

大阪工業大学工学部 正 員 綾 史郎 (株)建設技術研究所 正 員○宮脇伸行
大阪工業大学大学院 学生員 松田如水 大阪工業大学大学院 学生員 丸山哲也

1. はじめに 本研究は洪水時における河道内の河川構造物と流れの関係を説明する数値モデルの開発を目的としている。本報では越流型水制を有する淀川下流域の数値モデルを作成し、1993年7月5日の洪水流について数値実験を行い、数値モデルの適用性及び水制工周りの流況について考察をした。

2. 一般曲線座標系を用いた越流型水制を含む平面2次元モデルと淀川出水への適用 自然河道は不規則に曲がり、複雑な断面形状を有するから一般曲線座標系による平面2次元モデル¹⁾を用いて数値実験を行った。数値モデルを適用する淀川河道内11.8kmから14.4km付近には低水路維持のために建設された水制が、水位上昇の結果水面下に24基存在しているのを、これを越流型水制の存在による抵抗(流体力)としてモデル化し、水制に働く抗力 D と揚力 L の反作用として数学モデルに組み込んだ。すなわち、水制の存在するコントロールボリューム内では平面2次元モデルを積分して得られる離散式に D 、 L の ξ_i 成分の反力が付加される。

$$D = \frac{1}{2} \rho C_D A_G \sin \alpha U |U| \quad L = \frac{1}{2} \rho C_L A_G \sin \alpha U |U| \operatorname{sgn}(\cos \alpha) \quad (1)$$

ここに、 C_D : 抗力係数、 C_L : 揚力係数、 A_G : コントロールボリューム内の水制の面積($= l \cdot h_G$)、 l : 水制長、 h_G : 水制高、 U : 水深平均流速、 α : 水制と流速ベクトルのなす角、 ρ : 水の密度である(図-1参照)。また、 sgn : 符号関数であり、次のように定義される。

$$\operatorname{sgn}(\cos \alpha) \equiv \begin{cases} 1, & \text{for } 0 \leq \cos \alpha \\ -1, & \text{for } 0 > \cos \alpha \end{cases} \quad (2)$$

数値実験は、下流端を毛馬、上流端を枚方水位観測所とする16kmの区間の低水路部分の長水域(格子の大きさは20m×5m程度)と、水制の流れへの影響を詳しく見るために12.8kmから13.4kmの短水域について、より小さい格子網(5m×2.5m程度)を用いて計算した。なお、底面摩擦は粗度係数 $n = 0.03$ 、渦動粘性係数は $A_h = 1$ or $0.1 \text{ m}^2/\text{sec}$ とし、水制については $C_D = 3.8$ 、 $C_L = 0.3^2)$ 、 $h_G = 0.4 \text{ m}$ を基本とし、これらの値を変え、'93年7月出水(図-2)における数値実験を行った。

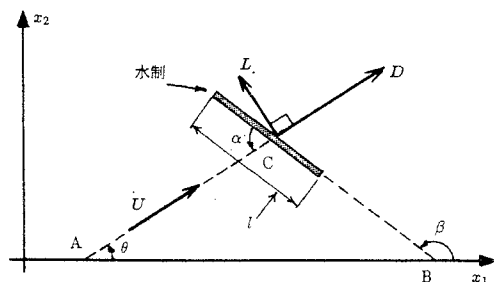


図-1 越流型水制のモデル化

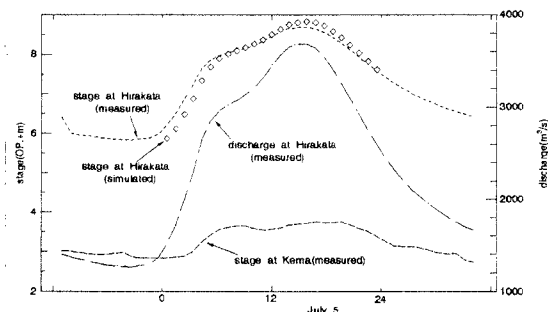
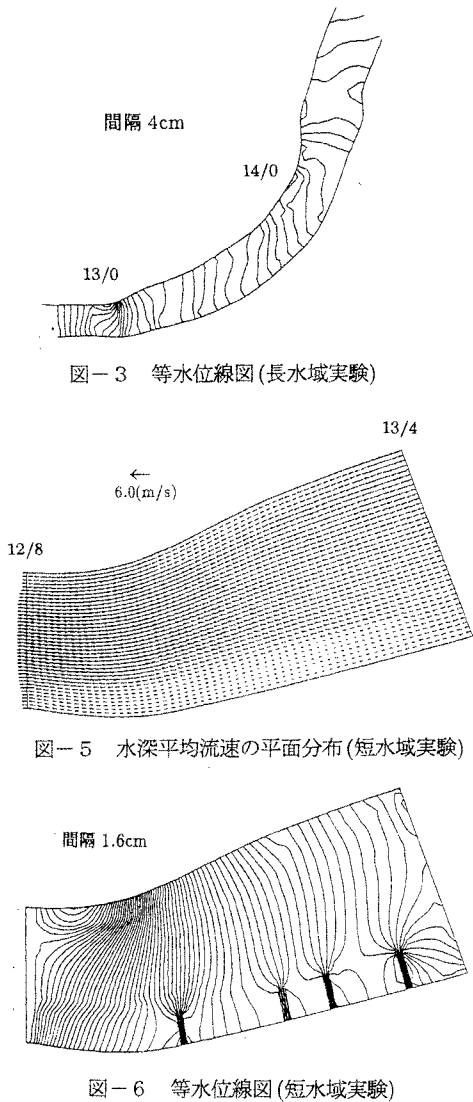


