

常願寺川における「巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工」の維持管理手法について

木村梨琴¹・飯田和也¹・吉田和弘¹・北川公一¹

¹富山河川国道事務所 調査第一課 (〒930-8537 富山県富山市奥田新町2-1)

常願寺川では、本来河岸際に存在した砂州を保全・回復させ、河道の維持管理と一体となって効果を発揮する「巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工」の現地施工及びモニタリングを実施している。本論文では、設置後から現在までの出水時の状況や機能、効果について、モニタリングした結果を元に今後の「巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工」の維持管理方法について報告する。

キーワード 急流河川、巨石付き盛土砂州、河床変動、河道管理、維持管理

1. はじめに

常願寺川は、我が国有数の急流石礫河川であり、洪水時の河床変動が大きく、河岸侵食や河床洗屈による破堤氾濫の危険性の高い河川である。これまでは、被災河岸に対し、根継護岸などのコンクリート護岸を主体とした対策を実施し、河岸侵食に対する安全性を向上させてきた。しかし、護岸を主体とした対策工は流路が護岸際に固定化し、結果として、護岸前面で河床洗屈をもたらし、さらには、護岸下流にある砂州の侵食、縮小化により河岸侵食が堤防まで到達する危険性が高まることが示されている¹⁾(図-1)。

そこで、富山河川国道事務所では、中央大学研究開発機構と共同で、本来の河岸際に存在する砂州を保全・回復させ、河道の維持管理において効果を発揮する「巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工」^{2)~7)}の現地施工を行っている。

巨石付き盛土砂州（以下、本工法）は、河道掘削等により近傍で発生した砂礫や巨石を利用した構造のため、補修などの維持管理が容易なことや既設護岸と一体的に配置することで河川管理施設の長寿命化などが期待されている。

常願寺川においては平成19年から現在（R2.7時点）までに、左岸8.4k、右岸7.1k、9.2k、11.7k、13.5kの計5箇所の本工法を整備している。

そこで、本論文では、本工法の出水時の機能や河道への効果についてモニタリングを実施した結果や今後の維持管理方法について報告する。



図-1 航空写真による滞筋の変遷 (6.0k~7.1k)

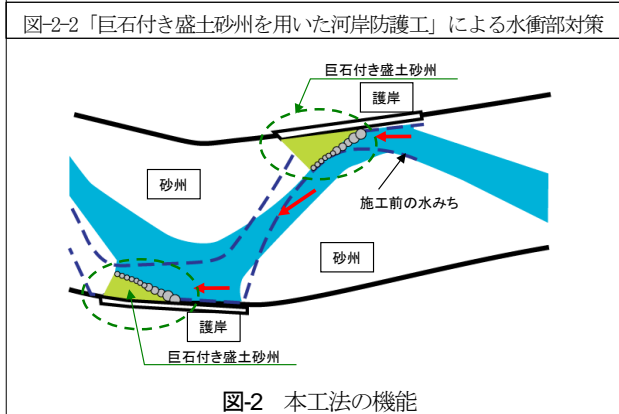
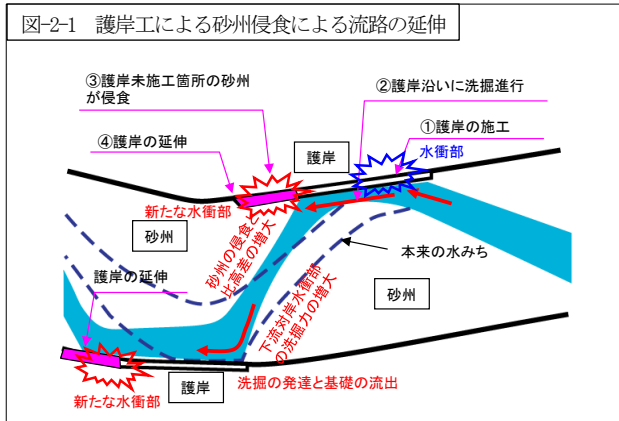
2. 本工法の機能と概要

(1) 本工法の機能

急流河川では、流路が護岸際に固定化することで護岸前面の高速流による河床洗掘や護岸下流の砂州の侵食・縮小化により河岸侵食の危険性が高まっている(図-2-1)。

本工法は、河岸沿いに存在する砂州を保全・回復させ、砂州の上流端水衝部となる部分に巨石を配置し、護岸沿いの洪水流を跳ねるとともに、巨石と一体化した砂州により滑らかな滞筋の形成や河岸の侵食、洗掘を防ぎ、中小洪水時における流向の改善を図るものである(図-2-2)。

