港湾内長周期波浪場の推定に用いるプシネスクモデルの計算条件に関する検討

九州大学工学部	学生員	太田	一行	加嶋	武志
(株)三洋コンサルタント	正会員	西井	康浩		
九州大学大学院工学研究院	正会員	吉田	明徳	山城	賢

1. はじめに

港湾における係留船舶の長周期動揺を数値計算によって推定するためには、長周期波による波浪場を精度 良く再現することが必要不可欠である.波浪場解析の数値モデルとして、非線形性と分散性の両面を考慮する ことができるブシネスク方程式が推奨されている.しかし、計算領域からの反射波成分を吸収するためのスポ ンジ層厚の影響、風波成分の非線形効果による長周期波成分(拘束波成分)の影響等、長周期波の再現に関し ては不明な点が多く、スポンジ層厚、空間差分、計算時間等の最適な計算条件に関して十分な知見が得られて いない.そこで本研究では、志布志港で測得された港内外の連続波浪観測との比較検証を通じて、港湾内長周 期波浪場の計算に用いるブシネスクモデルの最適な計算条件について検討を行った.

2. 研究の内容

2.1 現地観測の概略

図-1 に示す志布志港若浜埠頭の2地点(St.AとB) において、2004年に波浪計(DL-2型)を用いて波高 (水圧式),成分流速についての連続観測が行われ ている.この観測期間中,枇榔(ビロウ)島近傍の 海底波高計(ナウファス)についても波高(超音波 式と水圧式)と成分流速を連続観測に切り替え,観 測データが得られている.

なお、観測期間中に志布志港周辺海域の波浪特性 に大きな影響を及ぼした台風、T0416 号とT0418 号 通過時の有義波高と有義周期の経時変化を図-2 上 図に示す.図-2下図は連続波浪データをFFT解析に より周波数分解した成分波の内、20秒をしきい値と する長周期波成分を用いて逆FFTにより再合成し た長周期波の有義波高と有義周期の経時変化図で ある.

2.2 入射波スペクトルの抽出

計算では沖合境界において特定のスペクトル形 の波を与えるが、湾内の観測値との比較検証を行う ことから、沖合の波浪観測で得られたスペクトル形 を基にモデル化を行った入射波スペクトルの波を 入射波として用いることとした.ブシネスクモデル による数値計算の結果を用いて長周期波の統計解 析を精度良く行うには、十分な数の長周期波が含ま れた計算結果を得ることが必要で、このためには計 算の継続時間が少なくとも1時間程度は必要であ



る. ただし, 長周期波のスペクトルは, 図-3 に示すように, 風波のスペクトルがほぼ一定となっても時間的に 変動する場合が多く, 入射波を一定のスペクトルとする計算条件と矛盾する. そのため, 現地の観測スペクト





ルが定常状態に近い時間帯を抽出する必要がある. そこで, 有義波高が 2m を越えた, 8月 26日から 8月 29日までと9月 3日から9月8日までの観測データについて, データ長1時 間, ずらし時間 30分で FFT 解析を行ってランニングスペク トルを求めた. 次いで,得られた 470 個のスペクトルの内, 風波だけでなく長周期波スペクトルがほぼ平衡状態となっ た時間帯を目視で抽出することとした. 例として, 8月 29日

表-1	計算条件
	H I 2 I 72 1 I I

	長周期波	風波+長周期波		
スポンジ層	4,200m	4,200m, $2L_{1/3}$		
時間差分	0.25sec	0.025sec		
入射周期	20~300sec	5~300sec		
空間差分	25m	10m		

18:30から 20:30 にかけてのスペクトルを図-4 に示す.スペクトルはほぼ同じ形状を示しており,この時間帯の データを用いて計算値との比較を行うことができると考えられる.

2.3 プシネスクモデルと検討の内容

長周期波による平面波浪場の再現計算には、Cruzら(1993)が示したエネルギー吸収関数を、平山(2002) が実務で汎用的に使えるように改良したエネルギー吸収帯(高次型スポンジ層)を有するプシネスクモデル、 NOWT-PARI Ver.4.6 (改良版)を用いた.対象とした地形は図-5 にある平面モデル港湾を使う.この平面モ デル港湾は志布志港を対象に、ほぼ同スケールで平面空間(11,300m×17,400m)を切り取り、地形を簡略化さ せた仮想地形である.水深hは20.0mから5.0mまでとり、沿岸方向に平行な勾配水深とした.長周期波の入射 波はSSE からの一方向波で与え、陸線境界および構造物境界は完全反射とした.

計算に当たって、まず、入射波のスペクトルに風波を含めない長周期スペクトルのみの場合と、風波を含め た場合の計算を行って、設定した計算領域で発生する拘束長周期波成分が港湾内の長周期波浪場に及ぼす影響の程度を検討する.計算条件は表-1 に示す通りである.このため、風波のエネルギーレベルの異なる入射波 スペクトルを用いた計算を行なう.この際、風波が対象の場合には通常スポンジ層の厚さは風波を基準に設定 されることが多く、しかも計算継続時間もあまり大きく取られないことから、長時間計算を行う場合の領域境 界からの長周期波の反射の影響の程度は必ずしも明らかにされていない.そこで、本検討では、スポンジ層厚 が湾内の長周期波浪場に及ぼす影響の程度についても検討を行なう.

3.おわりに

風波成分を含めた場合の計算では、格子サイズは小さく、計算継続時間は大きく、さらに、スポンジ層厚は 長周期波を対象に大きく設定することから、高速のパソコンを用いても3週間程度の計算時間を要する.その ため、高性能アプリケーションサーバを計算機として用いて、現在計算を進めている段階である.比較検証の 結果は講演時に述べる予定である.

参考文献

- 1) Eric Cruz・横木裕宗・磯部雅彦・渡辺晃:非線形波動方程式に対する無反射条件について:海岸工学論文集:1993,第40 巻, pp. 46-50.
- 2) 平山克也:非線形不規則波浪を用いた数値計算の港湾設計への活用に関する研究:港研資料: 2002, No.1036, pp. 84-86.