h}{\partial x} \quad \dots\dots\dots (5)$$

断面 No. 0 から上流に向い河道を $\Delta x_1, \Delta x_2, \dots, \Delta x_n$ の n 個の小区間にわけ、 x_{i-1} より x_i までの区間の水表面積を ΔF_i とすれば、 x_i, t における上式の階差式は

$$\begin{aligned} Z_{i,t} &= Z_{i-1,t} + \Delta Z'_{i,t} \\ &= Z_{i-1,t} - \frac{1}{2g} (\Delta v^2)_{i,t} - \frac{1}{g} \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{i,t} \Delta x_i - \left(\frac{n^2}{R^{4/3}} v|v \right)_{i,t} \cdot \Delta x_i \quad \dots\dots\dots (6) \end{aligned}$$

$$Q_{i,t} = Q_{i-1,t} - \left(\frac{\Delta Z}{\Delta t} \right)_{i,t} \Delta F_{i,t} \quad \dots\dots\dots (7)$$

ここに $\Delta Z'$ は地点 x_{i-1} と x_i との水位差、 ΔZ は地点 x_i の Δt 間における水位変化である。

下流端の水位曲線を与えれば、(6)、(7) 式より逐次上流側水位を求めてゆける。以下にその計算法をのべる。

(b) 下流端の Q_0-t 曲線の仮定

河口の $Q-t$ 曲線の仮定値としては、上下流を通じて水位がつねに水平に上下するために必要な河口の流入出量曲線を用いた。すなわち上下流端間の全水表面積に下流端の水位変化量を乗じたものである。

(c) 河口より上流への計算

(7) 式について、河口 x_0 より x_1 点の値を求める法を説明すれば、 x_1 点に対して(7) 式は

$$Q_{1,t} = Q_{0,t} - \left(\frac{\Delta Z}{\Delta t} \right)_{1,t} \Delta F_{1,t} \quad \dots\dots\dots (8)$$

$\Delta F_{1,t}$ は $Z_{0,t}$ より求め、また $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta t} \right)_{1,t} \div \left(\frac{\Delta Z}{\Delta t} \right)_{0,t}$ とすれば、与えられた $Q_{0,t}$ より $Q_{1,t}$ が

求められる．つぎに (6) 式について考えれば，

$$\begin{aligned} Z_{1,t} &= Z_{0,t} + \Delta Z'_{1,t} \\ &= Z_{0,t} - \frac{1}{2g} (\Delta v^2)_{1,t} - \frac{1}{g} \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{1,t} \Delta x_1 - \left(\frac{n^2 v |v|}{R^{4/3}} \right)_{1,t} \Delta x_1 \quad \dots\dots\dots (9) \end{aligned}$$

この式において， x_1 点の水位 $Z_{1,t} \doteq Z_{0,t}$ とし，流水断面積 $A_{1,t}$ を計算し， $v_{0,t} = Q_{0,t}/A_{0,t}$ ， $v_{1,t} = Q_{1,t}/A_{1,t}$ を求める．したがって， $(\Delta v^2)_{1,t} = v_{1,t}^2 - v_{0,t}^2$ ， $\left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)_{1,t} = \frac{\bar{v}_{1,t+1} - \bar{v}_{1,t-1}}{2\Delta t}$ ， $\left(\frac{n^2 v |v|}{R^{4/3}} \right)_{1,t} = \frac{n^2}{\bar{R}_{1,t}^{4/3}} (\bar{v}_{1,t} |\bar{v}_{1,t}|)$ ここに $\bar{R}_{1,t} = \frac{1}{2} (R_{0,t} + R_{1,t})$ で $Z_{1,t} \doteq Z_{0,t}$ とすれば求められる，また $\bar{v}_{1,t} = \frac{1}{2} (v_{0,t} + v_{1,t})$ である．また $v_{1,t+1}$ は $Z_{0,t+1} \doteq Z_{1,t+1}$ とし， $Q_{1,t+1}$ を (8) 式から求めれば， $v_{1,t+1} = Q_{1,t+1}/A_{1,t+1}$ としてえられる．これらの値により (9) 式から $Z_{1,t}$ が求められる．次の 2, 3 区間は以上によりえられた $Z_{1,t}$ および $Q_{1,t}$ から上記の操作を繰返してゆけばよい．

(d) 下流端の Q_0-t 曲線の検定

上述の計算により上流各点の $Z-t$ の関係が求められたので，これから逆に $Q_{0,t}$ を次式より求められる．

$$Q_{0,t} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\Delta Z}{\Delta t} \right)_{i-1,t} \cdot \Delta F_{i,t} \quad \dots\dots\dots (10)$$

(10) 式と始め仮定した $Q_{0,t}$ とが一致するように，始めの仮定値を修正してやり直すことになる．ここでは上記 (c) の方法で上流端 $Q_{n,t}$ が 0 になれば，(10) 式を満足したことになり始めの仮定が正しかつたことを意味することから，上流端で流量が 0 となるかどうかで判定した．

(3) 断面および区間水表面積

各点の断面は基本水準面以下の部分は図-4 の海図の等深線よりえられた断面図から求め，基本水準面以上の部分は図-4 について測つた河巾を各水深で一定として求め，両者を加算した．潤辺は「河巾+2×水深」によつて求めた．各区間の水表面積は海図からプラメーターにより測定し，これは各水位で一定とした．なお埋立計画地点 No. 11 の断面では平均海面以下を図-6 のように埋立計画位置で折線として，埋立前では ABCDE について，埋立後では ABCDF について断面積，潤辺を求めた．また No. 10～12 区間の水表面積は図-7 について，埋立前では ABCD-EFGHIJ の範囲とし，埋立後では ABKGHIJ の範囲をとつた．各断面の河巾，区間水表面積を表-3 に示している．

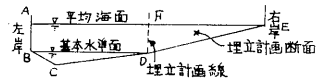


図-6 断面 No. 11

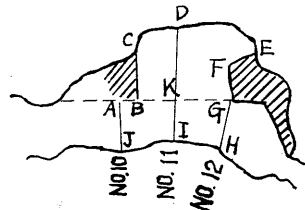


図-7

表 - 3

断 No.	(1) 面 河	(2) 巾 m	(3) 区 間 水 表 面積 ΔFm^2	断 No.	(1) 面 河	(2) 巾 m	(3) 区 間 水 表 面積 ΔFm^2
0		980		11		500	10.4
1		620	18.8×10^4			(170)	(5.0)*
2		290	9.2	12		220	14.4
3		350	7.2				(5.0)
4		460	8.0	13		210	5.6
5		220	13.2	14		130	3.4
6		320	8.4	15		90	2.4
7		210	5.6	16		70	2.0
8		250	4.8	17		30	2.0
9		230	5.6				
10		250	7.6	Sum			128.6×10^4 (113.8×10^4)

* () 印は埋立後の値を示す。

(4) 計算結果

以上の方法で計算した結果を埋立前に対して表-4, 埋立後に対して表-5 に示している。表は計算要領を示すため, まず断面 No. 0, 1, 2までをあげ, あとは真珠養殖地点 No. 8, 埋立計画地点 No. 11 および最終断面 No. 17 をあげた。表-4, 5 につけた添字は断面番号を示している。

計算はその起点0時で水面は上下流を通じて水平と仮定して出発した。また表に示すように $Z_{i,t}$ は mm 以下を四捨五入して行なつた。mm 以下をとつても累積誤差は最終端において1mm 以下であつた。最後に下流端の Q_0-t 曲線を検定すると, 表-4-17 の (3) 欄に示すように上流端で $Q_{17,t}$ は0となつたので, 始めの仮定すなわち表-4-0 の (4) 欄でよいことを示している。このことは表-5 についても同様である。

(5) 考察

この計算結果によると, 表-4, 5における (11) 欄 $\Delta Z_{i,t}'$ はきわめて小さく, $Z_{i,t}$ は $Z_{i-1,t}$ とほとんど一致し, したがつて上下流端を通じて水面は下流端の潮汐とほとんど同じに水平に上下する。これは埋立後においても同じ結果がえられている。したがつて埋立は佐世保湾入口から観潮橋までの間を通じて潮差に影響を与えないと結論できる。

本計算では計算起点で上下流を通じて水面は水平として行なつたが, 上記の結果はこの仮定でよいことを示している。また潮汐は一応図-5 に示す範囲を用いたが, これをさらに半周期継続して行なつても以上の結論が変わることはないと考える。

次に真珠養殖地点は図-4 からみて断面 No. 8 付近であるが, この地点の流速 $v_{8,t}$ は埋立前では表-4-8 の (5) 欄より最大 $83.04m/0.25hr=9.2cm/s$ で, 埋立後では表-5-8 の (5) 欄より最大 $60.03m/0.25hr=6.7cm/s$ であり埋立後の方が流速はわずかに低下する。これ

表-4-0 埋立前 (断面 No. 0)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
時間 (hr)	Z_{0t} (cm)	ΔZ_{0t} (cm)	Q_{0t} ($m^3/0.25h$)	A_{0t} (m^2)	v_{0t} ($m/0.25h$)
0	1.5				
0.25	17.3	15.8	203188	7900	25.72
0.5	33.1	15.8	203188	8050	25.24
0.75	48.7	15.6	200616	8210	24.43
1.0	64.0	15.3	196758	8365	23.52
1.25	78.7	14.7	189042	8512	22.20
1.5	92.3	13.6	174896	8657	20.20
1.75	104.6	12.3	158178	8790	17.99
2.0	116.4	11.8	151748	8906	17.03
2.25	126.4	10.0	128600	9025	14.24
2.5	134.7	8.3	106738	9122	11.70
2.75	141.2	6.5	83590	9202	9.08
3.0	146.1	4.9	63014	9268	6.79
3.25	149.1	3.0	38580	9315	4.14
3.5	150.0	0.9	11574	9345	1.23
3.75	149.1	-0.9	-11574	9355	-1.23
4.0	146.1	-3.0	-38580	9345	-4.12
4.25	141.2	-4.9	-63014	9315	-6.76
4.5	134.7	-6.5	-83590	9268	-9.01
4.75	126.4	-8.3	-106738	9202	-11.60
5.0	116.4	-10.0	-128600	9122	-14.09
5.25	104.6	-11.8	-151748	9025	-16.81
5.5	92.3	-12.3	-158178	8906	-17.76
5.75	78.7	-13.6	-174896	8790	-19.89
6.0	64.0	-14.7	-189042	8657	-21.83
6.25	48.7	-15.3	-196758	8512	-23.11
6.5	33.1	-15.6	-200616	8365	-23.98
6.75	17.3	-15.8	-203188	8210	-24.74
7.0	1.5	-15.8	-203188	8050	-25.24