また、大流量の規模に対しては、堤防法線に沿って直進する流れとなることから、堤防と護岸で防護を図ることとなる。



(2) 本工法の概要

本工法は、航空写真や横断データから経年的な河道の変化を把握し、河岸際で高速流の発生、洗掘が予測される箇所を対象としている。

本工法の構造は、図-3に示すように根石工、石材法覆工、天端被覆工、最上流先端部のリップラップ工で構成され現地で調達可能な材料である。このことから本工法は、現地発生材などの資源を有効活用するため、補修が容易な構造である。

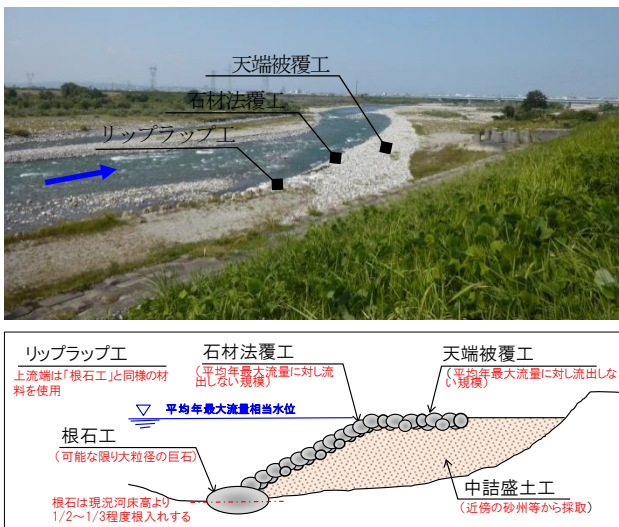


図-3 巨石付き盛土砂州の構造 (右岸9.2k付近)

また、石同士のかみ合わせ効果を活かして天端被覆工及び石材法覆工は、群体として機能することで、洪水時の掃流力に耐える構造としている。加えて、フレキシブルな構造とすることで、洪水時にある程度の変形を許容した構造としている。

3. 「巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工」の河道への効果

右岸9.2kにおいて本工法の施工前、平成25年6月出水後、平成29年8月出水後の航空写真を図-4に示す。これより、施工前では滞筋が河岸際によっているが、平成25年6月出水後では、滞筋は河岸防護工沿いに滑らかに河岸を離れ、河道中央に導かれた。さらに平成29年8月出水では、石材法覆工が一部区間で天端法肩から最大5m程度の侵食が見られたものの、被覆工は群体として機能が維持されており、河道中央へ流水を導く効果については維持されている。

