

新東名高速道路 川西工事

～受発注者が協調して取り組んでいる
ICTフル活用のチャレンジ～

宮地 謙介（中日本高速道路株式会社 東京支社 秦野工事事務所）
藏重 幹夫（清水建設・岩田地崎建設 特定建設工事共同企業体）



図-1 川西工事i-Constructionの取り組み

1.はじめに

建設業界は、「ICTの全面的な活用（ICT土工）」等の施策を建設現場に導入することにより、建設生産システム全体の生産性向上を図り、魅力ある建設現場を目指す取り組みであるi-Constructionが積極的に進められている¹⁾。

新東名高速道路川西工事は、これらの流れを踏襲し、3次元による測量、設計、施工、検査、納品に至る一連の建設生産システムにおいて、3次元データを一気通貫で活用することで、建設現場の生産性を向上させる取り組みを受発注者が協調して進めている（図-1）。本稿では、ICT・DXグループを組織し、3次元データによる現場の可視化、ICT建機の活用などによる現場管理の効率化・高度化など、受発注者が協調した取り組みについて紹介する。

2.工事概要

新東名高速道路は、神奈川県海老名市から愛知県豊田市を結ぶ254kmの高速道路である。川西工事は、神奈川県と静岡県の県境に位置する山北町区域で総延長2.6kmの高速道路を新設する工事である（表-1）。

表-1 工事概要

工 事 名	新東名高速道路川西工事
工 期	2016年7月～2023年4月
発 注 者	中日本高速道路株式会社 東京支社
施 工 者	清水建設株式会社・岩田地崎建設株式会社 特定建設工事共同企業体
工 事 場 所	神奈川県足柄上郡山北町向原～川西
工 事 延 長	2,583m（塩沢工区：1,921m、向原工区：662m）
土 工 数 量	盛土工320万㎡（塩沢工区）、切土工83万㎡
軀 体 数 量	カルバートボックス3基（塩沢工区） 橋台2基・橋脚1基（向原工区）
トンネル延長	上り線1,207m、下り線1,167m（塩沢工区）

総盛土量約320万 m^3 、最大盛土高約70mを超える大規模盛土工事、トンネル工事からなる塩沢工区と、長大のり面切土、橋梁下部工を構築する向原工区の2工区から構成されている。塩沢工区の盛土工事は、自工区の掘削土だけではなく、隣接工区で発生する掘削土の受け入れを行っている（図-2）。向原工区の切土工事は、発生した掘削土を国道および東名高速道路を利用して、塩沢工区へダンプで運搬している。東名高速道路を利用した土運搬では、工事用道路から東名高速道路へ土を運搬する設備として、ベルトコンベヤを使用している。



図-2 川西工事（塩沢工区）

3.工事の特徴

大規模土工事を進めるにあたっての課題は、広大な工事現場の可視化、大規模施工における盛土施工の効率化、盛土量の管理、盛土材料のトレーサビリティなどが挙げられた。これらのほかに、地域・地元とのコミュニケーション、関係機関との綿密な協議、円滑な土運搬などの課題があった。

本工事は起工測量や3次元設計データを活用し、単に出来形や施工管理に用いるICT土工の枠組みに捉われず、工事全体でICTをフル活用して受発注者間のやりとりを効率化し、工事管理の効率化・高度化を目指す取り組みを実施している。本工事で進めている6つの取り組みについて報告する（図-3）。

4.ICTフル活用の取り組み

4.1 ICTフル活用のための実施体制

ICTをフル活用するためには、受発注者の実施体制づくりが重要である。発注者はNEXCO本社の技術開発、基準、積算、システム部署と支社、事務所の工事実施部署が協働し、本工事をICT活用のモデル工事（ICT-Full活用工事）に指定し、取り組みを促進している。

受注者は現場事務所に専門職員で構成されるICT・DXグループを組織し、受注者本社のICT支援・BIM/CIM専門部署、技術研究所、ベンダーと協働するサイバーチームを構成して、工事で活用できるICTを実装し、発注者や専門部署との調整等に即応できる体制を構築した。サイバーチームの活動によって、従来のJVと協力会社という縦のつながりだけでなく、協力会社間の横のつながりを持たせることで、各段階における3次元データのやり取りを円滑に行うことが可能となった。

4.2 3次元データによる現場の可視化

工事用道路から東名高速道路へ土を運搬する設備として使用しているベルトコンベヤは、全長約700mあり、東名高速道路の上下線間の狭隘な空間に、220tクレーンを配置して、パイプ型ベルトコンベヤを架設した。



