

ダム撤去におけるみお筋部開放後の 河道管理に関する一考察

野間 卓志¹・小林 一郎²・中本 英利³・永村 景子⁴

¹正会員 熊本県企業局 荒瀬ダム撤去室 (〒862-8570 熊本市中央区水前寺6-18-1)

E-mail:noma-t@pref.kumamoto.lg.jp

²正会員 熊本大学大学院 特任教授 先端科学研究部 (〒860-8555 熊本県熊本市中央区黒髪2-39-1)

E-mail: ponts@kumamoto-u.ac.jp

³正会員 株式会社東京建設コンサルタント 関西本社 (〒530-0042 大阪市北区天満橋1-8-63)

E-mail:nakamoto-h@tokencon.co.jp

⁴正会員 日本大学生産工学部 助教 環境安全工学科 (〒275-8575 千葉県習志野市泉町1-2-1)

E-mail:nagamura.keiko@nihon-u.ac.jp

中山間部の河道においては、出水による土砂の変動量が大きいことから、管理河床の定めが重要となる。河川がもつ自然の流れでの河道を見極めたうえで、管理河床を設定し、異常値の判断をおこなうことが河道管理には大切である。ここでは日本初の本格的コンクリートダム撤去となる荒瀬ダム撤去を事例に、河道のモデル空間を作成し、撤去後の河道について検討をおこなった。みお筋部開放後に生じた急激な河床変動について、モニタリングカメラによる水位分析から、洪水途中の河床高の変化を把握した。さらに、航空写真からダム建設前の河道断面形状を計測し、元河床を推定した。これからの河道管理では、このような解析結果を河道モデルに取り込み、河床変化を空間的に把握しながら対応することが望まれる。

Key Words : dam removal, river channel management, CIM tool, monitoring camera

1. はじめに

平成24年度からConstruction Information Modeling (以降、“CIM”と略記)と称し、国土交通省の主導で設計や施工の見える化が進められている。筆者らはこれまでにICTを駆使し、様々な取り組みをおこなっている。単にモデル化するだけでなく、必要な空間を定義し、可視化することにより、最適解を導き出す研究をおこなってきた。その実証から、CIMはModelingである以上に事業全体のManagementの要素が大きいと提唱している。

本論の対象地は、一級河川球磨川水系球磨川の河口より約20kmに建設された荒瀬ダムである(図-1)。平成24年度より6年間をかけて撤去をおこなっている。本格的コンクリートダムの撤去としては日本初であり、治水と環境に配慮しながら撤去を進めている。ダム撤去は自然が相手となるため、不測の事態が生じやすい。よって図-2に示すモデル空間を作成し、撤去計画や水中部の施工等を可視化し、見直しをおこなった¹⁾。平成26年度みお筋部を開放し、約60年ぶりに河川が自然の流れで繋がっ



