

高水敷樹木帯を有する河道非定常特性とその数値計算

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

名古屋工業大学 学生員○新藤 俊樹

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、高水敷樹木群が洪水時に水位の上昇や、流況に与える影響を検討をする必要がある。これまで樹木帯がある場合とない場合の複断面水路の非定常流実験によって検討し、低水路流速及び樹木帯内の流速の定常流との違いを明かにしている。^{1) 2)} 今後は、樹木帯の上・下流の水位変化や流量波形の変形、流速の横断分布の変化過程等を明かにする必要がある。そこで本研究では高水敷の一部に植生が繁茂した複断面河川の洪水流を想定し、高水敷上に釘列を短い区間のみ配置した複断面水路を用い、非定常流を発生させ、釘列区間の上流、釘列区間内、釘列区間下流における流れ構造の変化を検討したものである。また釘列の形状抵抗を仮定し、一次の非定常流の数値計算を行った。

2. 実験方法 実験は幅60cm、長さ13mの勾配可変型開水路の兩岸に幅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。高水敷上に直径3.5mmの釘を、横断方向に3.6cm間隔で高水敷全幅に、流下方向に7.2cm間隔で上流端より6m30cm地点から7m30cm地点まで設置した。両高水敷上に釘列を配列した場合（釘列両側）と左岸のみ釘列を配列した場合（釘列片側）の2ケースを行い、釘列区間上流（上流端より6m70cm地点）、釘列区間内（上流端より7m地点）、釘列区間下流（上流端より7m30cm地点）の3断面において計測を行った。流量は基底流量を $Q_b = 0.003\text{m}^3/\text{s}$ 、ピーク流量 $Q_p = 0.018\text{m}^3/\text{s}$ までをピーク到達時間 $T_p = 120\text{s}$ で増加させ20秒間ピーク流量を保持した後、120sで基底流量まで減少させた。流速は電磁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て計測した。

3. 実験結果

（水深の時間変化） 図-1に両ケースでの釘列区間上流と釘列下流における水深の時間変化を示す。両ケースとも釘列区間上流では釘列の抵抗により、せき上げられ水深は高くなり、釘列区間内で急に減少し下流では低くなっている。釘列両側の方が釘列片側より釘列区間内の水位減少が大きい。

（流速の横断分布） 図-2に釘列区間上流、釘列区間内、釘列区間下流の3断面における低水路より高さ7.4cm（高水敷より高さ1.5cm）での流速の横断分布を両ケースにおいて $t=80\text{s}$ 、 $t=140\text{s}$ 、 $t=220\text{s}$ について示す。まず釘列片側についてみる。釘列区間上流で流速の横断分布は、ほぼ対称な形となっている。釘列区間内では、水深の減少に伴い全体的な加速が認められるが、低水路、右岸（釘のない高水敷）において流速がより増大するのにに対し、左岸では流速がほとんど変化せず、低水路、右岸の流速が左岸に比べ大きい非対称な横断分布となる。増水期にあたる $t=80\text{s}$ では低水路の流速が早く増大していることがわかる。釘列区間下流では釘列内の減速、他の領域の加速が進み、非対称横断分布特性が、水深ピーク時、減水期においても強く現れる。釘列のある高水敷と低水路の境界部での流速の減少が顕著となり、二次流の発達を示唆している。次に釘列両側についてみると、下流に向かって全体の流速がかなり加速されていることが注目される。これは釘列区間における急激な水深の減少によるものであるが、特に水深ピーク時($t=140$)において流速の増加が著しい。釘列区間下流では、増水期および減水期において高水敷と低水路の流速差が大きい、 $t=140\text{s}$ では、高水敷における流速がかなり大きくなり、境界部での流速の減少が

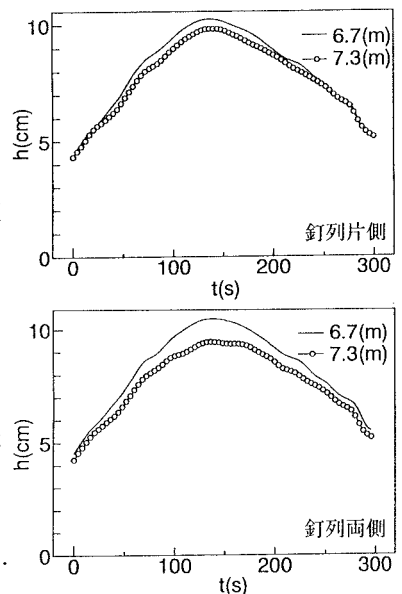


図-1 水深の時間変化

図-2に釘列区間上流、釘列区間内、釘列区間下流の3断面における低水路より高さ7.4cm（高水敷より高さ1.5cm）での流速の横断分布を両ケースにおいて $t=80\text{s}$ 、 $t=140\text{s}$ 、 $t=220\text{s}$ について示す。まず釘列片側についてみる。釘列区間上流で流速の横断分布は、ほぼ対称な形となっている。釘列区間内では、水深の減少に伴い全体的な加速が認められるが、低水路、右岸（釘のない高水敷）において流速がより増大するのにに対し、左岸では流速がほとんど変化せず、低水路、右岸の流速が左岸に比べ大きい非対称な横断分布となる。増水期にあたる $t=80\text{s}$ では低水路の流速が早く増大していることがわかる。釘列区間下流では釘列内の減速、他の領域の加速が進み、非対称横断分布特性が、水深ピーク時、減水期においても強く現れる。釘列のある高水敷と低水路の境界部での流速の減少が顕著となり、二次流の発達を示唆している。次に釘列両側についてみると、下流に向かって全体の流速がかなり加速されていることが注目される。これは釘列区間における急激な水深の減少によるものであるが、特に水深ピーク時($t=140$)において流速の増加が著しい。釘列区間下流では、増水期および減水期において高水敷と低水路の流速差が大きい、 $t=140\text{s}$ では、高水敷における流速がかなり大きくなり、境界部での流速の減少が

