II-6　波峯水位の度数分布曲線について

日本大学理工学部　正員　久宝雅史
○　〃　〃　竹沢三雄
日本大学大学院　小池一臣

1. 概説

海岸附近における潮汐や波の水位の変化について，実用的な方法として，統計的な手法を用いることがある。それには，港湾，あるいわ海岸構造物を効果的，合理的，しかも経済的に設計するために，設計水位を統計的に，潮位と波高の確率値の重合せによる波峯水位を，その設計条件に応じて，波峯水位の超過確率から推定する方法が最適であると思われる。本論は，潮位と波高の重合せから求められる波峯水位の超過確率の求め方について，潮位あるいは波高の度数分布が，ピアソンⅠ型の分布曲線であらわせる場合の波峯水位の超過確率を検討したものである。

2. 波峯水位の度数分布

潮位（x_1）と波高（x_2）との重合せによる波峯水位を（X）とすると，

$$X = x_1 + x_2 \qquad (1)$$

で波峯水位が与えられる。いま，潮位（x_1）と波高（x_2）の各階級値における度数を表－1のようにあらわした場合，潮位と波高の重合せによる波峯水位の度数分布は，潮位と波高を相関のないものとすると，表－2のようにして求められる。これを図示すると，図－1（a），（b），（c）のようにあらわせる。したがって，表－2からもあきらかなように，波峯水位の度数が，N_1，N_2，N_3，・・・・と与えられ，波峯水位の生起確率は，$N_1/\Sigma N$，$N_2/\Sigma N$，$N_3/\Sigma N$，・・・・となる。すなわち，波峯水位の全度数である，

表－1．潮位と波高の度数

class	o － a	a － 2a	2a － 3a	3a － 4a	4a － 5a	5a － 6a
tide(x_1)	${}_1n_1$	${}_2n_1$	${}_3n_1$	${}_4n_1=0$	${}_5n_1=0$	${}_6n_1=0$
wave(x_2)	${}_1n_2$	${}_2n_2$	${}_3n_2$	${}_4n_2$	${}_5n_2$	${}_6n_2=0$

表－2　波峯水位の度数計算表

(x_1 + x_2)	Tide (x_1)			Wave (x_2)					N
	${}_1n_1$	${}_2n_1$	${}_3n_1$	${}_1n_2$	${}_2n_2$	${}_3n_2$	${}_4n_2$	${}_5n_2$	
o － 2a	${}_1n_1$			${}_1n_2$					$N_1={}_1n_1+{}_1n_2$
a － 3a	${}_1n_1$	${}_2n_1$		${}_1n_2$	${}_2n_2$				$N_2={}_1n_1+{}_2n_1+{}_1n_2+{}_2n_2$
2a － 4a	${}_1n_1$	${}_2n_1$	${}_3n_1$	${}_1n_2$	${}_2n_2$	${}_3n_2$			$N_3={}_1n_1+{}_2n_1+{}_3n_1+{}_1n_2+{}_2n_2+{}_3n_2$
3a － 5a	${}_1n_1$	${}_2n_1$	${}_3n_1$		${}_2n_2$	${}_3n_2$	${}_4n_2$		$N_4={}_1n_1+{}_2n_1+{}_3n_1+{}_2n_2+{}_3n_2+{}_4n_2$
4a － 6a	${}_1n_1$	${}_2n_1$	${}_3n_1$			${}_3n_2$	${}_4n_2$	${}_5n_2$	$N_5={}_1n_1+{}_2n_1+{}_3n_1+{}_3n_2+{}_4n_2+{}_5n_2$
5a － 7a		${}_2n_1$	${}_3n_1$				${}_4n_2$	${}_5n_2$	$N_6={}_2n_1+{}_3n_1+{}_4n_2+{}_5n_2$
6a － 8a			${}_3n_1$					${}_5n_2$	$N_7={}_3n_1+{}_5n_2$
Total	$5({}_1n_1+{}_2n_1+{}_3n_1)$			$3({}_1n_2+{}_2n_2+{}_3n_2+{}_4n_2+{}_5n_2)$					$\Sigma N=5({}_1n_1+{}_2n_1+{}_3n_1)+3({}_1n_2+{}_2n_2+{}_3n_2+{}_4n_2+{}_5n_2)$

