

VLG 法による柱体列まわりの反射・透過波特性と波高分布の推定

(株) 荒谷建設コンサルタント

○佐伯 信哉

(財)災害科学研究所 正会員

中村 孝幸

(株) アライズソリューション

村上 剛

1. 目的： 柱体列はスリット壁など、波浪制御構造物に多用されている。ここでは、円柱列で構成される透過性堤体を対象にして、反射波、透過波並びに構造物周囲の波高分布の予測を目的として、鉛直線グリーン関数法 (VLG 法) による算定を行い、その適用性を従来の算定結果との比較の上で確認する。さらに、従来においてあまり検討されていない、柱体列からなる透過性堤体の平面的な配置に伴う波高分布の特性について理論的に検討した。

2. 従来の結果に対する VLG 法の検証： 角野ら(1985)は、漸近展開接合法に基づき任意断面の鉛直柱体列まわりの波浪境界値問題の解析法を誘導し、その妥当性を図-1 に示す円柱列を用いた模型実験の結果との比較などから明らかにしている。ここでは、既に著者らが示している VLG 法に基づく平面波浪場の算定法(1985)を円柱列に対して適用し、その妥当性について検討してみた。VLG 法は、円筒波を表すハンケル関数を核関数とする湧き出し分布であり、任意形状の港湾境界や島堤などを対象にして波高分布等を求める算定法である。算定では、図-2 に示すように平面波浪場に擬似長水路を構成し、角野らの模型実験を再現するようにそのほぼ中央付近に円柱列を配置した。

図-3, 4 は、2 重円柱列について代表的な円柱列間隔(中心間隔 $Bc=30, 91\text{cm}$)に対する反射率 Cr と透過率 Ct の算定結果と角野らの実験結果との比較を示す。図中では、波周期に関する無次元量として Bc/L (円柱列間隔/波長)による変化で示す。

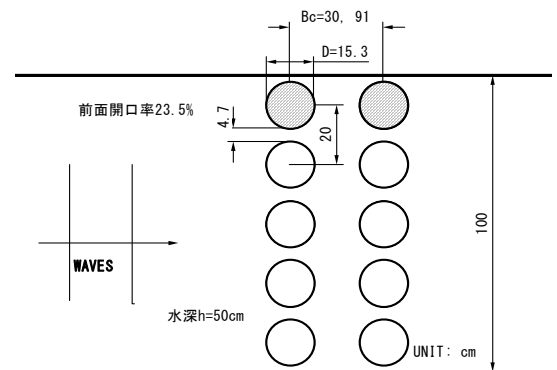


図-1 角野ら(1985)の実験での円柱列の配置等

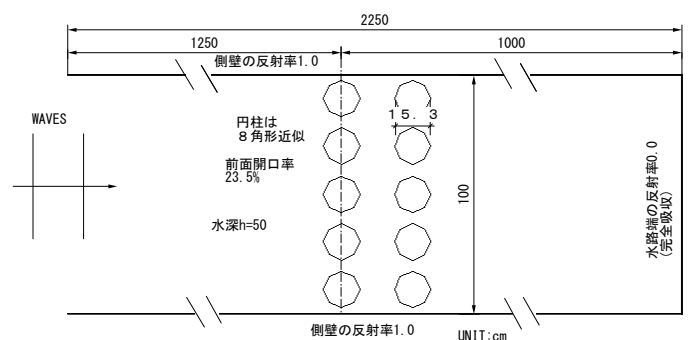


図-2 VLG 法で想定した算定モデル

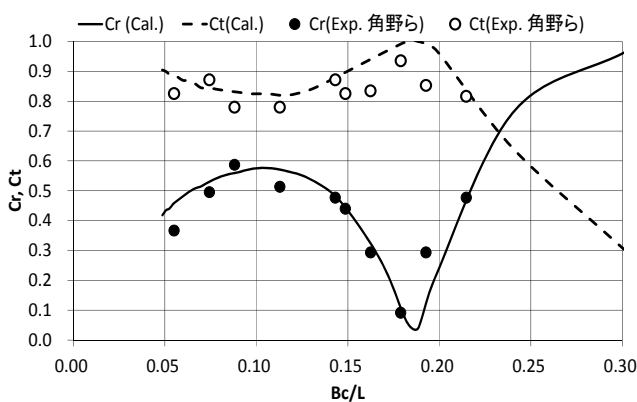


図-3 反射率と透過率の実験結果と VLG 法による算定結果との比較($Bc=30\text{cm}$, 前面開口率 23.5%)

