

非定常流時の人工わんどにおける水交換について

名古屋工業大学大学院 学生員 谷川 幸男

名古屋工業大学 正会員 富永 晃宏
C S K 今野 威一郎

1. はじめに 近年の河川に対する生態保全機能への期待の中で、「わんど」が注目され、模型実験によりわんど内流れの特性を把握する試みが行われている¹⁾²⁾。岐阜県羽島郡の国土交通省土木研究所の自然共生研究センターは、河川の自然環境保全・復元のための基礎的・応用的研究の実施し、その結果を広く普及することを目的とした実験施設である。本研究では、自然共生研究センターのわんど研究ゾーンを使用し、流量を変化させる人工洪水実験においてわんど内の水質変化および流れ構造の計測を行った。また、室内模型実験において非定常流を発生させた場合のわんど内の流れ構造について比較検討を行った。

2. 実験方法 自然共生センターでの実験河川は、全長 800m、川幅が底幅で 2.4m である。実験は 2000 年 8 月 23 日の 14:00 より行われ、天気は快晴、気温 37.3 であった。非定常実験は、基底流量 $0.1\text{m}^3/\text{s}$ からピーク流量 $1.0\text{m}^3/\text{s}$ まで約 30 分で増加させ、約 1 時間ピーク流量を維持した後、約 50 分で元の流量に戻すという方法で行われた。計測したわんどは図 1 のようであり、開口部から上流へ深く入り込んでいる。わんど開口部付近は主流部より深く掘り下げられており、約 1/10 の勾配で上流に向かって浅くなっている。また、わんど周囲には抽水植物がびっしりと繁茂していた。流速計測はわんど開口部に沿う測線において超音波ドップラ流速計 (ADV) と 3 成分電磁流速計 (EMV) を用いて行った。水質については DO, pH, 濁度および水温について図 1 に示す A から D 地点の 4 か所で水質チェッカーによる計測を行った。室内実験については、長さ 13m、幅 59.3cm の長方形断面水路の右岸側壁に遮蔽物を設け一区間を開放することでわんどとした。わんど形状を図 2 に示す。水路は勾配 1/2000、流量を 4l/s から 12l/s まで変化させ、水深を初期流量で 6cm になるように設定した。

3. 現地観測結果 図 3 にわんど開口部の縦断方向中央部より 180cm 上下流の底面より 20cm の高さでの水位上昇期の流速時間変化を示す。上流部では小さな変動を示すのみで平均値の変化はみられないが、下流部では水深の上昇期に流速が大きく変化していることがわかる。主流速 U に注目すると、水位上昇直後に正の最大値を示し、上昇期後半から負の値へと変化し、その後一定となっている。流量の増加開始時に流速の変化が生じ、ピーク流量に達する前に安定していることがわかる。横断方向流速 V については水位上昇直後に正から負の値に転じ、平水時に外向きであった流れが上昇期からピーク期にかけて内向きに変化したことがわかる。図 4 にピーク流量で定常期における開口部の水深平均流速縦断分布を示す。上流部でわんどからの流出、下流部でわんど内への流入が生じ、水交換が行われていることがわかる。ま

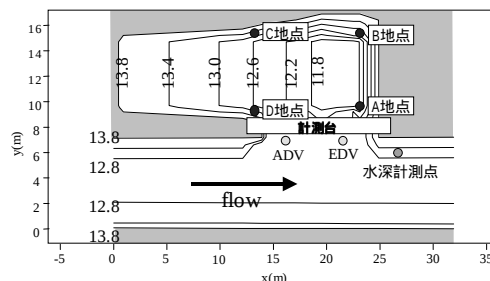


図 1 人工わんど形状および計測点

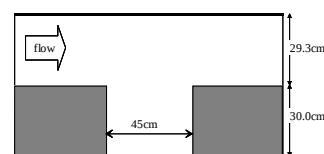
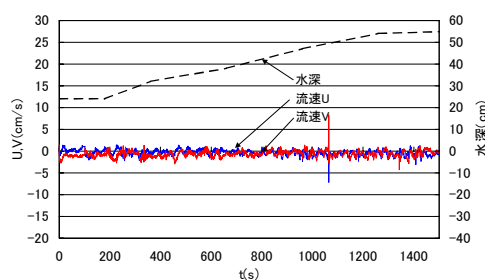
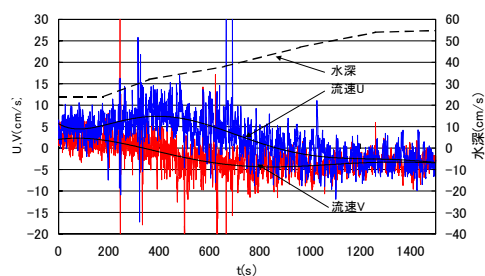


図 2 模型実験わんど形状



(a) 上流部 (ADV)



(b) 下流部 (EDV)

図 3 わんど開口部の流速時間変化

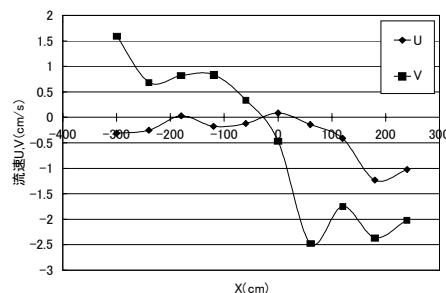


図 4 定常時のわんど開口部流速分布

キーワード：わんど、水交換、水質、現地観測

〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町 名古屋工業大学工学部社会開発工学 Tel. 052-735-5490

