

32 i-Construction 等

ICT 砂防土工における内製化の取組み

長野県土木施工管理技士会
株式会社守谷商会

刈 間 亘 二

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：R1濁川第一砂防堰堤外工事
- (2) 発 注 者：関東地方整備局
利根川水系砂防事務所
- (3) 工事場所：長野県北佐久郡軽井沢町
- (4) 工 期：令和2年5月26日
～令和3年1月29日

本工事は、浅間山直轄砂防事業の一環として濁川に砂防堰堤を築造するものである。事業の目的は、冬期に発生すると想定される融雪型火山泥流および、夏期に発生すると想定される噴火後の土石流による周辺地域の被害を軽減・防止することである。



図-1 着工前状況

本工事は、浅間山直轄砂防事業の一環として濁川に砂防堰堤を築造するものである。事業の目的は、冬期に発生すると想定される融雪型火山泥流および、夏期に発生すると想定される噴火後の土石流による周辺地域の被害を軽減・防止することである。

で砂防ソイルセメント工法が採用されている。

主に土工の工事であるので、ICT活用工事の対象（施工者希望型）となっている。国交省のICT要領には砂防土工は無いが、河川土工が準用できるためICT土工を実施することとした。

本稿では、ICT土工を実施するうえでの内製化と3D設計について述べる。

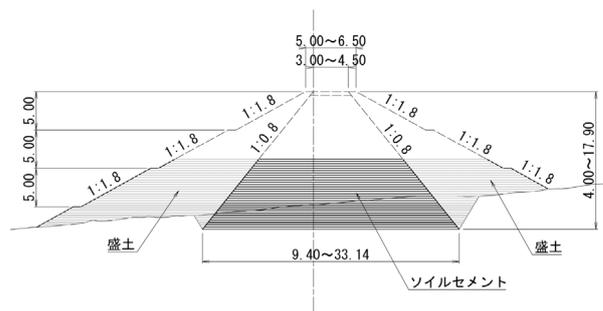


図-2 堰堤断面図

2. 現場における問題点

(1) 外注における問題点

国交省の資料によれば、建機を除く起工測量・3D設計・出来形測量の3プロセスにおいて、「すべてを自社」で行う受注者は1割弱、「一部を自社で実施」が約5割、「すべて外注」が約4割となっている。このことからICTを実施しても、受注者の技術力やノウハウの向上につながっていないのではないかと懸念されている。

当社も例外ではなく、初めて本格的にICT土工を行った工事では、建機メーカーにすべて外注した。外注に頼るのが良いのか、自分たちでもでき

るようするのが良いのか、いろいろな考え方があった。

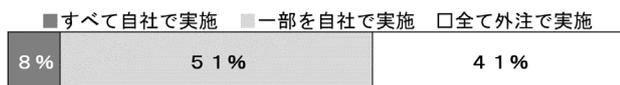


図-3 ICTの自社外注比率

(2) ICTの適用範囲における問題点

構造物との取合いや交差点等によって形状が複雑で3D設計が難しい箇所については、ICTの適用範囲から外されることが多い。施工は問題無くできるのに、3D設計が足を引っ張ってしまっているのに、ICTを十分に活用しているとはいえないのではないかと考える。

また、従来型とICTの二種類の施工管理・検査となり、現場の負担も増える。

ICTを導入するからには、施工上の支障が無い場合、なるべく多くの範囲に適用したいと考える。

(3) 一般的な3D設計における問題点

i-Construction向けのCADソフト等に、設計図から線形要素と横断図を取り込むことによって3Dモデルを半自動的に作成することができる。連続的な線形要素を持つ道路土工や河川土工では一般的にこの方法が用いられている。

しかしながら砂防堰堤の場合、線形が堰堤軸線の折れ点で不連続なので(図-4)、上記のような線形要素と横断図から3Dモデルを正しく作成することができない。また、折れ点に短い曲線を挿入して線形を連続化させる方法もあるが、曲面が作成され二次元の設計図とは異なる形状になってしまう。(図-5) さらに、小さな曲面は直線的な重機では施工困難であり、平面で管理する出来形規格にも適合しない。

