

4. 施工

施工段階では、前工程から引き継がれた BIM/CIM モデルを更新又は新たに BIM/CIM モデルを作成し、この BIM/CIM モデルを活用して施工事業の効率化・高度化・品質向上に取り組むものとする。

【解説】

施工段階では、前工程から引き継がれた BIM/CIM モデルや施工段階で作成又は更新した BIM/CIM モデルを活用して、建設施工の各段階で受発注者及び関係者間で立体的な形状情報により情報共有、合意形成を行うとともに、施工管理等における従来作業の効率化・高度化・品質向上に取り組むものとする。

また、施工段階で発生した各種情報を BIM/CIM モデルに付与し維持管理段階に引き継ぎ、活用していく必要がある。

ここでは、BIM/CIM モデル等を活用することで建設段階における効率化・高度化が図られている事例を次に示すので、これらを参考に BIM/CIM モデルの活用に取り組まれない。

4.1. BIM/CIM モデルの更新

受注者は、発注者との事前協議結果を踏まえ、BIM/CIM モデル（形状）の更新作業を行う。

【解説】

受注者は、発注者との事前協議結果を踏まえ、BIM/CIM モデル（形状）の更新作業を行う。

- ・ 現地条件、施工条件等の変更に伴うモデルの形状の更新
- ・ 起工測量による地形モデルの更新
- ・ 構成機器、部品の決定及び配置の変更に伴うモデルの更新あるいは作成 等

表 4-1 起工測量による地形データ

項目	起工測量による地形モデル	
測量手法・既成成果	TS 測量、地上レーザ測量、車載写真レーザ測量、UAV 写真測量、UAV レーザ測量※1	
作成範囲	起工測量範囲	
作成対象	地表面	
変換後の幾何モデル	サーフェス	ラスター画像
地図情報レベル（測量精度）	地図情報レベル 250※2	
点密度（分解能）	4 点/m ² 以上※3	地上画素寸法 0.1m 以内※4
属性	—	—
保存形式	J-LandXML 形式等 受発注者協議にて決定	ラスター画像＋ワールドファイル
保存場所	/BIMCIM/BIMCIM_MODEL/LANDSCAPING/PROJECT_AREA/SOURCE※5	/BIMCIM/BIMCIM_MODEL/LANDSCAPING/PROJECT_AREA/TEXTURE※5
要領基準など	※1：UAV 等を用いた公共測量実施要領 工種別地図情報レベル概説 ※2：農林水産省測量作業規程 第 586 条 詳細測量時の地図情報レベルを 250 と規定 ※3：情報化施工技術の活用ガイドライン 起工測量の計測密度を規定 ※4：農林水産省測量作業規程 第 394 条 地上画素寸法（空中写真） ※5：BIM/CIM モデル等電子納品要領（案）及び同解説 BIM/CIM モデル等の成果品フォルダ構成	
備考		
補足		

機械設備の設計図書において BIM/CIM モデルが詳細度 300 で作成されている場合、受注者はモデルで指定されている事項が施工実態と一致していない箇所の修正、設計段階で特定できない機械単体品の付加、施工者が設計・施工した付帯施設（維持管理において使用する点検用の架台・梯子・マンホール等）を付加することによって詳細度 400 のモデルに更新される。詳細度 400 の定義は、形状を実態に近づけるために細かな部分を作り込むのではなく、完成図書として発注者が活用するために必要な最小限のモデルを想定したものである。形状に関する作り込みの程度は、表 1-4 におけるサ

ンプルを参考とする。

過度な表面形状及び機械単体品の内部構造及び工場製作に係るメーカーの特許事項、意匠、固有のノウハウ（技術提案事項等を含む）を表すモデルは、現状において設備管理者としての用途はないこと、及びこれらを保護する観点から、発注者はこのようなモデル化を求めないものとする。機器の形状や内部構造について必要な情報は、従来の 2 次元図面による補完を行う。

なお、関連工事の BIM/CIM モデル（土木・建築関係）に変更が生じた場合、発注者は当該変更モデルを受注者へ貸与し、受注者と協議して対応を決定する。また、機械設備工事の施工において、受注者が関連工事の BIM/CIM モデルの変更が必要と判断した場合は、発注者と速やかに協議するものとし、発注者が、関連工事の BIM/CIM モデル変更の必要性を認める場合、発注者の責任においてこれを実施する。