図-1 荒瀬ダム

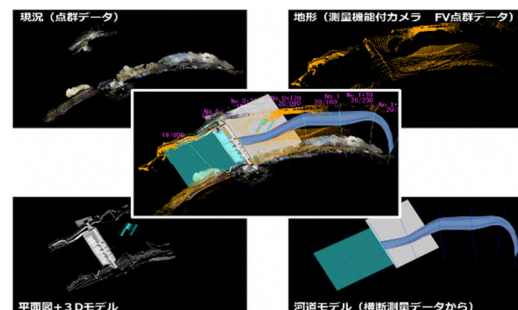


図-2 モデル空間の構成

た。その後の出水により、ダム下流に堆砂が生じた。本論では撤去後の管理河床高について考察し、河道モデルを用いた河道管理について提案をおこなう。

2. みお筋部開放後の河床

平成26年度の右岸みお筋部開放後、図-3に示す出水により、図-4の写真や図-5のグラフに示すとおり、ダム直下流に土砂が堆積した。その量はダム直下流域の約20万 m^3 の堆砂に対し、ダム湖内の洗掘量は約11万 m^3 であり、ダムよりさらに上流域から土砂供給があったと想定できる。出水直前のH27.4の測量結果（図-6 黒線）と出水後のH28.8の測量結果（図-6 赤丸）を比較すると、ダム上流域で河床が低下し、ダム下流で河床が大きく上昇していることがわかる。図-3の出水波形をみると計6回の洪水波があることがわかる。H27.4の河床を初期値とし、それぞれの波形で河床がどのように変化していったか、推定した²⁾（図-6 洪水1～6後）。結果から、洪水1と洪水2の時点でほぼ堆積後の河床高になっていることがわかる。ダム撤去というインパクトにより、2,000 m^3/s 程度の中規模出水で河床変動が起きている。ダム運用時は図-7の青矢印で示すように、ダムの上下流で高低差があった河床が、ダム撤去により赤矢印で示すように、平衡河床になったものと考えられる。

出水中の河床を実測することは困難であるが、土砂動態把握のために設置していたField Viewer（以降、“FV”と略記）観測データの分析により、出水中の河床高変化の推定と、堆砂の補足として、建設前の河床高、つまり自然河道での河床の高さをステレオ画像解析により判読した。次章にまとめる。

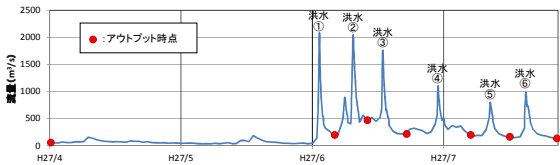


図-3 みお筋部開放後の出水

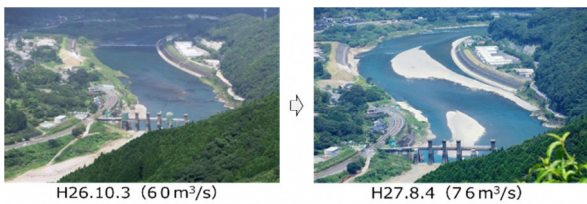


図-4 ダム下流堆積状況

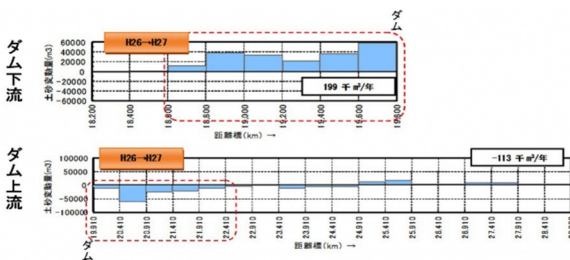


図-5 ダム直下流の土砂変動量

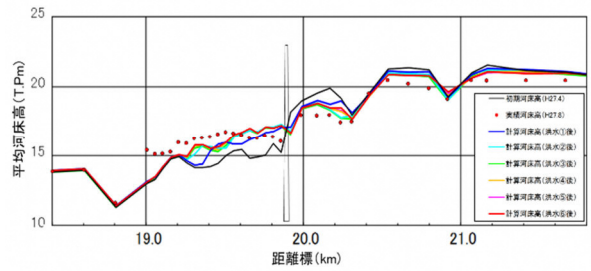


図-6 平均河床高縦断面図（実績・予測）

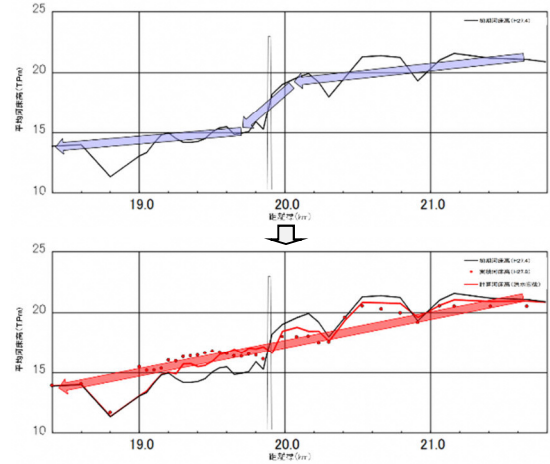


図-7 みお筋部開放前後の河床変化

3. 実証事例

(1) FVデータ活用

ダム撤去事業では、土砂動態観測を目的に2台のFVを上下流の2箇所に設置している（図-8）。取得したデータは無線LANにより、管理事務所の管理サーバへ自動的に保存されるようシステムを構築した（図-9）。これにより、日々測量データ（点群）と写真データが時間軸で遡及可能な状態で蓄積されている。

