

ブシネスクモデルを用いた港湾内長周期波浪場の再現計算に関する検討

九州大学工学部

学生員 ○安芸 友裕 太田 一行

(株) 三洋コンサルタント

正会員 西井 康浩 小野 貴也

九州大学大学院工学研究院

正会員 吉田 明德 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が、長周期波の再現性に関しては必ずしも十分な知見が得られていない。長周期波浪場は水槽実験によって再現することが困難なことから、モデルの検証には現地観測データを用いるしかないが、沖合の観測値には入射波と海岸からの長周期反射波が混在するため、沖合の観測値から検証のための計算に用いる入射波スペクトルを直接に得ることができない。

本研究では、志布志港近傍の海底形状を用いた一次元計算長周期反射波の成分を推定し、その結果をもとに入射波スペクトルを設定した平面計算を行い、志布志港で測得された港内外の連続波浪観測データとの比較検証を通じて、ブシネスクモデルによる長周期波の再現性を検討した。

2. 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 (協和商工製 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、沖合にある枇榔 (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。

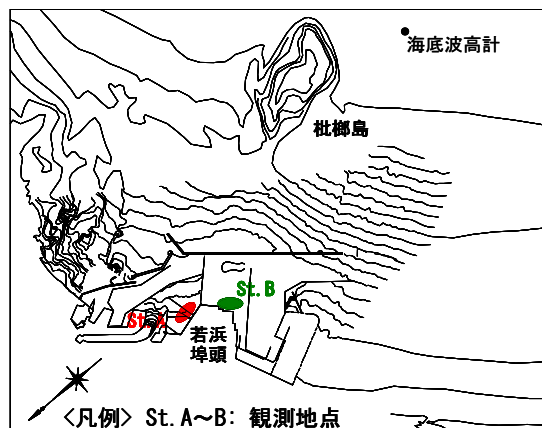


図-1 志布志港における波浪観測位置

3. 定常な時間帯の観測値の抽出

ブシネスクモデルの計算では定常なスペクトルが入射波として用いられるが、実際の海域に入射する波の諸元は時々刻々と変化しており、モデルの検証のためには、現地観測データにおいて沖合と湾内の波浪場が出来るだけ定常に近くなる時間帯を抽出する必要がある。一方、ブシネスクモデルの数値計算で定常なスペクトルを得るには、長周期不規則波の変動性を勘案すると、少なくとも3時間程度が必要になる。そこで、観測データからも、波浪場が少なくとも3時間程度以上定常に近くなる区間を抽出することとし、このため枇榔島における風波と長周期波の有義波高・周期、および港内 A 点における長周期波の有義波高・周期をずらし時間 30 分で算定し、その時系列の変動が設定した閾値以下となる7通りの時間帯を抽出した。図-2 にその一例として、8月27日から28日にかけての枇榔島と港内 A 点での長周期有義波高の変動と、抽出した3通りの時間帯を示している。

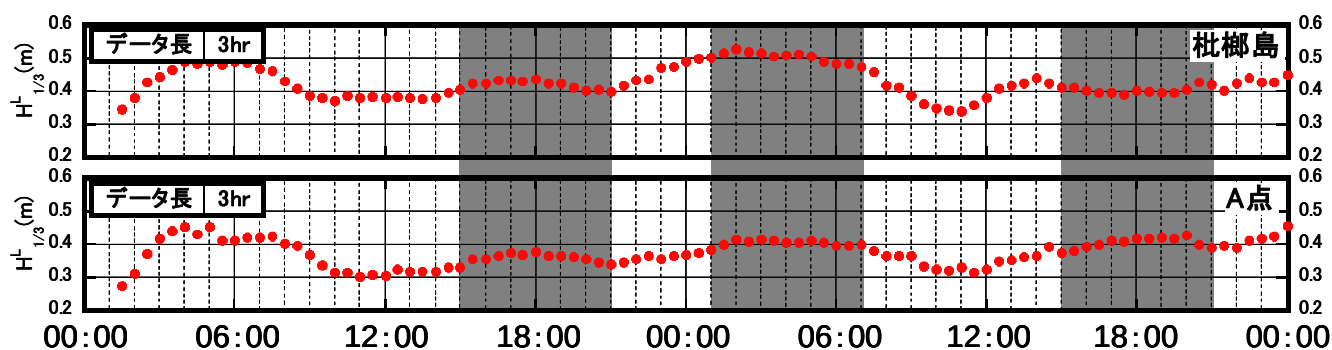


図-2 長周期波の変動がほぼ定常となる時間帯の抽出例 (8月27日~8月28日)

