

3次元技術を活用した河道設計

REPORT

技術本部 河川環境部
西條 理穂子



西條 理穂子

概要

近年、建設業界では「DX」の推進により、BIM/CIMの導入やUAVによる3次元測量などICT技術の活用が進んでいる。弊社においても生産性や技術力の向上、他社との差別化を図ることを目的として、平成30年度から3次元データを活用した河道設計の3次元化に取り組んでいる。

本稿では、平成31年度に実施した河道設計業務の事例をもとに、3次元CADの作業工程や導入成果、今後の課題について報告する。

キーワード：●3次元CAD ●中小河川 ●河道計画 ●i-Construction ●ICT ●BIM/CIM

1. はじめに

近年、コンピューター技術の発達により、我が国のあらゆる分野の業種でICT (Information and Communications Technology) 化が進んでいる。平成30年には、より迅速に企業がデジタル技術活用を進めるための取組として「DX (Digital Transformation)」が推進されるようになった。

建設業界ではDXの一環として、平成28年度に国土交通省が掲げた「i-Construction」と呼ばれる生産性革命プロジェクトに取り組んでいる。現在日本では、高齢化や人口減少の影響による人材不足と、それに伴う生産性の低下が懸念されており、i-Constructionは建設業界におけるこれらの問題の解消を目的に取り組まれている¹⁾。このプロジェクトは測量、設計、施工、検査、維持管理等の事業プロセスにICTを導入することによって、建設生産システム全体の生産性向上を目指すものである。よって建設コンサルタントでは、建設プロセスへのICT技術の全面的な活用を進めることが、業務上で求められている。

当社においても、作業のICT化を進めており、UAVを活用した測量・点検調査や3次元CADを利用した計画・設計を推進する等、業務の効率化に取り組んでいる。

本稿では、3次元CADを利用した河道設計業務への取り組みについて紹介する。

2. 3次元技術を活用した河道設計手順

(1) 3次元技術を活用した河道設計フロー

3次元技術を活用した河道設計は、図-1に示すフローにより行う。

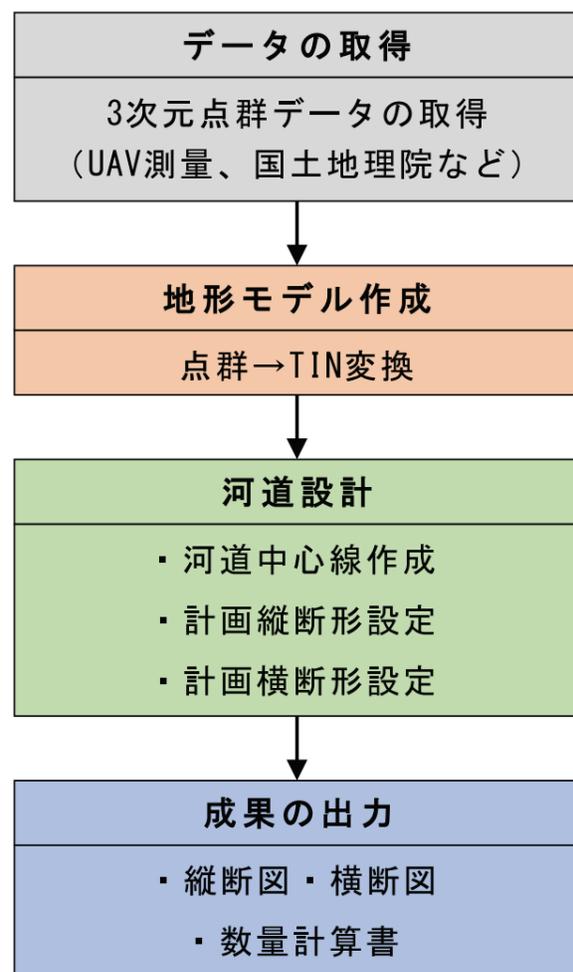


図-1 3次元河道設計フロー図

(2) データの取得

地形データは、UAVレーザー測量や国土地理院のDEMデータ (数値標高モデル) 等を利用して、対象河川における現況地形の情報が含まれた点群データを取得する。

3次元技術を活用した河道設計

(3) 地形モデル作成

地形モデルは、取得した点群データを基に「TIN」と呼ばれる三角形の集合体で3次元データを表現するデジタルデータ構造に変換することで作成する。

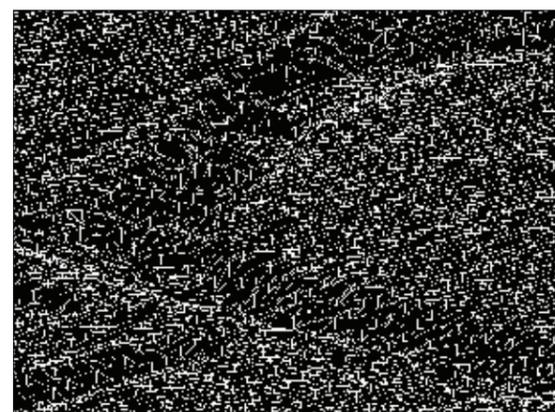


図-2 TIN作成

(4) 河道設計

地形モデルの作成後、河道設計に必要な法線形、計画横断形 (定規断面図)、計画縦断形 (計画築堤高、計画高水位、計画河床高等) の情報を入力し、河道設計の3次元モデルを構築する。

