

高水敷肩近傍の樹木列が洪水流に及ぼす水理的影響

名古屋工業大学 学生員 草野 清
名古屋工業大学 正員 富永晃宏
日本工営 正員 森 貴信

1. まえがき 近年、河川の高水敷の植生の流れに及ぼす影響について盛んに研究が行われている。植生のモデルとしては、単に底面粗度を増大させる効果しか持たない場合と、樹木のように全水深にわたって形状抵抗を持つ場合に大別できる。福岡、藤田¹⁾は河道内の樹木群の水理的影響を非常に多くの条件に対して詳細に検討し、合成粗度係数は水深の増加とともに増大することや、水路中央に置かれた樹木群はその幅が小さくても大きな抵抗を与えることを示した。そこで、本研究は樹木群の配列が重要な要素となると考え、河川でよく見かけられる高水敷肩近傍の樹木群が、洪水時の流動に及ぼす影響を実験的に検討した。

2. 実験装置及び実験方法 実験水路は、長さ13m、

幅60cmで、水路右岸側に図-1に示すような木製の1：

2勾配を有する高水敷を設置し、勾配を0.0011と固定した。流速はピトー静圧管と差圧トランシスデューサーを用いて計測した。樹木の幹部分のみを対象とし、直径3.5mmの釘を横断方向に2cm間隔で2列並べて、図-1に示す位置に上流から5.5mの位置より4m区間にわたって設置した。流れ方向の間隔Lは4cmと8cmの2通りとし、表-1の実験条件について行った。

3. 実験結果 <水位流量曲線> 図-2に

水位流量曲線を示す。釘列がある場合、同じ流量に対して水深が上昇しており、抵抗の増大を示している。また、水深の増加量は流量の増加とともに増大している。釘の間隔による違いはわずかである。これより合成粗度係数を計算して水深に対する変化を示したのが図-3である。釘列がない場合には、水深が高水敷高さの2倍（約8cm）で最大となり、水深が高水敷高さをわずかに越えたときに最大となる低水路側壁が直角の場合と異なる特性を示す。釘列がある場合、

大きな値を示し、H=7~9cmでほぼ一定な最大値をとり、これ以上では減少する傾向を示す。

<平均流速分布> 図-4に、釘列がない場合とある場合の主流速の横断分布を示す。本実験では、滑面の低水路において顕著な2次流の発生が認められ、主流速は横断方向に大きく変動

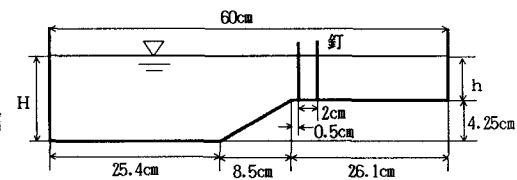


図-1 水路断面図

表-1 実験条件

	流量 Q (l/s)	低水路水深 H (cm)	高水敷水深 h (cm)	平均流速 U (cm/s)	釘間隔 L (cm)	高水敷流量比 Q _f /Q
A 1	10.5	6.10	1.85	41.0	なし	0.134
A 2	20.8	8.70	4.45	53.0	なし	0.262
B 1	10.5	6.35	2.10	37.1	8.0	0.150
B 2	20.8	9.03	4.78	51.7	8.0	0.272
C 1	10.5	6.50	2.25	37.3	4.0	0.154
C 2	20.8	9.07	4.82	52.3	4.0	0.271

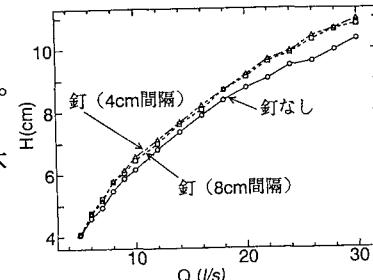


図-2 水位・流量曲線

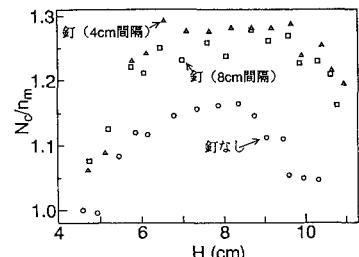


図-3 合成粗度係数

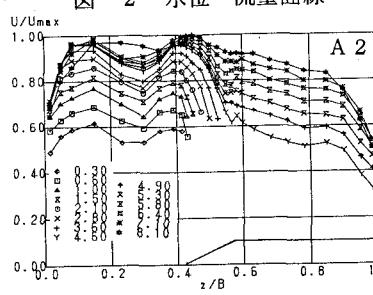
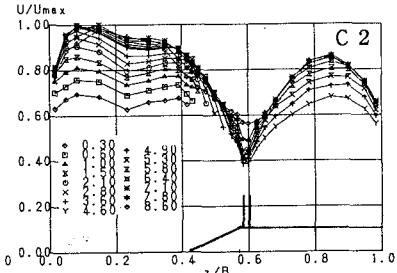


