

河川 CIM で進化する多自然川づくり

国立研究開発法人 土木研究所 河川生態チーム 上席研究員
(兼 自然共生研究センター長) 中村圭吾

1. 河川 CIM と相性のよい多自然川づくり

CIM (Construction Information Modeling/Management) は、計画、調査、設計段階から 3次元モデルを導入することにより、その後の施工、維持管理の各段階においても 3次元モデルを連携・発展させて事業全体にわたる関係者間の情報共有を容易にし、一連の建設生産システムの効率化・高度化を図ることを目的としている¹⁾。この CIM や情報化技術を活用して建設業の生産性向上を目指す i-Construction の考え方や技術は、複雑で多様な空間構造を有する河川を 3次元のまま取り扱えるというメリットがある。これまでの川づくりの課題は、測量・設計・施工技術のレベルに合わせて、川のかたちを単純化してきたことにある。3次元に関する新技術をうまく活用することにより、多自然川づくりに必要な川本来の複雑なかたちをそのまま扱うことが計画、設計、施工、管理の各段階で可能となってきた。つまり、河川 CIM は多自然川づくりと相性がよい、と言える。

ここでは、河川 CIM 周辺の新技術によって多自然川づくりの技術がどのように進化していくかについて、考え方を含めて述べる。なおここで述べる内容は土木研究所の成果のほか、2018年3月まで在籍した福井河川国道事務所における成果や事務所職員と検討した内容も多く含んでいる。

2. 河川 CIM は 3次元にこだわりすぎない

河川 CIM の前提をすべて 3次元データとしてしまうと、既設構造物の 3次元化に膨大な時間とコストがかかり、現場はついてこれられない。したがって、3次元化にとらわれすぎることなく、河川マネジメントを中心に置き、2次元データも活用しながら、できるところから 3次元化を進めるのが現実的である²⁾。この福井版河川 CIM の概念図を図 1 に示す。3次元モデルありきではなく、あくまでも中心は河川マネジメントであり、その効率化・高度化のために 3次元モデルを活用するという考え方である。河川マネジメントの各段階にお

