

II-94

低水路河岸沿い樹木群の密度急変による流れの混合機構

広島大学大学院 学生会員 高次 渉 広島大学 正会員 駒井克昭
 広島大学 フェロー会員 福岡捷二 広島大学 正会員 渡邊明英

1. 序論

複断面河道の低水路河岸沿いに樹木群が繁茂する場合、繁茂形態や密度の違いにより、高水敷流れと低水路流れの混合機構は異なる。また、混合に伴う運動量交換はせん断力 (Reynolds 応力) として評価される。本研究では河道内樹木群の保全、管理のために必要な水理学的な情報を得るため、低水路沿い樹木群の密度急変に伴う低水路流れと高水敷流れの混合機構の変化を検討する。

2. 実験方法

樹木群がある流れから樹木群がない流れに遷移する場合において流量が $231/sec$ (実験 1), 流量が $281/sec$ (実験 2) と樹木群がない流れから樹木群がある流れに遷移する場合で流量 $231/sec$ (実験 3) の 3 ケースについて検討を行う。樹木群配置を示した実験水路の横断面図を図-1、平面図を図-2 に示す。まず、縦断水位から樹木群の密度急変に伴う流れの遷移区間を推定し、次に遷移区間における平均主流速分布、Reynolds 応力分布の縦断変化から流れの混合機構を明らかにする。

3. 実験結果と考察

3.1 縦断水位

図-3 に全実験、また比較対象となる樹木群が全区間にある場合とない場合の縦断水位を示す。実験 1 は下流端から 12.0m まで樹木群がない場合と一致し、樹木群密度の変化点付近で抵抗が急減するため水深が最も小さくなっている。樹木群密度の変化点より上流ではその影響が伝わり、樹木群がない場合に比べて水位勾配が大きくなる。実験 2 は実験 1 と同じ傾向を示している。実験 3 は樹木群がある区間では樹木群による抵抗が大きいため全区間に樹木群がある場合とほぼ同じ水面形となる。このため実験 1, 2 のように密度急変による明確な流れの遷移区間は特定できない。

3.2 平均主流速と Reynolds 応力

図-4 に実験 1 の平均主流速分布と Reynolds 応力分布の縦断変化を示す。複断面河道では高水敷高さを境に流れが変化するため高水敷高さより上層と下層に分けて層ごとの平均値を示す。また、複断面流れでは鉛直混合に比べ水平混合が十分大きいので、Reynolds 応力は $-\overline{u'v'}$ について考察を行う。樹木群がある領域では樹木群内外の混合に起因する Reynolds 応力が生じ、特に上層では発達した平面渦による強い混合がみられる。そして、樹木群の直下流部では高水敷流れは加速され、Reynolds 応力は急増している。これは、減速されていた高水敷流れが樹木群がなくなる

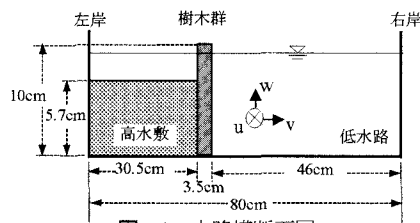


図-1 水路横断面図

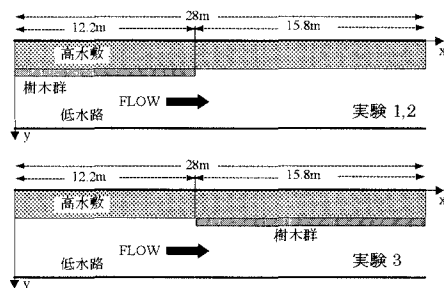


図-2 水路平面図

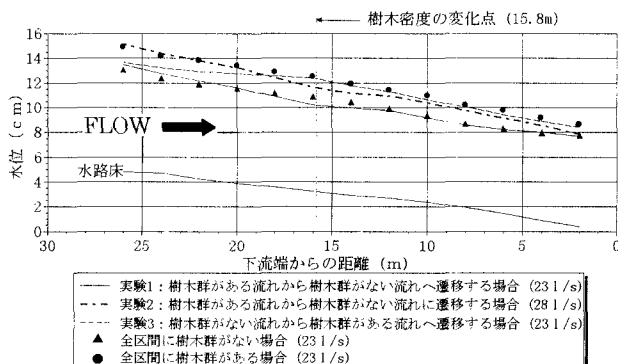


図-3 縦断水位図

キーワード：複断面河道，樹木群，混合機構，Reynolds 応力

連絡先：〒739-8527 広島市鏡山1-4-1 広島大学工学部第四類(建設系) TEL0824-24-7821

ことにより低水路流れと急激な混合を生じること
を示している。さらに流下すると上層、下層とも
に Reynolds 応力は減衰しながらほぼ低水路全域
まで広がる。その後、横断方向の混合の広がり
は徐々に減衰し、下流端から 11.4m で混合は安定
している。すなわち混合の安定には密度変化点から
4.4m が必要である。

