

常に簡明ではあるが、測定土圧にいちじるしい損失はないと考える原因にあげられる。もしもこの損失土圧  $\Delta p$  が完全に消去修正されたと仮定すると、図-4, 5 の  $p$  は  $p + \Delta p$  となり、図-6 の  $K$  は  $K + \Delta K$  となる。しかし本研究では表題の示すとおり、 $K$  値自身よりも  $K$  値の分布形を対象としたものである。従つて数値的に確言はできないが、上記 1), 2) 及び原文 5 を総合すると、 $\Delta p$  は  $p$  に比較して小さいことが推測されるので、 $K$  値分布形解明という本研究の目的は一応達せられていることと思う。なお 3. 後半における御教示を多とする。

4. 原文 5. (2), 2) は次の意味を紙面の都合上圧縮簡潔化したものである。「図-4, 5 で第一载荷  $W = 10 \text{ kg}$  の载荷直前 A.G., D.G. の Balance すなわち 0-adjustment を行う。次に  $W = 10, \dots, 50, \dots, 10$  後に  $W = 0$  とすると砂は塑性ひずみ  $\eta_p$  を残留する。このとき溝型鋼は傾斜静止するのでこの自重  $G$  の水平成分  $G_h$  が砂に作用している。 $\Sigma H = 0$  のため  $G_h$  と鈎合う残留全土圧  $P_D$  が存在するはずで载荷後  $W = 0$  で  $p \neq 0$  となる。従つてこのときの Indicator の残留読み  $\delta$  を 0 とおけない。すなわち  $\delta$  をすべて測定誤差として 0-adjustment できない。このことは図-4, 5 の①~⑩の 11 回繰返し実験 5 時間の間累積されるので、この長期間 Balance が崩れず  $\Sigma \delta$  をすべて残留土圧による  $\delta_p$  であると期待するためには、ひずみ測定装置にかなりきびしい高性能を要求しなければならない。」ここで略図、図-1, 2 を参照する。

1) 図-1: CDE を例にとると、

$$p_D = p_\sigma + p_d = (\text{残留土圧}) + (\text{Balance 崩れによる誤差土圧})$$

測定測  $p_D$  から  $p_d$  のみとり出せないで本文では  $p_D$  をそのままとつて、CD の傾斜から  $K$  を求めた。

2) 図-2: OAB, BCD, ……、等 1 往復ごとに 0-adjustment することは図-1 で  $p_B = p_D = 0$ ,  $p_d = p_\sigma$

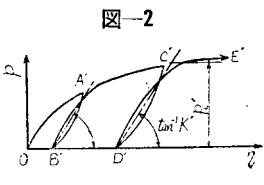
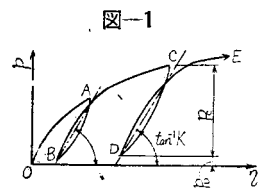
$= 0$  とみなしたことで図-2 となる。このときは  $A'B', C'D'$  の傾斜から  $K'$  が求まる。

原文 図-5 を 図-2 の形に直してみたところ  $K \cong K'$  で両者の差は数%以下であつた。結局 図-1 は  $p_\sigma$  を重視して  $p_D \neq 0$ , 図-2 は  $p_d$  を重視して  $p_D = 0$  とする点異なるのみで、

実験資料さえ記録しておけば 図-1, 2 両者は相互に換算できる。本実験では① 時間を節約して  $p_d$  を小ならしめ、② 時間的に微妙鋭敏な本実験を円滑に進行さすため 図-1 を選んだわけである。なお御質疑の 図-1 を 図-2 にした場合の  $P_\sigma - P_u$  への影響であるが、これは 図-1 に対する原文 (図-4) において  $W = 0$  に相当する土圧面積  $\Sigma p \Delta x$  [軸線 AB と土圧  $p(W = 0)$  に囲まれた面積: 図の折線最小面積] を減ずればよい。この結果は原文の場合  $P_\sigma - P_u$  が 図-1 よりいくらか小さくなつてくる。以上の原文の文面が簡にすぎた点を補足して御指摘を謝する次第である。

