

石かご水制による河床変動に関する研究

愛媛大学大学院 正会員 ○ 村岡一志
愛媛大学大学院 学生員 森本 稔
愛媛大学大学院 正会員 門田章宏
愛媛大学大学院 フェロー 鈴木幸一

1. はじめに

石かごは、約3000年前に中国で竹製円筒形手編み籠に玉石を詰めて用いたのが始まりと言われているが、『多自然型川づくり』等で環境にやさしいことから再び脚光を浴びつつある。特徴は、①ローコストで、柔軟性、透水性があり、多くの用途に利用可能である、②多孔質構造で、石の間や表面に生物が棲め、水質浄化機能が期待できる、などである。

水制は、古くから実施されてきた河岸処理技術でありながら、今日においても合理的な設計方法が確立されていない。また、水制は、その構造と機能の上から、不透過水制と透過水制に大別できるが、従来の研究のほとんどが不透過水制に関するものであり、透過水制に関するものは僅かである。

そこで、本研究では透過水制である石かごに着目し、①水制長さ、②石のサイズ、③流量、④水深（越流、非越流）、⑤水制数（単独設置、連続設置）等を変化させた場合の河床変動現象について、流速分布および河床の3次元的变化を測定して、不透過水制と比較することによって、その特徴を明らかにし、合理的な設計方法の確立を目指すものである。

2. 実験方法

水路幅 50cm、水路高 45cm、水路長 20m、水路勾配 1/400 の模型水路に石かごを設置して、上流から三角堰を通して一定流量の水を流して河床変動を測定した。水深は、下流端の堰の高さを調節して一定に保ち、流下した水はポンプで循環し、再び上流側へ戻る。水路上端から 10～12m の位置に深さ 15cm のサンドピットを設け、平均粒径 0.3mm の均一砂を敷き詰めた。

今回は、まず手始めとして水深 5cm の一定条件で、流量、石（ビー玉）のサイズおよび水制長さを各々 3～4 種類変化させて実験を行った。表 1 に実験条件および結果の一部を示す。なお、河床変動測定は、水を 1 時間流した後に、水を抜いて測定した。

表 1 実験条件および結果

	RUN1	RUN2	RUN3	RUN4	RUN5	RUN6	RUN7	RUN8	RUN9
石かご長 L_g (cm)	10	10	10	10	10	5	15	10	10
水 深 H (cm)	5	5	5	5	5	5	5	5	5
流 量 Q (ℓ /s)	4.7	5.3	6	5.3	5.3	5.3	5.3	5.6	6
ビー玉直径 R (mm)	16	16	16	25	14	16	16	16	25
フルード数 Fr (-)	0.27	0.3	0.34	0.3	0.3	0.3	0.3	0.32	0.34
平均波長／水深(-)	-	2.8	3.66	3.98	2.44	-	5.6	3.14	4.4

3. 実験結果

写真 1、2、3 に、流量を変化させた RUN1、2、3 の結果を示す。また、図 1 に上から RUN1、2、3 の河床コンターを、図 2 に上から RUN4、2、5 の河床コンターを示す。

RUN1～3 の結果から、流量が増加するとともに河床変動が大きくなっているが、一般的に不透過水制で見られる水制先端を中心とした局所洗掘が見られず、RUN3 のように水制から少し離れた位置から河床波が規則的に生じている。この水制先端を中心とした局所洗掘が見られないことが、透過水制の最大の特徴だと考えられ、今後そのメカニズムを明らかにしていきたい。

石かご（ビー玉）のサイズを変化させた RUN5、2、4 では、流量が少なかったせいか、河床変動が小さくてコンター図では判り辛い。ビー玉直径 14mm では水制直後から下流方向に河床波が生じているが、16mm では水制から 60cm ほど下流から河床波が生じている。この原因については現時点ではよくわかっていない。また、25mm ではビー玉の隙間が多過ぎるせいか、ほとんど河床波を生じていない。

