

II-89

山間盆地における洪水流の水利特性について

岐阜大学工学部 正会員 呂福祿
岐阜大学工学部 正会員 藤田裕一郎
岡崎市 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を進めてきた。すなわち、数値計算の結果の評価が容易となるように、盆地の平面形状を単純な楕円形として、そこにおける流況の数値予測モデルの開発から着手し、同時に、水利特性の把握と検証データ入手のための基礎実験を行ってきた。本研究では、それを受け続いて盆地内の流況特性を詳細に把握し、数値シミュレーションの結果に現れた水位と流速の変化を比較・検討し、数値モデルの妥当性を検証した。

2. 実験の概要

実験は全長 16.8m、水路幅 1.8m の鋼製水路に設置された盆地模型水路において行った。実験区間は、図-1 のように 1:1.5 の楕円形(長軸長 2.7m、短軸長 1.8m)で、カラーアクリルトタンで作成され、上流側、下流側にそれぞれ盆地幅の 1/4 と 1/5 幅の流入、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

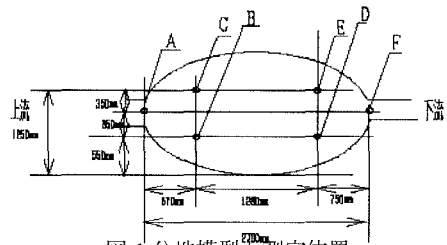


図-1 盆地模型と測定位置

1/160 であって最下流部には高さ 8cm の全幅堰を設け、下流区間を等流状態に近づけた。通水流量は 30, 50, 70 L/s とした。

流れの変動に関する実験では、水位、流速の時間的・空間的変化を明らかにするために多点同時計測によって流況を測定した。測定点は、図-1 のようであって、A～E 点の水位は容量式波高計で、F 点の水位はサーボ式水位計で測定し、また、E 点の流速は 3 次元電磁流速計で他の点はプロベラ流速計で測定した。

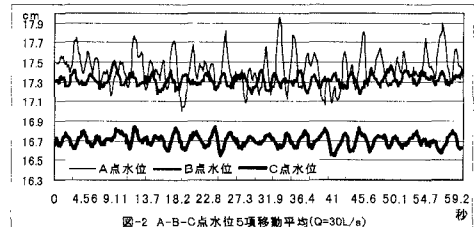


図-2 A-B-C点水位5項移動平均(Q=30L/s)

盆地の下流部に発生する 2 次流の特性を調べるための流れの 3 次元性に関する実験では、3 次元電磁流速計を用い、一方、盆地の流入点の上流 1m を起点 (X=0) として流下方向に X 軸を、流路中心を Y=100cm として左側壁から右側壁に Y 軸と設定した。測定位置は盆地の下流域に集中させ X 方向 13 断面、Y 方向は幅に応じて 5～9 本の測線を取った。測線に沿って、路床から 2cm 上の位置から 5cm までの間では 1cm の間隔で、それ以上では 2cm の間隔で水面まで測定した。この実験では流量が 30 L/s のみとし、他はすべて流れの変動についての実験と同じに設定した。

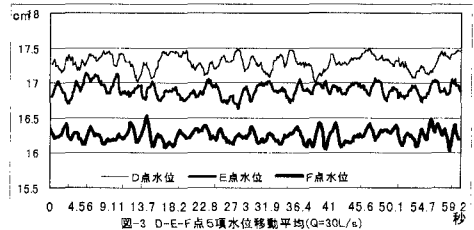


図-3 D-E-F点水位6項移動平均(Q=30L/s)

3. 実験結果と考察

図-2, 3 は、流量 30 L/s における点 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、水面の変動は 1 分間に 1.3 個～1.4 個位の周期であるといえるが、その中でも小さな波がのて

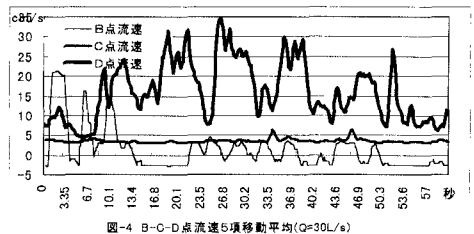


図-4 B-C-D点流速5項移動平均(Q=30L/s)