〔付記〕 市原氏よりも御指摘があつたので原文中の誤植を訂正しておく。ただし ( ) 内が正。

p. 15. Synopsis 中, L. 2. depth (depth), p. 15. 左下から L. 2. 228 (2280), p. 16. 左 L. 1. のとして (として), p. 16. 中頃  $91 \times 95 (91 \sim 95)$ , 同 図-5 見出し  $\phi - \eta (p - \eta)$ , p. 17. 右 L. 1. 一意的 (一義的), 同 L. 10.  $2 < n < 0.5 (2 > n > 0.5)$ , 同, 図-7 上  $< (< 1)$ , p. 19. 表-2 下 L. 2. 究明のため (究明のための), 同, L. 4. 5(2)(1) (5(2)1), 同 L. 5. 5(2)(3)(5(2)3), p. 19. 右 L. 11. Stahba, 20 Jahrgang (Stahlbau, 20 Jahrgung), 同. L. 33. 変形撓み (弾性変形)。



## 港湾における沿岸流および最大波高の推定について

(著者 真嶋恭雄; 土木学会誌 39 巻 8 号所載)

正 員 岸 力\*

従来ややもすれば形式的であつた風資料の整理は、今後は著者の示したようにそれぞれの目的に応じた方法に代つてゆくべきであろう。以下原論文に対する討議者の意見を述べる。

### 1. 最大波高の推定と風の整理について

\* 建設省土木研究所海岸研究室

(1) 同一風向の風の継続する時間全体にわたつての平均風速のほか、さらに短時間の継続時間と平均風速との組合せについて考え、いずれの組合せが最大波高を与えるか比較してみなければならない。

例えば、同一風向の風の継続時間が、考えている場所の最小継続時間をこえている場合、すなわち Fetch

に支配される場合には、最小継続時間に対する平均風速を用いる方が平均風速が大きいただけ波高も大きくなるのは明らかである。すなわち C.L. Bretchneider<sup>1)</sup> が彼の実験値を加えて修正した Fetch graph から求めた式は

$$H = 0.0313 F^{0.423} V^{1.154}, \text{ただし } gF/U^2 < 5 \times 10^3 \dots\dots\dots (1)$$

ここに H: 波高 (ft)            F: Fetch (mile)  
 V: 風速 (mile/hr)

で、外洋に面した海岸で対岸距離 ∞ の場合は、筆者が Sverdrup-Munk の Duration graph から計算したところでは

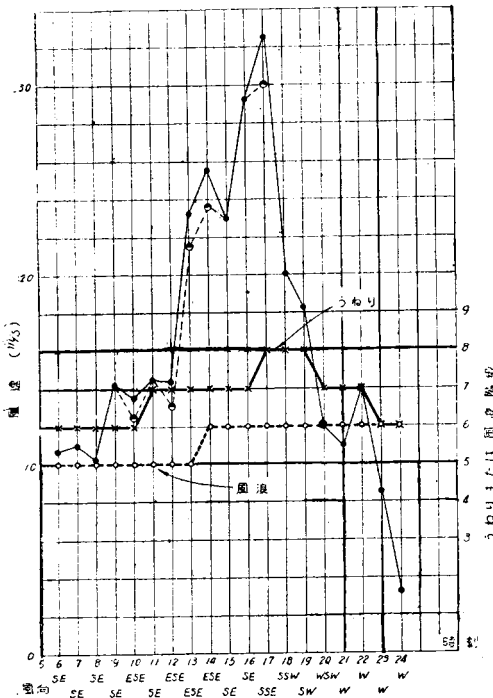
$$H = 2.10 \times 10^{-4} g^{-0.323} t^{0.677} V^{1.323} \text{ただし } gt/V < 2 \times 10^4 \dots\dots\dots (2)$$