4.2. 設計図書の照査

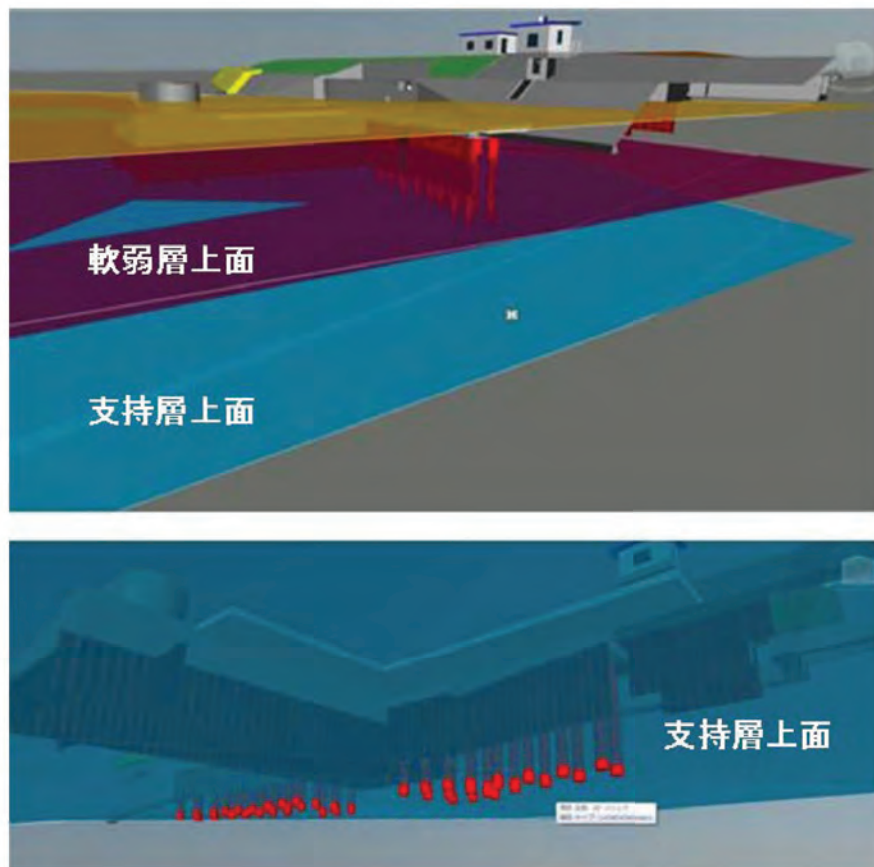
4.2.1. 活用内容

工事入手後の設計図書の照査の段階では、2 次元設計図書ならびに前工程から引き継がれた BIM/CIM モデルを活用し、設計条件と施工条件とに不整合な点がないか、照査する。なお、必要に応じて BIM/CIM モデルは更新又は新たに作成する。

【活用事例】

頭首工工事における基礎杭の支持層根入れ照査

- ・地層モデルと基礎杭を 3 次元モデル化し、各杭の根入れ長を確認した。設計条件と異なる杭を検出し、対策を事前に講じることができた。



地層モデルと基礎杭

図 4-1 設計図書の照査において活用する BIM/CIM モデルの例(1)

出典：BIM/CIM 活用ガイドライン（案）第2編 河川編 5. 施工（令和4年3月 国土交通省）

【活用事例】

頭首工の基礎杭及び仮設の土留アンカーの支持層・定着層への根入れ照査

- ・支持層岩盤の不陸が大きく、土質構成が複雑であり、仮設の土留・仮締切工及び頭首工本体の基礎工打設において、高止まりや根入れ不足のリスクが想定された。
- ・追加ボーリング調査を行い、支持層岩盤と土層分布を地質・土質モデルとして作成し、支持層への根入れ状況の照査を実施した。

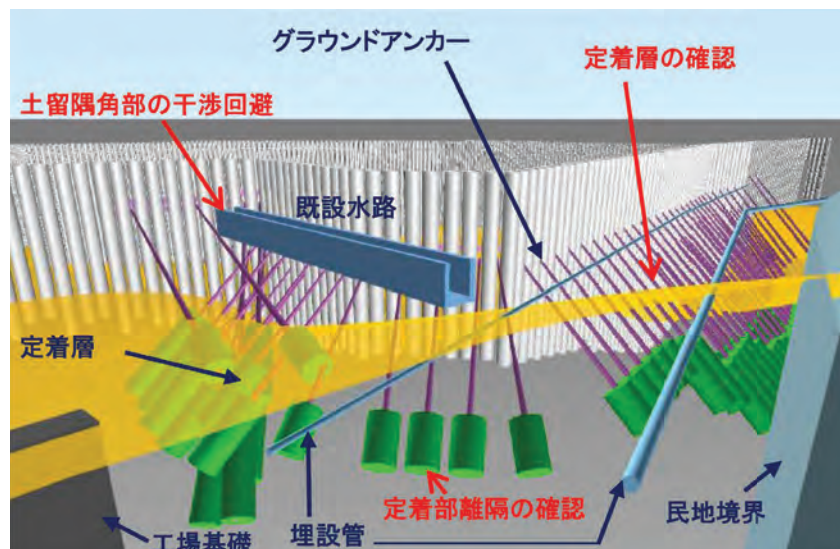
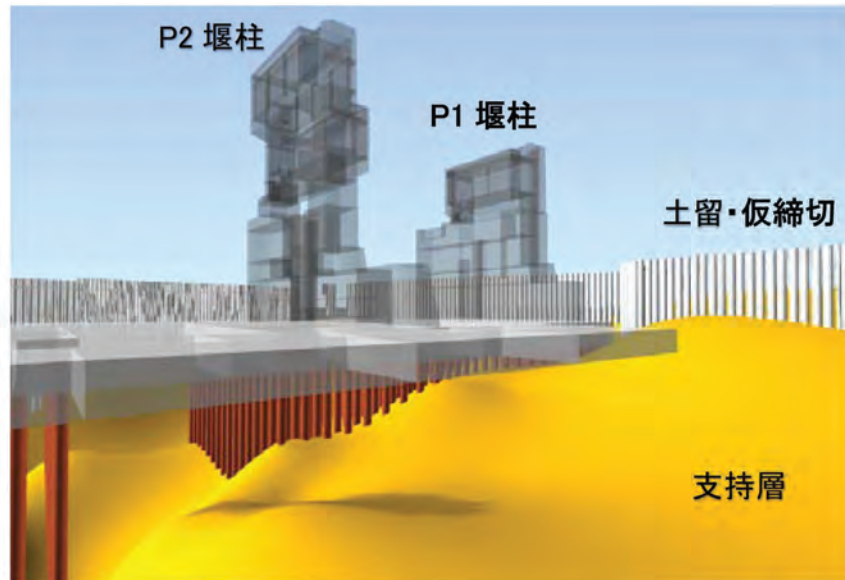


