

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

HOW GOOD DID NEW HIRAYAMA CONSOLIDATION DAM AND RIVER TRAINING WORK FUNCTION

平塚真理子¹・佐々木智之²・福島陽介³・福岡捷二⁴

Mariko HIRATSUKA, Tomoyuki SASAKI, Yosuke FUKUSHIMA 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

(〒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企画部広域計画課 建設専門官

(〒330-9724 埼玉県さいたま市中央区新都心2-1さいたま新都心合同庁舎2号館)

(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国土交通省関東地方整備局京浜河川事務所管理課長

(〒230-0051 神奈川県横浜市鶴見区鶴見中央2-18-1)

⁴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)

In order to prevent the local bed scouring bank erosion and bed degradation as a result of shale-bed exposure, we conducted river improvement works in the Asa river of the Tama river system. In this study, we have performed the field measurements and the numerical simulation to clarify the difference of river flow and sediment transport with and without implementing river improvement work. We proved that the validity of a series of river improvement works were valid for the flood control.

Key Words : Asa river, erosion and bed degradation, river maintenance ,river channel management , preventive maintenance of river channel

1. 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に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、今後の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、大きな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、現在もその効果についてモニタリング中である。これらの取り組みを実施しながら、これまで指摘されていた平山床固の老朽化、土丹層の露出、局所洗掘などの一連区間にある河道管理上の課題を解決するため、平山床固及びその下流河道で予防保全的な河道管理を実施し、その整備効果をモニタリング結果と平面二次元流況解析から示す。

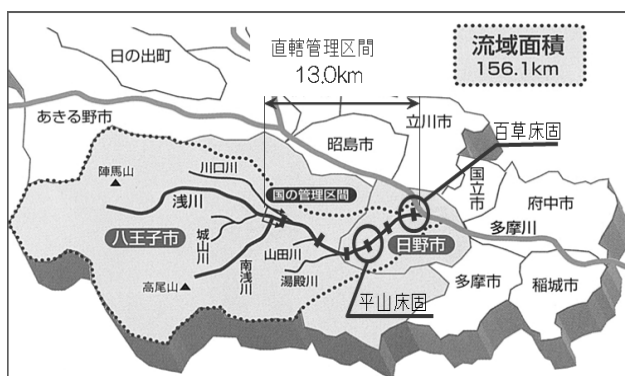


图-1 浅川流域

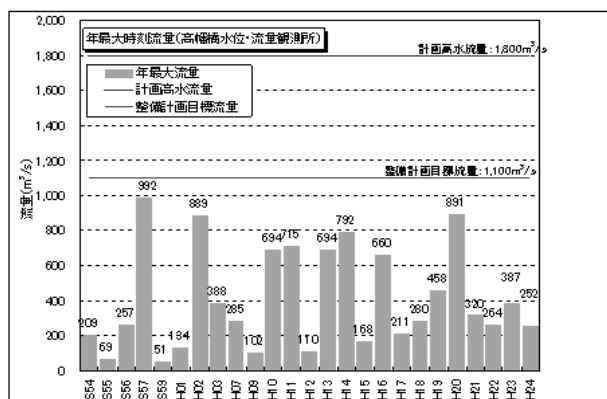


図-2 近年の浅川の出水

2. 平山地区の河道管理の課題

(1) 浅川の概要

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13.0km地点までである(図-1)．河床勾配は多摩川合流点から平山床固(5.2km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．平成13年3月に多摩川水系河川整備計画を策定し、目標流量の流下阻害となる床固の改築・撤去、低水路の水衝部対策、河道整正による低水路法線の是正等の河川整備を実施している．なお、整備計画目標流量は、戦後最大の出水となる昭和57年9月規模を安全に流下することを目標に高幡橋地点で $1,100\text{m}^3/\text{s}$ としている．

