

IV-103 海岸防潮堤の計画基準潮位のORとその徳山海岸への適用

日大理工学部 正員 川 北 米 良

1. まえがき 海岸地帯の高潮防御のための防潮堤の計画においては、堤防高の決定が重要であり、その基本的要素に計画基準潮位がある。一般に当該海域で生起する高潮が高いほど、その海岸地帯の被害は大きくなる傾向がある。もし、その海岸で発生する絶対最高潮位がなんらかの方法で求められれば、この潮位を計画基準潮位に用いることができる。しかしこのような絶対最高潮位の推定は現在のところ不可能である。本論文は高潮発生頻度、防潮堤の建設費、海岸地帯の土地利用に対応する damage potential の高潮被害の危険性を考慮した海岸防潮堤の計画基準潮位の決定に関する OR を述べ、この方法を用いて瀬戸内海沿岸の徳山地区の防潮堤の計画基準潮位の試算を行なったものである。

この方法は既発表の海面埋立地盤高の決定方法の応用である。¹⁾

2. 計画基準潮位の算定モデル 潮位基準面から測った潮位を y 、防潮堤の建設費を M 、沿岸地帯の想定年間高潮被害の期待値を ψ_0 とすると、 y を高くすれば防潮堤の断面が大となるので M は大となり、 ψ_0 は小となる。逆に y を低くすれば M は小となり ψ_0 は大となる。高潮防御対策はまれに起こる高潮災害に対して、費用を防備のために費すか、被害のために失うかの問題に帰着する。そこで社会的割引率を年率 r の年期末複利計算として、 M と ψ_0 の累年の和の現在価値 J を求めると、 y の変化に対して J の値が最小となる場合が investment-risk trade off の状態で、この場合の y の値を計画基準潮位 y_0 と定義する（図-2）。経過年数を大きくとると J の式は終局的に

$$J = M + \frac{\psi_0}{r} \quad (1) \quad \text{と書ける。高潮の発生頻度分布を指数分布および対数極値分布と仮定すると(1)式は}$$

指数分布を用いる場合：

$$J = m_2 y^2 + m_1 y + m_0 + \frac{nk}{\lambda r} e^{-\lambda(y-b)} \quad (2)$$

対数極値分布を用いる場合：

$$J = m_2 y^2 + m_1 y + m_0 + \frac{nk}{r} \{ (x_l - b_l) \gamma(\kappa, \eta) - (y - b_l)(1 - e^{-\eta}) \} \quad (3)$$

m_0, m_1, m_2 は防潮堤の建設費に関する定数、 n は平均年間高潮発生度数、 k は被害係数； λ, b, b_l, x_l はそれぞれ指数分布および対数極値分布関数のパラメータ、 $\gamma(\kappa, \eta)$ は第1種不完全ガンマ関数、

$$\kappa = 1 - \left(\lambda_l \right)^{-1}, \quad \eta = \{ (x_l - b_l) / (y - b_l) \}^{\lambda_l}$$

である。

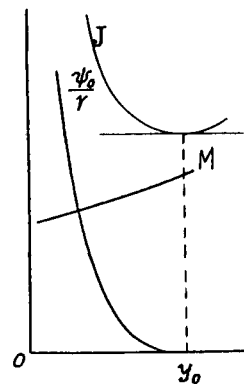
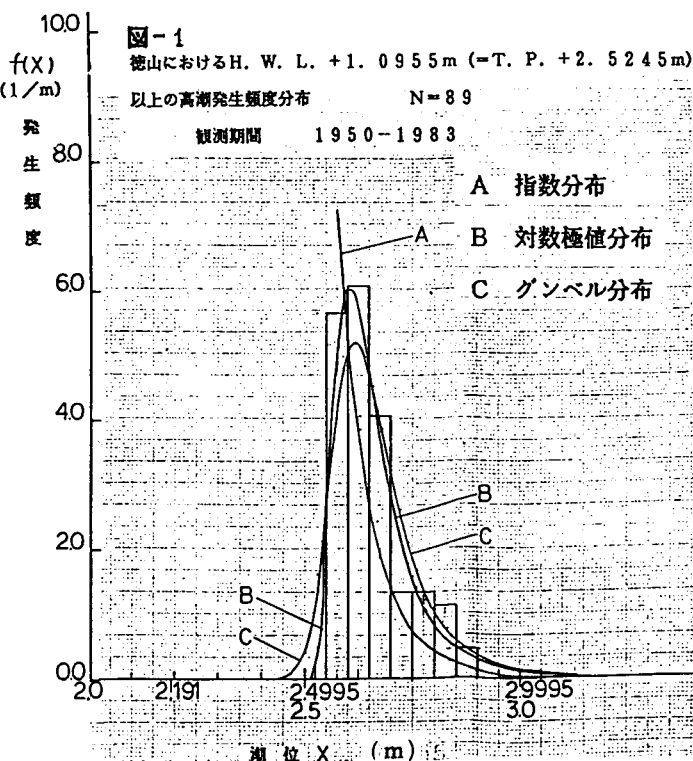


