

第 部門

水路湾曲部における水制周辺の河床変動に関する実験的研究

京都大学大学院 工学研究科 学生員

○北村耕一

京都大学防災研究所 正員

中川 一

京都大学防災研究所 正員

石垣泰輔

京都大学防災研究所 正員

武藤裕則

研究目的 ワンドは良好な河川生態環境を有することから近年河川環境の多様化、自然再生を目的として設置されている。淀川水系に存在するワンドは航路維持を目的に設置されたケレップ水制に由来するものであり、平水時には水裏と呼ばれる湾曲部内岸側に良好な環境を持つワンドが多数存在することが知られている。ワンド内の生態系は長期にわたる土砂堆積過程による産物であり、地形、流速など様々な面で多様性を有することが望ましいとされている¹⁾。一般的な河川湾曲部の内岸側は単一砂州を形成することが多く、地形等の多様性を求めることは難しい。そこで、そのような低水路内の単一砂洲に水制工を用いて意図的に擾乱を起こして多様な地形を創出することが有効であると考えられる。湾曲部外岸に関しては樹木群や透過型水制が河岸浸食や洗掘の抑制のために設置されることが多いが、内岸側に水制工を設置することは上記の航路維持を目的とする場合以外では、通水断面の減少や流向の変化など流水に対する阻害要因となるため、その影響を極力抑えるような形状、配置が必要となる。本研究では湾曲部低水路内における水制群の地形擾乱効果や抵抗特性を検討するために単断面水路での移動床実験を行った。

実験装置及び方法 実験は図-1 に示すような上流直線部 7.5m、水路中央での曲率半径 5.0m の 90 度湾曲部、下流直線部 5.0m からなる水路床勾配 1/800 に固定された 0.8m 幅直線水路を用い、河床材料として比重 2.24、平均粒径 1.45mm のスラジライトを水路底面より 10 cmの厚さで敷き詰めた。岩垣公式による限界摩擦速度 u_{*c} は 2.45 である。実験条件として湾曲部内外岸での水制の配置を 4 つのパターンで行い、水理条件は表-1 に示すものを全てのケースに適用した。CASE-1 では水制は設置せず、CASE-2 では外岸のみに水制高さが 7 cm(非越流)、水制長さは湾曲部入り口と出口で 0 cm、湾曲部 45° で 16 cmとなるように水制先端が外岸よりも緩やかな弧を描くようにし、間隔は水制長さが 8 cm以下のところで 8.9 cm、8 cm以上で 16 cmとした。CASE-3 では内岸に水制高さ 4 cm(越流)、湾曲部入り口から水制先端が CASE-1 の河床変動結果の ± 0 cm等高線に沿うように徐々に長さを伸ばし、長さが 8 cmに到達したところから下流では長さを 8 cmに固定した。水制間隔は水制長さに対しておよそ 3 倍の 25.8 cmとした。CASE-4 では CASE-2,3 で設置したものを両方設置した。実験は通水後、河床が定常状態になった後に流速分布、河床形状、水路中央での水位を計測した。

研究結果及び考察 図-2 に各ケースの定常状態における河床形状を示す。CASE-2(外岸のみ)では湾曲部外岸での洗掘、内岸での堆積が CASE-1(水制なし)よりも内岸側に位置し、堆積域は狭くなる。また、 $\theta=90^\circ$ 外岸での洗掘が軽減されている。CASE-3(内岸