(2) 出水の概要

近年で被害が大きかった出水は、平成11年8月出水ピーク流量約700 m³/s（高幡橋地点で計画高水位超過）及び平成20年8月出水ピーク流量約900 m³/s（浅川橋地点では氾濫危険水位超過）（図-2）である。平成11年8月出水を契機に計画高水位を超過した箇所では下流能力向上と堤防の質的強化を目的とした河川整備を行い、長沼・百草床固の改築、石田・新井床固の撤去、低水護岸整備及び築堤、河道掘削を行った。平成20年8月出水では、平山床固の本体部分が被災し応急復旧を行った。

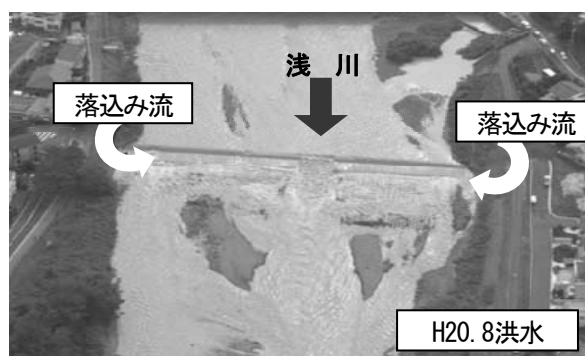


図-3 平山床固出水中の状態



図-4 平山床固下流護床工出水後の状態

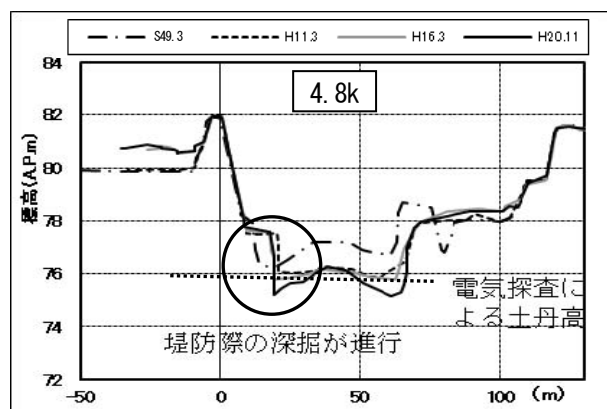


図-5 下流河道深掘の状況

(3) 平山床固及び下流河道における河道管理上の課題

平山床固及びその下流約2km区間における河道管理上の課題を整理した。平山床固は、左右岸に高水敷が無く床固が堤防の法留めとなっていた。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護床工ブロックの重量が不足していた。さらに、その下流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-3**のように出水時に床固左右岸堤防際で落ち込み流が発生し堤防が洗掘する危険があった。また、**図-4**のように護床工の重量・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、**図-5**に示す箇所で深掘れ状態が進行し、土丹層が露出した。

なお、平山床固の設置年度は不明で、補修は平成6年
魚道補修、平成13年右岸側護岸・根固補修、平成20年応
急復旧と事後的な対応で現況機能復旧にとどまっている。



図-6 百草床固改築前後

3. 平山床固及び下流河道の河川整備方針

平山床固及び下流河道では、従来の維持管理による現況機能復旧などの事後的な対応ではなく、予防保全的な河道管理につながる効果的な河川整備とするために、河道計画に河道管理上の課題をフィードバックし整備方針を検討した。

その結果、平山床固の全面改築と低水護岸整備、下流の河道整正を整備内容とし、平山床固の設計には、過去に改築した百草床固の経年変化や出水時の流況から整備効果を確認し、その知見を活用した。

(1) 百草床固の被災と改築

浅川0.0km付近にある百草床固は、平成11年8月出水で床固の魚道部分を中心に護床工ブロックが流出し、河床が洗掘低下する被災を受け、平成13年に改築した。改築後の床固は、河床が洗掘しても追従しながら河床を保護できるように屈とう性のある護床ブロック構造（緩傾斜勾配：1/10）とし、護床工ブロックの重量を2tから3tへ変更した。同時に、質的・量的な河川整備として、周辺河道掘削及び低水路拡幅、低水護岸整備を実施した（図-6）。さらに流下能力向上のために百草床固は整備計画河床高（下流護床工高A.P+54.73m）まで切り下げる必要があり、このことが急激な河床低下となるため、一次元河床変動計算から経年的な河床変動量を予測し、上流の近接した石田・新井床固の撤去を実施した。

