

連続水制周辺に形成される流れ構造の流速分布特性に関する研究

徳山高専 学 河村 亘

徳山高専 正 佐賀孝徳

徳山高専 正 渡辺勝利

1. はじめに

連続水制はワンド内での流速が穏やかであるために、水辺の生物が生息する環境を作りやすいという特徴があり、水辺環境の再生に適している。¹⁾ 本研究では実河川を想定した流水中に不透過・非越流の連続水制を用い実験を行った。水制間隔と水制長の比・水制高と水深の比をそれぞれ変化させたときに注目し、流れの可視化、PIV を行うことにより、連続水制周辺に形成される流れ構造の流速分布特性を明らかにすることを目的とする。

2. 実験装置および実験方法

図-1は実験装置の概略図である。実験装置には、長さ10cm、幅60.5cm、高さ15cm、水路床勾配1/1000の透明アクリル樹脂製の滑面開水路を用いる。模型水制は高さ、長さ、幅=10cm、10cm、3cmであり、それを4つ使用した。水制間隔を10cm、20cm、30cmと変化させて実験を行った。水深は全て8cmとした。また、それぞれの水制間隔/水制長 (typeA, B, C=1, 2, 3) を3種類とレイノルズ数 ($Re=5300$) により、水制前側、水制中央、水制後側を水平断面視により可視化を行い、その形象をデジタルビデオカメラにより撮影を行った。水平断面視の高さは $y/h=0.2, 0.5, 0.8$ の3ヶ所である。流れの可視化にはトレーサー法を用い、トレーサーには水素気泡を使用した。図-2に示す点線は流速分布を測定した断面を示し、流下方向の順番に ~ とする。