り大きくなり、境界部での流速の減少が目立つ。このことは、やはり二次流の発達と、これによる運動量輸送を意味しているものと考えられる。

5. 一次元非定常流の数値計算 一次元非定常流の基本式は次のようである。

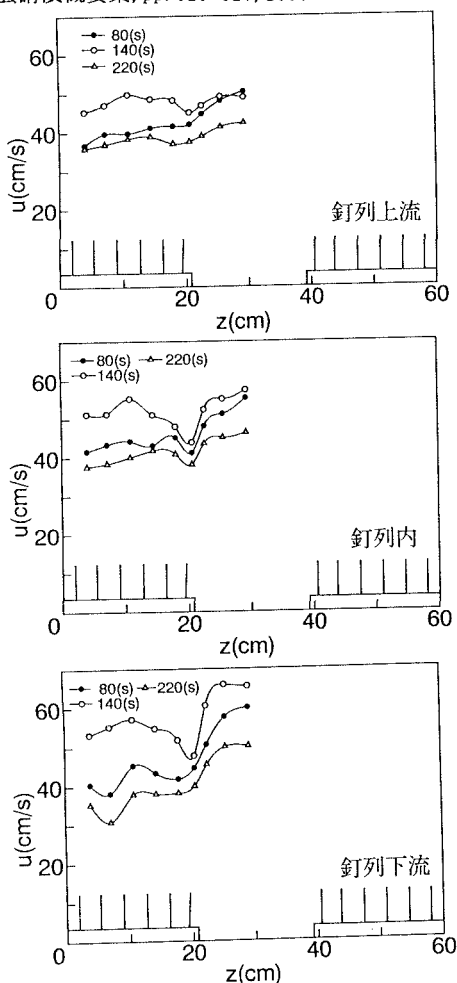
$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial uA}{\partial x} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial uA}{\partial t} + \frac{\partial uuA}{\partial x} = -gA \frac{\partial H}{\partial x} - gA \frac{N^2 u}{R^{4/3}} u \quad (2)$$

合成粗度係数Nとして、定常流実験で得られた実験値を用いる。有限体積法により上式を離散化し、SIMPLE法を用い数値計算した。この結果は、水位および流量の時間変化や場所的变化について実験値と比較された。

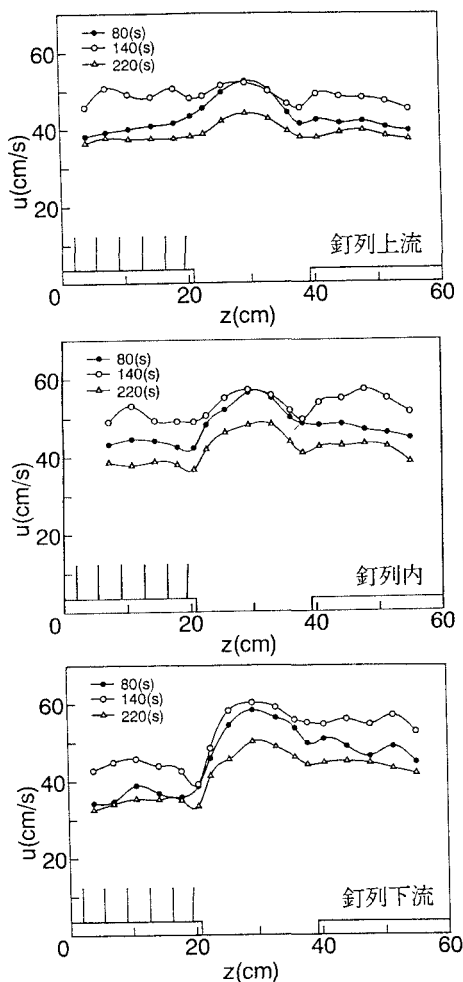
5. あとがき 短区間の釘列の設置により、水面形の急激な変化が発生し、これが流速分布に大きく影響し、長区間の釘列の場合と異なる特性が認められた。また二次流の発達を示唆する現象がみられた。今後は二次流や乱れの解析と水位の縦断変化について検討する。なお本研究は文部省科学研究費一般研究(c)の補助を受けたことを記して謝意を表します。

<参考文献>1) 冨永ら: 水工学論文集, 第39巻, pp. 477-482, 1994. 2) 柴田ら: 平成7年度土木学会年次学術講演会会講演概要集, pp. 626-627, 1995



(釘列両側)

図-2 流速の横断分布



(釘列片側)

図-2 流速の横断分布