

多摩川水系浅川における 河床高回復現地実験による効果の検証

VERIFICATION OF FIELD RECOVERY TECHNIQUES AGAINST THE BED DEGRADATION IN THE ASA RIVER

遠山和広¹・米沢拓繁²・福岡捷二³

Kazuhiro TOOYAMA, Hiroki YONEZAWA and Shoji FUKUOKA

¹国土交通省関東地方整備局京浜河川事務所調査課開発調査係長
(〒230-0051 神奈川県横浜市鶴見区鶴見中央2-18-1)

²国土交通省関東地方整備局江戸川河川事務所工務第一課長
(〒278-0005 千葉県野田市宮崎134)

(前) 国土交通省関東地方整備局京浜河川事務所調査課長

³フェロー会員 Ph. D. 工博 中央大学研究開発機構教授 (〒112-8551 東京都文京区春日1-13-27)

Shale-bed exposures caused by progressive riverbed degradation, seriously affect river safety and proper management in the Asa river. In order to recover riverbed level, the field experiments, that arranged big stones to capture transporting sands and gravels during flood, have been conducted for about six years since 2009. It was ascertained that riverbed level had been stable in the field experiment sections even after the 2015 flood that exceeded the average annual maximum discharge. Riverbed recovery technique using arranged big stones was verified to be valid.

Key Words : Asa river, shale bed, bed degradation, field experiment, riverbed level recovery,

1. 研究の背景と目的

多摩川右支川の浅川では、横断構造物の存在による上流からの土砂供給の阻害によって、河床材料の細粒化が起り、河床低下が進行し、護岸際や横断構造物周りでの局所洗掘や、河道の基盤を成す土丹層（軟岩層）の露出が河道管理上の大きな問題となっている。土丹層は、表面粗度が小さく一度河床に露出すると再び砂礫が堆積せず河床低下が進行するほか、砂利混じりの流水に対する侵食抵抗が小さいため、特に堤防や横断構造物の周辺で土丹層が露出した場合、側方侵食や局所洗掘による構造物の被災の危険性が增大する。このため、土丹層を極力露出させない河道管理や、すでに露出している箇所では、十分な層厚の砂礫層で被覆する等の対策が求められている。

平成20年8月の浅川出水では、洪水時に洗掘を受け剥離した2m四方程度の土丹塊が出水後の河道内に散見され、これまでにない土丹層の露出した河道状況が出現した。松本ら¹⁾は、この異常な河道状況を受け、出水後に実施

した現地調査結果やこれまでの調査データに基づき、現在の浅川の河道が抱える課題を整理するとともに、堤防や横断構造物周辺での維持管理上の重点項目や、河道管理上必要となる考え方を提示した。森ら²⁾は、河床低下や土丹層露出への対策として、現在の土砂移動の制約の中で河床低下箇所に上流からの砂礫を留める手法として、年平均最大流量規模の洪水外力に対して河道内に留まることができる巨石の配置により砂礫を捕捉し河床高を回復する方策を提案し、平成21年から現地実験を開始した。

現地実験を開始して以来、平成27年にはじめて平均年最大流量を上回る出水を2回経験した。本報告では、実験開始後から経年的に実施してきている水面形と河床高のモニタリング結果から巨石による砂礫の捕捉状況と河床高回復効果を示す。