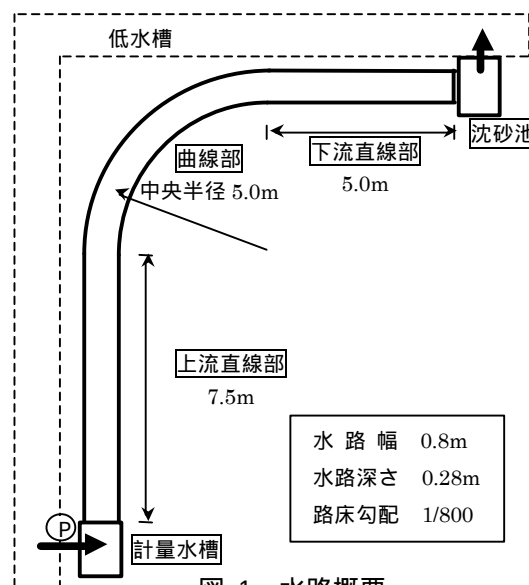


図-1 水路概要

表-1 水理条件

水理条件	
流量 Q (cm ³ /s)	13,530
疑似等流水深 H (cm)	5.0
断面平均流速 u_m (cm/s)	33.83
路床勾配 I	1/800
摩擦速度 u_* (cm/s)	2.33
レイノルズ数 Re	15,000
フルード数 Fr	0.51
河床材料	
平均粒径 d_m (mm)	1.45
比重	2.24
限界摩擦速度 u_{*c} (cm/s)	2.45

Koichi KITAMURA, Hajime NAKAGAWA, Taisuke ISHIGAKI, Yasunori MUTO

のみ)では内岸の砂州に変化を与えているが、湾曲部での洗掘箇所が上流側に移動し、湾曲部 90° 外岸での洗掘が拡大している。CASE-4(両岸設置)では湾曲部 90° での洗掘を軽減しつつ内岸への擾乱も起こしている。

図-3はCASE-1からCASE-3での湾曲部 $\theta=30^\circ$ と $\theta=45^\circ$ の横断面内の二次流分布である。CASE-1(水制なし)では $\theta=30^\circ$ で断面内の二次流は発達していないが、CASE-2、CASE-3でははっきりとした渦が見られる。 $\theta=45^\circ$ ではCASE-1にも渦が発生する。CASE-3は渦がさらに大きくなり、CASE-2では外岸側に逆回転の渦が発生しており二次流の発達を妨げている。また、水制により外岸の曲率半径が大きくなったため湾曲部出口の洗掘が軽減されたと考えられる。逆にCASE-3では内岸水制によって二次流の発達が促進されるために $\theta=90^\circ$ のような洗掘を引き起こしている。CASE-4はほぼCASE-2と同様の現象がみられた。図-4に各ケース湾曲部上流 2m から湾曲部下流 2m までの水路中央での水位の縦断変化を示す。CASE-3(内岸のみ)ではほとんど水位に変化はなく、CASE-2、CASE-4では上流部で 2,3 mm、湾曲部で 2 mm 程度(約 5%)上昇している。

今回の結果から、湾曲部内岸に設置した水制は二次流の発達を促し、外岸に設置すると二次流の発達は軽減できる。両岸に設置すると外岸水制の効果が大きくあらわれ、内岸水制による外岸での洗掘を軽減し、内岸に擾乱を起こすことができた。

今回の結果から、湾曲部内岸に設置した水制は二次流の発達を促し、外岸に設置すると二次流の発達は軽減できる。両岸に設置すると外岸水制の効果が大きくあらわれ、内岸水制による外岸での洗掘を軽減し、内岸に擾乱を起こすことができた。

参考文献 1)小川力也：砂州の静水域の環境特性と魚類の生態，流砂・土砂の管理と河川環境の保全・復元に関する研究 pp116-132，(財)河川環境管理財団大阪研究所，2004

