

多自然型河づくりのための模型実験例

徳島大学大学院 学生員○児島 眞
徳島大学工学部 正 員 岡部健士

1. はじめに 徳島県は、吉野川の一支出である五明谷川の改修を計画している。現在の五明谷川は、扇状地に位置する典型的な天井川であり、河道はコンクリートで三面張りの排水路となっている。計画では、この河川を完全な堀込み河川とし、多自然型工法を用いて、生態系の復活・保全と河岸におけるピオトープの形成を図っている。そのためには、河岸の可能な限り長い区間に植生による護岸を施し、河道内では水制・落差工などを用いて瀬や淵に富むとともに瀬切れのない低水流路を形成することが望ましい。

本報告では、模型実験により植生護岸の有効性と連続した低水流路の形成法を検討した結果を紹介する。

2. 実験概要 実験は、1/30現地相似模型を用いて行った。実験諸条件は、つぎのようである。

・相似条件：流れについては、フルード則（時間縮率は、次の河床変動の相似条件によった）。

河床変動については、幾何的相似条件に基づき、土砂の連続式から得られた相似則。

流砂量特性については、無次元掃流力の定義に基づく相似則。

・流量：現場において5年程度の間に発生する洪水を対象に、総流送土砂量を再現できる2種の流量とその継続時間の組み合わせを設定したのち、相似条件に基づいて両者の模型実験用の値を決定。

・上流からの土砂供給：なし ・実験砂：平均粒径=0.76mmの混合砂

・計測項目：各測点における水位ならびに横断方向河床位

3. 植生模型 植生護岸に採用する樹種としてネコヤナギを選定した。模型の設計に先立ち、まず、吉野川、那賀川、園瀬川の3河川においてネコヤナギの生態に関する現地調査を行い、計5本のサンプルを採取した。これらのサンプルの枝径・枝長さ・枝本数を計測した結果、それらの特性（分枝構造）は非常に類似していることが判明した。この結果と、植生帯を通過する流れのレイノルズ方程式を基礎式とした相似則（1）式により歪み模型を設計した。設計したネコヤナギ模型の形状は図-1に示すとおりである。

$$\frac{d_m}{d_p} = S \frac{C_{Dp}}{C_{Dm}} \frac{n_{Tp}}{n_{Tm}} \frac{n_{Bp}}{n_{Bm}} \quad (1)$$

d:枝径, S:単位面積の幾何縮率,

n_T :単位面積当たりの個体数, n_B :1個体あたりの枝本数,

添字p, mはそれぞれ実物と模型の値を示す

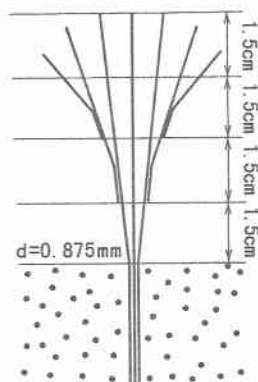


図-1 ネコヤナギ模型

4. 実験内容と結果 検討の出発点とした河道案の平面形状を図-2aに示す。図中の番号は断面番号で、それぞれの横断面形状は図-3において実線で描かれるとおりである。図中の隠し護岸とは、表層から1.5cm程度控えた位置に空石積み護岸が施されたものである。まず、実験は河道の三次元的な変動状況を観察する目的から、水ハネ水制以外の維持対策工を施していない状態で行われた。この設計案は、側岸浸食、砂州の形成、ならびに低水流路などの特性を把握することを目的として行われた。結果として、上流部で河床が低下し、下流部において堆砂による河床上昇が生じたが、水位が計画高水位を越えるまでは至っておらず、疎通能に問題はないことがわかった。また、水ハネ水制の下流側で、砂州の形成が見られた。側岸浸食については、隠し護岸部の土羽面において軽微な浸食が生じたが、治水安全性に関わる程ではないと判断された。

続いて、ネコヤナギ模型の有効性を検証するための実験を行った。紙面の都合上この案に対応する図は掲載していないが図-2aにおける設計案との違いは、隠し護岸の部分が、植生護岸となっているだけである。植生帯のネコヤナギ模型は、模型の設計時に決定した条件を基に、現地スケールで1m²当り2本ずつ、千鳥状