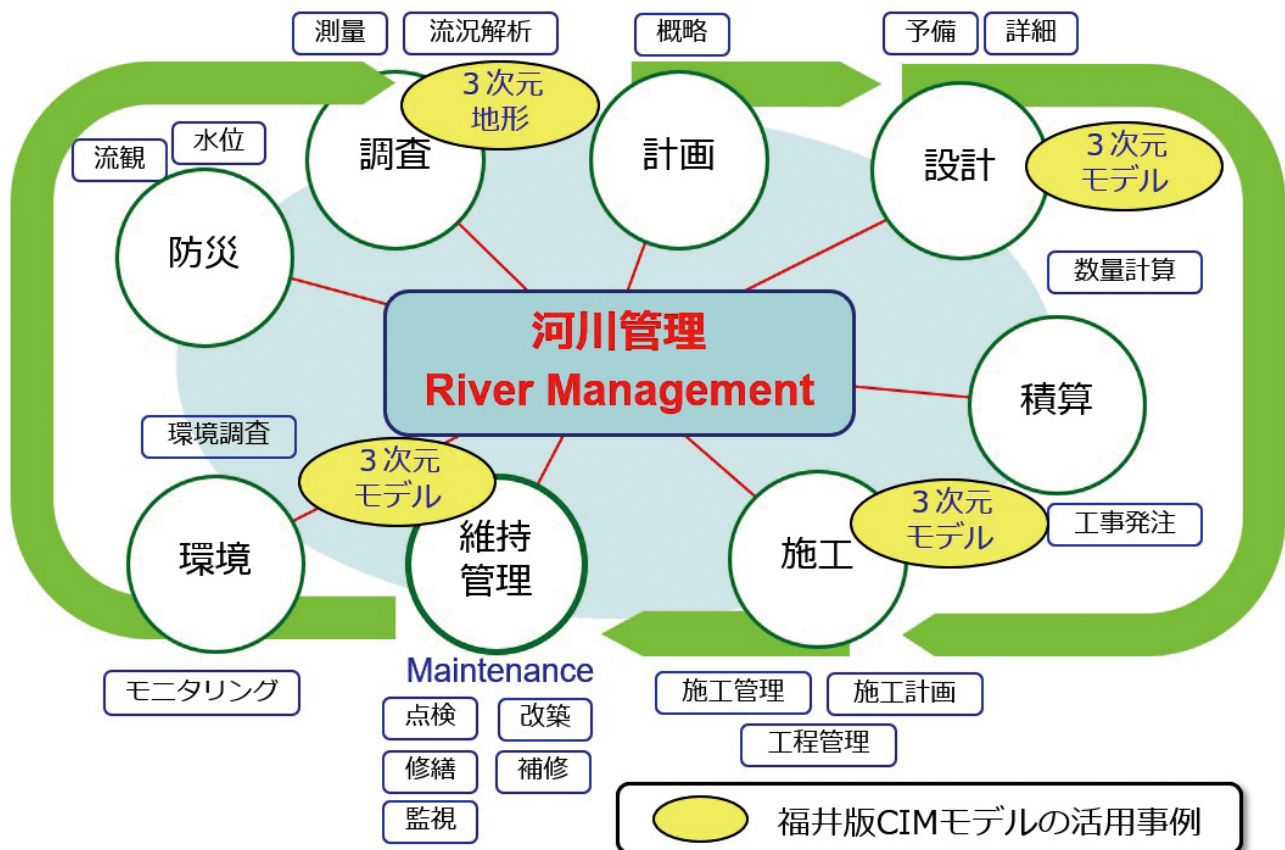


図 1 福井版河川 CIM の概念図

ける3次元データあるいは2次元データ等の具体の活用については、渡邊ら²⁾の論文を参考にされたい。

3. グリーンレーザ等による3次元地形の把握

河川CIMの基本となるのは3次元の空間データである。ドローンやグリーンレーザ(ALB)などの3次元空間データに関する新技術は、現在最も現場で活用されている技術であろう。なかでも、グリーンレーザによる航空測量は、2016年の九頭竜川での測量^{3) 4)}以降、国土交通省の河川事務所を中心にすでに20河川程度で実施されている。

これまで河川地形の精緻な測量を可能とするレーザプロファイラ(LP)技術は、2005年頃から国土交通省で盛んに活用されたが、水中部が撮影できないという欠点があった。グリーンレーザは、水中を透過することが可能であり、この問題を克服した。2011年度から国交省の研究開発公募により河川への適用性が検討され、その後、機器のコストダウンなどもあり、現在では国内の主たる航空測量会社が所有し、活用されるようになった。

濁りが大きい河川や早瀬のように波立っているところは、測れないことがあるなど、まだ課題もあるが、九頭竜川などの清浄な河川においては、精度よく問題なく測定できている⁴⁾。測量例を図2に示すが、この技術はこれまでの横断測量よりもはるかに多くの河川地形情報を精度よく得ることができる。加えて大河川においてはコスト的にも優位で、吉野川の測量では従来測量コストの6割カットに成功している⁵⁾。

今後、河川管理のベースマップはグリーンレー

ザ測量などによる3次元データを基本としたものに移行すると考えられる。直轄河川の定期測量において河川地形を測量する場合は広域となるため撮影範囲の小さいドローン(～0.2km²)でなく、航空機によるグリーンレーザが効率的と考えられる。ただし、工事などにより局所的な地形改変が行われた場合の補足測量に関しては航空機の利用は割高で現実的でない。その場合、ドローンによる補足測量が望ましいが、水中が測定できないという欠点が残る。グリーンレーザドローンも存在するが、いまのところRIEGL社の1機種(BDF-1)しかなく、しかも線状の測量しかできないため、面的な地形把握は困難である。面的な測量が可能なグリーンレーザドローンも開発中であり、これらの開発が待たれるところである。現段階では、ドローンによる写真測量、あるいは(グリーンレーザではない)レーザドローンによる測量と、従来の深淺測量あるいはC3Dなどの極浅水域のソナーを併用することにより局所的な補足測量を行うことが現実的である。

3次元データは、河川環境管理の基本となる生息場の把握にも大いに活用できる。水深はもちろんのこと、精緻な地形から水理計算を行えばこれまで以上に正確な流速場を求めることができ、生息適地の把握が容易となる。生息場の経年変化も容易にとらえられ、河川環境の保全にとって強力なツールとなる。