2. 浅川の河道特性

浅川は東京都西部の高尾山や陣馬山を水源として、八王子市を貫流し、日野市百草地先で多摩川に合流する



図-1 実験区周辺の河道

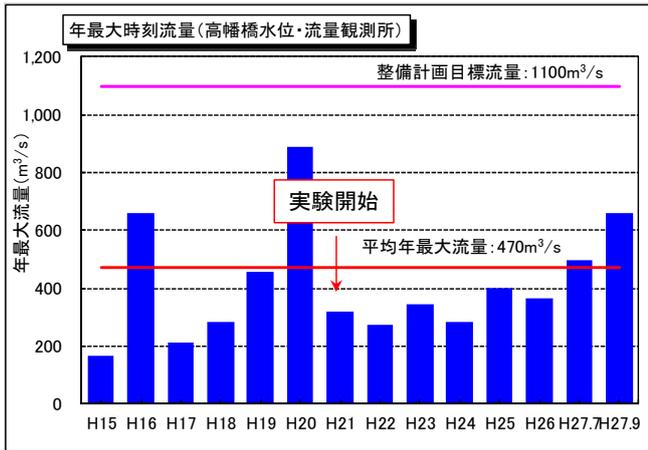


図-2 近年の浅川の出水

延長30.1kmの一級河川であり、直轄管理区間は、多摩川との合流点から13.0k地点までである。

河床勾配は多摩川合流点から平山床固(5.2k地点)までが約1/230であり、上流部ではさらに急勾配となっている。河床材料は、低水路水際部における平均的な粒度構成が、 d_{60} 粒径で20~50mm程度、 d_{90} 粒径で80~100mm程度である。米沢ら³⁾が行った浅川9.2k付近での表層河床材料調査結果によれば、洪水時のみお筋部では d_{90} クラスの粒径でも掃流されており、やや小さい粒径の砂礫層下の土丹層が露出していることが示されている。現在の浅川は洪水時に土丹層上に留まる大きな石礫が存在しないため、河床が安定せずに低下し、河道のみお筋化や局所洗掘が進行している。

3. 浅川河床高回復現地実験概要

(1) 実験区及びその上下流の河道状況

代表的な石礫河道である常願寺川で実施された現地実験⁴⁾から、巨石の周囲には種々の大きさの粒径集団が集まり、単体であれば移動する小粒径粒子も大きな粒子の周りに留まることができることが示された。この原理を浅川の河道に適用し、大流量でも移動しない巨石を河床に設置し、それらが洪水時に上流から流下する砂礫を捕捉することで、河床高を回復させることを狙いとして現

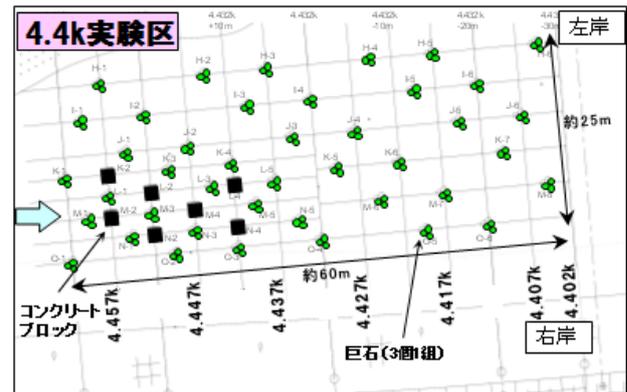
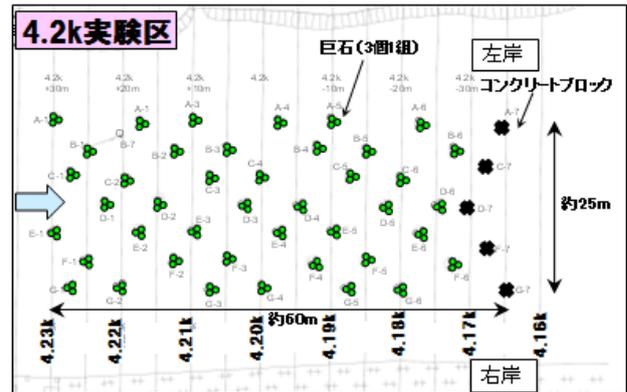


図-3 実験区初期平面図

地実験を4.2k周辺の低水路で実験を開始した。

当実験が実河道内に巨石を設置するため、実験区域は、周辺河道の流下能力に支障がないこと、モニタリングや解析を行う際に単純な河道形状が望ましい、すなわち、河道平面形が直線状で、かつ低水路の横断形が極力平坦であること、周辺河道で土丹層が露出していないこと、実験期間中に周辺で河川工事による人為的な地形変化がないこと等を条件として選定したものである。本技術が4.2k周辺の他の箇所にも適用できるかの検討を行うため、局所的な洗掘箇所や蛇行部、より流速が早い箇所という条件から4.4k周辺においても実験を実施した。(図-1) 図-2は、近年の浅川の出水状況である。現地実験を開始した平成21年以降、平成27年にはじめて平均年最大流量を超える出水であるH27年7月出水(498m³/s)、H27年9月出水(661m³/s)を経験した。



