

えん堤改修を考慮した 2 次元浅水流モデルによる洪水解析

中部電力（株） 上嶋正樹(正会員)、坂巻博幸、○後藤孝臣(正会員)

1. はじめに

信濃川水系の中流部に位置する犀川は、北アルプスの槍ヶ岳を水源とし、梓川として溪谷をつくり、松本市で奈良井川を合流したのち、犀川と名前を変えて長野市で千曲川に注いでいる。梓川からの清流と高地の恵まれた気候から、この流域では山葵や白鳥の飛来などで広く認知されている。中部電力（株）が管理する犀川えん堤による湛水池は、長野県豊科町に位置し、犀川ダム湖(白鳥湖)として名高い。例年 11 月から 3 月まで、越冬のためシベリアから飛来した多くの白鳥が、この湛水池で休息する。一方、この犀川えん堤は、蛇籠を積み上げた構造であるため、中小規模の出水により幾度と無く流失し、取水機能を始め、白鳥の休息場に影響を与えている。こうしたことから、中小規模の出水に対して蛇籠を流失させない程度に河川水を流下させるとともに、排砂能力向上のために一部 SR 合成起伏堰^り（以下 SR 堰）の改修が進められている。本研究では、こうした利水上の問題と、環境面での寄与を考慮して、犀川えん堤付近の洪水解析を行った。

2. 解析手法の概要

解析の対象とする犀川えん堤付近は、河川幅 350m、平均河床勾配 1/200 であり、水深に比較すると河川幅が大きい。一方、犀川えん堤は図-1 に見られる様に河川に対して垂直に堰き止めている訳ではなく、平面的に傾斜を保たせ設置されている。このような理由から流れを算出するにあたり、従来頻用される 1 次元モデルではなく、鉛直流速と平面流速を平均化した 2 次元浅水流モデルを用いた^{2),3)}。ただし、ここでは渦動粘性係数(ν_t)を以下の水深の関数で与えている。

$$\nu_t = \frac{1}{6} \kappa u_* h \quad (1)$$

ここで、 κ : カルマン定数(=0.4)、 u_* : 摩擦速度($=\sqrt{ghI_e}$)、 h : 水深、 g : 重力加速度、 I_e : エネルギー勾配である。

3. 解析方法および解析条件

解析のデータ化は、平成 12 度の犀川えん堤付近の深浅測量データ(図-1 に測量番号記載)を参考に河床データを作成した。解析範囲は、深浅測量より得られている約 2.5km の範囲に上流端と下流端に約 100m 延長してメッシュデータを作成した。図-2 に解析メッシュ図を示す。ここでは、えん堤付近では 5m 程度で、上流付近では、20m～50m と解析精度の関係から空間的にメッシュサイズを変更している。