表-5-0 埋立後 (断面 No. 0)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
時間 (hr)	Z_{0t} (cm)	ΔZ_{0t} (cm)	Q_{0t} ($m^3/0.25h$)	A_{0t} (m^2)	v_{0t} ($m/0.25h$)
0	1.5				
0.25	17.3	15.8	179804	7900	22.76
0.5	33.1	15.8	179804	8050	22.33
0.75	48.7	15.6	177528	8210	21.62
1.0	64.0	15.3	174114	8365	20.81
1.25	78.7	14.7	167286	8512	19.65
1.5	92.3	13.6	154768	8657	17.87
1.75	104.6	12.3	139974	8790	15.92
2.0	116.4	11.8	134284	8906	15.07
2.25	126.4	10.0	113800	9025	12.61
2.5	134.7	8.3	94454	9122	10.35
2.75	141.2	6.5	73970	9201	8.03
3.0	146.1	4.9	55762	9268	6.01
3.25	149.1	3.0	34140	9315	3.66
3.5	150.0	0.9	10242	9345	1.09
3.75	149.1	-0.9	-10242	9355	-1.09
4.0	146.1	-3.0	-34140	9345	-3.65
4.25	141.2	-4.9	-55762	9315	-5.98
4.5	134.7	-6.5	-73970	9268	-7.98
4.75	126.4	-8.3	-94454	9201	-10.26
5.0	116.4	-10.0	-113800	9122	-12.47
5.25	104.6	-11.8	-134284	9025	-14.87
5.5	92.3	-12.3	-139974	8906	-15.71
5.75	78.7	-13.6	-154768	8790	-17.60
6.0	64.0	-14.7	-167286	8657	-19.32
6.25	48.7	-15.3	-174114	8512	-20.45
6.5	33.1	-15.6	-177528	8365	-21.22
6.75	17.3	-15.8	-179804	8210	-21.90
7.0	1.5	-15.8	-179804	8050	-22.30

は埋立前には埋立地域の水位を上下させるための流量が必要となり、その結果養殖地点を往復する流量がますますである。このように真珠養殖地点に対して潮流の流速の面から言えば埋立は若干好結果をもたらすと言える。

なお本計算では観潮橋断面はかなり狭くされていることからこの部は閉じているとして計算したが実際の状態では、狭く部断面を通して流入する流量だけ上述の計算流量より増すから、流速は表-4, 5 の (5) 欄より若干増加すると考えられる。しかし、埋立前後の水位に相異はないという上記の結論は変わらないと考える。

表-4-1 埋立前(断面 No. 1) * $f_1=n^2/R^{4/3}$

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
時間 t _{hr}	$-\left(\frac{\Delta Z}{\Delta t}\right)_{1t} \Delta F_{1t}$ (m ³ /0.25h)	Q_{1t} (m ³ /0.25h)	A_{1t} (m ²)	v_{1t} (m/0.25h)	$\bar{v}_{1t}$ (m/0.25h)	$-\frac{1}{2g}(\Delta v^2)_{1t}$ (cm)	$-\frac{1}{g}\left(\frac{\Delta v}{\Delta t}\right)_{1t} \cdot \Delta x$ (cm)	f_1^* (0.25h/m) ²	$-f_1[\bar{v}]_{1t} \bar{v} \Delta x$ (cm)	$\Delta Z'_{1t}$ (cm)	Z_{1t} (cm)
0								$\times 10^{-11}$			1.5
0.25	-29704	173484	4502	38.53	32.13	-0.005	0.002	5.504	-0.001	-0.004	17.3
0.5	-29704	173484	4600	37.71	31.48	-0.005	0.003	5.344	-0.001	-0.003	33.1
0.75	-29328	171288	4700	36.44	30.44	-0.005	0.004	5.192	-0.001	-0.002	48.7
1.0	-28764	167994	4795	35.04	29.28	-0.004	0.005	5.040	-0.001	0.000	64.0
1.25	-27636	161406	4890	33.01	27.61	-0.004	0.007	4.880	-0.001	0.002	78.7
1.5	-25568	149328	4982	29.97	25.09	-0.003	0.008	4.728	-0.001	0.004	92.3
1.75	-23124	135054	5066	26.65	22.31	-0.002	0.006	4.608	-0.001	0.003	104.6
2.0	-22184	129564	5140	25.21	21.12	-0.002	0.007	4.480	-0.001	0.004	116.4
2.25	-18800	109800	5215	21.05	17.65	-0.001	0.011	4.360	-0.000	0.010	126.4
2.5	-15604	91134	5275	17.28	14.49	-0.001	0.010	4.260	-0.000	0.009	134.7
2.75	-12220	71370	5325	13.40	11.24	-0.000	0.010	4.180	-0.000	0.010	141.2
3.0	-9212	53802	5370	10.02	8.41	-0.000	0.010	4.108	-0.000	0.010	146.1
3.25	-5640	32940	5400	6.10	5.12	-0.000	0.011	4.060	-0.000	0.011	149.1
3.5	-1692	9882	5420	1.82	1.53	-0.000	0.011	4.024	-0.000	0.011	150.0
3.75	1692	-9882	5423	-1.82	-1.53	-0.000	0.011	4.016	0.000	0.011	149.1
4.0	5640	-32940	5420	-6.08	-5.10	-0.000	0.011	4.024	0.000	0.011	146.1
4.25	9212	-53802	5400	-9.96	-8.36	-0.000	0.010	4.060	0.000	0.010	141.2
4.5	12220	-71370	5370	-13.29	-11.15	-0.001	0.009	4.108	0.000	0.008	134.7
4.75	15604	-91134	5325	-17.11	-14.36	-0.001	0.010	4.180	0.000	0.009	126.4
5.0	18800	-109800	5275	-20.81	-17.45	-0.002	0.010	4.260	0.000	0.008	116.4
5.25	22184	-129564	5215	-24.84	-20.83	-0.002	0.007	4.360	0.001	0.006	104.6
5.5	23124	-135054	5140	-26.28	-22.02	-0.002	0.006	4.480	0.001	0.005	92.3
5.75	25568	-149328	5066	-29.48	-24.69	-0.003	0.008	4.608	0.001	0.006	78.7
6.0	27636	-161406	4982	-32.40	-27.12	-0.003	0.006	4.728	0.001	0.004	64.0
6.25	28764	-167994	4890	-34.35	-28.73	-0.004	0.004	4.880	0.001	0.001	48.7
6.5	29328	-171288	4795	-35.72	-29.85	-0.004	0.003	5.040	0.001	0.000	33.1
6.75	29704	-173484	4700	-36.91	-30.83	-0.005	0.003	5.192	0.001	-0.001	17.3
7.0	29704	-173484	4600	-37.71	-31.48	-0.005	0.002	5.344	0.001	-0.002	1.5

表-5-1 埋立後(断面 No. 1)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
時間	$-\left(\frac{\Delta Z}{\Delta t}\right)_{1t}$ (m ² /0.25h)	Q_{1t} (m ³ /0.25h)	A_{1t} (m ²)	v_{1t} (m/0.25h)	$\bar{v}_{1t}$ (m/0.25h)	$-\frac{1}{2g}(\Delta v^2)_{1t}$ (cm)	$-\frac{1}{g}\left(\frac{\Delta v}{\Delta t}\right)_{1t}\Delta x$ (cm)	f_1 (0.25h/m) ²	$-f_1 \bar{v} _{1t}\Delta x$ (cm)	$\Delta Z'_{1t}$ (cm)	Z_{1t} (cm)
0								$\times 10^{-11}$			1.5
0.25	-29704	150100	4502	33.34	28.05	-0.004	0.002	5.504	-0.001	-0.003	17.3
0.5	-29704	150100	4600	32.68	27.48	-0.004	0.002	5.344	-0.001	-0.003	33.1
0.75	-29328	148200	4700	31.53	26.58	-0.003	0.003	5.192	-0.001	-0.001	48.7
1.0	-28764	145350	4795	30.31	25.56	-0.003	0.004	5.040	-0.001	0.000	64.0
1.25	-27636	139650	4890	28.56	24.11	-0.003	0.006	4.880	-0.001	0.002	78.7
1.5	-25568	129200	4982	25.93	21.90	-0.002	0.007	4.728	-0.001	0.004	92.3
1.75	-23124	116850	5066	23.07	19.50	-0.002	0.005	4.608	-0.000	0.003	104.6
2.0	-22184	112100	5140	21.81	18.44	-0.002	0.006	4.480	-0.000	0.004	116.4
2.25	-18800	95000	5215	18.22	15.42	-0.001	0.009	4.360	-0.000	0.008	126.4
2.5	-15604	78850	5275	14.95	12.65	-0.001	0.009	4.260	-0.000	0.008	134.7
2.75	-12220	61750	5325	11.60	9.82	-0.000	0.009	4.180	-0.000	0.009	141.2
3.0	-9212	46550	5370	8.67	7.34	-0.000	0.009	4.108	-0.000	0.008	146.1
3.25	-5640	28500	5400	5.28	4.47	-0.000	0.009	4.060	-0.000	0.008	149.1
3.5	-1692	8550	5420	1.58	1.34	-0.000	0.009	4.024	-0.000	0.009	150.0
3.75	1692	-8550	5423	-1.58	-1.34	-0.000	0.009	4.016	+0.000	0.009	149.1
4.0	5640	-28500	5420	-5.26	-4.64	-0.000	0.009	4.024	0.000	0.009	146.1
4.25	9212	-46500	5400	-8.62	-7.30	-0.000	0.008	4.060	0.000	0.008	141.2
4.5	12220	-61750	5370	-11.50	-9.74	-0.000	0.008	4.108	0.000	0.008	134.7
4.75	15604	-78850	5325	-14.81	-12.54	-0.001	0.009	4.180	0.000	0.008	126.4
5.0	18800	-95000	5275	-18.01	-15.24	-0.001	0.009	4.260	0.000	0.008	116.4
5.25	22184	-112100	5215	-21.33	-18.10	-0.001	0.006	4.360	0.000	0.005	104.6
5.5	23124	-116850	5140	-22.73	-19.22	-0.002	0.005	4.480	0.000	0.003	92.3
5.75	25568	-129200	5066	-25.50	-21.55	-0.002	0.007	4.608	0.001	0.006	78.7
6.0	27636	-139650	4982	-28.03	-23.68	-0.003	0.006	4.728	0.001	0.004	64.0
6.25	28764	-145350	4890	-29.72	-25.09	-0.003	0.004	4.880	0.001	0.002	48.7
6.5	29328	-148200	4795	-30.91	-26.07	-0.003	0.003	5.040	0.001	0.001	33.1
6.75	29704	-150100	4700	-31.94	-26.92	-0.003	0.002	5.192	0.001	0.000	17.3
7.0	29704	-150100	4600	-32.64	-27.48	-0.004	0.002	5.344	0.001	-0.001	1.5