図-3 ICT活用の6つの取り組み

従来の施工検討では2次元資料を用いていたため、施工経験の有無により「施工イメージの乖離」や「リスク抽出漏れ」等が起こる可能性があった。また、新型コロナウイルス（COVID-19）の広まりに伴い、これまで通り関係者全員が現場に集まって、検討会を実施することが難しくなった。これらの課題を解決するために、「3次元施工シミュレーション」および「遠隔参加型VRシステム」を用いた施工検討を実施した。

「3次元施工シミュレーション」は、3つの過程を経て作成した。

- 1) 地上式レーザースキャナを用いて、現場状況（ベルトコンベヤで近接する東名高速道路の高架橋や鉄塔、高圧線、電柱、電線）の点群データを取得し、3次元モデルを作成した（図-4）。
- 2) 実際に使用する220tクレーンをモデル化し、施工STEP毎のブームの長さや旋回などを忠実に再現した。上記モデルを作成する際に、併せて施工STEP毎の構造物との干渉を確認した（図-4）。

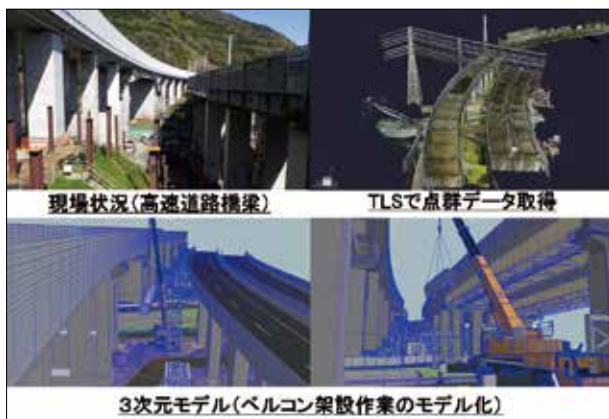


図-4 現場状況のモデル化

- 3) 施工STEP毎に安全注意事項を追記し、現場を初めて見る者にも理解しやすい動画を作成した（図-5）。



図-5 施工シミュレーション

「遠隔参加型VRシステム」とは、インターネットを利用して、遠隔地から複数のユーザーが同一のVRモデルに同時に没入する機能である（図-6）。遠隔地から参加するユーザーは、VRモデル内にアバターで表示される。VRモデル内には360°カメラの画像や図面などの資料を格納でき、リアルな現場状況を再現した。



図-6 遠隔参加型VRシステム

東名高速道路の高架橋下におけるベルトコンベヤの施工検討会では、遠隔地から関係者が同一のVRモデルに入り、クレーンのブームと高速道路の高欄の離隔を確認するなど、施工リスクを抽出した。さらに、実際には立ち入ることができない高速道路上の視点で、クレーンのブームの動きに対する高速道路利用者への影響を検討し、更なる安全性向上を図った（図-7）。

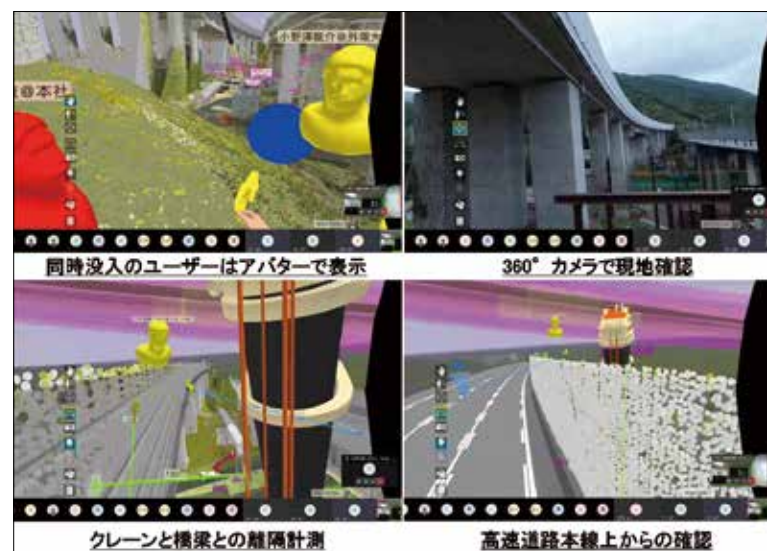


図-7 遠隔参加型VRシステムの活用状況

遠隔参加型VRシステムを活用して、本社BIM/CIM部署や同種工事の施工経験者が、VRモデル内で遠隔地からリアルで正確な現場状況を確認し、施工指導を実施した。

施工検討会の質を向上させながら参加者の移動時間や対面での参加人数を削減でき、「3密防止や移動不要のニューノーマルな検討会」で新しい建設業の在り方を示すことができた。この取り組みは、国土交通省主催の令和2年度i-Construction大賞で優秀賞を受賞した。

