

防衛大学校土木工学教室 学生会員 大江 敦子

正会員 林 建二郎, 重村 利幸

1. はじめに

海岸や湖岸における環境問題への関心が高まり、ヨシ原などの水辺植生が持つ環境再生機能や浸食防止機能も再認識され、その積極的な保持・利用が行われるようになってきた^{1),2)}。本研究は、波浪に対する水辺植生群の耐波特性および水辺植生群が有する波エネルギーの反射・減衰(消波)特性を、円柱群を用いた水理模型実験により調べたものである。

2. 実験概要

実験には長さ 40m、幅 0.8m、高さ 1m の吸引式造波装置付き 2 次元造波水槽を用いた。水槽の他端には、勾配 1/15 の傾斜板による消波斜面を設置した。外径 $D=1\text{cm}$ 、長さ 80cm のステンレス円柱を図-1 に示すように水槽の一区間に千鳥配置で鉛直設置した。円柱群の長さは 1.8m である。正三角形をなす千鳥状に配置された各円柱の中心間隔は $s=10\text{cm}$ である。円柱群の樹林帯密度 λ (単位床面積に占める円柱の

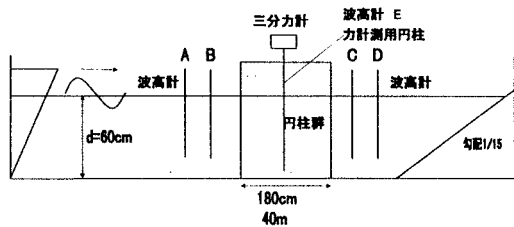


図-1 実験装置の概要

断面積、 $\lambda=\pi D^2/(2 \cdot 3^{1/2} \cdot s^2)$ は 0.0091 である。円柱群による波の反射率 (K_r =反射波高 H_r /入射波高 H_i) と透過率 (K_t =透過波高 H_t /入射波高 H_i) を計測するために、4 本の波高計を図-1 に示す位置 A,B,C,D に設置した。入・反射分離法を用いて H_r と H_i を算定した。三分力計を用いて円柱群区間の中央に位置する円柱 1 本に作用する波の進行方向波力 F_x を計測した。円柱群中の波高を計測するために波力計測用円柱の真横にも波高計 E を設置した。実験水深は $d=60\text{cm}$ の一種類とした。使用した規則波の周期は $T=0.64, 0.96, 1.6, 1.92, 2.56, 3.2$ 秒の 6 通りとした。波高 H の範囲は $1 \sim 20\text{cm}$ とした。比較のために同円柱を単独に設置した場合 (単独円柱) の F_x も同様に計測した。単独円柱の場合には s が無限大であるから $\lambda=0$ である。

3. 実験結果および考察

波力係数 C_x を(1)式で定義する。静水面の位置における Keulegan-Carpenter 数を CKC とする。

$$C_x = F_x(1) / \int_0^{d+H/2} 0.5 \rho (u_{\max})^2 D ds \quad \text{---(1)}$$

式中の $F_x(1)$ は、作用波力 F_x のフーリエ級数展開より求めた F_x の作用波周波数成分である。 ρ は水の密度、 $u_{\max}$ は波の水平水粒子速度の最大値、 ds は円柱の微小区間長である。 CKC 数が大きい場合 ($CKC>30$) には、 $F_x(1)$ はモリソン式中の抗力項 ($\int_0^{d+H/2} 0.5 \rho C_D (u_{\max})^2 ds$ 、 C_D : モリソン式中の抗力係数) で近似される。従って、 CKC が大きな場合の C_x は、モリソン式中の抗力係数 C_D と概ね等しい。

単独円柱 ($\lambda=0$) および円柱群中 ($\lambda=0.091$) の一本円柱に対して求めた C_x の、 CKC 数に対する変化特性を水深波長比 d/L (L : 波の波長) をパラメーターとして図-2 と図-3 にそれぞれ示す。円柱群の C_x は、単独円柱の場合に比べて小さくなっている。本実験における β 値 (=Re 数/ CKC 数) は $7.5 \sim 188$ の範囲である。

円柱群からの波の反射率 K_r の波形勾配 H_t/L に対する変化特性を d/L をパラメーターとして図-4 に示す。全般に K_r は 0.1 以下であり、円柱群からの反射は小さい。消波斜面からの反射率も小さく 0.1 以下であった。円柱群を透過する波の透過率 K_t の H_t/L に対する変化特性を、 d/L をパラメーターとして図-5 に示す。 d/L の減少に伴い K_t は小さくなっている。樹林帯密度 λ を有する円柱群中の波の進行方向微小区間 dx における透過率 K_{tp} は、円柱群に作用する波力によるエネルギー損質を考慮すると(2)式で示される。式中の H_{ip} は dx への入射波高、 H_{tp} は dx からの透過波高である。 C_D は、モリソン式中の抗力係数である。