実験区(4.4k)施工直後の状況



実験区(4.2k)施工直後の状況

写真-1 実験区設置後状況

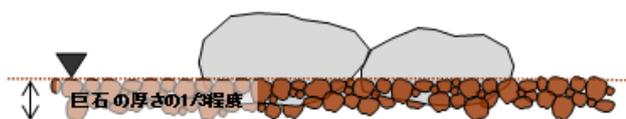


図-4 巨石設置の概略図

(2) 実験施設

図-3は実験区の巨石の初期配置図、写真-1は右岸堤防上から撮影した設置直後の現地状況である。各実験区は縦断延長を60m、横断幅を低水路部分にあたる約25mとした。実験区では平均年最大流量470m³/s規模の洪水外力に対して留まることのできる平均粒径600mm程度の巨石を流出を防ぐため3個1組で千鳥型に配置した。さらに、図-4のように巨石が河床になじみ、流されないようにするため、巨石の厚さの1/3程度を予め河床に埋め込んでいる。4.2k実験区においては、上流側凸型と下流側凸型の2通り配置し、最下流部には巨石の流出防止のため六脚型のコンクリートブロック(2t)を5基設置した。また、4.4k実験区には上流凸型で配置し、実験区の上流右岸側は深掘傾向で外力が大きいため巨石の列を増やし、流出防止のためコンクリートブロック(2t)を7基設置した。洪水時の河床変動は水面形の時間変化に現れること⁹⁾から、実験区及びその周辺に図-7に示すように多数の水位計を設置している。

(3) 平山床固の改築及び下流河道の整備

実験区の直上流5.2kの位置に昭和30年代以前に設置された平山床固がある。平山床固は、左右岸に高水敷が無く床固が堤防の法留めの役割を果たしていた。また、出水時の射流や跳水等の発生に対して必要な護床工範囲と



図-5 平山床固出水中の状態

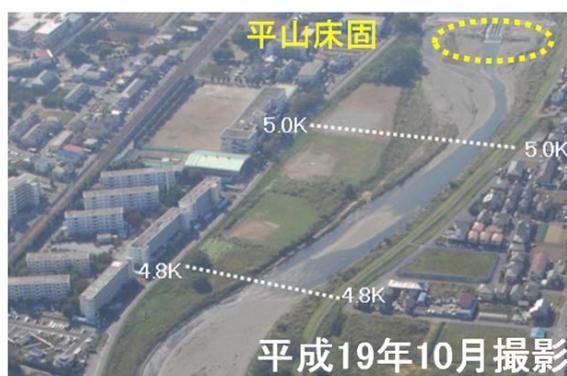
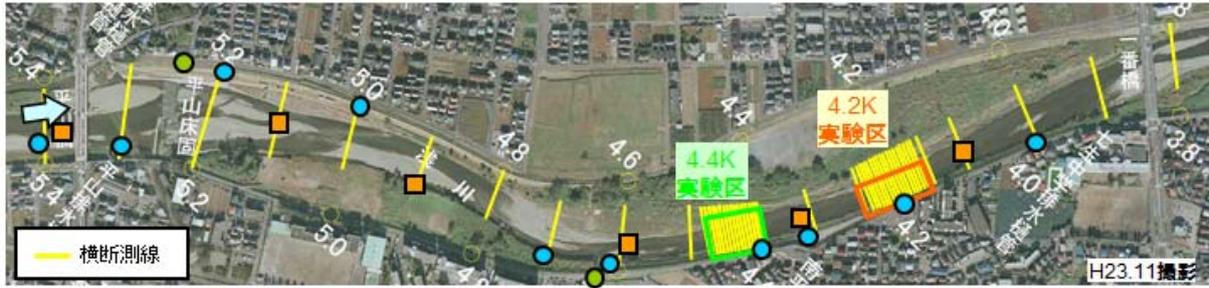


図-6 平山床固の改築及び下流河道の整備状況

護床工ブロックの重量が不足していた。さらに、その下流でも堤防を保護する高水敷がない区間が続いており、平成20年8月出水時は、図-5のように床固左右岸堤防際で落ち込み流が発生し堤防が洗掘の危険にさらされた。また、護床工の重量不足及び設置範囲不足によってブロックの流出、河床の洗掘が確認され、右岸側の張り出した砂州が流れを左岸に寄せ、深掘れ状態が進行し、土丹層が露出するといった河道管理上の課題を露呈した。