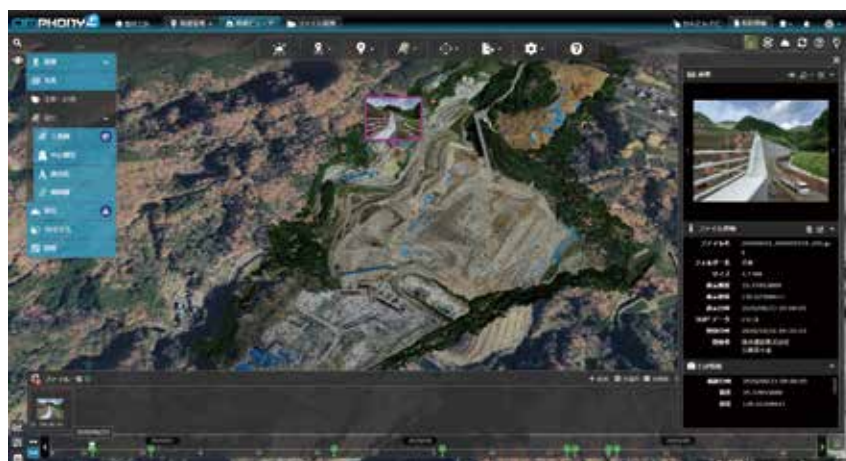


図-8 UAV測量結果のWEB閲覧画面

4.3 現場管理の効率化・高度化

(1) ICT建機の活用

ICT建機には、GNSSなどで建設機械の位置情報を計測し、オペレータに位置情報を提供するマシンガイダンス（MG）と、建設機械の操作を制御するマシンコントロール（MC）がある。川西工事では、MGブルドーザ4台、MCブルドーザ1台、MG振動ローラ2台、MGバックホウは4台導入している。MCブルドーザは技能労働者などの施工経験の浅いオペレータが搭乗し、ブルドーザの操作を学習する機械として活用している。

出来高管理は、週1回の頻度でUAV測量を実施し、測量結果はクラウド上に自動でアップされ、発注者及び受注者がWeb上で共有し、進捗状況や土配管理、施工計画に活用している。（図-8）



図-9 4次元管理状況

(2) 土工事における施工計画の効率化・高度化

パイロット道路の施工では、3次元データ上に縦断・平面線形を入れ込み、従来は平均断面法で土量を算出するため、現地を測量しながら平面・横断図を作成するため1週間程度を要していた。しかし、3次元データを活用することで、ルート図から展開された3次元の切盛図面作成、土量計算がわずか半日で作成できるようになった。さらに、ICT建機にこの3次元モデルをそのまま搭載することで、ICT施工（丁張りレス）が可能となった。また、3次元データと工程を結び付けることにより、4次元を活用した現場計画が可能となった（図-9）。

(3) 遠隔立会

発注者の現場立会検査は、遠隔での立会を全面的に実施している。発注者の事務所から現場までは往復2時間程度を要する。今回導入しているシステムは、NEXCOの品質管理帳票に対応しているため、立会時にタブレットに検測値を入力することで、自動で帳票が作成される（図-10）。遠隔立会時に監督員が承認すると、帳票および写真がクラウド上に自動でアップされる。

受注者は検査時に書類作成が軽減され、立会者の到着待ちが不要となり、現場職員は1日に約1時間程度の時間削減につながっている。発注者の立会検査は、2020年6月から本格開始し、これまでにトンネル覆工やインバート施工を中心に500件以上実施し、受発注者双方で省力化を実現している。

