

生態系保持空間を有する多摩川上流部における 治水と環境の調和した川づくりに関する研究

Study on river works in consideration both flood control and river environment in the upper Tama River with the ecosystem maintenance space

上村 勇太 (河川工学研究室)
Yuta Uemura / River Engineering Lab.

Key Words : bipolarization area, river crossing structure, flood control, river environment

1. 序論

多摩川の高水敷は、昭和55年に策定された多摩川河川環境管理計画により8つの利用空間に分類されている。中でも多摩川上流部の高水敷の大部分は、貴重な生態系を保持すべき生態系保持空間(通称⑧空間)に位置付けられている。しかし、近年、低水路の河床低下により、河道の二極化が進行し、地下水水位が低下、高水敷の冠水頻度が減少したことから、ハリエンジュなどの外来種による高水敷の樹林化や、湧出池、礫河原の減少等の環境上の問題が生じている¹⁾。また、上流部には、都市の交通網の一角を担うJR中央線、八高線の橋梁等の河川横断構造物が多く設置されているが、それらの周辺では、露出した土丹層の浸食が著しく、これによる橋脚保護床工の変形といった、河川横断構造物の安定性低下²⁾が懸念されている。上記の諸問題に対して、近年改修工事が進められており、大きな落差が生じていたJR八高線鉄橋(44.8km)直下の河床の埋戻しによる河床高の回復が行われている。写真1に、JR八高線直下における埋戻し前後の様子を示す。これを見ると、広い範囲で露

出していた土丹層が埋戻しにより被覆され、礫河原が広がっている。現在、下流区間に関しても掘削、埋戻し等の計画が検討されているが、治水と環境の調和し、維持管理上安定な河道断面形状や段階的な整備方法等の課題が残されている。

本文では、八高線直下の河床埋戻し前に発生した平均年最大流量規模のH23.9洪水を対象に観測水面形の時間変化を用いた非定常洪水流解析モデルに基づいて洪水流下時の水位、流速分布を明らかにし、改修前の河道の問題点を示す。また、構築したモデルを用いて治水と環境の調和した川づくりに向けた整備方法について検討する。

2. 多摩川上流部でのH23.9洪水の再現計算と改修前河道での問題点の抽出

(1) 解析法及び解析条件

図-1に検討対象とする日野橋観測所である39.8kmから46.2km区間の平面図を、図-2にH23.9洪水時の日野橋観測所流量ハイドログラフをそれぞれ示す。検討対象区間では、H23.9洪水時に、図中の黄色プロットで示す箇

