

六角川の流況特性と湾曲部の抵抗について

佐賀大学大学院 学生員 内山 治郎
 佐賀大学大学院 非会員 安部 允範
 佐賀大学都市工学科 正員 渡辺 訓甫

1. はじめに

白石平野を流下する六角川は典型的な感潮蛇行河川であり、有明海の潮位変動に加えて湾曲部の抵抗が洪水流の特性に大きな影響を及ぼしていると思われる。本文は湾曲部流れを2次元平面流解析によりシミュレーションし、1次元解析結果と比較検討することで湾曲部が流れに及ぼす影響について定量的な考察を行ったものである。

2. 解析手法

六角川本川の主な湾曲部を有する 6~9.6km、11.29~16.8km、18~20.4km、20.6~21.6km において2次元平面流解析を行い、1次元解析結果との比較検討を行った。

2次元平面流の基礎式は以下の通りである^{1,2)}。

$$u \frac{\partial u}{\partial s} + v \frac{\partial u}{\partial n} + \frac{uv}{r} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial s} - \frac{\tau_s}{\rho h} + 2 \frac{\partial}{\partial s} \left(\epsilon \frac{\partial u}{\partial s} \right) + \frac{\partial}{\partial n} \left(\epsilon \frac{\partial u}{\partial n} \right) \quad (1)$$

$$u \frac{\partial v}{\partial s} + v \frac{\partial v}{\partial n} - \frac{u^2}{r} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial n} - \frac{\tau_n}{\rho h} + \frac{\partial}{\partial s} \left(\epsilon \frac{\partial v}{\partial s} \right) + 2 \frac{\partial}{\partial n} \left(\epsilon \frac{\partial v}{\partial n} \right) \quad (2)$$

$$\frac{\partial(uh)}{\partial s} + \frac{1}{r} \frac{\partial(rvh)}{\partial n} = 0 \quad (3)$$

ここに、 r : 曲率半径、 ϵ : 渦動粘性係数である。

1次元解析にはブランチ・ノードモデルを用いた。基礎式は次に示す運動方程式と連続方程式である。

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(QV)}{\partial x} = gA \frac{\partial H}{\partial x} + J(Q, H) = 0 \quad (4)$$

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad (5)$$

$J(Q, H)$ は摩擦勾配、その他は通常使われている記号で示している。なお、この定常計算にあたっては、まず³⁾H2洪水を対象とした六角川の1次元不定流解析を行い、その結果を参考にして流量と下流端水位を設定した。

3. 解析結果

(1). 2次元計算結果

図3、4は六角川14km地点($r=112.5m$)における主流速分布図、及び横断方向の水面形を示したものである。湾曲入口部①より流速分布は非対称となり高速域が内岸側に寄り、水位も上昇する。このような自由渦型分布は断面②付近で最も顕著となり、外岸、内岸との水位差もこの場所で最大(約14cm)となる。これより下流に向かって自由渦型の横断分布は弱まり、横断方向にほぼ一様な分布を示す

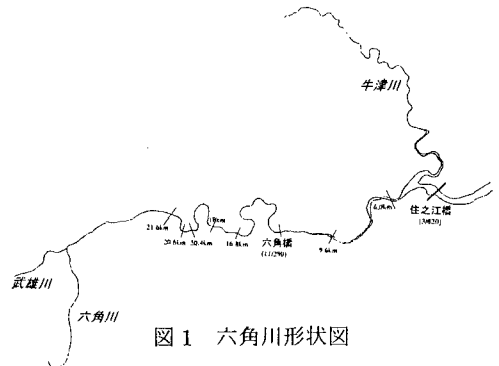


図1 六角川形状図

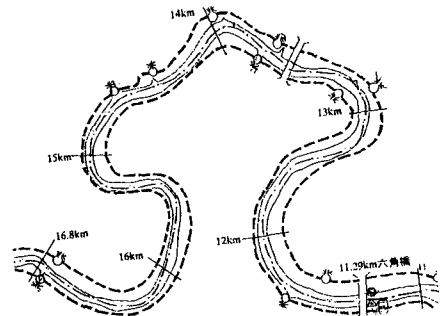


図2 六角川 11.29~16.8km 地点

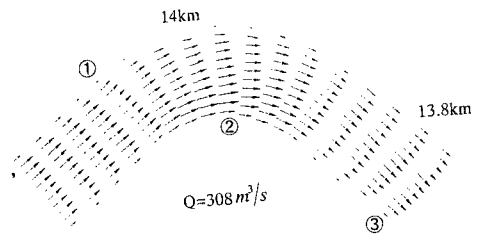


図3 14km 地点平面流速分布

ようになっている。また、流下に伴い内岸が遅く外岸が速い強制渦型の流速分布を示すようになり、そのため③断面での水面は逆に外岸側が高くなる。

(2). 1次元計算との比較

図5は六角川 11.29~16.8km 地点の大湾曲部における2次元計算結果と1次元計算結果とを比較したものである。2次元計算結果では図2の各湾曲部において外岸と内岸に水位差が見られ、湾曲入口部、16.8km 地点では曲がりによる損失を考慮しない1次元計算結果と比べ12cm程水位が上昇していることが分かる。