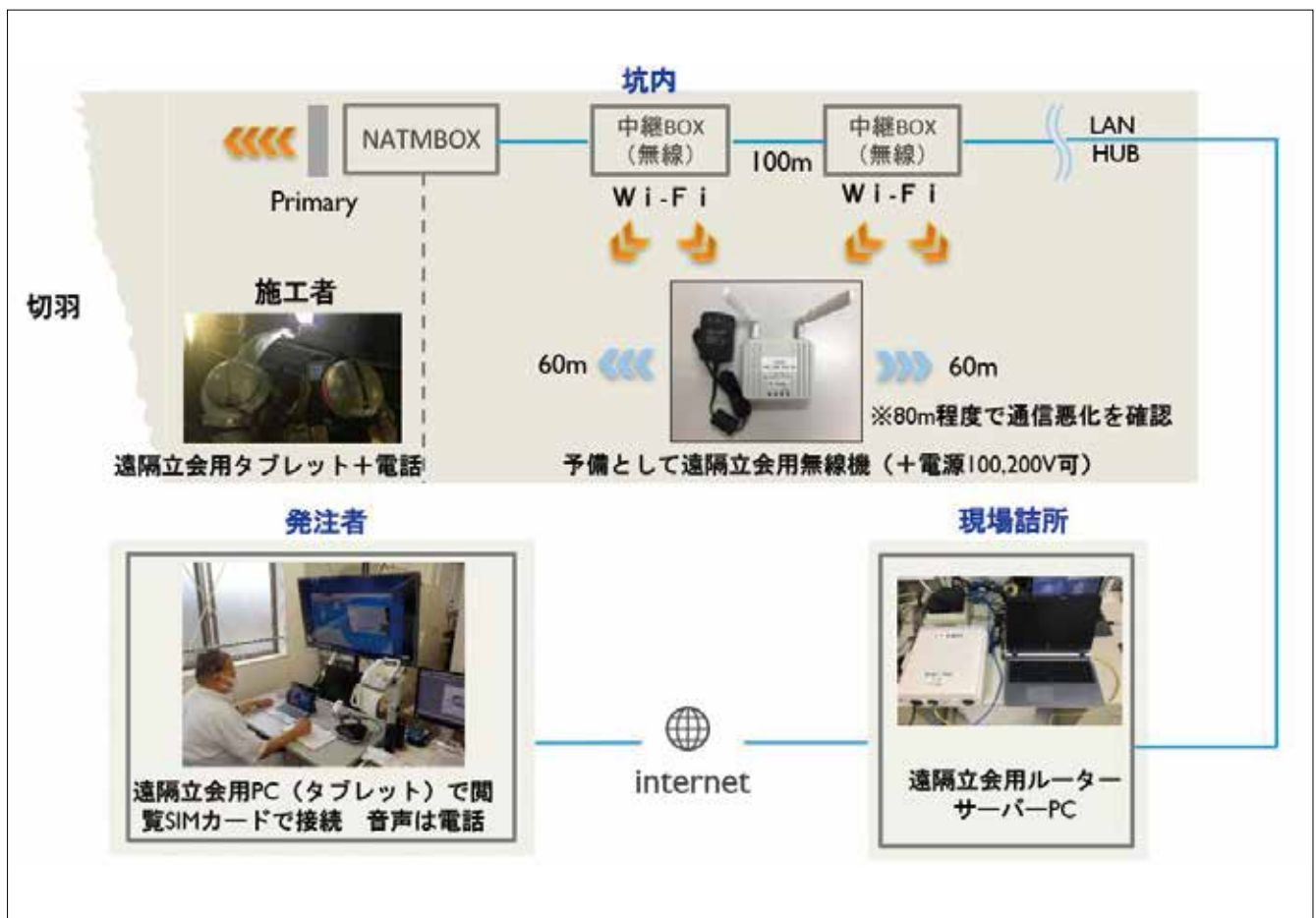


図-10 遠隔立会システム概要

（4）土運搬管理システムによる車両運行管理

当工事は隣接工事から掘削土を受け入れており、搬入される全ての土運搬ダンプに、同一の運行管理システムを導入している。各ダンプにスマートフォンを搭載して位置情報を取得し、各ダンプ位置を地図上に表示し運転を監視している。受発注者それぞれの事務所の大型モニターで、リアルタイム監視するとともに、現場の交通誘導員はタブレット端末で運行状況を把握している。また、このシステムは速度超過、急発進、ルート逸脱などのダンプの走行状態を把握できるため、マナーの良い運転手を表彰して、安全運転へのモチベーション向上にも役立てている。

4.4 コミュニケーションツールとしての活用

3次元設計データからARや動画を作成し、地元住民への説明会や関係機関との協議に活用している。例えば、土運搬設備を高速道路沿線に設置する工事において、3次元動画を作成した。これを活用することで工事内容と完成時のイメージを容易に伝えることができた。

4.5 受発注者間の情報共有と実施環境の構築

受発注者間の情報共有やデータのやり取りは、クラウド型ドキュメント管理システムを活用している（図-11）。工事のプロジェクトスペースは発注者が準備し、受注者へIDを付与することにより、工事管理に必要なデータの受け渡しが大幅に効率化された。最終的には工事データの納品に活用する予定である。

