

高水敷掘削型わんどにおける土砂堆積機構について

名古屋工業大学

○篠田 藍子

名古屋工業大学 学生会員 阪巻 実佳

名古屋工業大学 正会員

富永 晃宏

1. はじめに

近年、頻発する水害を受けて河道疎通能力増大のための河道掘削が各地で行われている。複断面河道では高水敷の一部を掘削して河積の拡大を図っているが、同時に生態環境に配慮して冠水頻度の高い河原やわんどの造成を行うことが試みられている。揖斐川では高水敷の掘削により大正時代に設置されたケレップ水制が出現し、これを残した形でわんど環境が復元された。わんど内は流速が小さいため多様な生物にとって格好の生息、繁殖、避難場所となっている一方、人工わんどには洪水により埋没するという不安定な部分もある。そこで、わんどを長期的に維持するためには、高水時の土砂輸送に留意し、わんどおよびその周辺の河床の変化を予測することが必要である。本研究では、高水敷掘削型わんどにおける土砂輸送について、実験と現地観測によって検討する。

2. 現地調査の結果

2002年の河道掘削によりケレップ水制が現れた揖斐川35km右岸の調査を2003年5月、2004年4月、10月、11月の計4回行い、砂の堆積状況と堆積砂の粒度分布を計測した。図-1に掘削箇所と水制の位置を示す。図の波線が掘削ラインを示す。砂の堆積状況の変化を写真-1に示す。掘削から間もない2003年にはほとんど堆積が見られなかったが、次第に水制背後の堆積が大きくなっている。特に2004年は台風による数度の大出水があったため急速に堆積が増大したと考えられる。先頭2基の水制先端の積石は崩れて流されており、水制背後の堆積は下流側ほど大きくなっていた。最下流の水制下流側に堆積した砂の粒径加積曲線を図-2に示す。水制の先端付近には比較的粗い砂が堆積し、根元に近づくほど細かい砂が多くなり、砂浜のようになっているのが確認できた。

3. 実験条件および実験方法

高水敷の掘削は新たに低水路と高水敷の中間に当たる中水敷を形成する。本研究ではまずこうした複断面河道のわんどにおける土砂堆積に着目して実験を行った。実験水路は、長さ4m、幅30cm、勾配1/500の塩ビ製長方形断面水路を用い、水路右岸に幅10cmの塩ビ板を設置し高さ4cmの高水敷を作り、15cm区間を2cm低くしたわんどを設けた。水路の形状を図-3に、実験条件を表-1に示す。浮遊砂には平均粒径0.135mmの珪砂を用いた。流速計測には2成分I型電磁流速計（東京計測製）を用い、主流方向流速 u と横断方向流速 v を計測した。サンプリング周波数100Hzで20秒間計測したデータについて解析した。土砂堆積実験については貯水槽に250lの水と3kgの砂を入れ攪拌した状態でポンプにより循環させた。これにより低水路および高水敷上に河床波を伴う掃流砂と浮遊砂が発生している。

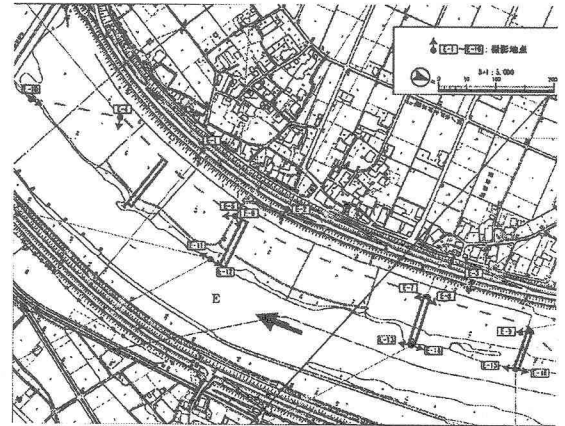
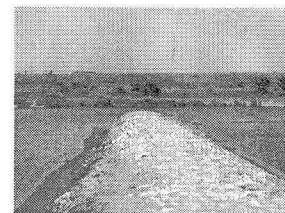


図-1 揖斐川35km地点の掘削箇所平面図



2003年5月21日



2004年4月24日



2004年10月13日



2004年11月26日

写真-1 水制背後の砂の堆積状況の変化

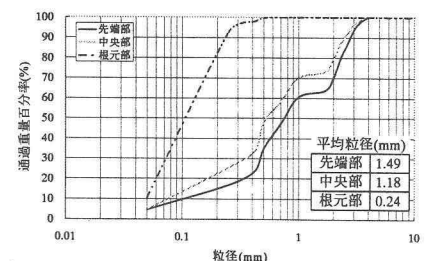


図-2 粒径加積曲線と平均粒径

表-1 実験条件

流量 $Q(l/s)$	6.5
低水路水深 $H(cm)$	6.0
高水敷水深 $h(cm)$	2.0
断面平均流速 $U_m(cm/s)$	46.4
水路床勾配 I	1/500

