

湾曲開水路の河床変動特性に及ぼす樹木群高さと配置の影響

名古屋工業大学

学生会員○青木 健太郎

名古屋工業大学

正 会 員 富永晃宏

学生会員 中居 毅

名古屋工業大学

学生会員 木村聡洋

1. はじめに 近年では自然環境に配慮した河道計画の実施が叫ばれている. しかし河道湾曲部に樹木群が存在する場合, これが抵抗となり河床変動および流れ構造に大きく影響を及ぼすと考えられる. 今後は自然環境に配慮しつつ側岸河床の安全を保つ必要がある. そこで本研究では湾曲開水路の移動床における実験を行い, 従来著者らが行ってきた樹木群配置¹⁾に新たな配置を加えると共に樹木群の配置及び高さの違いによる河床変動の抑制効果について実験的に検討した.

2. 実験条件及び方法 実験水路は水路幅 $B=90\text{cm}$, 深さ 30cm の長方形断面水路を用いた. 湾曲部の中心曲率半径は $r=270\text{cm}$ で $r/B=3.0$ であり, 流量 $Q=40\text{ l/s}$, 水深 $h=15\text{cm}$ として行った. 樹木群模型は直径 5mm , 長さ 18cm と 7.5cm の木材の棒を用い, 流下方向, 横断方向に 5cm 間隔で格子状に配置し, 横断方向に 5 列, 22.5cm にわたって設置した. また, 湾曲部の河床変動を調べるため平均粒径 0.05cm の砂を用いた. 流速は通水 5 時間後の河床形状をセメントで固めた後計測を行った. 本研究では河床変動の抑制効果が期待できる外岸側前方及び湾曲部のみの配置を考え, 加えて樹木高さの影響を想定し表-1 に示すように設置した.

3. 実験結果 図-2は,通水5時間後の河床形状を示したものである. 非水没の樹木群を湾曲上流部に設置したケース K-8 では,外岸側壁近傍での洗掘が押さえられるが, 湾曲角 45° 付近から樹木群内部にまで 3cm 程度の洗掘が進んだ. また,内岸側には 10cm を越える大きな堆積がみられた. 樹木群高さ $h=7.5\text{cm}$ とした Ks-8 では K-8 と同様な河床形態となったが,全体的に洗掘が抑えられ内岸の堆積も 8cm 程度のものとなっている. 湾曲部のみに

表-1 実験条件

ケース名	樹木配置位置	樹木形態
K-1	配置なし	樹木なし
K-8	外側・上流90cm～湾曲角15°	$h=15\text{cm}$ (非水没)
K-10	外側・湾曲部	$h=15\text{cm}$ (非水没)
Ks-8	外側・上流90cm～湾曲角15°	$h=7.5\text{cm}$
Ks-10	外側・湾曲部	$h=7.5\text{cm}$

表-2 河床形状

	最大洗掘			最大堆積		
	X	Y	Zmin	X	Y	Zmax
K-8	46°	55cm	-4.86cm	59°	2.5cm	10.53cm
Ks-8	下流65cm	85cm	-3.55cm	60°	2.5cm	8.11cm
K-10	60°	60cm	-6.96cm	55°	2.5cm	8.63cm
Ks-10	下流85cm	85cm	-5.49cm	下流25cm	5cm	6.59cm

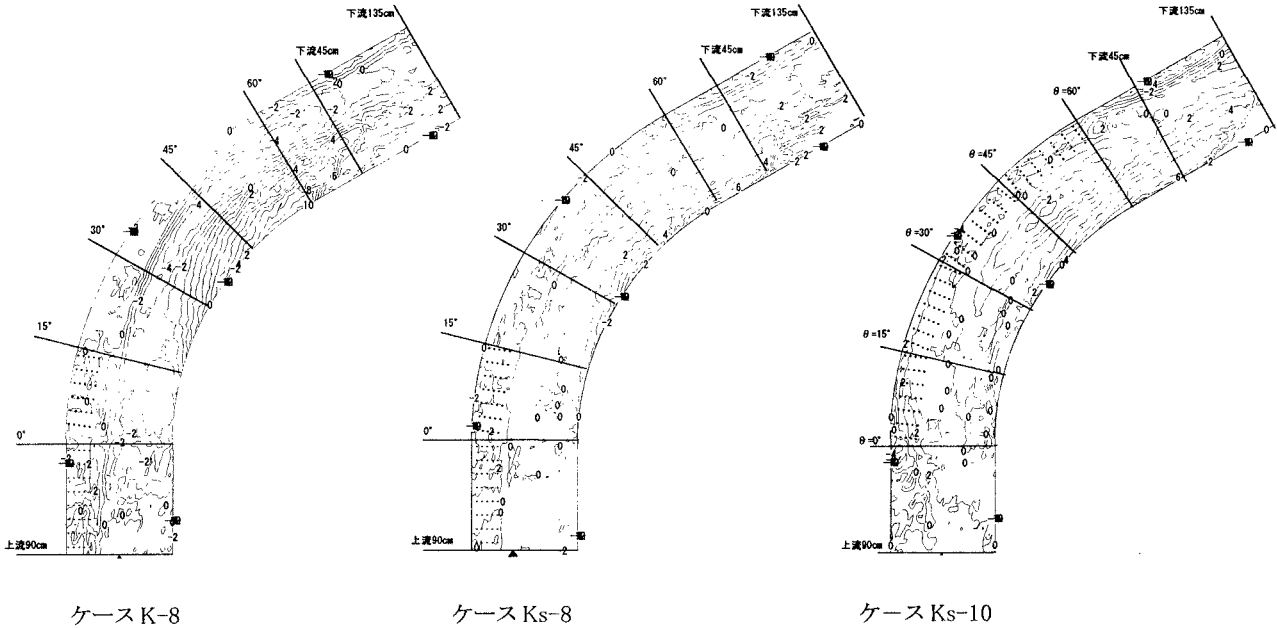


図-1 河床コンター図

樹木群を設置したケースK-10では、湾曲角 60° 付近において樹木群側部に6cmと大きな洗掘が生じ、下流45cm付近にも同程度の洗掘が生じた。内岸側での堆積は8cm程度となっている。ケースKs-10では洗掘、堆積の生じる位置はK-10とほぼ同じ結果となったが、全体的な洗掘及び堆積は三分の二程度となっている。

