

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 モデルを活用し可視化することで、計画の策定、関係者間での情報の共有を行い、事業進捗の効率化や高度化を図る。

【活用事例】

水路工工事の施工方法や施工順序における関係者への説明を行う。

- ・ 作業従事者に対しても 4 次元施工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。
- ・ 構造物の工種を一目で理解することができ、作業員の工事内容の理解度が向上した。

【各施工ステップにおける水路工の工事状況】

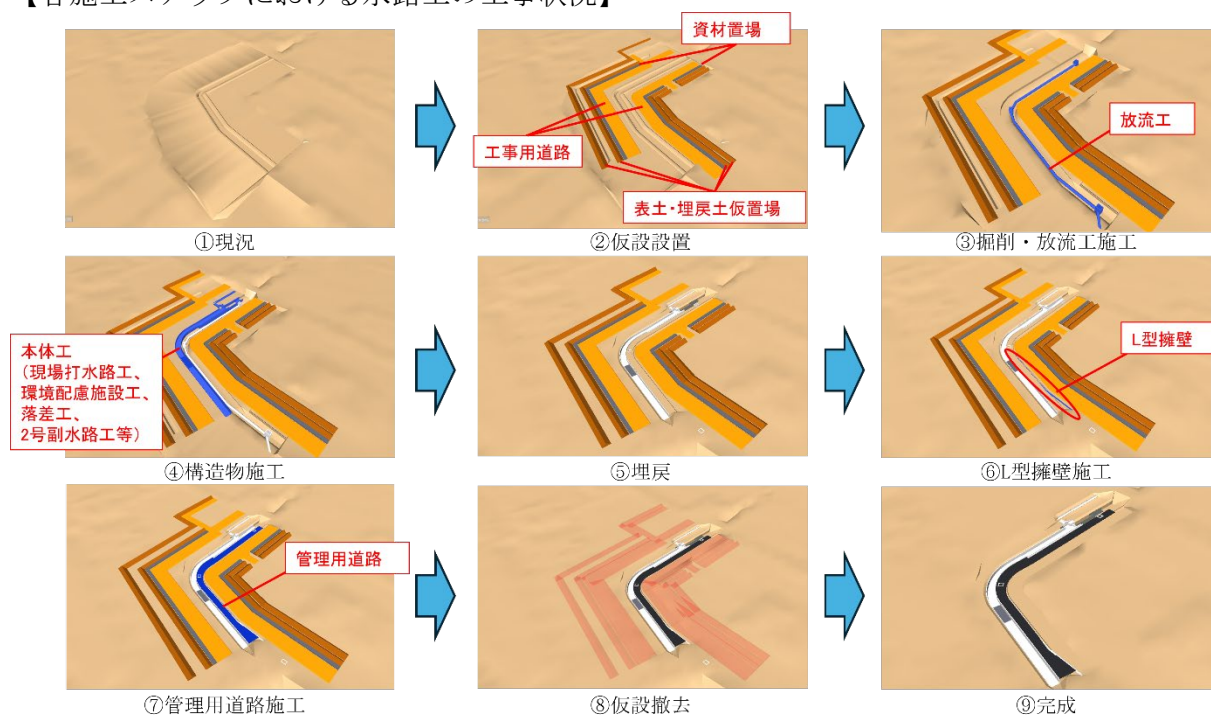


図 4-4 施工方法（仮設備計画、工事用地）において活用する BIM/CIM モデルの例

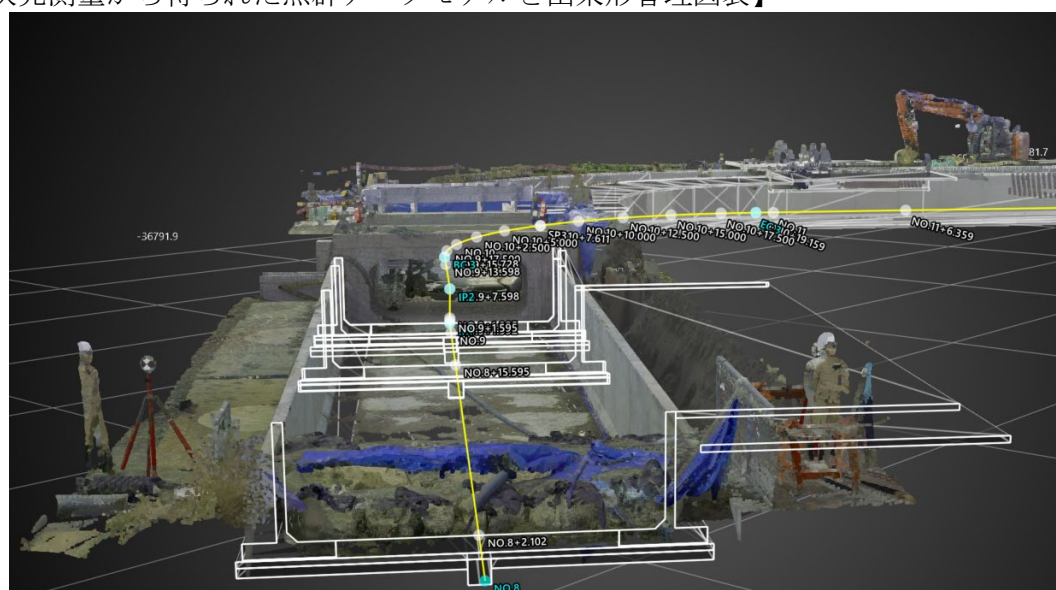
4.5.1 活用内容

3次元測量データやBIM/CIMモデル、通信機器、計測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】

