

泊地の静穏に関する基礎的研究

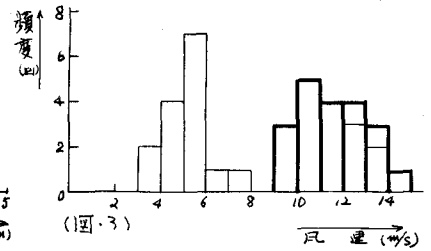
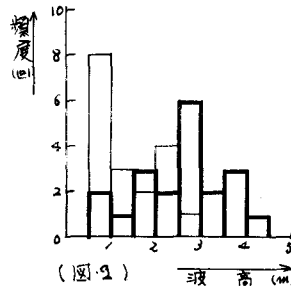
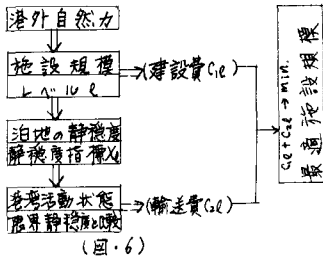
京都大学工学部 正員 工博 長尾義三
 京都大学大学院 学生員 ○黒田秀彦
 福岡県土木部 正員 江熊親信

I. まえがき 港湾は一般に外海に直接面し、波浪は激しく、風も強い海象・気象条件のさびしい沿岸に建設される。したがって港湾の建設にあたっては、これら外海からの波浪風等の自然力に対し、港内の静穏を保ち、船舶の安全な入出港・停泊、荷役の安全・能率向上等港湾機能におよぼす影響を少なくする必要がある。そのための本研究ではまず泊地の静穏性のその意義を明確にし、さらに自然現象と港湾活動の経済性と安全性の問題を追求し、泊地等土木施設・防波堤等外かく施設の建設計画すなわちハーバー計画の基礎理論を追求した。

II. 静穏度の定義 港内の気象・海象を表示するのに「静穏度」という表現を用いているが、その概念はほぼ不明確なものである。現在静穏度には波の静穏状態を表示する概念と、波浪・風・潮流等の強さの程度を漠然と表示する概念とがある。しかし本研究では静穏度を次のように定義する。「港湾機能を阻害する自然的条件の各要素の集合を港内の静穏度と呼び、その大小は港湾機能の種類ごとに異なるウェイト付けによって加重された指標によって定量化される。そして風・波・雨・流れ・ガス等は静穏度の要素と呼ぶ。」港湾活動は図1のように分類されるが、経済性に影響をおよぼす主要な活動は大別して、入出港・停泊・荷役に分かれるであろう。これらの港湾活動は主として上記静穏度の要素のほか船舶型・荷役方法・貨物の種類等によって経済性・安全性に及ぼす影響度は異なるであろう。したがってこれら自然的要因と社会経済的要因とをのらなる静穏度が港湾活動に及ぼす影響を知るため、次の1次判別関数法によって定量化し、港湾活動が可能であるか、不可能であるかを判別する。すなわち波高・風速・雨量等の自然的要因を n 、船型・荷役方法・取扱の貨物の種類等の社会・経済的要因を m とする。そしてこれらの1次結合で表示される判別値 $X = \sum \lambda_1 x_{1n} + \sum \lambda_2 x_{2n}$ によって判別する。今一例として風速・波高等と新潟港において調査したのが図2～4に示されている。この図では各自然的要因ごとに港湾活動の可能・不可能の限界値が調べられている。また1次判別関数法による限界値の一例は図4の X_0 で示されたものである。この限界値は次のように決定したものである。(1)ある港湾活動を可能 π_c 、不能 π_n の2つのカテゴリーに分け、過去のデータより判別値 X が π_c であるものの頻度分布を $P_c(X)$ 、不能であるものの頻度分布を $P_n(X)$ とする。次に限界値 X_0 を設定したとき、ある時の判別値 X が $X < X_0$ ならば可能であると、 $X \geq X_0$ ならば不能であるとすると X が π_c のものであるのに π_n のものであるとし、また π_n のものを π_c とする誤判断の確率は $P = \int_{X_0}^{\infty} P_n(X) dX + \int_{-\infty}^{X_0} P_c(X) dX$ である。このときこの誤判断の確率を最小にするような、すなわち誤 $=0$ となるような X_0 を限界値とする。

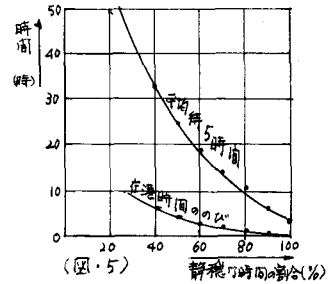
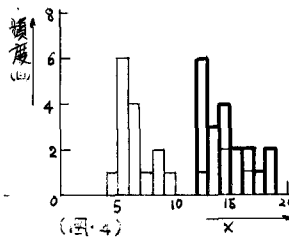
III. 静穏度の船舶待ち時間に対する影響 静穏度が船舶待ち時間に及ぼす影響を明らかにするためシミュレーションによって平均待ち時間、在港時間の延長を求めてみたのが図5である。

これは年間365日のうち静穏度が良好な時間の割合と平均待ち時間および在港時間の増加を示したものである。



IV. 港湾施設計画への適用について

Ⅱで求めた限界値 X_0 、およびⅢで求めた待ち時間の算定法を利用して港湾施設の規模を決定するプロセスを示したものが図・6である。この図において防波堤の建設費および費用関数は次のように設定した。



(1) 防波堤建設費。単位長あたり建設費 C_1 と設計波高 H_d 、設置水深 h 、天端高 Z_0 、マウンド水深 Z_1 を変数として $C_1 = f(Z_1, h, H_d, Z_0)$ と表わし、各変数を動かしてそのときの最小費用点と Z_0 との関係性を求めた。この方法によると天端高と建設費の関係はほぼ次式(Ⅳ-1)で近似できる。 $C_1 = 0.47 Z_0 + 6.41$ (円/延・年) ……(Ⅳ-1)

(2) 在港時船舶費用 $C_2 = F (LW + Lh + 4Ld) / \Sigma D$ ……(Ⅳ-2)

(3) ふ頭施設費用 $C_3 = SE / \Sigma E$ ……(Ⅳ-3)

ここに F : 1日1隻あたり船費 (円/隻・日)

ΣD : 1隻あたり平均積載量 (丸/隻)

S : バース数

E : ふ頭施設費 (円/バース・日)

ΣE : 1日あたり取扱貨物量 (丸/港・日)

なお施設のレベルと静穏度を関係づけるため港内波高 H の推定を次式(Ⅳ-4)で推定した。第1項は越波による伝達波高、第2項は侵入波高である。

$H = (0.45 H_0 - 0.30 Z_0) + (C_1 B_x + C_2) \frac{L}{H_0} H_0$ ……(Ⅳ-4)

ここに $C_1 = 20$, $C_2 = 100$ ($1.0 \geq B_x > 1.0$), $C_1 = 70$, $C_2 = 100$ ($3.0 \geq B_x > 1.0$)

$C_1 = 20$, $C_2 = 200$ ($4.5 \geq B_x > 3.0$), H_0 : 沖波高(m) Z_0 : 天端高(m), B_x : 波向に直角方向の港口幅(m) A ; 泊地面積(m^2) L ; 防波堤延長(m) h ; 泊地水深(m)

本方法の適用例における結果は図・7に示しているが、これに対する考察の詳細は講演時に説明をする。

