

III—9 浦江港およびその付近における津波の数値解析

九州産業大学 工学部 正 員 杉尾 哲
 学生員 ○ 藤田 正広
 林川 辰己

1. まえがき

九州付近の津波を伴った地震の大部分は日向灘で発生しており、大分県南部の日向灘に面する海岸線は、地形的に津波エネルギーの集中しやすいアス式海岸であるため、津波災害の危険度が高いと考えられる。本報では大分県南端の浦江港とその付近を対象として、1968年の十勝沖地震(M=7.9)時に観測された不規則波を適用した津波の数値計算を行ない、十勝沖地震級の津波来襲時における波高の推定を行なってみた。

2. 計算手法

運動方程式および連立方程式は、高次の項を省略し、海底から海面まで積分した形で表わすと

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \zeta}{\partial t} &= -g(\eta + \zeta) \cdot \frac{\partial \eta}{\partial x} \\ \frac{\partial \eta}{\partial t} &= -g(\eta + \zeta) \cdot \frac{\partial \zeta}{\partial y} \\ \frac{\partial \zeta}{\partial t} &= -\frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{\partial \zeta}{\partial y} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

この基礎方程式を差分方程式になおし、海域を図-1の様な格子に分割して数値計算を行なう。その場合に水位(ζ)と線流量(η)の計算点を半格子ずらし、計算ステップは図-2のように $\Delta t/2$ ずらして行なった。また水深(h)は格子線上で与えた、なお湾外は計算上の仮想外海とし、水深は40mの一定にしてある。

次に水深が浅い所では、計算途中で $\zeta < -h$ となり、海底露出が生ずる。その場合、海底露出格子からの流出量あるいは露出格子の平均水深より低い水位の隣接格子からの流入量を零とおき $\zeta = -h$ とした。

次に、入射波は、岩手県大船渡湾長崎漁港で観測された津波の実測波形をフーリエ展開して求められた周期成分のうちの、最初の30成分の正弦波の和で与えた。

$$\zeta = \sum_{m=1}^{30} a_m \cdot \sin 2\pi(t/T_m + x/L_m) \quad \eta_x = -\sqrt{g \cdot h} \cdot \sum_{m=1}^{30} a_m \cdot \sin 2\pi(t/T_m + x/L_m) \quad (2)$$

3. 初期条件と境界条件

最初静止している海域へ津波が来襲するものと考え、津波の先端が湾口に達した時を $t=0$ とする。したがって初期条件は、湾内では η と ζ を全で零とおき、湾外では η のみ零とし、式-2より $\eta_x(t=0)$ と $\zeta(t=-\Delta t/2)$ の値を求めて各格子に与えた。また境界条件は、水際線に直角方向の η を零とし、沖側境界($j=je$)では $\eta_x(x=(je-1)\Delta x)$ の補給を行なった。

4. 計算安定条件

$\Delta x = \Delta y = \Delta S = 200 \text{ m}$, $h_{\text{max}} = 40 \text{ m}$ に対して、 $\Delta t \leq \Delta S / \sqrt{2g \cdot h_{\text{max}}} = 7.14 \text{ (秒)}$ となる。したがって安全を見込んで $\Delta t = 6.0 \text{ 秒}$ とした。

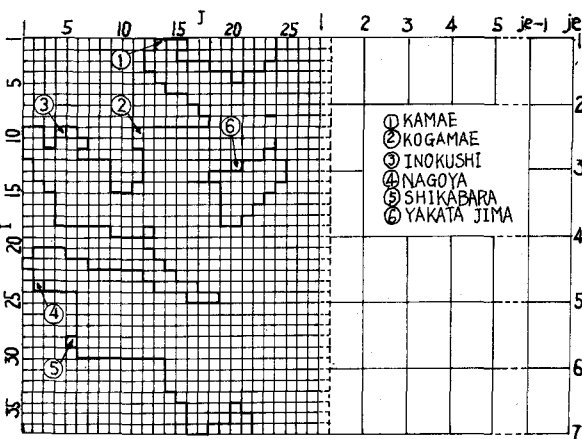


図-1 格子の分割

Time Step	Initial condition	1	---	$t_s - 1$	t_s	$t_s + 1$	---
Time	$t - \frac{\Delta t}{2}$	t	$t + \frac{\Delta t}{2}$	$t - \frac{\Delta t}{2}$	t	$t + \frac{\Delta t}{2}$	$t + \frac{\Delta t}{2}$
Water Elevation	ζ	ζ	ζ	ζ	ζ	ζ	ζ
Velocity Component	η_x	η_x	η_x	η_x	η_x	η_x	η_x

図-2 計算の進め方

Component	T_m (min)	a_m (cm)	Component	T_m (min)	a_m (cm)
1	248.00	4.21	16	15.50	-6.21
2	124.00	-3.56	17	14.59	1.39
3	82.67	0.66	18	13.78	-2.46
4	62.00	-2.63	19	13.05	-2.53
5	49.60	0.47	20	12.40	-3.01
6	41.33	6.78	21	11.81	-4.64
7	35.43	0.25	22	11.27	-4.24
8	31.00	14.94	23	10.78	-2.42
9	27.56	9.32	24	10.33	-1.40
10	24.80	3.57	25	9.92	2.46
11	22.55	-3.57	26	9.54	5.89
12	20.67	15.07	27	9.19	3.35
13	19.08	-2.44	28	8.86	1.05
14	17.71	4.88	29	8.55	3.16
15	16.53	-2.88	30	8.27	-0.59

