

## 港域水面振動の数値実験について

大阪大学工学部 正員 室田 明  
大阪大学大学院 学生員 〇油谷進介

## 1. はじめに

一般に港湾に於て、その施設計画に、重要な意味を有する自然現象として、津波とか高潮等の長周期波の入射による水面振動が考えられる。本実験は既に数多く行われている数値実験の成果を踏まえた上で、それらが東京湾とか大阪湾とかの比較的に広い水域を対象としているのに対して、港域程度の水面規模（対象港域は神戸港）について計算を行ない、局所的な異常潮位並びに水面擾乱を把握する事により、ある港に於て一個の設計潮位で全ての計画を規定するのではなく、実際の港内状況に合致した設計潮位を確立するための一手役とするものである。計算に際しては、入力値としての高潮として、室戸台風とジェーン台風によるものを採用した。

## 2. 計算の方法と計算条件

## 2.1 基礎方程式

高潮の基礎方程式より非線型項を省略して次式を用いた。

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial M}{\partial t} &= -g(h+\zeta) \frac{\partial \zeta}{\partial x} - \tau_b^{(x)} / \rho_w \\ \frac{\partial N}{\partial t} &= -g(h+\zeta) \frac{\partial \zeta}{\partial y} - \tau_b^{(y)} / \rho_w \\ \frac{\partial \zeta}{\partial t} &= -\frac{\partial M}{\partial x} - \frac{\partial N}{\partial y} \end{aligned} \right\}$$

ここに  $M, N$ ;  $x, y$  方向の流量 flux  
 $\zeta$ ; 水位上昇量

$\tau_b$  としては Manning の公式を用い上式を中央差分近似して解いた。

開口部に於ては、湾内の一般流に次式による港内外の水位差による流速を線型的に重ね合わせた。

$$U = \pm 0.7 \sqrt{2g(\zeta_n - \zeta_h)}$$

ここに  $\zeta_h$ ; 港外の水位

$\zeta_n$ ; 港内の水位

正号、負号は  $\zeta_n \geq \zeta_h$  に対応する。

## 2.2 計算条件

計算の安定性; C-F-L 条件式より  $\Delta S / \Delta t \geq \sqrt{2g f_{\max}}$  だから、 $\Delta S = 200\text{m}$ ,  $\Delta t = 10\text{sec}$  とした。

境界条件; Periphery で"の流量  $Q = 0$  とした。

図-1 神戸港と計算格子網

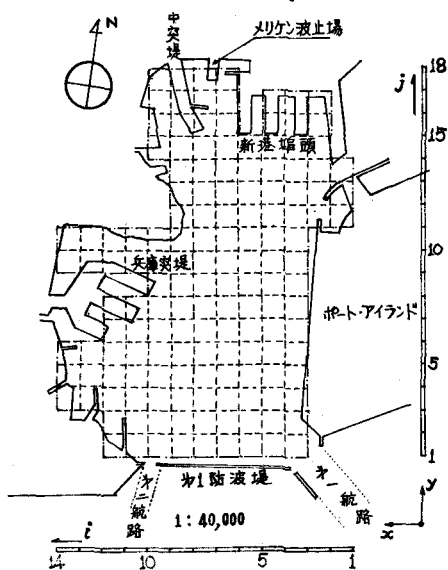


表-1

実験条件

$\Delta = 200''$   
 $U = 10 \text{ sec}$

(a) 室戸台風

(b) ジェーン台風

| 時  | $U$    | $\zeta$ | 時  | $U$    | $\zeta$ |
|----|--------|---------|----|--------|---------|
| 1  | 0.0133 | 326     | 7  | 0.0114 | 339     |
| 2  | 0.0133 | 0       | 8  | 0.0276 | 109     |
| 5  | 0.1600 | 324     | 9  | 0.0713 | 327     |
| 6  | 0.1778 | 334     | 10 | 0.0418 | 337     |
| 7  | 0.3445 | 7       | 11 | 0.2682 | 328     |
| 8  | 0.2845 | 91      | 12 | 0.1364 | 1       |
| 9  | 0.8267 | 321     | 13 | 0.5728 | 324     |
| 10 | 0.3067 | 328     | 14 | 0.5910 | 323     |
| 11 | 0.3044 | 323     | 15 | 0.5227 | 322     |
| 12 | 0.1645 | 332     | 16 | 0.1159 | 333     |
| 13 | 0.3022 | 132     | 17 | 0.3182 | 131     |
| 14 | 0.0444 | 347     | 18 | 0.3091 | 324     |