3次元モデルの構築が完了すれば、縦断図・横断図の出力や、地形モデルと3次元河道設計を組み合わせることによって、土量計算書を算出することも可能である。



図-3 3次元モデル

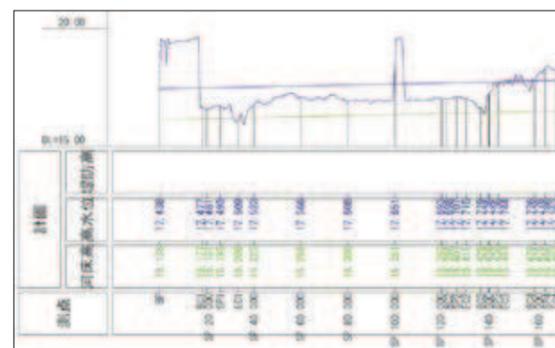


図-4 3次元モデルから作成した縦断図

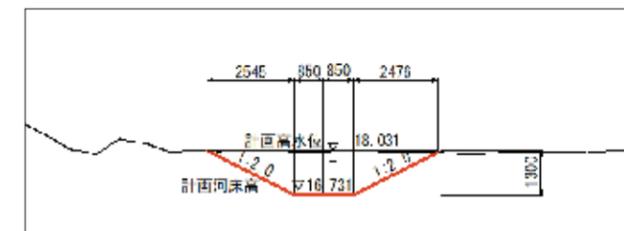


図-5 3次元モデルから作成した横断図

表-1 3次元モデルから作成した土量計算書

土量計算書(3Dモデル)						
No.	測点	区間距離(m)	掘削量(m ³)	盛土量(m ³)	差引土量(m ³)	累加土量(m ³)
1	SP.165.000	3.7	28.62	0	28.62	28.62
2	SP.168.696	11.3	79.44	0.02	79.42	108.04
3	SP.180.000	0.97	6.19	0	6.19	114.23
4	SP.180.965	4.04	26.01	0	26.01	140.24
5	SP.185.000	6.82	45.8	0	45.8	186.04
6	SP.191.817	5.27	36.45	0	36.45	222.49
7	SP.197.090	2.91	20.98	0	20.98	243.47
8	SP.200.000	2.36	17.2	0	17.2	260.67
9	SP.202.364	2.64	19.39	0	19.39	280.06
10	SP.205.000	3.22	23.93	0	23.93	303.98

3. 3次元河道設計 / 事例紹介

(1) 対象業務の概要

ここでは、平成31年度に当別町より発注された「パンケチュウベシナイ川河川改修工事測量設計委託」業務の設計事例を紹介する。

本河川は、当別町の市街地を貫流して当別川に合流する流域面積16.2km²、流路延長11.5kmの一級河川である。本業務の対象区間は、当別町が管理する準用河川区間4.6kmの内、上流側の未整備区間1.1kmとなっている。

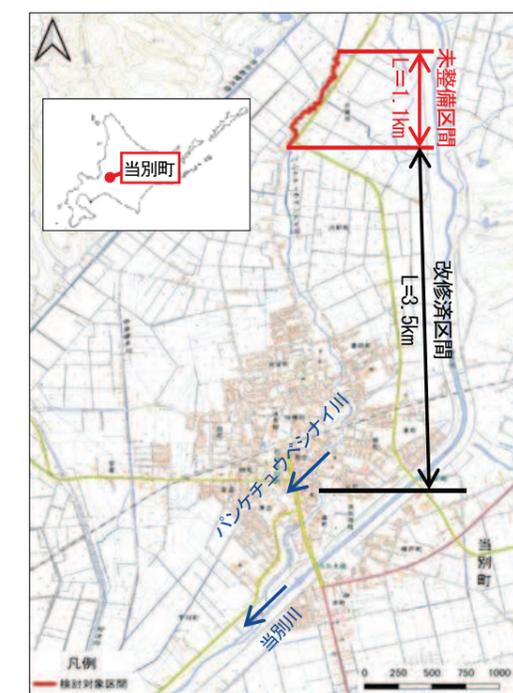


図-6 業務位置図

(2) 業務経緯および目的

検討対象区間は未改修のため、河川の断面が小さく蛇行が激しいことから、近年の融雪出水被害や豪雨による氾濫被害が頻発していた。

そのため、氾濫被害の解消を目的として、未整備区間を対象に、測量調査、河道計画等を行った。

(3) 業務遂行上の課題および問題点

パンケチュウベシナイ川は著しく蛇行しており、浸水被害は特に湾曲がきつい箇所が発生している。そのため、頻発している浸水被害を軽減するためには、河道法線の是正が必要である。しかし、当該区間は両岸が農地として利用されており、家屋も近接していることから、河岸法線の設定は近隣住民の意見などを踏まえて設定する必要がある。また、改修工事が翌年に控えているため、業務をスムーズに進める必要がある。

