

II-144

横越流堰周辺の3次元流解析

(株)建設技術研究所	正員 岩本 和也
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
鳥取県庁	正員 瀬村 正樹

1. はじめに 従来の横越流堰のある開水路流れに関する研究は、固定床を対象としたものがほとんどで、実験あるいは1次元の運動方程式（あるいはエネルギー式）による理論的解析によって、流量配分比（越流流量／上流端流入流量）の検討がなされてきた。しかしながら、移動床の場合、河床変動が流れに大きな影響を及ぼすために従来の1次元解析では不十分であり、河床変動を解析するためにも流れに関する3次元計算が不可欠となる。しかしながら、越流堰周辺の流れを数値計算によって3次元的に解析するためには、越流部での境界条件が重要となるが、越流部は流れが急変する場所であり、従来のように水位条件を境界条件に設定することは非常に困難である。そこで、本研究では、1次元解析によって越流部の越流流量分布を求め、この流量分布を境界条件とする手法を提案し、実験結果との比較検討を行う。

2. 実験条件および実験結果 実験に用いた水路は、越流堰長10cm、越流堰高さ2cm、越流堰上流90cm、下流190cmの矩形断面水路であり、流量2.599 l/s、河床勾配1/427、河床の粗度係数 $n=0.0135$ 、下流端平均水深4.3cmのもとに実験を行った。この時の流量は配分比は0.256であった。測定は水面形のみについて行っている。図-1中の●は横断方向の水深分布に関する実験結果（ x は越流部上流端からの流下方向距離(m)である）を示したものであるが、水位変動は越流部最上流で最も大きく横断方向に急激に水位が低下していることがわかる。

3. 計算方法 3次元の流れの計算法に関しては、従来より著者らが用いている方法¹⁾と同一であるので、ここでは省略し、越流部での境界条件についてのみ説明する。まず、従来の1次元解析法によって越流区間での水面形を計算し、その結果に基づいて越流部の流量分布を算定する。1次元解析の基礎式は、越流区間において、河床勾配や摩擦抵抗の影響は小さく、比エネルギーおよび越流係数は一定であるという仮定のもとに以下のように与えられる。

$$\frac{dh}{dx} = \frac{Q q_x h}{g b^2 h^3 - Q^2} \quad (1)$$

$$-\frac{dQ}{dx} = q_x = C \sqrt{2g(h-S)^3} \quad (2)$$

ここに、 Q ：主水路上流端流入流量、 b ：主水路幅、 h ：水位 q_x ：単位幅越流流量、 C ：越流係数、 S ：越流堰高さである。(1)式は水面形の式であり、下流端水深（実験値）と越流係数を与えれば、越流区間の水面形を求めることができる。この計算過程で、(2)式によって越流流量が計算されるが、この越流流量が実験値と一致するよ

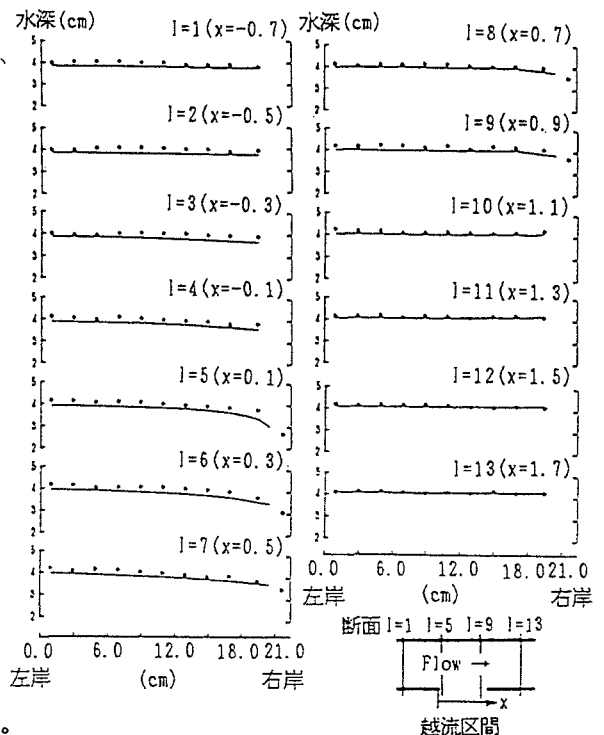


図-1 計算結果と実験値の水面形

うに越流係数を試行錯誤的に求めれば、越流区間の越流流量分布を評価することができる。

つぎに、越流部の境界条件の設定方法であるが、3次元計算では図-2に示すような計算メッシュおよび計算諸量を配置しており、越流部では上述した越流流量を図中に示すように横断方向の流速成分に換算し、境界条件とする。

