

弯曲部横越流堰周辺の流れに関する3次元数値解析

鳥取大学工学部 正 員 道上正規
鳥取大学工学部 正 員 檜谷 治
(株) 奥 村 組 正 員 〇友滝庸治
鳥取大学大学院 学生員 嶋 大尚

1. はじめに 河川分流部の流況に関しては、直線水路に対する実験あるいは数値解析による検討は従来行われているが、弯曲部の分流に対する研究はわずかで、特に分流流量の算定に関しては十分解明されているとは言えない。そこで、本研究では、直線水路において従来検討されている分流流量の算定法¹⁾を弯曲水路に適用し、その適用性を検討するとともに、3次元流れに関する従来の実験結果の数値シミュレーションを試みた。

2. 実験の概略 川合²⁾は、弯曲偏角90°、中心曲率半径 $r_c=60\text{cm}$ の弯曲部を含み、上流側に450cm、下流側に160cmの直線部を持つ幅20cmの水路を用いて表-1に示す条件で実験を行った。横越流部は外岸側偏角70°から86.4°の区間(開口幅 $W=20\text{cm}$)で4分割され、横越流量や横越砂量の分布が得られるようになっている。詳細な実験水路図を図-1に示す。これらの条件で、定常給水、定常給砂(掃流砂)のもと、平衡状態に達したと思われる時点まで通水し、水面形および河床形状の測定するとともに、固定床上で、電磁流速計で平面2方向成分 u 、 v 分布の測定を行っている。

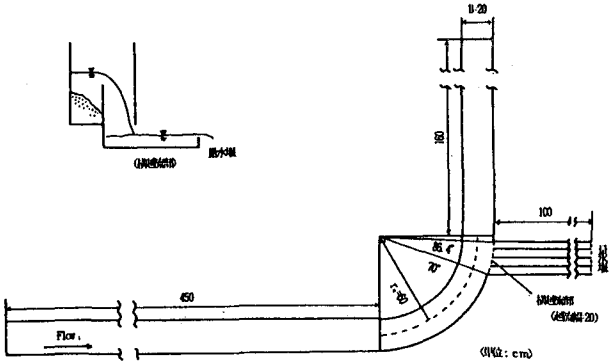


図-1 実験水路²⁾

表-1 実験条件

流量 (ℓ/s)	4.0
水路幅 (cm)	20.0
流量配分比	0.45
越流堰高 (cm)	0.526
越流区間 (cm)	20.0
河床勾配	1/300
粗度係数	0.0167

3. 計算法の概要 本研究で使用した3次元流計算法は基本的に昨年度おこなった直線水路の数値計算法¹⁾と同様であるのでここでは省略し、分流部の境界条件である越流流量分布の算定方法について述べる。まず、計算の基礎式は1次元の水面形の式と連続式であるが、越流区間において、1)底勾配や摩擦抵抗の影響は小さい、2)越流区間において比エネルギーは一定に保たれる、3)越流係数 C は越流区間において一定である、という3つの仮定のもと以下のように与えられる。

$$\frac{dh}{dx} = \frac{Qq \cdot h}{gb^2h^3 - Q^2} \quad (1), \quad -\frac{dQ}{dx} = q_r = C\sqrt{2g(h-S)^3} \quad (2)$$

ここに、 Q ：主水路上流端流入流量、 b ：主水路幅、 h ：水位、 q_r ：単位幅越流流量、 C ：越流係数、 S ：越流堰高さである。計算は、まず、越流流量と越流係数を仮定し、下流端から1次元の水面計算を行う。水面形の計算は越流区間の直上流まで行いその場所でのフルード数を求める。つぎに、次式で示す中川・宇民の越流係数算定式から越流係数を再評価し、越流係数の一定値となるまで水面形の計算を繰り返すというものである。

表-2 越流流量分布

	実験値	計算値
断面1-25	4.0~4.8	5.54
26	8.0	8.22
27	8.0~10.0	10.32
28	11.2~12.8	12.04

単位 $\times 10^{-3}\text{m}^2/\text{s}$

$$C = 0.94 - 0.83 Fr \quad (3)$$

$$(Fr \leq 0.6)$$

また、実験では河床変動によって堰高が変化するため、この河床変動量を考慮して堰高を変化させた。なお、下流端での水深は実験値の水位から4.8cmとした。この値を用いて計算した越流流量の計算値と実験値を表-2に示す。表は上流側の値から順に示しているが、実験値は下流に行くに従って越流流量が多くなっており、計算値はその傾向を精度良く再現できている。したがって、1次元計算で十分越流流量分布を評価できることがわかる。