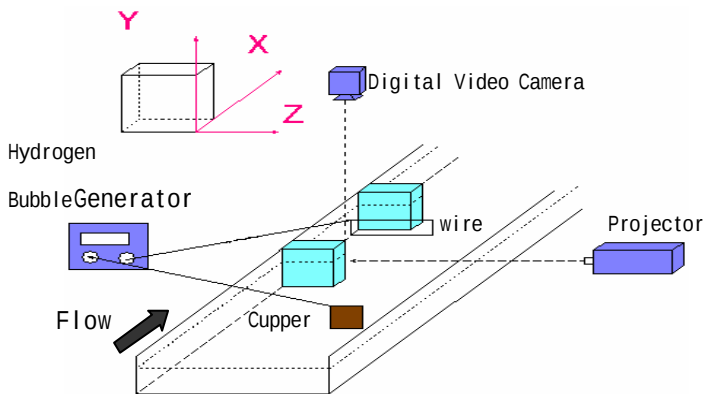


図-1 可視化実験装

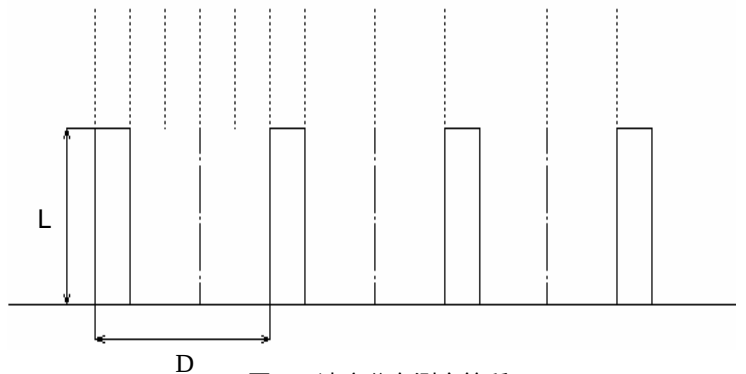


図-2 速度分布測定箇所

3. 結果とその考察

(1) 速度分布及び特性

図-3は、水制全体の流速分布を水制のタイプ別に示している。主な特徴として1番目水制前縁 () では高速域が水制近傍に形成されていることが全タイプで確認される。この高速域により主流部との圧力差が生じ、せん断層が形成され剥離渦が生じている。また、水制後縁からもせん断層が形成されることにより剥離渦が発生し速度勾配に変動が生じていることが確認できる。TypeCではTypeAに比べ全体的に平均流速が上昇しておらず、平均流速の上昇を抑える効果が認められた。図-4は水制間隔を変化させたときの流速分布の比較を高さごとに表した図である。