

島堤の蛇行被災に及ぼす陸域からの反射波の影響について

三省水工株式会社 正会員 ○河村 裕之
 三省水工株式会社 正会員 中村 孝幸
 三省水工株式会社 浅田潤一郎

1. 目的： 陸域から離れて構築される島堤では、沖側前面の重複波による波力のみならず、背面側において島堤両端からの回折波による波力も作用する。このため、堤体前背面に作用する波力の合成値は、それらの時間位相差に依存して、沖側前面の重複波力を上回るようになる場合もあり、島状防波堤の被災、特に蛇行被災との関係から古くより研究されてきている。本研究は、島堤の蛇行災害の防止を目的として、従来の研究で十分に検討されていない、近接する陸域からの反射波の影響について、鉛直線グリーン関数法(中村ら)に基づく数値解析法により明らかにする。この際、離岸距離や陸域の反射率の影響などに着目して検討を進めた。

2. 単独島堤に関する従来の結果との比較： 陸域からの反射波の影響を検討する前に、基本となる単独島堤に関する従来の結果との比較を行い、数値解析法の妥当性を検証した。比較の対象は、大型楕円柱まわりの回折・散乱波問題を解析的に取扱った合田ら(1971)による研究である。ただし、彼らの研究では、楕円柱の短径が0となる極限としての線状直線島堤が仮定されているため、本研究では事前に島堤まわりの波高分布や堤体前背面に作用する波力の合成値に及ぼす堤体幅の影響などについて検討を行った。検証結果の代表例を図-1に示す。図中では、島堤の前背面の無次元波高の分布を堤体沿い(X/L , L =波長)に示すもので、本研究での鉛直線グリーン関数法(VLG法, 中村ら 1985)による算定結果と合田らによる実験結果並びに解析結果との比較に相当する。なお、入射角 α の条件は30度でその定義は図-2による。なお、VLG法による算定では、合田らの線状島堤の想定に近づけるため、堤体幅 $b=1\text{m}$ (水深の1/12程度)と十分に小さくしてある。この図に見られるように、VLG法による算定は、ほぼ妥当なものであることが確認できる。

3. 島堤沿いの波高分布と前背面の水位差の極大値： 図-3, 4は、直角入射の条件下において、それぞれ単独島堤および図-2に示すように陸域沖に島堤があるとき

について、島堤沿いの前背面の波高分布(H_s)並びにこれらの水位差の極大値(ΔH_s)を入射波高で無次元化して示す。なお、算定では島堤および陸域の反射率 C_r は0.9と実際場でよく想定される条件とした。 ΔH_s は、島堤前背面の時間位相差を考慮して求まる水位差の極大値であり、前背面に作用する波力の合成極大値に比例する量である。図-3の単独島堤の場合、既に合田らにより指摘されているように、堤体前背面の水位差 ΔH_s は、断面2次元的な重複波高を上回る傾向が見られ、これはやはり堤体前面の反射波高の偏りや前背面の水位変動

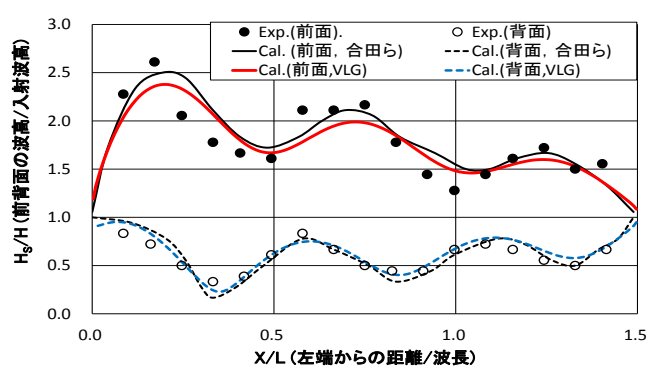


図-1 島堤沿いの前背面の波高分布の比較：合田らの実験結果及び厳密解析の結果と VLG 法による算定結果との比較, $B/L=1.5$, 入射角 $\alpha=30$ 度 (VLG Cal. $T=10\text{s}$, 水深 $h=12.1\text{m}$, 堤体幅 $b=1\text{m}$, 堤体長 $B=150\text{m}$, $C_r=1.0$)

