

生産性向上に向けた CIM 活用事例

(株)本間組 非会員 ○ 安藤 恭平 神蔵 昌士
山本 誠 本間 義信

1. はじめに

現在建設業には技能労働者約 340 万人が従事しているが、そのうち約 1/3 にあたる 110 万人が今後 10 年間で高齢化等により離職の可能性があるが、それに加え技能労働者のうち 29 歳以下は全体の約 1 割と若年者の入職が少ないという現状がある。国土交通省では ICT や 3 次元データの活用により、生産性の向上や魅力ある建設現場の実現を目指す取組である i-Construction を進めている。

i-Construction の取組のひとつである BIM/CIM (Building/Construction Information Modeling/Management) は、計画、調査、設計段階から BIM/CIM モデル(「3 次元モデル(対象とする構造物等の形状を 3 次元で立体的に表現した情報)」と「属性情報(3 次元モデルに付与する部材(部品)の情報)」を組み合わせたもの(図 1))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。

2. 国土交通省の現状

国土交通省の直轄事業においては 2012 年度から BIM/CIM の試行が始まっており、2019 年度では設計業務 254 件、工事 107 件の実施件数があり、現在までに約 1,000 件の BIM/CIM 活用事業が実施されている(令和 2 年 3 月 31 日現在)。2023 年度からは直轄工事の小規模を除く全ての公共工事に BIM/CIM が原則適用される計画である(図 2)。



図 1 BIM/CIM モデル概念
引用元：初めての BIM/CIM

	R2	R3	R4	R5
大規模構造物 (全ての詳細設計・ 工事で活用)		全ての詳細設計 で原則適用(※) (R2「全ての詳細設計」 に係る工事で活用)	全ての詳細設計・ 工事で原則適用	全ての詳細設計・ 工事で原則適用
上記以外 (小規模を除く)	—	一部の詳細設計 で適用(※) —	全ての詳細設計 で原則適用(※) R3「一部の詳細設計」 に係る工事で適用	全ての詳細設計・ 工事で原則適用

(※)令和2年度に3次元モデルの納品要領を制定予定。本要領に基づく詳細設計を「適用」としている。

図 2 原則適用拡大の進め方案(一般土木、鋼橋上部)
引用元：第 4 回 BIM/CIM 推進委員会資料

3. 業務における課題と CIM 活用により期待される効果

一般的に建設工事の現場では、日中は施工場所で測量等の施工管理をし、現場作業が終わってから工事書類・協議資料の作成、施工管理に関わる書類作成等多岐にわたる業務を行い、労働時間の増加が問題となっている。また、ノウハウを持ったベテラン職員の退職に伴う技術の損失も大きな問題である。

これら課題の解決策として、CIM 活用が業界全体で進められている。CIM の活用ではフロントローディング(初期の工程において負荷をかけて事前に集中的に検討する手法)が図られることによって、施工段階における書類作成時間が短縮され、生産性向上、労働環境の改善が見込まれる。また、経験の少ない若手職員にとっては、2 次元図面から躯体の形状や構造物の全体像をイメージすることは困難であるが、3 次元化することで理解することができる。

4. 当社における CIM 活用事例と効果

当社では 20 件ほどの受注工事に CIM を導入し、施工検討資料及び検査用資料として活用している。以下に当社における CIM 活用事例を導入前の課題と共にその適用効果についてまとめる。

4-1. 工事説明や地元説明における CIM 活用

地盤改良を伴う道路改良工事の事例を示す。施工に際し、改良範囲に近接して埋設されている工業用水管（ $\phi 1,800\text{mm}$ ）の損傷防止策を講じる必要があった。地中が不可視部である地盤改良工において、埋設物損傷防止は非常に重要であるが、従来の平面図、断面図、現場での埋設物の明示だけでは施工業者の危険度認識が不足する恐れがあったため、地盤改良工及び仮設工等の構造物に改良範囲近傍にある工業用水管を反映させた 3 次元モデルを作成し、発注者立会のもと、地盤改良施工業者などに対する周知会の資料として活用した。3 次元モデルにすることで埋設物が可視化され、埋設物の確認が容易になり、認識が深まることで埋設管に損傷を与えることなく施工することができた。また、作成した 3 次元モデルを工業用水管管理者や地権者への説明資料としても活用でき、建設関係者以外とも円滑な交渉、協議が実施できた。