どの高さにおいても水制から約 $z/l=1.1$ ほど離れた地点で平均流速は一定となることが確認できる。高さごとにせん断層が形成される領域の違いも確認され、(a)では $z/L=0.6$ 付近でせん断層が形成されていることが確認されたが、(c)では $z/L=0.4$ 付近にせん断層が形成されていることが確認された。全てのせん断層は放物線を描くように形成されていることも確認された。流下方向へ剥離した流れが再付着する事も確認され、この現象により後方の水制での洗掘現象の発生の可能性も考えられる。

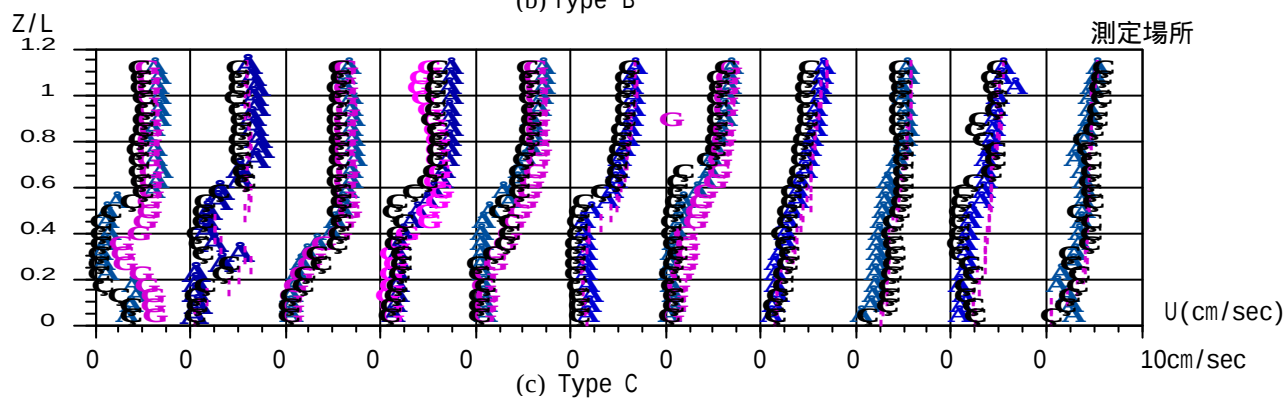
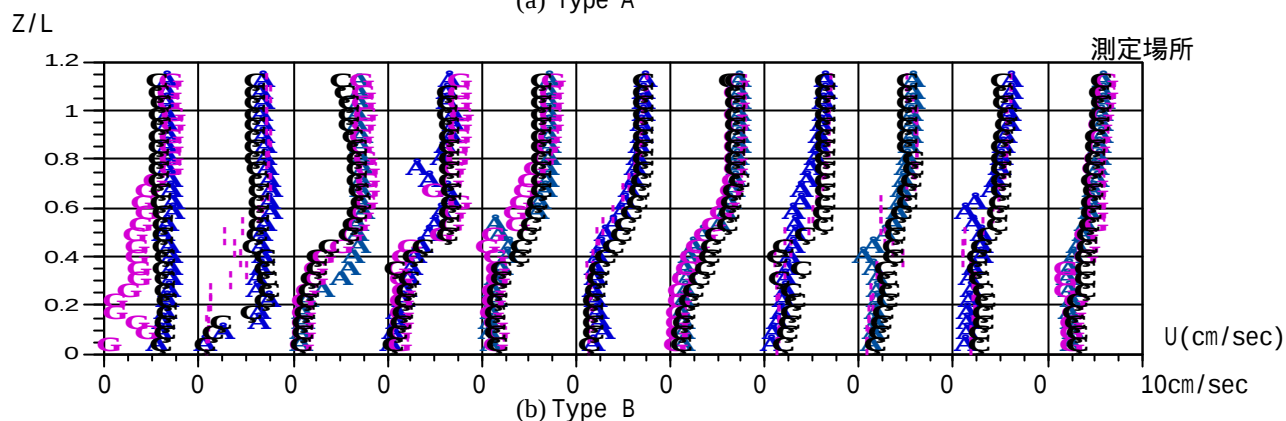
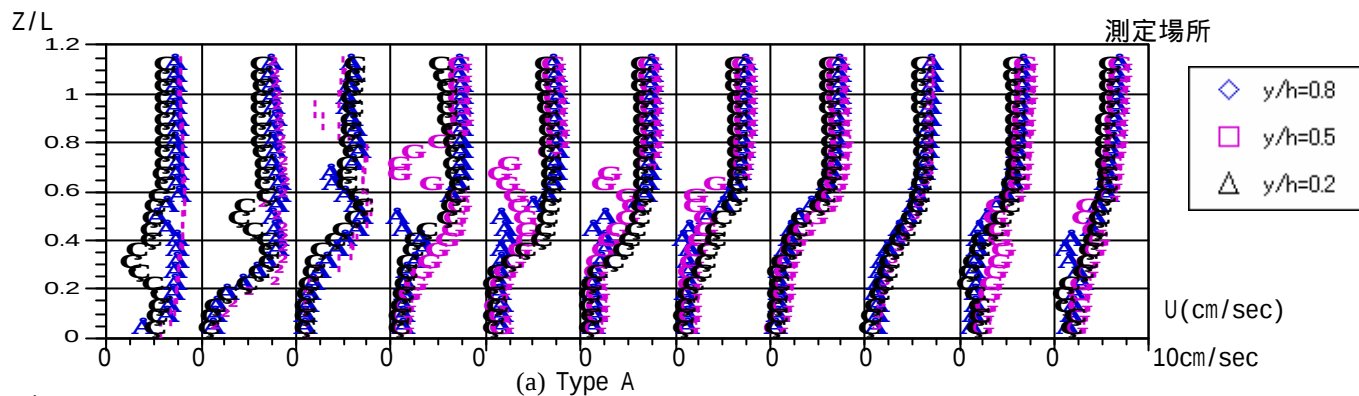