図 4-2 設計図書の照査において活用する BIM/CIM モデルの例(2)

出典：BIM/CIM 活用ガイドライン（案）第2編 河川編 5. 施工（令和4年3月 国土交通省）

【活用事例】

頭首工コンクリート構造物の過密配筋部の干渉チェック

- ・複雑で密な配筋となる頭首工本体底版と堰柱との接合部の鉄筋を3次元モデル化し、鉄筋干渉照査を実施した。
- ・関係者間の理解促進が図られ、手戻り防止と品質確保につながった。

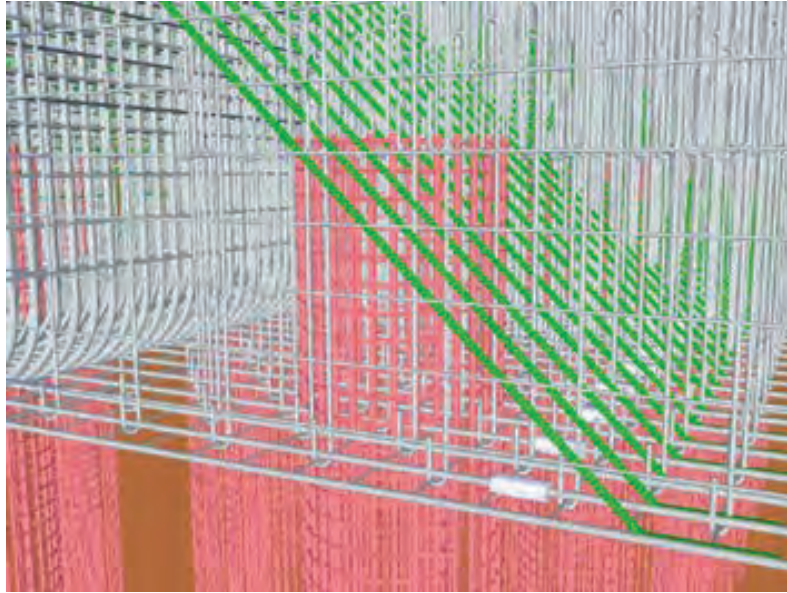


図 4-3 設計図書の照査において活用する BIM/CIM モデルの例(3)

出典：BIM/CIM 活用ガイドライン（案）第2編 河川編 5. 施工（令和4年3月 国土交通省）

○機械設備の施工段階における設計内容精査及び関係者への意思決定ツールとしての活用

設計段階で作成された BIM/CIM モデルを施工実施段階における「設計図書」の一部として、あるいは従来の「積算参考資料」の一部（仮設や施工方法に限定した BIM/CIM であり、かつ任意施工の範囲である場合）として示すことによって、工事受注者が当該内容の精査を行えるとともに、現場における据付工程に制約がある場合あるいは設計段階に対して条件変更が発生した場合等の仮設方法や施工手順の見直しなどに活用できる。

また、BIM/CIM モデルを工事関係者に対する各種の説明資料作成に活用することで、従前の紙ベースの資料に比べ理解しやすさが増し、意思決定の迅速化、据付工程の信頼性向上、安全確保に寄与できる。

