

II-313

高水敷樹木群を有する複断面河道の非定常流動特性

名古屋工業大学 学生員○柴田健一郎

名古屋工業大学 正 員 富永 晃宏

日本道路公団 正 員 三尾 憲史

1. まえがき 高水敷の環境保全や空間利用を計画する上で、洪水時に水位の上昇や河道災害に対する検討を行う必要がある。これまでの複断面水路の非定常流実験によって検討し、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速い時間に現れることを明らかにしている¹⁾。これらは高水敷が滑面であったが、実際には高水敷の粗度は低水路に比べて大きく、低水路・高水敷の速度差が大きい場合の検討が必要である。そこで本研究では植生が繁茂した複断面河川の洪水流を想定し、樹木群が高水敷に存在する場合についての定常流実験²⁾と同じ条件で非定常

表-1 実験条件

流を発生させ、流れ構造を検討したものである。

2. 実験方法 実験は幅60cm、長さ13mの勾配可変型開水路の両岸に幅20.6cm、高さ5.9cmの木製の高水敷を設置し対称複断面とし、勾配を0.001と固定した。両高水敷上に横断方向に

釘	Q_b (l/s)	Q_p (l/s)	h_b (cm)	h_p (cm)	Th_p (sec)	U_{mmax} (cm)
なし	3	20	4.03	10.49	140	58.04
6列	3	17.8	3.39	10.75	140	73.69
4列	3	17.8	3.35	10.19	140	89.20
外2列	3	17.8	3.41	9.89	140	67.11
内2列	3	17.8	3.32	10.19	140	69.03

3.6cm間隔、流下方向に7.2cm間隔で直径3.5mmの釘を2列単位で上流端より4m地点から9m地点まで設置した。配置を高水敷外側から2, 4, 6列(高水敷全幅)および内側(低水路側)2列の4通り設定した。実験条件を表-1に示す。流量は基底流量を $Q_b=3$ l/s、ピーク流量 $Q_p=18$ l/sまでをピーク到達時間 $T_p=120$ sで増加させ20秒間ピーク流量を保持した後、120 sで基底流量まで減少させた。流速は超小型プロベラ流速計を用

いて計測し、同時に水深を容量式波高計を用い計測した。

3. 実験結果 水深のピーク到達時間 Th_p は、表に示すようにどのケースもほぼ同じである。ピーク水深は定常流の場合と同様に釘列の増加とともに増大する。増水過程では釘列がある場合に水位増加が速く現れるが、減水期では滑面の複断面とはほぼ同様に減少した。図-1は横断方向の代表位置における水深平均流速 U_m の時間変化である。低水路の流速は、どのケースも約50~60秒付近と125秒付近で2つのピークをとるのが特徴である。1つめのピークは流れが高水敷上へ乗り上げ、高水敷の水深が1cm程度となる時間に対応し、低水路内の急激な加速が高水敷への流量の分配による減少と、高水敷と低水路での流速差による運動量交換によって、低水路流速の増大が減少に転じ生じたものと考えられる。第2のピークは高水敷上の流速のピークにほぼ対応し、高水敷全幅まで水面幅が拡大した複断面水路の流れ場としての流速のピークを意味する。釘6列では高水敷の流量分担が小さいため、第2ピークが大きくなっている。内側2列では釘の全抵抗は小さいにも関わらず第1ピークは釘6列の場合に匹敵する値まで増加

