

(Ⅱ-49) 湖岸に生育している水辺植生に作用する波力と消波機能に関する実験

防衛大学校建設環境工学科 ○学生会員 高橋 祐
防衛大学校建設環境工学科 正会員 林建二郎
防衛大学校建設環境工学科 正会員 重村利幸

1. はじめに

湖沼や内湾の水環境保全対策で重要な水辺植生の保持・育成法の検討においては、植生まわりの流れ特性や植生に作用する波力特性、ならびに植生基盤の浸食・堆積特性等の水理特性をも明らかにする必要がある^{1),2)}。本研究は、実際に現地で生育している浮葉植物「アサザ」と沈水植物「コアマモ」に作用する波力特性および波に対する植生の動揺特性を室内水理実験により調べ、これら植生群が有する消波機能評価法を検討したものである。

2. 実験装置および方法

実験には、図-1のような長さ40m、幅0.8m、高さ1mの吸収式造波装置つき2次元造波水槽を用いた。霞ヶ浦産の「アサザ」1本(茎径=2~3mm、茎長=60cm、浮葉部の長さ×幅=8cm×7cm)と、宍道湖・中海産の「コアマモ」一株(葉の枚数=3枚、葉長=約30cm、葉の幅=約1mm)に作用する波の進行および鉛直方向波力 F_x 、 F_z を水路床の下面に設けた2分力計(容量200gf)を用いて計測した。容量線式波高計を植生の真横に設置し波の水位変化 η を計測した。実験水深は、アサザの場合 $d=53\text{cm}$ 、コアマモの場合 $d=60\text{cm}$ とした。使用した規則波の周期は $T=0.8, 1.2, 1.6, 2.0, 2.5, 3.0\text{sec}$ の6通り、波高の範囲は $H=2\sim26\text{cm}$ とした。植生近傍での波水粒子速度の水平および鉛直方向性分 u, v の計測には、2成分レーザードップラー流速計を使用した。

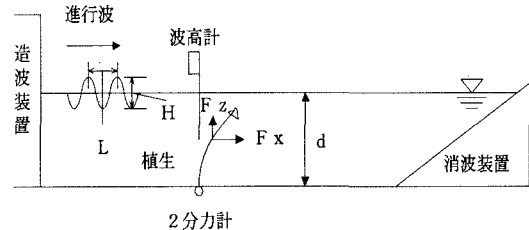


図-1 実験装置概要図

3. 結果および考察

「アサザ」と「コアマモ」に作用する波力 F_x, F_z および水位 η の時間変化の一例を図-2と図-3の(a)に示す。アサザの場合には、浮葉部に作用する波力が支配的となる結果、 F_z の正方向(上向き)に大きな衝撃的な波力が作用している。この場合、茎は斜め上向きに緊張状態となっている。コアマモの F_z は、 F_x より小さい。 F_z の位相は F_x の位相より約1/4周期進んでいる。これら記録時間内における F_x, F_z の正の最大値を $F_{x\max}, F_{z\max}$ 、負の最大値を $F_{x\min}, F_{z\min}$ とする。周期 $T=2\text{s}$ の場合における、 $F_{x\max}, F_{z\max}, F_{x\min}, F_{z\min}$ の入射波高 H_1 に対する変化特性を図-2と図-3の(b)にそれぞれ示す。これら波力は、波高 H_1 の増加にともない大きくなっているが、 $H_1>20\text{cm}$ では増加率が小さくなっている。これは、波高の増加に伴い波の水粒子速度 u, v が増加すると、植生の傾倒や浮葉部の形状変化が大きくなる結果、流れに対する植生の投影面積が減少するためと考えられる。

植生1本(or1株)に流体力が作用する結果失われる単位時間当たりの波の損失エネルギー E_f は、植生に作用する流体力と主流速度(波の水粒子速度)の積で評価できる²⁾。厳密には作用流体力と速度の場所的分布を考慮する必要があるが、(1)、(2)式で E_f を近似評価する。 E_{fx}, E_{fz} は流体力 F_x, F_z による損失エネルギーである。

$$E_{fx} = 1/T \int_0^T F_x(t) \cdot u_p(t) dt \quad \text{-----(1)} \quad E_{fz} = 1/T \int_0^T F_z(t) \cdot v_p(t) dt \quad \text{-----(2)}$$

u_p, v_p は、植生部の代表位置における u, v である。アサザの場合は静水時の浮葉部の位置を、コアマモの場合は静水時に直立している葉部の中間点を代表位置(=床面より15cm上方)とした。周期 $T=2\text{s}$ の場合における、 E_{fx}, E_{fz} 並びに $TE_f=E_{fx}+E_{fz}$ の波高 H_1 に対する変化特性を図-2と図-3の(c)にそれぞれ示す。図中には、 TE_f の H_1 に対する近似式を記入している。これら植生が、波に対して揺動しない仮定するなら、 TE_f は波高 H_1 の3乗に比例すると考えられるが、実際には揺動したり葉部が形状変化する結果、 TE_f は H_1 の3乗に比例していない。

上記の TE_f を用いると植生の微小区間 dx での波の透過率 K_t は(3)式で評価できる。

$$K_t = \{1 - 8 N \cdot TE_f \cdot dx / (\rho g c_g H_1^2)\}^{0.5} \quad \text{---(3)} \quad N: \text{単位面積当たりの植生の本数又は株数}, c_g: \text{群速度}$$