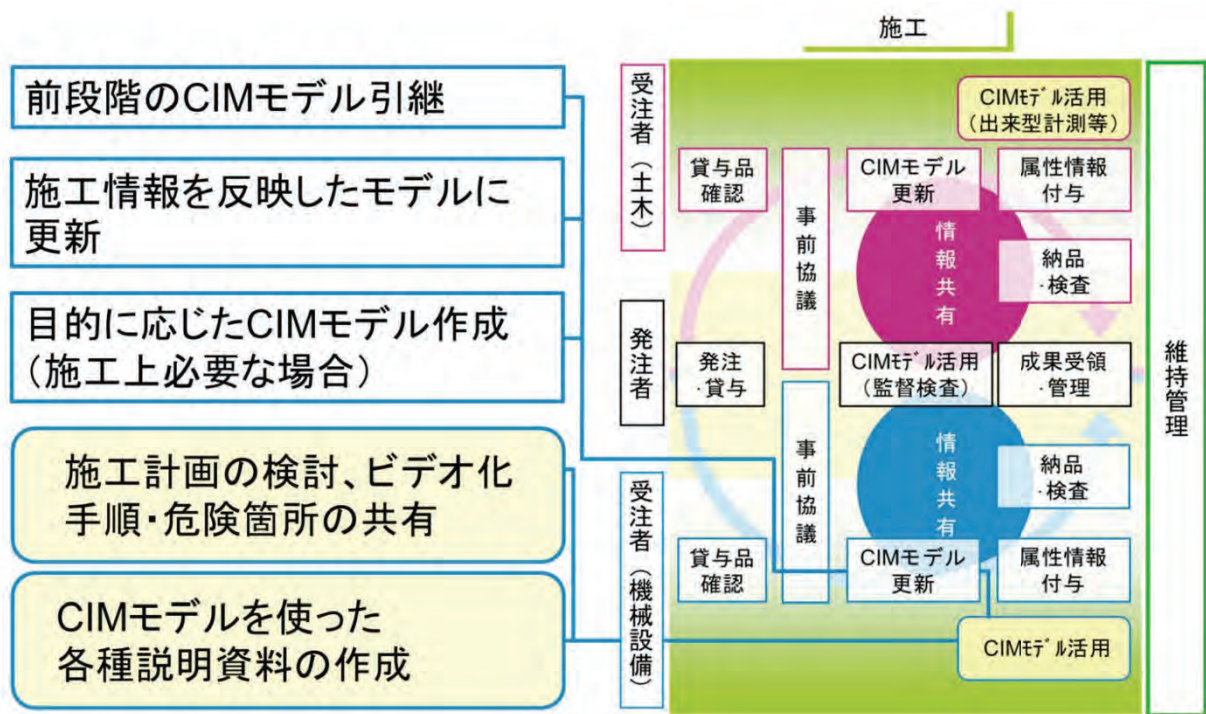


図 4-4 施工段階での活用事例

出典：BIM/CIM 活用ガイドライン（案）第6編 機械設備編 3. 施工（令和4年3月 国土交通省）

【解説】

頭首工などの土木構造と一体となって機能する機械設備において、従前の2次元図面による設計から施工に至る流れでは、設計段階において現場条件や土木構造と機械設備の整合を完遂できない場合がある。そのため必要な箱抜きの欠落や干渉が施工段階で明らかになり、系統機器配置・配管類や施工法の複雑化、ひいては維持管理性の低下などが生じるリスクがある。

特に、大規模な施設あるいは特殊な設計の施設において、土木構造の設計が完了あるいは一定以上進捗してから機械設備の実施設計に入るケースがある。このようなケースの場合、全体像を把握しにくい2次元図面を基にした従前の設計・検討方法のみでこれらのリスクを排除することは難しい。

よって、これらのリスクを排除するために、機械設備を含む土木構造がBIM/CIMモデル化される事業の設計段階において機械設備もBIM/CIMモデル化することが最も効果的である。

数量の自動算出機能は便利な機能である反面、モデルの詳細度を400以上に上げないと正確な値にならない懸念がある。

土木構造BIM/CIMモデルと機械設備BIM/CIMモデルの統合には、IFCファイルを介する方法が考えられるが、形状が適切に変換出来ない場合もある。このような場合

には、「①SAT、STEP、DWG、IGES 等他のファイル形式を介した変換の可否」、「②採用したソフトウェアに適合するビューワソフトの活用」を検討する。ただし、ビューワソフトの使用は、あくまでモデルの「確認」が目的であるため、修正が必要となった場合は、土木構造・機械設備各々のオリジナルファイルで修正するものとする。

また、設計段階において BIM/CIM モデル化されていない設計図書に基づき、工事施工者が BIM/CIM モデルを構築するケースにおいては、これまでの試行工事例より、関係者間における意思決定の迅速化（会議等の時間短縮）、据付作業の見える化による作業技術者間の手順周知徹底など目的が明確である場合にその達成効果は大きいことが分かっている。その反面、BIM/CIM モデルを新たに作成する必要があることから、労力が大きく、費用対効果が低下してしまうケースもあった。従って、工事施工段階において BIM/CIM モデルを構築する場合は、受発注者間で目的を明確化した上でモデル化の範囲、詳細度を良く検討し、合意しておく必要がある。

4.3. 事業説明、関係者間協議

4.3.1. 活用内容

近隣住民説明会や関係自治体、工事区域に関係する機関等への事業内容及び工事内容の説明・協議する際に、BIM/CIM モデルを活用する。

【活用事例】

頭首工工事場所の立地条件及び構造物の完成イメージを拡張現実（AR）で説明
・工事場所の立地状況を 3 次元モデル化し、さらに構造物の完成イメージを、拡張現実（AR）技術を用いて、説明した。
・近隣住民や関係者に事業概要を分かりやすく説明でき、関係者の理解促進や合意形成の迅速化につながった。



