

愛媛大学工学部 正会員 中村 孝幸
愛媛大学工学部 学生員 西岡 成太
愛媛大学大学院 学生員 ○加藤 孝輔

1. はじめに： 近年、港湾の改修や新港湾の建設において、港湾内の波浪の静穏化のみならず、その周辺海域への影響も最小化することも要求され、低反射護岸や透過性防波堤などの各種多様な外郭施設が利用されるようになってきている。本研究では、簡易的な鉛直線グリーン関数法に基づき、透過堤を含む港湾域の波高分布の算定法を展開する。このとき、透過堤の特性は、実際設計などで便利となるように透過率および反射率などで表すことにする。このような理論算定法の展開に引き続き、その適用性を検討するため、海岸域でよく利用されている配列式の透過型離岸堤を想定して、水理実験による結果との比較を行う。また、周辺境界よりの再反射波の影響が大きい港湾域に対する適用性についても検討するため、浮防波堤列が港湾域に設置されている場合を想定して、本研究での近似解析法および中村・大森¹⁾による厳密解析法による算定を行い、両算定結果の比較から近似解析法の適用性について考察する。

2. 鉛直線グリーン関数法による近似解析法： 図1に示すような港湾があり、その陸域境界は不透過な護岸で構成され、この海域に透過堤があるときを想定する。陸域の境界線を C_L 、透過堤の周辺境界を C_p とする。この港湾に波向き θ で平面波が作用すると、陸域境界からは反射波が、透過堤からは反射波と透過波の両者が現れることになる。次に述べる算定のステップに基づき、反射波のみならず透過波の影響も考慮することを試みた。

① 透過堤を含む港湾境界の全てを不透過境界と仮定して、港湾域での回折散乱波の算定を行う。

② 求められた回折散乱波および入射波を入力として透過堤を抜ける透過波の算定を行う。

③ 求められた透過波を入力として、不透過境界と仮定した港湾境界よりの回折散乱波の算定を行う。

以後、収束するまで②、③の算定を繰り返し、求められた各結果を線形的に重ね合わせることで最終的な波高分布を求める。

透過堤を抜ける透過波の速度ポテンシャルは、透過率 C_t と透過現象に伴う位相差 δ_T を用いて表せると仮定する。図2に示すような直線境界を有する島堤に入射波が作用し、後面に透過波が抜ける場合を考える。このとき、透過波は、入射波と同方向に伝播し、しかもその透過波高が入射波高に透過率を乗じた量で与えられ、入射波に比較して設定された位相差だけ位相遅れが生じるとする。このとき、透過波の水面変動 η_T は、透過堤に入射する波 η_I に対して次式で与えられる。

$$\eta_T(x, y; t) = C_t \eta_I(x, y; t) e^{i\delta_T} \quad (1)$$

入射する波と透過する波の伝播方向が変化しないことから、

$$\frac{\partial \phi_T(x, y)}{\partial n} = i(k_x x + k_y y) C_t(x, y) \phi_I(x, y) e^{i\delta_T} \quad (x, y) \text{ on } C_p \quad (2)$$

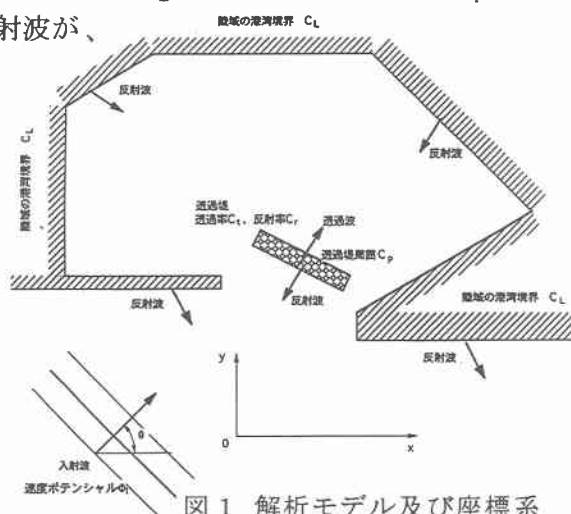


図1 解析モデル及び座標系

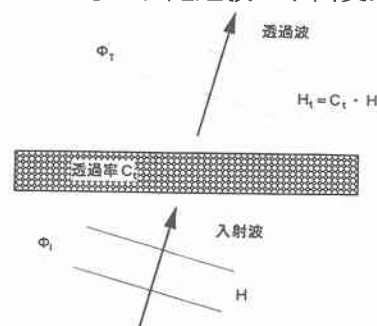


図2 透過堤における透過波の取り扱い

3. 配列式離岸堤に対する適用性：ここでは、中村ら²⁾による透過堤の断面2次元実験の結果より得られている透過堤の反射・透過特性を、平面的に配列した透過性堤体列に利用する。また、中村ら²⁾は平面実験も行っており、その実験結果との比較を行う。実験では多孔壁で構成される透過性堤体5基を用い、反射・透過率を変化させるため、堤体内を空洞とした場合、及び碎石を投入した場合の両者を検討の対象にした。特に堤体群の透過側の波高分布に着目して、堤体内を空洞とした場合の比較を行った。図3は、透過堤としての波高分布を堤体列後面から透過側へ1/2波長、2波長の測線上に対して実験結果と算定結果をプロットしたものを示す。これらを比較すると、多少の差異が見られるが、配列堤体群の端部付近で波高値が増大し、中央部で低下するなどの概略的な特性はほぼ両者で一致している。また、碎石を投入した場合の比較でも同様の結果が得られた。