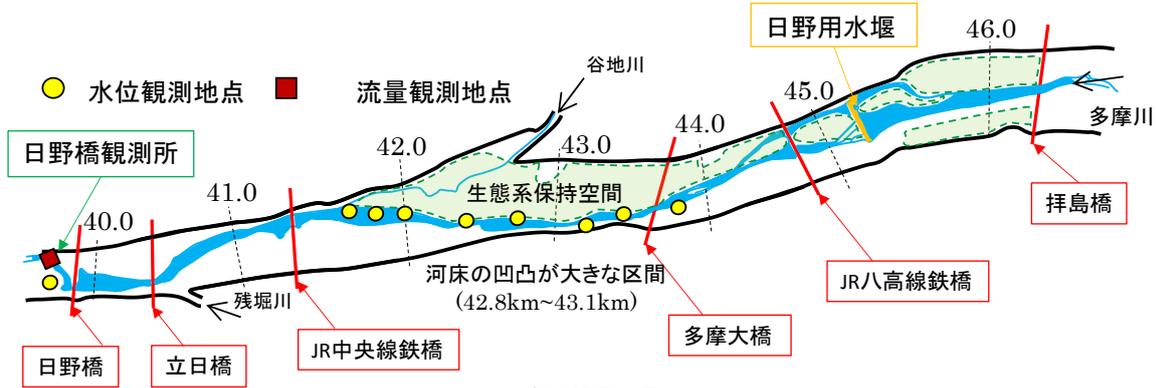


図-1 対象区間平面図

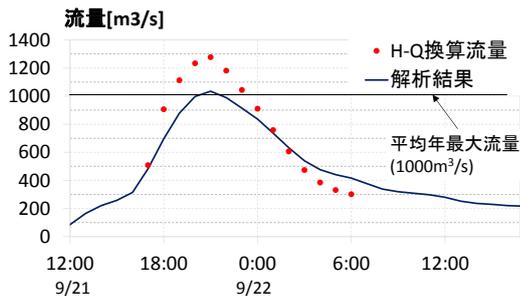


図-2 H23.9洪水時の日野橋観測所流量ハイドログラフ



写真1 JR 八高線下流埋戻し状況

所に、簡易水位計が設置され水位が観測されており、水面形の時間変化を得ている。本研究では、H23.9洪水の観測水面形の時間変化を用いた非定常準三次元洪水解析を行う。解析には、内田・福岡の浅水流の仮定を用いて簡略化したSBVC3を適用した³⁾。対象洪水の前と後の横断測量データより、顕著な河床変動が認められなかったため、河床を固定床条件として解析を行った。上下流端境界条件には、日野橋地点と43.75kmの観測水位時系列データをそれぞれ与えた。解析の地形データは、洪水直後の平成24年に100m間隔で実施された河川横断測量結果を用いた。対象洪水が低水路満杯規模で流れるため、低水路内の形状を適切に再現することが重要と考え、航空写真を参考に低水路内の滞筋の形状を、詳細に取り込んだ。また、各河川横断構造物については構造図に基づいて平面位置、堰高等の形状を再現した。高水敷粗度係数は地被状況に応じて0.041-0.045の値で設定し、低水路粗度係数は解析水面形の時間変化が観測値を再現するように0.025-0.040の値を与えた。土丹の露出により、河床の凹凸の影響を強く受けると推察される42.8km-43.1kmの区間については、粗度係数を大きめに与えた。

(2) 解析結果と考察

図-3に、水面形の時間変化の解析値と観測値の比較を示す。低水路内の滞筋の地形を詳細に取り込んだことから、低い水位の時間帯も含めて解析水面形は観測水面形を概ね再現できている。また、大きな落差が生じているJR中央線、八高線鉄橋付近では、水面勾配が局所的に大きくなっていることがわかる。図-2に、水面形を再現するように洪水解析を行った結果得られた流量ハイドログラフを示す。参考のためにH-Q換算流量を示している。解析流量は、ピーク付近において、H-Q換算値を下回っているが図-3に示すように水面形を十分に説明できていることから、本解析で得られた上流端の解析流量を以後の検討に用いることとする。

図-4に解析流量ピーク時の水深平均流速コンター図を示す。これによると平均年最大流量規模の洪水が流下した場合、⑧空間である高水敷への冠水はほぼ見られず、低水路内の水深平均流速は4m/sを超えることがわかる。特に、低水路幅が狭く、深掘れが生じている43.0km-43.4km区間と、大きな落差が付いているJR八高線、中央線鉄橋付近では、局所的に6m/s以上の高速流が発生していることが確認できる。以上より、改修前の河道では、主流が集中する43.0km-43.4kmの左岸堤防際付近と、落差が大きく局所的に高流速が生じるJR鉄道橋の直下流部が、治水上危険箇所となっていたことが明らかとなった。