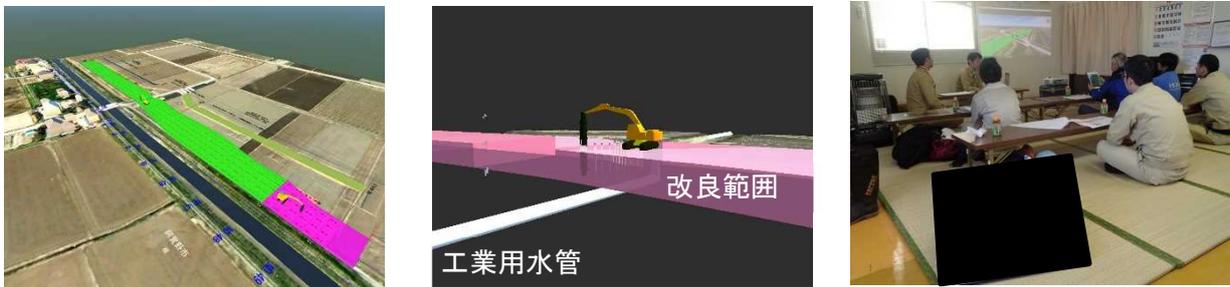


図 3 3次元モデルによる埋設管明示及び施工従事者に対する周知会

4-2. 設計照査における CIM 活用

樋門を新設する工事の事例を示す。設計照査の段階では、構造物の底板部に配置されているグラウトホールと底板主鉄筋の干渉が挙げられた。従来の 2 次元図面では、構造物ごとに図面が示され、構造物同士の干渉を把握することは困難であり、またグラウトホール等の付属物は配筋図と連動しておらず、組合せたときのイメージは分かりにくい。そこで、2 次元の発注図面から樋門や締切矢板、配筋等の構造物の 3 次元モデルを作成し、設計照査を行い、鉄筋の干渉チェックについても実施した。3 次元モデルを活用し、鉄筋が密になる底板部において底板主鉄筋とグラウトホールの位置関係を確認し、干渉することが可視化された。また、躯体から鉄筋が露出していることについても施工前に確認でき、設計照査段階での CIM モデル活用によることで施工時における手戻りを防止できた。

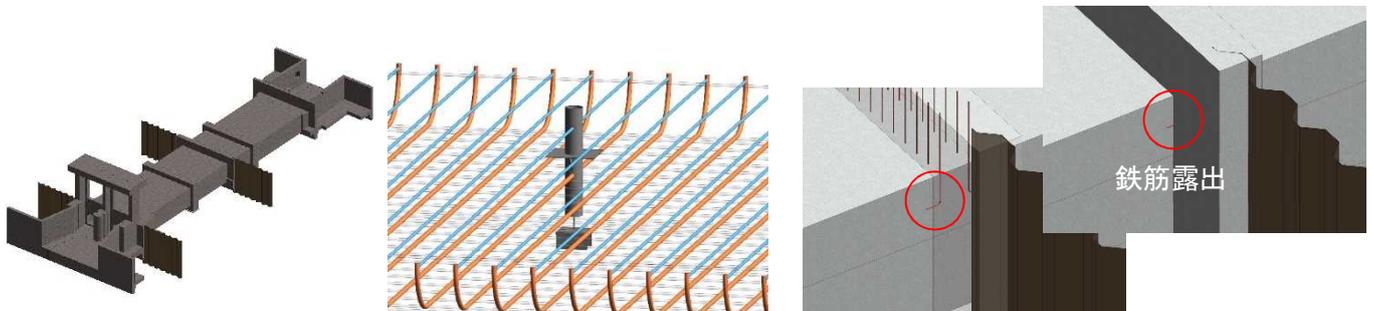


図 4 3次元モデルによる設計照査

4-3. 設計変更図面作成における CIM 活用

河道浚渫工事に伴う、仮設の切回し道路の設計変更における活用事例を示す。現場は切回し道路の位置に制約があったため、適切な道路線形や切土・盛土断面になるよう経済比較し、何パターンかを検討する必要があった。従来の 2 次元図面では計画パターン毎に縦横断図面をそれぞれ作図する必要があったが、UAV で測量した現地の地形データと作成した 3 次元モデルを活用することで、平面図、横断図、縦断図が連動して作図することができ、検討時間の短縮が図られ、早期に着手できた。

