

山間盆地における流れの3次元性に関する研究

岐阜大学工学部 正会員 藤田裕一郎
 岐阜大学大学院工学研究科 学生会員 呂福祿
 岐阜大学工学部 鈴木智晴

1. はじめに

沖積地形の変動を予測できるような数値モデルの確立を目指して、周辺境界の明確な山間盆地の洪水流による地形変動過程に関する研究¹⁾を行っている。そこでは、数値計算の結果の評価を容易とするよう、盆地の平面形状を単純な楕円形として、洪水時の流況と地形変動の数値予測モデルの開発を進めているが、これまでの結果では平均流特性は数値解と実験値はよく一致したが、前者には定在波の存在が認められている。しかし、これまでの実験では、プロベラ流速計による平均流の計測しか行われなかったため、時間的変動は検討できなかった。こうしたことから、本研究では、水位、流速の多点同時計測を実施し、その時間的な変動特性を数値シミュレーション結果と比較し、数値モデルの妥当性を検証する。

2. 実験概要

実験で、全長 16.8m、水路幅 1.8m の鋼製水路に設置された盆地模型流路において行った。実験区間は、1:1.5 の楕円形(長軸長 2.7m、短軸長 1.8m)で、上流側、下流側にそれぞれ幅 0.45m と 0.36m の流入、流出水路が 4m 設けられている。路床には、粒径 1.4mm の砂を張り付け、固定床粗面としている。水路勾配は 1/160 であって最下流部には高さ 8cm の全幅堰を設け、通水流量は 30, 50, 70L/s とした。測定点は、右図-1 のようであって、A~E 点の水位は容量式波高計を、F 点の水位はサーボ式水位計を用いて測定した。また、流速測定には、A 点では一方向のプロベラ流速計を、B~D 点は正逆方向のプロベラ流速計を用いた。さらに、2 次流の影響がもっとも現れやすいと思われる E 点では 3 次元電磁流速計を用いて測定した。なお、F 点では流速測定は行わず、水位測定のみとした。盆地内の 4 点(B~E)は、数値計算モデルにおけるモニタ点に合致させていて 3600 個のデータを A-D 変換ボードを介してパソコンに取り組んだが、その所要時間は 500 個のデータをパソコンに取り込む時間は平均 66 秒であったので、約 8 分となった。

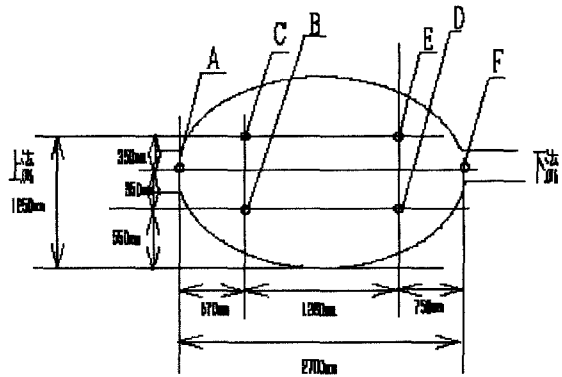


図-1 盆地模型と測定位置

3. 実験結果と考察

図-2.3 は、点 A~C、D~F 点での水位変動を 5 項移動平均し、最初の 1 分間の時間変動を示したものである。これらの図から、水面は特性が 1 分間に 13 個~14 個位の周期であるといえるが、その中でも小さな波がのっている。A 点では振幅が大きくまた、他の点よりも長い周期の波が顕著に現れているが、これは上流で整流しきれなかったことによる波のためであると思われる。また、上流部の B 点と C 点では、渦の発達と移動が見られた下流部の D 点と E 点に比べて、水面の振動が小さくなっている。さらに、D 点と E 点では、逆位相の関係が見られ、水面が横断方向に揺らいでいることを示している。

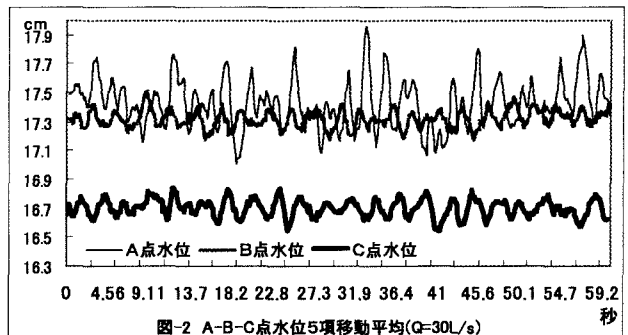


図-2 A-B-C点水位5項移動平均(Q=30L/s)

図-4 は B~D 点での流速変動を 5 項移動平均をして示しており、図-5 は E 点での 3 次元流速 $E(u)-E(v)-E(w)$ を同様に示している。これから判ることは、3 次元電磁流速計とプロベラ流速計とでは応答特性に差があることである。電磁流速計は 0.5 秒間の平均流速として出力されており、この状態ですでに移動平均となっていることが、プロベラ流速計のように水流はプロベラを回す必要がないため、計測流速に遅れが生じ