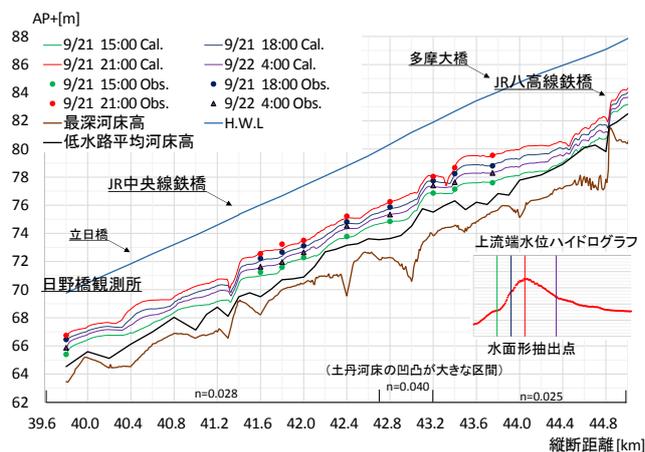


図-3 水面形の時間変化

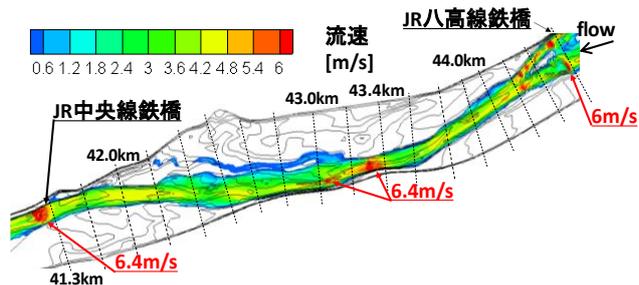


図-4 流量ピーク時水深平均流速コンター図

3. 治水と環境の調和した河道に向けた段階的な整備方法の検討

JR八高線下流部の埋戻しが既に行われ、今後も引き続き八高線下流の低水路河床の埋戻しを主とした河道改修工事が予定されている。改修を進めていくにあたり、治水面では、危険箇所について構造物周辺での大きな落差や堤防際への流れの集中を緩和していくことが重要であり、また、環境面では⑧空間の湿潤環境を改善し、オギ・ヨシ原、礫河原が回復するよう、高水敷の冠水頻度や、地下水位を上げていく必要がある。また整備には、大量の河床埋戻し材料を要することから、河道整備を一気に完了することが困難となる。そこで、段階的な河床埋戻しによる、流況の改善と河床安定性を検討する。

(1) 段階的な整備の考え方

改修工事における実績の埋戻し土量は、二カ年で約10万 m^3 であった。本研究では、二段階の埋戻しを想定し、各段階の埋戻し土量は、実績値の半分である約5万 m^3 を目安とした。図-5に、改修途中のH27.6河道と第一、第二段階の河床埋戻し(案)最深河床高縦断図を示す。第一段階では、局所的に大きな流速が生じていた43.0km-43.4kmの左岸堤防際深掘れ箇所を含む42.6km-44.1kmの低水路河床の埋戻しを優先して行うこととし、縦断的な落差が生じないように埋戻し河床高を設定した。また、埋戻した土砂をなるべく下流に流出させないよう42.6kmと43.3kmの位置に土砂を捕捉するた