表-4-2 埋 立 前 (断面 No. 2)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
時間	$-\left(\frac{\Delta Z}{\Delta t}\right)_{2t}$ (m ³ /0.25h)	Q_{2t} (m ³ /0.25h)	A_{2t} (m ²)	v_{2t} (m/0.25h)	$\bar{v}_{2t}$ (m/0.25h)	$-\frac{1}{2g}(\Delta v^2)_{2t}$ (cm)	$-\frac{1}{g}\left(\frac{\Delta v}{\Delta t}\right)_{2t} \cdot \Delta x$ (cm)	f_2 (0.25h/m) ²	$-f_2 \bar{v} \bar{v} \frac{\Delta x}{2t}$ (cm)	$\Delta Z'_{2t}$ (cm)	Z_{2t} (cm)
0								×10 ⁻¹¹			1.5
0.25	-14536	158948	2360	67.35	52.94	-0.019	0.003	4.780	-0.003	-0.019	17.3
0.5	-14536	158948	2406	66.09	51.90	-0.019	0.004	4.680	-0.003	-0.018	33.1
0.75	-14352	156936	2450	64.06	50.25	-0.018	0.006	4.588	-0.003	-0.015	48.7
1.0	-14076	153918	2495	61.69	48.37	-0.016	0.007	4.496	-0.003	-0.012	64.0
1.25	-13524	147882	2540	58.22	45.62	-0.015	0.011	4.400	-0.002	-0.006	78.7
1.5	-12512	136816	2582	52.99	41.48	-0.012	0.014	4.308	-0.002	0.000	92.3
1.75	-11316	123738	2662	47.19	36.92	-0.010	0.010	4.228	-0.001	-0.001	104.6
2.0	-10856	118708	2657	44.68	34.95	-0.009	0.012	4.160	-0.001	0.002	116.4
2.25	-9200	100600	2693	37.36	29.21	-0.006	0.017	4.080	-0.001	0.010	126.4
2.5	-7636	83498	2720	30.70	23.99	-0.004	0.017	4.020	-0.001	0.012	134.7
2.75	-5980	65390	2743	23.84	18.92	-0.002	0.016	3.960	-0.000	0.014	141.2
3.0	-4508	49294	2765	17.83	13.93	-0.001	0.016	3.920	-0.000	0.015	146.1
3.25	-2760	30180	2778	10.86	8.48	-0.001	0.018	3.900	-0.000	0.017	149.1
3.5	- 828	9054	2787	3.25	2.54	-0.000	0.017	3.888	-0.000	0.017	150.0
3.75	828	- 9054	2790	- 3.25	- 2.54	-0.000	0.017	3.876	0.000	0.017	149.1
4.0	2760	-30180	2787	-10.82	- 8.45	-0.001	0.018	3.888	0.000	0.017	146.1
4.25	4508	-49294	2778	-17.74	-13.85	-0.001	0.016	3.900	0.000	0.015	141.2
4.5	5980	-65390	2765	-23.65	-18.47	-0.002	0.016	3.920	0.000	0.014	134.7
4.75	7636	-83498	2743	-30.44	-23.78	-0.004	0.016	3.960	0.001	0.013	126.4
5.0	9200	-100600	2720	-36.99	-28.90	-0.006	0.017	4.020	0.001	0.012	116.4
5.25	10856	-118708	2693	-44.08	-34.46	-0.008	0.012	4.080	0.001	0.005	104.6
5.5	11316	-123738	2657	-46.57	-36.43	-0.009	0.010	4.160	0.001	0.002	92.3
5.75	12512	-136816	2622	-52.18	-40.83	-0.012	0.013	4.228	0.002	0.003	78.7
6.0	13524	-147882	2582	-57.27	-44.84	-0.014	0.011	4.308	0.002	-0.001	64.0
6.25	14076	-153918	2540	-60.59	-47.47	-0.016	0.007	4.400	0.003	-0.006	48.7
6.5	14352	-156936	2495	-62.90	-49.31	-0.017	0.005	4.496	0.003	-0.009	33.1
6.75	14536	-158948	2450	-64.87	-50.89	-0.018	0.004	4.588	0.003	-0.011	17.3
7.0	14536	-158948	2405	-66.09	-51.90	-0.019	0.003	4.680	0.003	-0.013	1.5

表-5-2 埋立後(断面 No. 2)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
時間	$-\left(\frac{\Delta Z}{\Delta t}\right)_{2t}$ (m ³ /0.25h)	Q_{2t} (m ³ /0.25h)	A_{2t} (m ²)	v_{2t} (m/0.25h)	$\bar{v}_{2t}$ (m/0.25h)	$-\frac{1}{2g}(\Delta v^2)_{2t}$ (cm)	$-\frac{1}{g}\left(\frac{\Delta v}{\Delta t}\right)_{2t}\Delta x$ (cm)	f_2 (0.25h/m) ²	$-f_2\bar{v}\bar{v}\frac{\Delta x}{2t}$ (cm)	$\Delta Z'_{2t}$ (cm)	Z_{2t} (cm)
0								$\times 10^{-11}$			1.5
0.25	-14536	135564	2360	57.44	45.39	-0.014	0.003	4.780	-0.003	-0.014	17.29
0.5	-14536	135564	2405	56.37	44.50	-0.013	0.004	4.680	-0.002	-0.011	33.09
0.75	-14352	133848	2450	54.63	43.08	-0.013	0.005	4.588	-0.002	-0.010	48.69
1.0	-14076	131274	2495	52.61	41.46	-0.012	0.006	4.496	-0.002	-0.008	64.0
1.25	-13524	126126	2540	49.66	39.11	-0.010	0.009	4.400	-0.002	-0.003	78.7
1.5	-12512	116688	2582	45.19	35.56	-0.009	0.012	4.308	-0.001	0.002	92.3
1.75	-11316	105534	2622	40.25	31.66	-0.007	0.009	4.228	-0.001	0.001	104.6
2.0	-10856	101244	2657	38.10	29.96	-0.006	0.010	4.160	-0.001	0.003	116.4
2.25	-9200	85800	2693	31.86	25.04	-0.004	0.015	4.080	-0.001	0.010	126.4
2.5	-7636	71214	2720	26.18	20.57	-0.003	0.014	4.020	0.000	0.011	134.7
2.75	-5980	55770	2743	20.33	15.97	-0.002	0.014	3.960	0.000	0.012	141.2
3.0	-4508	42042	2765	15.21	11.94	-0.001	0.014	3.920	0.000	0.013	146.1
3.25	-2760	25740	2778	9.27	7.28	0.000	0.015	3.900	0.000	0.015	149.1
3.5	-828	7722	2787	2.77	2.18	0.000	0.015	3.888	0.000	0.015	150.0
3.75	828	-7722	2790	-2.77	-2.18	0.000	0.015	3.876	0.000	0.015	149.1
4.0	2760	-25740	2787	-9.24	-7.25	0.000	0.015	3.888	0.000	0.015	146.1
4.25	4508	-42042	2778	-15.13	-11.88	-0.001	0.014	3.900	0.000	0.013	141.2
4.5	5980	-55770	2765	-20.17	-15.84	-0.002	0.013	3.920	0.000	0.011	134.7
4.75	7636	-71214	2743	-25.96	-20.39	-0.003	0.014	3.960	0.000	0.011	126.4
5.0	9200	-85800	2720	-31.54	-24.78	-0.004	0.014	4.020	0.001	0.011	116.4
5.25	10856	-101244	2693	-37.60	-29.47	-0.006	0.010	4.080	0.001	0.005	104.6
5.5	11316	-105534	2657	-39.72	-31.23	-0.007	0.009	4.160	0.001	0.003	92.3
5.75	12512	-116688	2622	-44.50	-35.00	-0.008	0.011	4.228	0.001	0.004	78.7
6.0	13524	-126126	2582	-48.85	-38.44	-0.010	0.006	4.308	0.002	-0.002	64.0
6.25	14076	-131274	2540	-51.68	-40.70	-0.011	0.005	4.400	0.002	-0.004	48.7
6.5	14352	-133848	2495	-53.65	-42.28	-0.012	0.005	4.496	0.002	-0.005	33.1
6.75	14536	-135564	2450	-55.33	-43.64	-0.013	0.004	4.588	0.002	-0.007	17.3
7.0	14536	-135564	2405	-56.37	-44.50	-0.013	0.003	4.680	0.002	-0.008	1.5

表-4-8 埋 立 前 (断面 No. 8, 真珠養殖地点)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
時間	$-\left(\frac{\Delta Z}{\Delta t}\right)_{8t} \Delta F_{8t}$ (m ³ /0.25h)	Q_{8t} (m ³ /0.25h)	A_{8t} (m ²)	v_{8t} (m/0.25h)	$\bar{v}_{8t}$ (m/0.25h)	$-\frac{1}{2g}(\Delta v^2)_{8t}$ (cm)	$-\frac{1}{g}\left(\frac{\Delta v}{\Delta t}\right)_{8t} \Delta x$ (cm)	f_8 (0.25h/m) ²	$-f_8 \bar{v} \bar{v} \frac{\Delta x}{8t}$ (cm)	$\Delta Z'_{8t}$ (cm)	Z_{8t} (cm)
0								$\times 10^{-10}$			1.5
0.25	-7584	84372	1016	83.04	84.57	0.003	0.009	1.225	-0.022	-0.010	17.3
0.5	-7584	84372	1058	79.75	81.60	0.004	0.011	1.175	-0.020	-0.005	33.1
0.75	-7488	83304	1096	76.01	77.97	0.004	0.011	1.131	-0.017	-0.002	48.7
1.0	-7344	81702	1134	72.09	74.50	0.003	0.014	1.088	-0.015	0.002	64.0
1.25	-7056	78498	1174	66.86	69.08	0.004	0.019	1.044	-0.013	0.010	79.7
1.5	-6528	72624	1210	60.02	62.19	0.003	0.022	1.000	-0.010	0.015	92.3
1.75	-5904	65682	1244	52.80	54.85	0.003	0.017	0.956	-0.007	0.013	104.6
2.0	-5664	63012	1274	49.46	51.48	0.003	0.019	0.925	-0.006	0.016	116.4
2.25	-4800	53400	1304	40.96	42.70	0.002	0.026	0.888	-0.004	0.024	126.4
2.5	-3984	44322	1330	33.32	34.82	0.001	0.025	0.856	-0.003	0.023	134.7
2.75	-3120	34710	1348	25.75	26.91	0.001	0.023	0.838	-0.002	0.022	141.2
3.0	-2352	26166	1366	19.16	20.05	0.000	0.023	0.819	-0.001	0.022	146.1
3.25	-1440	16020	1378	11.63	12.18	0.000	0.026	0.800	0.000	0.026	149.1
3.5	- 432	4806	1384	3.47	3.64	0.000	0.025	0.794	0.000	0.025	150.0
3.75	432	- 4806	1387	-3.47	- 3.64	0.000	0.025	0.788	0.000	0.025	149.1
4.0	1440	-16020	1384	-11.58	-12.13	0.000	0.026	0.794	0.000	0.026	146.1
4.25	2352	-26166	1378	-18.99	-19.89	0.000	0.023	0.800	0.001	0.024	141.2
4.5	3120	-34710	1366	-25.41	-26.60	0.001	0.023	0.816	0.001	0.025	134.7
4.75	3984	-44322	1348	-32.88	-34.36	0.001	0.024	0.838	0.003	0.028	126.4
5.0	4800	-53400	1330	-40.15	-41.96	0.002	0.025	0.856	0.004	0.031	116.4
5.25	5664	-63012	1304	-48.32	-50.37	0.003	0.018	0.888	0.006	0.027	104.6
5.5	5904	-65682	1274	-51.56	-53.62	0.003	0.016	0.925	0.007	0.026	92.3
5.75	6528	-72624	1244	-58.38	-60.65	0.004	0.021	0.956	0.009	0.034	78.7
6.0	7056	-78498	1210	-64.87	-67.22	0.004	0.018	1.000	0.011	0.033	64.0
6.25	7344	-81702	1174	-69.59	-71.90	0.004	0.014	1.044	0.013	0.031	48.7
6.5	7488	-83304	1134	-74.11	-75.92	0.004	0.011	1.088	0.016	0.031	33.1
6.75	7584	-84372	1096	-76.98	-78.97	0.004	0.009	1.131	0.018	0.031	17.3
7.0	7584	-84372	1058	-79.75	-81.60	0.004	0.008	1.175	0.020	0.032	1.5