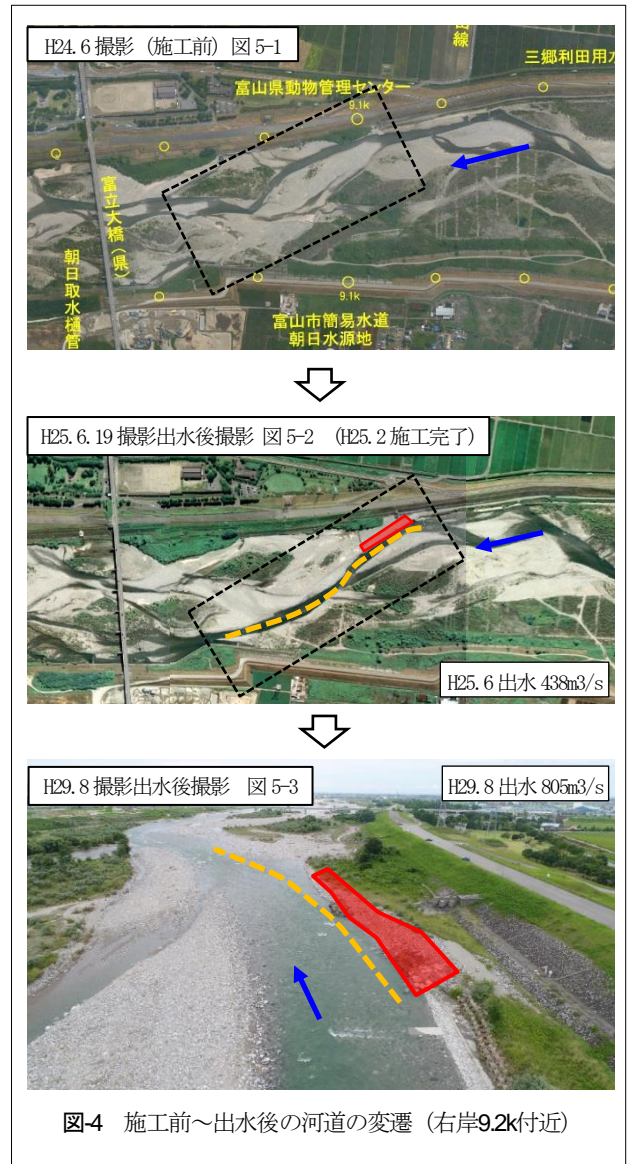


図-4 施工前～出水後の河道の変遷 (右岸9.2k付近)

4. 本工法のモニタリングと補修のタイミング

平成19年から現在(R2.7時点)までに、整備を行った5箇所でのモニタリングについて報告する。

モニタリングは、本工法の河道への効果を示す性能によるものと、本工法自体が安定に維持できているかの2点について行った。

(1) モニタリング方法

① 河道への効果

- ・ 出水時におけるPIV(映像)解析
- ・ 出水中及び出水後の写真撮影と各測量

② 本工法の安定の維持

- ・ 出水前後の各部位の写真撮影と各測量

(2) モニタリング結果

① 河道への効果

右岸11.7kの設置施設について、H28.7出水時におけるPIV解析結果を図-5に示す。

平成28年7月出水では、瓶岩観測所でのピーク流量は874m³/sで、本工法の天端水深は0.5~2m程度であった。

上流からの高速流がリップラップに衝突し軽減されるとともに、河岸際の直線的な流れが本工法の法線上である河道中央へ導かれている。

上流部では6m/sの流速が河岸防護工の中央部では、4m/s程度の流速となりリップラップが効果を発揮した。また、石材法覆工では侵食が発生したものの、洪水流を河道中央へ導く効果を確認することができた。

この結果からも、リップラップは本工法の最重要施設であることが分かる。

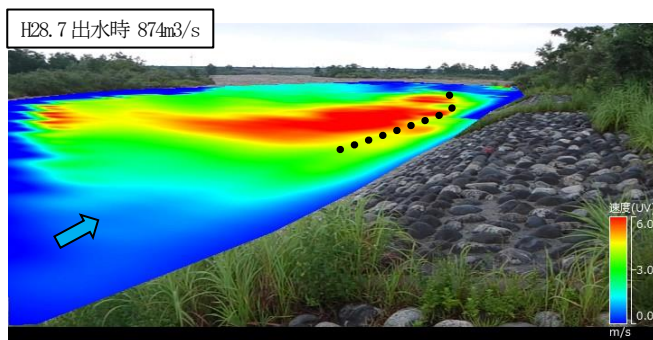


図-5 H28.7出水時の PIV解析結果(右岸11.7k)

② 本工法の安定の維持

本工法の最重要部位であるリップラップ工と石材法覆工、天端被覆工について報告する。

a) リップラップ工

図-6に示すように先端に位置し、巨石1~2m程度の巨石群として設置し、巨石同士のかみ合わせにより安定性を確保する構造となっているが、洪水流により巨石のか

み合わせに必要な中詰土の流出により巨石が単体となると不安定となることが判明した。



図-6-1 右岸11.7kリップラップ

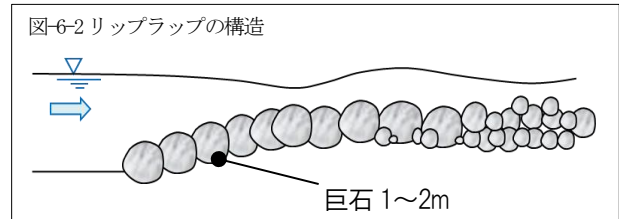


図-6 リップラップ工

b) 石材法覆工、天端被覆工

図-7に示すように、本工法の側面は石材法覆工や天端被覆工から構成されており、侵食によって多少変形しても背後もしくは上部の石材が追隨することで、従来機能を維持し続けることが判明した。

