

Ⅲ—39 作図による浅海波の一般的計算法と、伊勢湾台風による福江港外の波について。

元々港湾建設局 正員 坂本信雄
 運輸技術研究所 正員 〇工博 井島武士
 “ “ 正員 佐藤昭二
 “ “ 正員 青野 尚

要旨

浅海波と推定するには、Malitor⁽¹⁾、Thijssse⁽²⁾或はBretschneider⁽³⁾の方法がある。Malitorの方法は、水深との関係が不明で又周期は全く与えられてない。Thijssseの方法は、平均水深との関係が示されていて、周期及び波高が与えられるが、その関係は実験から導かれており、実測値との比較によると、波高は過大で周期は過小であり、又現在最も信頼度の高いSverdrup-Munk-Bretschneiderの深海波との接続は連続的でないという欠点がある。BretschneiderはPutnam-Johnsonの海底摩擦によるエネルギー損失による波高減少の考えから、実測値との比較により、摩擦係数 $f=0.01$ を用いて深海波における $\frac{gH}{C}$ vs. $\frac{gH}{C}$ の関係から一定水深における風速と水深及び波高の関係を導いている。又周期については、深海波の $\frac{gH}{C}$ vs. $\frac{gT}{2\pi U}$ の関係を適用することと示している。この結果は我々の実測値と比較すると、最も妥当な値を与える。然し乍ら之ら各の方法によっても凡そ時間的且場所的变化がある場合、及び高潮による水位の時間的変化が起り、之に海底の不規則が入りて来る場合は、計算不能である。実際には伊勢湾台風の場合について考えても沿岸距離は40~50kmにすぎない海内でも、台風進路及び進行速度の影響によって、風速の時間的変化及び場所的变化と高潮の影響を与えなければ、現象を明確に理解することが出来ない。その為著者はBretschneiderの与えに一定水深の場合の浅海波の波高と水深の関係をB. Wilson⁽⁴⁾の用いた図式解法に於て、上記の諸条件とすべく合入した場合の浅海波の図式計算法を作った。之と我々の福江港外における伊勢湾台風時の波の実測記録と比較し、之が合致が充分満足すべきものであることを確めた。この方法は次の様な利点とあっている。(i)風速、水位の時間的場所的变化による影響を含む事が出来る。(ii)海底地形の不規則性を含むことが出来る。(iii)H-t-F-Cg diagramによって、すべて図上で計算出来る。(iv)風速、水位の条件が与えられれば、全く任意性を含むない解答が求められる。

第1章 図式解法

(I) H-t-F-Cg diagramの作成

Bretschneider (1958) の与えに一定水深における浅海波の波高 H_0 と水深 h 及び吹送距離 F と風速 U の関係は図-1の

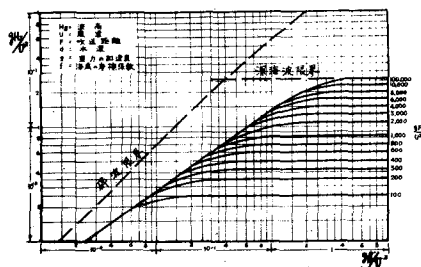


図-1 一定水深の浅海波高と風速の関係 (Bretschneider=13)

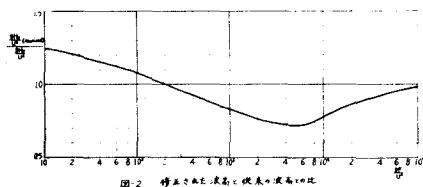
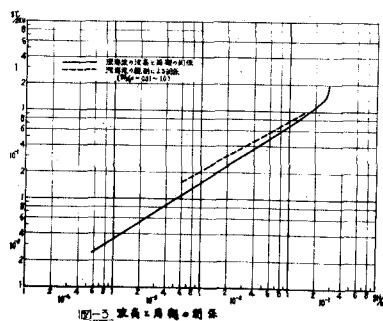


図-2 特定水深、波高、吹送距離、風速の関係

如くである。(gは重力の加速度)但しこの関係は、彼の子
 之に勝つた深海波の $\frac{gH}{U^2}$ と $\frac{gF}{U^2}$ との関係と比較すると
 $\frac{gF}{U^2}$ によって補正すべきであり、その補正係数は図-2の
 如くである。即ち図1による Hs に $\frac{gF}{U^2}$ によつて決まる π と乗
 ずる必要がある。周期については Bretschneider の深海波で
 の $\frac{gH}{U^2}$ と $\frac{gT}{2\pi U}$ の関係を用いるものとする。之と図3の実線
 で示している。図3の破線は観測値からの関係であるが、
 比対では深海波との接続を考へて、実線を用いる。図-1



及び図3から水深30m, 20m, 15m, 10m及び
 10m, 8m, 6m, 4mについて風速30%, 25%,
 20%, 15%及び10%に対して作ったのが図4の
 H-F-Cg diagramである。水平軸の右側に距離
 左側に群速度、鉛直軸の上方に波高と周期、下
 方に時間を取つて波高曲線、進行曲線、群速度
 曲線及び周期曲線を示している。