4. 多自然川づくりこそICT施工

従来の河川工事においては、定期的な縦横断測量結果では現場の詳細な様子がわからないために、

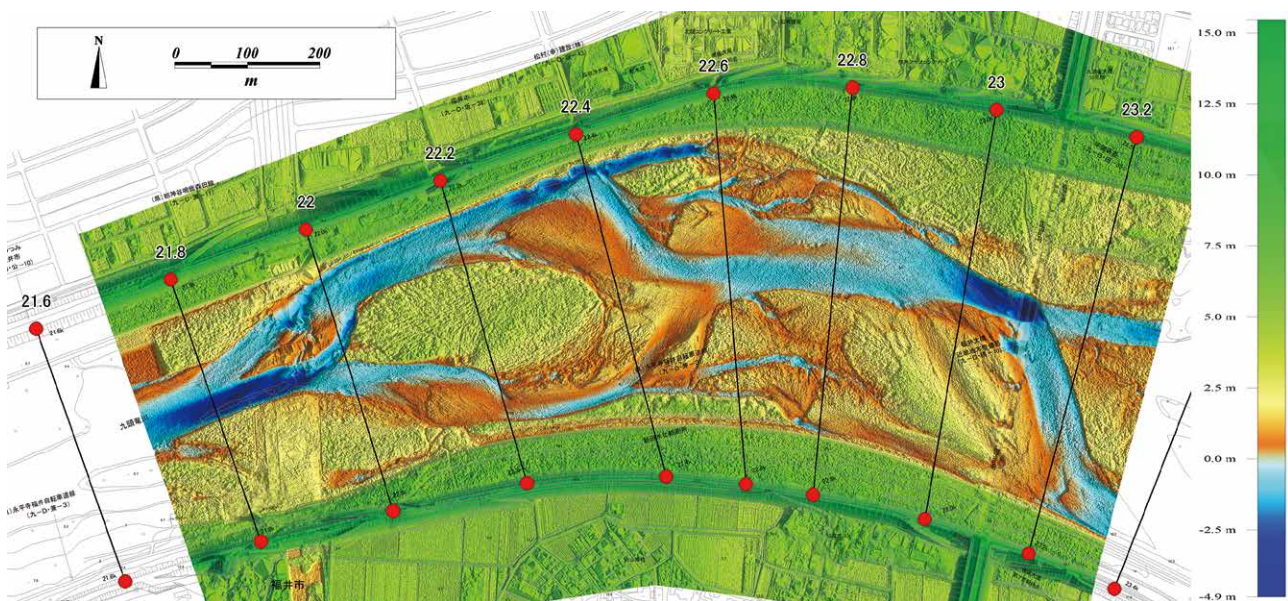


図2 グリーンレーザによる九頭竜川の測定例

数十メートルピッチの工事現場の詳細な測量（起工測量）を再度発注して、その情報をベースに設計し、土工量などを求めるのが一般的であった。しかし、グリーンレーザにより詳細な3次元地形が把握されている場合は、台風などにより大きな変化がない限り、測量結果を現地盤の地形として活用する、あるいは最低限の補測を行って活用することが可能と考えられる。これにより工事前の測量（起工測量）のコストを削減することが可能である。

現地盤の地形をベースに、理想的には、3次元の現地盤の地形から直接3次元の設計を行い、その設計データをマシンコントロール等のICT建設機械にインプットできれば、建設機械は地形を刻む3次元プリンターのように複雑な地形を再現することが可能である（図3）。従来、多自然川づくりでは、河川本来の多様な空間を再現した複雑な設計を行うと現場の建設会社から「どうやって施工するのか？」というクレームがでたり、施工する場所の目印となる丁張りが非常に複雑になるといった問題があった。ICT建機による施工であれば、建設会社のこれらのクレームはおおむね回避されることが考えられる。つまり、多自然川づくりの施工が容易になる。

問題は3次元の現地盤から3次元の設計図面を作成するところにある。現状は、ドローンで実施した起工測量の3次元データを2次元図面に落とし、2次元ベースで設計した後、再度3次元モデルを構築し、ICT建設機械にインプットするなど非効率極まりない方法が実施されたりしている。図3のように3次元の現地盤から直接3次元設計ができれば、施工まで極めて効率的に実施可能であるが、これまでとは違うノウハウが必要であり、そのために必要なソフトウェアなども不十分なため困難である。九州の山国川の事例では、これらの問題を解決するために、3次元の現地盤をもとに、模型を用いて設計を行い、その模型をレーザスキャンで定量（デジタル）化しICT建設機械にインプットするという手法によってこの問題を解決している⁶⁾。現状では、この手法が一番現実的かもしれない。

直接3次元設計する手法については、福井河川国道事務所が主催する福井CIM勉強会⁷⁾や次項で述べる自然共生研究センター等においても検討中である。

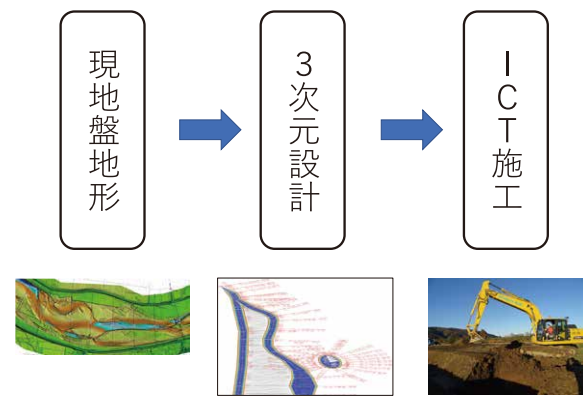


図3 河川CIMによる測量から施工の流れ

5. 多自然川づくりを支えるソフトウェアの開発 ～EvaTriP等による災害復旧時の環境評価～

多自然川づくりの取り組みは災害後の復旧工事と言えども例外ではなくなってきている。河川における災害復旧のマニュアルである「美しい山河を守る災害復旧基本方針」⁸⁾では、2014年度以降、多自然川づくりポイントブックⅢと同等の考え方に沿って記載されており、2018年にも改定されるなど、ポイントブックⅢ以上に最新の知見も取り入れられている。しかしながら、災害復旧においては河川の環境を大きく改変する改良復旧においても、図4の左図に示されるように、標準断面で水理量をチェックし、環境面については最終段階で確認と言う場合が多い。そこで、土木研究所自然共生研究センターでは図4の右図の設計プロセスを提案し、複雑な河川地形を直接扱えるRiTERや水理計算と同時期に生息場の環境評価が行えるEvaTRiPの開発を行っている。