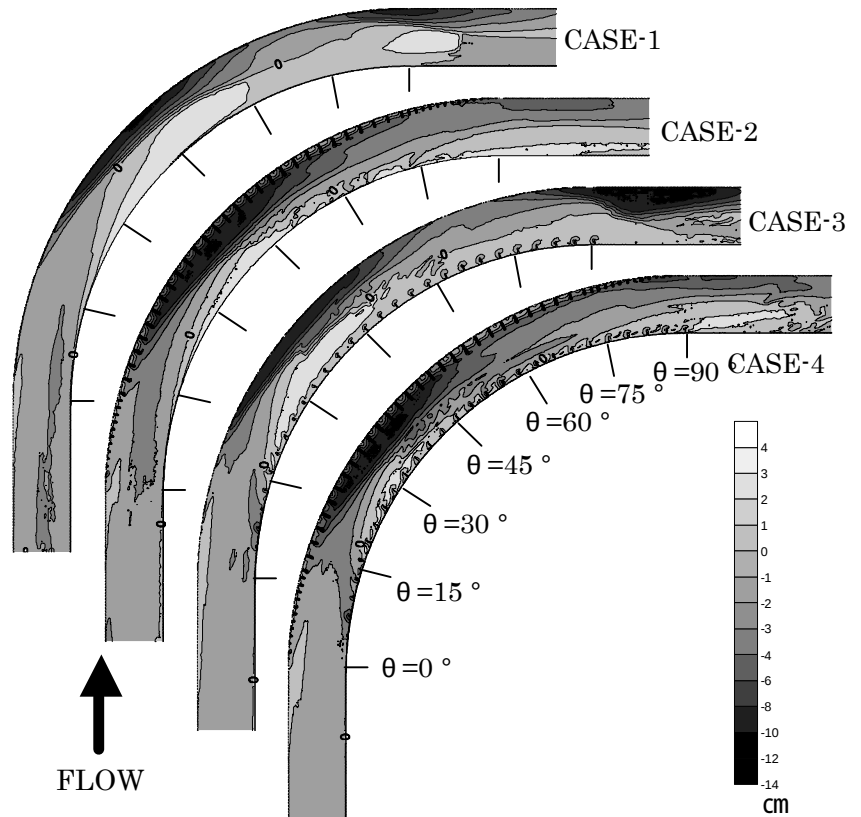


図-2 河床形状

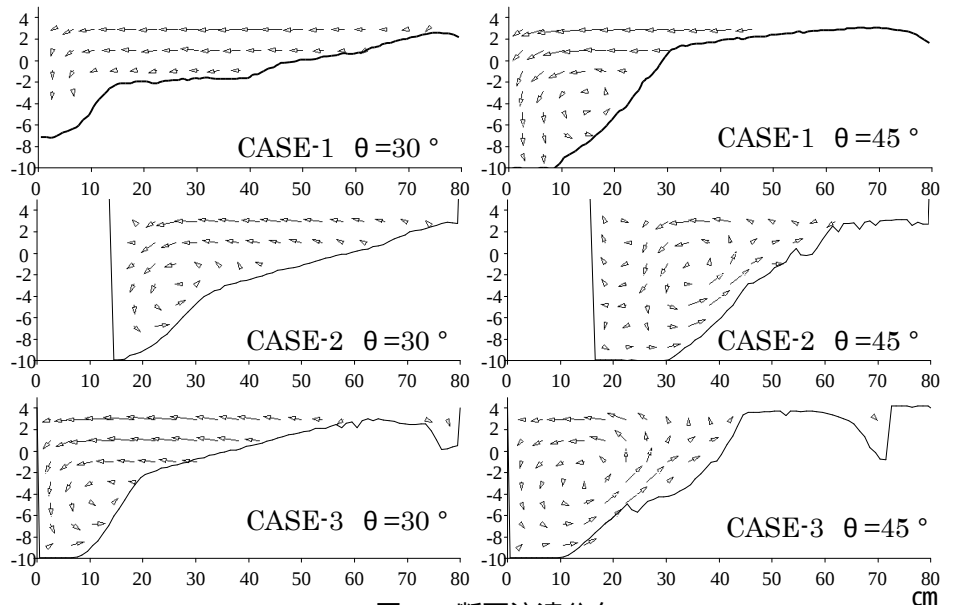


図-3 断面流速分布

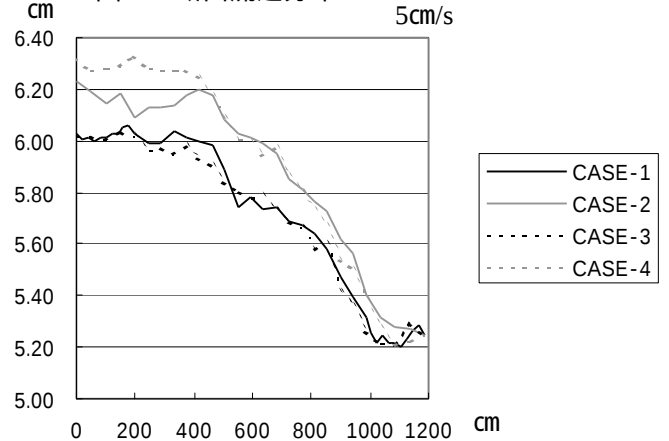


図-4 水位の縦断変化