図 4-5 事業説明、関係者間協議において活用する BIM/CIM モデルの例(1)

出典：BIM/CIM 活用ガイドライン（案）第 2 編 河川編 5. 施工（令和 4 年 3 月 国土交通省）

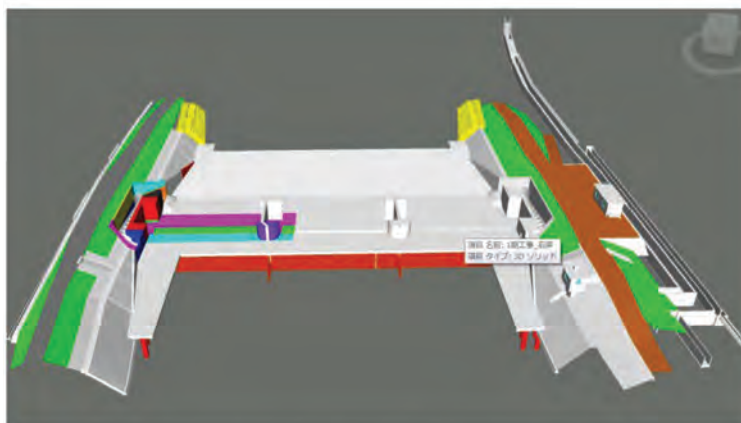
【活用事例】

頭首工工事の施工方法、施工順序の近隣住民、関係者への説明

- ・複雑な構造形状と施工順序を3次元モデル化し、地元住民や漁業関係者への事業概要説明に活用した。
- ・複雑な施工計画を一目で理解することができ、合意形成が容易となるとともに、施工順序をアニメーション化することにより、作業員、近隣住民にも工事内容の理解度が向上した。



施工順序毎の3Dデータ作成→アニメーション化



3D化により複雑な構造の理解度向上

図 4-6 事業説明、関係者間協議において活用する BIM/CIM モデルの例(2)

出典：BIM/CIM 活用ガイドライン（案）第2編 河川編 5. 施工（令和4年3月 国土交通省）

＜各施工ステップにおける河川仮締切りの状況＞

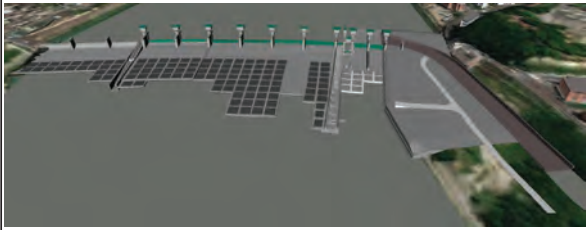
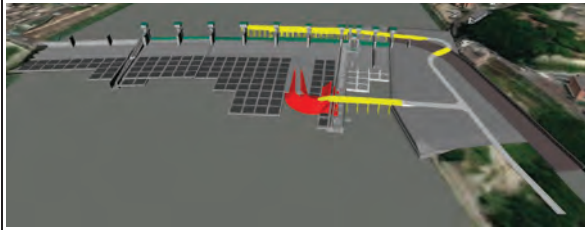
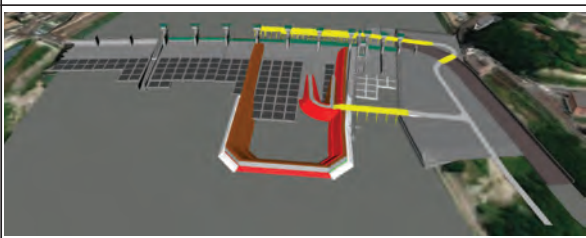
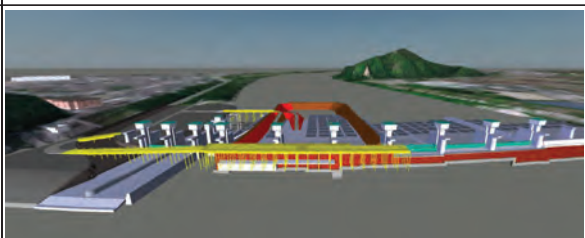
①工事用進入路整備工設置時点	②上下流横断仮棧橋工（上流側） 仮棧橋工および場内仮設道路工（下流側）時点
	
③仮締切工：盛土等（下流側）	④仮締切工：鋼矢板等（上流側）
	

図 4-7 事業説明、関係者間協議において活用する BIM/CIM モデルの例(3)

4.4. 施工方法（仮設備計画、工事用地、計画工程表）

4.4.1. 活用内容

仮設備の配置や施工手順、工事の進捗状況等を BIM/CIM モデルを活用し視覚化することで、計画の策定、関係者間での情報の共有を行い、事業推進の効率化・高度化を図る。