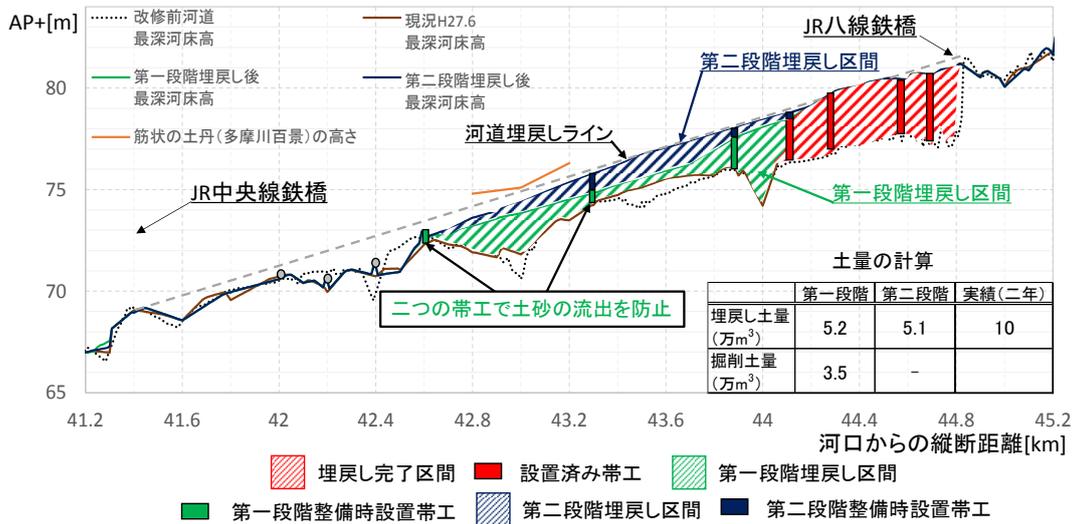


図-5 H27.6河道と第一、第二段階埋戻し(案)の最深河床高縦断面図

めの帯工を設置した。また、第二段階では、JR八高線、中央線に配慮し、43.5km~44.1kmの区間でこれらの護床の高さを結んだ埋戻しラインに沿って河床高を設定しており、これは、多摩川百景として親しまれている43.0km付近の筋状の土丹が露頭した景観の保全にも配慮している。図-6に、埋戻し河道の横断面図を示す。第一段階では、緑色部分を、第二段階では青色部分を埋戻すものとし、また高水敷上の植生保全のため42.0km~44.6km区間の右岸高水敷に水路を開削し⑧空間へ地下水涵養を行うこととしている。

(2) 検討方法及び解析条件

解析には、2章で構築した解析法に河床変動計算を付加した非定常洪水流・河床変動解析法を適用した。河床変動計算には、掃流砂と浮遊砂の両方を考慮した。上下流端境界条件には、2章で求めた上流端の流量ハイドログラフと日野橋地点の観測水位時系列データをそれぞれ与えた。図-7は、河床埋戻し区間に用いた河床材料粒度分布を示す。河床面から鉛直下方30cmの範囲には、(a)に示すH27.6調査結果の粒度分布を、その下層には、(b)に示す粗い粒径の埋戻し材料を与えた。埋戻し区間以外の粗度係数は、2章と同じ値を与え、埋戻し区間については、図-7に示した河床材料から推定した $n=0.027$ を与えた。第一、第二段階それぞれの解析メッシュの初期地形は、平成27年6月に行われた横断測量データを基に、図-6中の緑、紺で示すそれぞれの河床高となるように設定した。

(3) 解析結果と考察

図-8に、改修前河道と第一、第二段階河道における流量ピーク時の水面形を示す。改修前河道では、八高線付近と43.0km~43.4kmで水面勾配が局部的に大きくなっているが、第一及び第二段階河道ではこれらが改善され、全体的に緩やかな水面勾配となっていることがわかる。図-9に、第二段階の河道における流量ピーク時の