ないので、プロベラ流速計よりも鋭敏なグラフになることである。

このような差はあるが、ここでもやはり水位変動と同様に、つまり、上流部の流速変動は下流部のそれと比べて遙かに小さい。また、E 点では、y 軸方向の流れが負すなわち外岸向きになって振動している時間が多く、鉛直方向にも強い上向きの流れがあり吹き上げられているような 2 次流の発生がわかる。この 2 方向の流れ v と w は逆位相で変化し、一方、流下方向の流れ u と w とはほぼ同位相であって流れが逆流しているときには吹き上げられる流れは弱まっている。逆に、流れの向きが正(下流方向)の時には強く吹き上げられている。

つぎの図-6 は流量 30L/s の数値計算結果における E 点での 1 分間の水位変化であって、この図では、長周期の波はこの間に 1 2 個あり実験値とほぼ一致しており、また振幅も 2~3 mm であってこれもほぼ一致する。しかし実験の場合のような小さな波は生じていない。これは、流入部の整流不足の乱れを考慮してないためと思われる。また水位の方も、実験値の方が若干高めに測定されている。

最後に図-7 では流量 70L/s の時の水位、流量を示しているが、流速、水位ともに変動の増加する傾向にあり、この場合、周期の方は若干短くなるようである。

4. おわりに

今回の実験は、1 点のみの 3 次元計測であるため主流域、逆流域間の運動量交換に渦や 2 次流が果たす役割を解明することができなかった。今後はこの点を明らかにしていきたい。

参考文献：1) 細江良太：洪水時の山間盆地における流れと地形変化に関する研究 岐阜大学卒業論文 1998

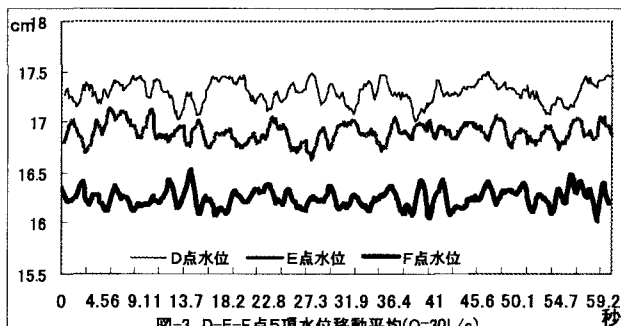


図-3 D-E-F点5項水位移動平均(Q=30L/s)

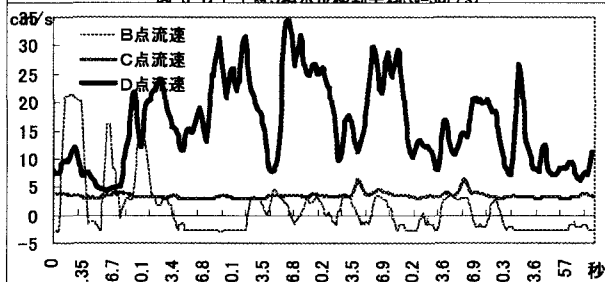


図-4 B-C-D点流速5項移動平均(Q=30L/s)

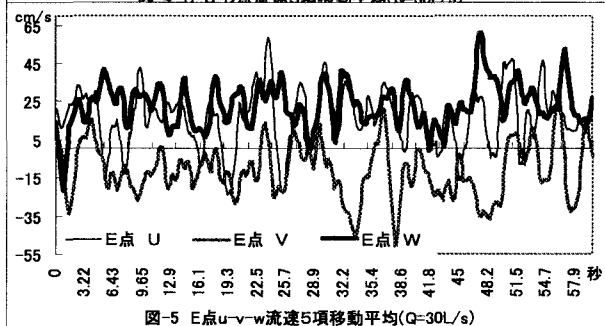


図-5 E点u-v-w流速5項移動平均(Q=30L/s)

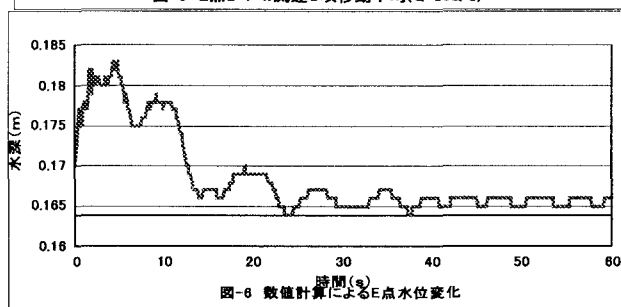


図-6 数値計算によるE点水位変化

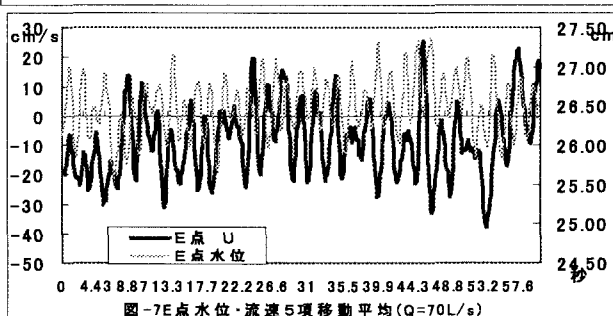


図-7 E点水位・流速5項移動平均(Q=70L/s)