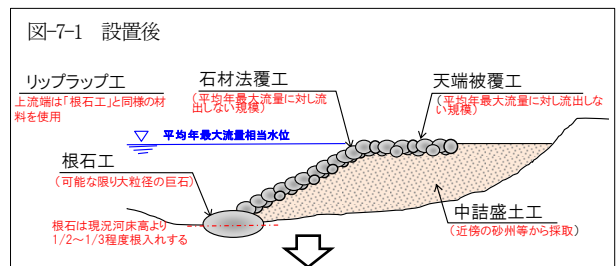


図-7-2 洪水により侵食発生

【群体として安定】

多少変形しても背後もしくは上部の石材が追隨し群体として安定した状態となり侵食が止まる → 補修は必要ない

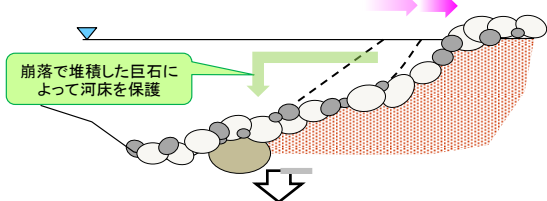


図-7-3 土砂供給が無い

(次回出水による侵食に耐えない)

【補修を検討】

洪水により侵食され石材が不足することが予想される場合 → 補修を行う

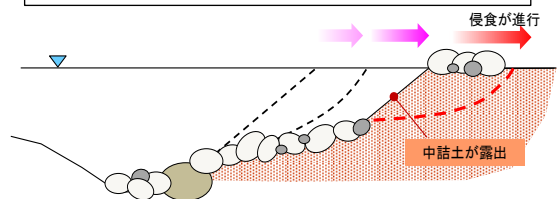


図-7 石材供給のメカニズム

(3) 補修のタイミング

① 本工法の線形（法線）の変化

河道中央へ流水を導く効果を期待することから、本工法の変化（侵食幅）を確認する。確認方法は天端被覆工の侵食幅（現地測量）により、当初設置時の法線に対して、半分程度（5m程度）の凹になった場合。

② 天端被覆工の幅

石材法覆工の法肩から横断延長が半分(5m)以下となった場合。出水により侵食を受けた場合、背後もしくは上部の石材がなくなり群体としての安定性の維持ができなくなる。

5. 本工法の補修

(1) リップラップの補修

リップラップの補修は、巨石間の間詰材の充填を行い、かみ合わせ効果を復元させる補修を行った。

図8-1～3は、右岸11.7kリップラップの設置時から出水後・補修後の状況を示したものである。図8-2は、巨石間の中小礫である間詰材が流失したため、かみ合わせ効果が弱くなり巨石が単体となり不安定となっている状況である。

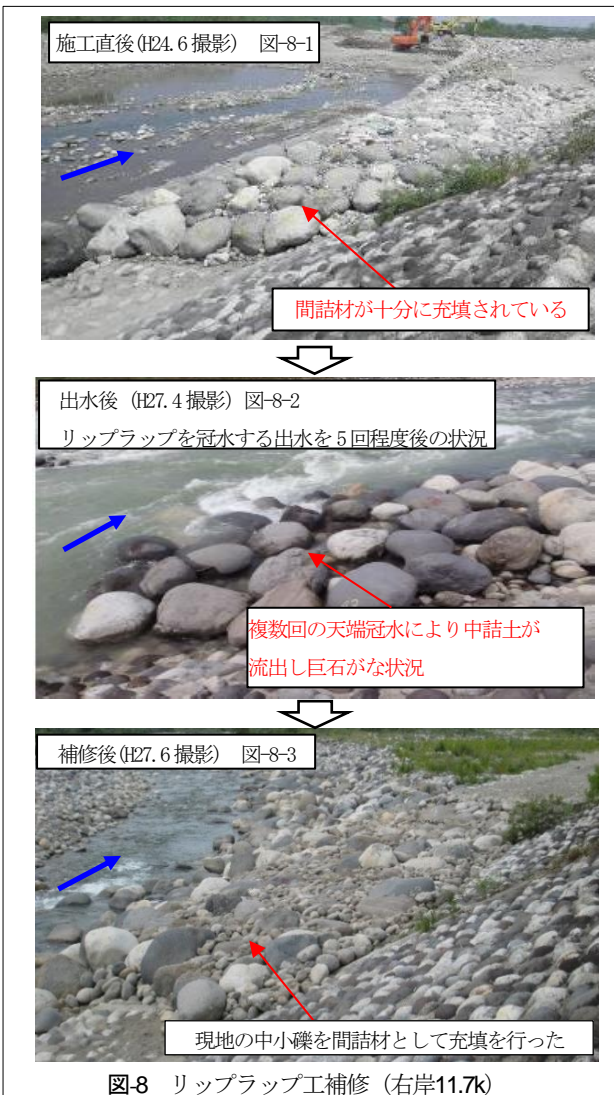


図8 リップラップ工補修（右岸11.7k）

(2) 石材法覆工、天端被覆工の補修

図9-1～3は右岸9.2kの本工法の洪水による侵食から補修後の出水状況を示したものである。設置当時と同程度とし、石材法覆工5m程度、天端被覆工10m程度の幅となるよう補修を行った。

