II−82 海岸構造物の基準水面に関する一考察

日本大学教授 工博 正員 久宝 保
日本大学大学院学生 学生員 ○竹沢三雄

§1 緒論

海岸構造物の設計の際，静水面として，潮位と波高などからその水位を推定しなければならない。

一般には，水位は満潮と最大波高を別々にして考えている。この報告では，ある仮定のもとに，その潮位と波高を統計的な方法で組合せた方法について説明する。海岸堤の高さの設計には，潮位と波高との各々の最大値をとらないで，潮位と波高とを組合せた高さの最大水位を採用すべきであろう。

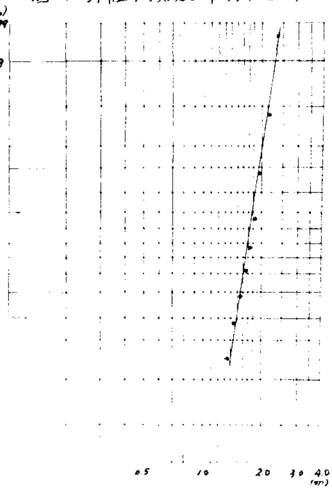
そこで，著者らは，台風シーズンの潮位と波高を，それぞれ誤差曲線と仮定し，また，その組合せた誤差曲線を考えた。こうして，この誤差曲線から最も経済的な，ある確率の潮位と波高の合理的な設計値が統計的に決定されよう[1]。

§2 潮位と波浪の頻度曲線

潮位は，そのすべてを確率変量とは見なされ難く，同時に時間的変化を考慮しなければならない。

また，設計の際には，波浪の大きいものは台風期（6〜11月）に生じることも考慮しなければならない。しかし，いまかりに潮位の変化量のすべてを，ある統計的な変量として，各潮位高の生じる度数に関する分布状態を5ヶ年間（1960〜1964年）の台風期について，その度数を潮汐表[2]より求めてみた。潮位は，各地点の潮候曲線の満潮位のみを級間潮位 10^{cm} おきに生じた度数を求めた。そして，この各潮位にたいする超過確率を求め対数正規確率紙にプロットすると図−1のようになった。また，波浪の頻度分布状態については，資料が十分でないために，正確な頻度関数が導かれないが，本間仁博士らは，アメリカおよび日本の沿岸における波浪の頻度分布の資料を集成したところによると[3]，波高は対数正規分布であるとしている。

図-1 潮位の頻度分布（東京・築地）



しかし，一般に潮位および波浪にしても，その変量は気象的要因とか地形的要素などによって支配されるため，近似的には正規分布と大きな差違はないはずであり[4]，また，設計に用いる頻度分布曲線は，その一部分であって，確率密度関数 $F(y)=\int_{-\infty}^{\infty} f(y)\cdot dy=1$ さえ満足すれば，正規分布曲線としてもさしつかえないであろう。したがって，[illegible]位および波浪の頻度分布を正規分布として，以下，論述する。

§3 潮位と波高の組合せ

まず，潮位が y_T^{cm} のときの生起確率を $P(\lambda_T)$，波浪高が y_H^{cm} のときの生起確率を $P(\lambda_H)$ とすると，その組合せによる生起確率は，たがいに独立変数であるとして，

$$P(\lambda_T,\lambda_H)=P(\lambda_T)\cdot P(\lambda_H) \qquad (1)$$

である。前述のように，潮位および波浪高の頻度分布は正規分布とみなせるから，それぞれの生起確率は，

$$P(\lambda_T) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma_T}\ exp\left[-\frac{(y-a_T)^2}{2\sigma_T^2}\right] \tag{2}$$

$$P(\lambda_H) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma_H}\ exp\left[-\frac{(y-a_H)^2}{2\sigma_H^2}\right] \tag{3}$$

である。ここに，σ_T, σ_H は潮位および波浪高の標準偏差，a_T, a_H は潮位および波浪高の平均値.