表-5-8 埋立後(断面 No. 8, 真珠養殖地点)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
時間	$-\left(\frac{\Delta Z}{\Delta t}\right)_{8t} \Delta F_{8t}$ ($\text{m}^3/0.25\text{h}$)	Q_{8t} ($\text{m}^3/0.25\text{h}$)	A_{8t} (m^2)	v_{8t} ($\text{m}/0.25\text{h}$)	$\bar{v}_{8t}$ ($\text{m}/0.25\text{h}$)	$-\frac{1}{2g}(\Delta v^2)_{8t}$ (cm)	$-\frac{1}{g}\left(\frac{\Delta v}{\Delta t}\right)_{8t} \Delta x$ (cm)	f_8 ($0.25\text{h}/\text{m}^2$)	$-f_8 \bar{v} \bar{v} \Delta x$ (cm)	$\Delta Z'_{8t}$ (cm)	Z_{8t} (cm)
0								$\times 10^{-10}$			1.5
0.25	-7584	60988	1016	60.03	62.12	0.003	0.007	1.225	-0.012	-0.002	17.3
0.5	-7584	60988	1058	57.64	59.94	0.004	0.008	1.175	-0.011	0.001	33.1
0.75	-7488	60216	1096	54.94	57.27	0.003	0.008	1.131	-0.009	0.002	48.7
1.0	-7344	59058	1134	52.54	54.70	0.003	0.010	1.088	-0.008	0.005	64.0
1.25	-7056	56742	1174	48.40	50.79	0.003	0.014	1.044	-0.007	0.010	78.7
1.5	-6528	52496	1210	43.38	45.69	0.003	0.017	1.000	-0.005	0.015	92.3
1.75	-5904	47478	1244	38.17	40.30	0.002	0.012	0.956	-0.004	0.010	104.6
2.0	-5664	45548	1274	35.75	37.79	0.002	0.014	0.925	-0.003	0.013	116.4
2.25	-4800	38600	1304	29.60	31.37	0.001	0.019	0.888	-0.002	0.018	126.4
2.5	-3984	32038	1330	24.08	25.58	0.001	0.018	0.856	-0.001	0.018	134.7
2.75	-3120	25090	1348	18.61	19.77	0.001	0.017	0.838	-0.001	0.017	141.2
3.0	-2352	18914	1366	13.85	14.73	0.000	0.017	0.819	0.000	0.017	146.1
3.25	-1440	11580	1378	8.40	8.95	0.000	0.019	0.800	0.000	0.019	149.1
3.5	-432	3474	1384	2.51	2.67	0.000	0.018	0.794	0.000	0.018	150.0
3.75	432	-3474	1387	-2.50	-2.67	0.000	0.018	0.788	0.000	0.018	149.1
4.0	1440	-11580	1384	-8.37	-8.91	0.000	0.019	0.794	0.000	0.019	146.1
4.25	2352	-18914	1378	-13.53	-14.52	0.000	0.017	0.800	0.000	0.017	141.2
4.5	3120	-25090	1366	-18.37	-19.54	0.001	0.017	0.819	0.000	0.018	134.7
4.75	3984	-32038	1348	-23.77	-25.25	0.001	0.018	0.838	0.000	0.019	126.4
5.0	4800	-38600	1330	-29.02	-30.83	0.001	0.019	0.856	0.000	0.020	116.4
5.25	5664	-45548	1304	-34.93	-37.01	0.002	0.014	0.888	0.003	0.019	104.6
5.5	5904	-47478	1274	-37.27	-39.39	0.002	0.012	0.925	0.004	0.018	92.3
5.75	6528	-52496	1244	-42.20	-44.56	0.003	0.016	0.956	0.005	0.024	78.7
6.0	7056	-56742	1210	-46.89	-49.38	0.003	0.013	1.000	0.006	0.022	64.0
6.25	7344	-59058	1174	-50.30	-52.82	0.003	0.010	1.044	0.007	0.020	48.7
6.5	7488	-60216	1134	-53.57	-55.77	0.003	0.008	1.088	0.008	0.019	33.1
6.75	7584	-60988	1096	-55.65	-58.01	0.003	0.007	1.131	0.010	0.020	17.3
7.0	7584	-60988	1058	-57.64	-59.94	0.003	0.006	1.175	0.011	0.020	1.5

表-4-11 埋立前(断面 No. 11, 埋立計画地点)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
時間	$-\left(\frac{\Delta Z}{\Delta t}\right)_{11t}$ (m ³ /0.25h)	Q_{11t} (m ³ /0.25h)	A_{11t} (m ²)	v_{11t} (m/0.25h)	$\bar{v}_{11t}$ (m/0.25h)	$-\frac{1}{2g}(\Delta v^2)_{11t}$ (cm)	$-\frac{1}{g}\left(\frac{\Delta v}{\Delta t}\right)_{11t}\Delta x$ (cm)	f_{11} (0.25h/m) ²	$-f_{11} \bar{v} _{11t}\Delta x$ (cm)	$\Delta Z'_{11t}$ (cm)	Z_{11t} (cm)
0								$\times 10^{-10}$			1.5
0.25	-16432	47084	1046	45.01	48.88	0.005	0.008	1.569	-0.009	0.004	17.3
0.5	-16432	47084	1124	41.89	46.48	0.005	0.008	1.500	-0.008	0.005	33.1
0.75	-16224	46488	1202	38.68	43.80	0.006	0.009	1.438	-0.007	0.008	48.7
1.0	-15912	45594	1280	35.62	40.98	0.006	0.009	1.375	-0.006	0.009	64.0
1.25	-15288	43806	1356	32.31	37.88	0.005	0.011	1.313	-0.005	0.011	78.7
1.5	-14144	40528	1430	28.34	33.73	0.005	0.013	1.250	-0.004	0.014	92.3
1.75	-12792	36654	1500	24.44	29.49	0.004	0.010	1.194	-0.003	0.011	104.6
2.0	-12272	35164	1560	22.54	27.50	0.003	0.011	1.144	-0.002	0.012	116.4
2.25	-10400	29800	1622	18.37	22.66	0.003	0.014	1.094	-0.001	0.016	126.4
2.5	-8632	24734	1670	14.81	18.41	0.002	0.013	1.056	-0.001	0.014	134.7
2.75	-6760	19370	1712	11.31	14.15	0.001	0.012	1.019	-0.001	0.012	141.2
3.0	-5096	14602	1740	8.39	10.54	0.001	0.012	0.993	0.000	0.013	146.1
3.25	-3120	8940	1768	5.06	6.38	0.000	0.014	0.975	0.000	0.014	149.1
3.5	-936	2682	1784	1.50	1.90	0.000	0.013	0.962	0.000	0.013	150.0
3.75	936	-2682	1788	-1.50	-1.90	0.000	0.013	0.956	0.000	0.013	149.1
4.0	3120	-8940	1784	-5.01	-6.34	0.000	0.013	0.962	0.000	0.013	146.1
4.25	5096	-14602	1768	-8.26	-10.41	0.001	0.012	0.975	0.000	0.013	141.2
4.5	6760	-19370	1740	-11.13	-13.97	0.001	0.012	0.993	0.001	0.014	134.7
4.75	8632	-24734	1712	-14.45	-18.07	0.002	0.013	1.019	0.001	0.016	126.4
5.0	10400	-29800	1670	-17.84	-22.18	0.002	0.014	1.056	0.001	0.017	116.4
5.25	12272	-35164	1622	-21.68	-26.74	0.003	0.010	1.094	0.002	0.015	104.6
5.5	12792	-36654	1560	-23.50	-28.66	0.004	0.009	1.144	0.002	0.015	92.3
5.75	14144	-40528	1500	-27.02	-32.60	0.005	0.012	1.194	0.003	0.020	78.7
6.0	15288	-43806	1430	-30.63	-36.45	0.005	0.011	1.250	0.004	0.020	64.0
6.25	15912	-45594	1356	-33.62	-39.43	0.006	0.008	1.313	0.005	0.019	48.7
6.5	16224	-46488	1280	-36.32	-41.79	0.006	0.008	1.375	0.006	0.020	33.1
6.75	16432	-47084	1202	-39.17	-44.36	0.006	0.007	1.438	0.007	0.020	17.3
7.0	16432	-47084	1124	-41.89	-46.48	0.006	0.007	1.500	0.008	0.021	1.5

