

京都大学工学部 学生員 ○森安里夫

京都大学防災研究所 正会員 間瀬 肇

京都大学防災研究所 正会員 高山知司

1. はじめに

ウオーターフロントである臨海域は、交通、商業などの経済活動の要所であるとともに、市民の憩いの場でもある。このような臨海部では台風が引き起こす高潮災害および高波災害の防止を図らねばならず、これまで多くの対策がとられてきた。大阪湾では近年大型台風が直撃することは少なく、また対策効果により大規模な高潮災害および高波災害は起こっていないが、ひとたび災害が発生すれば、都市化により甚大な被害が生ずることとなる。本研究では、大阪湾内における長周期波の特性を把握することを目的とし、友ヶ島水道を通して来襲するうねりの変形をエネルギー平衡方程式を用いて推定し、入射するうねりの波高、周期、および波向幅の影響を考察する。

2. 大阪湾の波浪特性

大阪湾内で発生する風波の周期は4～5sと短く、コンテナ船など大型船の航行や係留に大きな支障はないが、台風に伴って湾内に侵入するうねりは周期が10s以上であるため、船体動揺への影響は大きい。また、大阪港臨海部の舞州と夢州を結ぶ旋回式浮体橋のような浮体構造物もうねりの影響を受けやすいので、こうした浮体構造物の設計に当たっては、うねりの影響を考慮しなければならない。一般に太平洋にできたうねりは紀伊水道を北上し、友ヶ島水道を経て大阪湾に侵入する。地形の関係で来襲方向はほとんど南からで、うねりが大きいのは夏季および秋季に来襲する台風時のものである。大阪湾の波浪は外洋から侵入するうねりと湾内で発生する風波が混在している。

3. 数値モデル

うねりの変形計算に当たっては、以下に示すエネルギー平衡方程式を用いた。

$$\partial(D_S V_x)/\partial x + \partial(D_S V_y)/\partial y + \partial(D_S V_\theta)/\partial \theta = \epsilon_b S \quad (1)$$

ここで、

$$D_S = S \delta \theta, V_x = C_g \cos \theta, V_y = C_g \sin \theta, V_\theta = (C_g/C) \{ \sin \theta (\partial C / \partial x) - \cos \theta (\partial C / \partial y) \} \quad (2)$$

であり、 D_S は波の方向スペクトル、 C_g は波の群速度、 ϵ_b は単位時間内に碎波によって失われるエネルギーの逸散率である。この式は一階の微分方程式であり、 x 方向に前進的に計算をすすめることができ、計算が容易で、実用的に十分な精度の予測ができ、広領域での波浪変形計算が容易であるという利点がある。また、時間領域で各格子点で波変形を解く方法に比べ、エネルギーという平均量を計算するものであるため格子間隔を広くとることができ、大阪湾全体を対象とする波浪変形計算には適している。計算に当たっては大阪湾を含む領域を $\Delta x = \Delta y = 100$ mで 500×500 メッシュ格子を作成し、水深を入力した。

Satoo MORIYASU, Hajime MASE, Tomotsuka TAKAYAMA

4. 大阪湾内のうねりの変形特性

計算条件として、入射するうねりの波高を 3 m および 5 m の 2 種類、周期は 10 s、15 s および 20 s の 3 種類、主波向きは友ヶ島水道から大阪湾に侵入する北向とし、その波向幅を ± 15 度および ± 45 度の 2 種類として、計 12 通りの計算を行った。図-1 は、計算結果の一例として、うねりの波高を 5 m、周期は 20 s、波向幅を ± 45 度としたときの大阪湾内における有義波高と波向の分布を示したものである。矢印の大きさが有義波高を表す。この図より、波が湾奥に広がっていく様子がわかる。周期を 20 s から 10 s に変えると、波はほぼ真っ直ぐ進み、淡路島北部の有義波高が大きくなる。

図-2 は代表的な地点における有義波高を示したものである。入射するうねりの波高は 5 m、波向幅は ± 45 度として周期を変化させたものである。代表地点は、深日、淡輪、関空東、関空西、泉大津、尼ヶ崎、神戸、明石、岩屋、仮屋、洲本、由良である。この図を見ると、周期 15 s、周期 20 s の波は関空西、泉大津、尼ヶ崎、神戸、仮屋、州本、由良において有義波高が大きくなることがわかる。周期が 10 s の場合は岩屋、仮屋、由良の有義波高が大きくなる。

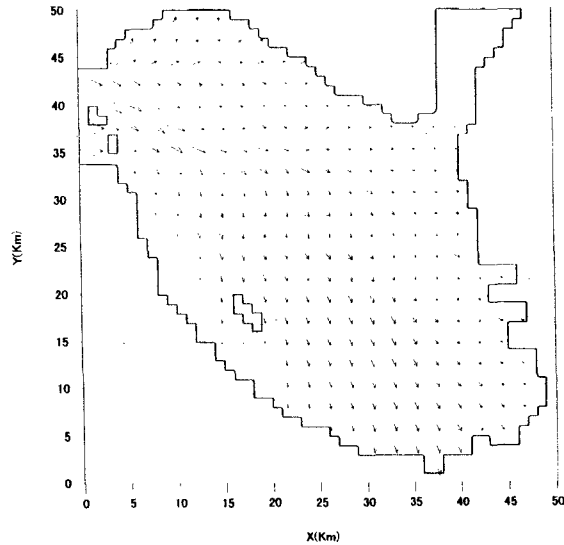


図-1 大阪湾内における有義波高と波向の空間分布

5. あとがき

エネルギー平衡方程式を数値計算することにより、大阪湾に侵入するうねりの空間分布が推定できる。信頼できる波浪観測データも蓄積されてきているので、観測結果との比較が必要である。大阪湾内波浪の周期性を検討した結果、潮流の影響があることがわかったので、潮流を考慮した予測計算が必要となる。島かげの波浪計算には回折効果の導入が必要であり、また、非線形効果の導入も必要である。今後これらの効果を含めたプログラムを作成し、精密な予測計算を行っていきたい。

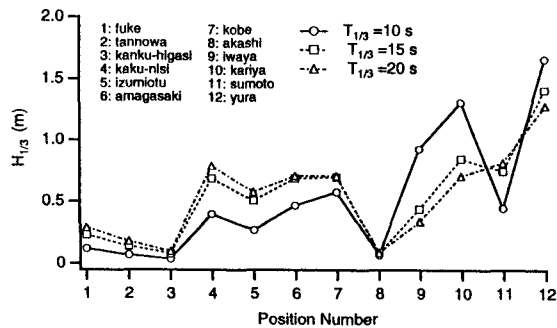


図-2 大阪湾内の代表点における有義波高の比較