

II-3 ピアソンI型分布曲線による潮位の計画水面について.

日本大学理工部 正 夏 久 室 雅 史

〃 竹 沢 三 雄

1 まえがき

潮汐は確率的な変動ではないが、いま、潮位を統計的に取り扱うことが許されると仮定して、潮位の分布を求めると、両端有限の釣鐘状となり、この分布をピアソンI型分布曲線と示すと、かなり満足できる結果を得る。^(1,2) 5年間の解析より、1年間の潮位のピアソンI型分布曲線が毎年ほとんど同じ分布曲線になり、各港の潮位分布曲線は1年間のデータによる潮位分布曲線で実用的には十分であると思われる。⁽³⁾ このようにして、日本沿岸における各港の潮位分布がピアソンI型分布曲線であらわされるとすれば、海岸および港湾構造物の設計にあり、経済的で合理的な潮位が、その確率変量に代えて置ぶことができ、また、海岸および港湾構造物の機能的設計が行なえると思われる。

2. 潮位の計画水面について

各港の潮位の分布が、(1)式のピアソンI型分布曲線式で与えられるとすれば、満潮面および干潮面の分布曲線は、(2)式で与えられる。

$$(1) \quad y = y_0 \left(1 + \frac{x}{a}\right)^{va} \left(1 - \frac{x}{b}\right)^{vb}$$

$$(2) \quad Y = y_0 \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b}\right) \Delta x \left(1 + \frac{x}{a}\right)^{va-1} \left(1 - \frac{x}{b}\right)^{vb-1} \Delta x$$

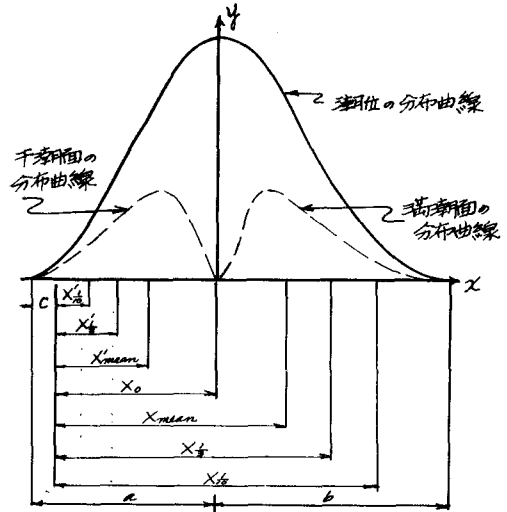
ただし、 y_0 はモード、 a 、 b はそれぞれモードの潮位と下限の潮位および上限の潮位との差、 v は定数、 Δx は階級値である。

いま、潮位の計画水面を X_n とすると、 X_n は

$$(3) \quad X_n = (a - c) + x_n$$

で与えられる。そして、 x_n は、(2)式で与えられる満潮面あるいは干潮面の分布曲線の確率密度から求められる任意の潮位で、モードの潮位からの高さで与えられる。また、 c は最低干潮面以下の潮位である。

図-1 潮位の計画水面



たとえば、図-1に示したように、潮位の計画水面として、かぎり、 $X_{1/10}$ 、 $X_{1/2}$ 、 X_{mean} 、 X_0 、 X'_{mean} 、 $X'_{1/2}$ 、 $X'_{1/10}$ を求める場合、(3)式から、それぞれ、

$$(4) \quad X_{1/10} = (a - c) + x_{1/10}$$

$$(5) \quad X_{1/2} = (a - c) + x_{1/2}$$

$$(6) \quad X_{mean} = (a - c) + x_{mean}$$

$$(7) \quad X_0 = (a - c)$$

$$(8) \quad X'_{mean} = (a - c) - x'_{mean}$$

$$(9) \quad X'_{1/2} = (a - c) - x'_{1/2}$$

$$(10) \quad X'_{1/10} = (a - c) - x'_{1/10}$$

となる。また、 $x_{1/10}$ 、 $x_{1/2}$ 、 x_{mean} および $x'_{1/10}$ 、 $x'_{1/2}$ 、 x'_{mean} は、それぞれ $x_{1/10} = \frac{N}{20}$ 、 $x_{1/2} = \frac{N}{6}$ 、 $x_{mean} = \frac{N}{2}$ および $x'_{1/10} = \frac{N'}{20}$ 、 $x'_{1/2} = \frac{N'}{6}$ 、 $x'_{mean} = \frac{N'}{2}$ である。ただし、 N および N' は、満潮面および干潮面の全頻度で、これらは潮位分布のモード y_0 に等しい。

3. 各港の潮位分布曲線について.

潮位の分布は、(1)式のピアソンⅠ型分布曲線によって十分にあらわすことができ、(2)式の満潮面および干潮面の分布曲線は、定数 λ の値を、それぞれの範囲から求めたほうが、実際の満潮面および干潮面の分布曲線とよく合う。

したがって、(2)式の定数 λ を、満潮面の分布 λ_b 、干潮面の分布 λ_a とすると、それぞれの分布曲線は、

$$(11) \quad Y = y_0 \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b} \right) \lambda_b x \left(1 + \frac{x}{a} \right)^{\lambda_b a - 1} \left(1 - \frac{x}{b} \right)^{\lambda_b b - 1} dx$$

(満潮面の分布曲線)

$$(12) \quad Y' = y'_0 \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b} \right) \lambda_a x \left(1 + \frac{x}{a} \right)^{\lambda_a a - 1} \left(1 - \frac{x}{b} \right)^{\lambda_a b - 1} dx$$

