

鳥取大学工学部 正 員 野田英明

○ 鳥取大学大学院 学生員 清水康生

1. まえがき この研究では従来から実用に供されているSMB法を用いてできるだけ迅速に波浪推算を行うとするものである。SMB法は推算に必要な諸量すなわち吹送距離や風速を天気図から求めねばならない。この作業は個人の主観がはいりやすく、また、推算を完了するまでには多大の時間を要するなどの欠点がある。このような欠点に対処するには電子計算機の利用が最も有効であると考えられる。ところが風域の減衰期におけるSMB法の適用については従来から明確な方法が示されていないため、本研究では、SMB法に若干の改良を加えて減衰期における推算をも可能にするとともに、波浪推算を電子計算機により実行しようと試みたものである。

2. 風域場の推算 波浪の推算を行なう

には、まず海面上の風速とその風向を知る必要がある(図-1参照)。このために日本海を対象として、北緯・東経で1°間隔のメッシュをくみその交点において風向・風速を算定するものとした。図-2は、この計算結果を出力したものである。

3. 波浪推算方法 ここでは風域減衰時の推算について具体的にその方法を示す。いま、風域が減衰するとき、風域の中心が移動しないと仮定する。この仮定により、減少した風域のFetclが新しい風域のFetclとなる。図-3はその例を示すものでF(n)は時刻nのFetcl、F(n+1)は時刻(n+1)における新しいFetclを交わす。風域内の波高・風期は次式によって求める。

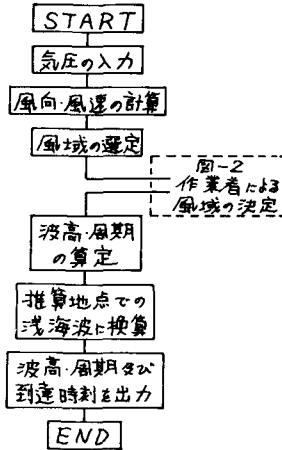


図-1 作業手順

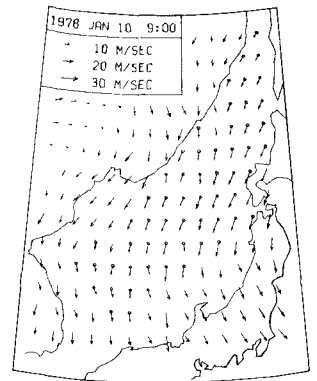


図-2 風域場

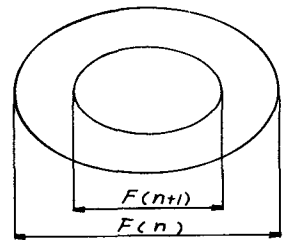


図-3 風域の減衰モデル

$$\frac{g H_{1/2}}{U^2} = 0.30 \left[1 - \left(1 + 0.004 \left(\frac{g F}{U^2} \right)^{\frac{1}{2}} \right)^{-2} \right] \quad (1)$$

$$\frac{g T_{1/2}}{2\pi U} = 1.37 \left[1 - \left(1 + 0.008 \left(\frac{g F}{U^2} \right)^{\frac{1}{2}} \right)^{-5} \right] \quad (2)$$

ここに、 $H_{1/2}, T_{1/2}$: 有義波の波高および周期 F : 吹送距離 U : 風域の風速

g : 重力加速度

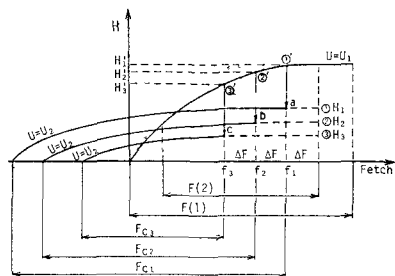
である。最小吹送時間は(3)式でもとめ、風域が変化する場合には等エネルギー式として(4)式を用いる。

$$t = \int_0^F \frac{dx}{C_g} \quad (3)$$

$$H^2 T^2 = \text{const} \quad (4)$$

ここに、 C_g は群速度である。風域のFetclが $F(1)$ から $F(2) < F(1)$ に減衰し、さらに風速が U_1 から U_2 に変化($U_2 < U_1$)したときの計算例を示す。ただし新しい風域の継続時間は T_0 とする。前の風域による波高分布は最終的に $U = U_1$ で示される曲線状態にあるものとする(図-4参照)。新しい風域における最初の推算点は $F(2)$ の風下端から F だけ風上の位置にある点である。この点の位置には直前の風域により H_1 の波高が生じていたことになる。この波と等しいエネルギーをもつ波を $U = U_2$ 曲線上で探すとそれはA点である。この求め方は式

