

平成23年3月30日現在

機関番号：15301  
 研究種目：基盤研究（C）  
 研究期間：2008～2010  
 課題番号：20560480  
 研究課題名（和文）巨石や橋脚を含む急流河川の流況解析技術及び環境修復技術の構築  
 研究課題名（英文）Environmental restoration and flow analysis technique in a steep river including boulder and bridge pier

## 研究代表者

前野 詩朗（MAENO SHIROU）

岡山大学・大学院環境学研究科・教授

研究者番号：20157150

研究成果の概要（和文）：ダム下流における急流河川では、ダムにより土砂がトラップされ、土砂供給が減少した結果、アーマーコート化が進行し河川環境が悪化している。本研究では、透過性の多段式落差工などを用いて河床形状を改良し、土砂堆積を促す方法を提案した。提案した方法を2次元流況解析モデルにより検討した結果、河床が適切な粒径の石礫で覆われることとなり、好ましい河川環境を創出するために効果的であることが示された。

研究成果の概要（英文）：After dam construction, the flow and sediment regime change downstream from the dam. For example, the armor coat progresses because of sediment trapping by the dam. Therefore, I have proposed techniques that promote gravel sedimentation by improving riverbed forms. The effects of proposed techniques were investigated using a two-dimensional numerical model. Results showed that the proposed techniques are useful to reduce tractive force in steep rivers. They can create a desirable bed state for river ecosystems with various gravel sizes.

## 交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,300,000	690,000	2,990,000
2009年度	700,000	210,000	910,000
2010年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,700,000	1,110,000	4,810,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学・水工学，河川工学

キーワード：巨石，急流河川，アーマーコート，環境修復

## 1. 研究開始当初の背景

我が国では河川改修が進み、都市域では低平地や地下街への浸水被害などは残るものの、河川堤防そのものが破堤に到る被害はかなり減少してきた。一方で、山間部においては、山林の荒廃が進み、豪雨時に大量の流木が流出し、橋脚などへ集積することによる被害が多発するようになった。このような急流河川における流れを予測し、危険な橋梁などをあらかじめ把握することは急流河川の環境修復において重要な課題である。

ダム下流部では、放流量の平滑化操作のためアーマールコート化が進み、河川本来の姿が失われている。近年、ダム下流部を自然再生するとの観点から、ダム下流部にあらかじめ土砂を投入しておき、洪水時に土砂を掃流させる等の手法がとられており、急流河川の流れを予測するための解析ツールの需要は高い。このような場における被災防止策を提案する際、あるいは自然再生工法を提案する際には、急流河川の流れを精度良く再現できる数値解析モデルが欠かせない。これまでの研究では、比較的勾配が緩やかな河川を対象とした平面2次元モデルが多く提案されているが、巨石や転石さらには橋脚を含む急流河川流を精度良く再現するモデルは殆どないのが現状である。

## 2. 研究の目的

従来の研究により、巨石や礫で構築される捨石堰周辺の流れなどの解析手法も提案してきており、本研究では急流河川流の数値解析手法を確立するとともに環境修復技術を提案することを目的としている。

## 3. 研究の方法

本研究では、以下の項目について検討を行った。

### (1) 巨石や橋脚に作用する流体力の測定

数値解析技術の構築のためには、巨石や橋脚にどのような流体力が作用しているのかを明らかにしておく必要がある。そこで、巨石や橋脚に高速流が作用する場における、流体力を4分力計を用いて計測した。特に、平面2次元モデルを用いた数値解析では静水圧分布を仮定しているが、橋脚前面等では高速流が衝突するため静水圧分布を仮定できない状況が予測される。そこで、橋脚前面における水圧分布並びに流速を圧力計および電磁流速計を用いて計測し、静水圧分布からのずれを解析に導入し、静水圧分布を仮定する場合との違いを検討するためのデータとする。

### (2) 巨石配置の違いによる流れ場の計測

急流河川の環境修復工法としては幾つか考えられる。例えば、従来型のコンクリート製の堰や水制を設置することも考えられるが、不透過型のこれらの水理構造物は堰として設置する際には完全に水を遮断するため、平常時の上下流の環境を分断する。また、水制は、強い水はねにより、さらなる環境悪化が懸念される。そこで、本研究では、自然環境にやさしい自然石を用いた透過型の水理構造物を提案する。実験では、水路内に巨石を模擬した10cmから20cm程度の石を落差工として配置して通水し、巨石が流れに及ぼす影響を検討する。巨石の配置を直線型、アーチ型、多段式などと変えて実験を行い適切な配置方法を提案する。流量は平常時と洪水時の両方を検討する。計測項目としては、水面形や局所的な流速場を測定する。計測結果は数値解析の際の検証データとして用いられる。

(3) ダム下流部では、ダムにより土砂がトラップされ、アーチャーコート化や岩盤の露出が問題となっている。本研究では、ダム下流部における急流河川的环境修復の技術として置き土砂による土砂還元を想定して実験的検討を行った。岩盤河床では土砂が瞬時に流失するため、多段式落差工などによる土砂流失防止効果を検討した。

