

高水敷上を流れる非定常流の流動特性

名古屋工業大学 学生員 三尾 憲史

名古屋工業大学 森 貴信

名古屋工業大学 正 員 富永 晃宏

1. まえがき 河川の高水敷は生態系の保全や親水空間としての価値が高まってきている。このような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、まだ高水敷の植生、低水路の湾曲の問題など課題が多い。中でも、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を明らかにすることは重要な課題である。増水期には乱れが大きく荒々しく流れ、減水期には急に穏やかな流れになるという観察事実からもその流れ構造の違いが示唆される。本研究は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変化を調べたものである。

2. 実験方法 実験は幅60cm、長さ12mの開水路で行い、片側に高水敷を設置した。高水敷高さは4.2cmで、低水路には2:1の勾配をつけた。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、基底流量を $Q_b=5\text{ l/s}$ とした。このとき、水深は3.8cmとなり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 $T_p=60\text{ sec}$ 及び 120 sec で増加させ、同じ時間で基底流量まで減少させた。この非定常性を次のパラメータ λ ¹⁾で表すと、 $T_p=60\text{ sec}$ では $\lambda=0.82$ 、 $T_p=120\text{ sec}$ では $\lambda=0.41$ である。

$$\lambda = \frac{1}{S \sqrt{g h_p}} \cdot \frac{h_p - h_b}{T_p} \quad (1)$$

なお、ピーク水深 $h_p=8.2\text{ cm}$ であった。これはかなり非定常性が強い部類にはいると思われる。 $T_p=60\text{ sec}$ のケースの流量と水深のハイドログラフを図-1に示す。水深は水深立ち上がり点からの時間で示してある。流速は、径3mmの超小型プロベラ流速計を用いて、低水路高水敷の接合部近傍を計測した。プロベラ流速計の出力は水面近傍で流速との線形関係がくずれするため、水面からの距離で補正関係式を作り、流速計の直後に置かれた容量式波高計から得られる水深に基づき流速に変換した。

3. 実験結果と考察

まず、比較のために定常の場合の流量 10 l/s と 20 l/s の主流速コンターを図-2に示す。これはピトー静圧管で計測したものである。低水路内

では中央部に低速領域があり、台形水路でみられたような²⁾コーナーに向かって下降し中央で上昇する2次流が発達しているものと推測される。 20 l/s の場合は、この傾向がより強くなり、また高水敷角での上昇流の影響と思われるコンターの張り出し³⁾も若干認められる。

以下は、 $T_p=60\text{ sec}$ の結果について述べる。図-3に低水路と高水敷上の代表的位置の流速の時間変化を示す。これは10秒間の移動平均を施したものである。これを図-1の水位の変化と比べると、水深は75秒付

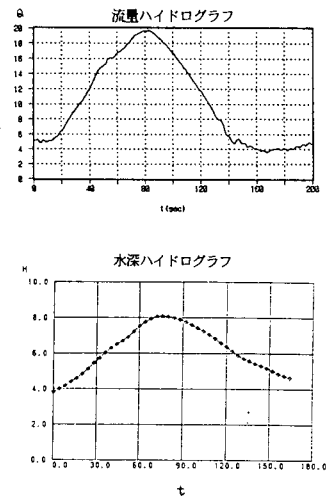


図1 流量及び水深ハイドログラフ

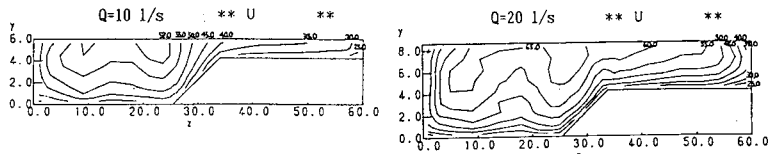


図2 定常流の主流速コンター

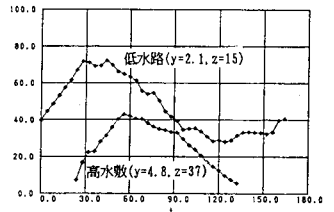


図3 流速の時間変化

近でピークとなるのに対し、低水路の流速は約30秒から45秒にかけて最大となる。本実験ではかなり非定常性を大きくしていることもあるが、ピーク時間に非常に大きなズレがあることがわかる。また、減水期においては、水深は流量が減少しても高い水深を維持しているため、流速はピーク後しばらくしてから定常時の流速よりも小さくなっている。高水敷上の流速は水深のピークの少し前の60秒付近に現れ、低水路のピークよりも遅れることがわかる。