表-1 入射波の決定

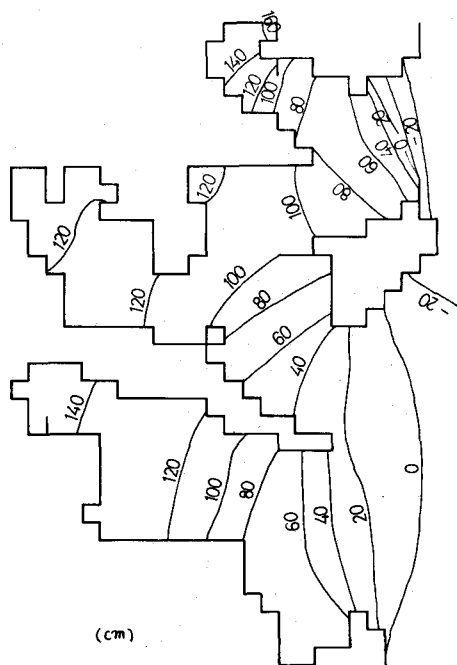


図-3 浦江オ1波最高時の潮位分布
($T=15$ 分)

5. 計算結果

計算結果を図-3~6に示す。図-3,4は浦江(Point 1)にオ1波が来襲した時の潮位分布と流速分布であり、図-5, 6は図-1に示す各点の潮位変化である。図-5, 6より、各点ともオ1波は計算上の湾口に津波が到達してからほぼ15分後に来襲しており、浦江ではオ4波目に最高潮位の3.82 mに達する。また猪串もオ4波目に3.4 mに、名護屋(Point 4)はオ2波目に3.00 mに達する。次に浦江と名護屋では、それぞれ $(I=1, J=15)$ およびPoint 4の格子が海底露出を起した後、かなり顕著な短周期成分が加わった振動を示している。これらは、海底露出を考慮せずに計算すると、なめらかな曲線となり、例えば名護屋のオ2波の潮位は2.20 mと低くなるが、浦江では逆にオ4波が4.27 mと高くなる。

以上の結果では、本計算地点は十勝沖地震級の津波に対して危険な状態にあり、特に浦江、猪串および名護屋で大きな被害が発生することが予想される。

(参考文献)

伊藤、木原：長周期波に対する防波堤の効果に関する計算(オ4報)、港湾技研報告、Vol. 7, No. 4, P. P. 55~83, 1968年12月。
伊藤、谷本、木原：長周期波に対する防波堤の効果に関する計算(オ5報)、港湾技研報告、Vol. 8, No. 3, P. P. 19~46, 1969年9月。

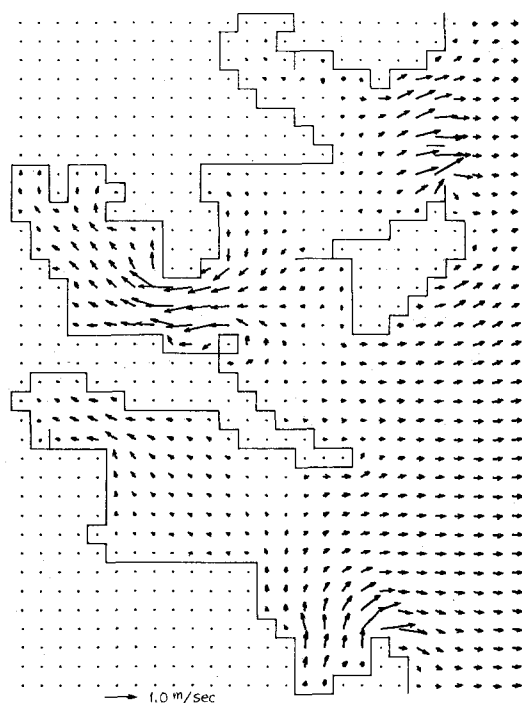


図-4 浦江オ1波最高時の流速分布

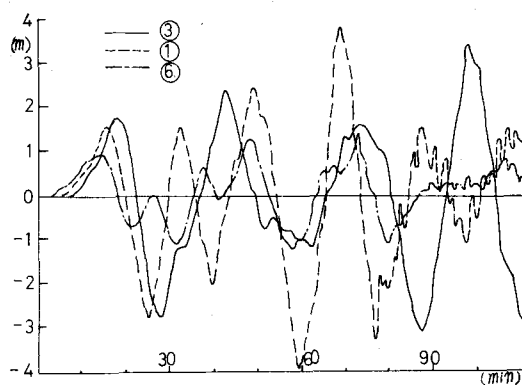


図-5 各点の時間的潮位変化

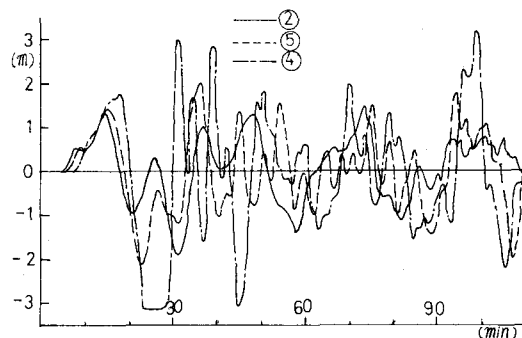


図-6 各点の時間的潮位変化