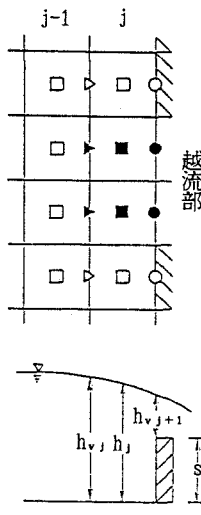
4. 計算結果 まず、境界条件の設定法の妥当性を検証するために、上述した実験結果の数値シミュレーションを行った。1次元解析で求めた越流区間の越流流量分布を図-3に示す。この時の越流係数Cは0.518であった。図-1中の実線が計算値を示しているが、越流区間における水位低下特性を十分再現できており、本手法の妥当性が示されたといえる。

つぎに、川合によって行われた移動床における実験²⁾に適用した。川合の実験条件を表-1に示す。計算は初期河床について行ったものであるが、その計算結果を図-4および図-5に示す。まず、図-4に示すu-vベクトル図を見ると、底面に行くほど流向が越流部に向かっており、越流部下流では逆流が生じていることがわかる。つぎに、図-4は図-3中の①断面におけるv-wベクトル図を示したものであるが、越流部側で大きなローラーが発生していることがわかる。図-5は川合による河床変動結果を示したものであるが、越流部周辺では越流部から下流にかけて洗掘が生じており、この洗掘は上述したローラーの影響であると考えられる。

5. おわりに 本研究では、越流部の周辺の流れの3次元計算法を示したが、今後は河床変動を含めてさらに検討する予定である。

参考文献 1) 檜谷ら、水工論文集、第34巻、pp.295-300、1990. 2) 川合、京都大学博士論文、1991.

参考文献 1) 檜谷ら、水工論文集、第34巻、pp.295-300、1990. 2) 川合、京都大学博士論文、1991.



- △ h_v
□ h
○ $v=0$
● $v=q_*/(h_{v,j+1}-s)$

図-2 記号図

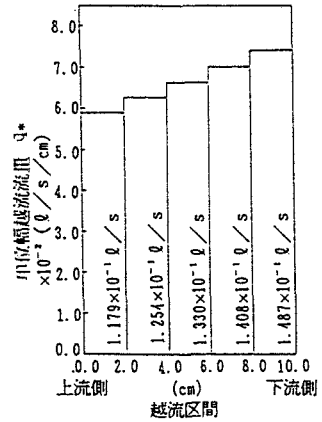


図-3 単位幅越流流量分布図

表-1 実験条件²⁾

流量 (ℓ/s)	5.00
水路幅 (cm)	50.00
流量配分比	0.50
越流堰高 (cm)	7.00
越流堰長 (cm)	12.50
水路床勾配	1/50
粗度係数	0.0224

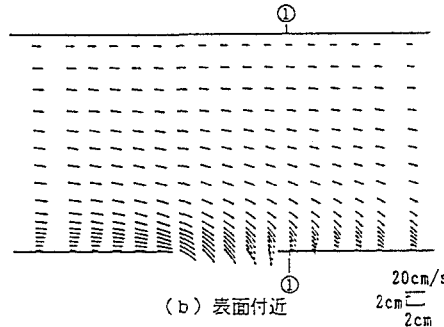
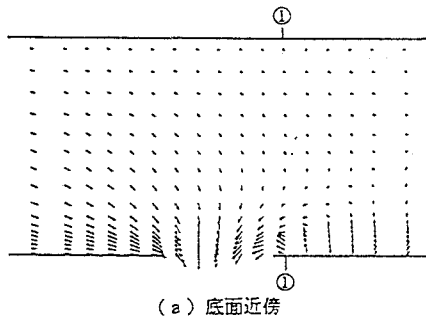


図-4 u-vベクトル図

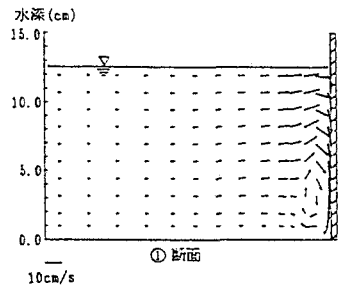


図-5 v-wベクトル図

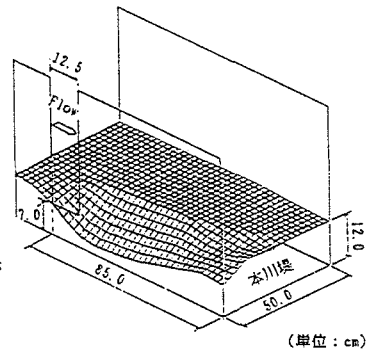


図-6 河床形状の鳥瞰図²⁾