(2) 百草床固の改築効果

床固改築時から平成20年8月出水までの河床縦断面形を見ると図-7に示すとおり床固上流の土砂が下流に移動し経年的に滑らかな縦断面勾配が維持され、周辺河床の異常な洗掘、堆積も発生していない。また、平成20年8月

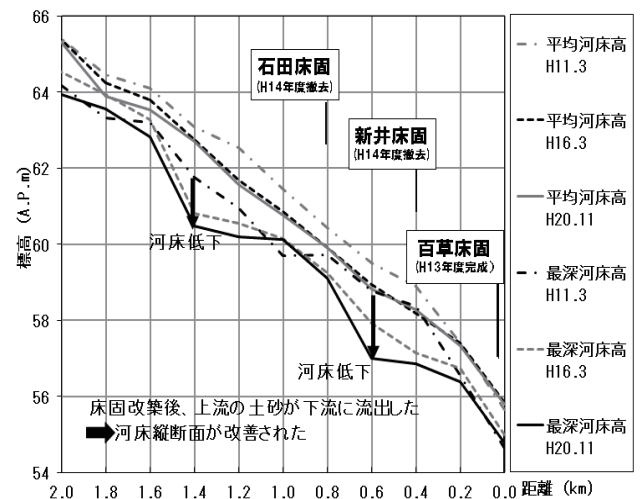


図-7 床固改築からの経年河床縦断面図

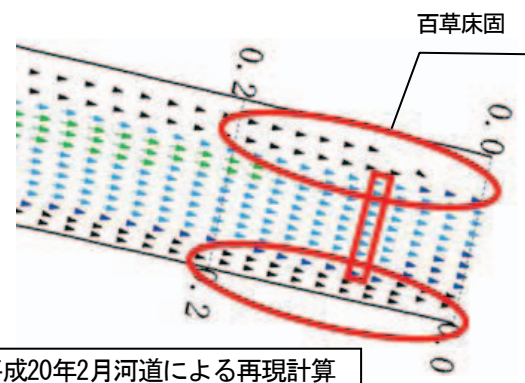


図-8 平成20年8月出水による流況解析

出水を再現した流況解析では図-8の丸囲部分に示すように堤防際に向かう流れや偏流の発生は確認されない。床固上下流の低水路の拡幅が、水流の収縮・拡散による洪水流の乱れを解消させ、改築効果を高めた要因である。

(3) 平山床固及び下流河道の整備方針

平山床固が、河道計画に必要な床固であることを確認するために周辺河道を対象に一次元河床変動計算を実施し、上流河道区間の河床安定に平山床固が不可欠であるとの結果を得た。

このことから平山床固及び下流河道は、現状河床の安定、流況改善及び局所洗掘緩和、河岸洗掘防護を期待し、全面改築と低水護岸による整備とし、さらに予防保全的な河道管理として下條³⁾らが提示した流況改善の効果を期待し、河道整正も行うこととした。また、平山床固の構造は百草床固の知見を生かし、緩傾斜勾配で屈とう性のある護床ブロック構造とし、護床工ブロックの重量を3tとした。