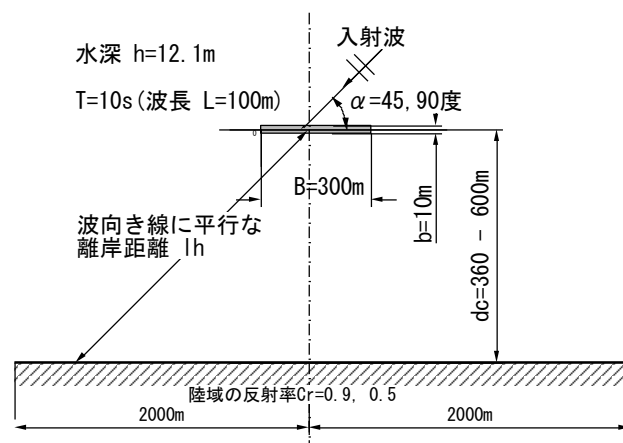


図-2 島堤と陸域との干渉で想定した算定モデル

キーワード 蛇行災害, 島堤, 陸域境界, 反射波, 前背面水位差

連絡先 〒812-0013 福岡市博多駅東 3-3-3 新比恵ビル 2F 三省水工株式会社西日本支店 TEL 092-451-9431

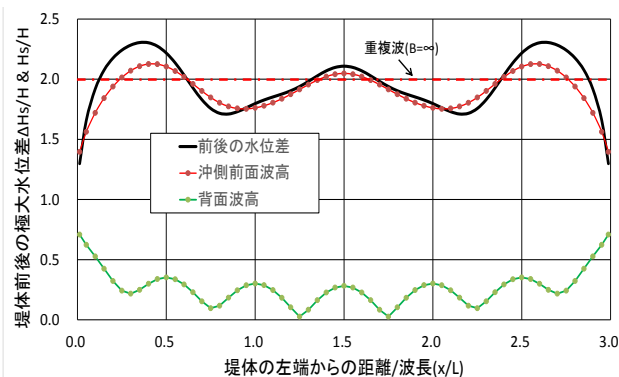


図-3 陸域がないときの堤体前後の波高および極大水位差の法線方向分布, $T=10s$, $B=300m$, $b=10m$, $Cr=0.9$, $\alpha=90^\circ$

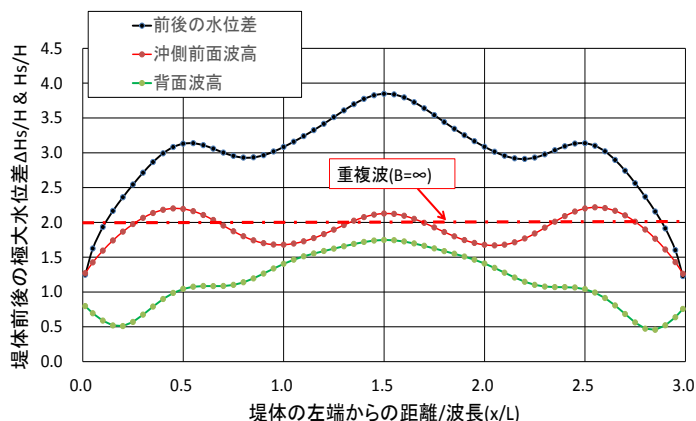


図-4 堤体前後の波高および極大水位差の分布, $T=10s$, 離岸距離 $lh=412.5m$, $lh/L=4.13$, $B=300m$, $b=10m$, $Cr=0.9$, $\alpha=90^\circ$

の位相差によるものである。一方、陸域からの反射波の影響を考慮した図-4の結果では、堤体背面の波高が大幅に増加しており、これに合わせて前背面の水位差 ΔH_s も同様の傾向を示す。特に島堤の中央付近において、 ΔH_s は断面2次元的な重複波高の約2倍にもなるなど設計波力の推定の際、無視することができない影響と考えられる。