【活用事例】

- ファームポンド新設工事の仮設計画検討、施工計画の関係者への説明、構造物の把握
- ・本現場では限られた工事敷地内に表土や残土の仮置き、足場材・鉄筋・型枠材・管材を置く資材置場が必要であり、これらの確保と工事用道路およびクレーンやポンプ車の設置箇所の確保のため、3D 計画モデルを作成し、発生する可能性のある不具合の予測に活用した。
 - ・作業従事者に対しても 3D 計画モデルを用いた施工計画の説明を行うことで施工計画のイメージや手順を共有した。
 - ・複雑な構造物を一目で理解することができ、作業員の工事内容理解度が向上した。

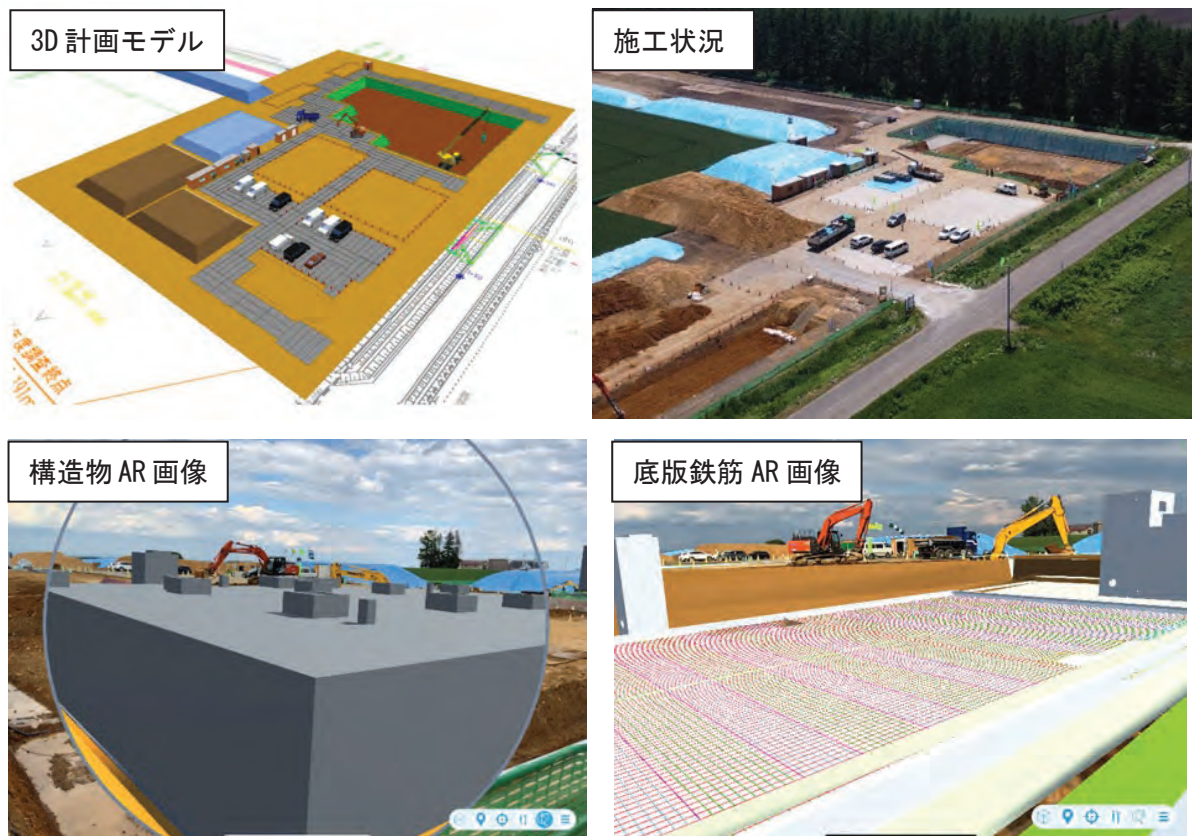


図 4-8 施工方法（仮設備計画、工事用地）において活用する BIM/CIM モデルの例

4.5. 施工管理（品質、出来形、安全管理）

4.5.1. 活用内容

3次元測量データや BIM/CIM モデル、通信機器などを活用することで、ICT 施工や段階確認、出来形計測、安全管理の効率化、高度化を図る。

【活用事例】

- ・頭首工本体工の出来形管理において、3次元計測から得られる点群データを用いてパソコン画面上での出来形計測を実施。
- ・高所での危険作業の低減及び出来形計測における省力化が図られる。