なお、これら一連の整備を図-9に示す範囲で平成21年10月から平成24年5月の間で実施した。図-10は、改築後の平山床固と周辺河道の状況となる。

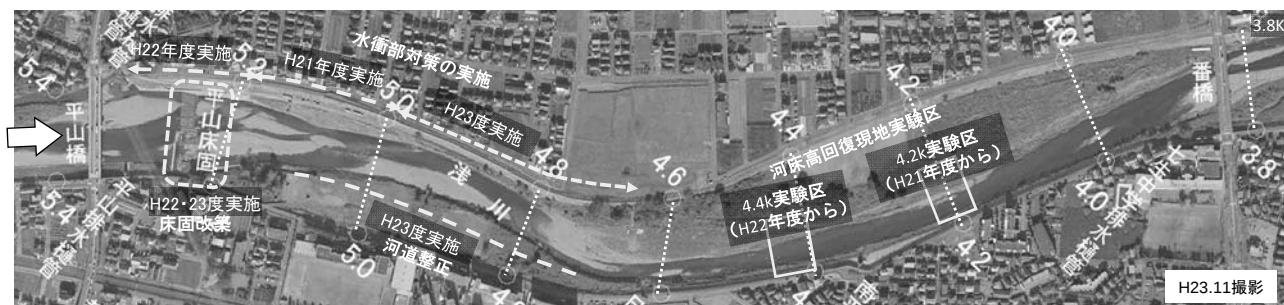


図-9 平山床固及び下流河道の河川整備内容

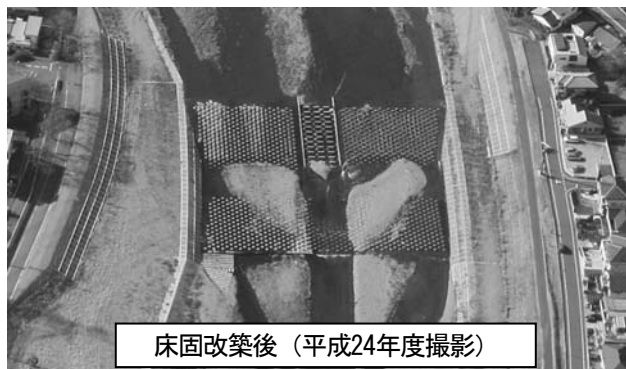


図-10 改築後の平山床固及び下流河道

モニタリング	調査項目	調査内容
	横断測量	対象区間(3.8K~5.4K)の横断測量(縦断方向の5m~50m間隔)
	詳細測量	河床高回復実験区内の巨石やブロック周辺の測量
	土丹の露出状況	平山床固下流に露出している土丹高及び輪郭をGPSで計測
	河床材料調査	対象区間内の6箇所を調査
	写真観測	対象区間内の定点写真観測(31地点)および巨石の状況写真観測(CCTVによる記録とも並行して実施)
	水位計測	対象区間の10箇所を計測(縦断方向の約100m~200m間隔)

表-1 モニタリングの調査内容

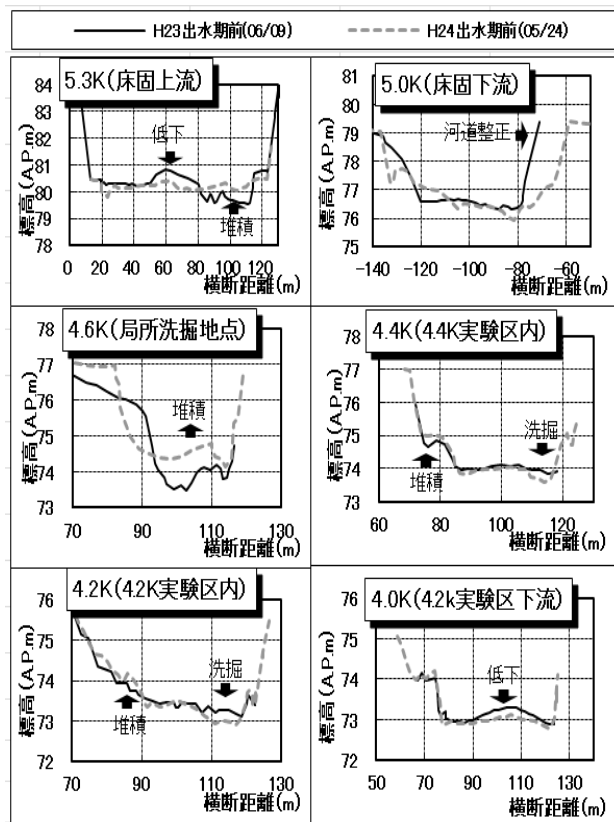


図-11 経年横断重ね図

4. モニタリング

平山床固及び下流河道では、表-1の調査内容をモニタリングとして実施している。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。なお、平成24年出水期前測量は、5月出水後の実施となっている。

また、この区間でのモニタリングは、平成21年6月から実施している河床高回復実験²⁾のモニタリングと兼ねており(図-9)、平山床固及び下流河道の河川整備と河床高回復実験の効果検証を行うために必要なデータを収集している。

