

令和6年度 インフラ DX 大賞 国土交通大臣賞受賞

人材不足時代における地方建設業の DX 戦略 ～内製化 ICT・BIM/CIM と建設用 3D プリンタによる業務革新～

福留開発株式会社 土木部土木課 兼 ICT 推進室 課長 あだち だいすけ 足達 大輔

1. はじめに

当社、福留開発株式会社は、1951年の創業以来、土木建設業を主軸とする地場建設会社である。2016年に国土交通省より「i-Construction」が提唱された当初から、あくまで内製化にこだわり、ICT・BIM/CIMの全面的な活用に取り組み続けてきた。

その成果として、国土交通省が主催する「令和元年度 i-Construction 大賞 優秀賞」、「令和3年度 i-Construction 大賞 四国地方整備局長賞」、「令和6年度 インフラ DX 大賞 国土交通大臣賞」といった、極めて名誉ある賞を受賞するに至った。

本稿では、令和6年度 インフラ DX 大賞 国

土交通大臣賞を受賞した河川工事、「令和4-5年度 仁淀川中島地区下流護岸外（その1）工事」について、作業効率化はもとより若手職員の即戦力化を図った ICT・BIM/CIM の活用に加え、さらなる効率化を目的として導入・活用した建設用 3D プリンタの取組について紹介する。

2. 内製化による ICT 活用の効果

当工事は、令和5年5月より国土交通省 四国地方整備局 高知河川国道事務所管内に位置する一級河川・仁淀川流域において、局所的な洗掘による堤防決壊などの浸食リスクに対する低水護岸工事（図-1）と、通水断面を確保するために堆積土砂を撤去する河床掘削工事（写真-1）から成り立っており、それぞれの工区で完全内製化に



図-1 低水護岸工事での ICT 活用状況



写真-1 ICT 建機による河床掘削状況

よる ICT 施工を実施している。

本体工の施工に先立ち、各設計構造物並びに土工作业全体（仮設工事を含む）の3次元設計データ化を行った。当工事の現場には入社1～4年目までの若手職員が配属されており、現場全体を3次元化することで、従来測量による入力・計算ミスなどヒューマンエラーに起因する不適合製品の発生を抑制するとともに、ワンマン測量（写真-2）による彼らの即戦力化を図った。



写真-2 若手職員によるワンマン測量の実施

また、これらの3次元設計データを ICT 建機用データに変換・移行することで、全ての土工作业を完全無丁張で施工することが可能となった。その結果、従来の測量作業と比較して、作業日数を約40%、労務人員を約54%削減することに成功している（図-2、写真-3）。

当工事では、河床掘削によって発生した表土および砂利については、所定の土量比率で攪拌・混合（粒度調整）し、堤体盛土材として再利用する設計となっていた。従来は、土量を把握するため

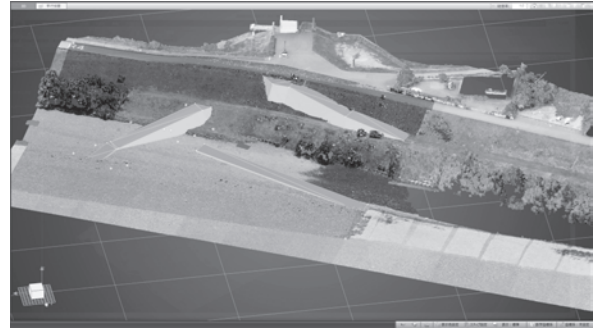


図-2 工事用道路等の3次元設計データ



写真-3 無丁張での仮設工事の完了状況



図-3 UAV 測量による混合土量の確認

に現地測量や丁張設置、数量算出といった工程が必要であるが、当工事では UAV 測量により3次元点群データを取得し土量管理を実施することで、施工管理の効率化が図られただけでなく、正確な数値算出によって品質向上にもつながっている（図-3）。