表-5-11 埋立後(断面 No. 11, 埋立計画地点)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
時間	$-\left(\frac{\Delta Z}{\Delta t}\right)_{11t}$ (m ³ /0.25h)	Q_{11t} (m ³ /0.25h)	A_{11t} (m ²)	v_{11t} (m/0.25h)	$\bar{v}_{11t}$ (m/0.25h)	$-\frac{1}{2g}(\Delta v^2)_{11t}$ (cm)	$-\frac{1}{g}\left(\frac{\Delta v}{\Delta t}\right)_{11t}\Delta x$ (cm)	f_{11}' (0.25h/m) ²	$-f_{11}\bar{v}_{11t}\bar{v}_{11t}\Delta x$ (cm)	$\Delta Z'_{11t}$ (cm)	Z_{11t} (cm)
0								$\times 10^{-10}$			1.5
0.25	-79000	32232	654	49.28	41.31	-0.008	0.005	1.419	-0.006	-0.009	17.3
0.5	-79000	32232	680	47.40	39.85	-0.007	0.005	1.219	-0.005	-0.007	33.1
0.75	-7800	31824	707	45.01	37.95	-0.007	0.006	1.172	-0.004	-0.005	48.7
1.0	-7650	21212	784	42.52	35.96	-0.006	0.007	1.127	-0.004	-0.003	64.0
1.25	-7350	29988	760	39.46	33.46	-0.005	0.009	1.081	-0.003	0.001	78.7
1.5	-6800	27744	784	35.39	30.07	-0.004	0.011	1.037	-0.002	0.005	92.3
1.75	-6150	25092	808	31.05	26.44	-0.003	0.008	0.997	-0.002	0.003	104.6
2.0	-5900	24072	830	29.00	24.76	-0.003	0.009	0.959	-0.001	0.005	116.4
2.25	-5000	20400	850	24.00	20.53	-0.002	0.013	0.923	-0.001	0.010	126.4
2.5	-4150	16932	867	19.53	16.72	-0.001	0.012	0.894	0.000	0.011	134.7
2.75	-3250	13260	882	15.03	12.89	-0.001	0.011	0.869	0.000	0.010	141.2
3.0	-2450	9996	892	11.21	9.61	0.000	0.011	0.848	0.000	0.011	146.1
3.25	-1500	6120	900	6.80	5.84	0.000	0.012	0.834	0.000	0.012	149.1
3.5	-450	1836	905	2.03	1.74	0.000	0.012	0.825	0.000	0.012	150.0
3.75	450	-1836	906	-2.03	-1.74	0.000	0.012	0.818	0.000	0.012	149.1
4.0	1500	-6120	905	-6.76	-5.80	0.000	0.012	0.825	0.000	0.012	146.1
4.25	2450	-9996	900	-11.11	-9.53	0.000	0.011	0.834	0.000	0.011	141.2
4.5	3250	-13260	892	-14.86	-12.75	-0.001	0.011	0.848	0.000	0.010	134.7
4.75	4150	-16932	882	-19.20	-16.47	-0.001	0.012	0.869	0.000	0.011	126.4
5.0	5000	-20400	867	-23.53	-20.14	-0.002	0.012	0.894	0.000	0.010	116.4
5.25	5900	-24072	850	-28.32	-24.22	-0.003	0.009	0.923	0.001	0.007	104.6
5.5	6150	-25092	830	-30.23	-25.81	-0.003	0.008	0.959	0.000	0.005	92.3
5.75	6800	-27744	808	-34.34	-29.23	-0.004	0.011	0.997	0.000	0.007	78.7
6.0	7350	-29988	784	-38.25	-32.50	-0.005	0.009	1.037	0.003	0.007	64.0
6.25	7650	-31212	760	-41.07	-34.83	-0.006	0.007	1.081	0.003	0.004	48.7
6.5	7800	-31824	734	-43.36	-36.67	-0.006	0.006	1.127	0.004	0.004	33.1
6.75	7900	-32232	707	-45.59	-38.43	-0.007	0.005	1.172	0.004	0.002	17.3
7.0	7900	-32232	680	-47.40	-39.85	-0.008	0.005	1.219	0.005	0.002	1.5

表-4-17 埋立前(断面 No. 17, 上流端)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
時間	$-\left(\frac{\Delta Z}{\Delta t}\right)_{17t}$ (m ³ /0.25h)	Q_{17t} (m ³ /0.25h)	A_{17t} (m ²)	v_{17t} (m/0.25h)	$\bar{v}_{17t}$ (m/0.25h)	$-\frac{1}{2g}(\Delta v^2)_{17t}$ (cm)	$-\frac{1}{g}\left(\frac{\Delta v}{\Delta t}\right)_{17t}\Delta x$ (cm)	f_{17} (0.25h/m) ²	$-f_{17}\bar{v}_{17t}\frac{\Delta x}{17t}$ (cm)	$\Delta Z'_{17t}$ (cm)	Z_{17t} (cm)
0								$\times 10^{-10}$			1.5
0.25	-3160	0	101	0	9.03	0.002	0.002	2.306	-0.001	0.003	17.3
0.5	-3160	0	108	0	8.41	0.002	0.002	2.188	0.000	0.004	33.1
0.75	-3120	0	113	0	7.84	0.002	0.002	2.081	0.000	0.004	48.7
1.0	-3060	0	120	0	7.32	0.001	0.002	1.969	0.000	0.003	64.0
1.25	-2940	0	127	0	6.68	0.001	0.002	1.863	0.000	0.003	78.7
1.5	-2720	0	132	0	5.89	0.001	0.003	1.756	0.000	0.004	92.3
1.75	-2460	0	139	0	5.13	0.001	0.002	1.663	0.000	0.003	104.6
2.0	-2360	0	144	0	4.76	0.001	0.002	1.581	0.000	0.003	116.4
2.25	-2000	0	149	0	3.89	0.000	0.003	1.494	0.000	0.003	126.4
2.5	-1600	0	153	0	3.15	0.000	0.002	1.419	0.000	0.002	134.7
2.75	-1300	0	156	0	2.41	0.000	0.002	1.363	0.000	0.002	141.2
3.0	-980	0	160	0	1.79	0.000	0.002	1.313	0.000	0.002	146.1
3.25	-600	0	162	0	1.09	0.000	0.002	1.281	0.000	0.002	149.1
3.5	-180	0	164	0	0.33	0.000	0.002	1.256	0.000	0.002	150.0
3.75	180	0	165	0	-0.32	0.000	0.002	1.250	0.000	0.002	149.1
4.0	600	0	164	0	-1.08	0.000	0.002	1.256	0.000	0.002	146.1
4.25	980	0	162	0	-1.77	0.000	0.002	1.281	0.000	0.002	141.2
4.5	1300	0	160	0	-2.37	0.000	0.002	1.313	0.000	0.002	134.7
4.75	1660	0	156	0	-3.08	0.000	0.002	1.363	0.000	0.002	126.4
5.0	2000	0	153	0	-3.79	0.000	0.002	1.419	0.000	0.002	116.4
5.25	2360	0	149	0	-4.59	0.001	0.002	1.494	0.000	0.003	104.6
5.5	2460	0	144	0	-4.96	0.001	0.002	1.581	0.000	0.003	92.3
5.75	2720	0	139	0	-5.67	0.001	0.002	1.663	0.000	0.003	78.7
6.0	2940	0	132	0	-6.36	0.001	0.002	1.756	0.000	0.003	64.0
6.25	3060	0	127	0	-6.96	0.001	0.002	1.863	0.000	0.003	48.7
6.5	3120	0	120	0	-7.47	0.001	0.002	1.969	0.000	0.003	33.1
6.75	3160	0	113	0	-7.94	0.002	0.002	2.081	0.000	0.004	17.3
7.0	3160	0	108	0	-8.41	0.002	0.002	2.188	0.000	0.004	1.5

表-5-17 埋立後(断面 No. 17, 上流端)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
時間	$-\left(\frac{dZ}{dt}\right)_{17t}$ (m ³ /0.25h)	Q_{17t} (m ³ /0.25h)	v_{17t} (m/0.25h)	$\bar{v}_{17t}$ (m/0.25h)	$-\frac{1}{2g}(dv^2)_{17t}$ (cm)	$-\frac{1}{g}\left(\frac{dv}{dt}\right)_{17t}dx$ (cm)	f_{17} (0.25h/m) ²	$-f_{17}\bar{v}_{17t}\bar{v}_{17t}dx$ (cm)	dZ'_{17t} (cm)	Z_{17t} (cm)
0							$\times 10^{-10}$			1.5
0.25	-3160	0	0	8.98	0.002	0.002	2.306	-0.001	0.003	17.3
0.5	-3160	0	0	8.41	0.002	0.002	2.188	0.000	0.004	33.1
0.75	-3120	0	0	7.88	0.002	0.002	2.081	0.000	0.004	48.7
1.0	-3060	0	0	7.29	0.001	0.002	1.969	0.000	0.003	64.0
1.25	-2940	0	0	6.65	0.001	0.002	1.863	0.000	0.003	78.7
1.5	-2720	0	0	5.92	0.001	0.002	1.756	0.000	0.003	92.3
1.75	-2460	0	0	5.13	0.001	0.002	1.663	0.000	0.003	104.6
2.0	-2360	0	0	4.74	0.001	0.002	1.581	0.000	0.003	116.4
2.25	-2000	0	0	3.89	0.000	0.003	1.494	0.000	0.003	126.4
2.5	-1660	0	0	3.15	0.000	0.002	1.419	0.000	0.002	134.7
2.75	-1300	0	0	2.41	0.000	0.002	1.363	0.000	0.002	141.2
3.0	-980	0	0	1.79	0.000	0.002	1.313	0.000	0.002	146.1
3.25	-600	0	0	1.08	0.000	0.002	1.281	0.000	0.002	149.1
3.5	-180	0	0	0.32	0.000	0.002	1.256	0.000	0.002	150.0
3.75	180	0	0	-0.32	0.000	0.002	1.250	0.000	0.002	149.1
4.0	600	0	0	-1.07	0.000	0.002	1.256	0.000	0.002	146.1
4.25	980	0	0	-1.77	0.000	0.002	1.281	0.000	0.002	141.2
4.5	1300	0	0	-2.37	0.000	0.002	1.313	0.000	0.002	134.7
4.75	1660	0	0	-3.08	0.000	0.002	1.363	0.000	0.002	126.4
5.0	2000	0	0	-3.79	0.000	0.002	1.419	0.000	0.002	116.4
5.25	2360	0	0	-4.59	0.001	0.002	1.494	0.000	0.003	104.6
5.5	2460	0	0	-4.94	0.001	0.002	1.581	0.000	0.003	92.3
5.75	2720	0	0	-5.67	0.001	0.002	1.663	0.000	0.003	78.7
6.0	2940	0	0	-6.39	0.001	0.002	1.756	0.000	0.003	64.0
6.25	3060	0	0	-6.93	0.001	0.002	1.863	0.000	0.003	48.7
6.5	3120	0	0	-7.43	0.001	0.002	1.969	0.000	0.003	33.1
6.75	3160	0	0	-7.98	0.002	0.002	2.081	0.000	0.004	17.3
7.0	3160	0	0	-8.41	0.002	0.001	2.188	0.000	0.003	1.5

4. 洪水時の定常状態に対する埋立の影響

第2節の計算項目の(2)に対するものである。計算は下流端水位と流量を与えた不等流計算であり、断面区分は図-8に示すように図-4の区分を2倍にし区間長を125m、34断面とした。



図-8 大塔地区埋立計画区域

本計算においては埋立計画地域が単に貯留だけの意味をもついわゆる死水域をなす場合には、定常状態を考える限りにおいて、埋立計画地域の有無は上下流を通じてその水位、流速にほとんど影響を与えない。そして埋立地区周辺の地形からみて、この地域が死水域となる可能性は十分にある。一応ここでは埋立計画地域も流速をもつ通水域であるとして埋立前後の水位、流速を算定した。

定常状態は上下流を通じて一定流量となつた場合であるが、観潮橋から佐世保湾入口までの延長は4,250mであるから洪水時の流速を2m/sとすれば上流端から下流端に達する時間は約35分となる。したがって洪水のピークがこの時間以上継続すれば一応定常状態があらわれるとみてよい。なおこの時間内の下流端の潮位は一定とみて十分である。洪水のピークの継続時間は降雨の時間的分布、河川流域の大きさ、状態などに関係するが、小森川の流路延長が約10kmでかなり小さいことから考えて洪水のピークが35分継続することは実現性のうすいことかも知れない。しかし現象の近似的把握には本計算は十分意味が