5. 河川整備効果検証

平山床固及び下流河道の整備効果検証として、モニタリング結果から河川整備前後の河道形状の変化について要因を分析し、出水中の流速や流向は平成24年5月出水について平面二次元流況解析を実施し、検証した。

その結果、平山床固及びその下流河道で百草床固や四谷本宿床止における河川整備効果として確認された流況と河床安定が生じていることが明らかとなった。

(1) モニタリング結果の分析

平成24年度の主な出水は、5月3日(高幡橋地点ピーク流量約250 m³/s)と、6月20日(高幡橋地点ピーク流量約210 m³/s)で、当該地区の低水路満杯流量は480m³/sであることから、これらは比較的小規模な出水である。本研究では、床固改築前となる平成23年出水期前と改築後

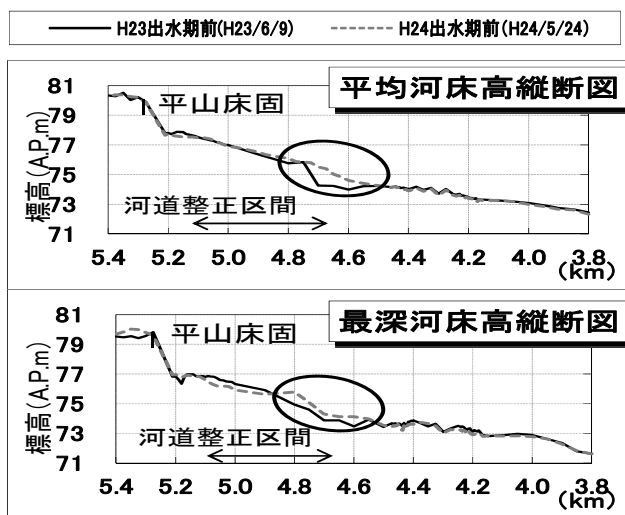


図-12 最深河床と平均河床による縦断面図

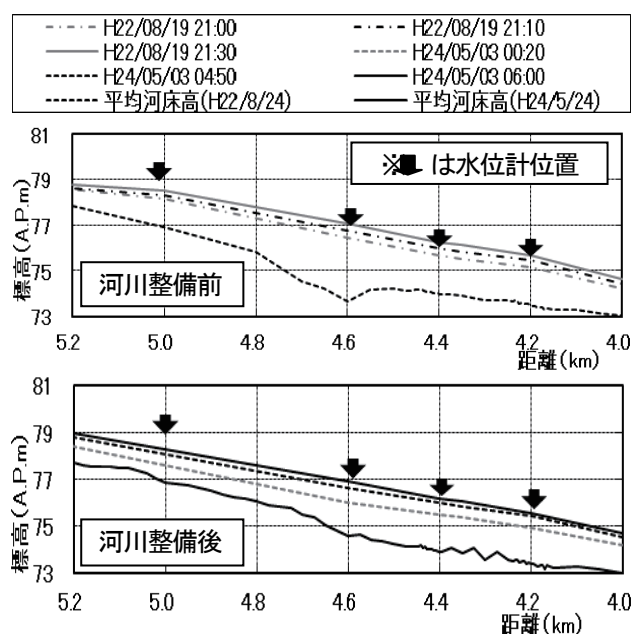