したがって，(1)(2)(3)式から

$$P(\lambda_T, \lambda_H) = \frac{1}{2\pi\sigma_T\sigma_H}\ exp\left[-\frac{1}{2}\left\{\frac{(y-a_T)^2}{\sigma_T^2} + \frac{(y-a_H)^2}{\sigma_H^2}\right\}\right]$$

$$= \frac{1}{2\pi\sigma_T\sigma_H}\ exp\left[-\frac{(y-u)^2}{2\sigma_T^2\sigma_H^2}\right]\cdot exp\left[-\frac{v^2}{2\sigma_T^2\sigma_H^2}\right] \tag{4}$$

ただし，　$u = \frac{a_T\sigma_H^2 + a_H\sigma_T^2}{\sigma_T^2 + \sigma_H^2}$ ，　$v = \frac{\sigma_T\sigma_H(a_T - a_H)}{\sigma_T^2 + \sigma_H^2}$

(4)式で　$exp\left[-\frac{v^2}{2\sigma_T^2\sigma_H^2}\right] = exp\left[-\frac{(a_T - a_H)^2}{2(\sigma_T^2 + \sigma_H^2)^2}\right] = const.$

$$\therefore\ \frac{a_T - a_H}{\sigma_T^2 + \sigma_H^2} \ll 1$$

$$\therefore\ exp\left[-\frac{v^2}{2\sigma_T^2\sigma_H^2}\right] \fallingdotseq 1$$

とおけよう。すなわち，(4)式は

$$P(\lambda_T, \lambda_H) \fallingdotseq \frac{1}{2\pi\sigma_T\sigma_H}\ exp\left[-\frac{(y-u)^2}{2(\sigma_T\cdot\sigma_H)^2}\right] \tag{5}$$

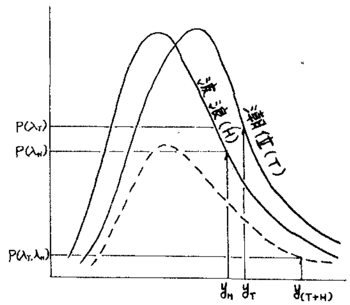
となる。いま，$\sigma_{(T+H)} = \sigma_T\cdot\sigma_H$ とすると，(5)式は

$$P(\lambda_T, \lambda_H) = \frac{1}{2\pi\sigma_{(T+H)}}\ exp\left[-\frac{(y-u)^2}{2\sigma_{(T+H)}^2}\right] \tag{6}$$

$t = \frac{y-u}{\sigma_{(T+H)}}$ とすると，(6)式は

$$P(\lambda_T, \lambda_H) = \frac{1}{2\pi}\ exp\left[-\frac{t^2}{2}\right] \tag{7}$$

図-2. 潮汐,波高の組合せ説明図



(7)式のうち　$P' = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\ exp\left[-\frac{t^2}{2}\right]$ は，正規分布表から求めることができる。また，これを図化すると図-2のようになる。すなわち，潮位高を $y_{(T)}$，波浪高を $y_{(H)}$ とすると，その組合せによる波高 $y_{(T+H)}$ は，$y_{(T+H)} = y_{(T)} + y_{(H)}$ であらわせる。したがって，$y_{(T+H)}$ に対応する確率は，(7)式および図-2からあきらかである。

§4　むすび

以上の結果から，潮位と波浪高を組合せる場合，要求される波高 $y_{(T+H)}$ は，潮位 $y_{(T)}$ として大きい値を選ぶならば，波浪高 $y_{(H)}$ は小さな値でもよいことになり，また，$y_{(T)}$ を小さな値にするならば，波浪高 $y_{(H)}$ のほうを大きな値として選ばねばならない。この方法によるならば，朔望平均満潮位を，とくに基準水面とする必要もなく，たとえ，朔望平均満潮位を基準水面としても，その上に波浪の最大に近い値を考えるならば，その設計波高は，確率的にも経済的にも，非常に非合理的な設計値となる。

なお，計算例については，講演時に報告する。

参考文献

1) 久宝保,竹沢三雄;"海岸構造物の設計基準水面について" 第11回海岸工学講演集

2) 海上保安庁水路部編;"潮汐表" 昭和35～39年版

3) 本間仁,堀川清司,鮮于澈;"波浪,漂砂および海岸変形について" 第6回海岸工学講演集

4) 角屋睦;"水文統計" 水工学シリーズ (64-02)