

芝浦工業大学	正会員	菅	和利
芝浦工業大学	学生会員	江森	吉洋
芝浦工業大学	学生会員	井上	泰樹

1. 研究目的

近年河川の豊かな自然環境と美しい景観を保全・創出する目的で「多自然型川づくり」が全国で進められているが、その中で生物に優しい河川構造物としてワンドというものがある。ワンドとは、河川に設置された水制に土砂が堆積し、河川の水の流れが池の水のように滞留する淀み部のことである。ワンド内は主流と比べると流速が小さく、ワンド内の形状は変化に富み様々な植物群落が形成される。そのため、多種の生物にとって格好の生息、繁殖、避難場所となり、自然豊かな水辺環境が創出されている。人工ワンドは河川の高水敷を一部掘り込んでつくられるがその周辺の流れ場は複雑であり、その水理特性についてはまだ解明されていない。

そこで本研究では、開口部の長さとお興行きの比が3:1の長方形の人工ワンドを想定し、ワンド周辺の流れ場の様子の詳細と、人工ワンド周辺の鉛直方向断面が変化した場合、運動量輸送や物質交換にどのような変化があるのかを実験的に明らかにすることを目的とし、I型・L型2成分電磁流速計による点計測を行った。

2. 実験装置と方法

実験では全長25m, 幅1 m, 河床勾配1/2000の直線水路を使用した。水路片側に幅60cm, 高さ5cmの鉄板を設置することにより高水敷を設け, 水路上流より10.6mの位置に長さ60cm, 奥行き20cmの切り込みを入れ, 側面にアクリル板を貼り, ワンドを造成した(図-1)。また, 流量は $Q=5.50(1/s)$ とした。流速測定には河床より1cm, 2cm, 3cmの水深に断面をとり, その断面を各々断面-1, 断面-2, 断面-3とする。I型2成分電磁流速計を使用して各断面について流下方向流速成分 u と横断方向流速成分

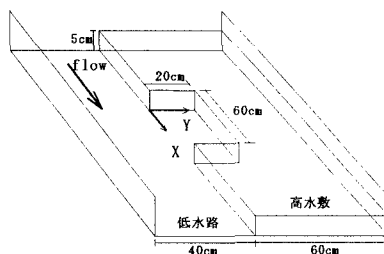


圖-1 實驗水路

分 v を計測した。また、ワンド開口部においては、主流とワンドとの境界面上で L 型 2 成分電磁流速計を用いて各断面ごとに鉛直方向成分 w を計測した。測点数については、各断面とも I 型が 125 測点、L 型が 29 測点ほどで、各点のサンプリング間隔は 0.1 秒で 180 秒間計測を行い、1800 個のデータを得た。

3. 結果・考察

(1) 流速變動

図-2は各断面におけるワンド開口部境界面で測定した流下方向成分の変動スペクトルを計算したものである。Xは開口部上流端からの距離を示す。3断面とも卓越した周波数、(0.5Hz)が見られ、横断方向成分についても同じ卓越周波数が見られた。この卓越した周波数は境界面上の各断面の各点で観測される。この卓越した周波数は断面による相違はないものと思われる。

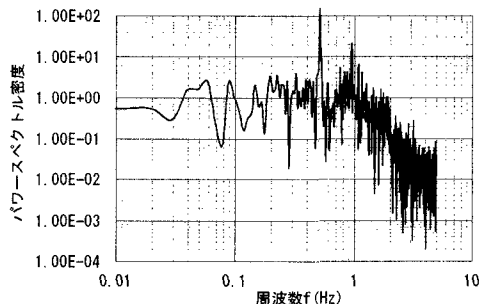


図-2 変動 u' のスペクトル計算 ($x=2$)