また、当社では ICT・BIM/CIM などの各種活用方法をマニュアル化し、全社員が容易に活用できる体制を整備している。それにより、入社1年目からでも3次元設計データの作成、ワンマン測量、UAV・TLSによる測量・解析、3次元モデルの作成といった現場での活用はもとより、そこから仕事に対する積極性や向上心など相乗効果も



写真-4 若手職員による3次元設計データ化

生まれている。実際、これらを活用しているのは、その多くが日々の測量業務に従事する若手職員であり、一度手順を指導すれば、以後は彼らのみで十分活用し成果を上げている（写真-4）。

3. BIM/CIMモデルによる設計照査

低水護岸の端部取合せ箇所の施工において、当初の設計コンサルタントの設計成果では、既設護岸を一部撤去し、新設護岸を接続する計画となっていた。しかし、過去のCADデータをもとに、既設護岸を含めた現場全体をBIM/CIMモデルで照査した結果、既設護岸との接続部に“ねじれ”を含む空間が発生することが確認された（図-4,5）。

これまで、取合せ区間における設計検討では、“ねじれ”に対応可能で、かつ景観にも配慮した工法として、巨石・練石張りや張コンクリートなどが選定されてきた。しかし、これらの工法には、石工や左官といった特殊技能者の不足、重労働による身体的負担、さらには技能者ごとの熟練度に起因する品質・出来形・工程への影響など、多くの課題が存在する。こうした課題への対応策として、以前よりその自在性に着目していた建設用3Dプリンタを採用することで、当工事では、その新たな施工技術の確立に向けた取組を行った（図-6）。

4. 建設用3Dプリンタの構造検討

当工事での建設用3Dプリンタ活用において

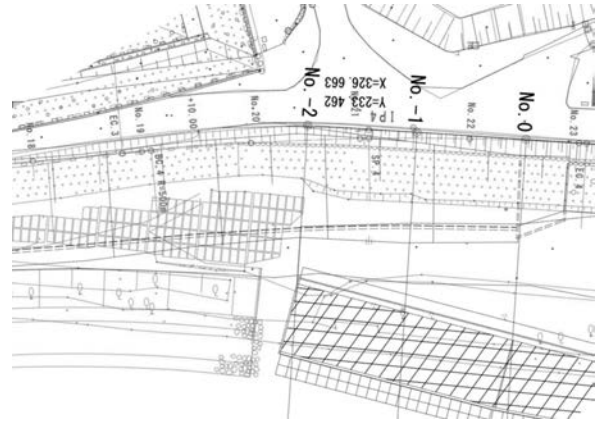


図-4 CAD図による既設・新設護岸の対比

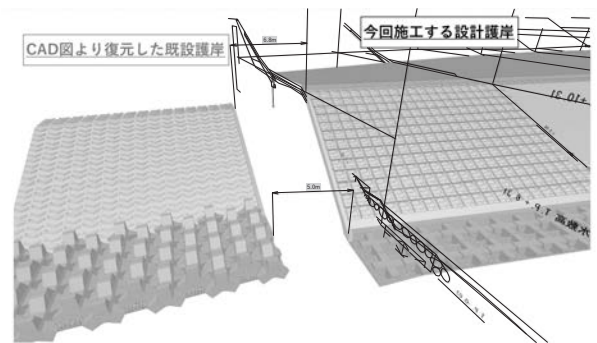


図-5 BIM/CIMモデルによる照査

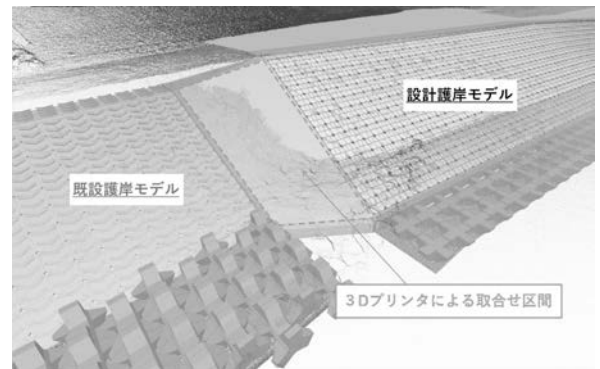


図-6 建設用3Dプリンタでの施工イメージ
(施工面積 = 78.4 m²)