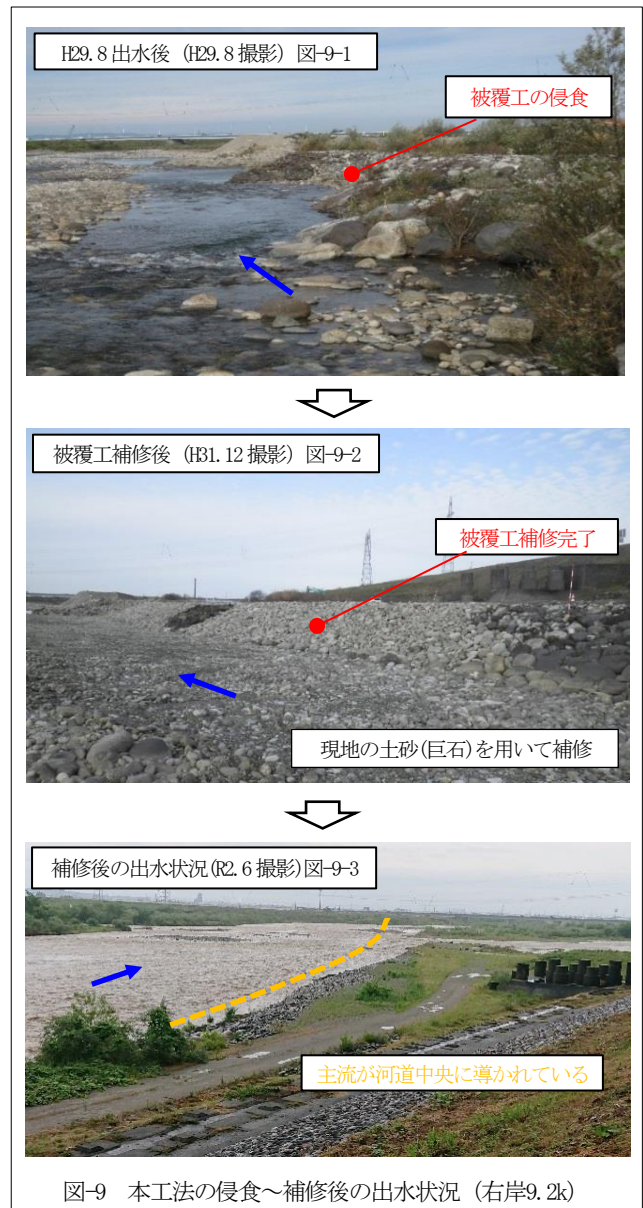


図9 本工法の侵食～補修後の出水状況（右岸9.2k）

(3) 補修後の状況

補修後に発生した洪水では、石材法覆工、天端被覆工は群体として安定し、河道を中央へ導く効果を確認している。(図9-3)

6. 維持管理手法の提案

これまでのモニタリング及び補修実績から、本工法の特徴が判明したことから、維持管理手法について提案する。

リップラップが安定性を失うと洪水流の軽減効果がなくなり、河道を中央へ導く効果が軽減するほか、本工法自体が流失する恐れがある。また、石材法覆工、天端被

覆工は多少侵食されても、群体として安定していれば、河道を中央へ導く効果は発揮される。

(1) 維持管理手法

これまでは出水後に平板測量や横断測量によって本工法の状況確認を行ってきたが、本工法はフレキシブルな構造で、ある程度の変形は許容した構造のため、今後は、定期横断測量や写真撮影による比較的簡易なモニタリングを続けられたいと考える。

リップラップ工においては石材同士のかみ合わせ効果が弱まると補修が必要となる。石材法覆工、天端被覆工においては、天端被覆工の横断延長が半分(5m)以下になると石材が不足するおそれがあるため補修が必要となる。