図-2 J の曲線と y_0

3. 徳山の海岸防潮堤の計画基準潮位 徳山海岸地区の海域における異常高潮の発生状況は、徳山検潮所の1950～1983年の潮位観測資料を用いて知ることができる。徳山海岸のHWLは1983年の資料からTP+1.429mである。HWL+1.0955m以上の高潮発生度数Nは89回で、平均年間高潮発生度数 n は2.68回/年である。発生頻度分布として、指数分布、対数極値分布およびGumbel分布を近似的に適用すると図-1のようになる。

ここに 指数分布：

$$f(x) = \lambda e^{-\lambda(x-b)}, (b \leq x < \infty)$$

対数極値分布：

$$f(x) = \frac{\lambda_l}{x - b_l} \exp(-\xi - e^{-\xi}),$$

$$\xi = \lambda_l \ln \frac{x - b_l}{x_l - b_l}, (b_l < x < \infty)$$

図-1における各分布のパラメータは、次のようである：

（指数分布） $\lambda = 12.663$

$$b = 2.575$$

（対数極値分布） $\lambda_l = 6.820$

$$b_l = 2.191, \quad x_l = 2.615$$

徳山海岸で観測された既往最高潮位は1971年8月5日の台風によるTP+2.859mである。この海岸地帯は埋立土地造成と防潮堤の工事が併設されているので、両者を一括して考え、埋立地盤高は計画基準潮位にとる。想定する防潮堤背後の高潮被害は発生する高潮位と計画基準潮位との差の1次関数と考える。この海岸地区の計画基準潮位の試算においては、防潮堤施工箇所の平均水深 h_1 は9.7m、防潮堤延長 l_1 は38000m、防潮堤に沿う埋立地面積 A は $8.53 \times 10^6 \text{ m}^2$ とする。また防潮堤建設費の式の係

数 $a_1 = 4.0 \times 10^4 \text{ 円/m}^3$ 、埋立工事単価 $a_3 = 3.0 \times 10^3, 4.0 \times 10^3, 5 \times 10^3 \text{ 円/m}^3$ 、被害係数 $k = 1 \times 10^{12}, 1 \times 10^{13}, 1 \times 10^{14} \text{ 円/m}$ 、社会的割引率 $r = 0.07, 0.09$ として、これらのパラメータを組合せ、それぞれの場合の計画基準潮位 y_0 を(2)および(3)式を用いて求め、一括表示すれば表-1のようである。

4. 結 言 防潮堤背後の土地利用の高低を示す被害係数 k と建設費の大小を示す係数 a_1, a_3 、社会的割引率 r および高潮発生の確率分布形の種々の組合せの場合について、計画基準潮位 y_0 を試算した。その結果は表-1からわかるように、 y_0 はいずれの場合においても既往最高潮位TP+2.859m以上であり、 k が大なるほど y_0 が大となる。すなわち防潮堤背後の土地利用が高くなればなるほど計画基準潮位は高く算定される。建設費や社会的割引率の変動および高潮発生頻度分布形が計画基準潮位に及ぼす影響は軽微である。防潮堤や埋立工事において計画段階で不確定なことの多いパラメータ k, a_1, a_3 などは概数値を与えれば充分である。以上により、ここに示した計画基準潮位の算定法は合理性を有するものと考えられる。

表-1 徳山の海岸防潮堤の計画基準潮位 y_0 と再現期間 T

凡例		r	指数分布	対数極値分布	$N = 89$	
		0.07	○	□		
		0.09	●	■		
y_0						T
TP+1.429m						15158 (year)
						10683
						7400
						5020
						3328
						2148
						1345
既往最高潮位TP+2.859m						814 (45695)
						474 (12855)
						263 (36223)
						138 (10211)
						68 (288)
						31 (81)
						13 (23)
						5 (8)
						1 (2)
						1 (1)
PARAMETER						
K	$1E+12$	$1E+13$	$1E+14$	$1E+12$	$1E+13$	$1E+14$
(yen/m)						
PARAMETER	$a_1=4.0E+04$		$a_1=4.0E+04$		$a_1=4.0E+04$	
$a_1 \text{ \& } a_3$	$a_3=3.0E+03$		$a_3=4.0E+03$		$a_3=5.0E+03$	
(yen/m ³)						

【注】 T の値は、無括弧の数値が対数極値分布で、括弧の数値は指数分布による。

1) 川北米良：海面埋立土地造成における最適地盤高のオペレーションズ・リサーチによる決定法、第4回土木計画学、1982。