W: 開口部で与える初期流速

平滑化；計算上の誤差を打ち消すための平滑方式としては周囲4点との和を5等分する方法をとり、その結果の値を次のステップの計算に用いた。

### 3. 計算結果と検討

#### 3. 1 流速分布

2-Caseに共通していることは、開口部に於て内外水位差が原因で生ずる流れの向きを指定したために、その影響が出たように思われる *Clockwise* な流れが卓越していることである。これは特に室戸台風の場合に著しい。例えば  $t = 7950 \text{ sec}$  迄は明確でないが、以後  $t = 22230 \text{ sec}$  迄は港内西側で強い流速を有する *Clockwise* な流れが現われ、港内西側と東側の間に水の質量輸送による水面差を生じる。その程度は  $t = 21630 \text{ sec}$  で  $5 \text{ cm}/1600 \text{ m}$  ( $j = 5$  上の横断面) である。この後は  $t = 33030 \text{ sec}$  迄は同じ回転流れて、逆に東岸付近に強い流速を見せ、開口部からの流出が見られ、 $t = 33030 \text{ sec}$  を過ぎて再び開口部からの流入が始まっている。ジェーン台風の場合にも類似の特性を示すようである。

#### 3. 2 潮位偏差分布

本計算の場合、対象港域を長径  $3.4 \text{ km}$  短径  $< 3.4 \text{ km}$  の長方形湾とした場合の固有単振動周期  $T = 2L/\sqrt{gH} = \frac{2 \times 3400}{\sqrt{9.8 \times 12}} = 10 \text{ min}$  に比べて、侵入高潮の周期は10時間程の長周期である為、潮位の変動が緩慢で港内での波の峯線の伝播を正確に把握することは困難であった。特に  $j = 11$  以北の水域は独立した水域の様なものあって、全般的に一様な水位変動を示している。唯、東西方向の潮位は、南北方向に比較してある程度の水面勾配を示しており、流れの効果を具体的に示すものとして注目される。

#### 3. 3 港域周辺に沿う最大偏差

図-2に見られるような分布を示すが、ジェーン台風の場合、開口部に最大値が出現するのに対して同時あるいは5分程の時間のずれをもつて発生している。

図-2 潮位偏差増巾率分布

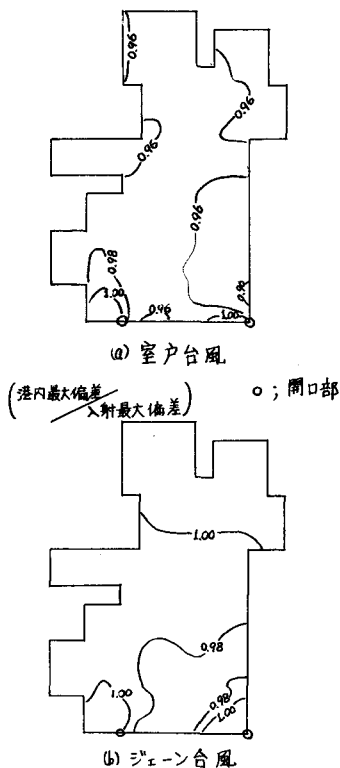


図-3 メリケン波止場に於ける潮位偏差

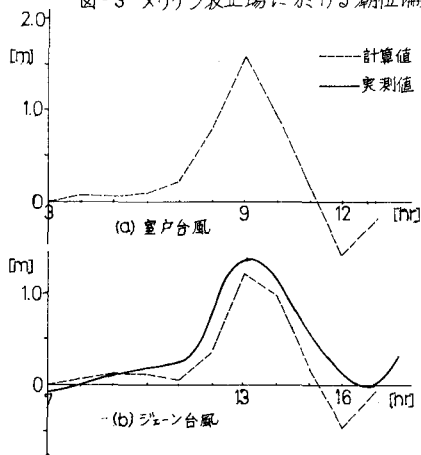


表-2 両台風の最大偏差

|        | 実測値    | 計算値    |
|--------|--------|--------|
| 室戸台風   | 220 cm | 159 cm |
| ジェーン台風 | 147 cm | 127 cm |

参考文献；大阪湾高潮の総合調査報告

S.36 気象庁、第三港湾建設局