

高水敷上を越流する洪水流の非定常水理特性

名古屋工業大学 学生員 ○ 三尾 憲史

名古屋工業大学 学生員 宮井 春弥

名古屋工業大学 正 員 富永 晃宏

名古屋工業大学 正 員 長尾 正志

1. まえがき 複断面流れの洪水時の流動及び抵抗特性について多くの研究がなされているが、洪水流の流量が時間的に変化するという非定常性の効果については不明な点が多い。前報において非対称な傾斜低水路側壁を有する複断面における非定常流の時間変化特性を調べたが¹⁾、断面形状の影響を明らかにするために今回は対称な鉛直側壁を有する複断面開水路において非定常流を発生させ、その流れ構造の時間的な変化を調べた。

2. 実験方法 実験は幅60cm、長さ13mの勾配可変型開水路の両側に高さ5.8cm、幅20.6cmの高水敷を設置して行った。流量はインバータモーターと電磁流速計を組み合わせた流量制御システムを用い、コンピュータで任意のハイドログラフを与えることができる。水路勾配は $S=0.001$ とし、基底流量 $Q_b=3\text{ l/s}$ とした。このとき、流れは低水路内に限定される。ピーク流量 $Q_p=20\text{ l/s}$ までを $T_p=60\text{ s}$ 、 120 s で増加させ、同じ時間で基底流量まで減少させた。これらは前回の非対称複断面および長方形単断面の場合に比べ、 h_p が大きくなるため非定常性は強くなった。図-1は計測位置における流量と水深のハイドログラフである。

流速は、径3mmの超小型プロペラ流速計を用いて計測した。プロペラ流速計の出力は、水面からの距離で補正を行っている¹⁾。主流速は水深の立ち上がり点より前4秒間の区間平均値を定常時の値とし、その点から4秒間ごとをの区間平均値の時間変化を低水路と高水敷について検討した。

3. 水深平均流速分布特性 図-2は低水路および高水敷の代表的な位置における水深平均流速 U_m の時間変化を示したものである。 U_m のピークは非対称の場合と同様に低水路のピークが水深ピークよりかなり早くあらわれ、水深ピーク時付近まで高い流速が維持され、その後、減少する。高水敷では、低水路の流速がピークをむかえた頃から増大し始め、水深ピークの少し前にピークとなり、その後は低水路の流速と同様に減少していく。これは別の見方をすれば、高水敷への越流によって低水路の流速増大が止まることを意味している。したがって、増水期には低水路と高水敷で大きな流速差が発生し、境界部に強いせん断力が働くといえる。図-3は水深平均流速 U_m と水深 h の関係を示したグラフである。低水路、高水敷ともに増水期に流速が大きく減水期に小さい。