① 初年度の実験に加えて、縦断方向に巨石の配置をどのようにすれば自然に近い溪流の流れが再現できるのかを実験的に検討する。その際には、巨石の配置によって淵や瀬が適度に現れるように工夫する。

② 初年度の研究により作成されるプログラムの更なる改良を図り、土砂投入後の土砂の以上状況などを解析的に予測できるモデルを構築する。また、最適な巨石の配置のための数値シミュレーションを実施し、環境修復技術を提案する。

③ 現地における転石や橋脚周辺に作用する流体力特性や土砂流出の現状を把握し、現地の外力特性などを明らかにするための現地調査を行う。

#### 4. 研究成果

巨石や転石、橋脚を含む急流河川の流れの数値解析技術並びに、環境修復技術を構築するために実験的かつ解析的な研究を進め、自然石による多段式落差工の効果やダムによってせき止められた土砂を還元する場合の土砂の移動状況を数値シミュレーションすることによりダム下流部の環境修復技術の構築を目指した。得られた主要な成果は以下のとおりである。

(1) 巨石による落差工の検討を行った結果、横断方向に直線型に設置する場合よりもアーチ頂点を上流側に向けるアーチ型の堰の方が上流側水深を低下させる効果を有するとともに、流れを中央に向けるなどの効果があり、アーチ型落差工は水位上昇を防ぐことや両岸の被災防止の観点から有効であることが示された。

(2) 落差として用いる巨石の大きさについて検討した結果、大きい巨岩の落差工を設置するよりも、適切な大きさの多段式の落差工の方が、水面形や流況の面や、魚類の遡上降下などの面からもから有利であることが示された。

(3) 巨石による堰の土砂流失防止効果について検討した結果、巨石による落差工あるいは中型の大きさの石による多段式落差工を設置しても岩河床などの場合には容易に土砂が流失することが示された。改善策として、設置多段式落差工内に、石礫を敷き詰めることで、還元土砂の流失防止効果がかなり増加することが示された。

(4) 自然石は単独では急流河川などの掃流力の大きな河川では流失されてしまうため、相当大きな巨岩が必要となるが、自然石を連結することにより、掃流抵抗を大きくすることができるため、現地施工性や景観面からみてすぐれている。

#### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 (全8件)

- (1) 加瀬瑛斗, 前野詩朗, 植田光明, 渡辺敏: 河床形状改良によるダム下流生態ポテンシャル回復手法の検討, 水工学論文集, 55巻, pp.S\_1387-S\_1392, 2011.2. 査読有
- (2) 倅熊公子, 前野詩朗, 玉川勝也, 山村明: 立体型自然石連結工の流体力評価

と設計手法の提案, 水工学論文集, 55  
巻, pp.S\_1135-S\_1140, 2011.2. 査読有

- (3) Eito KASE and Shiro MAENO.: Investigation of Recovery Techniques of Ecology Potential Downstream from a Dam using Bed Form Improvement Proc. XXXIV IAHR Congress, 2011. 6.(CD-ROM) 査読有
- (4) S. Maeno, K. Kaseguma and A. Yamamura.: Evaluation of Hydrodynamic Force on Solidly Connected Natural Stone and Proposal of its Design Method, Proc. XXXIV IAHR Congress, 2011.6. (CD-ROM) 査読有
- (5) 加瀬瑛斗, 前野詩朗, 宮崎 貢: 温井ダム下流河川における土砂動態の現状と環境改善のための河道システムの検討, 水工学論文集, 第54巻, pp.1255-1260, 2010.5. 査読有
- (6) 前野詩朗, 藤原実咲, 山村 明, 忰熊公子: 連結石枠型工の中詰め材の掃流限界評価, 水工学論文集, 第53巻, 2009.2. 査読有
- (7) Maeno, S., Yamamura, A. and Kaseguma, K.: Evaluation on Tractive Criteria of Filled Gravel in Frame-shaped Connected Stone, Proc. XXXIII IAHR Congress, 2009.9. (CD-ROM) 査読有

[学会発表] (計9件)

- (1) 青木千卓・加瀬瑛斗・伊藤祐哉・浦上清彦・前野詩朗・宮崎 貢: 急流河川における土砂還元時の自然石落差工の効果に関する研究, 土木学会中国支部研究発表会概要集, 第62回, 2010.5.15. (CD-ROM) 査読無
- (2) 青木千卓・前野詩朗・浦上清彦: 急勾配水路における構造物周辺の流れの数値解

析, 土木学会中国支部研究発表会概要集,  
第61回, 2009.5. 30. (CD-ROM) 査読無

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

前野 詩朗 (MAENO SHIROU)  
岡山大学・大学院環境学研究科・教授  
研究者番号: 20157150

### (2) 研究協力者

加瀬 瑛斗 (KASE EITO)  
岡山大学大学院博士後期課程

### (2) 研究協力者

忰熊 公子 (KASEGUMA KIMIKO)  
岡山大学大学院博士後期課程