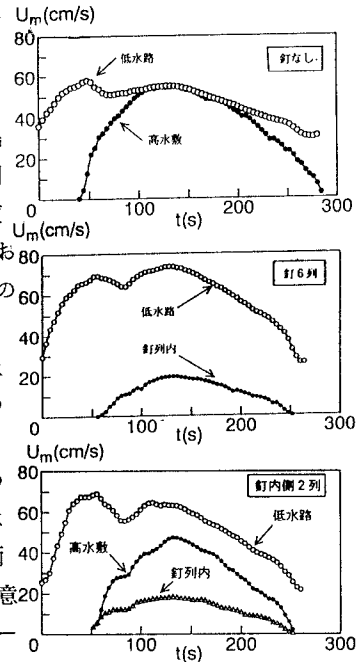


図-1 水深平均流速の時間変化

している。これは、釘が低水路側にあることにより高水敷上への流量分配が遅れるためと考えられる。第1ピークは高水敷水深の増加に伴い、定常流と同様の内側の釘列の大きな抵抗の影響で低水路流速は急速に減速し、比較的鋭くなっている。ある程度の水深になると、釘列外側の高水敷上の流速が増大してくるため、第2ピークは第1ピークより小さくなっている。図-2は低水路と高水敷の代表位置における水深-平均流速曲線である。低水路の曲線は、流れが低水路内に限定される増水前期と全水路幅にわたる増水後期および減水期に分けられる。高水敷に樹木列がある場合ループの面積が大きくなった。高水敷上の曲線のループ形状は釘列外では釘なし場合とほぼ同様であった。釘列内も弱いループを示す。図-3は $t=60, 120, 240$ sにおける水深平均流速の横断分布である。低水路ピーク付近にあたる $t=60$ sでは、両ケースとも高水敷流速はかなり小さく低水路境界部における流速勾配が非常に大きい。内側2列では、6列より高水敷流速が大きい、いずれも定常流でみられた高水敷外側での高速流はまだ発生していない。ほぼ第2ピーク時の $t=120$ sでは、定常流の分布と同様の傾向を示すが、釘列内の流速が定常流の値よりかなり小さい。その結果、低水路側では定常流より大きな流速勾配を示し、内側2列においては高水敷上での釘列による減速の影響範囲が定常流の場合より大きい。減水期 $t=240$ sでは増水期と比べて低水路流速のみが減少している。したがって、増水期において流水は抵抗の大きい釘列内にあまり流れ込まず外へ流れるため、樹木列内流れと外部の流れとの間に定常流よりも大きな流速差が生じ、大きなせん断応力と激しい運動量交換をもたらす。この作用が、樹木列内外の領域の広い範囲に及ぶ減速をもたらし、非定常流における流れの横断分布を変化させていると考えられる。図-4は、 $y=6.4$ cmにおける乱れ強度 u' の横断分布である。樹木群がある場合、高水敷、低水路、境界部では、 $t=60$ s、 124 sで非定常流の乱れが、定常流の乱れよりかなり大きい。内側2列の場合では、 $t=60$ sで低水路境界側が定常流よりも大きく、 $t=124$ sでは全体に大きくなる。

5. あとがき 複断面水路の高水敷に樹木群がある場合、水位および低水路流速のピーク到達時間はほぼ等しいが、2重ピークの形状が異なる。増水期と減水期の低水路平均流速の非定常性は樹木列がある方が大きくなり、特に低水路側近くに樹木がある場合、この傾向が強い。非定常流では、樹木群境界において定常流より大きな流速勾配と大きな乱れが生じる。〈参考文献〉1) 富永ら: 水工学論文集, 第39巻, pp. 477-482, 1995. 2) 三尾ら: 平成4年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集, pp. 211-212, 1994

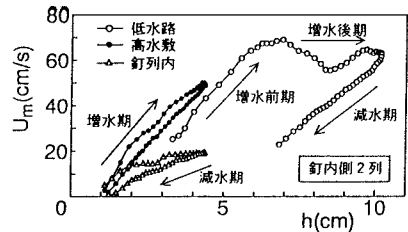


図-2 水深-平均流速曲線

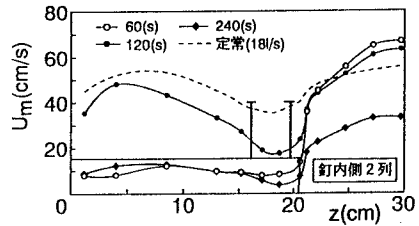
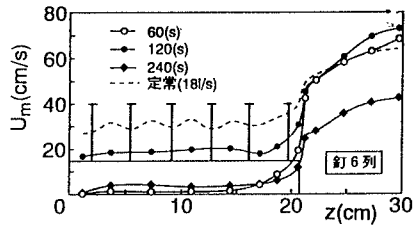


図-3 水深平均流速の横断分布

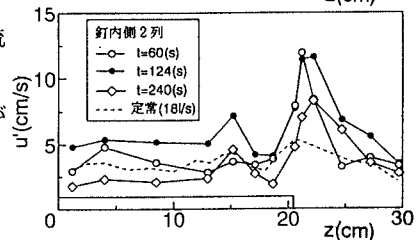
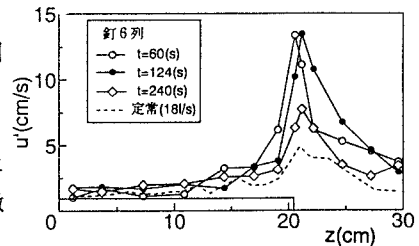


図-4 乱れ強度の横断分布