

京都大学大学院 正 員 瀬津家久 京都大学大学院 学生員 山本義暢
京都大学大学院 学生員 ○酒井 悟

1. はじめに

トレンチ・ワンドといった「瀬と淵」を有する流れは近年多自然型河川工法の一環として用いられることが多く、注目を集めている。このようなキャビティー流れにおいて組織渦に注目した研究は多いが、パラメータを系統的に変化させてキャビティー流れの乱流構造の変化を検討している研究は少ない。よって本報ではキャビティーのアスペクト比(L/H , L :キャビティー長さ, H :キャビティー高さ)及びフルード数を系統的に変化させてその乱流構造の変化について考察を行う。

2. 実験方法と水理条件

本報で使用した水路は長さ 10m, 幅 40cm の勾配可変型循環式水路である。4 ビーム後方散乱型 2 成分レーザ流速計を用いて長時間点計測を行った。水路上流端から 5.5m の位置に設けたキャビティーの形状及び座標系を図-1 に示す。また各ケースの水理条件を表-1 に示す。ここに Q は流量, h はキャビティー上流部における水深, $Re = U_m h / \nu$ はレイノルズ数, U_m はキャビティー上流部の断面平均流速, $Fr = U_m / \sqrt{gh}$ はフルード数である。

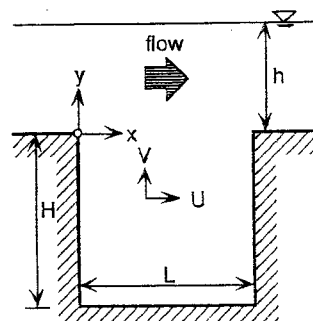


図-1 キャビティー形状と座標系

表-1 水理条件

CASE	$Q(\text{l/s})$	$h(\text{cm})$	h/H	L/H	Re	Fr
Q253	2.5	6.6	1.0	3.0	6300	0.12
V301	0.9	3.3	0.50	3.0	2300	0.12
V302	4.2	6.6	1.0	3.0	10600	0.20
V303	6.4	6.6	1.0	3.0	16000	0.30
V502	4.2	6.6	1.0	5.0	10600	0.20
V503	6.4	6.6	1.0	5.0	16000	0.30
V702	4.2	6.6	1.0	7.0	10600	0.20
V703	6.4	6.6	1.0	7.0	16000	0.30

3. 解析結果および考察

開水路キャビティー流れにおいては、主流とキャビティーの境界面より下の領域に死水域、また場合によっては循環渦、再付着点が存在する。図-2 には $Fr=0.2$ におけるキャビティー内の流れを示した。 $LH=7$ のケースでは、下流端付近に新たな渦が出現している。上流側の循環渦が、段落ちとして作用する上流壁に由来するものであると考えれば、下流端側の渦は衝突壁として作用する下流壁に由来するものであり、この現象は藤田ら¹⁾の結果にも見られる。一方、 $LH=3$ は上、下流の両循環渦が合体している場合と考えられ、 $Fr=0.2$ において乱れエネルギー、レイノルズ応力がキャビティー中央付近でピーク値をとる。また、 $LH=5.0$ は両者の中間と考えられる。ところが、 $Fr=0.3$ の場合には図-3 に示すように $LH=3$ の場合において乱れ強度が下流端付近でピーク値をとる。これは流速差が大きいため主流がキャビティー内に侵入して流体混合の激しいせん断層が下降し段落流れ²⁾に的になり、その結果下流端による循環渦より上流端の循環渦の影響が強くなっているものと考えられる。このことは図-4 に示すレイノルズ応力の流下方向変化によっても確認できる。また本報では確認できなかったがこの場合さらにアスペクト比を大きくしていくと藤田ら¹⁾のように再付着点が現れるものと予測される。以上から水面変動の影響の少ないキャビティー流れにおける乱流構造にはアスペクト比に加えフルード数(せん断層の流速差)も効果的に効いてくるものと考えられる。図-5, 6 にキャビティー内の最大平均逆流速および最大水深方向平均流速とキャビティー形状比の関係を示し、また図-7 に本報で明らかになったアスペクト比およびフルード数の変化に伴うキャビティー流れの乱流構造の変化のフローチャートを示す。