問題点1



問題点2

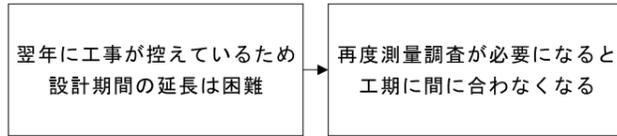


図-7 業務遂行上の問題点



図-9 河道モデル(パンケチュウベシナイ川)

(4) 3次元技術を活用した解決策の提案

大幅な河道法線の変更による工程の遅れ等を回避するための方策として、「UAVレーザーによる3次元測量」を発注者に提案した。

通常の測量調査であれば、測線上の地形データしか取得できないため、河道法線の変更が生じた場合は再度測量調査を行い、地形データを取得する必要がある。しかし、UAVレーザーによる3次元測量であれば、面的に地形データを取得できることから、ソフトウェア上で河道法線を変更するだけで、変更後の現況地形を取得することが可能となる。よって、河道法線の変更毎に測量調査を行う必要がなくなることから、作業時間の大幅な短縮につながる。また、本来なら2日程度かかる土量計算も、3次元CADであれば数時間で作業を終わらせることが出来る。

(5) 3次元技術を活用した河道設計

UAVレーザーを用いて計測した、河道沿いの3次元点群(図-8)をもとに、当該河川の地形モデルを構築し、3次元技術を活用した河道設計を行った(図-9)。



図-8 UAVレーザー測量(点群データ)

「(3) 業務遂行上の課題および問題点」を踏まえて、本業務では表-2および図-10に示す河道法線案を沿川住民に提示した。

沿川住民と協議を行った結果、河道法線の変更が複数回生じたものの、浸水被害を軽減するためには河道法線の是正が必要であることを理解して頂き、3案の法線是正案を採用することとなった。

表-2 河道法線改修案

1案	現況河道なり案
2案	未利用地ショートカット案
3案	法線是正案



図-10 河道法線改修案

(6) 3次元設計による効果

当該業務は工事を翌年度に控え、工程の遅れが許されない中で頻繁に河道法線が変更になった河道設計業務であった。しかし、3次元河道設計を取り入れたことにより、複数の点で業務を有利に進めることが出来た。

〈3次元河道設計の有利な点〉

- ①設計作業の効率化
改修方針の変更に伴う設計図面および土量計算書の修正時間を大幅に削減できた。
- ②成果品の品質向上
3次元CADは縦平面、横断が連動しているため、河道法線を変更した場合においても、多くの部分で縦横断が連動して変更になることから、設計作業上のミスを防止することができた。

(7) 施工後の状況

3次元技術による作業時間の短縮によって、パンケチュウベシナイ川河道設計は翌年の工事に間に合い、2020年に改修工事が実施された。

当該河川では、2018年に融雪出水や豪雨による氾濫被害が生じていたが、施工直後の2021年では融雪出水による溢水氾濫は発生していないとのことだった。

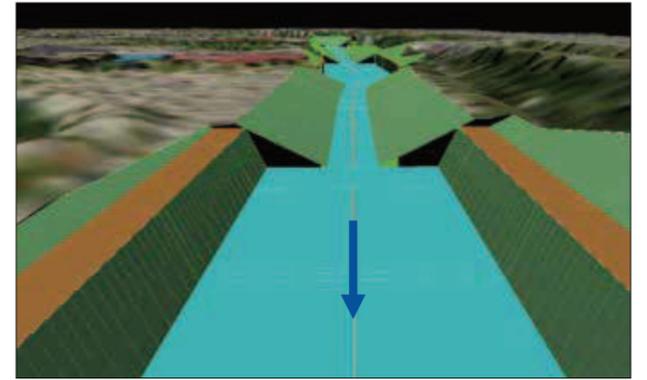


図-11 パンケチュウベシナイ川施工断面



写真-1 パンケチュウベシナイ川施工後(R3.8.27撮影)

4.まとめ

国土交通省では令和5年度までに小規模なものを除いたすべての公共工事について、BIM/CIM活用への転換を実現しようとしている。

北海道でも令和3年3月に「北海道Society5.0推進計画」が策定され、今年度から令和8年度までの5年間を推進期間として、ICT技術への転換を推進している。

これらの状況を鑑みて、今後も河道計画へのICT技術、特に3次元技術を積極的に活用していくことで、業務の効率化、ミス削減につなげていきたい。

〈参考文献〉

- 1) 国土交通省：資料1 i-Constructionの推進