

ブシネスクモデルによる港内長周期波浪場の再現計算に用いる 入射波スペクトルに関する研究

九州大学工学部

(株) 三洋コンサルタント

九州大学大学院工学研究院

学生員 ○小早川直紀 太田 一行

正会員 西井 康浩

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。沖合の観測値には入射波と海岸からの反射波が混在し、入射波のスペクトルを直接には得ることができないため、計算と観測値を比較して数値モデルの再現性の検討を行うのが困難である。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データとの比較検証を通じて、港湾内長周期波浪場を妥当に再現できる入射波スペクトルの検討のため、海底形状を考慮した断面2次元計算を行って、風波スペクトルと拘束長周期波スペクトルの関係を検討し、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った。

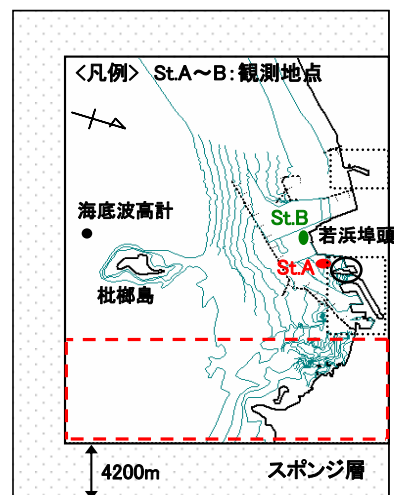


図-1 計算領域

2. 研究の内容

2.1 現地観測データの概略

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) 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) の連続観測データが得られている。枇榔島における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うち、20 秒をしきい値として逆 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。

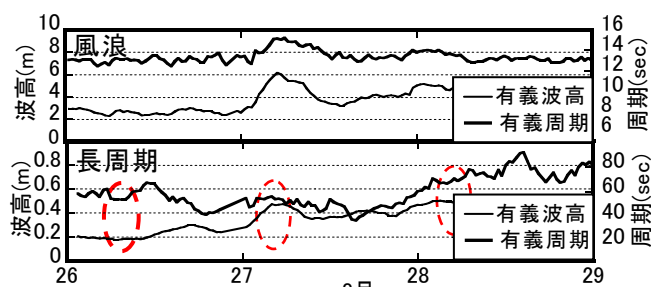
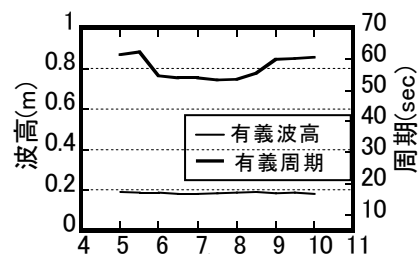


図-2 枇榔島における波浪経時変化図

図-3 有義波高、有義周期
(8月26日 05:00-10:00)

西井ら (2008) の検討によれば、港湾内の水面振動のスペクトルがほぼ平衡となるには5時間程度の計算継続が必要となる。したがって、比較に用いる観測値も現象が同程度ほぼ平衡状態を示すデータを抽出して用いることが必要である。このための指針として長周期有義波高と有義周期の変動が比較的小さい時間帯を比較データとして抽出することにした。図-2 中に点線で囲む部分が抽出部分で、その1つを拡大して図-3 中に示している。

2.2 計算条件の検討

長周期波を対象とする場合、計算継続時間とスポンジ層厚を大きく設定する必要がある。風波成分を含む計算ではさらに格子サイズも小さく取る必要があるため、志布志港のような大きな港湾では理想的な条件設定の計算は高速のコンピュータを用いても3週間程度を要し、種々の異なる条件で計算を行っ

て検討することが困難になる．そこで，計算負荷の低減を試みるため，計算所要時間に影響する条件について検討した．長周期波を対象とし，スポンジ層厚・計算海域を変えた計算により A 点で得られた長周期スペクトルを図-4,5 に示す．ケース(a)は計算精度を担保するために十分な条件である層厚 4200m に取り，計算領域を図-1 全体とした計算で得られた長周期スペクトルである．スポンジ層厚に関して西井ら(2008)の研究を基に，層厚を 4200m から 1400m に変えて得られた結果が(b)で，(a)と(b)の差異は小さく，層厚は 1400m で計算しても大きな変動は生じないことが分かった．図-1 に見られるように，港の開口部は図の上側に位置し，下側の開口部は極めて小さいことから，破線で囲んだ領域を計算領域から除いた計算（図-4 中の(c)）を行って，領域サイズの影響を検討した．その結果図-4 中に示すように 300 秒～150 秒の極めて長周期部分で差異が現れるものの，全体としては大きく影響しないことが分かった．図-5 は(c)の場合に加え，図-1 中点線で囲んだ領域の平面形状を簡略にした(d)と(e)について比較したもので，(e)は図中港に流入する河川部分のみを無視した場合，(d)は(e)に加えて St.A 近傍の小さな船溜りを無視した場合である．St.A から離れている河川部分は大きく影響しないが，近い距離にある船溜りの海域を無視すると 100 秒～50 秒間のピーク周波数位置が影響を受けることが分かる．計算時間に関しては計算のタイムステップも直接影響する．計算を安定して行うにはある程度小さく取ることが必要であるが，どの程度の大きさまで許容できるかについて風波+長周期波を対象とした計算を行い，代表周期 10 秒の 1/400 と 1/200 の 2 ケースの計算を行って検討した．ただし，計算には図-1 に示す領域の水深変化を直線状の等深線で近似し，港湾形状の細部を簡略化したモデル港湾について行っている．その結果