(2) モニタリング

a) 定期横断測量

4年に一度実施する3次元で行う定期横断測量を活用し、本工法の形状変化を把握するほか、本工法が河道に与える影響については、図-10に示すように3次元測量での点群データにより巨石1つ1つの大きさが確認できることから、点群データを活用し河岸防護工が河道へどのような影響を与えるのか、本工法の上下流側の砂州の移動状況確認、短期から中期への河道への影響を確認することが可能になる。

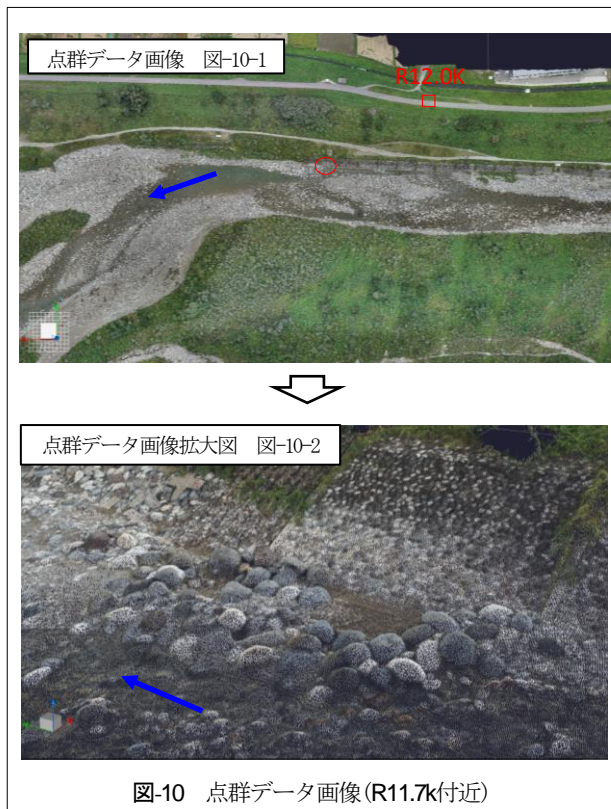


図-10 点群データ画像(R11.7k付近)

b) 写真撮影

出水前後の写真撮影し、リップラップのかみ合わせ状況および石材法覆工、天端被覆工の侵食状況を確認する。

7. おわりに

これまで行ってきたモニタリングより、維持管理は日々の河川巡視や定期横断測量、写真撮影といった比較的簡易な方法で行える。

さらに今後は以下に示す新技術を活用し、維持管理(モニタリング)を行っていく。

① CIMの活用

定期横断測量で得た点群データをCIM化により3Dにすることで、次期調査結果との重ね合わせによる比較や、様々な角度からの変状の把握が可能となる。

② RiMaDIS(リマディス)の活用

河川管理データベースの、RiMaDIS(河川巡視用タブレット等)を活用した定点写真撮影によるデータ蓄積が可能となる。これにより、洪水前後の変状を的確に確認できる。

これらの新技術の活用により新しい視点を取り入れ、維持管理(モニタリング)で得られた結果を元に手引き⁶⁾へ維持管理基準を示し、更新を行っていく予定である。

参考文献

- 1)長田健吾, 安部友則, 福岡捷二: 急流礫床河川における低水路護岸沿いの深掘れ流路形成とその特性, 河川技術論文集, 第13巻, pp.321-326, 2007.
- 2)澤原和哉, 須賀正志, 安部友則, 福岡捷二: 急流河川における巨石を用いた新たな河岸侵食対策の立案と検証, 河川技術論文集第15巻, pp.109-114, 2008.
- 3)長田健吾, 福岡捷二: 石礫河川の河床高移動機構と表層石礫の凸凹分布に着目した二次元河床変動解析法, 土木学会論文集B1(水工学), vol.68, No.1, pp.1-20, 2012.
- 4)長田健吾, 福岡捷二, 氏家清彦: 急流河川における砂州を活かした治水と環境の調和した河道計画, 河川技術論文集, 第18巻, 2012.
- 5)小池田真介, 石井陽, 岩井久, 石川俊之, 福岡捷二: 水衝部対策を施工した砂州による自然性の高い河岸防護工の創出, 河川技術論文集, 第18巻, 2012.
- 6)国土交通省北陸地方整備局河川部・急流河川研究会: 治水と環境の調和した新たな河岸防護技術の手引き～巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工～, 2013.
- 7)丸山和基・二俣秀・今井克治・徳島美幸・福岡捷二: 「巨石付き盛土砂州を用いた河岸防護工」の機能維持確保のための技術検討, 河川技術論文集, 第21巻, 2014.