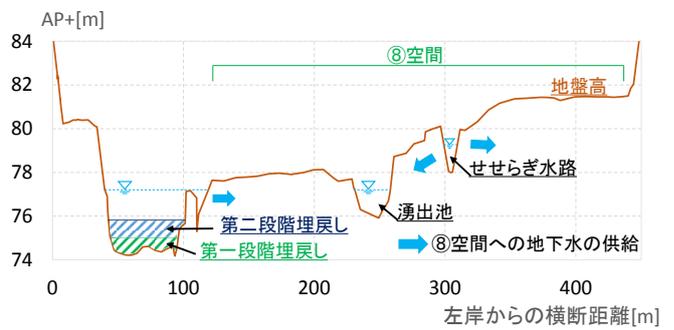
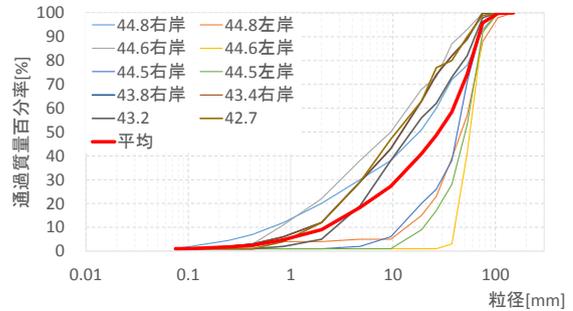
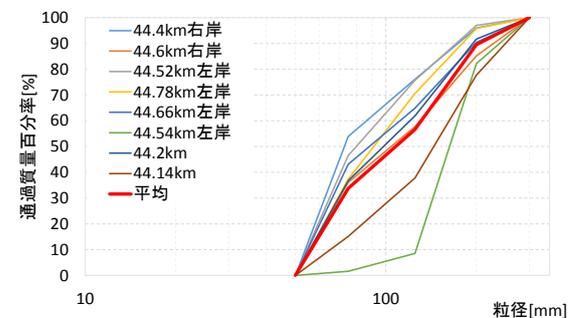


図-6 埋戻し河道横断面図(43.3km)



(a) H27.6調査結果(上層)



(b) H26.3埋戻し材料(下層)

図-7 解析で埋戻し区間に与えた初期の河床材料粒度分布

水深平均流速コンター図を示す。改修前と比べると、43.2kmからJR八高線鉄橋にかけて水面幅が大きく広がっており、また、42km付近ではせせらぎ水路からの溢水が生じることで⑧空間である高水敷の冠水域が増大することがわかる。また、6m/s以上の高流速が発生していたJR八高線付近の流速は、3m/s程度まで低下していることが確認できる。図-10、図-11に、第一、第二段階の埋戻し河道での洪水後の河床変動量コンター図を示す。第一段階河道では、帯工を設置した42.6km、43.3kmの上流側で、土砂が堆積傾向にあることから、帯工によって埋戻し土砂の流出を抑制する効果があることがわかる。一方、第二段階河道では、埋戻し土砂が下流に流出している。これは、依然43.0km~43.4kmの左岸堤防際付近に流れが集中しているためであり、この区間においては、例えば巨石付き盛土砂州⁴⁾等により主流を堤防際から河道中央に寄せるための工夫が必要であると考えられる。

4. 結論と今後の課題

河川横断構造物が連続し、河床の著しい深掘れが生じている多摩川上流部⑧空間区間において、観測水面形の時間変化に基づいた洪水解析モデルによって、平均年最大流量規模のH23.9洪水で生じた現象を説明できることを示した。低水路幅が狭く深掘れが生じている43.0km~43.4kmの左岸堤防際付近と大きな落差が生じているJR鉄道橋付近において、6m/sを超える高速流が発生し、治水上危険となることを明らかにした。更に、治水と環境の調和した川づくりに向けた段階的な河床の埋戻しを想定した河道断面形状を設定し、洪水流・河床変動解析により、平均年最大流量規模洪水に対する流況改善効果と河床の安定性を示した。この結果、帯工を用いた段階的な河床埋戻しによって流況が改善され、また生態系保持空間の機能回復に効果があることを明らかにした。

今後は、43.0km~43.4kmの左岸堤防際から主流を河道中央に寄せるための技術的検討や、改修河道の長期的な安定性について検討していく。

参考文献

- 1) 小澤太郎, 福島陽介, 海津義和, 後藤岳久, 福岡捷二: 多摩川上流部における治水と環境が調和した総合的な河道管理, 河川技術論文集, 第19巻, pp471-476, 2013.
- 2) 忠津哲也, 鈴木研司, 内田龍彦, 福岡捷二: 洪水流による土丹河床高さの経年変化と堰周辺の砂州変形に伴う洗掘深の増大について, 河川技術論文集, 第15巻, pp249-254, 2009.
- 3) 内田龍彦, 福岡捷二: 種々の水深積分モデルを用いた湾曲部三次元流れ機構と適切な解析法の考察, 土木学会第70回年次学術講演会公演概要集, 第II部門, 2015.
- 4) 国土交通省北陸地方整備局河川部北陸急流河川研究会: 治水と環境の調和した新たな河岸防護技術の手引き, 2013.