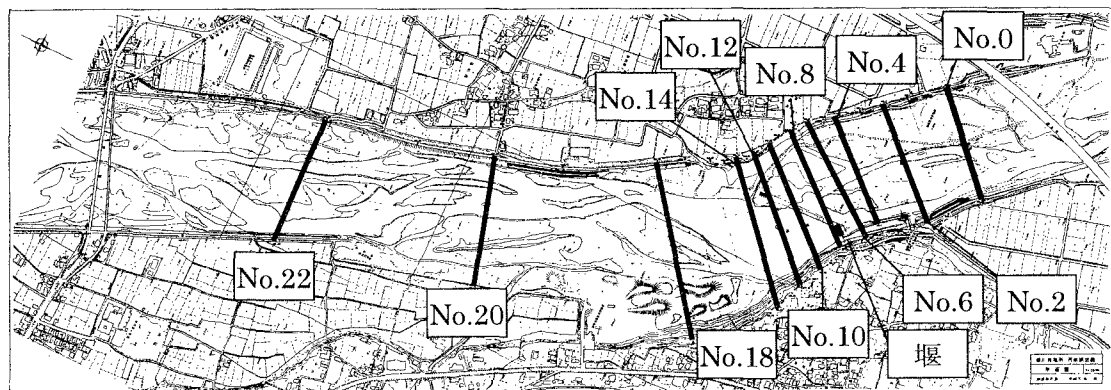


図-1 対象河川平面図及び測量断面位置

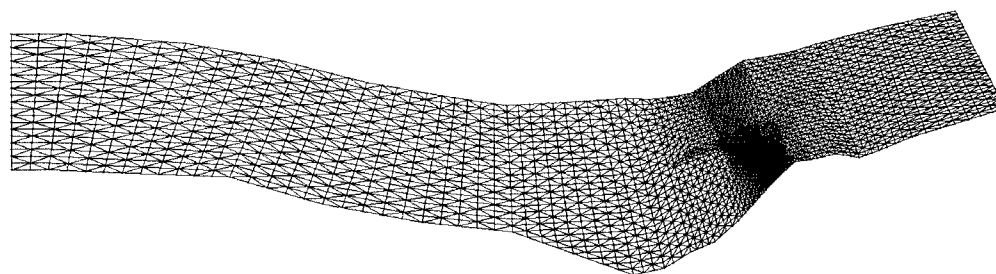


図-2 解析メッシュ図

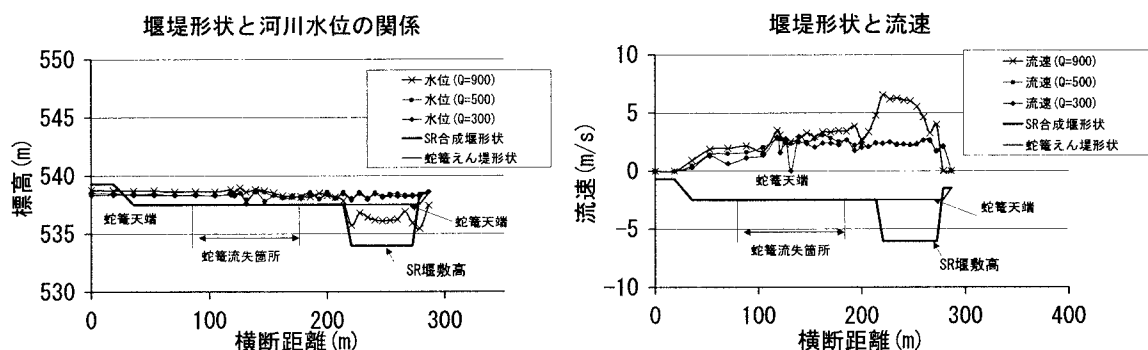


図-3 堰堤形状と河川水位、流速の関係

境界条件は、上流端から適宜流量を与える。上流端の流量が規程の流量に達し、解析範囲内において非定常成分が除去されたと判断した時点で、洪水時の流れの状況と定めた。なお、ここで用いる流量は、既設のえん堤蛇籠流失時の水文資料をもとに、 $300\text{m}^3/\text{s}$ 、 $500\text{m}^3/\text{s}$ 、 $900\text{m}^3/\text{s}$ を選び出した。

4. 解析結果

図-3 に解析結果を示す。これはえん堤部分において、水位、流速(スカラー値)を取り出したものである。 $Q=300\text{m}^3/\text{s}$ のときは既設の蛇籠えん堤(改修前)で、 $500\text{m}^3/\text{s}$ のときは一部蛇籠が流失したえん堤(改修前)で、 $900\text{m}^3/\text{s}$ のときはSR堰を倒伏させたときの結果(改修後)である。既往の水文資料によれば、概ね $300\text{m}^3/\text{s}$ 以上の流入量をもとにえん堤中央部から個々の蛇籠流失が始まるといふ。一方、計画されているSR堰は、既設えん堤の右岸に部分的に設置される¹⁾。このような理由から、解析条件となるえん堤形状を設計の諸条件に見合ったものに変えてある。図-3の結果から流量を $900\text{m}^3/\text{s}$ と大きくしても、えん堤中央部から左岸側に掛けては大きな流速の変化がないことがわかる。これは右岸側SR堰部分からの放流量が卓越しているためである。この結果から、SR堰を用いれば、蛇籠えん堤流失回数を今後は減らせると考えられる。

5. おわりに

本研究では、既設蛇籠堰堤を一部SR堰に改修することによって、洪水時の状況を解析により予測した。さらに、この解析結果をもとにSR堰の設計面への反映を実施した¹⁾。

今後は、これら解析結果をもとに白鳥などを考慮した環境評価、環境予測を行うことが課題と言える。

参考文献

- 1) 山脇司、上嶋正樹、櫻井久：SR合成堰の現場適用について、土木学会中部支部(投稿中)、2003.3.
- 2) 松本純一、梅津剛、川原睦人：準陽的有限要素法による浅水長波流れと河床変動解析、計算工学講演論文集、pp.249-252、1997.5.
- 3) 土山茂希、後藤孝臣、滝充弘、高島信博：2次元モデルを用いた山地河川の河床変動解析結果と現地結果との比較、土木学会中部支部、pp.267-268、2000.3.