

水制工による人工ワンドの環境評価に関する研究

日大生産工 ○武村 武

東京電機大・理工(院) 佐々木 優太

1. はじめに

水制工とは、水流の方向を変化させ土砂を効率よく堆積させることや河岸浸食を軽減するために用いられる、代表的な構造物である¹⁾。この水制工周辺では多様な地形が創出されることになり、近年、このことが水域の新たな環境創造の一手段として注目されている²⁾。

ここで創出される水域環境の一つに「ワンド」があげられる。ワンドとは、河川本流に接続している半閉鎖性水域のことであり、様々な生物にとっての生息域であるばかりでなく、多様な植生が見られるなど、生物多様性の場を提供すると共に、身近な親水域の一つとして利用されることが期待されている。

そこで、本研究では水制工により創出される半閉鎖性水域を人工ワンドと定義し、それが創出する環境の定量評価を目的とし、水理模型実験により流れ特性について検討を行った。

2. 実験概要

実験には、図-1 に示すような長さ 14.0m、幅 0.40m、高さ 0.50m の循環式可変勾配開水路を用いた。水路勾配 i は $i=1/1000$ とした。水路の 8.50m 地点の右岸側に水制の模型を 2 つ設置し、水制間を人工ワンドと見立てた。本研究では、水制間長さを W 、水制長さを L とし、アスペクト比 $AR (=L/W)$ を 3、5 と変えて実験を行った。実験においては、実験水深 9.0cm 程度になるように、水路下流端部で堰上げをした。各実験条件を表-1 に、モデルの概略図を図-2 に示す。

実験では、水平 2 成分の流速データの取得を電磁流速計（(株) ケネック製、VM-801H 型（本体部）、VMT2-200-04P 型（検出部））を使用し行った。なお、サンプリング周波数は 10Hz、計測時間は 20sec である。また、上流側水制から 9.0cm 上流側側壁部を原点とした。

3. 実験結果および考察

はじめに、人工ワンド内の流れ特性を、人工ワンド内の流速分布を用いて検討を行った。図-4 にケース A-1 と B-1 の計測結果を示す。

図-4(a) より、A-1 では上流側の水制から剥離した流れが、下流側水制に衝突し、そのまま人工ワンド内に入り込んでいる。さらに、入り込んだ流れは側壁面に沿って上流側水制まで戻る流れとなっており、

表-1 各実験条件一覧表

case	水制間隔 L (cm)	水制長さ W (cm)	流量 Q (cm ³ /s)	断面平均流速 U (cm/s)	水深 H (cm)	フルード数 Fr
A-1	27	9.0	8641	25.17	9.13	0.27
A-2			7943	24.65	8.57	0.27
A-3			9020	26.42	9.08	0.28
B-1	45	9.0	8754	25.39	9.17	0.27
B-2			8827	27.33	8.59	0.30
B-3			8285	24.03	9.17	0.25

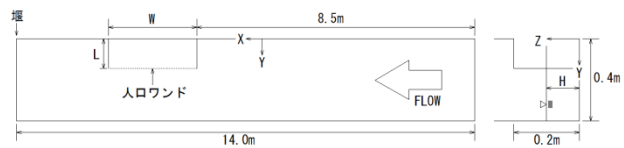


図-1 実験水路の概略図

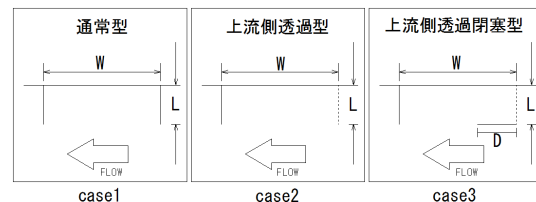


図-2 水制模型の概略図

人工ワンド内を大きく循環する流れとなっている。図-4(b)においても同様に、上流側の水制から剥離した流れが、下流側水制に衝突し、そのまま人工ワンド内に入り込み、人工ワンド内を大きく循環する流れとなっている。さらに、下流側水制壁面近くに、小さな循環流が生じていることが確認できる。

次に、人工ワンド内の流れの乱れの状況について検討する。取得データより、流速の乱れ成分を直接算出することが出来ないため、本研究では代替案として、各測定点において測定された流速データのばらつき度合いの指標として標準偏差を使用した。算出結果の空間分布を図-5 に示す。

図-5(a) より、上流側水制より少し下流側（ $X=0.1-0.2$ m 地点付近）に大きな値を確認できる。ここは、上流側水制により剥離した流れと側壁に沿って戻ってきた循環流との合流地点となっていることから、それらの流れに起因するものであると考えられる。一方、図-5(b) では下流側水制より少し上流側（ $0.40-0.44$ m 地点付近）の人工ワンド内に若干大きな値が確認できる。これは、上流側水制により剥離した流れが側壁面に衝突している付近と一致しており、前述したようにこの付近における複雑な流れが要因と考えられる。