EvaTRiPは中小河川を対象として①護岸要否の評価、②移動限界粒径の評価、③陸生植物生育可否の評価、④魚類生息場(HSI)の評価、の4つの評価機能を有しており、水理計算を行える無料ソフトiRICのソルバーとして公開されている⁹⁾。4.で問題提起した3次元設計については複雑な地形編集が可能なRiTERを開発中であり、今後の進展に期待してほしい。これらのツールが、整備されると中小河川の災害復旧時においても、高い環境機能を有する多様な河川空間を保全・再生しつつ、治水上もより安全な川づくりを行うことがこれまでよりも容易になる。

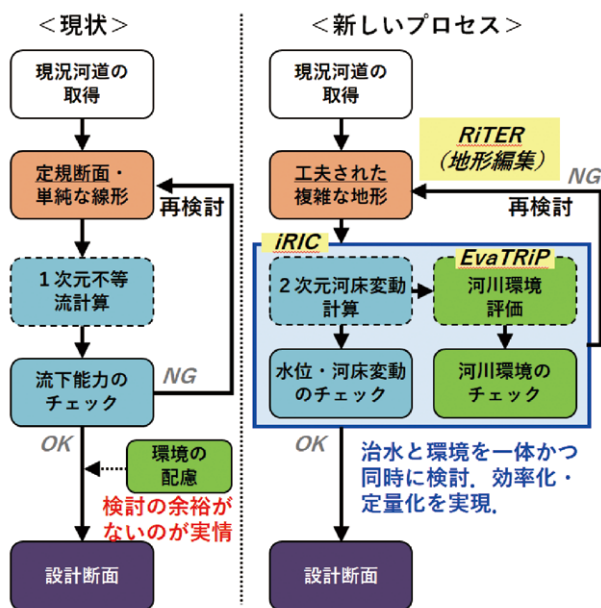


図4 現状の河道設計プロセスとこれからの河道設計プロセス

6. おわりに

～河川マネジメントのための河川 CIM ～

ここでは、多自然川づくりを中心に河川 CIM との関係性を述べたが、河川 CIM は多自然川づくりのみならず、河川管理全体のプロセスにかかわることである。そのためには維持管理時の CIM モデルを構築する必要がある。維持管理に CIM を活用することで、3次元の空間データに加え、時間的な変化も予測・管理する4次元管理が可能となり、多自然川づくりのみならず河川管理の高度化につながるものと考えられる。

参考文献

- 1) 国土交通省 CIM 導入推進委員会 (2017) CIM 導入ガイドライン (案) 第1編 共通編.
- 2) 渡邊俊夫、山本一浩 (2018) 河川マネジメントを意識した福井版 CIM モデルについて、平成 30 年度国土交通省国土研究会論文集、pp.4-1~6、<http://www.mlit.go.jp/chosahokoku/giken/brochure/2018ronbun4.pdf>.
- 3) 中村圭吾、福岡浩史、小川善史、山本一浩 (2017) グリーンレーザ (ALB) による河川測量とその活用、RIVER FRONT Vol.84, pp.16~19.
- 4) 山本一浩、中村圭吾、福岡浩史、戸村健太郎、金田真一 (2017) グリーンレーザ (ALB) を用いた河川測量の試み、河川技術論文集 第 23 巻, pp.16-19.
- 5) 梶取真一、長町剛志 (2018) 河道調査におけ

る航空機グリーンレーザ (ALB) の適用性と発展性について、建設マネジメント技術 1 月号、pp.77-81.

- 6) 熊本大学、JACIC (2017) CIM を学ぶⅢ.
- 7) 福井 CIM 勉強会 <https://www.kkr.mlit.go.jp/fukui/press/h29/pdf/2018032202.pdf>
- 8) 国土交通省防災課 (2018) 美しい山河を守る災害復旧基本方針.
- 9) 自然共生研究センター (2018) 簡易河川環境評価ツール EvaTRiP を用いた治水と環境を両立させる川づくり、土木研究所 WEB マガジン、Vol.53、<https://www.pwri.go.jp/jpn/about/pr/mail-mag/webmag/wm053/kenkyu.html#01>.