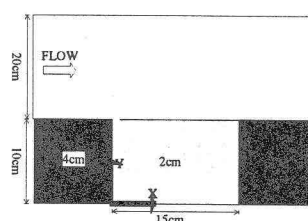


図-3 水路形状

4. 実験結果と考察

図-4に $x=300\text{mm}$, $x=20\text{mm}$, 75mm , 130mm における主流方向流速 U の横断分布を示す。低水路内の $z=15\text{mm}$ における流速が最も大きくその横断分布を見ると、わんど領域を流下するにつれて高水敷近傍の流速が減少している。 $z=30\text{mm}$ の横断分布では、低水路内の流速は流下にしたがってほとんど変化していない。 $x=20\text{mm}$ ではわんど内の土砂堆積により計測できていないが、わんど内では低水路に向かって急激に増加する分布を示しており、横断勾配が大きいことがわかる。 $z=50\text{mm}$ ではわんど上流部の複断面において高水敷上が低速となっているが、低水路と高水敷の水深比に比べてその差は小さく、2次流による運動量輸送が働いて高水敷の高速化したものと考えられる。その結果、高水敷上でもかなりの掃流力を有し、掃流砂が発生したといえる。わんど上の流速は流下とともに急速に減少し、横断方向に大きな勾配を持つようになることがわかる。わんど内では鉛直方向勾配も大きいことがわかる。このように高水敷にわんどを設けることにより、高水敷上および低水路側の流速を減速する効果が働き、抵抗の増大をもたらしていると考えられる。図-5に $y=50\text{mm}$ と 100mm における横断方向流速 V のわんど領域周辺の縦断分布を示す。主流の境界部の $y=100\text{mm}$ において、 $z=30\text{mm}$ ではわんど内へ入り込む流れになっていることがわかる。水面付近では流速が安定していないが、わんど上流端および下流側で低水路側へ向かう流れとなっている。わんど中央の $y=50\text{mm}$ において、 $z=30\text{mm}$ ではわんど上流部で外向き、下流部で内向きの流れとなっており、平面渦構造を呈していることがわかる。 $z=50\text{mm}$ ではわんど域全体において低水路に向かう流れとなっている。以上よりわんど内では平面渦構造が認められるが、本計測では電磁流速形を用いたため壁面近傍の計測が不可能であったため、全体の3次元構造は明らかにできていない。今後PIV法を用いた詳細計測を行う予定である。

土砂堆積については、まず、低水路と高水敷の掃流砂量を計測した。低水路では水路に溝を設け堆積量を測定し、高水敷ではわんどと主流部の境界を遮蔽してわんど内への堆積量を測定した。次に、通常のわんど流れの状態でわんど内の堆積量を測定した。表-6にそれぞれの流砂量と堆積速度を質量表示で示す。現時点では浮遊砂濃度は計測されていない。高水敷の流砂量は低水路の約1/10である。わんど開口部を遮蔽しない通常のわんどの場合、高水敷掃流砂量の約半分の割合で堆積している。すなわち、わんど開口部から低水路側へ砂が出ていっていることになる。今回の実験では浮遊砂よりも高水敷の掃流砂が卓越したため、わんどはむしろ掃流砂の堆積を抑制する効果を与えたといえる。結果的に複断面河道において特徴的な浮遊砂の横断方向輸送による堆積¹⁾やわんどの循環流による堆積²⁾は小さいという結果になった。

5. おわりに

実際の河道では高水敷流速が本実験よりも遅いと考えられ、わんど領域で急拡するような現象が現れる可能性があり、また湾曲の影響もあると考えられる。今後は高水敷粗度や流量の影響を調べるとともに、水制を配置した実験も行い、高水敷掘削によるわんど領域に及ぼす洪水流の影響を検討していきたい。

参考文献

- 1)池田・河村・福元・佐野：低水路側岸部に植生を有する横断面開水路に生じる組織渦と横断方向浮遊砂輸送，水工学論文集，第44巻，pp.795-800，2000
- 2)木村・細田・村本：死水域の浮遊砂堆積過程に関する水理パラメータ依存特性，水工学論文集，第42巻，pp.1057-1062，1998

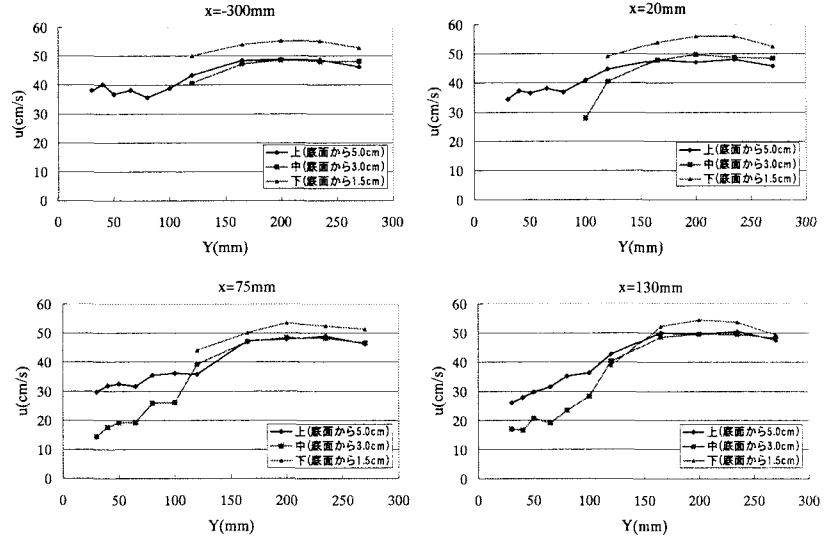


図-4 平均主流速横断分布

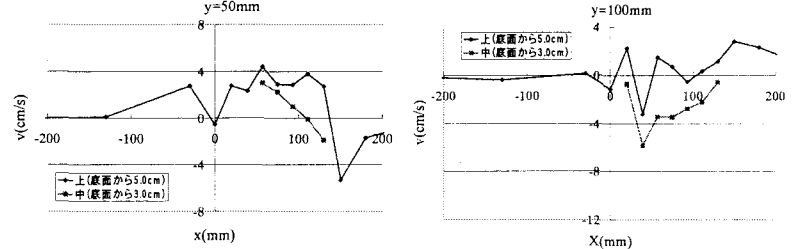


図-5 横断方向平均流速縦断分布

表-6 流砂量および堆積速度

	(g/min/B)
①低水路掃流砂量	265
②高水敷掃流砂量	0.27
③わんど堆積速度	0.12
②-③	0.15