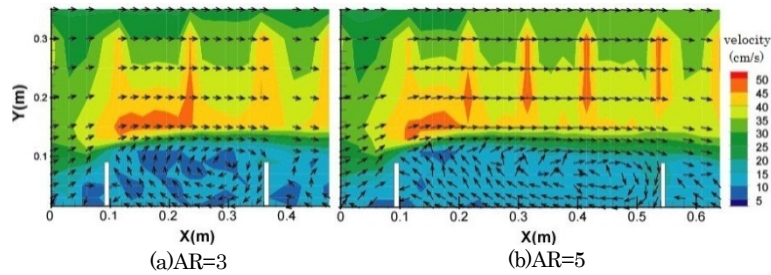


図-4 流速の空間分布（通常型）

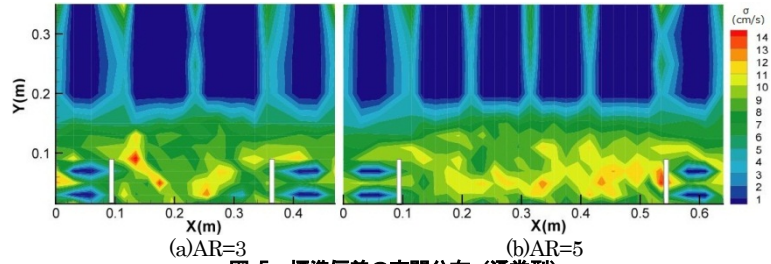


図-5 標準偏差の空間分布（通常型）

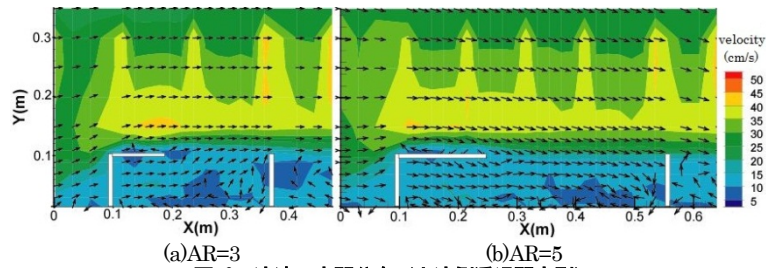


図-6 流速の空間分布（上流側透過閉塞型）

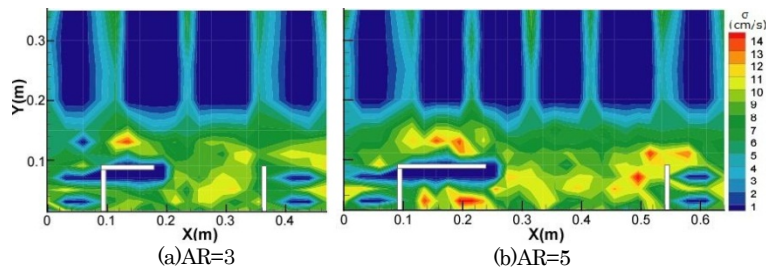


図-7 標準偏差の空間分布（上流側透過閉塞型）

次に、上流側透過閉塞型水制について検討する。流速分布、標準偏差分布の計測結果を図-6、7に示す。図-6(a)より、上流側水制を透過した流れが下流側の水制に衝突して下流側水制付近（ $X=0.32\sim0.36\text{m}$ 地点付近）に小さな循環流が確認できる。図-6(b)では、A-3と同様に上流側水制を透過した流れが、下流側水制に衝突しているが、下流側水制付近（ $x=0.50\sim0.54\text{m}$ 地点付近）に循環流が確認できない。これは人工ワンド内の流速がA-3と比較して若干速く、それにより上流側水制で剥離した流れが下流側水制部で戻り流れを形成しにくくなったためと考えられる。

次に人工ワンド内の流れの乱れの状況について検討する。図-7(a)より、上流側の水制付近（ $X=0.12, Y=0.12\text{m}$ 地点付近）に大きな乱れが確認できる。これは、上流側水制により剥離した流れに起因するものと考えられる。図-7(b)では、上流側水制付近（ $x=0.12\sim0.24\text{m}$ 地点付近）に大きな乱れが確認で

きる。これはA-3よりも側壁面に沿った戻り流れが顕著になっており、それにより乱れが大きくなったためと考えられる。

4. まとめ

水制工による人工ワンド内の流れ特性について、環境機能維持に着目し水理模型実験により検討を行った。その結果、一般的に用いられる直角不透過型水制工に対して、人工ワンド内の流れが安定している、かつ、穏やかな鉛直方向の流れを作り出すことが出来る上流側透過閉塞型水制は、土砂堆積が抑えられると考えられるため、その環境維持が可能な水制工であると言える。

参考文献

- 1) 秋草他：水制に関する研究，土木研究所報告，1950.
- 2) 財団法人河川環境管理財団：わんどの機能と保全・創造～豊かな河川環境を目指して～，1999.