は、張コンクリートの残存型枠として使用するパネルを造形することとし、その詳細について事前に発注者と協議の上、決定した。パネルの大きさは上下流の護岸ブロックのサイズに合わせ、約1m × 1m程度に造形、配列については千鳥配置とし、表面形状は周辺景観との調和を考慮し擬石形状とした。パネル厚は基盤部60mm、表面凹凸は30～100mmとし、端部については建設用3Dプリンタで対応可能な最小厚30mmに擦り付けることで、通水障害を防止するよう対応した（図

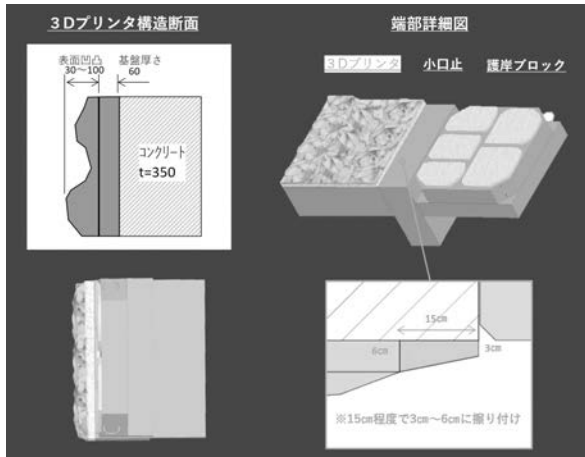


図-7 建設用3Dパネルの詳細構造

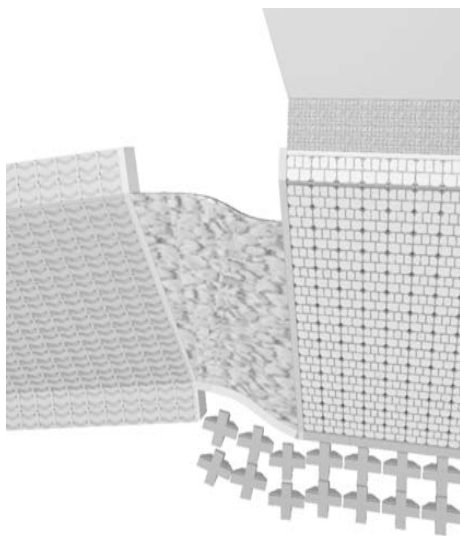


図-8 曲線形状での擦り付け

一7)。

また、線形については、旧護岸と新設護岸との堤防法線内において河道を表現した曲線形状とし、建設用3Dプリンタでなければ表現・施工が困難な護岸とした(図-8)。

建設用3Dプリンタでのパネル造形において、特に注力したのは「擬石形状」をどのように表現するかという点であった。当初は、製造工程でのミスや施工性を考慮し、同一デザインでの量産を考えていた。しかし、製造工場にて試作品を確認した際、表面形状が人為的な景観となり、当初の構想であった自然石のイメージを表現できていないことが判明した。そこで、仁淀川流域における既存の巨石積をレーザーキャナで3次元データ化し、それをメーカーに提供した。このプロセス