(4)の等エネルギー式を用いて吹送距離 F_2 を計算すればよい。このようにして得られた F_2 を利用しさらに式(3)を用いて吹送時間 t_2 を求めることができる。新しい風域のもとで f_1 から発達した波が風下端①の位置に到達した時、その波高 H_1 、周期 T_1 は最小吹送距離なく($F_1 + \Delta F$)として式(1)、式(2)に代入すれば求めることができる。また、最小吹送時間 t_1 は式(3)より求められる。この時 f_1 から発した波が風下端に到達するのに要する時間は $(t_1 - t_0)$ となる。したがって $(t_1 - t_0) \leq T_0$ ならば、計算した波高、周期を風域端での値として採用する。次に f_2 の位置から発達する波は、直前の風域により H_2 の波高が生じて



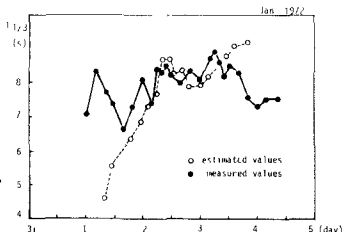
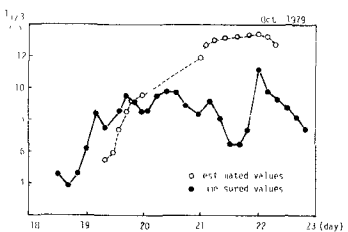
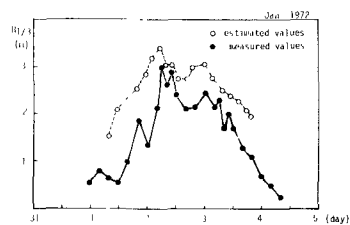
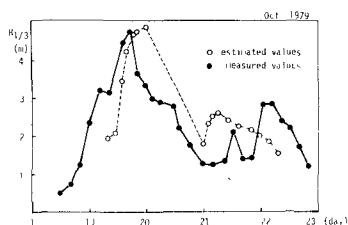
図一四 風域変遷時の推算法

いたことになる。この波と等しいエネルギーをもった波を $U = U_2$ 曲線上で探すとそれはb点である。この求め方は、式(4)の等エネルギー式を用いて吹送距離 F_2 を計算すればよい。このようにして得られた F_2 を利用し式(3)を用いて吹送時間 t_2 を求めることができる。新しい風域のもとで f_2 から発達した波が風下端②の位置に到達したとき、その波高 H_2 、周期 T_2 は最小吹送距離として $(F_2 + 2\Delta F)$ を式(1)、式(2)に代入すれば求めることができる。最小吹送時間 t_2 は式(3)より求まる。この時、 f_2 から発した波が風下端に到達するのに要する時間は $(t_2 - t_0)$ となる。したがって $(t_2 - t_0) \leq T_0$ ならば、このときの波高、周期を採用する。

4. 推算値の検討 図一五に示される台風の場合、推算波高と実測値はピーク時が一致し、さらに最大波高と波高の経時変化の傾向も一致している。ところが、推算周期は、21日以降のうねりが、実測値よりかなり大きくなっている。図一六に示される冬冬季節風の場合、推算波高と実測値はピーク時が一致し、さらに最大波高は実測値と比較してわずか0.3m程度大きいだけである。これは実測値の約10%に相当している。一方、周期は推算値と実測値がほぼ一致していると考えてよいであろう。この2つの計算結果より、SMB法を主体とした波浪推算方法としてはかなり良好な結果が得られたと考えられる。

ただし台風期で大きな風域から小さな風域に変化する場合には上述の方法では十分な精度で計算はできないようである。今後とくに天気図から気圧を読みとる段階までの種々の誤差および推算値の精度等、なお詳細に検討する必要がある。

5. おわりに この研究では、SMB法のプログラム化が可能になったが、しかし、その入力データとなる風速、吹送距離は依然として作業者の主観がはいざるをえないという結果であった。それにもかかわらず、推算結果からみると実用化も可能であると考えられる。



図一五 推算結果(台風)

図一六 推算結果(冬冬季節風)