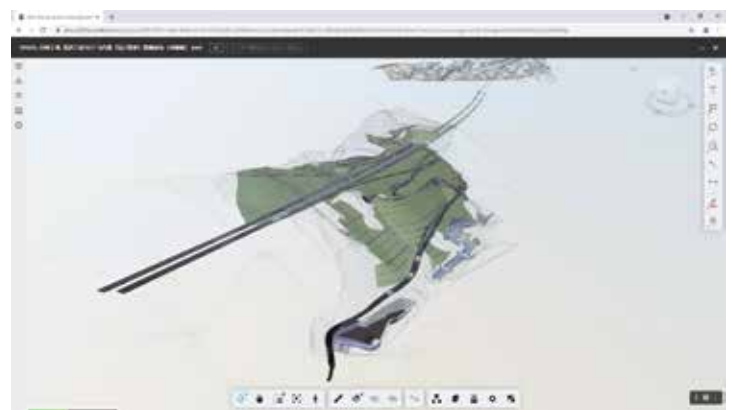


図-11 受発注者の情報共有ツール

4.6 建設から保全へ～維持管理における活用

(1) 施工履歴データの活用

ICT建機による施工では、施工日時、位置、材料種別、出来形等の施工履歴情報が蓄積されるが、従来は数字が羅列されたログファイル形式で発注者へ納品されていた。このデータのままで維持管理で利用することが難しいため、維持管理に活用できるBIM/CIMモデルを構築している。施工履歴情報は3次元モデルの属性情報として格納することにより、施工履歴情報の3次元化を実現している（図-12）。

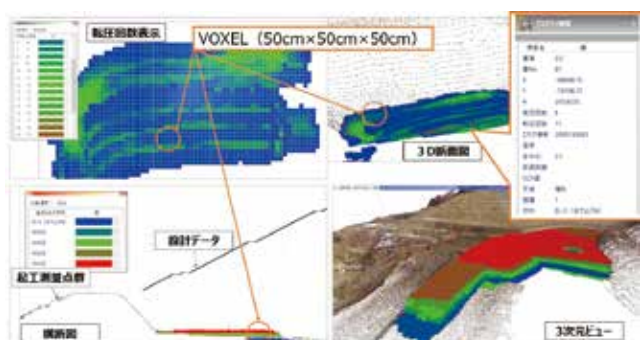


図-12 施工履歴情報の3次元化

施工履歴情報の記録には、VOXEL（ボクセル 50cm×50cm×50cm）を導入し、VOXELごとに材料種別や転圧回数等の施工情報を格納している。このデータはオープンファイルフォーマットであるIFC（Industry Foundation Classes）ファイル形式で出力することにより、システムを限定することなくデータの利活用が可能となり、工事完成引渡し後の維持管理システムへの展開が可能となった。

(2) BIM/CIM活用

本工事の3次元データは、設計図書や数量算出に活用し、BIM/CIMの維持管理への活用にも展開していく。これらは課題も多く今後の取組みとなるが、各部署と協調して進めていく。例えば、設計図書では同じ構造物でも契約項目ごとに区分できること、さらに積算項目まで対応すると足場工なども含めて数量算出できることが求められる。モデルを細分化し属性情報を付加することにより対応は可能であるが、情報過多になるおそれがあるため、誰が何のために使用するのかの前段の議論や方針の策定を進めているところである。したがって、本工事では維持管理に必要となる3次元設計データの作成対象やモデルの詳細度を検討している。また、維持管理では保全対象物の工事記録情報、

点検結果等の技術関連情報が一元管理されていることが望ましいことから、属性情報を直接3次元モデルに記録する方法を検討している（図-13、14）。



図-13 BIM/CIMモデルの維持管理展開(土工)

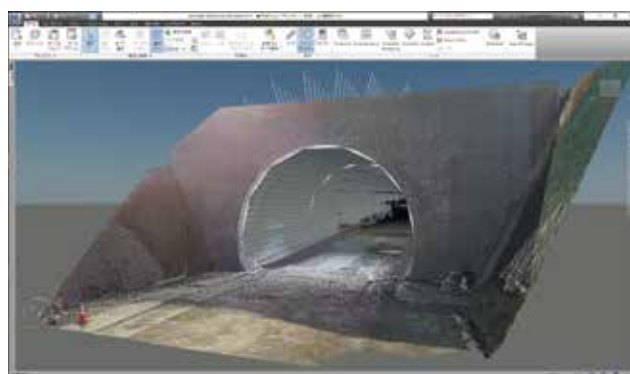


図-14 BIM/CIMモデルの維持管理展開(トンネル)

5. おわりに

本工事はICTをフル活用し、受発注者間の情報共有の効率化、維持管理におけるBIM/CIM展開を進めていくことで、工事管理の効率化・高度化を進めている。今後もこれらの取り組みを継続し、受発注者が協調して課題解決を図りながら、着実に取り組みを前進させていきたい。

参考文献

1) i-Construction委員会、i-Construction～建設現場の生産性改革～報告書2016