

# 流れを利用した蛇かごの環境創出機構維持のための基礎実験

日本大学大学院 学生会員 ○舘山雅史

正会員 武村 武

正会員 小田 晃

## 1. はじめに

平成9年に河川法が改正されたことで、河川管理の目的に治水、利水に加え河川環境の整備と保全が加えられるなど、近年、環境や生態系への関心が高まっている。河川では、河床や壁面に砂礫等により間隙や凹凸が形成され、そのような場所が生物の生息地に適するとされている。また、人工的に設置された護岸等の構造物により形成された空隙にも生息するとされている。そこで、空隙を有する蛇かごによる、生物の生息場の提供することを提案する。蛇かごとは、かごを編み、内部に石礫等を充填したものであり、水制や河川の改修等に用いられる。しかし、蛇かごの河川内設置は、河積減少による通水能力の減少のみならず、設置方法によっては流れの変化による淀み域が出現し、それに伴う水質悪化なども懸念される。そこで、河床の一部を掘削し、そこへ蛇かごを設置することを検討する。この方法では、前述の懸念事項は解決されると思われるが、流砂により蛇かご内の空隙が埋まる事で継続的な空隙維持ができず、当初の目的である生息域の機能が失われてしまうことが考えられる。そこで、本研究では、空隙を維持するために蛇かご内部、およびその周囲に砂の堆積対策工を講じ、そのメカニズムについて実験的に検討した。

## 2. 実験装置及び方法

本実験では、長さ 13m、幅 0.3m の循環型可変勾配開水路を用いた。想定河川はうなぎが生息されているとされる利根川下流域とした。水路の上流側 8m 地点の水路床に高さ 0.03m、長さ 0.1m、幅 0.3m の凹部を作成し、その中に蛇かご模型を設置した(図-1)。蛇かご模型上面の金属メッシュ材は空隙率 78% である。また、給砂時を実験開始とし、実験終了は砂が蛇かごより上流部



図-1 水路に設置した蛇かご模型

表-1 実験条件

|           |                                            |
|-----------|--------------------------------------------|
| 流量        | 10ℓ/sec                                    |
| 水深        | 70mm                                       |
| 河床勾配      | 1/9000(≒水平)                                |
| フルード数     | 0.52                                       |
| 砂の平均粒径    | 0.29mm                                     |
| 蛇かご模型設置地点 | 上流側より8m                                    |
| 給砂地点      | 上流側より4m                                    |
| 給砂量       | 1000cm <sup>3</sup> (4000cm <sup>3</sup> ) |
| 中詰め材直径    | 10, 15, 17mm                               |

側から流れきるまでとした。その他の実験条件は表-1に記す。

本研究では、蛇かご内の空隙維持を期待し、対策案を3つ設定し、それぞれのモデルについて実験的に検討した。対策案の基本方針は、以下に示す2つの手法を念頭に置いている。一つ目は、物体周りで生じる馬蹄形渦などの局所流れを利用した対策案である。馬蹄系渦は物体の前面で生じるがこと知られており、蛇かご内に洗掘を誘発させ、堆積砂が流出されることを期待している方法である。二つ目は、蛇かご内への直接的な砂の侵入防止する方法である。それぞれの対策案の概要は以下の通りである。Case1では、模型内の下流端に複数の垂直板の対策工を等間隔に設置した。

Case2ではCase1と同様の位置に、垂直板の代わりにU字型対策工を設置した。Case3では、模型上面に板を設置することにより、開口部を閉塞した。それぞれのモデル概略図を図-2～図-4に記す。なお、対策案の効果を比較するために、対策を施さないものをCsae0とした。実験終了後、模型内に堆積砂量を測定し、堆積率 $S_r$ を算出しCase0からの減少率を比較した。

キーワード： 馬蹄形渦 蛇かご 洗掘 堆積率

連絡先： 千葉県習志野市泉町 1-2-1 TEL：047-474-2201 FAX：047-479-2432

$$Sr = V_0 / (V_1 - V_2) \times 100 \quad (1)$$

$$V_0 = (1 - \lambda)V \quad (2)$$

ここに、 $V$  は堆積した砂の体積（空隙を含む）、 $V_0$  は空隙を除いた砂自体の体積、 $V_1$  は模型内の体積、 $V_2$  は模型内のガラス球の総体積、 $\lambda$  は砂の空隙率(0.4)である。

### 3. 結果および考察

堆積率の減少率を表-3 に記す。まず、Case1 の結果は模型内下流端に垂直板対策工の間隔を広めに設置した Case1-1 と、対策工の間隔を狭めて設置した Case1-2 では、後者の方が減少率は大きいことが確認された。Case1-2 は対策工周りの馬蹄型渦などの局所的な流れによる洗掘作用により、堆積砂がより効率的に蛇かご模型から流出したと考えられる。Case1-1 は、Case1-2 より対策工の間隔が離れており、対策工により発生する迂回流の効果による流出作用が低いと考えられる。