図-3 全体流速分布図

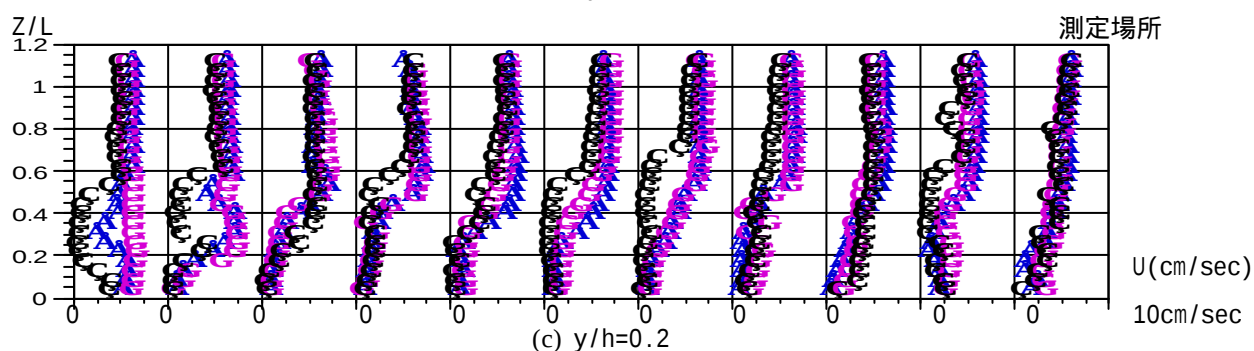
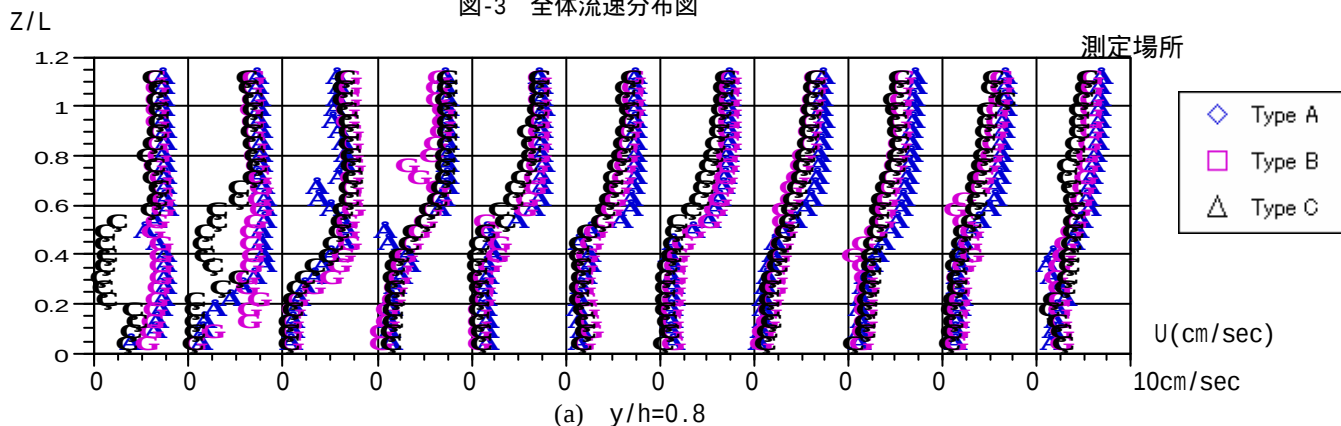


図-4 高さ別流速分布図

(2) 水制周辺の流れ構造と流速分布特性

図-5 は一番目水制周辺の水素気泡による可視化形象を表したものである。いずれも剥離渦が形成されているが、その形成領域は水制間隔の狭い TypeA では拡がり角度が大きく、TypeC のように水制間隔が広くなれば角度が小さくなることが確認された。これは、図-3 で示した平均流速分布の特徴と一致していることが認められた。PIV により 1 番目水制周辺の平均流速を測定し、乱れ強さを求めた。図-3 で表れた平均流速勾配の大きい領域では RMS 値も高いことが認められた。画像より剥離渦が発生している場所と平均流速が減少し RMS 値が上昇している領域が一致していることが認められ、平均流速の速度勾配の変動は剥離渦が形成され移流する剥離せん断層が主な原因と考えられる。²⁾

