

名古屋大学大学院 正会員 水谷 法美
 名古屋大学大学院 ○学生会員 番場 豊和

1.はじめに：港湾構造物の耐波設計に必要な波浪諸元は過去の観測記録から統計解析によって求められているが、今後、地球規模での気象変動を考えた際に、現象の定常性を仮定した統計解析の適用性に問題があると考えられる。

近年、第3世代の波浪推算モデルが浅水域へも拡張され、その有効性が示されているが、さらに正確な波浪予測のためには、風波の主たる生成要因である海上風に対する正確な予測手法が求められる。そのため、各種気象パラメータを変数に持つ海上風推算モデルの構築が必要不可欠である。本研究では、気象庁発行のGPVより初期値・境界値を求め、それに基づいてSOLAスキームで運動方程式を直接的に解くことによって海上風の時空間変化を求める手法について検討を加えたので、その結果について報告する。

2.数値計算：基礎方程式は、次に示す非圧縮粘性流体に対する3次元の連続式とNavier-Stokes式である。

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} = fv - \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} + \nu \left[\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right] \quad \dots \dots \dots (2)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} = -fu - \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial y} + \nu \left[\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right] \quad \dots \dots \dots (3)$$

$$\frac{\partial w}{\partial t} + u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} = -g - \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial z} + \nu \left[\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} \right] \quad \dots \dots \dots (4)$$

ここで、 u 、 v 、 w はそれぞれ x 、 y 、 z 方向の風速成分、 f はコリオリ係数、 ρ は空気の密度、 P は圧力、 ν は動粘性係数、 g は重力加速度である。

計算領域にスタッガードメッシュを採用し、時間に前進差分を採用して、式(1)~(4)を差分化する。そして、運動方程式から風速の各成分の時間発展を計算し、この風速値が連続式を満足するように圧力を調整する圧力流速反復法の1つであるSOLAスキームを用いて、風速と圧力の計算を行う。

計算領域は、図-1に示すように伊勢湾を中心とする南北240km、東西160kmの範囲で、鉛直方向は海面から2400mまでとした。格子間隔は、水平方向が1km、鉛直方向が最下層から2層を20m、それより上の2層を30m、それ以上を50mとした。

ここで、標高は国土地理院発行の数値地図の値(1km格子)を用いた。風速と気圧についてはGPVを用いたが、その格子間隔が本計算格子間隔の約40倍であるために、これらの値をLagrange補間することによって内挿した値を用いてい

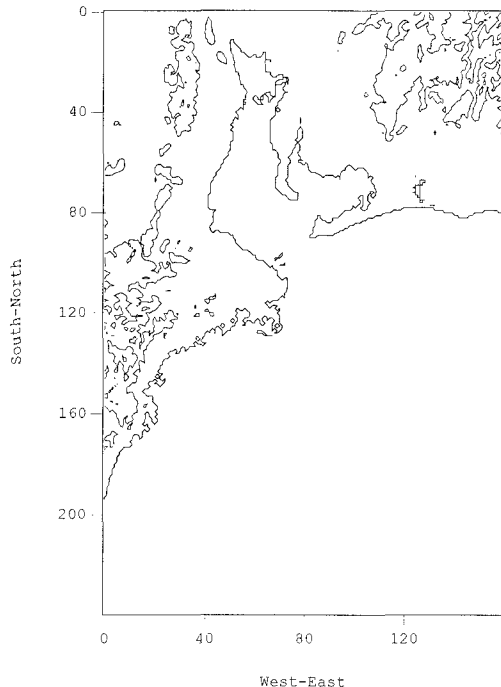


図1 計算対象領域の等高線図

る。

3. 結果と考察：GPV を補間した初期風場を図 2 に示す。一見すると、滑らかな分布になっているようであるが、これは Lagrange 補間を施したことによるもので、地形の効果がほとんど考慮されていない。そのため、場全体で一様に変化してしまっている。続いて、SOLA スキームを用いて、計算された 3 時間後の風場を図 3 に示す。これによると、南の外洋から吹く風が渥美半島によって偏向し西風に変化する様子や、志摩半島に沿って偏向する様子なども確認できる。また、伊勢湾湾口部の狭窄部では風速が増大するなどし、湾奥部に向かって吹き込む風も確認することができる。このことから、SOLA スキームによって風場を計算することによって地形の効果を考慮した風場の推算を行うことができると考えられる。さらに、三重県鳥羽市神島における風速の時間変化を図 4 に示す。