ここに t: 継続時間で単位は m-sec あるいは cm-sec とする。

上式から風速と継続時間との関係が  $V \propto t^{-P}$  のごとくあらわされるとき  $P > \frac{0.677}{1.323} \left( \div \frac{1}{2} \right)$  であれば継続時間が長いほど波高は減少してくることがわかる。

(2) 風向のvari目で風を分けて考えるのは多少機械的にすぎる観がある。図-1 は三重県波切灯台における昭 28 年 9 月の 13 号台風時の風および波長の観測資料である。風浪およびうねりは階級であらわされており、もちろん微細な変化は知るべくもないが、波

図-1 波切の波と波浪



は 5 時頃から次第に発達を続け 17 時頃にその頂点に達しているという大体の傾向だけは明らかである。風向は時計回りに変化しているが、風速は 5~17 時の間では時刻とともに増加の傾向を示しており、風速が波高の支配的要素で風向がそれほど sensitive な影響をもっていないことはあらためて計算するまでもない。

最大波高をきめる風はわが国では主として台風であり、台風時には一般に観測地点の風向は変化する。従つて、風向にのみ着目して風を整理すれば台風時には風の継続時間は短時間に区切られることとなり、実際の波浪の発達状況を知り得ない結果となる。このような場合には平均風向を定め、各時刻の風はその方向の component に直して考えるべきであろう。図-1 の破線は SE を平均風向と定め、各時刻の風速の SE component を記入したものである。

(3) Sverdrup-Munk の図で最大波高を推定するのであるから、有義波高と最大波高との関係にも付言する必要がある。著者は苦小牧における波高実測値がないのであえてこの点を省略したことと思われるが、R.L. Wiegel<sup>2)</sup> の報告によれば、最高波高  $H_m$  と有義波高  $H_{50}$  との比は  $\frac{H_m}{H_{50}} = 1.85$  となつている。

2. 沿岸流の推定と風の整理について

著者が沿岸流推定に用いた (4) 式は

$$v = K \left[ \frac{V \sin 2\alpha}{1 + \frac{bV}{F}} \right]^{1/3} \eta, \text{ただし } \eta = \left( 1 + \frac{bV}{F} \right)^{-2/3}$$

であるが、著者の参考文献 2) によればこれは Munk, Putnam, and Traylor の示した

$$v = K' \left[ \left( \frac{mH^2}{T} \right) \sin 2\alpha \right]^{1/3}$$

なる沿岸流の表示式のなかに

$$H = \frac{aV}{\left( 1 + \frac{10}{t} \right) \left( 1 + \frac{bV}{F} \right)} \text{(Börger の式) } \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{と } T = \frac{a'V}{1 + \frac{10}{t}} \dots\dots\dots (4)$$

1) C.L. Bretchneider: "The generation and decay of wind waves in deep water", Trans. A.G.U., Vol. 33, No. 3, June, 1952 および C.L. Bretchneider and R.R. Putz "Discussion of the problem of wave action on earth slope", A.S.C.E., Vol. 77, Oct. 1951, Sept. No. D-44.  
 2) R.L. Wiegel: "An Analysis of Data from Wave Recorders on the Pacific Coast of the United States", Trans. A.G.U., Vol. 30, No. 5, Oct. 1949.

とを代入して得たものである。しかし、(3), (4)両式は力学的な根拠にとぼしいと思われる。波高, 週期の式は Sverdrup-Munk あるいはそれに修正を加えた Bretchneider の結果を用いるべきであろう。

まづ著者が例を示している苦小牧のごとく外洋に直接面しているところでは, 波浪の算定は Duration graph で行われる。筆者が Sverdrup-Munk の図表から計算した週期の式は

$$T = 3.98 \times 10^{-3} \cdot 2\pi \cdot g^{-0.524} f^{0.476} V^{0.524} \dots\dots(5)$$

ただし(5)の単位は m-sec あるいは cm-sec である。

(5)と(2)とを結びつけると

$$V \propto \left(\frac{H^2}{T} \sin 2\alpha\right)^{1/3} \propto (f^{0.878} V^{2.122} \sin 2\alpha)^{1/3}$$