4. 一次元計算による長周期反射波の推定

志布志港近傍の海底形状を用いた一次元計算を行い、風波の入射によって生じる拘束長周期波とその海岸からの長周期反射波の程度について推定した。計算には平山らによる NOWT-PARI Ver.4.6 β を改良したモデルを用いた。一次元水路は、太田ら¹⁾を参考に、最小水深を 10m と大きく取り、かつ長周期波を吸収するに十分な長さのスポンジ層を設定することで、陸域からの反射がほとんど起こらないようにした海域 1 と、最小水深を 5m と小さく取り、風波の反射率を 0.7 とするスポンジ層護岸を設けた海域 2 (図-3 参照) を用いた。海底形状は、志布志港の主たる波向(SSE)の方向に、海図上に 3 本の線(図-4 参照)を引き、それらの線に沿う海底地形を平均したものを用いた。

この海域に対して、先述した 7 通りの時間帯における沖合の観測スペクトル(風波)を入射波とする計算を行い、水深の異なるいくつかのモニターポイントにおいて水面変動のスペクトルと長周期波の有義波高・有義周期を算定し、それらの変動を比較検討した。なお、計算は風波を対象とすることから計算格子幅は 10m、時間ステップは風波有義周期の 1/200 とし、計算継続時間は長周期波が対象であることから 4 時間とした。

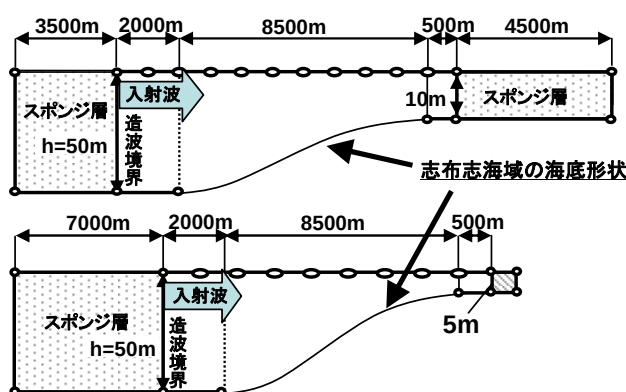


図-3 海域 1(上)と海域 2(下)の計算条件

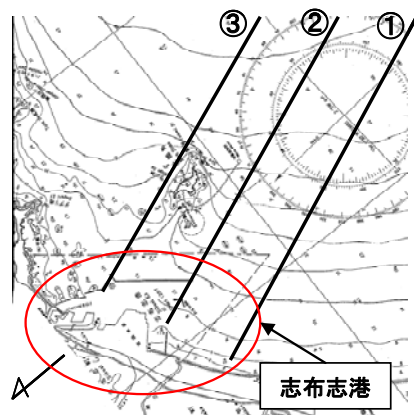


図-4 志布志港の海底形状の取り方

計算結果の一例として 8 月 27 日 17~20 時の時間帯の風波を入射させた場合について、入射スペクトル(水深 36m) と、枇榔島における観測スペクトルの比較を図-5 に、また各水深における長周期有義波高の変動の様子を図-6 に示している。観測スペクトルと海域 2 (反射あり) のスペクトルのエネルギーレベルが概ね同程度なことから、一次元計算ではあるが、本計算の結果を用いて、観測値における長周期反射波の影響の程度を推定することが可能であると考えられる。

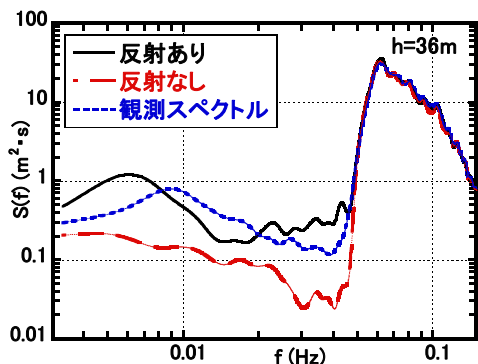


図-5 水深 36m地点におけるスペクトルの比較

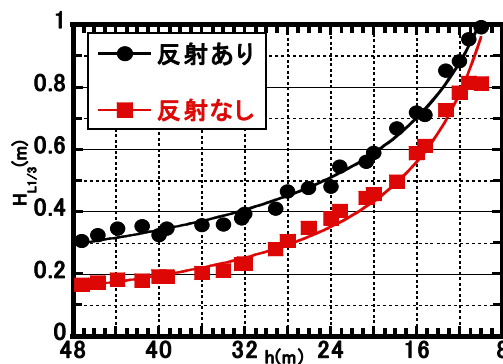


図-6 長周期有義波高の変動の様子

5. おわりに

現在、4. により推定された反射波成分を基に入射波スペクトルを補正している段階であり、平面計算の結果と観測値との比較検証については講演時に述べる予定である。

参考文献

- 1) 太田一行・吉田明徳・山城 賢・小早川直紀・西井康浩: プシネスクモデルを用いた港湾内長周期波浪場解析のための入射波スペクトルに関する断面二次元的検討, 海洋開発論文集, 2009, 第 25 巻