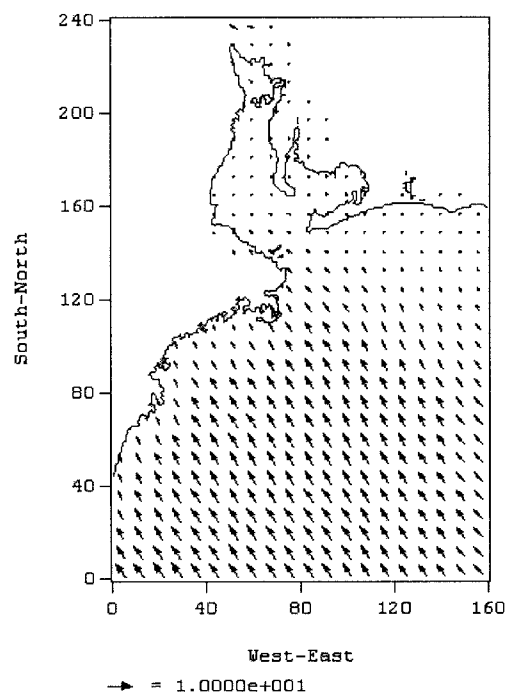


図 2 初期風場(1997年9月7日0時)

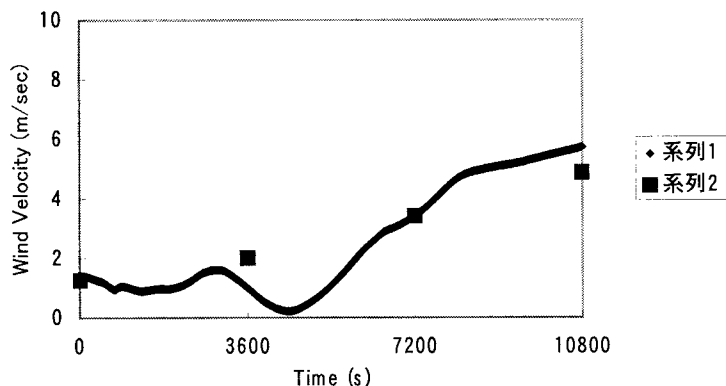


図 4 神島における風速の時間変化

これによると、若干のずれはあるものの、よい一致を示しているものと考えられ、3 時間の平均風速で比較すると、観測値が 2.88m/s であるのに対し、計算値が 2.53m/s となっており、計算結果は妥当であると考えられる。

4. おわりに：本研究では、GPV を補間した初期値・境界値を使用した力学方程式モデルに基づく風場の時空間変化の数値計算を行った。その結果、本計算は地形による局所的な風場の変化を表現でき、また、時間変化に対してもほぼ一致することが確かめられた。今後、更なる精度向上のため、より適切な初期値・境界値を与えるとともに、風波推算の際の外力である海上風として利用できるよう、改良を進めていく所存である。

<参考文献>

岡田・林・磯崎(1995)：内湾における海上風推算手法の研究，海の研究 Vol.4 No.2, pp91-99.
 後藤・柴木(1993)：海上風の特性と陸上地形の影響を考慮した海上風推算モデル，港湾技術研究所報告 第 33 巻 3 号, pp85-90.
 日本気象協会(1988)：内湾の海上風と波浪の推算に関する研究, pp15-27, 35-42

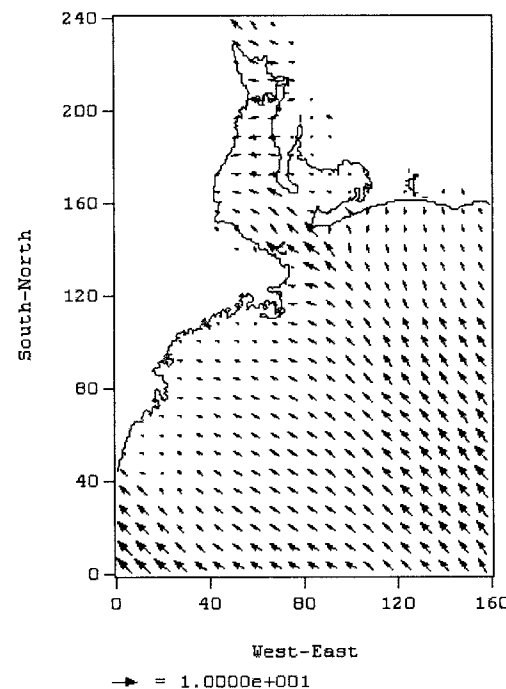


図 3 推算風場(1997年9月7日3時)