平山床固及びその下流河道に対して、河床の安定、流況改善及び局所洗掘緩和、河岸洗掘防護を期待し、平成21年10月から床固の全面改築と低水護岸による整備を行い、さらに予防保全的に河道整正を行い、平成24年5月に整備が完了した。整備前後の河道形状の変化を図-6に示す。この大がかりな改築によって上流から実験区間に土砂が流出し、一時的に堆積型河道となったが、後述するように現在では河床高はほぼ安定している。⁵⁾



- ▶ 横断測量: 3.8K~5.4Kで測量で実施(計47断面,実験区内:5m間隔、その他:約100m間隔)
- ▶ 河床材料調査(□): 6箇所で実施
- ▶ 水位観測(●): 4.0K~5.4Kの10箇所を設置(10min間隔で計測)
- ▶ 定点写真測量(●CCTV): 定点写真と巨石に着目した写真撮影

図-7 モニタリング調査内容

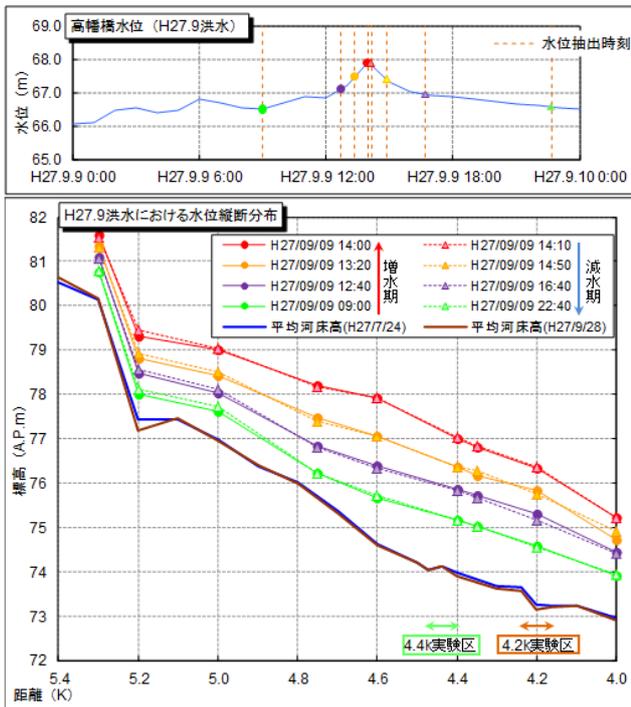


図-8 H27.9洪水における水位縦断図

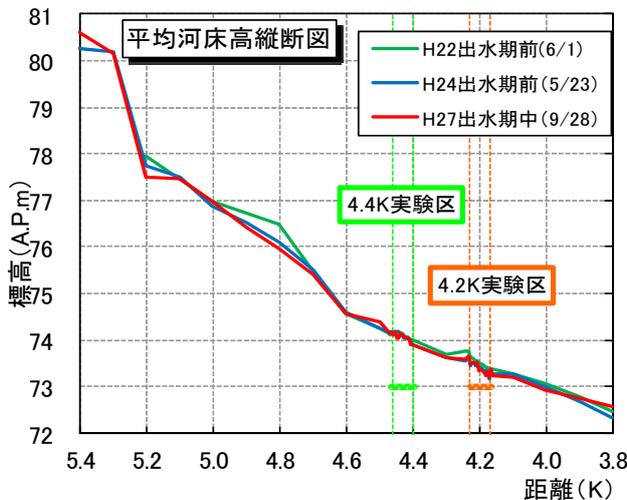


図-9 低水路平均河床高縦断図

4. モニタリング調査結果まとめ

(1) モニタリング概要

巨石の設置が完了した平成21年6月に、出水による河床高や流路の変動についてモニタリング調査を開始した。調査内容については図-7に示したとおりである。モニタリングは、当年度の出水期前後と中間の3回としており、中間は高幡橋地点にて100 m³/sを越える出水があった場合に実施している。

(2) 水面形の時間変化

図-8は平成27年9月洪水時において高幡橋地点で増水期と減水期に同程度の水位となる時刻を複数抽出し、その時刻における図-7に示す箇所での水位観測結果をもとに水面形の時間変化を表したものである。これから、増水期から減水期にかけての水面形の時間変化に大きな変化は無い。また、洪水前後の平均河床高もほぼ変化が無いことから洪水時の河床が安定していたことを示している。