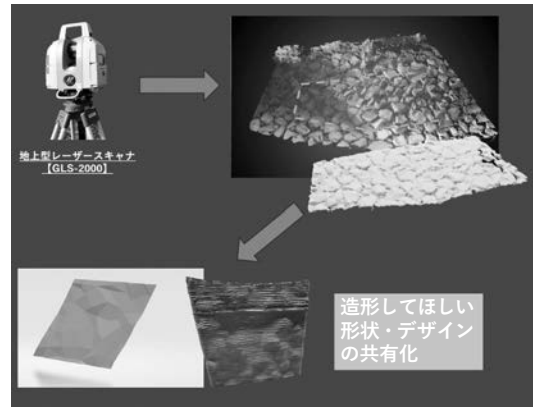


図-9 パネル擬石形状の共有

により、造形したい形状やデザインを「見える化」することができ、より自然石に近い表面形状を再現することが可能となった(図-9)。

5. 建設用3Dプリンタによる護岸施工の実施

建設用3Dプリンタを用いた擬石形状かつ曲線での護岸施工は、全国でも当工事が初めての取組となる。そのため、事前に従事者全員が完成イメージを共有できるよう、BIM/CIMモデルでの概要説明を行った。さらに、具体的なイメージを持って工事に着手できるよう、模型モデルを小型3Dプリンタで造形し、視覚的な完成イメージを共有する対応を行った(写真-5)。



写真-5 模型モデルによる施工前打合せの状況

施工は、ラフタークレーン(25t吊)を使用して、小口止め端部から順次各パネルを据え付け、表面の擬石形状の凹凸を合わせながら調整を行った。その後、建設用3Dプリンタでの造形時に埋設したインサートにL型アングルと平プレートを用いて連結し、コンクリート打設時の側圧によ



写真-6 建設用3Dパネルの施工状況

る変状が発生しないよう固定した（写真-6）。

施工開始当初は、曲線形状や擬石模様の調整に時間がかかり、作業が思うように進まなかったが、2段目、3段目と施工が進むにつれ、日々速度が増し、結果として従来工法と比較して施工日数を43%短縮し、労務人員も50%削減することとなり、非出水期内で余裕を持って工事を完成させることができた（写真-7）。



写真-7 擬石型曲線護岸の完成状況

擬石形状での護岸パネルの造形・施工と同時に、チャレンジ項目として「生態系への配慮」にも取り組んだ。事前に学識者と意見交換を行い、表面の凹凸に加えて大小さまざまな筒状の穴を造形することで、藻類や水生昆虫などが生息できる

可能性があるとの見解を得た。そのため、水面部のパネルを含む上下1段（合計3段）のパネル内部に筒状の穴を造形した。

施工完了後の2024年4月より調査を開始し、当初は水生生物は何も確認されていなかったが、3カ月後の7月に調査した際には穴の内部にカニが生息していることが確認された（図-10）。

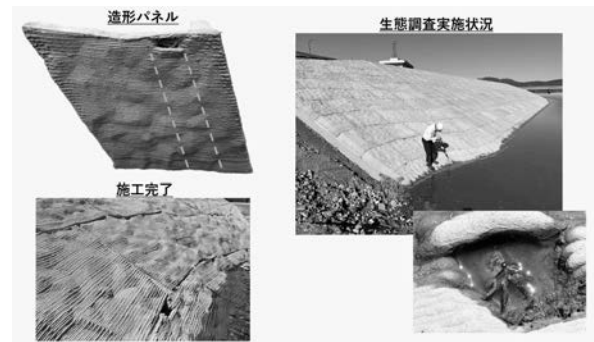


図-10 調査によりカニの生息を確認

この結果から、建設用3Dプリンタの自在性を生かし創意工夫することで、構造物の施工における生産性向上にとどまらず、さらなる付加価値の創出が可能であることが確認できた。

6. おわりに

近年、地方建設業においては、30代から40代前半にかけての中間年齢層が空洞化しており、多くの現場でベテランと極端に若い職員のみによる配属構成が見受けられる。加えて、地方の建設業界では、若者の都市部への流出に伴う担い手の減少が加速しており、国土強靱化やインフラ整備といった建設産業の継続には、DX化による生産性向上に加え、建設用3Dプリンタなど新たな工法の導入が、今後ますます重要性を増していくと考えられる。

現在、現場の施工技術がアナログからデジタルへと変遷する過渡期の真ただ中において、技術の進化とともに歩みを止めることなく成長し続け、それら技術と合わせ職人としてのモラルを次世代の担い手へと確実に継承していくことで、持続可能で強靱な社会の実現に向けて邁進していく。