Ichisa NEZU, Yoshinobu YAMAMOTO, Satoru SAKAI

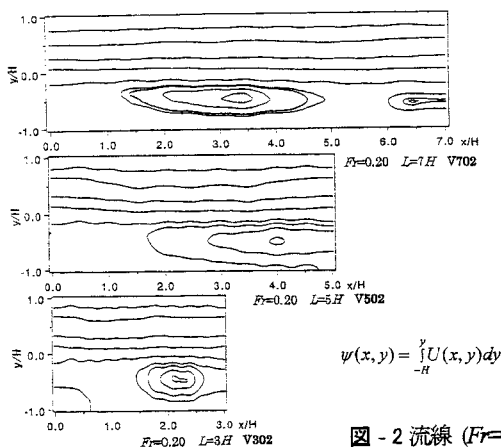


図-2 流線 ($Fr=0.20$)

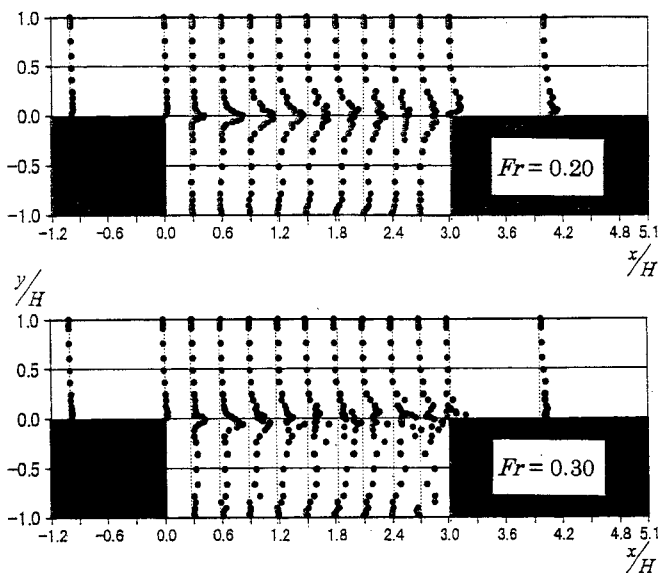


図-4 レイノルズ応力の流下方向変化 ($L/H=3.0$)

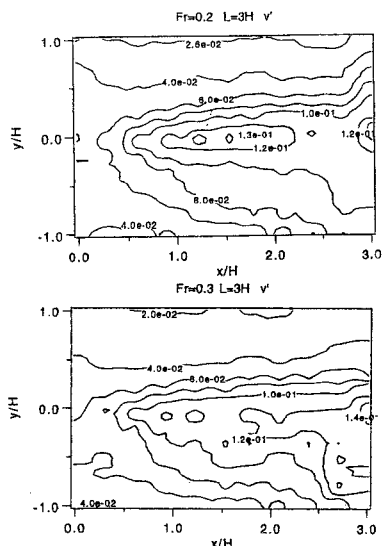


図-3 鉛直乱れ強度 v' のコンター

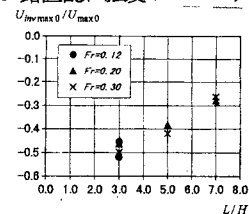


図-5 最大平均流速とキャビティ形状比の関係

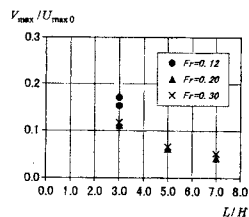


図-6 最大 downstream 平均流速とキャビティ形状比の関係

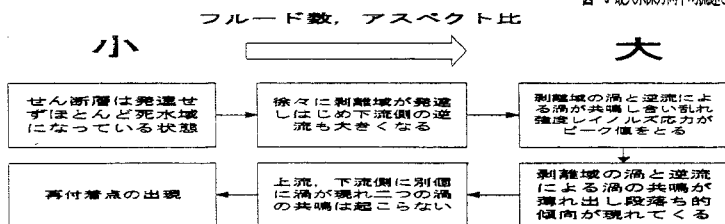


図-7 アスペクト比およびフルード数の変化に伴うキャビティ流れの変化

4. おわりに

本報ではキャビティ流れにおいてアスペクト比, フルード数を系統的に変化させ, その乱流構造への影響を考察した. 今後はフルード数のより大きな場合において, この二つのパラメータに加え水面変動による乱流構造への影響を検討していく必要があると思われる.

参考文献

- 1) 藤田・神田・門脇・森田: 土木学会論文集, No. 559/II-35, pp.79-88, 1996.
- 2) 楠津・中川・天野: 水工学論文集, 第30巻, pp.601-606, 1986.