4. 流況について 図-2は、越流区間周辺の平衡状態の河床変動量を示したものであり、この状態で流速測定がなされている。図-3(a)、(b)は表面付近(水面下0.93cm)での実験値と計算値を、また、図-4(a)、(b)は底面付近(河床上2cm)での実験値と計算値の流速分布を示したものである。

まず、表面付近の流速に関しては、全体的な傾向は再現できている。しかしながら、底面付近の流速に関しては、実験値に見られる外岸側において表面付近より流速が速くなるという傾向は再現できているが、逆流域が実験値よりもやや下流側となっており、この点に関しては計算値は実験値をうまく再現できていない。

5. おわりに 本研究では、河川弯曲の分流部における3次元計算法を示したが、越流流量分布および流況に関してある程度の精度で再現できることが分かった。

参考文献

- 1) 岩本ら：横越流堰周辺の3次元流解析、第48回年講、Vol. II、pp.386-387、1993。
- 2) 川合茂：関西支部(投稿中)、1994。

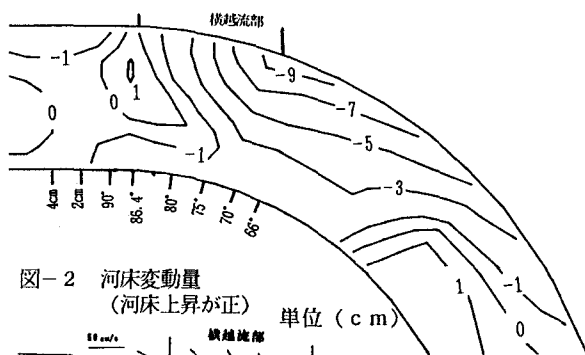


図-2 河床変動量
(河床上昇が正)

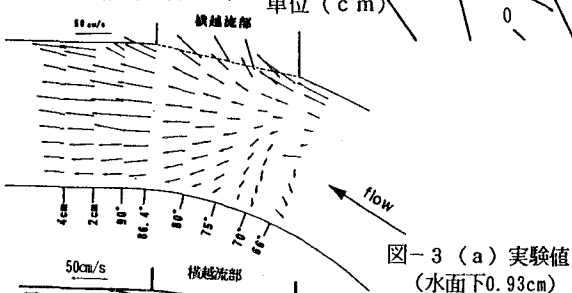


図-3 (a) 実験値
(水面下0.93cm)

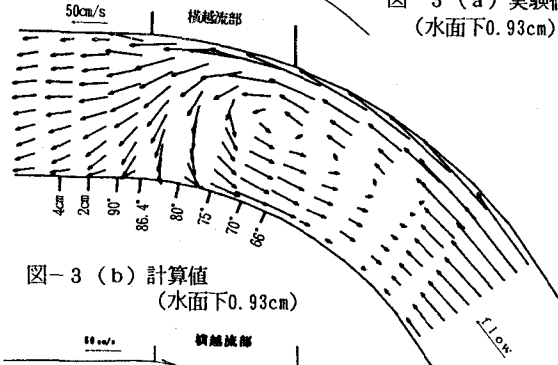


図-3 (b) 計算値
(水面下0.93cm)

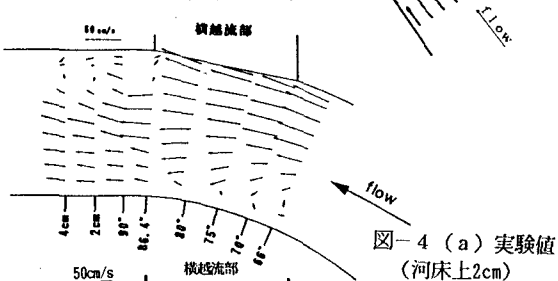


図-4 (a) 実験値
(河床上2cm)

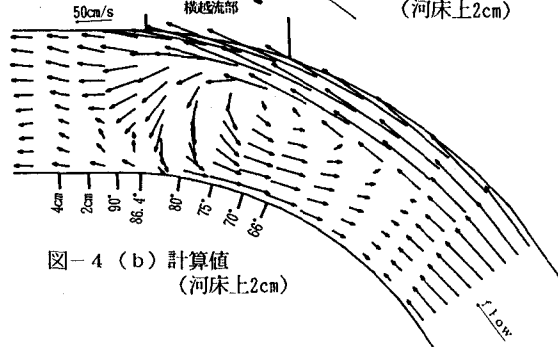


図-4 (b) 計算値
(河床上2cm)