水深 $d=53\text{cm}$ の水域に、本実験に用いたアサザが密度 $N=100, 150, 200 \text{本/m}^2$ で植生幅 B に渡って生育してい

キーワード：植生に作用する波力、植生の消波機能、沈水植物、浮葉植物

連絡先：〒239-8686 横須賀市走水1-10-20 防衛大学校建設環境工学科 Tel 0468-41-3810 Fax 0468-44-5913

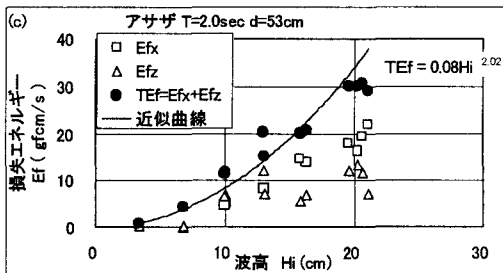
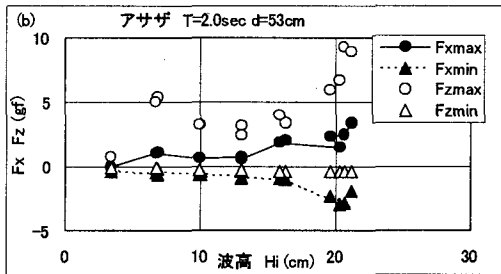
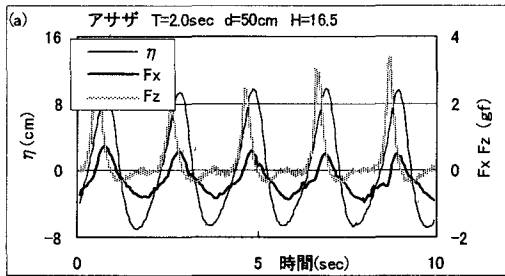


図-3 波力とエネルギー損失特性 (アサザ)

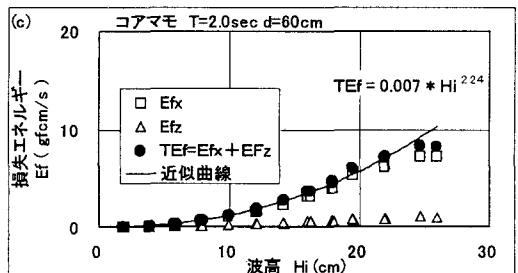
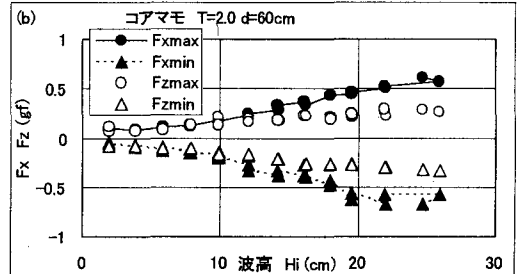
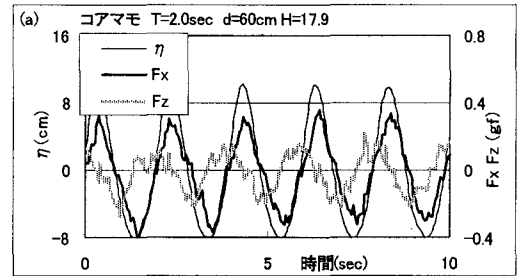


図-4 波力とエネルギー損失特性 (コアマモ)

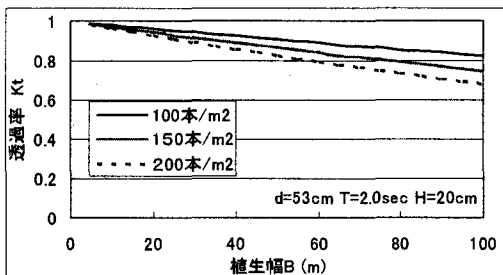


図-5 アサザ群による消波効果

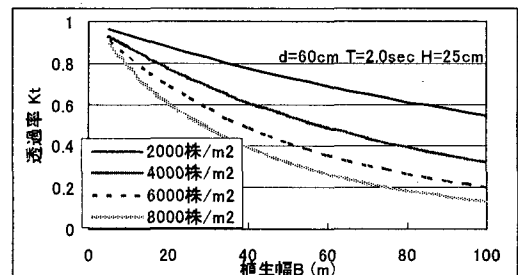


図-6 コアマモ群による消波効果

る場合、 $T=2s$ 、 $H_i=20cm$ の波が透過した場合の波の透過率 K_t を(3)式を植生幅 B の間で逐次計算して評価した結果を図-4 に示す。水深 $d=60cm$ の水域に、本実験に用いたコアマモが密度 $N=2000$ 、 4000 、 6000 、 8000 株/ m^2 の状態で植生幅 B に渡って生育している場合、 $T=2s$ 、 $H_i=25cm$ の波が透過した場合の透過率 K_t を(3)式を用いて評価した結果を図-5 に示す。計算に用いた植生の密度 N は、季節変動する現地における植生密度の代表値である。

参考文献

- (1)林ら：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。
- (2)林ら：水辺植生に作用する波力と消波機能に関する研究、海岸工学論文集第 48 巻(2)、pp.891～895、2001。