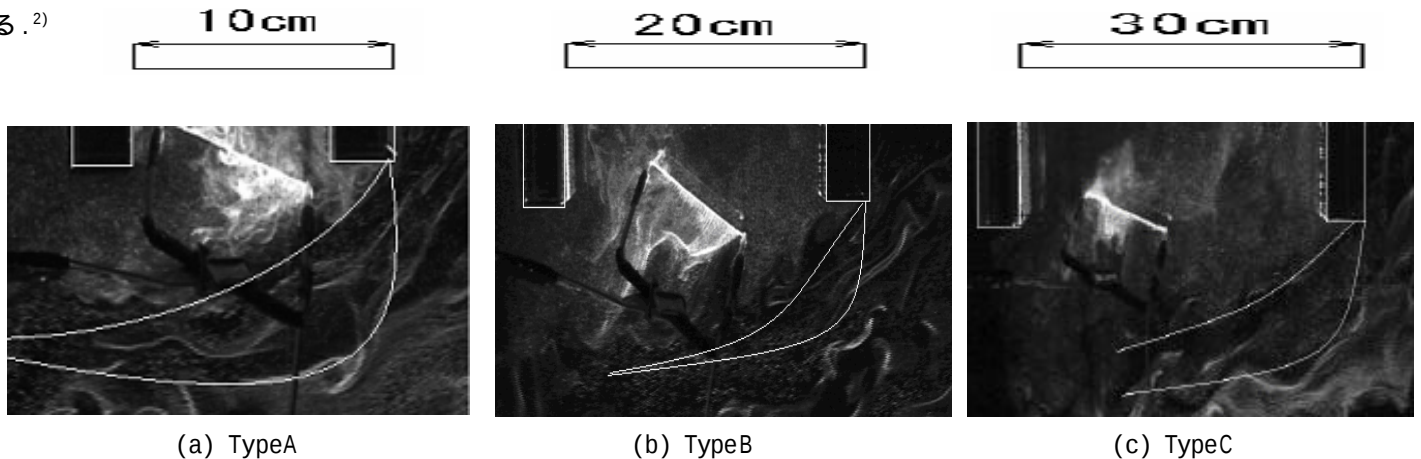


図-5 水制近傍に形成される剥離渦形象

(3) ワンド内の流れ

図-6 は水制間隔を変化させたときの平均流速分布の特徴を表したものである。横軸は Z/L 、縦軸は U である。TypeC の ワンドでは主流部の流れがワンド入り口付近に入りこみ流下方向の平均流速に影響を与えていることがグラフ(b)により確認できる。図-4 で明らかにされた、せん断層の形成領域の特性により、ワンド内の平均流速分布は、水制間隔が広い場合影響を受けやすくなるといえる。

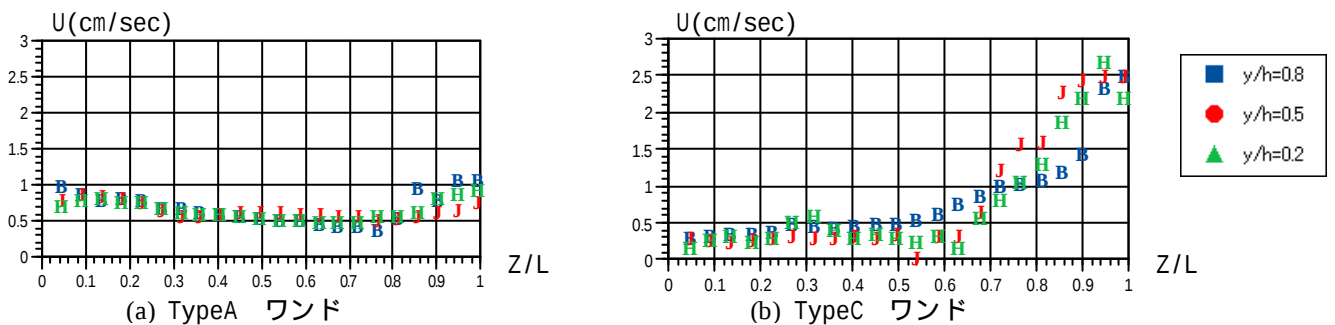


図-6 ワンド 平均流速分布

4. 結論

一番目水制近傍には高速域が形成されており、主流部との圧力差により剥離渦が形成される。水制間隔比を変えることで剥離せん断渦が発生する際の角度に変化が生じることが確認された。また、その角度によって流下方向のせん断層が形成される領域にも変化が生じる流速分布特性が確認された。水制間隔が広い方ではワンド 入り口での平均流速の上昇が確認され、全体の平均流速分布とも大きく関わっている。

5. 参考文献

- 1) 村本嘉雄, 栗太秀明, 瀬口雄一, 中川一, 細田尚, 道奥康治: 川のなんでも小事典 株式会社講談社 pp.212-217
- 2) 佐賀孝徳, 渡辺勝利, 中村淳一: 河川構造物周辺の流れ構造と洗掘機構, 第58回土木学会中国支部研究発表会概要集 pp.117-118