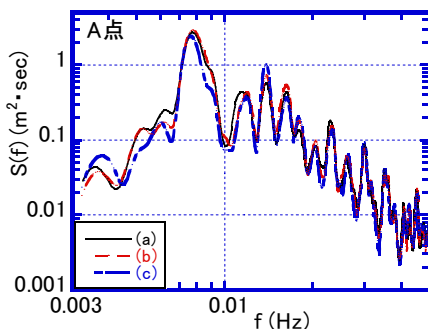


図-4 スペクトルの変動

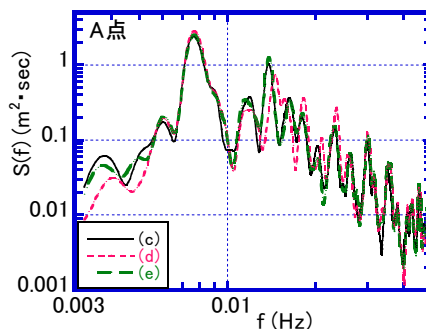


図-5 スペクトルの変動

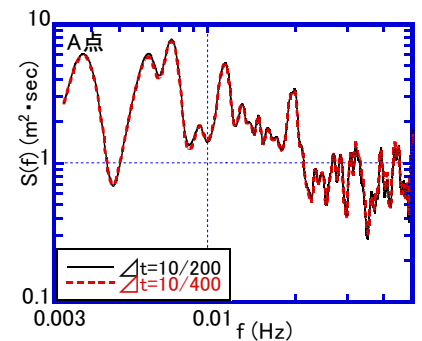


図-6 タイムステップ別スペクトル (モデル港湾)

を図-6 に示す．二つのスペクトルはほぼ一致し，1/200 として計算を行っても問題ないことが分かった．

2.3 拘束長周期波成分の検討

拘束長周期波成分の推定は図-7 に示す 2 次元水路の数値計算により行った．海底形状は図-1 の海図より水深 40m 地点を起点として入射方向（SSE からの一方向）に読み取り，直線近似したものをを用いた．図-8 に計算結果の一例を示す．オーダー的には観測値と近い大きさの長周期波成分が得られている．現在条件を変えながら検討している段階である．

3. おわりに

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) 西井康浩・吉田明徳・太田一行・山城 賢・加嶋武志：ブシネスクモデルによる港湾内波浪場（長周期波）の再現性に関する基礎的検討：海洋開発論文集：2008，第 24 巻，pp.429-434.

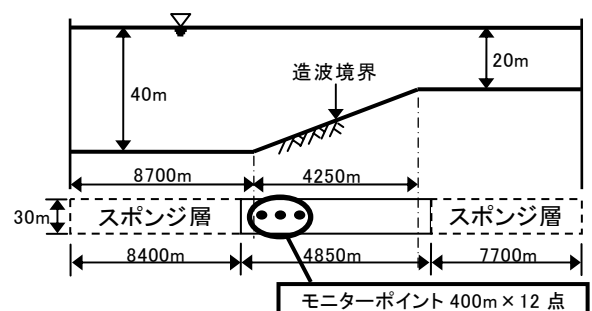


図-7 2次元水路

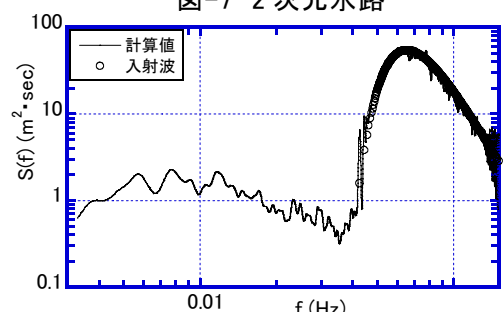


図-8 風波と拘束長周期波のスペクトル