（潮位の全度数Σn_1）×（波高の階級数b）＋（波高の全度数Σn_2）×（潮位の階級数a）に対する，各階級における波峯水位（$X = x_1 + x_2$）の度数の確率であらわされる。したがって，各階級における波峯水位の超過確率は，

$$P(X_i) = 1 - N_i / (b \cdot \Sigma n_1 + a \cdot \Sigma n_2) \qquad (2)$$

となる。

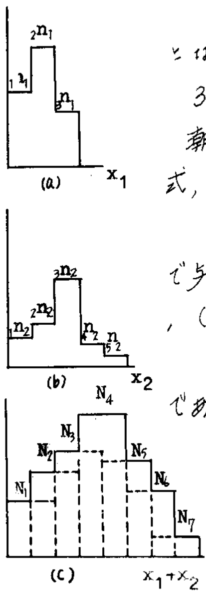


図-1 度数分布図

3．ピアソン型分布曲線による波峯水位

潮位や波高が，ともに，ピアソンI型の分布曲線式，

$$y = y_0 (1 + x/a)^{\nu a} (1 - x/b)^{\nu b} \qquad (3)$$

で与えられる場合，満潮面および静水面上の波高は，（3）式を微分した式，

$$y = y_0 (1/a + 1/b) \nu x (1 + x/a)^{\nu a - 1} (1 - x/b)^{\nu b - 1} \qquad (4)$$

であらわせるとする。したがって，波峯水位の度数分布は，満潮面の分布曲線式

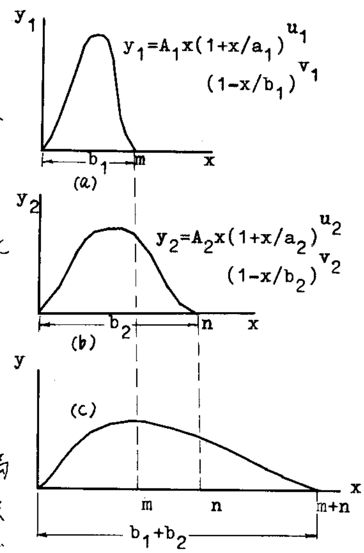
$$y_1 = A_1 x (1 + x/a_1)^{u_1} (1 - x/b_1)^{v_1} \qquad (5)$$

と波高の分布曲線式

$$y_2 = A_2 x (1 + x/a_2)^{u_2} (1 - x/b_2)^{v_2} \qquad (6)$$

の重ね合せから求められる。図－2（a），（b）は，それぞれ，満潮面と波高の度数分布曲線であり，図－2（c）は，表－2の方法で，潮位と波高を重合せた波峯水位の度数分布曲線である。

図-2．ピアソンI型分布曲線



したがって，ピアソンI型分布曲線の重合せによる波峯水位の度数分布曲線で与えられる全度数A_pは，

$$A_p = \int_0^{m+n} y' \, dx = b_2 \left\{ \int_0^m y_1 \, dx \right\} + b_1 \left\{ \int_0^m y_2 \, dx \right\} \qquad (7)$$

となる。そこで，波峯水位の度数を，$0 \leqq x \leqq m$；y_i，$m \leqq x \leqq n$；y_j，$n \leqq x \leqq m+n$；y_k とすると，波峯水位の超過確率$P(X_p)$は，

$$P(X_p) = 1 - y_{i,j,k} / A_p \qquad (8)$$

となる。

4．むすび

（2）式および（8）式の波峯水位の超過確率は，潮位と波高の相関がないとして，重合せた度数分布から求めたもので，実際に生じる波峯水位の度数分布に比較すると，度数分布曲線の標準偏差，歪度，尖度，モードの位置，最高波峯水位，最低波峯水位において，わずかの差が生じるが，構造物の設計水位を求める場合は，$X = n \sim m+n$ の範囲の水位が，もっとも多く使用されるから，この部分では，短期間のデータから水位を推定する場合，潮位と波高の重合せによる波峯水位の超過確率$P(X_p) = 1 - y_k / A_p$ から，設計水位を推定するのが，合理的であると思われる。

（参考文献）

1）久宝雅史ほか，"水位と波高の重ね合せに関する統計的研究，"第14回海岸工学講演会講演集

2）久宝雅史ほか，"ピアソン型分布による海の波"，第15回海岸工学講演会講演集