（*当事例は、成果としての出来形計測ではなく、受注者が構造物の3次元出来形計測の有効性検証として実施されたものである。今後一般汎用化の検討が必要な事例である。）



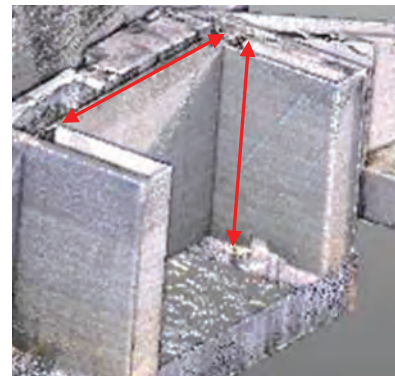
3D計測状況（壁側面）



3D計測状況（壁上面）



3次元測量から得られた点群データモデル



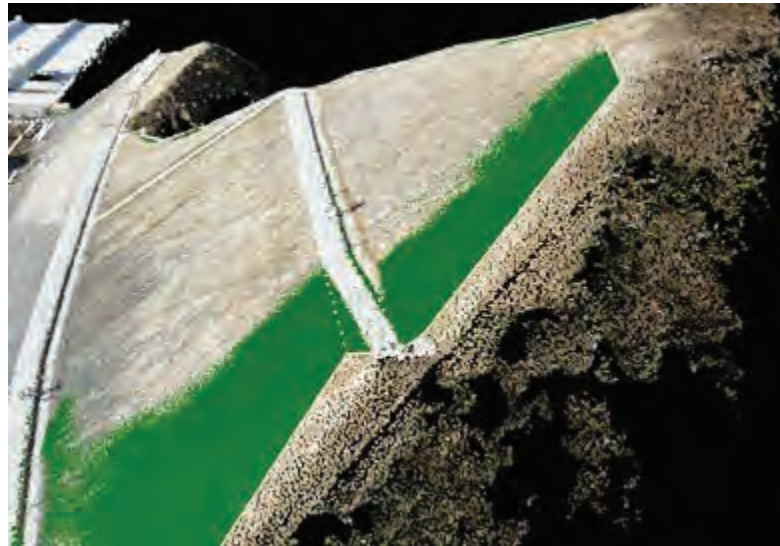
3次元閲覧ソフトにて計測

図 4-9 施工管理（品質、出来形、安全管理）において活用する BIM/CIM モデルの例(1)

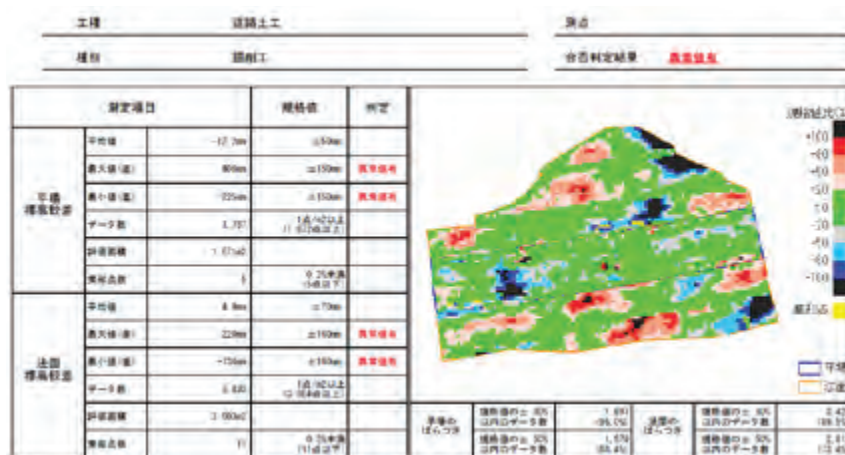
出典：BIM/CIM 活用ガイドライン（案）第2編 河川編 5. 施工（令和4年3月 国土交通省）

【活用事例】

- ・切土法面の出来形管理において、3次元計測から得られる点群データを用いてヒートマップを作成し、出来形管理、監督職員の検査を実施
- ・高所での危険作業の低減及び監督検査業務における受発注者双方の省力化が図られる。



3次元測量から得られた点群データモデル
出典：国土交通省 国土院 国土院 国土院



出来形管理ヒートマップ

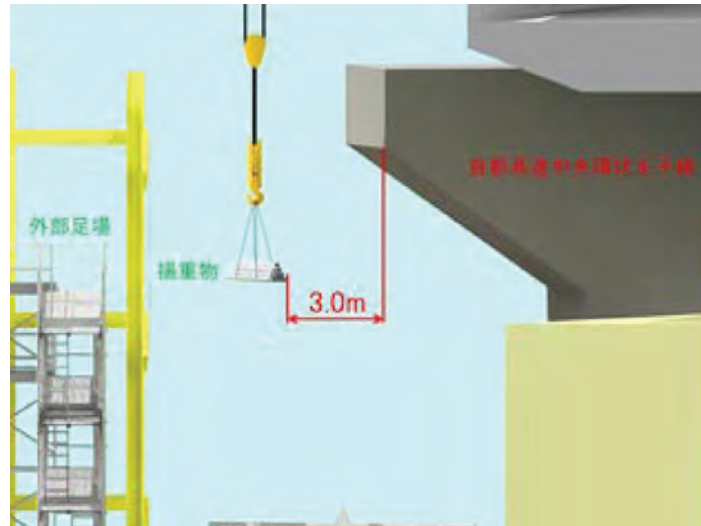
図 4-10 施工管理（品質、出来形、安全管理）において活用する BIM/CIM モデルの例(2)