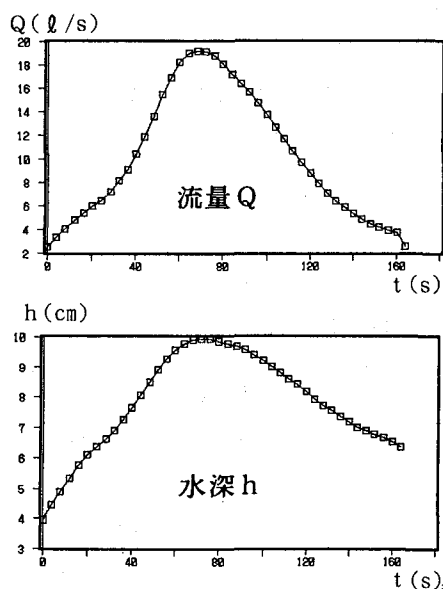


図-1 流量および水深ハイドログラフ

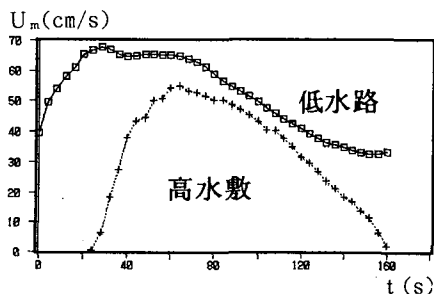


図-2 水深平均流速の時間変化

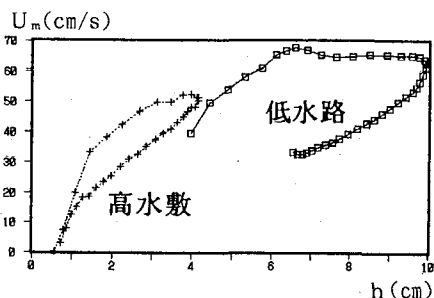


図-3 水深平均流速と水深の関係

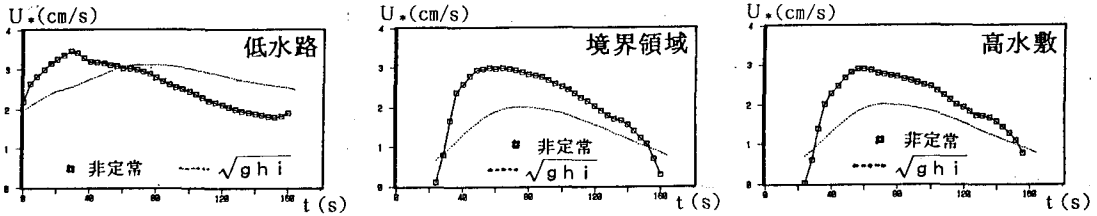


図-4 摩擦速度の時間変化

低水路では顕著なループ形状をしているが、特に減水期の流速差が著しい。これはすでに行われた単断面の結果に比べて非定常性が著しく大きくなっている。

4. 摩擦速度分布特性 主流速の鉛直分布は、定常時、非定常時ともに片対数プロットで直線にほぼ一致しており、対数則は成立していた。図-4は摩擦速度 U_* と時間の関係を示したものである。図中の点線は同一水深における2次元定常流の摩擦速度 $U_* = \sqrt{gh_i}$ である。低水路では増水期に定常流を仮定した値よりも大きな値があらわれ、これは水深ピーク時の定常流の値を上回る。減水期には定常流の値より小さくなる。高水敷上では増水期・減水期ともに定常流を仮定した値よりかなり大きな値があらわれ、高水敷全体が過大なせん断力にさらされ、高水敷の維持管理上、注意が必要であるといえる。これは非対称断面の場合の高水敷では定常流を仮定した値とほぼ同じ、またはそれ以下の値がみられたことと異なっている。

図-5は摩擦速度 U_* の横断分布の時間変化を示したものである。定常状態で20ℓ流した場合と比べると、低水路の摩擦速度がピークとなる $t=28s$ のとき低水路の U_* の増加率は20%となり、高水敷の摩擦速度 U_* がピークとなる $t=60s$ のとき高水敷の境界部近傍($10cm < z < 20cm$)で増加が著しく、 U_* の増加率は50~90%にまで達しており、この領域が洗掘に対して危険であるといえる。また、定常状態で10ℓ流した場合と、減水期で同じ水深となる $t=120s$ の場合を比べると、 U_* の分布はほぼ一致している。

5. 乱れ強度分布特性 図-6は乱れ強度 u' の時間変化の一例を示したものである。このグラフから低水路では増水期に乱

れが大きく、ピーク付近までほぼ一定値をなし、減水期には乱れは急に減少する。また、低水路・高水敷境界領域では高水敷の流速のピーク付近で u' がピークとなり、減水期には低水路と同様に減少する。

6. あとがき 複断面の場合、単断面に比べて低水路で非定常性が著しく強くなり、流速のピークがかなり早くあらわれ、高水敷では低水路に比べて非定常性は弱い。また、 U_* は増水期に低水路および境界領域でピーク流量の定常流の値を大きく上回り、乱れも大きくなることがわかった。今後は、横断方向流速や2次流の変化特性を調べるとともに、高水敷に粗度をもつ複断面開水路についてさらに詳しい研究が必要であると考えられる。最後に、本研究は河川環境管理財団の補助を受けて行われた。記して謝意を表します。

<参考文献> 1) 三尾、富永、神谷：複断面開水路の非定常流の水理特性、第48回年次学術講演会講演概要集

II-292, pp682-683, 1993

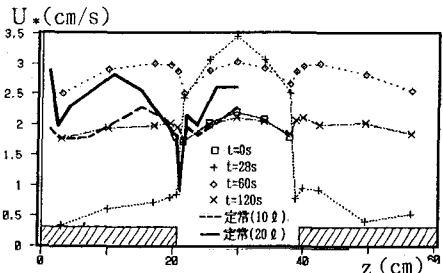


図-5 摩擦速度の横断分布の時間変化

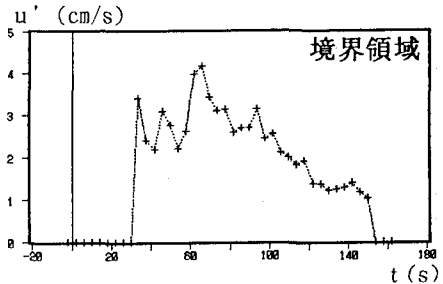
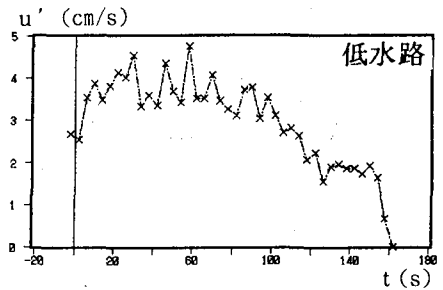


図-6 乱れ強度の時間変化