図-2 1993年7月淀川出水

3. 結果とその考察 図-2に長水域実験で得られた枚方水位を観測値とともに示している。計算開始時やピーク付近で数10cmのずれがあるが時間的な変化や最大水位は概ね一致している。図-3は同実験の等水位線図を示したものであり、洪水流に遠心力が作用した結果、湾曲部において外岸側の水位が10cm程度高くなっている。図-4は同実験で得られた13.0km線における水深平均流速の横断分布と画像解析により得

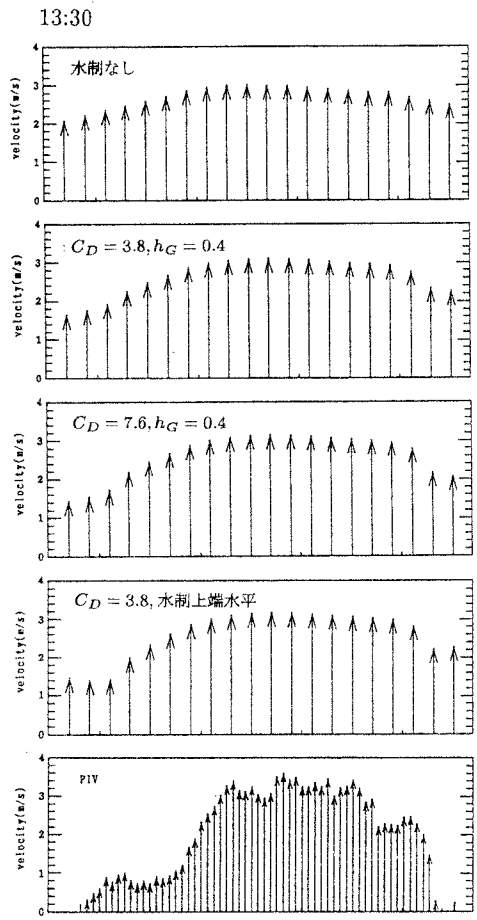
られた表面流速分布³⁾とを比較したものである。水制のない場合は流速が滑らかであるのに対し、左岸側水制の存在により左岸側の流速が低下し、画像解析結果とよく似たパターンになっていることがわかる。図一5は短水域実験で得られた流速ベクトルの平面分布である。河幅の変化や流軸の曲がりの影響により流れが向きを変えながら加速していく様子や、水制の存在により左岸付近の流速が大きく低下していることがわかる。図一6は同実験の等水位線図である。越流型水制の存在により、その前後で局所的に水位が10cmから20cm急変していることが示されている。



図一3 等水位線図(長水域実験)

図一5 水深平均流速の平面分布(短水域実験)

図一6 等水位線図(短水域実験)



図一4 水深平均流速と平面流速ベクトルの分布

4. まとめ 越流型水制を組み込んだ一般曲線座標系による平面2次元数値モデルを用いて、淀川下流における1993年7月の洪水流の再現計算と水制に関するいくつかの条件を変えた数値実験を行い、水制の存在による流れへの影響が示された。これらはPIV法を用いた画像解析により得られた表面流速の分布とも比較され、良好な結果を得た。

参考文献 1) 綾ら：水工学論文集，Vol.39，pp.447-452，1995。 2) 福岡ら：第2回河道の水理と河川環境論文集，pp.211-216，1995。 3) 綾ら：第2回河道の水理と河川環境論文集，pp.59-65，1995。