

高田機工株式会社	正会員	○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	フェロー	高山 知司

1 はじめに

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、大阪湾内に侵入する長周期波の変形特性を把握することを目的とし、エネルギー平衡方程式を用いてその変形計算特性を推算する。その際、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。また、回折効果も含めたエネルギー平衡方程式を新たに提案し、従来のモデルとの比較・検討を行う。

2 大阪湾の波浪特性

神戸港外での港湾建設作業やコンテナ船の係留に関して、波高が 10 cm ～ 20 cm の低いうねりがこうした建設作業や船の就航に支障を来す。一般に太平洋で発生したうねりは紀伊水道を北上し、友ヶ島水道を経て、湾奥に侵入するが、エネルギーは外洋のうねりの 1/100 以下、波高にして、1/10 以下となる。しかしながら、これより高いうねりが神戸港で観測されることも稀に生じている。大阪湾内で発生する風波の周期は 4 ～ 5 s 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 10 s 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。

$$\frac{\partial(v_x S)}{\partial x} + \frac{\partial(v_y S)}{\partial y} + \frac{\partial(v_\theta S)}{\partial \theta} = -\varepsilon_b S$$

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、時間領域で各格子の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 $X=Y=100$ m で 500×500 メッシュ格子を作成し、水深を入力した。

次に回折項を導入した場合のエネルギー平衡方程式を以下に示す。

$$\frac{\partial(v_x S)}{\partial x} + \frac{\partial(v_y S)}{\partial y} + \frac{\partial(v_\theta S)}{\partial \theta} = \frac{\kappa}{2\omega} \left\{ (CC_g \cos^2 \theta S_y)_y - \frac{1}{2} CC_g \cos^2 \theta S_{yy} \right\} - \varepsilon_b S$$

回折効果を導入したエネルギー平衡方程式は従来のエネルギー平衡方程式に比べ波高分布が滑らかになる。

4 計算結果と考察

計算条件として、入射するうねりの波高を 4 m、周期は 10 s、15 s および 20 s の 2 種類、主波向きは友ヶ島水道から大阪湾に侵入する方向とし、その波向幅は ± 45 度として、回折を導入した場合も含めて計 6 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 4 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、波はほぼ真直ぐ進み、淡路島北部の有義波が大きくなる。図-2 は同じ条件で回折効果を導入した場合の計算結果である。図-1 に比べ島の後ろ側（島影部分）へ波が回り込むようになり、波高分布が全体的に滑らかになっている。

5 結論

本研究で得られたことは、回折効果をエネルギー平衡方程式に取り入れると、全体的になだらかな波高分布となることである。特に島の背後では、回折を取り入れないと、直線的に波が進むため、いびつな波高分布を取るが、回折効果を取り入れることによって、スムーズな波高分布が得られる。

参考文献 間瀬 肇・高山知司・国富将嗣・三島豊秋 (1999)：波の回折を考慮した多方向不規則波の変形計算モデルに関する研究，土木学会論文集(投稿中)。

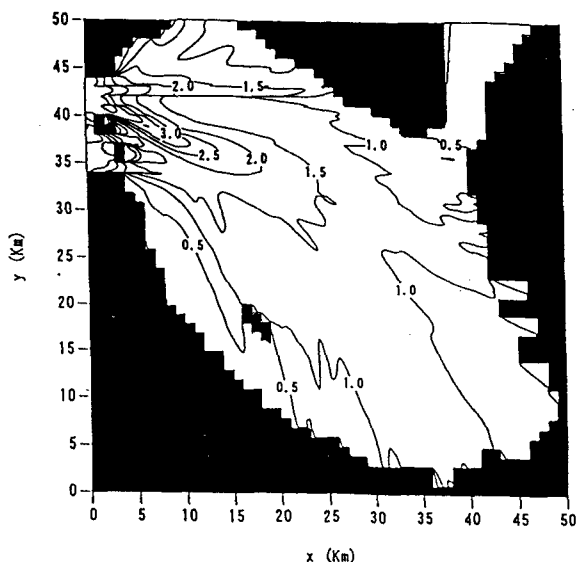


図-1 波高 4 m および、周期 20 秒のうねりの変形

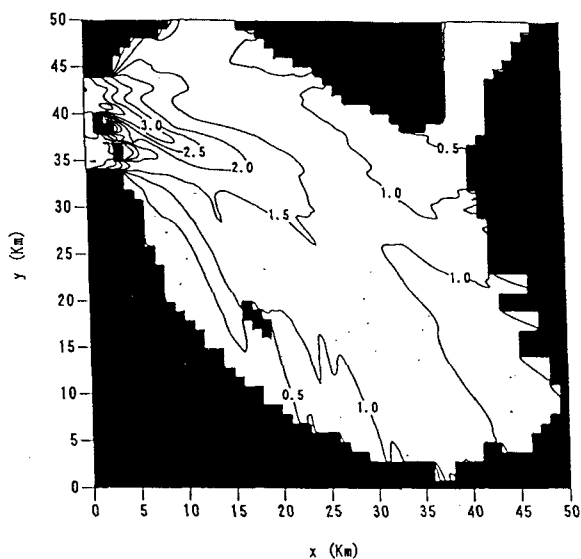


図-2 波高 4 m および、周期 20 秒の回折を考慮したうねりの変形