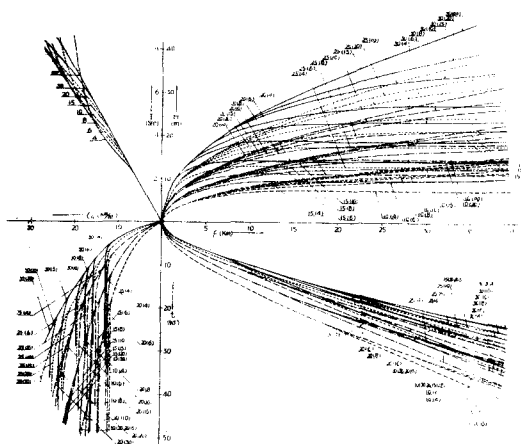


図-4 H-F-Cg Diagram

(II) 風域図の作成

図-4のH-F-Cg diagramの距離及び時間の縮
 尺と同じ縮尺で、F-t平面上に流れ方向
 の線分域上の風速分布及び水位変化による等深
 線の分布を記入した風域図を作る。之に前述の
 風速と水位の時間的及び場所的变化が表わされ
 る。(図-1を参照)

(III) 作図法

- (i) 水深一定で風速が増加する
 とき、図-5に示す順序で作図す
 る。この時は風速の変化に対し
 て波高及び群速度は、連続と
 いう条件を満すことにする。(ii)
 水深一定で風速が減少するとき
 、図-6に示す順序で作図する。

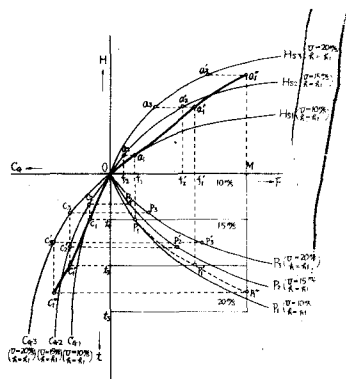


図-5 水深一定で風速が増加するときの作図法

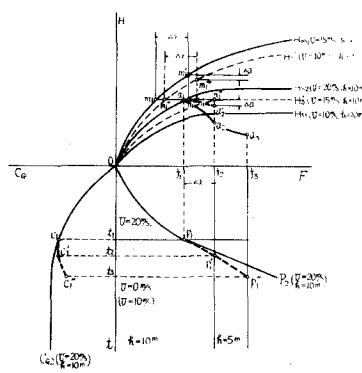


図-6 風速が減少するときの作図法

(iii) 風速が一定で水深が変るとき
 この時は水深が変わっても、群速度及び波高は連続という条件を満すことにする。水深が深
 くなる場合は、(i)の場合と全く同じである。水深が浅くなる場合は(iii)の考へ方と類似の方
 法による。(図-7) 水深が浅くなる時及び風速が減少するときでも波高及び群速度が増
 加する場合は、夫々(i)及び(iii)の場合と全く同じである。(図-8) 然し波高及び群速度が減
 少するときは、異つた考へ方を用いねばならぬ。即ち或る波高 Q の状態、一定水深 h
 を Δx だけ進んだ後の波高の減少量を見出すには、水深 h のとき無限大の距離で波高 Q

を示す如き風速と図から内挿によって求め、その風速での深海波の波高曲線上での波高 a のとき吹送距離に Δx を加えて吹送距離での波高 a' と a との差を以て、その波高減少量とする。又波高 a で風速 U を受け乍ら、進行する波の Δx 進んだ後の波高増加量は、風速 U の深海波の波高曲線上で、上述の手続を行って求めらる。(図-9)

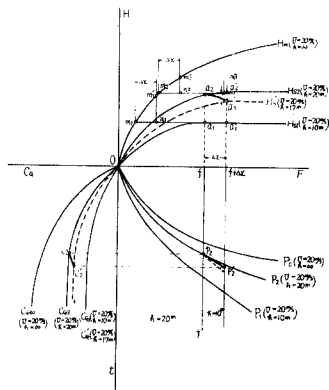


図-7 風速一定で水深が減少する時の作図法 (波高減少の場合)

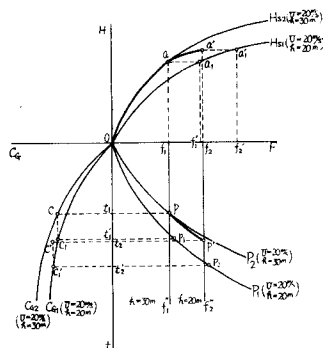


図-8 風速一定で水深が減少する時の作図法 (波高増加の場合)

此の様にしてすべての場合の波高変化を作図によって求めることが出来る。この考え方は波高と群速度が連続という条件を満たすが、図-10に示す様にエネルギー線(等 H^2L 線)が大体平行で且つ水平であるから、エネルギー連続という条件も、近似的に満たしている。