となり, さらに簡単に

$$v \propto (V^2 \cdot f \cdot \sin 2\alpha)^{1/3} \dots\dots\dots(6)$$

と考えてもよい。

著者 真 嶋 恭 雄

1. (1) 原論文にも述べたように, ある一方向の風についても瞬間的に風速の変化があり, 同じ平均風速を与える風でも時間一風速の分布曲線は種々である。すなわち波の発達の状態は風速の分布によつて変わってくるはずである。

著者は一応資料整理を簡単にするためと平均風速がその継続時間だけ吹き続くものと仮定して統計期間中のすべての風に対してそれぞれの継続時間についての平均風速を求め, これを整理して統計期間中の平均風速の最大のもの, 第二位のもの……等について継続時間と平均風速の関係式を求めたのである。すなわち一つの風の風速分布の相違による誤差は風の特性和して訂正すべきもので次項の風向の漸変による波の発達とともに今後の研究に待たなければならない点である。

ある風向についてその場所の最小継続時間より継続時間が大きいときは Fetch diagram または Fetch equation により, 小さければ Duration diagram または Duration equation によるべきことはいうまでもない。いま筆者の式に風の特性を適用すると

$$H = \alpha t^n V^m \text{ に } V = \frac{a}{b+t} \text{ を入れて}$$

$$H = \alpha (a - bV)^n V^{m-n}$$

となる。  $\frac{dH}{dV} = 0$  より

$$\alpha V^{m-n-1} (a - bV)^{n-1} \{ (m-n)(a - bV) - bV \} = 0$$

$$V = \frac{a(m-n)}{bm}$$

次に Fetch が支配要素となる比較的狭い水域では Bretchneider の修正曲線 (c.f.脚註 1)

$$H = 0.0313 F^{0.423} V^{1.154}$$

$$T = 0.624 F^{0.313} V^{0.374} \dots\dots\dots(7)$$

ただし H: 波高 (ft), T: 週期 (sec), F: Fetch (mile), V: 風速 (mile/hr)

を用いて

$$v \propto (F^{0.533} V^{1.934} \sin 2\alpha)^{1/3}$$

となり, さらに簡単に

$$v \propto (V^2 \cdot F^{0.5} \sin 2\alpha)^{1/3} \dots\dots\dots(8)$$

となる。

(6), (8) の関係は実測値によつて直接裏づけられていないが, 出発点たる Munk, Putnam and Traylor の式が正しければ大体成り立つであろう。(6), (8) をみればただちにわかるとおり, 沿岸流を支配する要素のうち風速が最も支配的で, 継続時間, 風向および Fetch はより影響が少ない。

この V は H が最大となるときに風速で必ずしも小さいときに H が最大となるとは限らない。Fetch に支配される場合は風速の大きいほど, すなわち継続時間の小さいほど波高が大きい。これらのことは原論文 図-17より明らかである。また瞬間風速まで取つて時間間隔をきわめて小さく取れば(原文では1時間)ごく短時間の強風も統計曲線に入るが継続時間が小さいので普通は duration に支配される。

(2) 著者は風の分類を風向別に取出したため風向が漸変する場合前の風による波に次の風向の風がある程度の作用をすることは想像される。しかし風の変化の状態を風向の記録より調べるときわめて種々のものがあり低気圧の進行方向により, また風の種類によつて異なるようである。従つて風の種類による特性を明らかにして目的に応じて風を分類して取扱うべきものであると思う。また地方により台風が必ずしも最大波高を生ずるとは限らないし, 波高の出現頻度を考える場合もあり各種の風について考慮しなければならない。ゆえに地方に応じて風の特性を明らかにして最も影響の大きいものについて考えることは適当な方法ではあるが上記の考えより著者は一応風向別に分類したものである。なお風向の漸変による波の発達の状態についてはさらに研究を要するものと思う。また著者が風を分類した場合特に大きい風速, 継続時間のものが少数あつたため, これを統計的に整理することが疑問になり別に扱っているが, 台風の多い地方については