図-5は、陸域護岸を低反射構造としてその反射率を $Cr=0.5$ とするときの結果を図-4と同様に示す。この図に見られるように、陸域護岸を低反射構造にすると堤体の背面側の波高が有意に低下することや結果的に ΔH_s も低減されることが認められる。ただし、やはり ΔH_s の絶対値は断面2次元的な重複波高 ($H_s/H=2$) をほとんどの場所で超えており、設計波力の推定の際に陸域からの反射波の影響を何らかの形で採り入れる必要があるものと考えられる。

図-6は、直角入射に対して島堤上での ΔH_s の最大が島堤の陸域からの離岸距離 lh によりどのように変化するかを示す。この図より、 ΔH_s の最大値は離岸距離と波長の比 (lh/L) により周期的に変化することやそれが極小となるのは lh が半波長の整数倍に等しいときであることなどが認められる。ただし、 ΔH_s の最大値は、ほとんどの離岸距離の条件に対して断面2次元的な重複波高を超えており、島堤の設計波力の設定の際には陸域からの反射波の影響が重要になることが分かる。

4. 結び： 以上、島堤の作用波力に直接的に関係する堤体の前背面の水位差の極大値の特性について、陸域からの反射波の影響を主体にして検討してきた。その結果、島堤の設計波力の設定に際しては、陸域からの反射波の影響が重要になることや、その反射率を5割程度に低減しても断面2次元的な重複波力を超える場合があり、注意が必要である。

参考文献： 合田・吉村・伊藤：島堤による波の反射および回折に関する研究，港研報告，Vol.10, No.2, 1971。

中村・奥：任意平面形状を有する堤体構造物まわりの波変形の解析法について，海講論文集，Vol.35, pp.594-598, 1985。

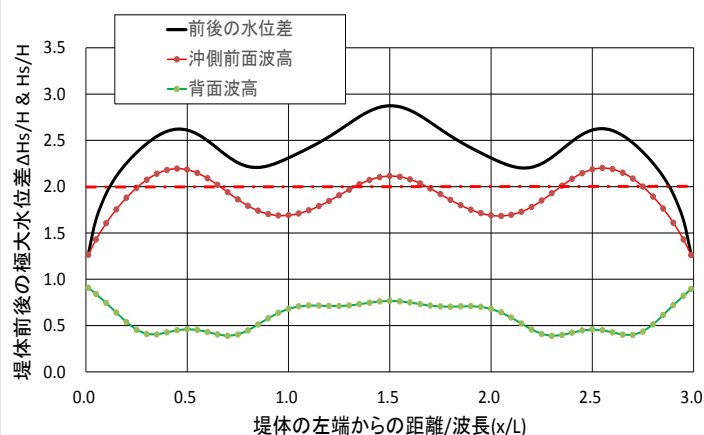


図-5 陸域の反射率を下げたときの堤体前後の波高および極大水位差の分布, $T=10s$, 離岸距離 $lh=412.5m$, $lh/L=4.13$, $B=300m$, $b=10m$, $Cr=0.9$ & 0.5 , $\alpha=90^\circ$

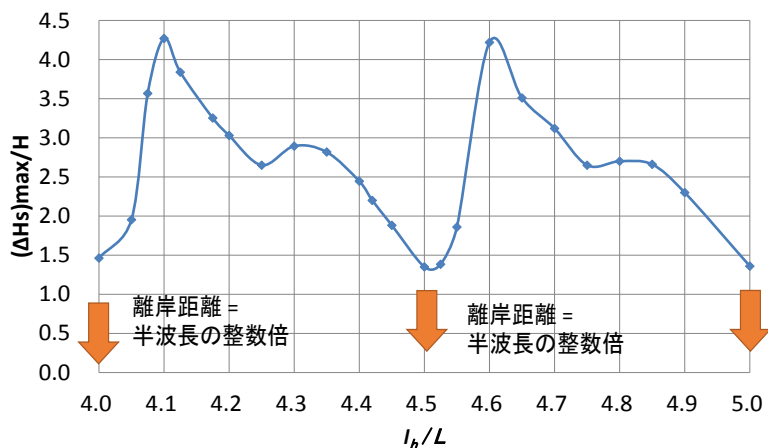


図-6 離岸距離 lh による島堤前背面の水位差 ΔH_s の最大値の変化 ($T=10s$, $B=300m$, $b=10m$, $Cr=0.9$, $\alpha=90^\circ$)