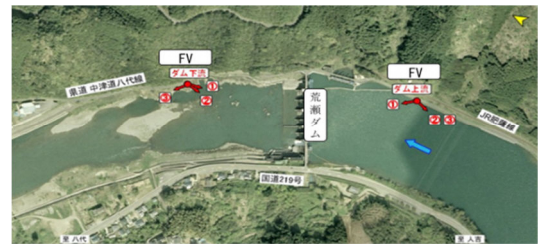


図-8 FV設置位置

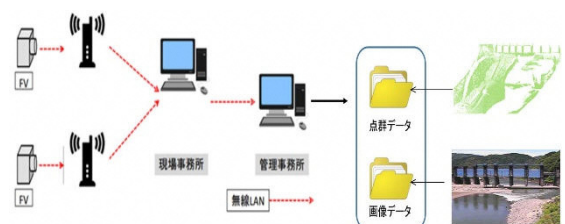


図-9 データの蓄積

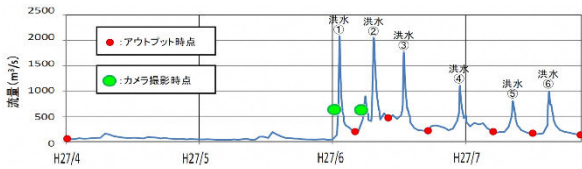


図-10 FVカメラ撮影時点 (洪水1前後)

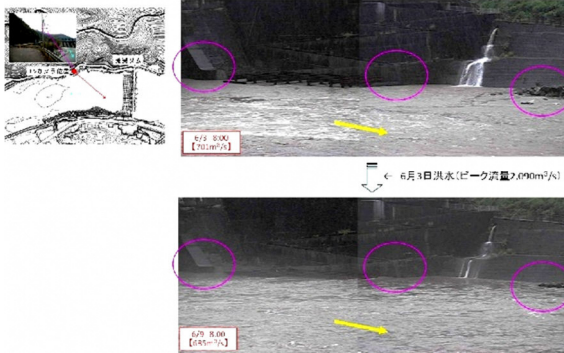


図-11 ダム下流の状況 (洪水1前後)

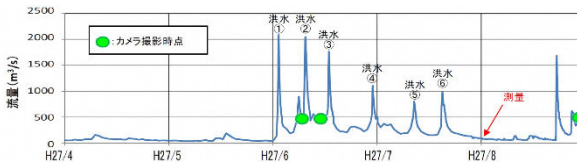


図-12 FVカメラ撮影時点 (洪水2前後・8月末)

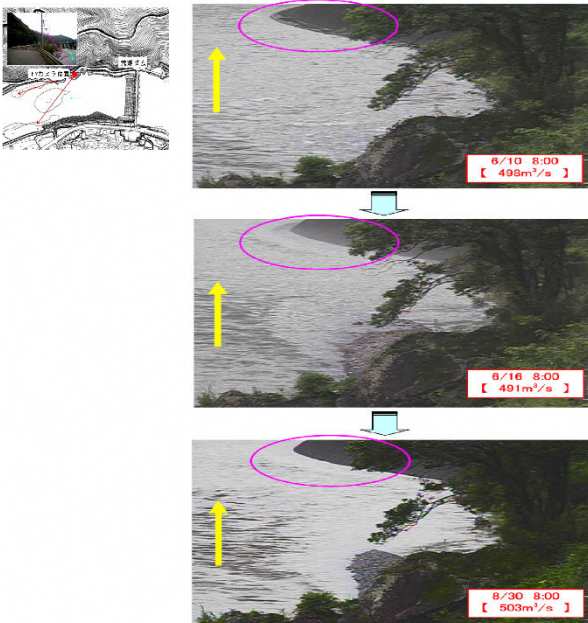


図-13 ダム下流の状況 (洪水2前後・8月末)