次に、図-4は流量変化時の接合部近傍の主流速コンターの変化を時間を追って示したものである。ここで用いた流速は、計測位置を変えながら同じハイドログラフをくり返し与えて、水深の立ち上がり点をそろえて区間平均を行った値である。基底流量時の水深より上の部分にもプロペラ流速計を設置し、水に浸る時間だけ計測している。低水路の流速がほぼ最大となる $T=40\text{sec}$ のコンターを定常流と比較すると、低水路の最大流速が 80cm/s を越える大きなものとなり、高水敷から低水路にかけての流速勾配が非常に大きいことがわかる。 $T=56\text{sec}$ では高水敷上の流速がしだいに大きくなる。水深ピーク時の $T=80\text{sec}$ では定常流の場合よりも遅くなっているが、分布形はこれと類似している。水深低下時にはさらに流速が小さくなり、増水期の同じ水深のものと比べると著しい差があり興味深い。

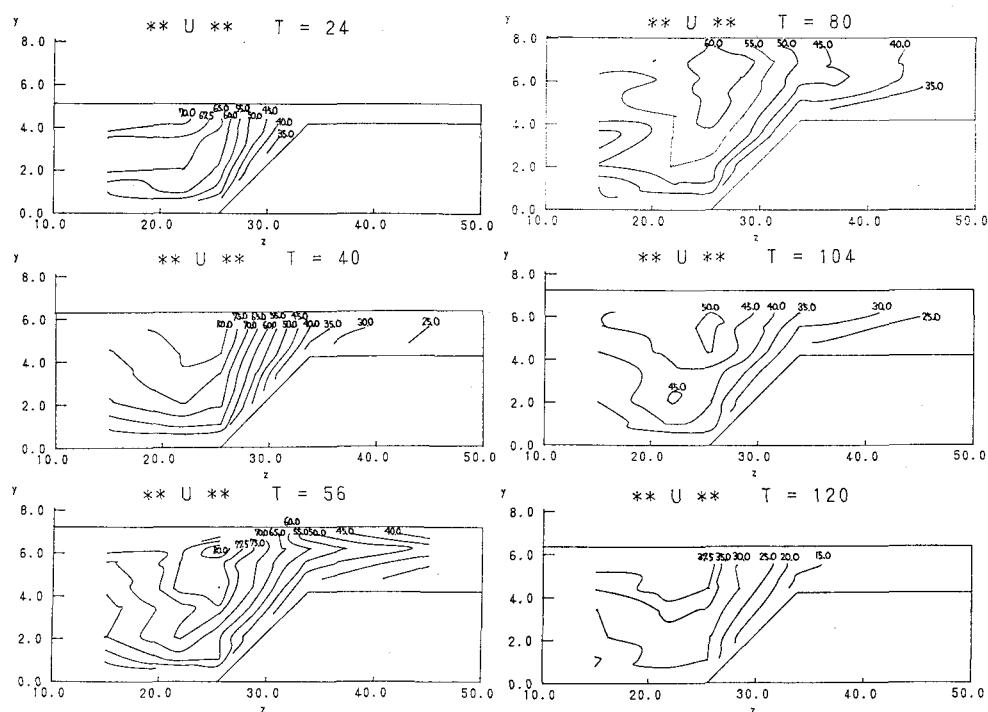


図4 主流速コンターの時間変化

4. あとがき

以上、平均流速の時間変化に関する検討から、複断面の場合、増水期に低水路の流速が著しく加速され、ピークがかなり速く現れることがわかった。高水敷上では流速のピークはこれより遅れ、増水期の流速差が著しい結果となった。今後、非定常性を変化させて検討を進めるとともに、乱れの計測も行いたい。

<参考文献>

- 1) 高橋：京大防災研年報、第12号B、pp515-527、1969
- 2) 富永、江崎、瀬津：土木学会論文集、第381号/II-7、pp. 55-63、1987
- 3) 富永、江崎、小葉竹：土木学会論文集、第417号/II-13、pp. 129-138、1990