あり、埋立の影響の判定についての有効な資料となるものと考える。

(1) 計算に用いた最大洪水量と下流端潮位

小森川の洪水時における最大洪水流量は表-6 に示すように、既往最大の洪水は昭和 23 年

表-6 小 森 川 洪 水

生 起 年 月 日	洪 水 ピ ー ク
昭 23. 9. 11	584 m ³ /s
〃 31. 8. 27	490
〃 32. 7. 25	452

9 月11日に起こっている。早岐川、江川の洪水流量は不明であるが小森川と同じ比流量を適用すれば、

$$\frac{\text{早岐川流域面積}}{\text{小森川}} = \frac{4.65\text{km}^2}{28.0\text{km}^2} = 0.166$$

したがって早岐川既往最大洪水量 = $584 \times 0.166 = 97\text{m}^3/\text{s}$

$$\frac{\text{江 川 流域面積}}{\text{小森川}} = \frac{5.70\text{km}^2}{28.0\text{km}^2} = 0.204$$

したがって江川既往最大洪水量 = $584 \times 0.204 = 119\text{m}^3/\text{s}$

以上によつて、小森川、早岐川および江川の既往最大洪水量の合計は $800\text{m}^3/\text{s}$ となる。この流量が大村湾側と佐世保湾側にどのような比率で流下するかは検討を要することである。が、早岐瀬戸水理模型実験報告書¹⁾にもふれているように、対象とする満潮時に対しては大村湾は佐世保湾より水位が低いことおよび観潮橋地点の狭さく部があることから考えて、佐世保湾側より大村湾側に多く流下するものと考えられる。ここでは十分大きめにとつてこの最大洪水量の 1/2 すなわち $400\text{m}^3/\text{s}$ が観潮橋の狭さく部から佐世保湾側に流下するとした。

次に下流端水位は基本水準面（ほぼ最低低潮位水深 10.0m）、平均海面（水深 11.5m）および最大満潮位（水深 13.00m）の 3 種にとつて行なつた。

(2) 断面および河床勾配

断面は広矩形とし、径深は水深をとつた。各断面の河巾は図-8 により測定した。これを表-7 の (3) および (4) 欄に示している。次に図-8 より求めた縦断図は図-9 のようなので、図の鎖線のように 3 本の折線で近似的に勾配を定めた。計算に用いた各断面の河床勾配を表-7 の (2) 欄に示している。

(3) 計算法

広矩形断面の不等流計算は (3)～(5) 式の記号を用いれば、

$$-I + \frac{dh}{dx} + \frac{Q^2}{2g} \frac{d}{dx} \left(\frac{1}{A^2} \right) + \frac{n^2 Q^2}{R^{4/3} A^2} = 0 \quad \dots\dots\dots (11)$$

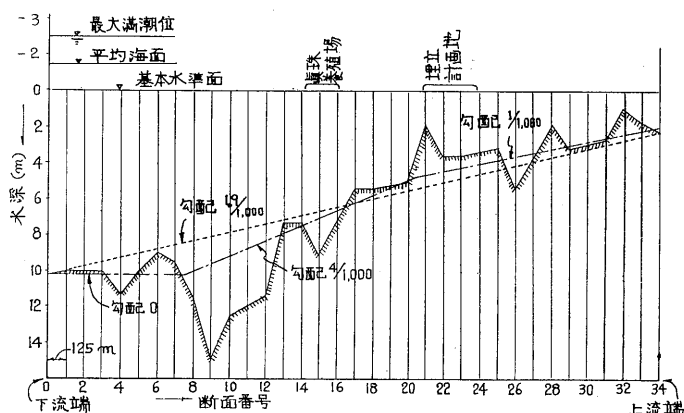


図-9 縦断図

これを $i, i+1$ 断面について階差式にすれば,

$$h_{i+1} = h_i + I_M \Delta x - \frac{Q^2}{2g} \left(\frac{1}{A_{i+1}^2} - \frac{1}{A_i^2} \right) - \frac{n^2 Q^2}{R_M^{4/3} A_M^2} \Delta x$$

$$\text{or } h_{i+1} = h_i + I_M \Delta x - \frac{Q^2}{2g} \left\{ \frac{1}{(B_{i+1} h_{i+1})^2} - \frac{1}{(B_i h_i)^2} \right\} - \frac{n^2 Q^2}{h_M^{4/3} (B_M h_M)^2} \Delta x \quad \dots\dots\dots (12)$$

ここに suffix の M は $i, i+1$ 断面の値の平均値である.

- ・ (12) 式より下流端の水深および流量 Q を与えて順次上流側水深 h を求めてゆける.

(4) 計算結果

以上の計算によつてえられた結果のうち下流端水位を平均海面にとつた例を表-7 の (5) ~ (8) 欄に示している.

(5) 考察

表-7 について埋立前後の水深, 流速を比較すれば, 埋立地域より下流では全く同じで, 埋立地域では埋立後が水深が小, 流速が大で, 埋立地域より上流では埋立後が水深が大, 流速が小となっているが, その相異はきわめて小さい. したがつて埋立地域が死水域となる可能性が強いことを考え合わせて, 定常状態に対しては埋立の影響はほとんどないと結論できる.

なお真珠養殖地点 (No. 15~17) の流速は 22~30cm/s となつている. また下流端水位を基本水準面および最大満潮位とした場合の計算結果では養殖場地点の流速はそれぞれ 28~38cm/s, および 18~25cm/s であり, 埋立前後の相異は同様にきわめて小さい.

5. 洪水時の非定常状態に対する埋立の影響

第2節の計算項目 (3) に対するものである. 埋立計画区域は俗に潮遊びといわれている

表-7 不等流計算結果 (流量 400m³/s, 下流水深 11.5m [平均海面])

(1) No.	(2) 河床勾配	(3) 巾 B (埋立前)	(4) 巾 B (埋立後)	(5) 水深 h (埋立前)	(6) 水深 h (埋立後)	(7) 流速 v (埋立前)	(8) 流速 v (埋立後)
0	0.000	980 ^m	980 ^m	11.50000 ^m	11.50000 ^m	0.035492 ^{m/s}	0.035492 ^{m/s}
1	0.000	750	750	11.49996	11.49996	0.046377	0.046377
2	0.000	620	620	11.49992	11.49992	0.056101	0.056101
3	0.000	400	400	11.49973	11.49973	0.086959	0.086959
4	0.000	290	290	11.49943	11.49943	0.119946	0.119946
5	0.000	280	280	11.49942	11.49942	0.124230	0.124230
6	0.000	350	350	11.49973	11.49973	0.099381	0.099381
7	0.000	310	310	11.49963	11.49963	0.112206	0.112206
8	0.004	460	460	11.24997	11.24997	0.077295	0.077295
9	0.004	410	410	10.74987	10.74987	0.090755	0.090755
10	0.004	220	220	10.24895	10.24895	0.177402	0.177402
11	0.004	260	260	9.74938	9.74938	0.157801	0.157801
12	0.004	320	320	9.24980	9.24980	0.135138	0.135138
13	0.004	240	240	8.74903	8.74903	0.190497	0.190497
14	0.004	210	210	8.24836	8.24836	0.230926	0.230926
15	真珠養殖場	0.004	170	7.74677	7.74677	0.303732	0.303732
16		0.004	250	7.24919	7.24919	0.220714	0.220714
17		0.004	240	6.74888	6.74888	0.246955	0.246955
18		0.004	230	6.24848	6.24848	0.278328	0.278328
19		0.004	240	5.74873	5.74873	0.289919	0.289919
20	0.004	250	250	5.24899	5.24899	0.304821	0.304821
21	埋立計画地域	0.001	520	4.93958	4.93472	0.155728	0.385992
22		0.001	500	4.81465	4.80698	0.166159	0.489485
23		0.001	530	4.69000	4.68604	0.160920	0.449263
24		0.001	220	4.56090	4.56503	0.398645	0.398285
25		0.001	310	4.44068	4.44479	0.290569	0.290300
26	0.001	210	210	4.31180	4.31592	0.441755	0.441334
27	0.001	100	100	4.16283	4.16700	0.960884	0.959924
28	0.001	130	130	4.06359	4.06769	0.757194	0.756430
29	0.001	80	80	3.90165	3.90582	1.281509	1.280142
30	0.001	90	90	3.81017	3.81424	1.166468	1.165223
31	0.001	80	80	3.68191	3.68596	1.357992	1.356499
32	0.001	70	70	3.54982	3.55385	1.609738	1.607912
33	0.001	100	100	3.51268	3.51647	1.138732	1.137505
34	0.001	30	30	2.99276	2.99772	4.455198	4.447822

地区で、急激な上昇下降を来す洪水流がこの箇所を通過するとき、この地区の貯留作用が効果を發揮し洪水曲線の扁平化を来し水位を低下させ、この影響が観潮橋狭さく部の直下流地点まで及ぶことが考えられる。すなわち埋立計画区域のような死水域は非定常流において始めて効果を生ずるものであり、この意味において本計算は埋立の影響を論ずる最も

重要な計算といえる。

ここでは計算を簡単化するため、河巾一定、河床勾配一定の一様広矩形水路に始め $10\text{m}^3/\text{s}$ の流量が等流状態で流れている状態に、上流端より時間的に急激な変化をする洪水が流下し、下流端は $10\text{m}^3/\text{s}$ の等流水深が時間的に一定に保たれている場合の埋立前後における各断面の水位、流速、流量を不定流方程式に基づき電子計算機を用いて算定した。

河巾は埋立地区の通水巾に近似した値として 200m と、上流端付近の河巾に近似した値として 90m の 2 種を用い、河床勾配は図-9 の点線に示すように上下流端を結んでえられる $2/1,000$ を用いた。また埋立計画地域は死水域とし、計算区分は区間長 100m で 44 断面にとつた。断面番号は上流端を 0 として下流側にとつていった。これを図-10 に示している。