出典：BIM/CIM 活用ガイドライン（案）第2編 河川編 5. 施工（令和4年3月 国土交通省）

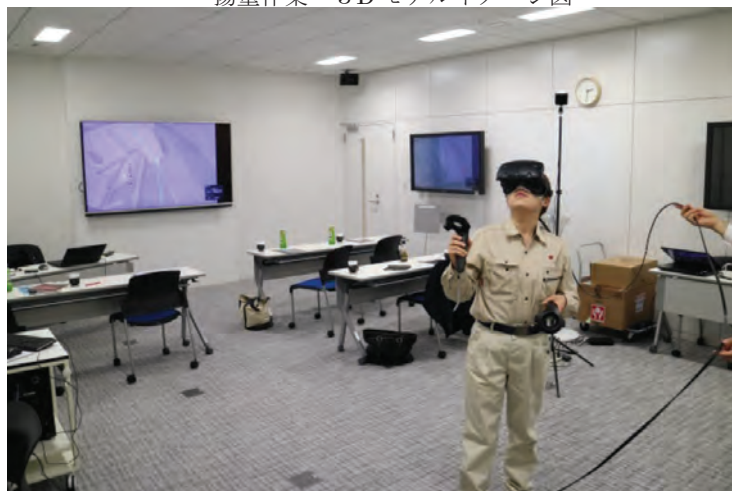
【活用事例】

BIM/CIM モデルの仮想現実（VR）化による実施模擬体験による安全管理

- ・ 周辺構造物に近接した揚重作業の実施疑似体験を行い、事前に揚重シミュレーションを実施し、適切な安全対策の採用につながり、安全施工を実現した。
- ・ 仮想現実（VR）や CG アニメーションは、施工者が疑似体験することで安全性の確認や対策検討の共通認識を共有できた。



揚重作業 3D モデルイメージ図



仮想現実（VR）による疑似体験状況

出典 日本建設業連合会 「2019 施工 CIM 事例集」

図 4-71 施工管理（品質、出来形、安全管理）において活用する BIM/CIM モデルの例(3)

出典：BIM/CIM 活用ガイドライン（案）第2編 河川編 5. 施工（令和4年3月 国土交通省）

○機械設備の出来形管理への活用等（参考）

機械設備の出来形計測において、レーザースキャナー（LS）を活用し、点群データを取得することで、従前の計測方法では計測できない部分の据付状況を表す補完データを得ることができる。このような計測手法により得られる各種データを 3 次元設計データと比較することで、より全体的な出来形確認が可能となり、出来形管理の品質向上あるいは効率化が期待される。

得られたデータは詳細度 400 の 3 次元モデルを作成するためにも活用できる。また、点群データそのものも出来形データとしてその後の維持管理に活用できる。

このように狭隘な現場の施工、既存設備の整備・更新工事における出来形管理などにおいて、点群データが今後の維持管理上有益な場合がある。

ただし、機械工事施工管理基準に対応できる測定機器の仕様、点群データの取得方法、点群データ自体の利活用方法、点群データからのモデリング（専用ソフトウェアの機能）については今後の実施事例により明らかにしていく必要がある。点群取得密度が低いと精度が低下し、高すぎるとデータ量が非常に大きくなり、活用しにくいものになることがある。したがって、点群データを活用する場合は、取得箇所や計測条件についてあらかじめ発注者と受注者で合意しておくことが重要である。なお、2018 年度に国土技術政策総合研究所で実施した排水機場全体の点群データ取得事例における測定機器の概略仕様、測定方法、精度、データ容量を参考資料として以下に示す。

- 測定器仕様：レーザースキャナー 測定範囲 0.6～20m 測定速度 976000 ポイント/s
- 測定方法：機場屋内外測定点数 139 カ所、点群マッチング（球形マーカー使用）
- 精度：モデル代表評定点による標高方向の TS 計測値との比較（任意 10 点） -2.27 ～3.05 mm（平均+1.59 mm）
- 対象施設規模：土木構造平面規模約 31m×16m、建屋高さ約 10m ポンプ設備 φ 1350 mm 立軸斜流式×2 台（ガスタービン駆動）
- データ容量：約 32GB（機場建築構造、表層の土木構造を含む）

4.6. 既済部分検査等

4.6.1. 活用内容

3次元測量やICT施工で得られる施工履歴データなどの3次元データを利用して、出来高部分払いの数量を算出し、既済部分検査等に3次元データを活用することができる。

【活用事例】

該当事例なし。

4.7. 工事完成図（主要資材情報含む）

4.7.1. 活用内容

施工段階で作成又は更新したBIM/CIMモデルを完成形のBIM/CIMモデルとして作成する。このBIM/CIMモデルに施工段階で使用した主要材料情報や品質管理情報、出来形管理情報を属性情報等として付与することで、維持管理段階における施工段階の情報確認の効率化、高度化を図る。

付与する属性情報等については、受発注者間で事前に協議するものとする。

【活用事例】

- ・施工した材料等の品質情報を属性情報等として付与。



図 4-12 工事完成図（主要資材情報含む）において活用するBIM/CIMモデルの例）

出典：BIM/CIM活用ガイドライン（案）第5編 道路編 5. 施工（令和4年3月 国土交通省）