図-6の河床高変化をみると、最初の洪水である洪水1 (6月3日：ピーク流量 $2,090\text{m}^3/\text{s}$) 後に、ダム上流区間の河床低下、ダム直下への土砂堆積が生じる予測結果となっており、大きく河床高が変動している状況がわかる。2回目の洪水2 (6月11日：ピーク流量 $2,050\text{m}^3/\text{s}$) 後の河床高は、概ね8月の実績河床高と同じであり、その後の洪水では、ほとんど土砂の移動 (河床低下、堆積) はみられない。

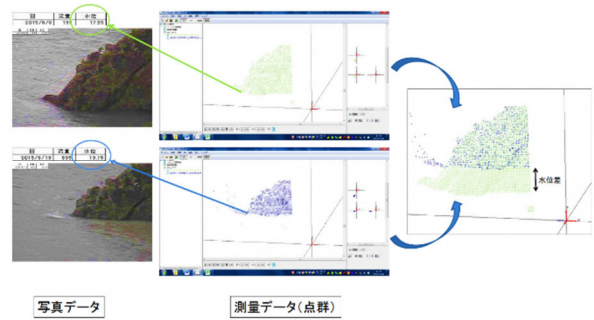


図-14 同じ流量規模のFVデータ (写真・点群)

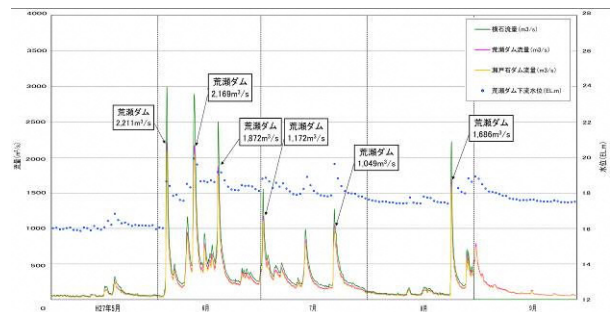


図-15 定時観測水位と流況

a) 写真データからの判読

洪水1を挟む図-10の時点で撮影したFV写真を図-11に示す。洪水1前後のFV写真を比較すると、洪水後、同規模流量時において水位が上昇しており、堆砂したことが推測できる。洪水2を挟む図-12の時点で撮影した図-13のFV写真を比較すると、低水護岸が浸かっており、水位の上昇が確認できる。さらに8月30日の写真を比較すると、水位は高いままであり、この間の洪水で堆砂はフラッシュされていないことがわかる。

b) 測量 (点群データ) からの判読

FVに蓄積した点群データから堆砂の状況を数値的に読み解くことができる。水面はレーザで取得できないため、土砂や構造物を捉えた点群データの最小高さを水面とし、図-14のように出水前後で同じ流量規模の点群データから水位を算定した。一般的な水位計と異なるのは、一定の水面形が広範囲で判読でき、測量と同時に撮影された写真から流況把握が容易である点があげられる。

FVから得た水位と流況の重ね図を図-15に示す。出水の影響で水位は一時上昇するが、一定の期間を経て横ばいの水位になっていることがわかる。明らかに6月の出水前後で水位差が生じており、河床が上昇したことがわかる。出水後の測量結果では、約2mの堆砂が確認できた。出水中に河床の測量をおこなうことは困難であるが、水位をとおして河床の変化を捉えることができたといえる。ダム撤去のように短期的なインパクトで堆砂するようなケースは稀であるが、横断測量の代わりに水位を監視することで、中期的に河道変化を捉えることは可能であると考える。

(2) ステレオ画像解析

荒瀬ダム下流の横断測量は、ダム建設後約30年を経たS57が一番古く、建設時の河床地形データが存在していない。みお筋部開放で生じたダム下流の河道変化について、ダム建設前の状況と比較をおこなうため、S37の航空写真(図-16)をもとに、現在測量を実施している10断面について、航空写真から断面形状を計測した。写真から発電運用により河川水はダムで全量カットされているため、ダム下流に水の流れは無く、当時の河床が現れている状況であることがわかる。解析の手順を図-17に示す。断面高さの調整値は-0.12~0.63mであり、公共測量作業規定⁴⁾で1.0mの高さ誤差が許容されていることから高いレベルで形状を捉えることができている。