(干潮面の分布曲線)

となり、それぞれの式から、各港の潮位の計画水面、 $X_{1/10}$ 、 $X_{1/2}$ 、 X_{mean} 、 X_0 、 X'_{mean} 、 $X_{1/2}$ 、 $X'_{1/10}$ が求められればよい。

たとえば、ある港における潮位の分布を、(1)式のピアソンⅠ型分布曲線式で与える場合、その港の潮位 $X_{1/2}$ は、(5)式から、

$$X_{1/2} = (a - c) + x_{1/2}$$

で与えられ、 $x_{1/2}$ は、(11)式から

$$(13) \quad \int_{x_{1/2}}^b y_0 \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b} \right) \lambda_b x \left(1 + \frac{x}{a} \right)^{\lambda_b a - 1} \left(1 - \frac{x}{b} \right)^{\lambda_b b - 1} dx = \frac{1}{2}$$

となり、(1)、(2)式の関係から、(13)式は、

$$(14) \quad \left(1 + \frac{x_{1/2}}{a} \right)^{\lambda_b a} \left(1 - \frac{x_{1/2}}{b} \right)^{\lambda_b b} = \frac{1}{2} = 0.167$$

となって、(14)式は定数 a 、 b 、 λ_b を与えると、 $x_{1/2}$ が求まる。同様にして、 $x_{1/10}$ 、 x_{mean} 、 x'_{mean} 、 $x'_{1/2}$ 、 $x'_{1/10}$ も、

$$(15) \quad \left(1 + \frac{x_{1/10}}{a} \right)^{\lambda_b a} \left(1 - \frac{x_{1/10}}{b} \right)^{\lambda_b b} = 0.05$$

$$(16) \quad \left(1 + \frac{x_{mean}}{a} \right)^{\lambda_b a} \left(1 - \frac{x_{mean}}{b} \right)^{\lambda_b b} = 0.5$$

$$(17) \quad \left(1 + \frac{x'_{mean}}{a} \right)^{\lambda_a a} \left(1 - \frac{x'_{mean}}{b} \right)^{\lambda_a b} = 0.5$$

$$(18) \quad \left(1 + \frac{x'_{1/2}}{a} \right)^{\lambda_a a} \left(1 - \frac{x'_{1/2}}{b} \right)^{\lambda_a b} = 0.167$$

$$(19) \quad \left(1 + \frac{x'_{1/10}}{a} \right)^{\lambda_a a} \left(1 - \frac{x'_{1/10}}{b} \right)^{\lambda_a b} = 0.05$$

から求められる。ただし、定数 a 、 b 、 λ_b 、 λ_a は各港で異なり、それぞれの港の潮位の分布とピアソンⅠ型分布曲線の型で定まる。

表-1. 各港の計画潮面 (cm)

港名	$\lambda_b (\times 10^3)$	$\lambda_a (\times 10^3)$	$X_{1/10}$	$X_{1/2}$	X_{mean}	X_0	X'_{mean}	$X'_{1/2}$	$X'_{1/10}$
東京	3.26	1.70	203.5	193.0	174.0	138.0	59.5	23.5	2.5
名古屋	1.70	1.52	262.5	247.5	218.5	150.0	68.5	28.0	5.0
神戸	3.48	2.30	166.0	156.5	139.5	100.0	44.5	16.0	1.0
横浜	2.11	1.83	193.5	181.0	163.5	120.0	56.5	24.5	6.0
草薙	4.03	2.14	173.5	164.0	147.5	110.0	51.0	20.0	1.5
若古	10.10	1.84	137.0	132.5	122.0	100.0	43.0	14.5	-1.0
姫路	3.10	2.78	177.5	167.5	146.0	100.0	47.5	20.5	-4.0
宇野	2.02	1.50	264.0	247.0	216.5	150.0	71.0	35.0	15.5
油津	3.22	1.70	209.5	197.5	176.5	130.0	58.5	22.5	2.0
三洗	0.66	0.65	530.0	506.0	450.0	300.0	127.5	46.5	3.5

4. 結 び

表-1は、日本沿岸における主な10港について求めた潮位の計画水面の値である。

このように、潮位の分布がピアソンⅠ型分布曲線であらわせるならば、潮位の計画水面は、その確率密度から、 $X_{1/10}$ 、 $X_{1/2}$ 、 X_{mean} 、 X_0 、 X'_{mean} 、 $X'_{1/2}$ 、 $X'_{1/10}$ などの値を選ぶことができる。また、表-1に求めた日本沿岸の各港の潮位 $X_{1/10}$ 、 $X_{1/2}$ 、 X_{mean} 、 X_0 、 X'_{mean} 、 $X'_{1/2}$ 、 $X'_{1/10}$ は、それぞれ統計的に算出のある値で、これらの値を、海岸および港湾構造物の潮位の計画水面として用いるのがよいと考えられる。一方、潮汐の変化の少ない日本海その他では、もちろん、これらの表示方法は成立しないことも認められる。

参考文献

- 1) 久室、竹沢、天笠、"潮位の頻度分布に関する一考察"、第23回土木学会年譜、昭和43年10月
- 2) 久室、竹沢、天笠、"ピアソン型分布による海の波"、第15回海岸講演会講演集、昭和43年12月
- 3) 久室、竹沢、"潮位のピアソンⅠ型分布について"、第24回土木学会年譜、昭和44年9月
- 4) 海上保安庁、"潮汐表"