（2）平均流れ

図-3はワンド内の各断面の平均流速分布図を示し、図-4は境界面上の横断方向平均流速図である。また、図-5は境界面上の鉛直方向の平均流速分布図である。図-3によれば、ワンド開口部上流端から約1/3を境にして強い循環流（主循環流）と弱い循環流（副循環流）が生じている。この副循環流は流速が小さく、沈降性の堆積が予想される。図-3における各断面の平均流速分布図（a）～（c）を比較してみると、ワンド内での運動量輸送や物質交換の様子はほぼ同じであると言え、3断面が一体となった2次元的流れであると言える。しかし、図-4によると、水流がワンド開口部上流端付近（測点41～48）ではワンド内へ入り込み、開口部下流端付近（測点68～69）ではワンド外へ出て行く様子が分かる。これは運動量輸送が非常に強く、活発に物質交換が行われていることを示している。図-4（a）より、断面-1の流速の横断方向成分では、全体的に正方向に向いており、図-4（b）・（c）からは、断面-2・断面-3では負方向に向いているのが分かる。この結果から、水流が下層部よりワンド内へ流れ込み、上層部からワンド外へ流れ出て行き、断面の違いにより、開口部境界面の流れに相違が見られる。更に、図-5は境界面での流下方向成分と鉛直方向成分の平均流速分布図である。これによると、僅かではあるが、鉛直方向の変化が見られる。これらにより、ワンド開口部境界面付近では、2次元的な流れとは言えず、むしろ、3次元的な流れの様相を呈しているものと考えられる。

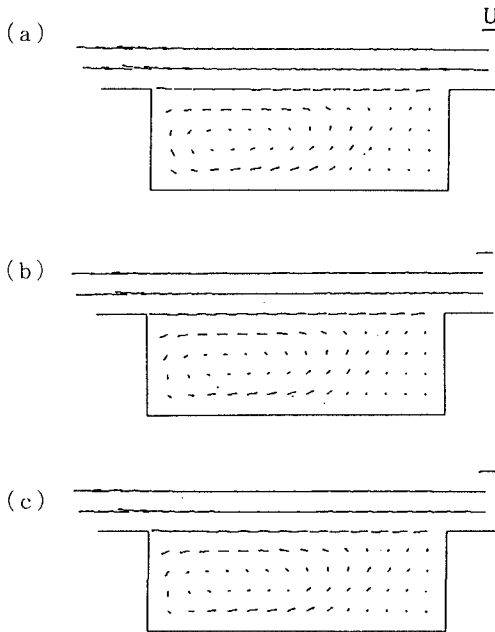


図-3 平均流速ベクトル

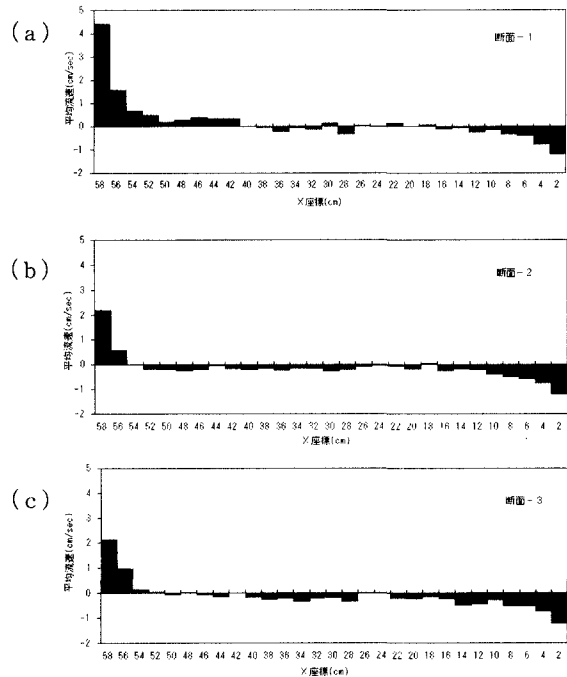


図-4 横断方向流速

4. まとめ

人工ワンド周辺の流れ場の特性を3断面に分けて流速の点計測を行った結果を検討し、次のような結論を得た。

- （1）ワンド開口部境界面においては上層部で流出傾向にあり、下層部では流入傾向にある。
- （2）ワンド内の流れは断面によらず、2次元的流れであるが、ワンド開口部境界面付近においては3次元流である。

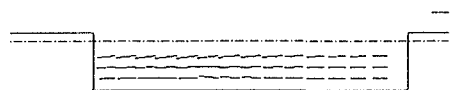


図-5 鉛直方向ベクトル