2地点の横断結果を図-18に示す。黒線はS57、黄線はダム撤去(ゲート開放)時のH22、青線はみお筋部開放後のH27の横断測量結果である。これにステレオ解析で得たS37の結果を赤線で記載した。みお筋部開放後の河床は建設当時の河床高とほぼ変わらないことがわかる。約60年間の発電運用でダム下流への細粒分の土砂供給が減り、アーマコート化による河床低下を起こしていたと考えられる⁵⁾。ダム下流に堆積した土砂は、この河床低下部に再堆積したものと考えられ、河床は平衡状態に戻ったといえる。

4. おわりに

ダム撤去という強烈なインパクトによる河床変化について、これまで見えなかった洪水時の河床上昇をFVで捉えることができた。さらにステレオ画像解析を用い、元地形の河床高を判読した。CIMのモデル空間の作成には様々なデータ活用が考えられる。本論で活用したFVもCIMツールのひとつであり、得られた点群データから河道内の堆積土砂を捉えることが可能である。地形によって造られた自然の河道を捉え、管理河床を河道モデル内に設定し、出水で起きた河床変化が一時的なものかを

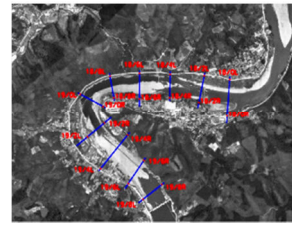


図-16 S37航空写真

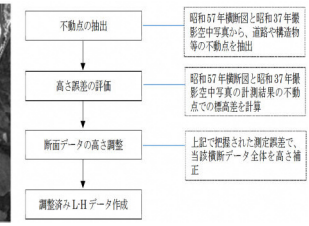


図-17 画像解析手順

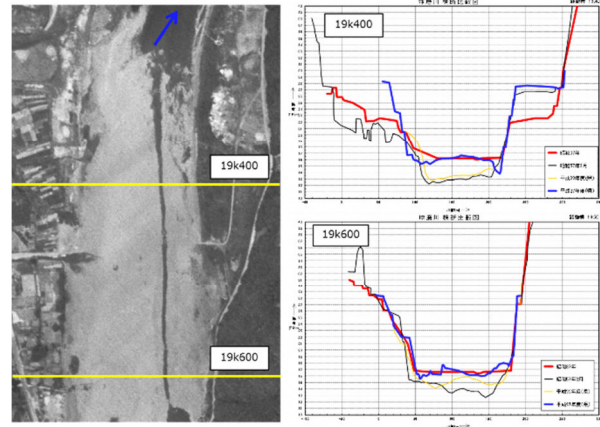


図-18 ステレオ画像解析結果

視覚的に把握し、その結果から、掘削か水制工等の施設で対応すべきかを判断し、対策を講じることが中山間部の河道管理には必要であると考えられる。これからの河道管理には、CIM活用によるManagementが望まれる。

謝辞：荒瀬ダムフォローアップ専門委員会の委員のご助言をいただきました。ここに厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 熊本県企業局 HP <http://www.arasedamtekkyo.hinokuni-net.jp/>
- 2) 福岡捷二：土砂環境の変化に応じた洪水流と河床変動予備技術—実務上の課題と調査・研究の方向性、河川技術論文集, Vol.14, 2008.
- 3) 三菱電機 エンジニアリング(株)HP <http://www.mee.co.jp/>
- 4) 国土地理院作業規定の準則3編,地形測量および写真測量
- 5) Gregory L.Morris, Jiahua Fan 著, 角哲也, 岡野眞久監修：貯水池土砂管理ハンドブック, 技報堂出版, pp.506-511, 2010.

(2017.10.11 受付)

STUDY ON RIVER CHANNEL MANAGEMENT AFTER THE OPENING OF THE WATER ROUTE IN THE REMOVAL OF DAMS

Takuji NOMA, Ichiro KOBAYASHI, Hidetoshi NAKAMOTO and Keiko NAGAMURA

It is important for riverbed control in mountainous area, because sediment fluctuate greatly by flood. In river management, it is necessary that assess the natural flow of rivers, set the bedform of river, and determine the abnormality. This paper describes a case of Arase dam which is concrete dam that was first removed in Japan. We made the model space of river channel, and examined the bedform of river after removing the dam.