キーワード: 円柱群 波の透過率 波力 ヨシ群 消波 抗力係数

連絡先: 神奈川県横須賀市走水 防衛大学校 土木工学科 水工研究室 0468-41-3810(内 3520)

$$K_{tp}=H_{tp}/H_p=[1-128\lambda H_{in}\{1/3+1/(\sinh(2\pi d/L))^3\}C_D dx/\{3\pi D\cdot gT^2(1/2+(2\pi d/L)/\sinh(2\pi d/L))\}]^{1/2} \quad \text{---(2)}$$

円柱群の長さを微小区間 dx に分割し dx 区間の平均水深を H_p として各区間毎に逐次計算を行うと、円柱群を透過する波の透過率 K_t を計算できる。図中に示す実線は、(2)式中の抗力係数 C_D に実験で求められた円柱群の $C_x=1.1$ (図-3 参照)を使用した場合の計算値である。○印で示す実験値と計算値の一致は良好である。

4. まとめ

円柱群に作用する波力を評価することにより、円柱群が有する消波特性を評価することができた。円柱群に作用する波力特性をより詳しく調べるために、円柱群内の流れ特性を調べる予定である。

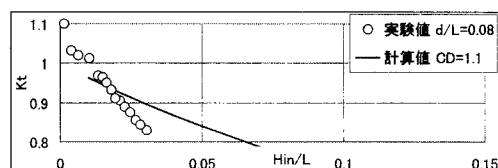
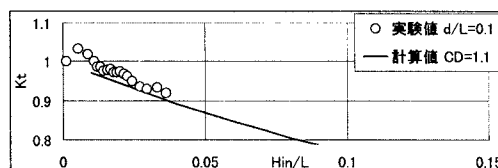
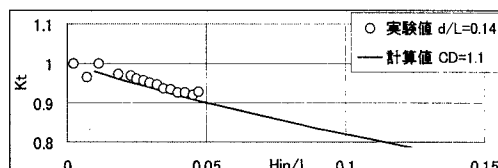
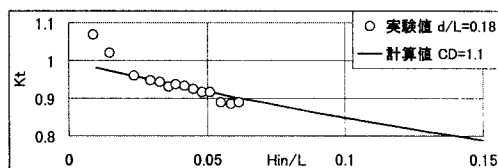
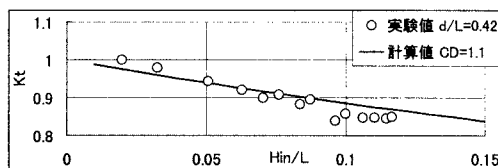
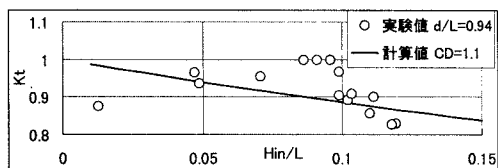
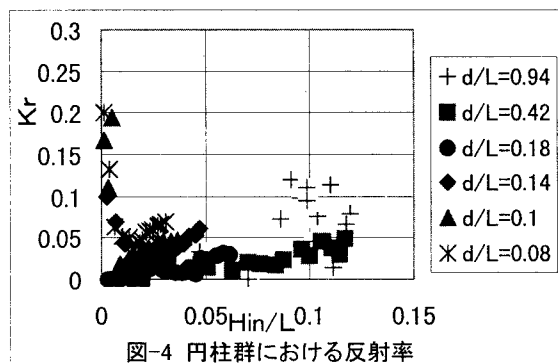
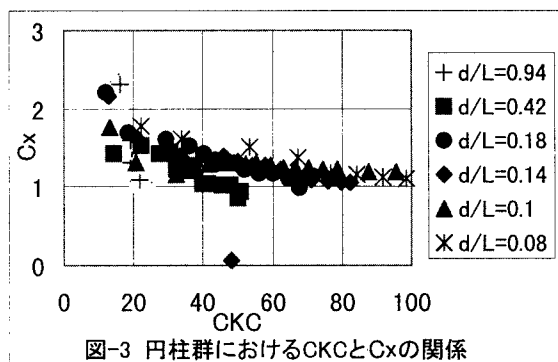
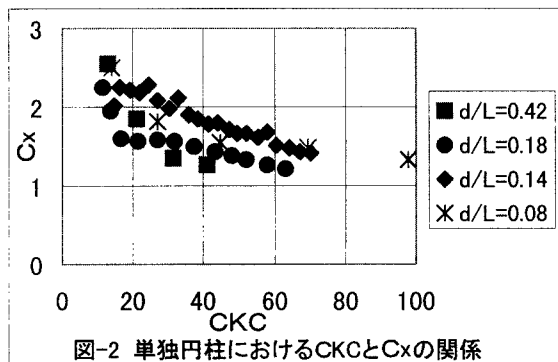


図-5 円柱群における透過率

参考文献

- 1) 林 他：水辺植生の水理特性について、海岸工学論文集第 45 巻, pp. 1121-1125, 1998.
- 2) 林 他：湖沼における植生護岸の形成とその効果、海岸工学論文集第 46 巻, pp. 1116-1120, 1999.