図-4 主流速横断分布



している。釘列がある場合、釘列内の流れが形状抵抗により急減速され、これに伴い釘列の両側で大きな流速勾配が現れ、強い横断方向せん断層が形成されている。佐野らは²⁾、樹木2列の場合その影響は小さいと述べているが、流速が大きくなるとこれでもかなりの影響ができるこ

とがわかる。流量の増大によって、低水路内の分布は若干減速領域が拡がる程度で大きな変化はないが、高水敷上では、流量が大きくなると高水敷の特に底面近傍の流速が釘がない場合に比べてかなり大きくなっている点が注目される。

＜水深平均流速＞ 水深平均された流速 U_h の横断分布を図-5に示す。流量 10.5 l/s の場合、釘列の両側で流速が減少しているが、傾斜面上のせん断層の流速勾配はほぼ平行で大きな変化はない。表-1に各ケースの高水敷の流量配分比を示しているが、釘がある場合高水敷上では平均流速が減少するが、水深が増大しているため流量配分比はむしろ若干増加している。次に流量 20.8 l/s の場合、釘列の両側に対称に約 10cm 区間が大きく減速され、低水路側の流速勾配も著しく増大している。最も注目すべき点は、高水敷上の $z > 45\text{cm}$ の領域で釘列のある方が平均流速が増大していることである。このことは樹木の存在によって高速流が堤防側に押しやられることを意味し、治水上大きな問題である。また、釘の間隔が密な方が釘部分での減速が大きく、高水敷側壁寄りのピーク流速が大きくなる。

＜底面せん断応力＞ 高水敷上の対数則の適合性については問題が残るもの、対数則から底面せん断応力の評価を行った。図-6に流量 20.8 l/s の底面せん断応力分布を示す。この方法ではせん断応力は底面近傍の流速で決まるので図-5の水深平均流速分布とほぼ相似な分布となるが、高水敷上の値が相対的に大きくなる。したがって、釘のある場合の高水敷側壁寄りの底面せん断応力の増大も大きなものとなる。このピーク値は樹木がない場合の高水敷肩付近に発生するピーク値とほぼ同等であり注意を要する。

＜乱れ強度＞ ピトーレ管では正確な乱れ強度は計測できないが、乱れの強さの空間的分布傾向を把握する意味で通常の乱れ強度と同様に乱れ強度 u' を定義した。図-7はこの乱れ強度の横断分布を釘のある場合について示したものである。釘列の外側で非常に大きな乱れを示し、低水路側は傾斜面法尻付近まで釘列による乱れの増大の影響が及ぶが、高水敷側は乱れは比較的急激に減衰している。また、高水敷の側壁付近の乱れが大きくなっている。このような樹木群との境界付近の流れは、周期的な水面変動を伴うことが観察されているが^{3)、4)}、この場合も釘列外側の流速変動はかなり規則的で周期 $0.8 \sim 1\text{秒}$ 程度の周期的な変動を示した。

4. あとがき 高水敷肩付近に存在する樹木群は、流水断面積に占める割合がわずかであっても大きな抵抗を引き起こし、洪水時に水位を上昇させる。特に水位が増大すると樹木群より外の高水敷上の流速、底面せん断応力が増大する危険性があることがわかった。ただし、本研究は限られた条件でのものであり、今後この結果の意味や普遍性について検討する必要があろう。

最後に、本研究は河川環境管理財團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)福岡、藤田：土木研究所報告, 180の3, 1990、2)佐野ら：水工学論文集, 35, 1991、3)辻本、北村：水工学論文集, 36, 1992、4)池田、太田、長谷川：土木学会論文集, 443/I-18, 1992

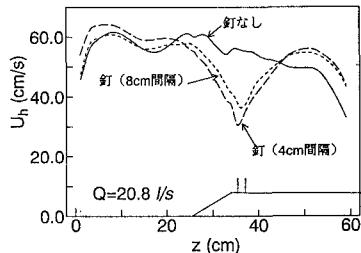
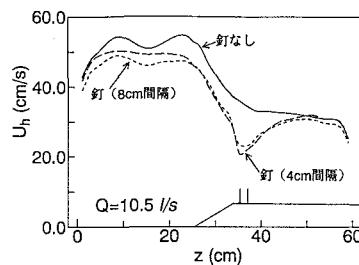


図-5 水深平均流速

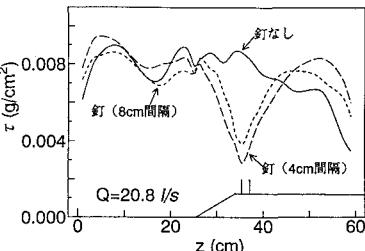


図-6 底面せん断応力

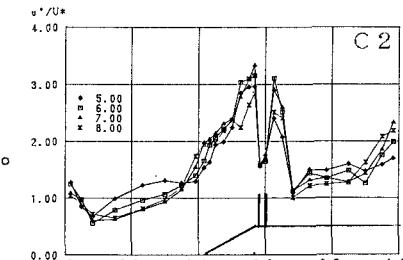


図-7 乱れ強度分布