河川中心線とそれに対する横断図から作成する方法も考えられるが、すべての変化点を網羅しなければならない。横断図を膨大に作成しなければならない、現実的ではない。

今回、線形が不連続な施工目的物に対して、正しく3D設計ができるのか、率直に不安であった。

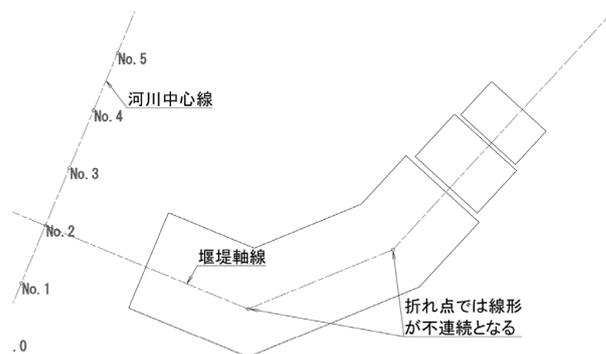


図-4 堰堤床付け平面図

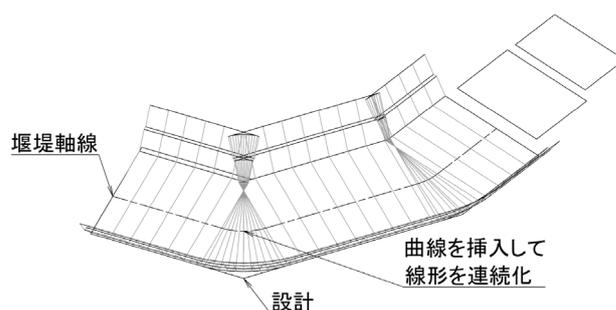


図-5 曲線を挿入した3Dモデル

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 内製化

ICTを先行している同業他社でも多くの作業を外注に頼っているのが現状である。建機を除く起工測量・3D設計・出来形管理の3プロセスを自社対応できるようにすることは、技術的にも大きなメリットがあるものと考えられる。さらに、外注費の抑制による利益向上、外注による待ち時間の低減も期待できる。

起工測量と出来形測量については、以前からドローンを使ったUAV測量に取り組んでいたのが自社でも十分可能な状態となってきた。そこで、3D設計についても本格的に取り組むこととした。

その結果、内製化により技術力・ノウハウの向上、外注費の抑制による利益向上、外注による待ち時間の低減につながったと考える。

(2) 全施工範囲を3D化

濁川第一砂防堰堤では、折れ点の部分や複数の床付け面を正確に3D化できれば、ICTを全施工範囲に適用できる。このような箇所は、従来型施

工で多くの丁張りや高さ確認作業が必要である。したがってICTを全施工範囲に適用することができれば、これらの作業が軽減されるためメリットが大きいと考えられる。

また、従来型とICTの二種類の施工管理・検査が混在することも無くなる。

したがって、堰堤床掘り、ソイルセメント、盛土、河床掘削のすべての施工範囲にICT土工を適用することとした。(図-6)

その結果、狭小の埋戻し部分を除きICT土工を全施工範囲で適用できたため、丁張りや高さ確認作業を大幅に減らすことができた。それもあってか、施工速度については、従来施工との具体的な比較はしていないが、圧倒的に速いと感じる。



図-6 ICT建機による盛土・ソイルセメント

(3) 汎用3D-CAD機能による3D設計

オートデスク社の「Civil 3D」というソフトを使用した。これは、汎用3D-CADの「AutoCAD」に土木設計・CIM用の機能を追加したソフトである。他のi-Construction向けのCADソフトと同様に線形要素と横断面から3Dモデルを作成することもできる。しかし、折れ点の部分や複数の床付け面を二次元の設計図通りに作成することはできない。