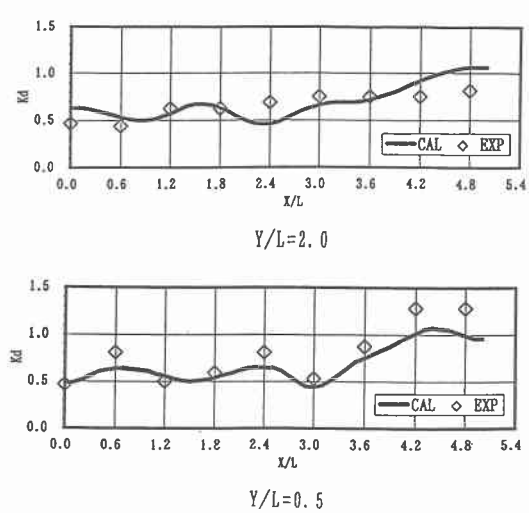


図3 各側線上の波高分布
($T=0.81s$, $\lambda/L=1.50$, $H=5.0cm$, $\lambda=150cm$)

4. 透過堤を含む港湾域に対する適用性：ここでは、不透水面で構成される透過堤を含む港湾域を対象にして、近似解析法による算定を行い、中村・大森¹⁾による厳密解析法による算定との比較から、近似解析法での繰り返し計算に伴う算定精度の変化や周辺境界の影響について考察する。図4、5は $T=7.0s$ の厳密解析と3回の繰り返し算定を行った近似解析の波高分布を示す。これらの比較から、近似解析による算定結果は、概略的に厳密解析によるそれと一致しているが、矩形港湾域の側面境界上で波高値が低く現れるなど定量的な差異のあることも認められる。以上の検討より、鉛直線グリーン関数法に基づく近似解析法により、透過堤からの透過波の影響を概略的に表すことが可能と判定される。

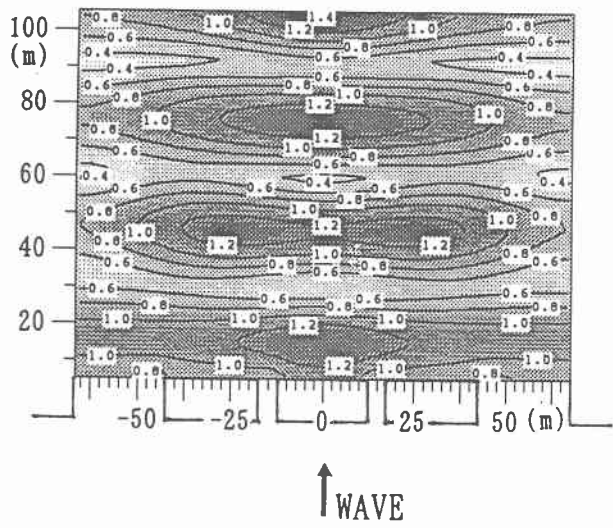


図4 厳密解析による波高分布($T=7s$)

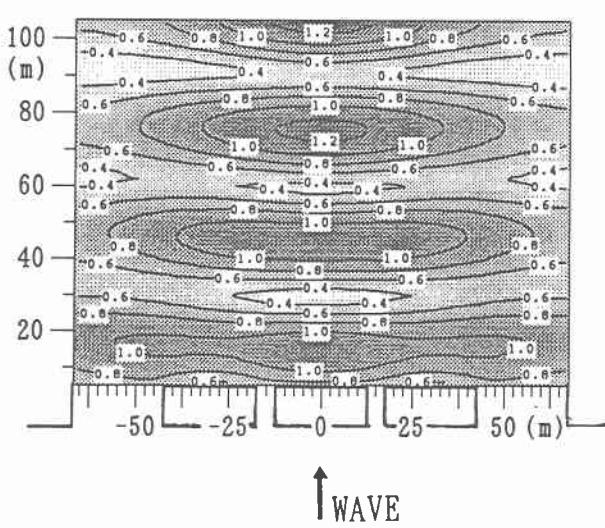


図5 近似解析による波高分布
($T=7s$, $Cr=0.69$, $Ct=0.72$)

5. 結語： 本研究で導いた近似解析法では、透過堤の平面形状をそのまま考慮して、しかも透過堤の特性を透過率や反射率などで表現できることから、各種の透過堤が解析の対象にできる。

参考文献

1)中村 孝幸・大森 禎敏(1994)：浮棧橋を含む港湾域の波高分布の算定法に関する研究、海岸工学論文集、第41巻、pp.971-975。
2)中村 孝幸・岩崎和弘・河野幸浩(1993)：直線配列された消波堤による平面的な波変形に関する研究、海岸工学論文集、第40巻、pp.626-630。