

II-367

瀬割堤下流部の二次流および河床形状について

熊本大学 工学部 正 員 〇大本 照憲
九州大学 工学部 正 員 平野 宗夫
建設技術研究所(株) 正 員 天野 光歩

1. はじめに

瀬割堤は、合流角の影響を軽減させる作用を持ち、その結果、遠心力の作用による二次流は減衰し¹⁾、乱れの非等方性によって発生する二次流が卓越する²⁾。著者らは、前報²⁾において、同規模の流れが平行に合流する場を設定し、全潤辺滑面の場合における平均流及び乱流特性について実験的考察を行った。本研究では、底面に粗度を設けた境界で流速変動を計測し、二次流の挙動について底面が粗面の場合と全潤辺滑面の場合で比較検討を行った。さらに、移動床実験を実施し、瀬割堤下流部の二次流が河床形状に与える影響について考察した。

2. 実験装置及び方法

実験水路は、長さ6m、幅25cm、高さ23.5cmの亚克力樹脂製の可変勾配水路である。隔壁として厚さ1mmのステンレス板が水路上流端より長さ2mにわたって水路中央に設置されている。なお、河床には粗度として中央粒径1.7mmのポリスチレン粒子を一様に貼り付けている。流速変動は、表-1の水理条件下で隔壁より下流に0.5cm, 20cm, 50cmの三断面において計測した。センサーには、熱線流速計システムにX型エンドフロブローブを使用し、流速の主流方向成分と鉛直方向成分、および主流方向成分と横断方向成分の同時計測が同一地点で行われた。計測結果は、サンプリング周波数150HzでAD変換した後、一測点4096個のデータに関して統計処理を施した。また、移動床実験では、河床材料として中央粒径および幾何標準偏差 $\sigma_g = \sqrt{d_{84}/d_{16}}$ が、それぞれ $d_{50} = 0.94\text{mm}$ および1.26の均一に近い砂を用いた。河床材料を測定長全域にわたって厚さ約3cmで均一に敷き、所定の水理条件で通水した後、河床波が平衡状態に達したと見なされる時点で、河床の横断形状を超音波測深器を用いて測定した。

3. 実験結果

1) 主流速および二次流

座標系は、隔壁の末端における河床位置を原点とし、主流方向にx軸、横断方向にy軸、鉛直上方にz軸を取る。図-1および2は、それぞれ全潤辺滑面の場合および底面のみ粗面の場合における二次流ベクトルおよび主流速の等値線を示す。主流速の等値線は、二次流ベクトルの方向に突出しており、二次流により運動量が輸送されていることを示している。全潤辺滑面の場合、 $X=20\text{cm}$ では、隔壁下流位置では上昇流、隔壁から水深スケール離れた位置で下降流となる一対の縦渦が観察され、これらの縦渦はコーナ・パイセクターの水面側渦が発達したものと考えられる。また、その両側には、底面側渦

表-1 水理条件

流量	$Q=0.79(\text{l/sec})$
水深	$H_m=3.13(\text{cm})$
平均流速	$U_m=10.1(\text{cm/sec})$
摩擦速度	$U_* = 2.48(\text{cm/sec})$
水路勾配	$I_b = 1/500$
レイノルズ数	$Re = 2775$
フルード数	$Fr = 0.183$

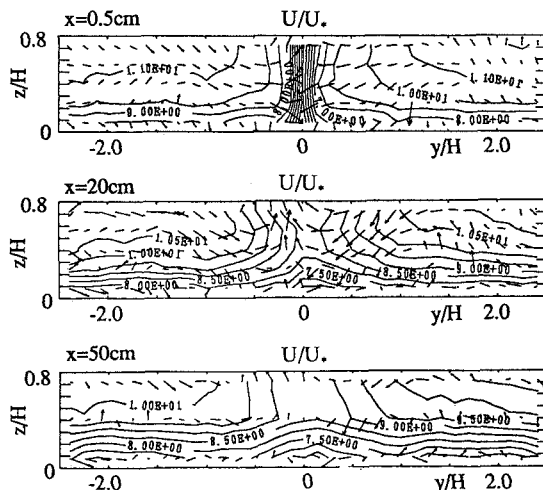


図-1 主流速等値線および二次流ベクトル(滑面)

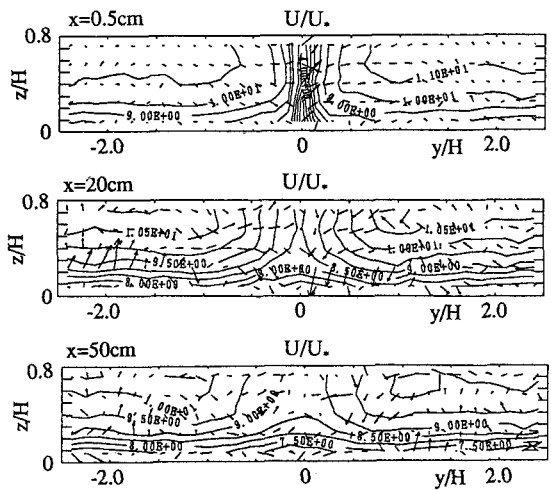


図-2 主流速等値線および二次流ベクトル(粗面)