た、水位上昇期に安定した下流部の主流速が定常期においても負であることがわかる。

次にわんど内の水質の変化について検討する。図5に全時間における観測点の水深と各水質項目の時間変化を示す。初期の水質に注目すると、わんど内の各店で水温と濁度に大きな差異はないが、DO値やPh値に上流部と下流部で違いがみられ、上流部と下流部の水深の違いが水質に影響しているとも考えられる。増水期間中にこれらの差異がなくなり主流の値へと収束していることがわかる。これより平水時には上下流部の水交換があまり行われてい

ないが、流量の増加によりわんど内と主流域との水交換が発生し、わんど内循環流が形成されて水質が均一化されていくことが確認できる。濁度の値はA地点から順にB、C、Dの順に濁度が変化しており、D地点では初期状態において濁度が大きいのが、主流部からの流入後一度濁度が減少することから、わんど内では開口部方向から一方向の拡散的な変化ではなく、わんど内の循環流によって変化が生じていると考えられる。点Aの濁度の増加はよどみ点への集積作用によると思われる。

4. 室内実験の結果 非定常の室内実験による開口部計測点の流速時間変化を図6に示す。上流部と下流部では流量変化の影響が異なり、上流部の流速はあまり大きな変化を示さない。下流部では流速の変化が大きく現れ、特に水位の上昇期初期の段階で最大流速を示している。室内実験では水位のピーク期間が短いために現地ほど明確な流速の定常状態は現れず、また位置や形状の違いから負の値も現れないが、現地観測と同様の特徴が得られた。図7にわんど内全体の流速ベクトル図を示す。循環流の形成が明らかであり、流量の変化により渦構造は相似性を保ちながら流速のみが変化した。定常流量4, 8, 12l/sでの開口部の横断方向流速Vを各流量時の最大流速 V_{max} で規格化した値の縦断方向分布を図8に示す。開口部での流速分布は流量による変化はあまり認められず分布の相似性が確かめられた。現地計測においてもこれとほぼ同様の分布形状を示すことがわかる。

5. おわりに 現地実験により室内実験では得られないわんど内の水質の変化について検討することができた。流れについては計測点の不足からわんど内の流れ構造をつかむには至らなかったが、室内実験との比較から非定常時のわんど内の水位変化と流速の時間変化の関係と、わんど開口部の水交換機構について同様の傾向が見られた。現地観測の模型実験による再現性には断面形状や植生の影響が考えられ、さらに検討が必要である。

謝辞： 現地計測にあたっては自然共生センター関係諸氏の協力を得ました。ここに記して謝意を表します。

参考文献) 1) 瀬津, 鬼束, 池谷, 高橋: わんど形状が河川に及ぼす影響に関する水理学的研究, 応用力学論文集 Vol.3, pp.813-820, 2) 富永, 今野, 藤長, 北村: わんど内の流れ構造に及ぼす非定常性の影響, 第55回年次学術講演会概要集, -213

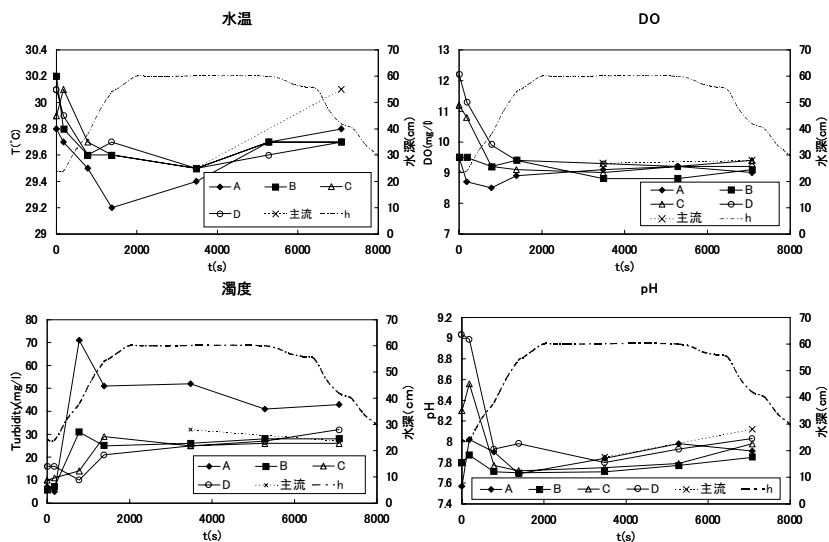


図5 わんど内の水質項目の時間変化

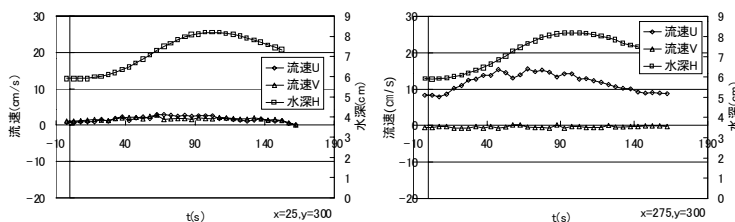


図6 室内実験における流速時間変化

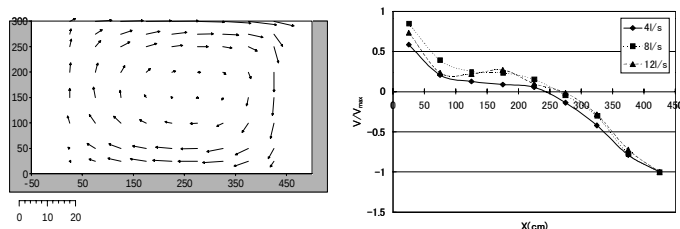


図7 わんど内流速ベクトル

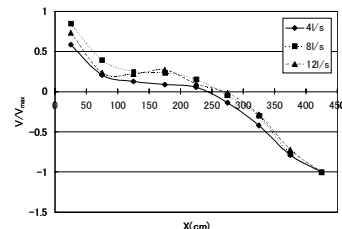


図8 わんど開口部流速分布