図-13 同規模出水による水位縦断面図

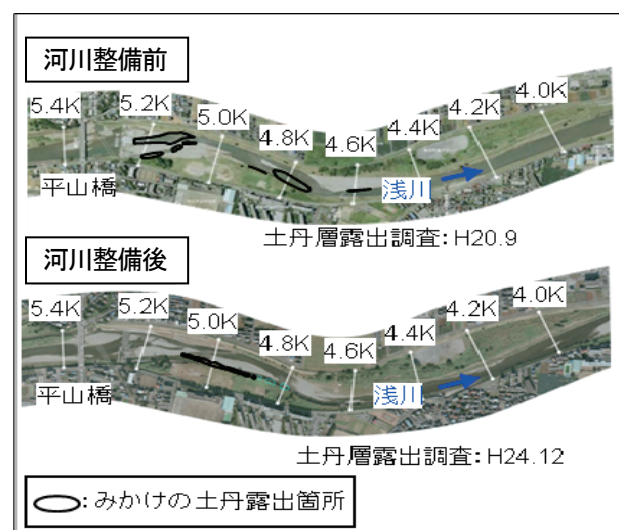


図-14 土丹露出調査

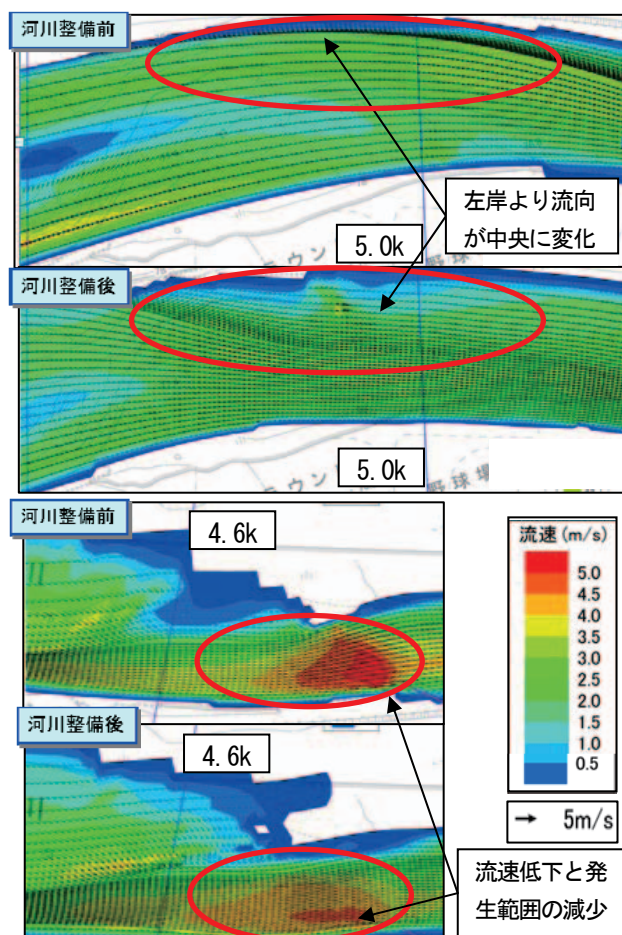


図-15 流速ベクトル・流速コンター図

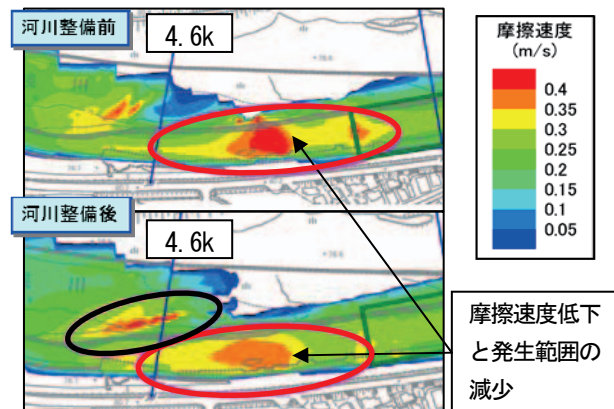


図-16 摩擦速度コンター図

の平成24年出水期前のモニタリング結果を比較検討した。なお、床固のブロック変状・流出については、モニタリングで確認されなかった。

a) 縦横断面形状の変化

代表的な横断面図を図-11に示す。床固上流となる5.3k地点は改築時に床固を切り下げたため、堆積していた土砂が移動し河床が低下している。5.0k地点の河道幅の変化は、平成24年3月に施工された河道整正によるものである。局所洗掘が顕著であった4.6k地点や河床高回復実験区となる4.2k、4.4kでは、平成24年出水期前データにて土砂堆積が確認できる。4.0k地点ではその上流で土砂

