

潮汐流場における模擬植生内の流れ特性に関する実験的研究

東京電機大学 学生会員 ○秋吉 信哉
 東京電機大学 正会員 武村 武
 東京電機大学 正会員 有田 正光

1. はじめに

波動場や河道内に存在する植生周りの流れ特性に関して流体力学上強い関心がもたれ、これまでに多くの理論的・実験的研究がなされてきた^{1),2)}。しかし、潮汐流などに起因する長周期往復流場における植生周りの流れ特性に関する研究はほとんど知見がないのが現状である。

熱帯や亜熱帯地域において、潮汐流の影響が大きい河口域に生育する植生の代表例としてマングローブ林があげられる。マングローブの形態的特徴の一つである気根は、河床の泥土の移動を減少させ侵食を防ぐ効果を持つことが知られている³⁾。このようなマングローブ林による環境保全効果を検討する上で、潮汐流による植生周りの流れ特性を明らかにすることは重要な検討事項の一つと考えられる。

本研究では、大型平面水槽を用いて潮汐流場を再現し、模擬植生内における流れ特性に関して基礎実験により検討することを目的とする。

2. 実験概要

実験装置は図-1に示すように、水路部(幅0.05m,高さ0.2m,長さ6.0mの亚克力製水路)、水路上流側ピット部(幅0.63m,長さ1.34m,高さ0.3m)、海域部(縦2.0m,横7.5m,高さ0.5mの水槽)ならびにプランジャータイプの潮汐発生装置によって構成されている。模擬植生はマングローブのような非揺動型植物を想定し、プラスチック素材の棒(直径1.00mm,植生高さ80mm)を用いて植生密度を変えたものを2ケース作成した。植生配列の詳細を図-2に示す。これを長さ0.96mの亚克力板に千鳥状に配列し、水路部の中央付近($X=2.5\text{m} \sim 3.5\text{m}$ 地点)に設置した。

実験条件を表-1に示す。流速の測定はPIV(Particle Image Velocimetry)により実施した。また、流れの可視化にはアルミ粉法を用いた。可視化画像は、植生内領域の上部からレーザーシート光(YAG/YVO₄ laser)を照射し Panasonic 製デジタルビデオカメラ(NV-GS250)を用いて30fpsで取得した。

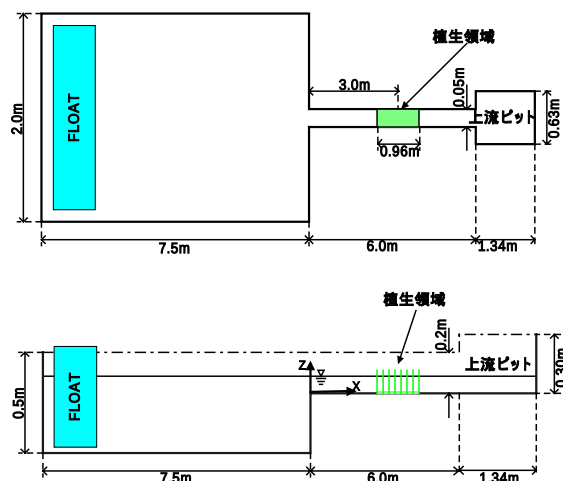


図-1 実験装置

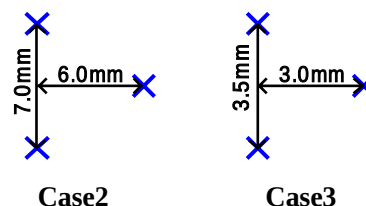


図-2 模擬植生の配列間隔

表-1 実験条件

Case	平均水深 (cm)	周期 (sec)	振幅 (mm)	植生の有無	植生密度 (本/cm ²)
1	7.00	180	10.0	無	-
2				有	0.6
3				有	2.1

3. 実験結果および考察

植生の存在が流速の鉛直分布に与える影響について検討した。計測結果を図-3(Case1), 図-4(Case2), 図-5(Case3)に示す。可視化画像の撮影地点は植生内中央部($X=3.0\text{m}$ 地点)である。測定は、数周期分の得られた測定データより位相平均を求め、流速の鉛直分布を算出した。その際、最大上げ潮時を $t=0$ と定義し、半周期分($t=0 \sim \pi$)までのデータを使用した。また、河床部の流速は 0cm/s とした。算出されたデータを以下の式により無次元化し、検討を行った。無次元化に用いた式を以下に示す。

キーワード 潮汐流, マングローブ, 模擬植生, 流速鉛直分布

連絡先 〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町大字石坂 TEL:049-296-2911 FAX:049-296-6501

$$\frac{z}{H} = \frac{\text{流速算出ポイント}}{\text{平均水深}} \quad \dots (1)$$

$$\frac{u}{U_0} = \frac{0.5 \sim 5\text{cmの各流速データ}(t=0 \sim \pi)}{z=5\text{cmにおける最大上げ潮流速}(t=0)} \quad \dots (2)$$

まず, Case1 の流速変動に着目する. グラフより, $t=\pi/2$ 付近において, 下層部($z/H<0.3$)では流れがすでに下流方向へ反転しているのに対して, 上層部($z/H>0.4$)では, まだ上流方向への流れが確認でき, 流れが反転している様子が明確にわかる. さらに, $t=2\pi/3$ になると全層において流れが反転しており, かつ, $z/H>0.4$ では下層部($z/H<0.3$)に比べ, $t=\pi/2$ からの変動分が明らかに高いことから, 上層部で急激な流速の変動があったことが確認できる. 以上のような流れの反転の際に生じる位相差は, 下層部に比べ, 流速の速い上層部の方が, より大きい慣性力が掛かっているため, 流速が反転した際($t=\pi/2$)に慣性力が弱い河床部から変動し始めるためであり, これは潮汐流場における流速変動特性の一つである.