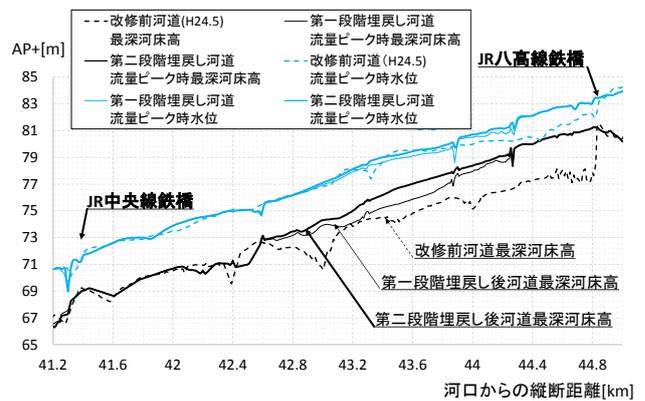


図-8 改修前河道と第二段階河道の水位ピーク時の水面形の比較

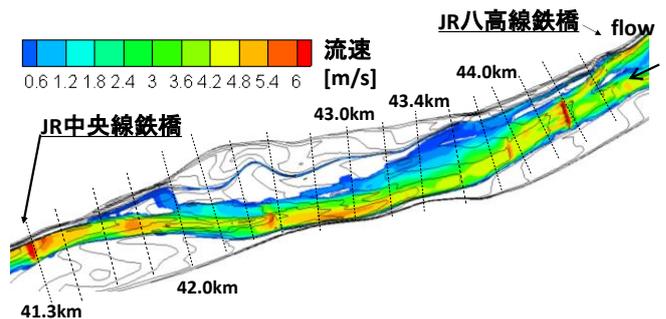


図-9 第二段階河道の流量ピーク時水深平均流速コンター図

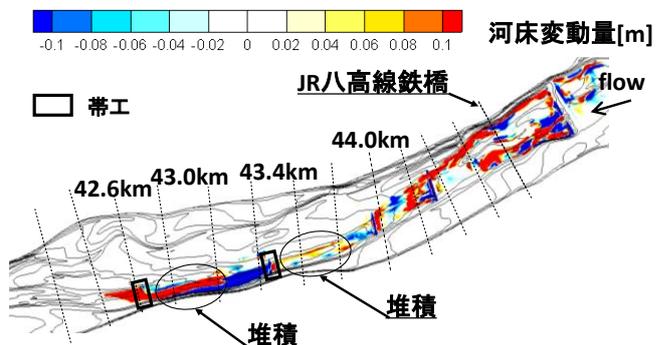


図-10 第一段階河道の洪水後河床変動量コンター図

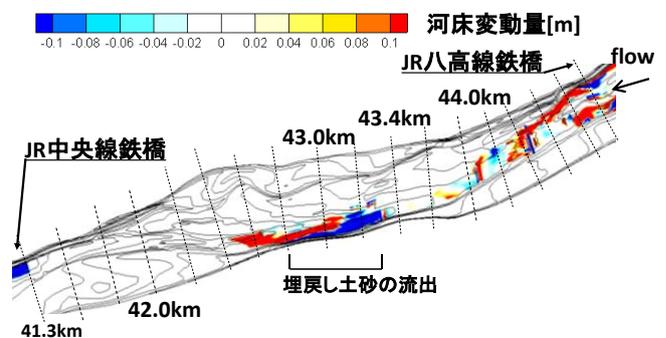


図-11 第二段階河道の洪水後河床変動量コンター図