そこで、線形要素は用いずに平面図から3Dモデルを作成することにした。(図-7) ソフトの詳細な操作方法については割愛するが、堰堤床掘りを例に手順を以下に示す。

- ①平面座標 (x,y座標) を合わせる。
- ②床付け面に標高 (z座標) を設定する。

③掘削法面を“手動”で描く。ここまでは汎用3D-CADの基本的な機能を使うだけであるが、施工する形状を正しくイメージできている必要がある。

手書きのラフスケッチを元に作図することも多々ある。ある意味、ローテクであり、人力でもある。

④各面のTINサーフェスを作成し、合成する。ここからはCivil 3D特有の機能を使う。

⑤作成した堰堤床掘り形状をLandXMLファイルに出力する。このファイルはそのままICT建機の掘削用データとしても使う。

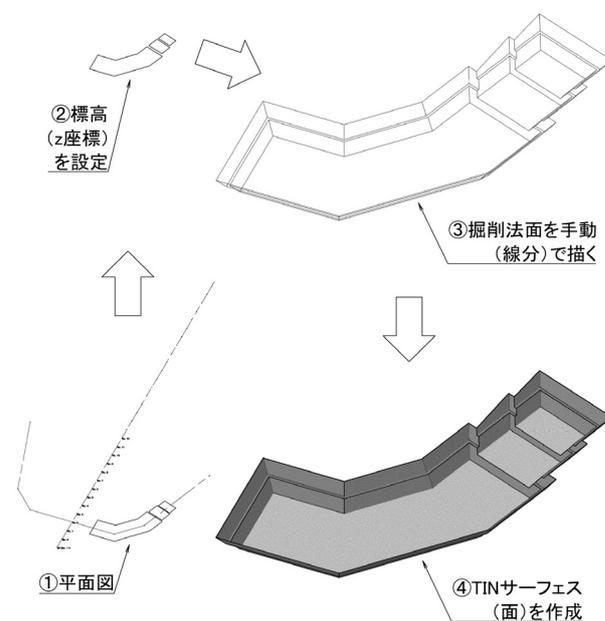


図-7 堰堤床掘りの3D化

⑥起工測量で得られた現況地形に堰堤床掘り形状を重ね合わせる。

⑦現況地形との交差ラインをCivil 3Dの機能で抽出する。

⑧交差ラインでカットし、堰堤床掘り形状の3Dモデルが出来上がる。(図-8) この形状もLandXMLファイルに出力し、出来形の基準設計データとして使う。

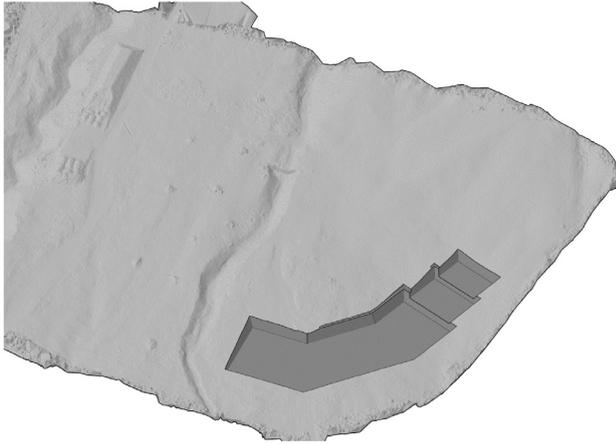


図-8 堰堤床掘りの3D形状

同様に河床掘削、盛土、ソイルセメントの3Dモデルを作成した。(図-9)3Dモデルが出来上がれば、ソフトの機能を使って複雑な形状でも簡単かつ正確に土量を算出することができる。

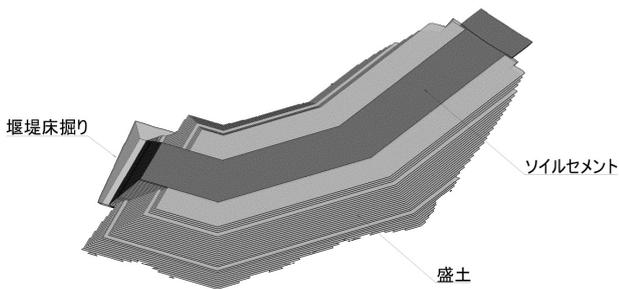


図-9 盛土・ソイルセメントの3Dモデル

なお、この一連の方法はオートデスク社のトレーニング教材や市販の解説本等には載っていない。

今回、「Civil3D」というソフトを使ったが、TINサーフェスの作成・編集機能とLandXMLファイルの出力機能があれば他のソフトでも同じことができるかもしれない。

結果として、二次元の設計図と合致した3Dモデルを作成することができた。線形要素を使わなくても3D設計ができるようになったため、線形要素が無い造成工事や複雑な形状の土工でもICT土工を全面的に適用できる目処が立った。

4. おわりに

初めて本格的にICT土工を行った道路工事では、建機メーカーにすべて外注した。

その後に受注した河川工事では内製化にチャレンジし、起工測量・出来形測量を自社で行った。また、線形要素と横断図から3Dモデルを作成する一般的な方法の3D設計にも取り組んだ。

今回の工事では、違う方法で3D設計にチャレンジし、建機を除く起工測量・3D設計・出来形管理の3プロセスを自社で完結する予定である。

何か特別に新しいものを開発したわけではないが、あるものを賢く使うことによってICT土工における3D設計のネックを解消できたのではないかと考える。

ICTについては、中堅～ベテラン社員よりも若手社員の方が柔軟なためか、抵抗もなく使いこなしていると感じる。生産性向上や先端技術の導入、費用対効果という観点だけでなく、若手社員のスキルアップや活躍の場となっていることもICTのメリットではないだろうか。

国交省ではBIM/CIM全面導入の前倒し、ICTの土工以外への適用拡大、発注図の3D化を進めている。また、地方自治体他発注機関でもICTの適用が増えると予想される。これらの動向に対応できるように準備と実践を行っていきたいと考える。



図-10 施工状況