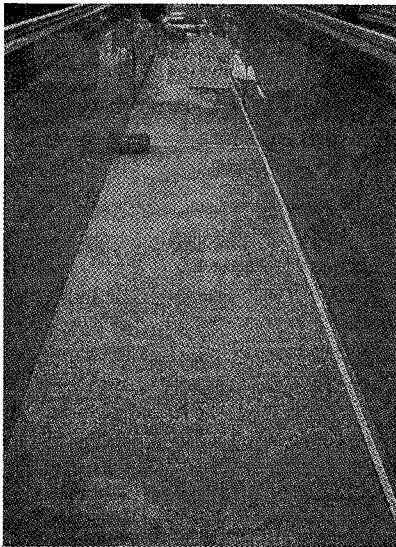


写真2 RUN2

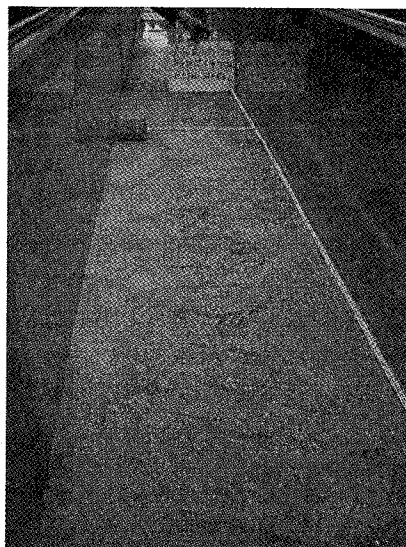


写真3 RUN3

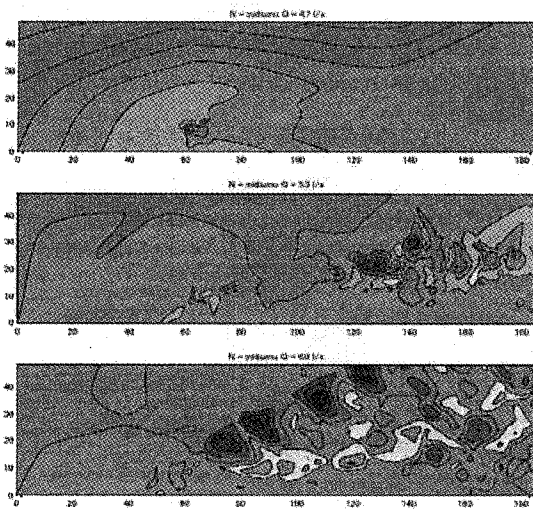
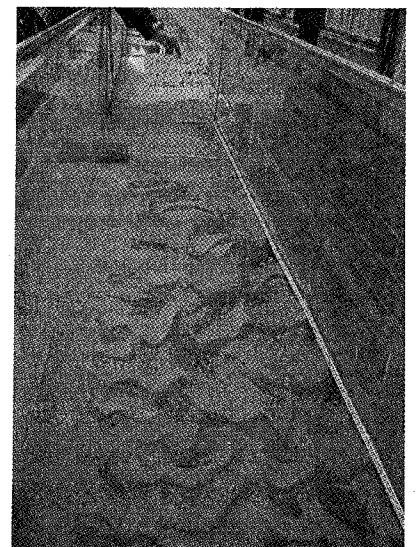


図1 河床コンター-RUN1、2、3

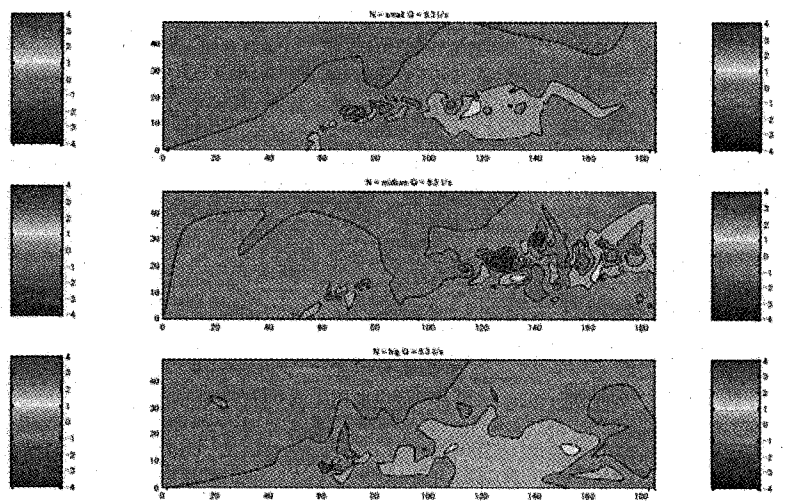


図2 河床コンター-RUN5、2、4

また、図3に60分流水後に生じた河床波の平均波長と流量との関係を、無次元化して λ/H とフルード数との関係として示す。同様に、図4に河床波の平均波長とビー玉直径との関係を示す。いずれのグラフも直線関係が見られた。

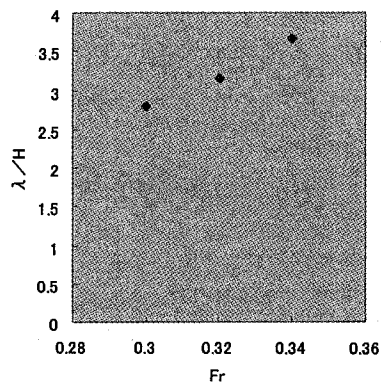


図3 λ/H と Fr との関係

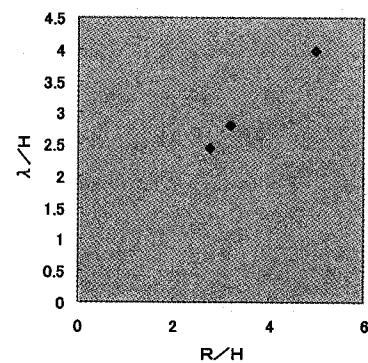


図4 λ/H と R/H との関係

今後は、さらに条件を変化させてデータを蓄積するとともに、流速分布の測定や、可視化の手法を用いて流れの構造を明らかにし、不透過水制との比較をして行く予定である。