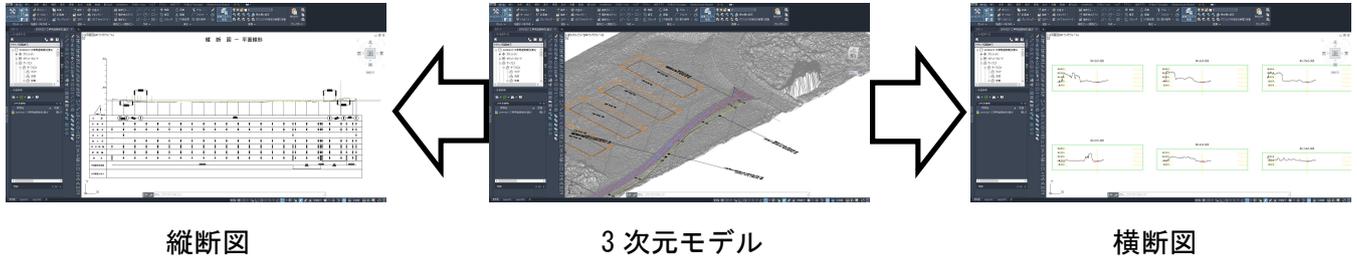


図 5 3次元モデル及び縦横断図面作成例

4-4. ICT 建設機械と 4 次元モデルの活用

高速道路のスマートインターチェンジ新設工事の事例を示す。路体盛土の施工において、盛土形状が非常に複雑であったため、施工時における測量業務の負担が大きくなることが予想された(図 6)。その対応として、路体盛土の設計 3 次元モデルを作成し、ICT 建設機械であるマシンコントロール油圧ショベルにより盛土施工を行った。それにより、通常測線毎(又は 10m 間隔)で設置していた丁張が不要となり、測量作業時間が 43%減少し、省人化・省力化となった。また、曲線部の施工においては、従来の丁張間隔よりも狭い 2m 間隔でモデルを作成したことで、曲線部の仕上がりが滑らかとなり出来栄が向上した。

また、盛土作業と並行して迂回路の舗装工及び地盤改良工を施工することから、狭隘な施工ヤード内における輻輳作業に対する安全対策が必要であった。そのため、3次元モデルに時間軸を持たせた 4次元モデルを作成し、施工手順及び輻輳作業時の安全確保の検討資料として活用した。施工フローを 4次元モデルで作成したことで、工種毎の重機の作業位置、搬入車両の運搬経路、一般道路との取合いや迂回路への切回し順序を視覚的に把握することが可能となり安全性、施工性が向上した。また、この資料を完成検査時の工事概要資料として提示することで検査員の理解が深まり、工事の流れが非常に分かりやすいと高評価を得た。