次に、Case2 は、他の実験と同条件で実験を行うと洗掘孔の形が安定するよりも早く実験が終了してしまうことが予備実験により確認された。そこで当該実験に限り給砂を 20 分おきに  $1000\text{cm}^3$  ずつ、合計 4 回行った。模型内下流端に U 字型対策工の間隔を広めて設置した Case2-1 は減少がほぼ見られなかった。これは、対策工を U 字型にしたことで形状抵抗が大きくなり、対策工前面部における洗掘深が大きくなるとともに、洗掘孔が小さくなったため、堆積率が増加したと考えられる。一方、対策工の間隔を狭めて設置した Case2-2 では、堆積率の減少率は約 17% の減少が確認された。

次に Case3 の結果であるが、マイナスの値が算出された。これは堆積率の増加を表している。一方で、上流側 70% を閉塞した Case3-3 の減少率は 17.41% と最も減少したことが確認された。このときの堆積状況は、凹部内に約 40 度の直線的な斜面が形成されていた。本実験で使用した砂の安息角は約 38.2 度であり<sup>1)</sup>、ほぼ同様の角度となっていることから、蛇かご模型内に安定した斜面が形成されたため、砂が流入せず堆積率は減少したと推察された。

### 4. 結論

本研究では、蛇かごを水生生物等の生息場として長期的な提供することを念頭に、砂の堆積率を実験的に検討した。その結果、対策工を講じることで堆積砂の

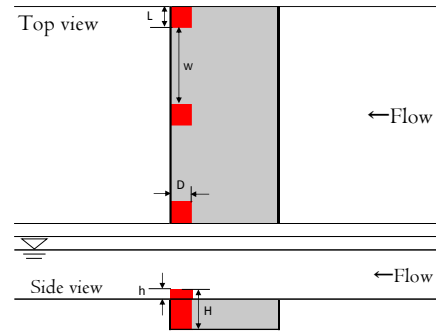


図-2 Case1 等間隔垂直板設

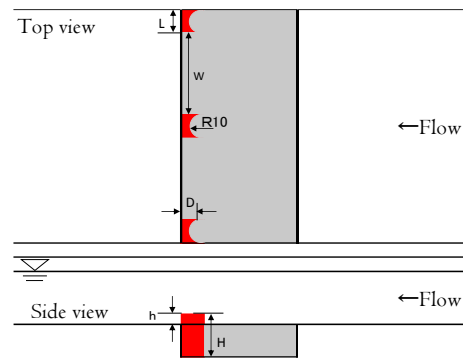


図-3 Case1 U字型対策工設置

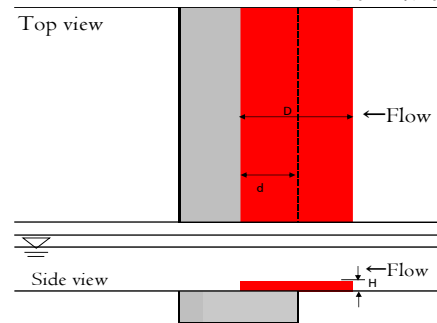


図-4 Case3 供給口減少

表-2 対策案詳

| Case | L  | W   | H  | h  | D  | d <sub>1</sub> | d <sub>2</sub> | R  | 対策工数 | 設置位置        |
|------|----|-----|----|----|----|----------------|----------------|----|------|-------------|
| 0    | -  | -   | -  | -  | -  | -              | -              | -  | -    | -           |
| 1-1  | 30 | 100 | 40 | 10 | 15 | -              | -              | -  | 3    | 蛇かご内下流側     |
| 1-2  | 30 | 57  | 40 | 10 | 15 | -              | -              | -  | 4    |             |
| 2-1  | 30 | 100 | 40 | 10 | 15 | -              | -              | 10 | 3    |             |
| 2-2  | 30 | 57  | 40 | 10 | 15 | -              | -              | 10 | 4    |             |
| 3-1  | 30 | 100 | 40 | 10 | 15 | 22             | 42.5           | -  | 1    | 蛇かご上・下流部50% |
| 3-2  | 30 | 57  | 40 | 10 | 15 | 22             | 42.5           | -  | 1    | 蛇かご上・上流部50% |
| 3-3  | 30 | 57  | 40 | 10 | 15 | 22             | 42.5           | -  | 1    | 蛇かご上・上流部70% |

表-3 堆積率の減少率

| 設置条件    | 減少率(%) |
|---------|--------|
| Case1-1 | 6.84   |
| Case1-2 | 9.66   |
| Case2-1 | 2.07   |
| Case2-2 | 16.71  |
| Case3-1 | -16.89 |
| Case3-2 | -2.11  |
| Case3-3 | 17.41  |

減少が確認されたことから、局所流れを利用することで蛇かご内の空隙の維持に期待ができる。

### 5. 参考文献

- 1) 川村 三郎 著：土砂水理学，p.10～11 1999.