が捕捉されたためか、若干河床低下があるもの局所的ではない。平均及び最深河床高の縦断面図を図-12に示す。平均河床高は床固改築と河道整正によってほぼ様な河床勾配に変化しており、最深河床高においても同様な傾向が確認でき、横断測量結果の状況とも一致する。このことから床固周辺河道は、上流に堆積していた土砂が床固改築によって下流に移動し河道整正による土砂移動とあわせて、縦断的に滑らかな河床を形成し、百草床固下流河道と同様の望ましい河床縦断形となった。

b) 水面勾配の変化

図-13に同規模流量出水時の観測水位縦断面図を示した。河川整備前の水面勾配に比べて、河川整備後の水面勾配は、床固改築と河道整正の効果により河床が穏やかになり、水面形も概ね一定の緩やかな勾配を形成した。

c) 土丹露出状況の変化

図-14の航空写真は、土丹層の露出状況を目視調査し、土丹露出箇所を黒線で示したものである。整備前に露出していた土丹層は、平成24年3月の河道整正時に土砂で被覆した。平成24年12月の出水期後調査時点ではほとんどの土丹層が砂礫によって被覆されており、当該区間の河道内の土砂は、目視による調査からも移動しやすい状態であるといえる。

(2) 平面二次元流況解析による洪水流の再現と河川整備効果の確認

河川整備前後の流況比較から整備効果を確認するため、平面二次元流況解析を実施した。当該区間の測量成果が概ね揃っている平成22年度を河川整備前の河道とし、整備後の河道は整備完了後の測量成果（平成24年5月）を用いた河道とした。低水路内の計算格子は縦横断方向に2mに設定し、対象洪水（上流端流量）は平成24年度最大規模である5月出水時の流況ハイドロを使用した。

図-15の河川整備前後の流速ベクトル・流速コンターを比較すると床固下流区間で流況に変化が見られ、5.0k付近での左岸低水路に集中していた洪水流が河川の中央部を流れる様に変化している。4.6k付近で発生していた高速流は低速化し、発生範囲も狭くなった。この整流効果は、過去の整備の知見から予想できたものである。

また、摩擦速度については、図-16の赤線で囲った箇所である4.6k付近で摩擦速度の低下及び発生範囲の減少が確認できた。摩擦速度の低下箇所とモニタリングで確認された河床勾配が緩やかになった箇所が一致した。

について河川整備前後の河道に対して平面二次元流況解析を実施した。その結果、左岸堤防際に寄っていた流向の改善や高速流発生範囲の減少を確認し、期待された効果を明らかにした。

今回実施した効果検証から、現況機能の復旧では解決できない課題を抱える河道や構造物に対し、河道計画上一連のシステムとして必要性を整理することで効果的な河川整備につながる事が確認できた。また、下條ら³⁾が提示した予防保全の実施によって、今回の河川整備が可能となったことから、今後の河川整備のために引き続きデータの蓄積や効果検証等を行い、整備の知見を蓄えることが重要である。

今後の展開として、整備計画目標流量等の堤間に広がって流れる大規模な出水に対して平山床固が百草床固同様の整備効果を発揮するかを調べるためモニタリングを継続して行う。また、図-16の黒線で囲った箇所は整備後に摩擦速度が速くなった箇所、現地調査でも洗掘が確認されている。よって、床固下流河道での河床の局所的な侵食状況、河岸の侵食状況、土丹露出範囲の変化に着目し、監視をする。さらに、浅川における河川整備のために、水面幅、水深等の河道形状⁴⁾や土丹被覆対策に適した被覆の層厚や粒径⁵⁾、被覆した砂礫を過度に流出させない考え方と対策を検討していくことが必要である。

参考文献

- 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) 森僚多、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) 下條康之、石川武彦、福岡捷二：多摩川水系における河川横断構造物の予防保全に向けての具体的検討、河川技術論文集、第117巻、pp.329-334、2011。
- 4) 浅野文典、福岡捷二：沖積地河川における安定な川幅・水深 - 治水と環境の調和を目指した河道断面の決め方、水工学論文集、第54巻、pp.1021-1026、2010。
- 5) 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。

(2013.4.4受付)

6. まとめ

当該地区は、河川整備が完了した初年度となる平成24年度に小規模な出水を2回経験した。そのうちの5月出水