次に, Case2, 3 について同様に下層部付近の流速変動に着目する. Case2 では, $t=\pi/2$ において $z/H<0.1$ で流速が急激に変動している様子が確認できるが, Case1 に比べると変動する領域が狭まっているのがわかる. 植生密度の高い Case3 に関して同時刻($t=\pi/2$)の下層部付近における流速変動に着目すると Case1, 2 のような急激な変動は見られず, ほぼ全層が一般的な流速分布となっており, 穏やかに流れが遷移していく様子が確認できる. 以上の結果より, Case2 では模擬植生が流れの反転の際に大きな抵抗となり, 急激な流速の変動があまり現れず, さらに Case3 では, 模擬植生の密度が高くなったため, その効果が大きくなったと考えられる.

4. まとめ

潮汐流場における模擬植生内の流れ特性に関して基礎実験により検討した. 本実験より, 植生が存在しない場合は, 流れが反転する際に, 下層部と上層部における明瞭な位相差が確認できた. それに対し, 植生が存在する場合, 流れが反転する際に下層部で生じる流速の変動に大きな傾向は見られず, その変動は植生が存在しない場合に比べ, 明らかに抑制されており, 植生の存在が潮汐流場に大きく影響を与えていると考えられる.

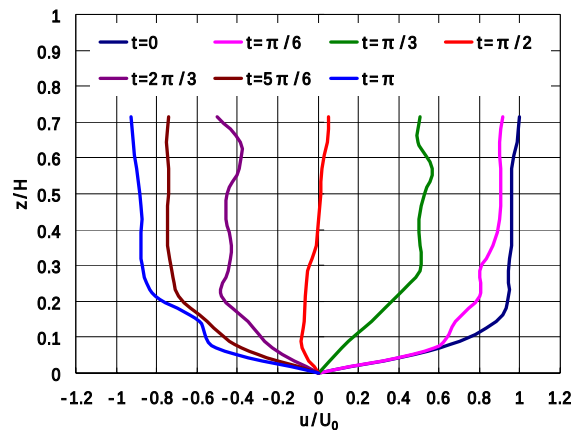


図 - 3 流速鉛直分布(Case1)

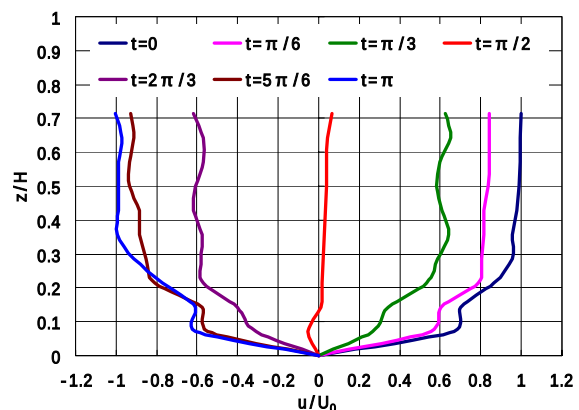


図 - 4 流速鉛直分布(Case2)

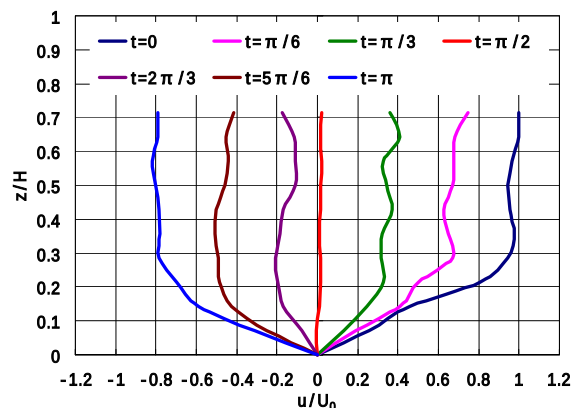


図 - 5 流速鉛直分布(Case3)

参考文献

- 1) 田中厚至, 長岡裕, 原恒司(1999): 往復流下における柔軟な植生周りの流れに関する研究, 海岸工学論文集, 第 46 巻, pp. 806-810
- 2) 白川裕之, 大西久史, 福井吉孝(2003): 水路中の樹木群に作用する流体力について, 流体力の評価とその応用に関する研究論文集, 2, pp. 104-109
- 3) 有田正光, 池田裕一, 中井正則, 中村由行, 道奥康治, 村上和男(1998): 水圏の環境