

II-18

うねり性高波浪の推算方法の検討

茨城大学大学院 学生会員 内田 英行

茨城大学工学部 正会員 信岡 尚道・加藤 始

1. はじめに

北関東以北の太平洋沿岸には、非常に発達した冬季低気圧や台風に伴ったうねり性高波浪がまれに来襲する。このような波浪は、一波の持つエネルギーが大きく海洋構造物や船舶の航行に被害をもたらす外力となるので、その特性を把握することは重要である。一般にうねりを推算することは難しいとされている。著者らは、既往の推算モデルに対して、うねりのスペクトル形状が表現できる様に改良したものを提案している¹⁾が、冬季低気圧の場でしか検証しておらず、その追算結果も特に周期に対して十分とは言えない。

そこで本研究では、このうねり時のスペクトル形状を考慮したモデルにより台風に伴ったうねり性高波浪の追算を2ケース行い、現地で実測されたデータと比較することから改良の適応性を検討する。

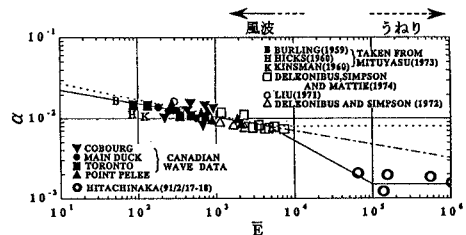
2. 波浪推算モデルの改良

2-1 推算モデルの概要 海上風の推算には Cardone モデルと Meyer の式による台風モデルを用い、波浪の推算には Resio モデル²⁾を用いている。Resio モデルはエネルギー平衡方程式で、波の周波数間非線形エネルギー輸送効果を考慮している第3世代のモデルである。ピーク周波数より高周波域でのスペクトル形状は、Kitaigorodskii スペクトル(式(1))で表現している。

$$E(f) = \begin{cases} \alpha g^2 f^{-3} (2\pi)^{-4} & f \geq f_m \\ \alpha g^2 f_m^{-3} (2\pi)^{-4} \exp\{1 - (f_m/f)^4\} & f < f_m \end{cases} \quad (\alpha: \text{平衡形状係数}, f_m: \text{ピーク周波数}) \quad \dots\dots\dots (1)$$

高周波域の平衡状態におけるエネルギーの大きさや非線形輸送量は平衡形状係数 α で変わる。Resio はこの α を無次元エネルギー $\bar{E}$ から求めている(図-1, 点線)²⁾。

著者らは、Resio モデル中のこの α と $\bar{E}$ の関係を表す係数について2点改良している¹⁾。1点は日本近海の風波に対応するようにした点である。もう1点は、風波からうねりへの移行時には高周波成分が相似形を保ちながら減衰する現象を式(1)の α の値を低下させることで取り入れた点で、風波・うねり・遷移領域に対して図-1の実線のように3つの関数を使い易く設定したものである。

図-1 α と $\bar{E}$ の関係

2-2 気象擾乱と追算条件 検討に用いた気象擾乱は1990年10月20日～26日(擾乱1)と1994年9月14日～20日(擾乱2)である。擾乱1では20日頃関東の南方1800kmにあった台風が北北東に進路を取り23日に常陸那珂で波高4m周期12秒を観測している。擾乱2では14日頃関東の南東3000kmにあった台風が北北西に進路を取り18日に常陸那珂で波高4.8m周期16秒を観測している。

これら2つの擾乱に対して追算をしたが、その中で設定した α と無次元エネルギー $\bar{E}$ の関係は3パターンである。このうち2つのパターンは前項で述べたResioが提案したもの(従来設定)と著者らが改良を提案しているもの(うねり設定1)である。そしてもう1つのパターンは、関数形による波浪への影響を検討するために、2つの設定の中間(図-1, 1点鎖線)となるように新たに設定したもの(うねり設定2)である。これは、うねり設定1で便宜に3つの領域ごとに関数を決めていることに対して、風波域での関数をそのままうねり域まで拡張したものである。追算の検証には、運輸省の常陸那珂港で観測された波浪の実測値を用いた。今回特にうねり時のスペクトル形状の検討をするため、周波数スペクトルについても比較した。

