

様々な密生度を持つ水没した植生群を有する流れに関する研究 Study of the flow which has the submerged vegetation with the various density

○ 安瀬地一作・島田正志・田中忠次

AZECHI Issaku · SHIMADA Masashi · TANAKA Tadatsugu

1.はじめに

近年、親水を意識した水路が求められており、植生が繁茂した水路が多く見られる。このような植生を有する開水路の研究は活発に行われており、その乱流構造や抵抗特性などが次第に明らかになってきている。これらの研究では、ほとんどが植生は水路に一樣に存在している場合を対象としている。しかし、実際の植生は流下方向や横断方向に繁茂形態が一樣ではなく、流下に従い密になったり粗なったりと変化するため、実際の現場への適用を考えるとまだ実用的とは言いがたい。そこで、本研究では植生が一樣に存在していない場合を対象とした水理実験を行いその抵抗特性を実験的に検討した。また安瀬地・木ノ瀬¹⁾のモデルを用いた解析を行った。そして、現場への適用の可能性を検討する。

2.実験方法

実験は東京大学農学部幅30cm全長16mの循環型直線可変勾配水路で行った。模擬植生には変形しないアルミの棒(直径2mm)を用いた。ここで、実際の植生群は柔軟で流れによって変形するが、本研究では変形の影響を考えず植生群の非一様性についてのみ考察するために変形しないアルミ棒を用いた。実験植生水路は、まずFig.1のような穴2.5mm、ピッチ4mmのパンチング板を厚さ5cmの発泡スチロールの上に貼り付け、水路全域にわたって設置し、パンチング板の穴にアルミの棒を差し込むことで作成した。

3.実験条件

実験は流下方向に様々な密生度変化させて行った。まず密な場合として横方向に32mm間隔(Fig.1のパンチング板の穴8個間隔)、流下方向に約27.7mm間隔(パンチング板の穴4個間隔)で配置したもの(Fig.2参照)。粗な場合として、密な状態から交互に1本ずつ減らして千鳥状に配置したものをを用いた(Fig.3参照)。この2種類の密生度の模擬植生を上流からはじめの2mは植生が粗な区間

その後4mは植生が密な区間なるように配置した場合、およびその反対ではじめが密その後、粗となるように配置し、ポイントゲージにより水深を計測した。そのときの実験結果と解析結果をそれぞれFig.4、Fig.5に示す。

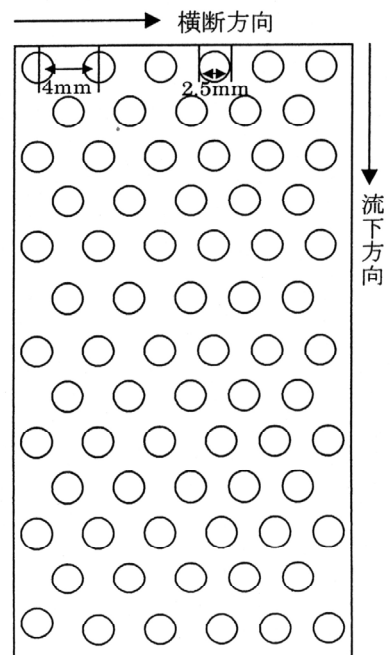


Fig.1 実験装置
Experimental setup

4.解析

解析には、安瀬地・木ノ瀬¹⁾のモデルを用いた。このモデルは水深方向に断面を植生領域((1)式)と表面領域((2)式)に分割して考えるモデルである。(1)式と(2)式から断面平均エネルギー勾配(3)式が得られる。

$$gh_1 I_{e1} = -f(\Delta u)^2 + f_w \frac{2h_1 u_1^2}{B} + f_b \frac{u_1^2}{2} + \frac{C_D \lambda u_1^2 h_1}{2} \quad (1)$$

$$gh_2 I_{e2} = f(\Delta u)^2 + f_w \frac{2h_2 u_2^2}{B} \quad (2)$$

$$I_e = \frac{C_1 u_1 + C_2 u_2}{gh} \quad (3)$$

ここに $C_1 \equiv \frac{f_w}{B} h_1 + \frac{f_b}{2} + \frac{C_D \lambda h_1}{2}$ 、 $C_2 \equiv \frac{f_w}{B} h_2$

u_1, u_2 はそれぞれ植生領域、表面領域の平均流速、 I_{e1}, I_{e2} は植生領域、表面領域のエネルギー勾配 I_e : 全断面平均エネルギー勾配、 f_w : 側壁の摩擦損失係数、 f_b : 底面の摩擦損失係数、 C_D : 植生の抗力係数、 λ : 植生の存在密度、 h_1, h_2 : それぞれ植生領域、表面領域の水深である。

5.まとめ

Fig.4、Fig.5 において○が実測値、●が計算値である。結果からもわかるように流下に従い急激に植生密度が変化するような流れにも対応できておりおおむね良好な計算結果が得られている。また、流下に従い密度が減少する場合は増加する場合に比べて流下にしながら加速する傾向が見られる。

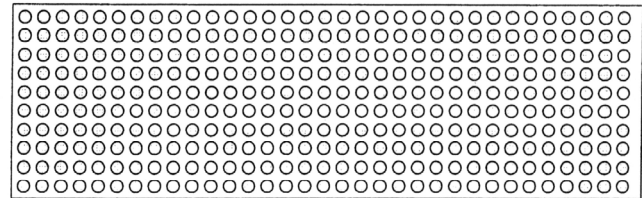


Fig.2 密な状態の配置図
Arrangement of a high density state

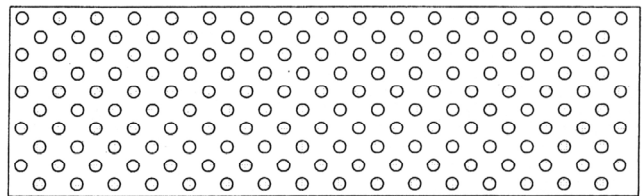


Fig.3 粗な状態の配置図
Arrangement of a low dense state

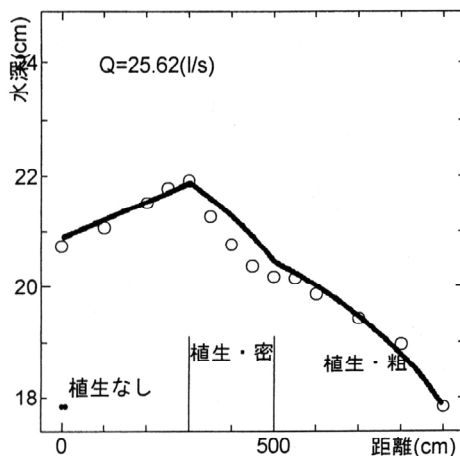


Fig.5 実験結果
Experiment result

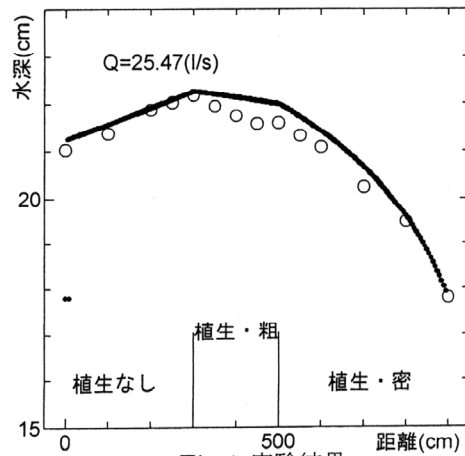


Fig.4 実験結果
Experiment result