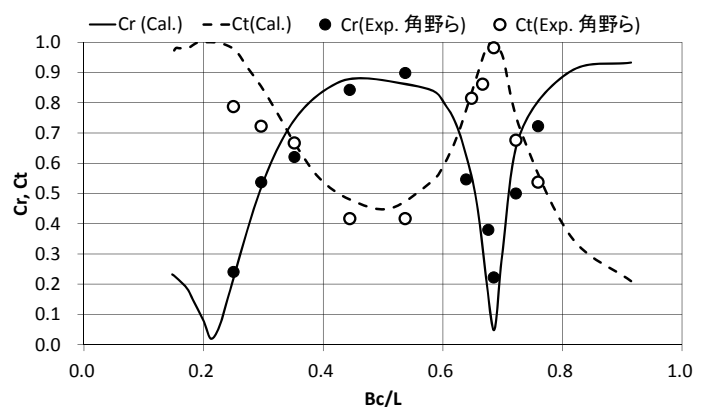


図-4 反射率と透過率の実験結果と VLG 法による算定結果との比較($Bc=91\text{cm}$, 前面開口率 23.5%)

キーワード VLG 法, 柱体列, 反射・透過波, 平面波高分布

連絡先 〒790-0045 愛媛県松山市余戸中 2-1-2 (株) 荒谷建設コンサルタント四国支社 TEL 089-973-2311

算定結果は、実験結果に見られる Cr, Ct の Bc/L による複雑な変化をほぼ正確に予測しており、VLG 法を用いて円柱列などの柱体列による波変形が推定できることが分かる。

3. 極大透過率を示す条件下での平面的波高分布：図-5(a)～(c)は、図-3, 4 で透過率がほぼ 1.0 と完全透過状態を示すときの円柱列まわりの波高分布を波高比のコンター図で示す。

これらの図より、透過率が極大値を示すのは、2 重円柱列間でピストンモードの波浪共振や腹・節・腹の 1 次共振モードが現れる条件に一致することが確認できる。そして、このような透過率の増大現象は、後列円柱間での重複波の腹の出現など、波高増大が直接的な原因と考えられる。また、ピストンモードの波浪共振が出現する条件を検討してみると、ほぼ $Bc/L=0.2$ 付近であることが分かる。

4. 柱体列間での波エネルギー逸散の評価：

円柱列のような透過性構造物では、柱体間での流れの剥離や渦形成などに伴う波エネルギーの逸散現象が重要になるものと推測される。ここでは、このような逸散現象による波変形への影響を近似的に取り扱う方法として、構造物の没水表面でのエネルギー吸収率 E_{ab} の条件、具体的には低反射条件とする手法を採用してみた。この検討結果の代表例を示すのが図-6 であり、やはり Cr, Ct の Bc/L による変化を示す。この図より、 E_{ab} を大きくすると、特に透過率の低下が著しいことやその傾向は上記したピストンモードの共振点で顕著であることなどが認められる。

5. 結び：VLG 法は、港内波高計算のみならず、柱体列のような複雑な構造物による波変形の推定にも有効に利用できることが確認できた。

参考文献：角野・小田・阿部, 海講論文集 32 巻, pp. 589-593, 1985. 中村・奥, 海講論文集 32 巻, pp. 594-598, 1985.