キーワード 波浪推算 うねり 高波浪 周波数スペクトル形状 台風

〒316 茨城県日立市中成沢町4-12-1 Tel 0294-38-5173 Fax 0294-35-5173

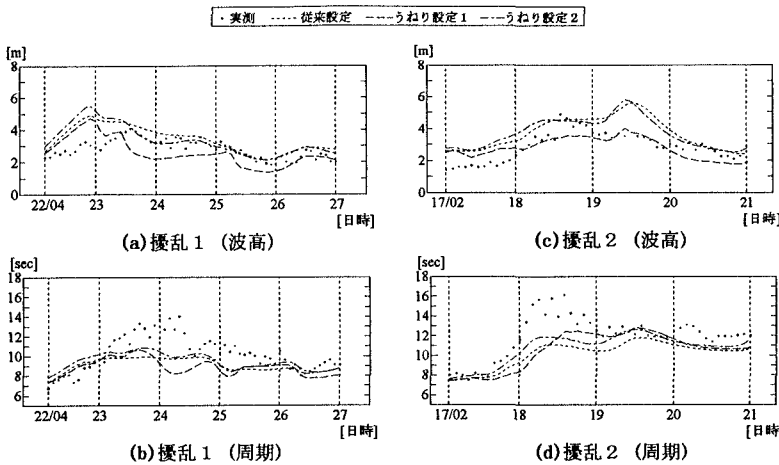


図-2 追算結果と実測値の比較
波高、周期

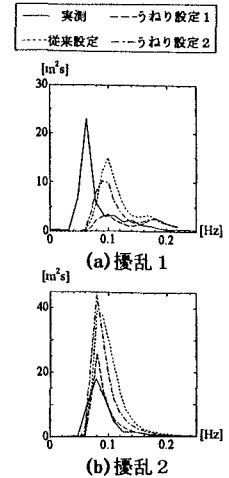


図-3 追算結果と実測値の比較
周波数スペクトル

3. 追算結果と考察

擾乱1, 2の追算結果と実測値を比較したものを図-2に示す。擾乱1(a)(b)を見ると、うねり設定1では、波高が実測値や従来設定に比べて大きく下回っている部分があり、周期はうねりの特徴である長周期が表現できず従来設定に比べ短く追算されている部分がある。うねり設定2では、波高が実測値とほとんど一致しており、周期も他の設定に比べて長く計算されている。擾乱2(c)(d)を見ると、うねり設定1では、波高が実測値とかなり一致しており、周期も従来設定に比べて長く追算されている。うねり設定2では、波高で従来設定と同様な結果が出ており、全般的に実測値との間に開きが見られる。周期は従来設定に比べ常に1秒程度長く計算されており、ある程度うねりの特徴を表現できている。以上をまとめると、従来の設定に比べてどちらかのうねり設定に変更したものの方が実際の波をよく追算できると言える。

次に、改良により周波数スペクトルにどのような影響が現れているかを検証するため、擾乱1のうねり設定1で波高、周期ともに従来設定に比べ減少している24日9時と、擾乱2でうねり設定1と他の設定の間に大きな違いが生じた19日15時の周波数スペクトルを図-3に示した。これを見ると両ケース(a)(b)とも従来設定に比べうねり設定1, 2の方がうねりの特徴を示す高周波領域のエネルギーの減少が表れている。また、うねり設定1の0.1Hzより高周波部分のスペクトル形状を見ると、最も良く実測値の形状を表現できている。しかし、擾乱1(a)のうねり設定1では、 α の低下に伴うエネルギー減少量が多い割に低周波側への供給量が少ないためか、ピーク周波数が低くならず、ピークエネルギーもなだらかになっている。これが擾乱1の24日9時で、波高・周期が実測値に比べて小さな値となった原因である。従って α を低下させた場合の、低周波側への非線形エネルギー輸送量について今後検討する必要があると思われる。

4. 結論

周波数スペクトル形状 α と無次元エネルギー $\bar{E}$ を決める関数を3パターン設定して、うねり性高波浪を追算した結果、次のことを明らかにした。

- 1・うねり領域に対しても関数を設定すると、実際の波をよく予測できる。
- 2・関数を風波・うねりへの遷移・うねりに対してそれぞれ設定すると、うねりの高周波スペクトル形状を良く表せる。しかし、ピーク周波数の低下や低周波域への非線形エネルギー輸送を十分に表せない場合は、波高・周期の予測精度が悪くなる問題がある。

参考文献 1)信岡尚道, 加藤始ら (1995): 波浪推算モデルによる高波浪長周期波の発達伝搬特性の解析, 海岸工学論文集第42巻 pp. 161-165 2)Resio T.D. (1981): The estimation of wind-wave generation in a discrete spectral model, Journal of Physical Oceanography, Vol. 11, pp. 510-525.