(3) 河床高の縦断変化

図-9は、横断測量で得られた実験区周辺の低水路平均河床高縦断図である。これは、実験当初、平山床固改築と河道整直直後及び高幡橋地点において平均年最大流量を超える出水を2回経験した直後を比較したものである。この図から、平均年最大流量を超える出水においても上流実験区でやや堆積、下流実験区でやや洗掘と変動はあるものの現地実験区とその周辺で、平山床固改築による上流側に堆積していた土砂の移動と河道整直による移動と併せて形成された滑らかな河床縦断形が平成27年の出水後においても維持されていることが確認できた。

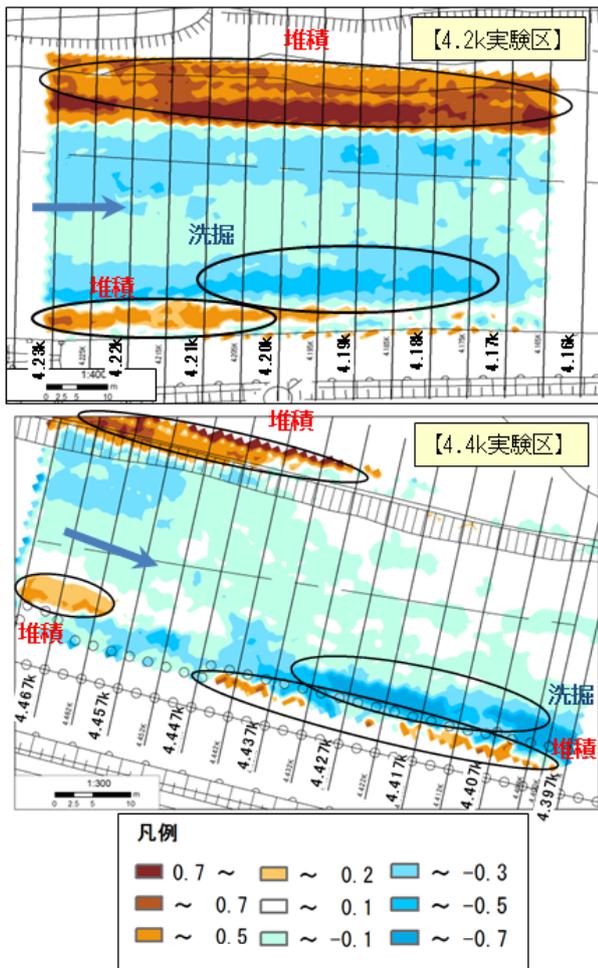


図-10 河床コンター差分図(H27出水期後-H22出水期前)

(4) 河床高の面的変化

図-10は、実験区内の面的な河床高の経年変化を確認するため、モニタリング調査によって得られたデータから作成した河床コンター図の実験当初(H22出水期前)と最新(H27出水期後)を比較したものであり、4.2k実験区、4.4k実験区ともに堤防際に部分的に洗掘が見られるが実験区全体としてはほぼ変化がないかもしくは部分的に堆積していることが確認できた。

(5) 巨石平面位置の変化

図-11のように、平成27年出水期後において実験区内の多くの巨石が確認できていない。平成27年の出水は、巨石が河道に留まれる洪水外力である平均年最大流量を上回る出水であった。しかし、現地踏査の結果、実験区外において巨石は確認できなかった。図-9の河床コンター差分図から経年的な河床高に大きな変化は無く、図-12のように実験区に配置された巨石、コンクリートブロック及び六脚ブロックの状況からブロック周囲が徐々に洗掘を受け、その重量のためブロックが河床砂礫中に徐々に埋没したものと考えることが妥当である。その結果、今なお、ブロック及びその周辺の石礫の堆積は河床の安定に有効に働いていると判断される。