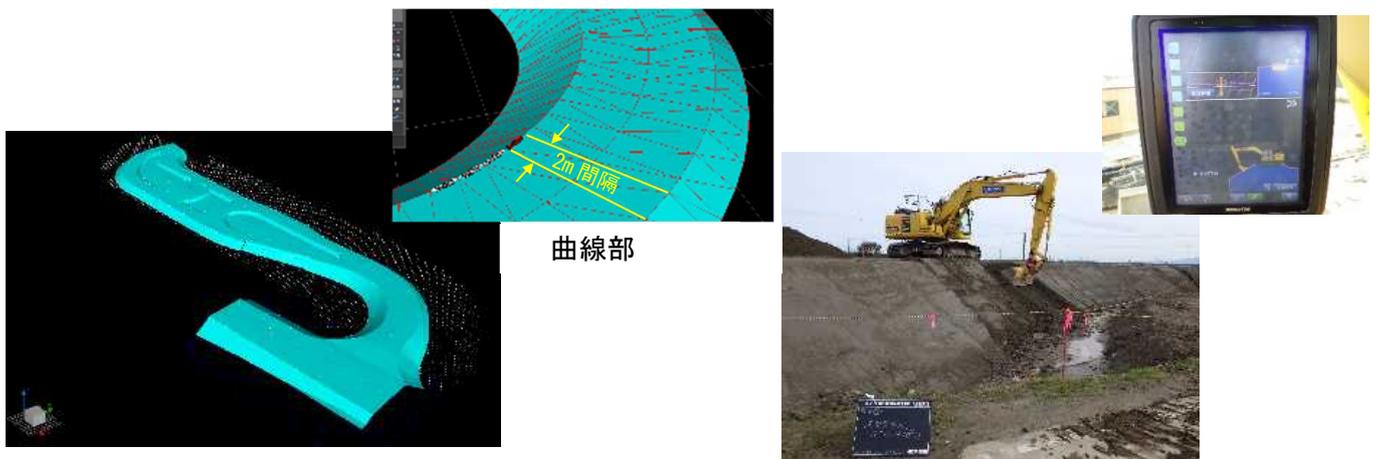


図 6 路体盛土設計 3次元モデル及びマシンコントロール油圧ショベルによる施工

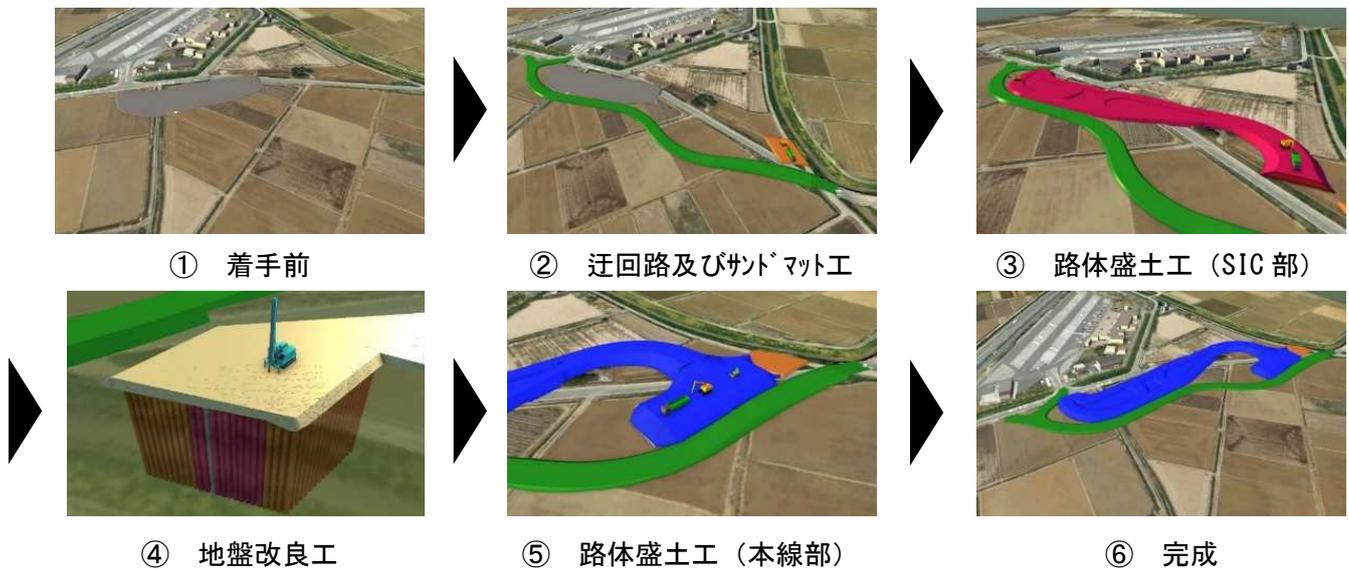


図 7 4次元モデルによる作業手順の可視化

4-5. 港湾工事における CIM モデルの活用

港湾工事のブロック据付工における事例を示す。ブロック据付工では、既設のブロック状況によっては、設計通りの据付を行ったとしても、終点位置に相違が生じる可能性がある。既設ブロックの位置を正確に把握できないと据え付けるブロックの割付ができず、全体としての延長が不足する等の構造的な欠点になりうる。また、従来の発注図である2次元の図面では法面同士の取合い部や配列の把握が難しい。よって、気中部はUAV、水中はナローマルチビームによる測量を実施し、現況の3次元モデル化を行い、設計3次元モデルと重ね合わせブロック割付の検討を行った。現況を把握することで既設のブロック位置を確認でき、適切なブロック割付での施工が行えた。また、法面同士の取合い部は、3次元モデルによりブロックを置くスペースが確認でき、据付ブロック個数を増やし、ブロック間隔が小さくなるような配列を発注者に提案することもできた(図8)。

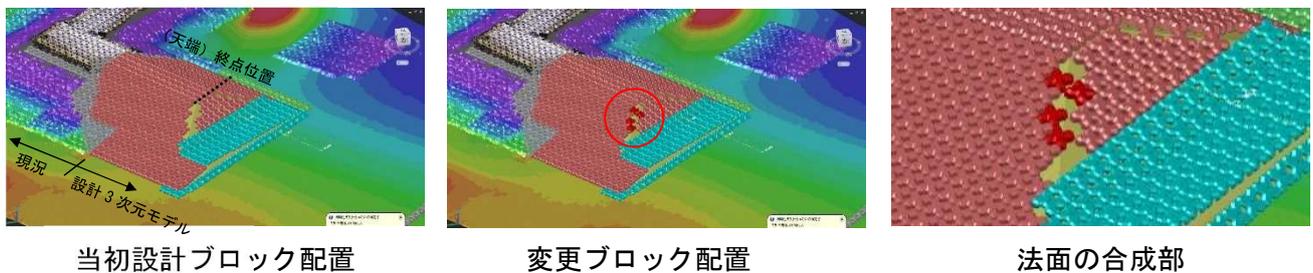


図 8 3次元モデルによるブロック割付の検討

5. まとめ

CIMを活用することで、計画、施工などの段階で業務の効率化が図られ、課題である施工段階における生産性向上に寄与することができた。さらに、従来の2次元図面では曖昧になりがちだった構造物同士の取合いや不可視部の構造が可視化されることで発注者や作業員への説明資料、地元住民への周知会資料等でより正確な情報共有が図られた。

CIM活用によって生産性向上、ひいては働き方改革が促進され、魅力ある建設現場に改善されることが実証された。課題としては、初期コストが大きいことや技術者育成などが挙げられるが、全体としての生産性向上を見込まれるため、CIM活用で得られた成果を今後の工事に適用し、生産性向上に継続的に取り組んでいきたい。