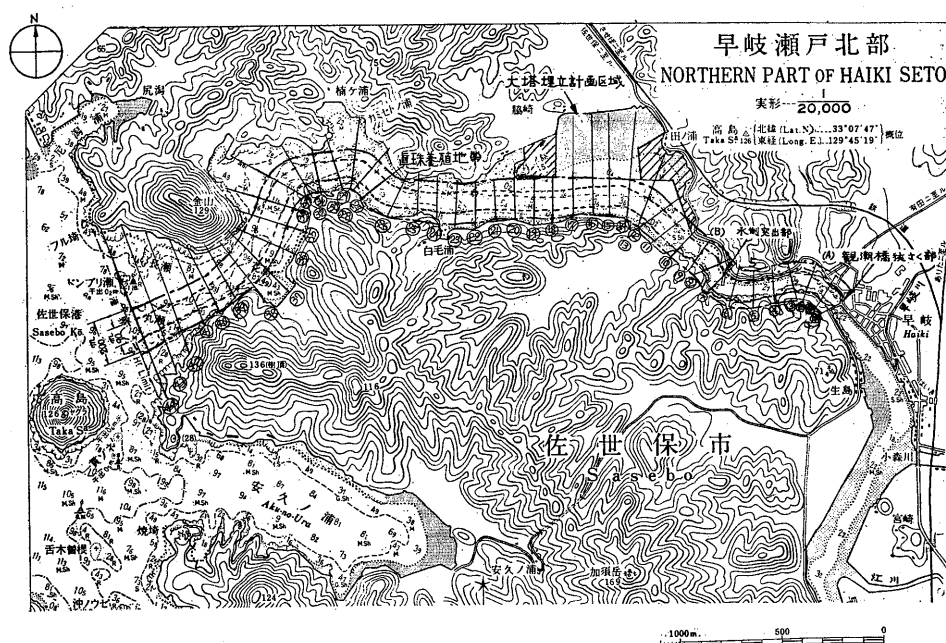


図-10 大塔地区埋立計画区域

(1) 上流端より流下させた洪水流量曲線

洪水流量曲線については、小森川、早岐川および江川の流出解析を行なつて検討しなけ

ればならないが、短い時間単位に対する降雨記録がないので仮定による外はない。小森川、早岐川および江川の流路延長、河床勾配および Rziha 式による到達時間を表-8 に示している。これによると

表 - 8

	流 路 延 長	勾 配	到 達 時 間
小 森 川	10km	0.018	1.55 hr
早 岐 川	2	0.020	0.29
江 川	5	0.022	0.69

到達時間はかなり短く急激な上昇下降を来たす洪水流量曲線が想定される。

ここでは埋立計画地区の貯留効果が十分あらわれるように、時間的変化の著しい流量曲線をとつた。すなわち初期流量を $10\text{m}^3/\text{s}$ とし、これに増水後 30 分で前節の (1) でのべた最大流量 $400\text{m}^3/\text{s}$ に達し、約 30 分でほぼ 0 になる洪水曲線を加えたものとした。この曲線式として次式を用いた。

$$Q=10+2.40t^{10}e^{-0.00155t} \dots\dots\dots(13)$$

ここに t は秒単位である。

なおこの曲線は図-18 の No. 0 の曲線である。

(2) 計算法⁴⁾

計算式は (3), (4) および (5) 式を用いた。断面は広矩形とし河巾を B とする。

なお埋立地点では、図-11 に示す埋立計画区域を死水域と考え、水の流れる巾を B 、埋立計画区域も含めた巾を B' とすれば、

$$A=B'h, \quad Q=Bhv, \quad R \doteq h$$

したがって (4) 式は

$$B' \frac{\partial h}{\partial t} + Bh \frac{\partial v}{\partial x} + Bv \frac{\partial h}{\partial x} + hv \frac{\partial B}{\partial x} = 0 \dots\dots\dots(14)$$

いま $U=\sqrt{gh}$ とすれば

$$\text{連続式は } 2 \frac{\partial U}{\partial t} + \beta U \frac{\partial v}{\partial x} + 2\beta v \frac{\partial U}{\partial x} + \frac{Uv}{B'} \frac{\partial B}{\partial x} = 0 \dots\dots\dots(15)$$

$$\text{ここに } \beta=B/B' \dots\dots\dots(16)$$

次に (3) 式より

$$\text{運動式は } \frac{\partial v}{\partial t} + v \frac{\partial v}{\partial x} + 2U \frac{\partial U}{\partial x} + E = 0 \dots\dots\dots(17)$$

$$\text{ここに } E=g \left(\frac{g^{4/3} n^2 v^2}{U^{5/3}} - I \right) \dots\dots\dots(18)$$

いま図-12 のように $x-t$ plane 上に、 x 軸に平行に L , R 点、この中点 M より t 軸に平行な位置に P 点を取り、これについて (15), (17) 式の階差式を作れば、 $\partial B/\partial x=0$ に対して

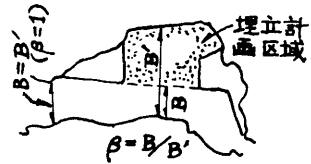


図-11 β の定義の図

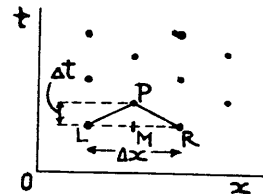


図-12

$$2 \frac{U_P - U_M}{\Delta t} + \beta U_M \frac{v_R - v_L}{\Delta x} + 2\beta U_M \frac{U_R - U_L}{\Delta x} = 0 \quad \dots\dots\dots(19)$$

$$\frac{v_P - v_M}{\Delta t} + v_M \frac{v_R - v_L}{\Delta x} + 2U_M \frac{U_R - U_L}{\Delta x} + E_M = 0 \quad \dots\dots\dots(20)$$

$$\text{ここに } U_M = (U_R + U_L)/2, \quad v_M = (v_R + v_L)/2 \quad \dots\dots\dots(21)$$

とする.

また E_M は U, v を U_M, v_M とした値である.

これにより図の L, R 点の U, v が既知の場合 P 点の U, v すなわち U_P, v_P を求めることができる. したがって $x-t$ plane 上を図-12 のように等間隔の mesh でおおえば, 初期条件, 境界条件から各点の U, v が求められ解をうる. この場合 β は埋立地域以外は 1 であり, 埋立地域では, 埋立前に対しては図-13 に示す値を用い, 埋立後に対しては 1 とした.

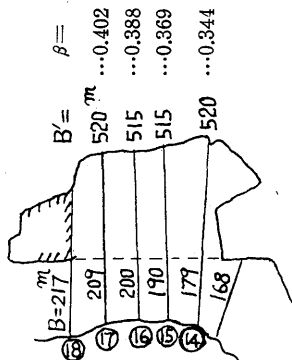


図-13 計算に用いた β

なおこの計算における mesh の時間間隔 Δt については次の制限がある.

すなわち

(15) 式+(17) 式より

$$2 \left\{ (U + \beta v) \frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial U}{\partial t} \right\} + \left\{ (\beta U + v) \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial t} \right\} + E + \frac{Uv}{B'} \frac{\partial B}{\partial x} = 0 \quad \dots\dots\dots(22)$$

(17) 式-(15) 式より

$$-2 \left\{ (-U + \beta v) \frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial U}{\partial t} \right\} + \left\{ (-\beta U + v) \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial t} \right\} + E - \frac{Uv}{B'} \frac{\partial B}{\partial x} = 0 \quad \dots\dots\dots(23)$$

$\beta=1$ とすれば

$$\left\{ \frac{\partial}{\partial t} + (v \pm U) \frac{\partial}{\partial x} \right\} (v \pm 2U) = - \left(E \pm \frac{Uv}{B} \frac{\partial B}{\partial x} \right) \quad \dots\dots\dots(24)$$

$$\text{すなわち特性曲線 } \frac{dx}{dt} = v \pm U \text{ 上で } \quad \dots\dots\dots(25)$$

$$d(v \pm 2U)/dt = - \left(E \pm \frac{Uv}{B} \frac{\partial B}{\partial x} \right) \quad \dots\dots\dots(26)$$

と表わせる.

ここに複号の上号は Forward characteristics, 下号は Backward characteristics である.

図-14 の L, R 点から P 点の U, v を求める場合, 計算の収れん性から言つて図に示す

ように P 点は L および R から出発する Forward および Backward の characteristics で囲まれる範囲内にあることが必要である。

この制限から Δt を求めると, U, v の最大値として, $U = \sqrt{gh} = \sqrt{9.8 \times 4} = 6.3 \text{ m/s}$, $v = 3 \text{ m/s}$ と仮定し, $\Delta x = 200 \text{ m}$ に対して Forward characteristics すなわち (25) 式の上号より

$$\Delta t \leq \frac{\Delta x/2}{v+U} = 10.7 \text{ sec} \quad \dots\dots (27)$$

したがってここでは $\Delta t = 5 \text{ sec}$ とした。

以上によつて図-15 の mesh に従つて計算した。図の ab 線より内側ハッチの部分はいわゆる静域で、洪水によつて攪乱されない部分すなわちここでは等流状態の値をとる範囲である。したがって初期条件として ab 線上の U, v が与えられ、境界条件として、上流端 $x=0$ 線上の流入洪水流量 $Q(t)$ と下流端 $x=L$ 線上の一定水深（ここでは等流水深）が与えられて、mesh 上の各点の U, v を求めることになる。計算は 1, 2 点より 3 点, 3, 4 点より 5 点, …… と求めてゆく。次に $x=0$ 線上の U, v の計算法をのべると次のようである。図-16 の L_k 点の U, v を求めるには Backward characteristics (23) 式を $\partial B/\partial x=0$, $\beta=1$ として階差式にすれば

$$-2 \left\{ (v_{Lk} - U_{Lk}) \frac{U_{Mk} - U_{Lk}}{\Delta x/2} + \frac{U_{Lk'} - U_{Lk}}{\Delta t} \right\} + \left\{ (v_{Lk} - U_{Lk}) \frac{v_{Mk} - v_{Lk}}{\Delta x/2} + \frac{v_{Lk'} - v_{Lk}}{\Delta t} \right\} + E_{Lk} = 0 \quad \dots\dots (28)$$

$$\text{また } Q_{Lk'} = B_{Lk'} h_{Lk'} v_{Lk'} = B_{Lk'} U_{Lk'}^2 v_{Lk'} / g \quad \dots\dots (29)$$

上の 2 式において $Q_{Lk'}$, $B_{Lk'}$ は与えられているので, $U_{Lk'}$, $v_{Lk'}$ が求められる。

同様にして L_{k+1} 点の U, v も求められる。

次に下流端 $x=L$ 線上の v の計算法をのべると次のようである。図-17 の R_k 点の v を求めるには, Forward characteristics (22) 式を $\partial B/\partial x=0$, $\beta=1$ として階差式にすれば,

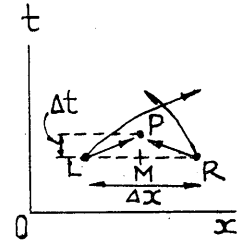


図-14

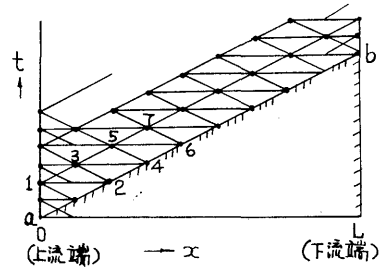


図-15

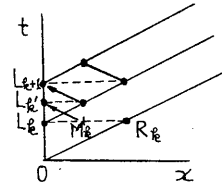


図-16

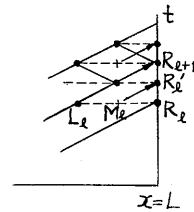


図-17

$$2\left\{(v_{Rl}+U_{Rl})\frac{U_{Rl}-U_{Ml}}{\Delta x/2}+\frac{U_{RV}-U_{Rl}}{\Delta t}\right\}+\left\{(v_{Rl}+U_{Rl})\frac{v_{Rl}-v_{Ml}}{\Delta x/2}+\frac{v_{RV}-v_{Rl}}{\Delta t}\right\}+E_{Rl}=0 \quad \dots\dots(30)$$

この式において $U_{RV}=U_{Rl}$ が与えられているので v_{RV} が求められる. 同様にして R_{l+1} 点の v も求められる.