と推測される比較的弱い縦渦が観察される。更に下流の $X=50\text{cm}$ においても、これらの縦渦は $X=20\text{cm}$ の場合と同様の配列を示し、わずかに減衰してはいるものの、主流速への影響は無視し得ないことが認められる。一方、底面が粗面の場合、全体的傾向は全潤辺滑面の場合と類似しているが、 $x=20\text{cm}$ の隔壁下流位置で半水深より下層領域に比較的強い下降流の現れていることが注目される。これは、コーナ・パイセクターの底面側渦が底面粗度により側方への移動を抑制されたことが示唆される。

2) 河床形状および掃流砂量

移動床流れにおいて、水深スケールの縦渦すなわち二次流が発達した場合、河床には規則的で明瞭な縦筋が形成される。写真-1は、表-2のRun1の実験条件下で通水し、240分経過した際の河床形状である。隔壁下流位置およびその両側に主流方向に平行に Sand Ridges が形成されていることがわかる。また、図-3は、表-2の実験条件下で通水した際の河床の横断形状を示している。Sand Ridge は、Run1およびRun2の場合、 $y/H=0$ および $y/H=\pm 2.0$ 付近に発生しているのに対して、Run3では、 $y/H=0$ にしか現れていない。縦筋河床の形成領域は、砂粒レイノルズ数が8以上で、かつ掃流力が限界掃流力と3倍の限界掃流力の範囲であることから³⁾、表-2に示されているように、Run1およびRun2は縦筋河床の形成領域内に入っているが、Run3では掃流力が限界掃流力の3倍を越えているため縦筋河床の形成領域外に当たるため、隔壁下流位置以外ではSand Ridge が現れなかったものと考えられる。図-4は、Run1の $x=200\text{cm}$ における掃流砂量の横断分布を示す。図-3のRun1を参照すれば、掃流砂量は $y/H=0$ および ± 2 のSand Ridgeで少なく、 $y/H=\pm 1$ および ± 3 のSand Troughで多く、掃流力が横断方向に大きく変化していることが推察される。

<参考文献> 1) 岸 力 代表：文部省科学研究費成果報告書「沖積河川における洪水制御と治水安全度の向上に関する研究」,1988

2) 大本、平野、天野：開水路合流部の三次元乱流構造、第22回乱流シンポジウム講演論文集,1990

3) 大本、平野：縦筋河床の形成領域と掃流力の分布特性に関する研究、土木学会論文集,第399号/II-10,1988

表-2 水理条件（移動床実験）

		Run1	Run2	Run3
水深	$H(\text{cm})$	3.0	2.5	2.25
平均流速	$U_m(\text{cm/sec})$	24.8	29.1	32.5
水路勾配	I_0	1/150	1/150	1/150
フルード数	Fr	0.46	0.59	0.69
摩擦速度	$U_* (\text{cm/sec})$	2.40	3.36	4.34
砂粒レイノルズ数	Re_s	22.6	31.6	40.8

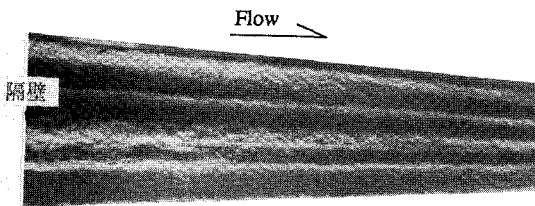


写真-1 合流部の河床形状 (Run1)

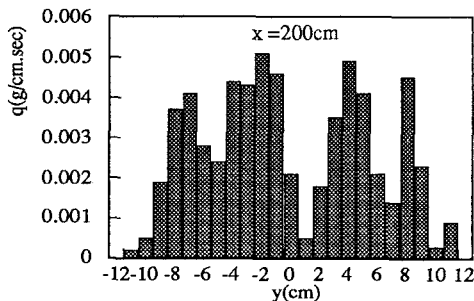


図-4 掃流砂量の横断分布 (Run1)

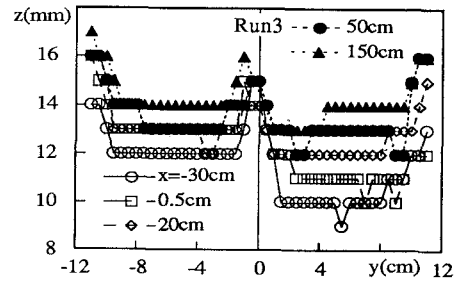
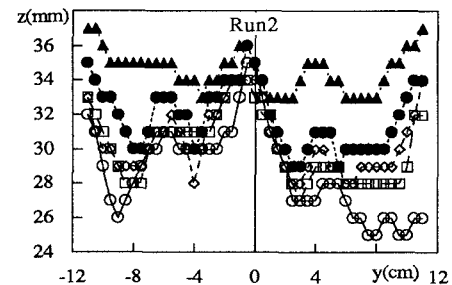
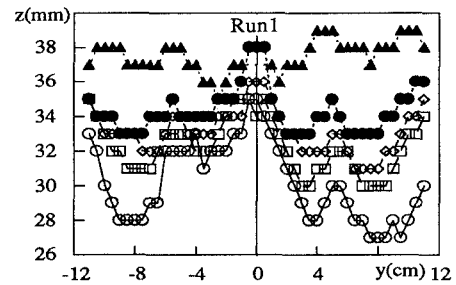


図-3 河床の横断形状