図-2はケースK-10, Ks-10の湾曲中心角 60° の位置における2次流ベクトル図である。いずれのケースにおいても水路全体にわたる湾曲部特有の2次流が認められる。過去の移動床実験では見ることができなかった外岸渦²⁾がケースK-10において発生していることが分かる。樹木群高さ $h=7.5\text{cm}$ のケースKs-10では外岸渦の発生は認められず、樹木群上部まで流れ込み、樹木群内部で内岸へ向かう流れを形成しており、水路全体にわたる2次流が発生している。ケースK-8, Ks-8ではどの断面においても水路全体にわたる2次流が形成されていた。

図-3はケースごとの水深平均流速を示している。ケースK-10では内岸側での変化は湾曲角 $\theta=30^\circ$ までは高速化し、それを境に減速化している傾向がある。また外岸側での減速が大きく、せん断層が平行移動していることがわかる。ケースKs-10において内岸側、外岸側双方において流速の変化は小さく、水深平均流速は断面を通して一様化している。また、流下方向の変化も小さくなっており、特に水路中央付近での流速変化は非常に小さくなっていることがわかる。ケースK-8では内岸側での流速は流下するに従い減速し、外岸側での流速は流下に従い高速化するが、ケースK-10のようなせん断層の平行移動はみられなかった。ケースKs-8では、より外岸側での加速は少なく、また内岸側での減速も少ない結果になった。

4. おわりに 移動床長方形断面の湾曲水路の一部に樹木群を設置し、その配置、高さによる河床変動抑制効果について検討した。過去の研究から内岸側上流一部に樹木群を設置した場合、湾曲出口付近の洗掘を軽減させる効果がみられたが不安定な要素が多かった³⁾。今回外岸に樹木群を設置した実験の結果、内岸側上流部に樹木群を設置した場合よりも安定して外岸側壁近傍の洗掘を軽減させ、水路中央付近に洗掘を生じさせることがわかった。また樹木群高さが低い場合、さらに河床変動量が減少することがわかった。この場合せん断層が鉛直方向に形成され、樹木上方での流速は速く、底面付近での流速は遅いため樹木群内では水深平均流速が比較的大きいにも関わらず、掃流力が小さくなるため、外岸側での河床変動が軽減されたものと考えられる。今後は固定床において、樹木群高さと配置が2次流および底面せん断応力に及ぼす影響を検討して、河床変動軽減のメカニズムを明らかにしたい。

<参考文献>1) 富永・長尾・木村: 水工学論文集 第43巻, pp809-814, 1999.

2) 富永・長尾・千葉: 土木学会論文集 No. 607, II-45, 19-28, 1998.

3) 富永・木村・山本: 土木学会中部支部論文集 pp269-270, 1999.

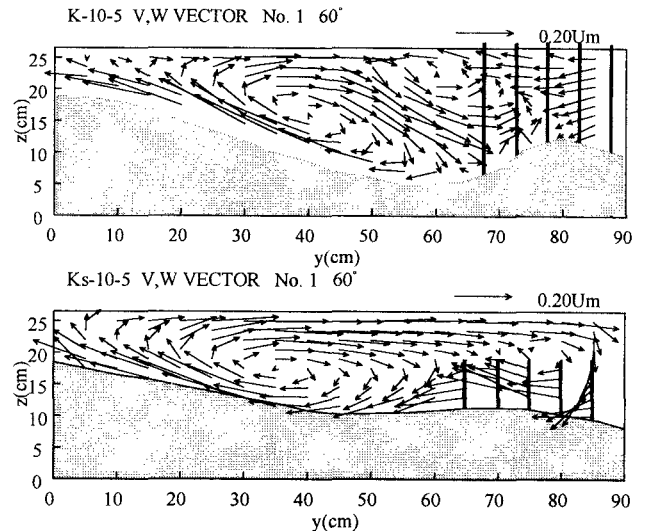


図-2 2次流ベクトル
K-10

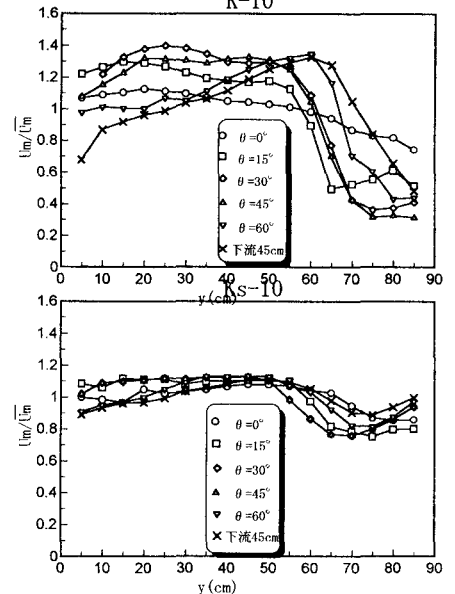


図-3 水深平均流速