キーワード：盆地、周期的振動、周波数 〒501-1193 岐阜市柳戸1-1 岐阜大学工学部 Tel : 058-293-2449

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影響が残ったためだろう。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 点と比べて、水面の振動が小さい。D 点と E 点の変化に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-4 は B~D 点での流速変動を 5 項移動平均を示しており、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 秒間の平均流速が出力されているので、この状態ですでに移動平均となっていて、微小な振動の抑えられた滑らかな変動を示している。

このような差はあるが、ここでもやはり水位と同様の変動である。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 次元の発生がわかる。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)の時には強い吹き上げられている。この特性は流量 50L/s, 70L/s でも測定されている。流れの 3 次元性に関する実験では、実験途中側壁付近に小さな渦の列が発生していた断面である、盆地下流部の $X=300.9$ から 361.8cm の断面に着目した。その例として図-6 に示した側壁から 21.85cm の測線 ($x=300.9$, $y=43.45$ cm) では強い逆流が見られる。流れは側壁に向かっており、盆地出口でぶつかった流れが側壁に向かっていく様子を示している。また、図-7 に $X=335.7$, $Y=62.9$ cm 断面の側壁から 2 番目の測線では見られていた逆流は底面付近でしか見られなかったが、ここでは流速 $W < 0$ の下降流が明らかであった。

計算結果に見られる振動と比較するために、E 点水位のパワースペクトルを実験値は図-8 に計算値は図-9 に示す。いずれも、0.3~0.4 Hz 付近のパワーが最も強く出ておりパワーの値は 1 桁異なるが、実験値計算値の周波数はほとんど一致して、計算の妥当性が確認される。

4, おわりに

本研究では、山間盆地における洪水時の流れの 3 次元特性は明らかにされ、盆地の出口に下降流が捉えられ、盆地下流域に流路中央線に対する対称な点 D と E の水面振動は逆位相であり、また、下流域にさらに、スペクトルの解析で計算値と実験値との水面振動の周波数はよく一致しており、数値計算モデルによるシミュレーション結果がき極めて妥当なものであることが判った。

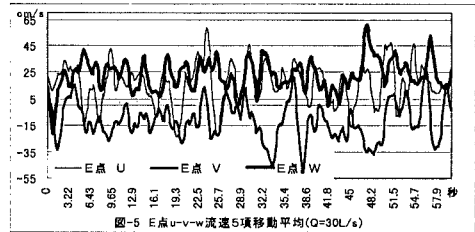


図-5 E点U-V-W流速5項移動平均(Q=30L/s)

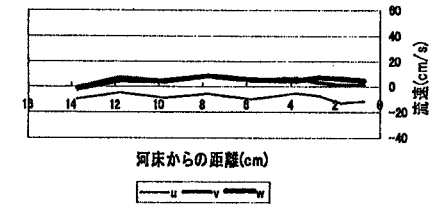


図-6X=300.9Y=43.45(cm)での流速分布

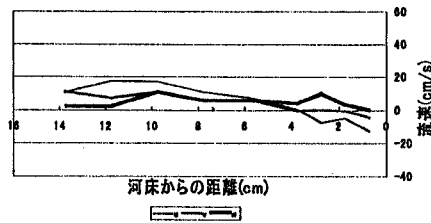


図-7X=335.7Y=62.9(cm)での流速分布

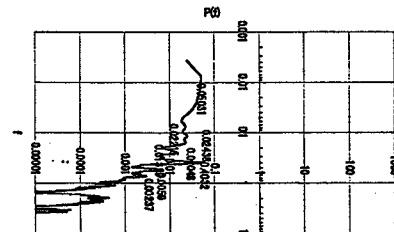


図-8 Q=30L/s E点の水位乱れ成分

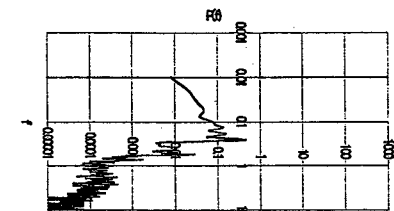


図-9 Q=30L/s E点の水位乱れ成分