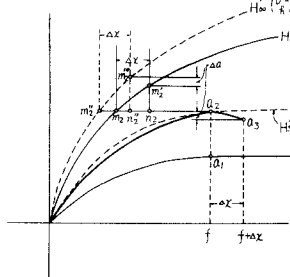


図-9 風速一定で水深が減少する時の作図法 (波高減少の場合)

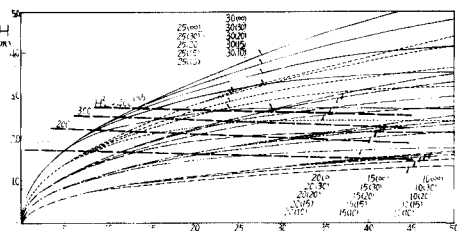


図-10 波高曲線: 等 H^2L 線との関係

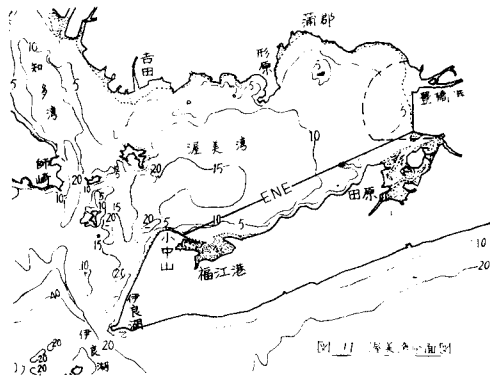


図-11 福江港附近の地図

才二章 伊勢湾台風による福江港外の波の観測値との比較

(I) 福江港附近の一般的条件

図-11に渥美湾福江港小中山観測所附近の平面図を示す。水位は小中山観測所及び芳志の验潮記録を用い、又風速は田原港及び小中山観測所の観測値を用い、ENE方向の風域を取り、次の仮定により、風域図を作った。(図-12)(i)風向は7時迄E~ESEにあつたから風速は観測値そのまゝを取り、田原港の風速を風上端、小中山観測所の風速を風下端とし、その中間は直線的に変る。(ii)7時以降は、風向がSEに変わるからENE方向については風速は0とするものとする。

此の風域図で細い実線は、風速分布、太い実線は水深変化、太い実線は作図による波高、群速度及び進行曲線である。これより小中山観測所方面の水深8mでの波高及び周期を求めた。観測値は

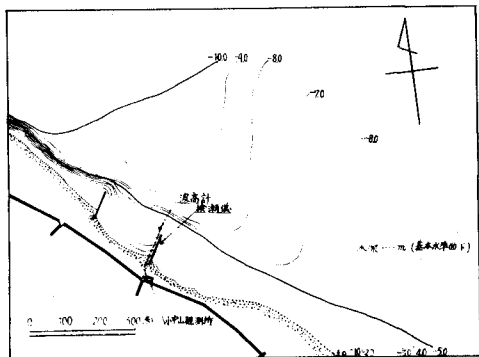


図-12 福江港外小中山観測所附近の平面図

水深6mでの値である。屈折係数及び浅水度係数は、海底地形から検討して、概ね0.8人と1に近い値を取る。図-13はこの計算による波高と図-2により得た波高及び周期、実測による月と波及び潮位と記入してゐる。之等の結果から、計算値と実測値の合致は良好であり、我々の作図法が妥当であり事が略実証される。尚引續いて名古屋港及び四日市港での波を検討中である。

此の研究には北海道開発局函館開発建設部勤務總理府技官、荒木一郎氏の協力を得た。茲に厚く感謝の意を表するものである。

文献

- (1) D.A. Molitor: "Wave Pressures on Seawalls and Breakwaters."

Trans. A.S.C.E. vol. 100, 1935

- (2) J. Th. Thijsse: "Growth of Wind-Generated Waves and Energy Transfer." Proc. Symposium on Gravity Waves, National Bureau of Standards, Circular 521, Nov. 1952

- (3) C.L. Bretschneider: "Modification of Wave Height due to Bottom Friction, Percolation and Refraction."

Technical Memorandum No. 45, Oct. 1954, Beach Erosion Board, Corps of Engineers.

" " : "Field Investigation of Wave Energy Loss in Shallow Water Ocean Waves." Tech. Memo. No. 46, Sept. 1954, B.E.B.

" " : "Generation of Wind Waves over a Shallow Bottom." Tech. Memo. No. 51, Oct. 1954, B.E.B.

" " : "Wave Forecasting Relationships for the Gulf of Mexico." Tech. Memo. No. 84, Dec. 1956, B.E.B.

" " : "Revisions in Wave Forecasting: Deep and Shallow Water." Proc. 6th Conf. on Coastal Engineering, Council on Wave Research, The Engineering Foundation, 1958
Beach Erosion Board: "Shore Protection Planning and Design." U.S. Government Printing Office, 1958

- (4) B.W. Wilson: "Graphical Approach to the Forecasting of Waves in Moving Fetches." Tech. Memo. No. 73, April 1955, B.E.B.