(3) 計算結果

以上のべた方法で電子計算機により計算した結果のうち巾 200m に対するものを図-18~20 に示している.

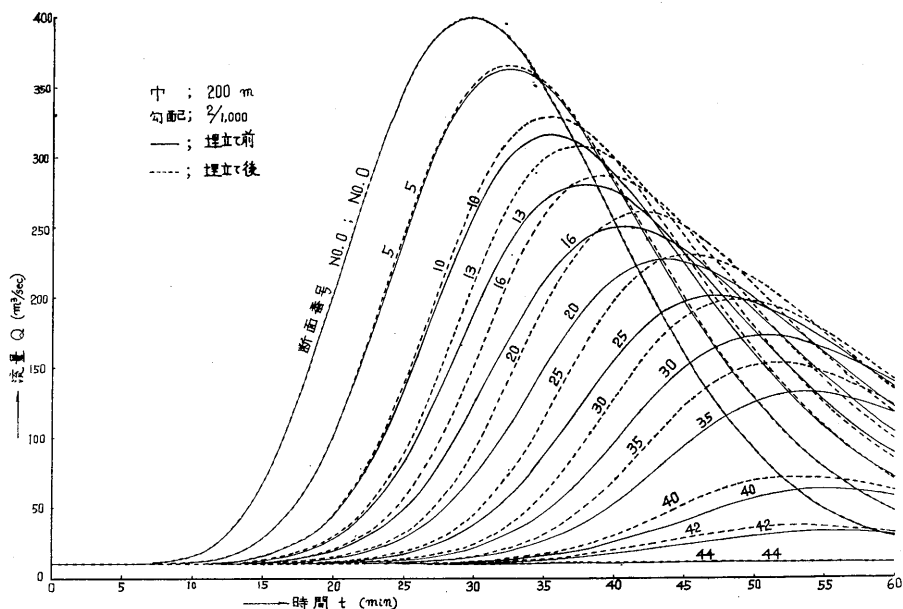


図-18 $Q \sim t$ 図

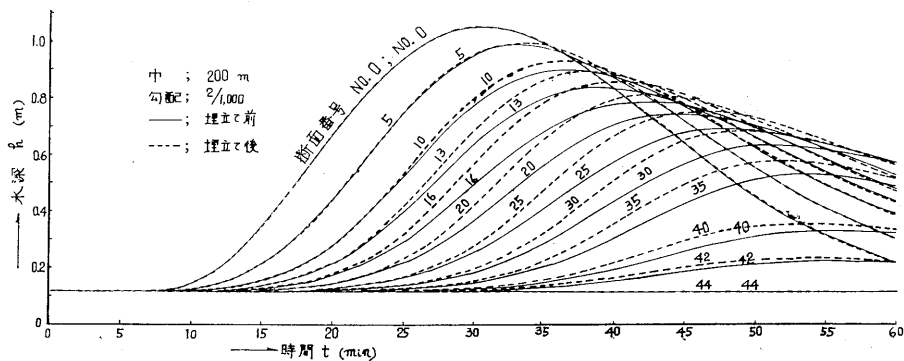


図-19 $h \sim t$ 図

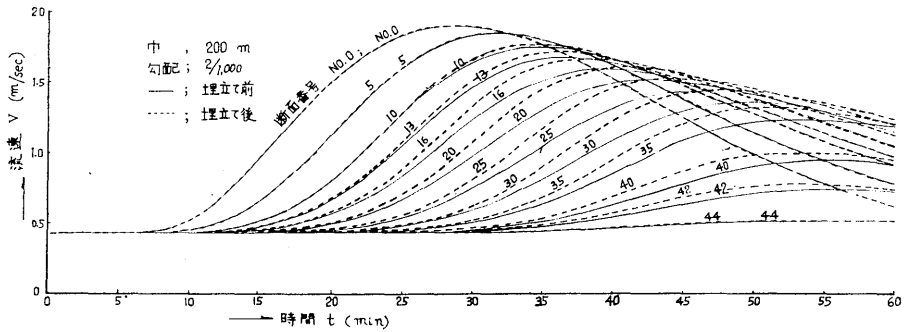


図-20 $v \sim t$ 図

また Q , v および h の埋立前後における変化率をみるため断面 i における埋立前の最大流量を $Q_{i,\max}$, 埋立後の最大流量を $Q'_{i,\max}$ として

$$\text{変化率 } \alpha_Q = \frac{Q'_{i,\max} - Q_{i,\max}}{Q_{i,\max}} \dots\dots\dots (31)$$

を求めた。 v , h についても同様に 変化率を定義し、 α と断面 i との関係を 図示すれば 図-21, 22 となる。

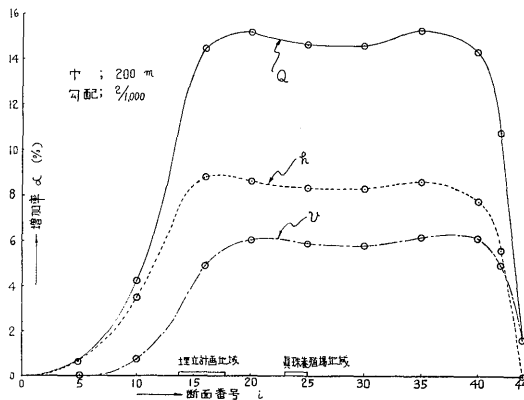


図-21 $\alpha \sim i$ 図

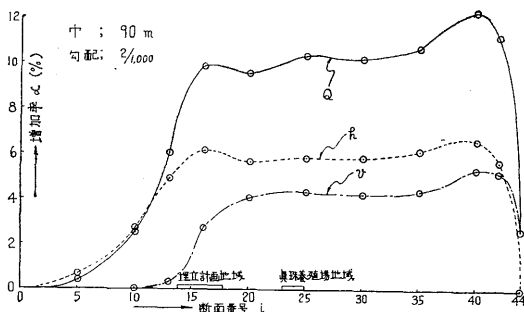


図-22 $\alpha \sim i$ 図

(4) 考察

以上の結果から検討すれば、埋立後において水位、流速、流量のピークの上昇が認められ、埋立地区の貯留効果が現われている。そして埋立後の上昇の程度は図-21, 22 からわかるように埋立地区 (No. 14~17) およびその下流側であらわれていて、埋立地区の上流側では急激に減少して上流端では影響がほとんど消失し埋立前後において水位は変化がないとみてよい。

次に真珠養殖場 (No. 23~25) に対する影響は埋立後における約 6% の流速増加 (巾 200m に対するもので、この方が巾 90m に対するものより、埋立地付近の断面に近似していると考えられる) が問題となる。この地点の流速について考えると、本計算では下流端水深として勾配 2/1,000 の等流水深 (巾 200m で 0.115m) を用いたため実際に比しかなり水深が浅く大きい流速を示している。実際には図-9 に示すように下流端は基本水準面で水深 10m、平均海面で水深 11.5m であり真珠養殖場では平均海面で水深約 8.5m である。このため養殖場における流速はかなり小さなものとなる。すなわち第 4 節の最大洪水量に対する定常状態の流速は真珠養殖場で下流端水深 10.0m に対して 28~38cm/s となつている。非定常状態では最大洪水量のてい減のため、これ以下となるものと考えられる。いまかりに大きめの流速と考えられる 38cm/s が埋立によつて 6% 増の 40.3cm/s になる。

6. 結 論

(1) 観潮橋の狭さく部より佐世保湾側の水路の潮差は佐世保湾の潮差と同じで、また水面はほとんど水平に上下する。

これは大塔の埋立の前後において同じ結果となり埋立の影響はない。

真珠養殖場地点の潮汐による流速は埋立後において最大時 9.2cm/s が 6.7cm/s 程度に低下する (約 27% 減)。

(2) 埋立区域を死水域とみなせば、定常状態に対しては埋立前後で水位、流速は変化しないが、通水域とみなしても洪水量 400m³/s (小森川、早岐川、江川の最大洪水量合計の 1/2) に対してほとんど変化はない。

(3) 洪水時の非定常流に対しては、河床勾配 2/1,000 で河巾 200m と 90m の 2 種の一様矩形水路について、下流水位を 10m³/s の等流水深に固定し、30 分で最大洪水量 400m³/s になる洪水を流した場合の計算を行なつた。その結果、埋立計画地域の貯留効果は埋立地およびその下流で認められ巾 200m 水路に対して埋立後最大流速の約 6% 増、最大水深の約 8.5% 増を来たした。しかし埋立地のの上流では埋立の影響は急激に減少し、観潮橋の直下流地点ではほとんど消失した。

なお真珠養殖地域の流速は、400m³/s、下流水深 10.0m (ほぼ基本水準面) の定常状態で

28~38cm/s となり、最大洪水量 $400\text{m}^3/\text{s}$ の非定常流ではこの流速は洪水波の扁平化により低下する。いまかりに大きめの値として前記流速 28~38cm/s をとり、埋立後この 6% 流速を増したとき養殖用筏の流失にどの程度の影響を与えるかは更に別途の調査をすべきであろう。

なおこの非定常計算は水路にかなりの仮定があるが、実際の水路の状態に対する計算でも、上記の結果と大きな相異はないと考える。

(4) 以上の計算では観潮橋下流に存在する水制突出部の狭さく断面は考慮しなかつたが、これを考慮すれば観潮橋直下流地点の水位に対する埋立の影響はさらに減ずると考える。また真珠養殖場の流速とこの水制との関係はうすいと思える。

(5) 以上を総合して、大塔地区の起案された範囲の海面埋立は観潮橋直下流地点の水位にはほとんど影響を与えない。したがって、観潮橋より上流側の早岐町に対して洪水時その災害を助長することはないと考える。

また高島真珠養殖場地点の流速に対しては、潮汐の流速をわずかではあるが減少させるが、洪水時では若干その最大流速を増加させる。

本報告書全般にわたつては九州大学工学部水工土木教室崎山正常・林謙蔵両氏に御協力頂き、計算には土木工学科学生楠田哲也、森田浩、中代真義君などに御援助頂いた。また電子計算機プログラムに関しては牛島主任に種々御教示を頂いた。さらにまた九州大学応用力学研究所栗原道德教授に貴重な御意見を頂いた。ここに記して深謝申し上げます。

(昭和 39 年 7 月 13 日受理)

参 考 文 献

- 1) 荒木正夫：早岐瀬戸水理模型実験報告書，昭 38. 3.
- 2) 渡辺弥作：港湾工学，コロナ社，昭 36. p. 29.
- 3) 佐藤・吉川・山根：感潮河川に関する研究（児島湾締切の旭川河口潮位並びに洪水位に及ぼす影響について）土木研究所報告書，(88).
- 4) Stoker; Water Waves, interscience, 1957, p. 469~505.