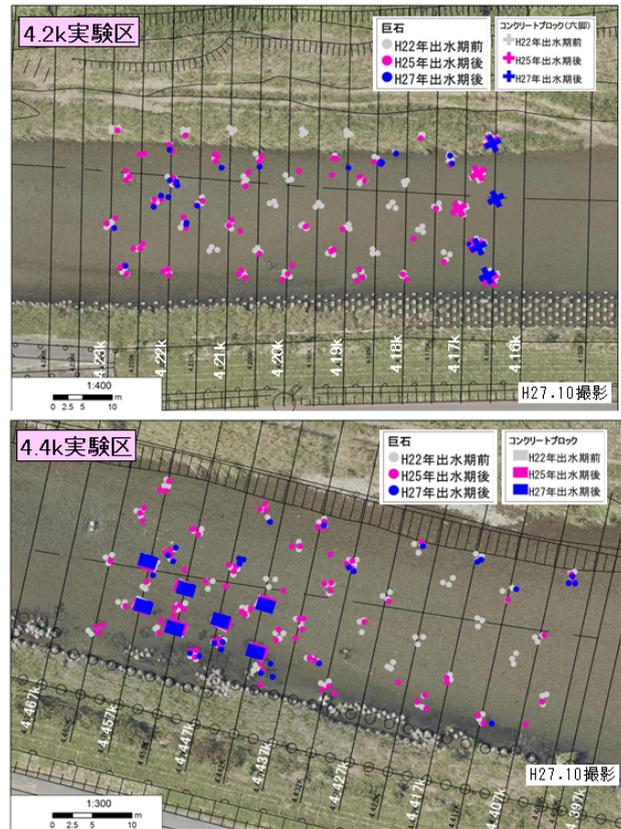


図-11 巨石位置の経年変化



図-12 実験区内の巨石等の現在の状況

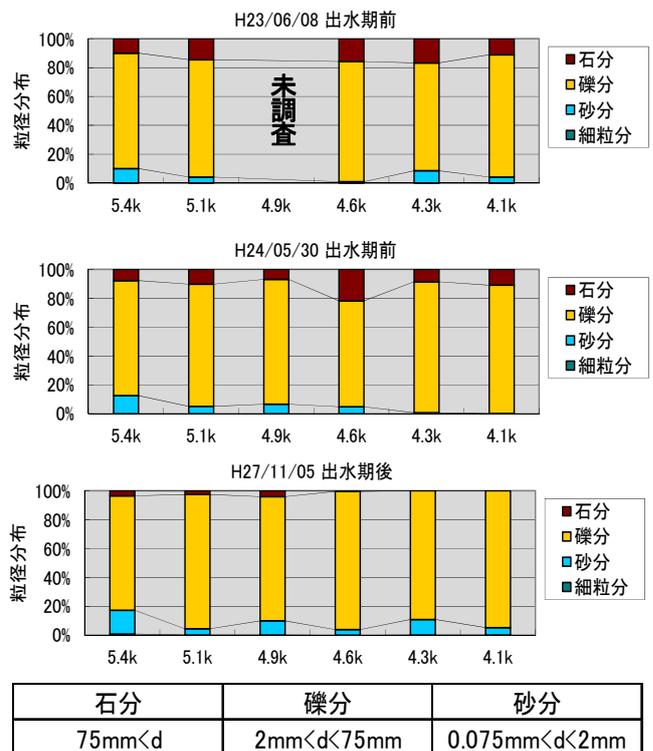


図-13 河床材料調査結果の経年変化

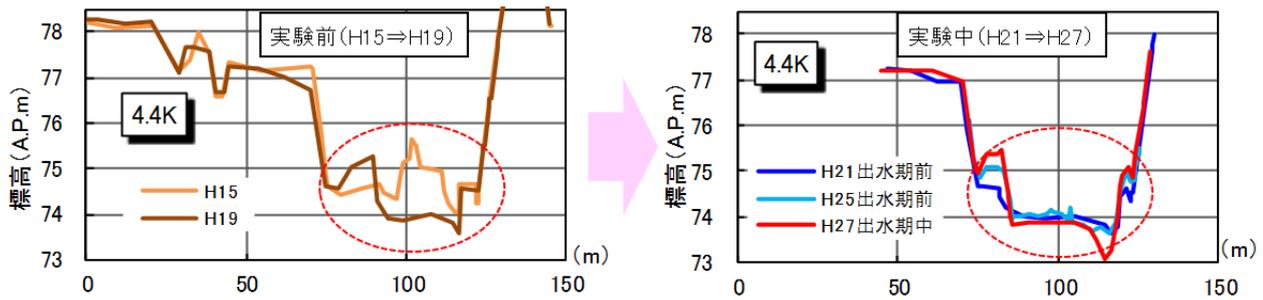


図-14 横断重ね合わせ図

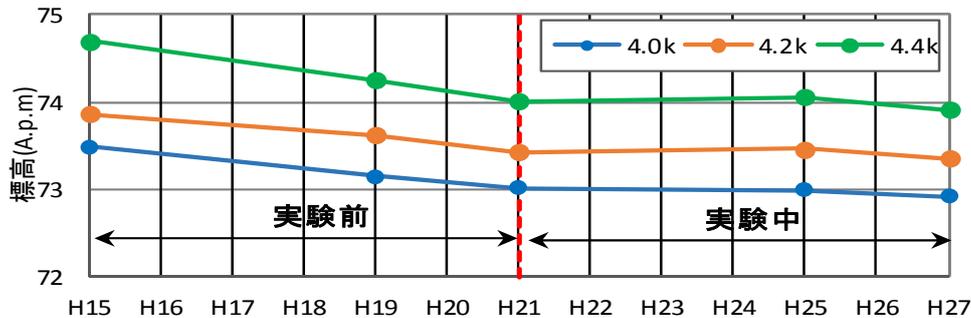


図-15 平均河床高の経年変化

(6) 河床材料の変化

河床材料の調査方法については、表面格子法で表面の粒径を調査し、表面を除外せずに、1m×1m×0.2mの容積に対して粒度調査を行った。図-13のように、全体的には石分及び礫分が大部分を占め、砂分は少ない傾向を示している。経年的には、大きな変化は無いが、平成27年度調査結果では石分がほとんど無く、礫分が大部分を占めている。

この現地実験で得られた知見を、河川管理上問題となっている浅川や多摩川本川での局所洗掘箇所や土丹露出箇所での河床低下対策へ適用し、既存の堤防や横断工物等重要な河川構造物の侵食や洗掘に対して、砂礫層で被覆することにより安全性が向上する。

参考文献

5. 河床高回復現地実験による効果の検証

図-12に示した高幡橋の年最大流量の状況から、実験開始前後で出水規模が同程度となる期間として実験前をH15～H19、実験中をH21～H27とし、図-14や図-15のように横断測量結果から平均河床高の経年変化を比較すると実験開始前は平均年最大流量を超える洪水が発生すると河床が低下傾向にあったが、実験中においては、平均年最大流量を超える洪水が発生しても低下量は小さく、河床高が維持されていることがわかる。石礫中にブロックが埋没してもブロックは河床の安定に貢献していると判断される。