図6は六角川本川の主な湾曲部において流量変化に対する湾曲入口部での上昇水位を検討したものである。流量の上昇に伴い、曲がりによる水位差も顕著になっていることが分かる。また、その計算結果より得られた水位差を用いて各湾曲部の曲がりによる損失係数 ζ_b を式(6)により算出し、結果を図7に示した。

$$h_b = \zeta_b \frac{\bar{v}}{2g} \approx \Delta h (1 - F_{r2}^2) \quad (6)$$

ここに、 h_b : 損失水頭、 \bar{v} : 1次元計算での湾曲部への流入流出速の平均値である。図7において11.29~16.8km間の ζ_b の値は他の区間と比較して大きな値となっている。これはこの区間が、他の区間に比べより多くの湾曲部を有しているためであると考えられる。

4. おわりに

2次元平面流と1次元流を比較することで、六角川湾曲部の曲がりによる抵抗の定量的な検討を行った。今後、本研究により算出された ζ_b を用いた1次元不定流解析を行うことで、六角川の流況特性を明らかにしたい。

最後に、貴重な資料を提供いただいた建設省武雄工事事務所に記して謝意を表します。

参考文献

- 1)清水：開発土木研究所報告第93号、沖積河川における流れと河床変動変動の予測手法に関する研究、1991。
- 2)田脇：河道内平面2次元流の数値計算、学位論文、宮崎大学、1995。
- 3)井本、藤本、渡辺：六角川蛇行部のショートカットによる治水効果、土木学会西部支部研究発表会、1999。
- 4)岸：水工学シリーズ65-07、1965。

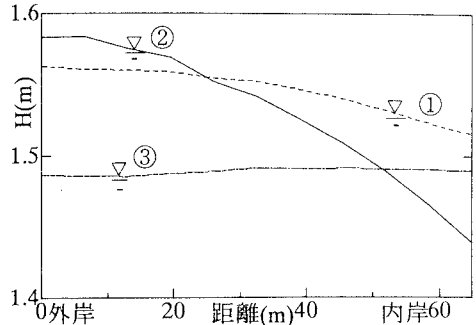


図4 14km 地点湾曲部横断面図

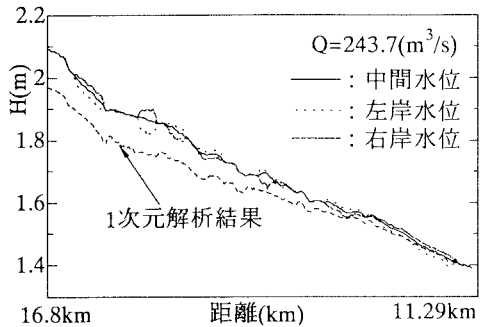


図5 11.29~16.8km 水位縦断面図

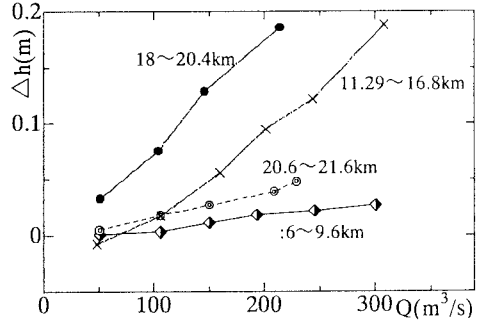


図6 流量と湾曲入口水位差

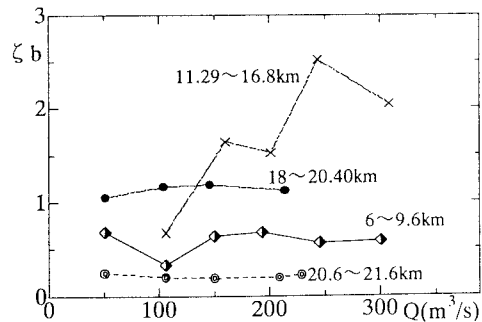


図7 流量と損失係数