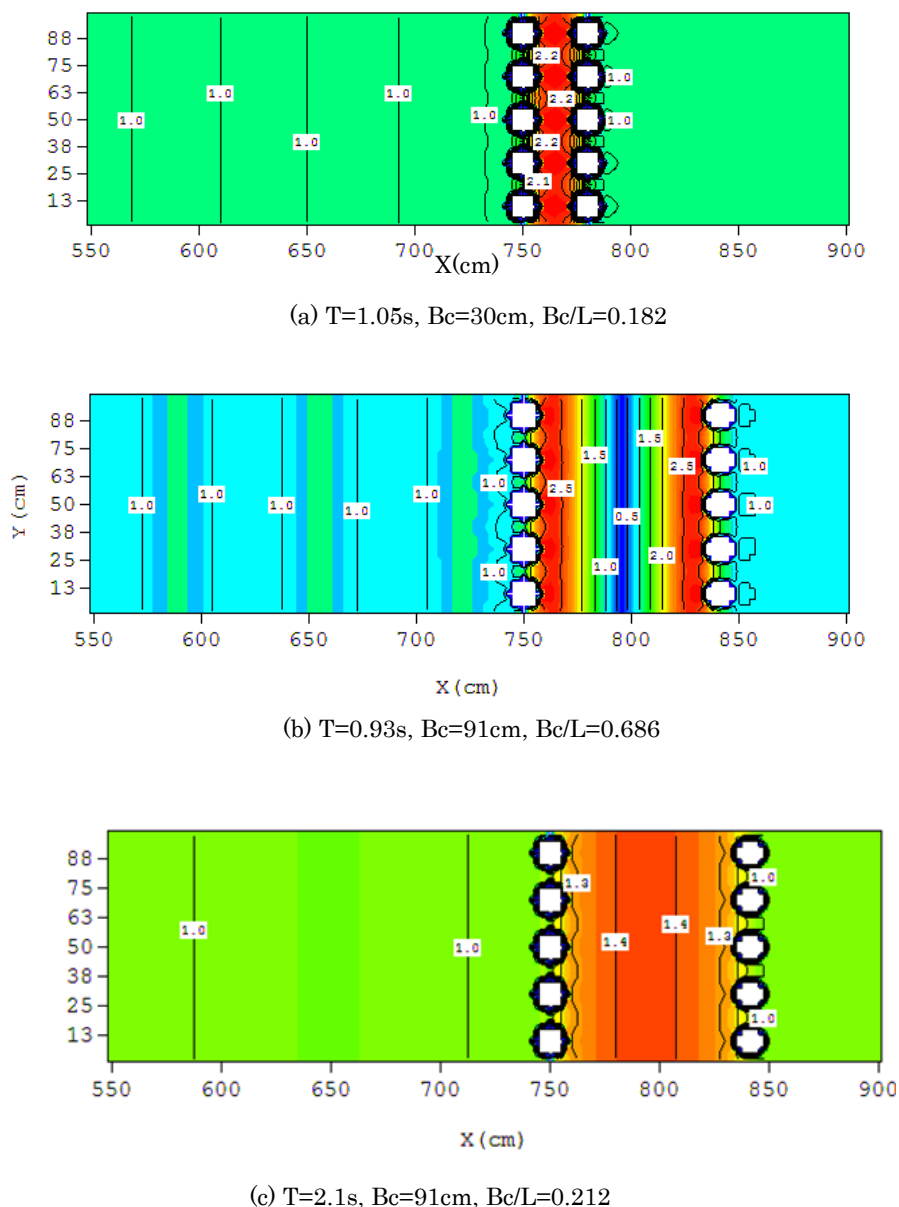


図-5 透過率が極大となる条件下での円柱列まわりの波高分布

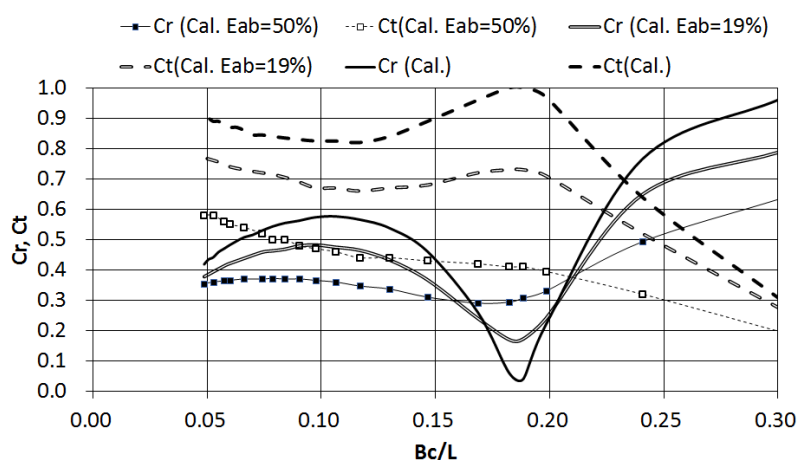


図-6 柱体没水面での波エネルギー吸収率 E_{ab} による二重円柱列の反射率と透過率の変化 ($Bc=30cm$, 前面開口率 23%)