このことから、河床低下箇所や自然の土砂供給のみでは被覆が困難な土丹層露出箇所に上流から砂礫を留める技術手法として巨石の配置による河床高回復方策が有効であることが明らかとなった。

- 1) 松本将能, 工藤美紀男, 福岡捷二: 平成20年8月浅川洪水(多摩川水系)による土丹河床の大規模洗掘と河道管理対策, 河川技術論文集, 第15巻, pp. 285-290, 2009.
- 2) 森僚太, 石川武彦, 長田健吾, 福岡捷二: 多摩川水系浅川における河床高回復現地実験と河道管理手法, 河川技術論文集, 第16巻, pp. 113-118, 2010.
- 3) 米沢拓繁, 福岡捷二, 鈴木重隆: 水衝部の河床表層材料と河床洗掘の関係の調査研究, 河川技術論文集, 第13巻, pp. 345-350, 2007.
- 4) 須賀正志, 前嶋達也, 藤本昌利, 長田健吾, 福岡捷二: みお筋化・低下した石礫河川の河床高回復技術の開発研究, 河川技術論文集, 第15巻, pp. 273-278, 2009.
- 5) 平塚真理子, 佐々木智之, 福島陽介, 福岡捷二: 平山床固改築及びその下流部の河道整正による河川整備効果, 河川技術論文集, 第19巻, pp. 111-116, 2013.
- 6) 福岡捷二: 洪水流の水面形観測の意義と水面形に基づく河川の維持管理技術, 河川技術論文集, 第12巻, pp. 1-6, 2006

(2016. 4. 4受付)