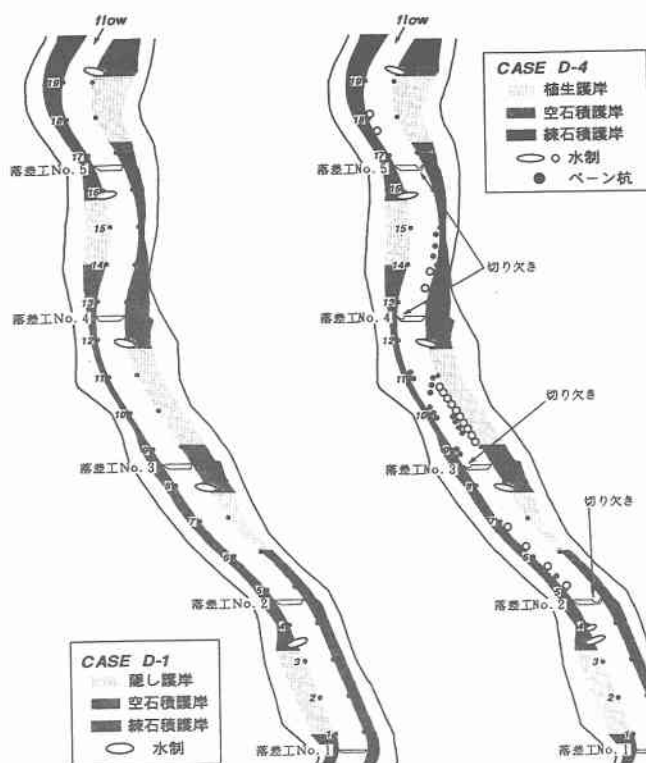


図-2a 河道平面図（新素案）

図-2b 河道平面図（最終案）

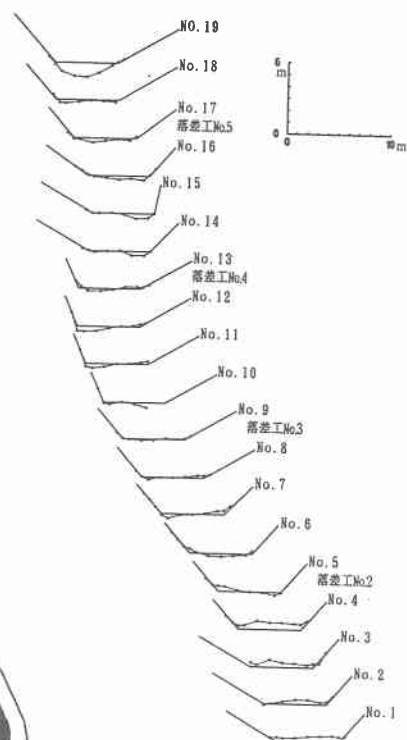


図-3 河道横断面図

に配列された。このような状況で通水した結果、側岸浸食はほとんど発生しなかった。このことより、植生護岸の有効性が検証された。なお、河道縦断形状の様相は、前実験と比べ、大きな変化は見られなかったが、断面No. 12より下流では、前実験と同様に低水流路が不連続となり（特に断面No. 9～No. 12付近）、以後の実験における検討課題となった。

上記の結果を踏まえて、維持対策工を試行錯誤的に配置し、低水流路の改善を目的として2ケースの実験を行った。そのうち、図-2bに示すような河道にすることにより、かなり理想的な状態が維持されることがわかった。それぞれの維持対策工について説明すると、落差工は、蛇行した低水流路を維持するために落差工No. 2～No. 5に切り欠きを付している。断面No. 9～No. 12付近では、流れが分散する傾向が強いため、パーン工を配置することにより流量を右岸側に集中させた。また、パーン工だけでは流水を右岸側に確実に寄せることが不可能であったため、左岸側に巨石による連続水制を置くとともに、植生帯の法先に根固め用の巨石列を並べた。断面No. 4に設置した水制はそのすぐ下流にある水制の効果を増強するためのものである。多の水制およびパーン工は、深掘れを助長し、低水流路の形成を促進させることを目的としている。図-3に、現場 $12\text{m}^3/\text{s}$ 相当の流量を通水したときの河道横断面形を示す。図中の描点つき実線は通水後の横断面形状である。図より、全断面にわたってほぼ連続した低水流路が現れていることがわかる。ただし、断面No. 9から断面No. 10の間では現場スケールで高さ0.1m程度にすぎない。また、断面No. 2から断面No. 4の間では左右両岸に凹みがあり、あたかも2筋の低水流路が形成されたかのようなのだが、これは、寄州の形成過程で取り残されたものと解釈するのが妥当である。

5. おわりに 以上の結果より、河道の一部に明確な低水流路を形成することができなかったが、当初の目的を達成するための具体的な設計案が得られた。