図-5に実験2の Reynolds 応力の縦断変化を示す。
実験1と比較すると実験2の Reynolds 応力
の方が大きい。これは実験2において樹木群のあ
る領域で樹木群内外の流速差が大きく、また密度
急変部において高水敷流れと低水路流れの速度勾
配が大きいためと考えられる。また、下流端から
10.6m で混合は安定しており、混合の安定には密
度変化点から実験1より長い 5.2mが必要である。
これは発達した Reynolds 応力は安定するまでに
長い距離を必要とするためと考えられる。

図-6に実験3の平均主流速分布と Reynolds
応力分布の縦断変化を示す。密度変化点付近にお
ける高水敷流れは樹木群近傍で減速され、 $-u'v'$
は負の値を示す。またその外側で加速され、
 $-u'v'$ は正のピークをとる。これらは樹木群先端
付近の高水敷上で樹木群近傍で減速域が生じ、そ
の外側で加速域が生じることを示している。下流
部の樹木群がある領域では樹木群の影響が卓越し、
 $-u'v'$ は流下に伴い大きく安定する。特に上
層では水平混合を伴う平面渦の発達により下層に
比べ大きくなる。また、Reynolds 応力の縦断変化
から樹木群がある流れ場への遷移は下流端から
13.6m までで起こっている。したがって混合の安
定には密度変化点から 2.2m が必要となり、同流
量の実験1に比べて短い。

複断面流れでは混合を支配するスケールは水平
スケールであると考えられる。そこで水平スケ
ールとして低水路半幅を用い、混合の安定に必要な
流下距離 (l) を低水路半幅 (b) で無次元化す
ると実験1は $l_1/b = 8.8$ 、実験2は $l_2/b = 10.4$ 、
そして実験3は $l_3/b = 4.4$ となる。

4. 結論

樹木群がある流れから樹木群がない流れに遷移する場合、混合が安定な状態に達する距離は低水路半幅に対し
 $l_1/b = 8.8$ 、流量が大きい場合は $l_2/b = 10.4$ となり、流量の大きい場合の方が混合の安定に必要な流下距離は長い。
また、樹木群がない流れから樹木群がある流れに遷移する場合は、樹木群内外で急激な混合が生じるため $l_3/b = 4.4$ と
なり、混合の安定に必要な流下距離は短い。

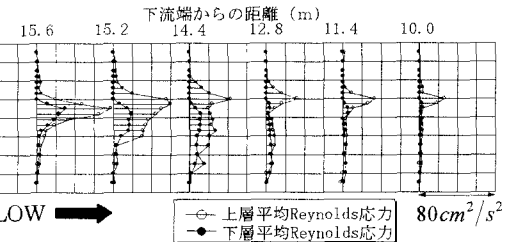
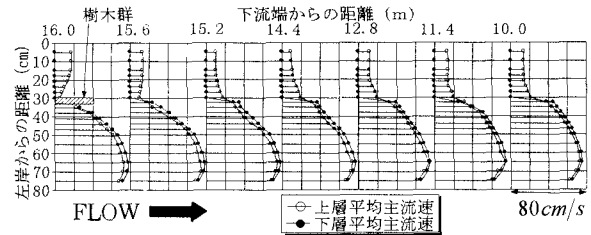


図-4 実験1の主流速と Reynolds 応力 ($-u'v'$)

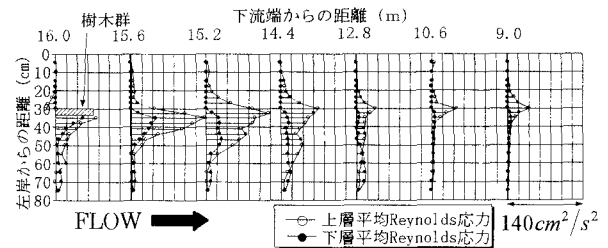


図-5 実験2の Reynolds 応力 ($-u'v'$)

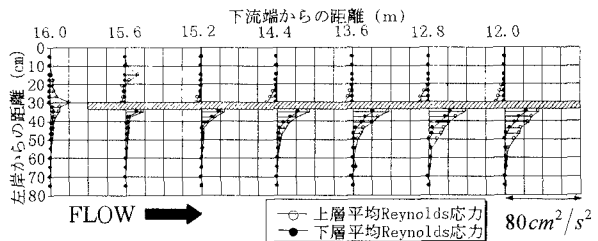
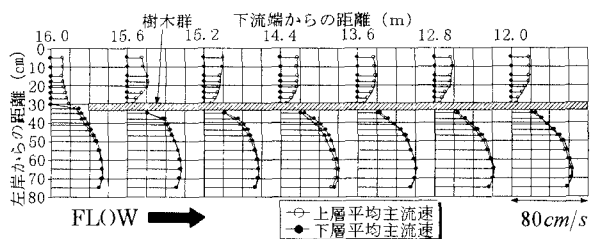


図-6 実験3の主流速と Reynolds 応力 ($-u'v'$)