- ・水路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出来形管理、監督職員の検査を実施する。
- ・高所での危険作業の低減、出来形計測の省力化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と出来形管理図表】



工種 水路工

種別 鉄筋コンクリートI型

測定者

測 定 項 目				測 定 項 目				測 定 項 目			
規 格 値				規 格 値				規 格 値			
社 内 規 格 値				社 内 規 格 値				社 内 規 格 値			
測 点 又 は 区 別				測 点 又 は 区 別				測 点 又 は 区 別			
平 均 値			+4				+11				+7
最 大 値			+20				-6				+20
最 小 値			-10				-2				
最 多 値			0				-4				
デ ー タ 数			n=12				+10				
標 準 偏 差			σ=9.7				+2				
							-10				
							0				

図 4-5 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

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することで、既済部分検査等の高度化、効率化を図る。

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モデルをもとに、完成形のBIM/CIMモデルを作成する。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、維持管理段階において、施工段階の情報確認の効率化、高度化が図られる。
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。

【活用事例】

施工材料等の品質情報を属性情報として付与する。

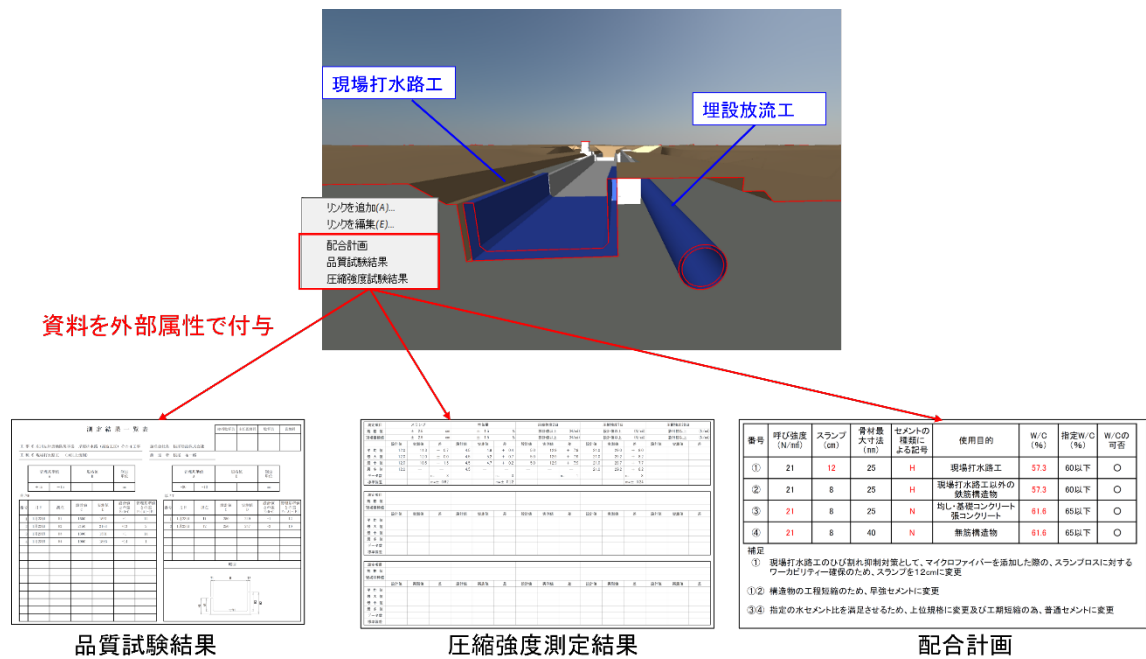


図 4-6 工事完成図（主要資材情報を含む）において活用するBIM/CIMモデルの例

5. 維持管理

5.1. BIM/CIM モデルの維持管理移管時の作業【発注者】

発注者は、工事完了に当たり、設計業務や工事で納品された BIM/CIM モデルや 3 次元データを共有サーバ等に格納し、維持管理段階で調査管理事務所・土地改良区職員等が共有・活用できるようにすることが望ましい。

【解説】

将来的には、工事完了までに作成された BIM/CIM モデル（土木 BIM/CIM モデル、測量データ及び機械設備の BIM/CIM モデル）が共有サーバ等で管理され、維持管理段階で共有し活用することを想定している。

現状の発注者側における BIM/CIM モデル執行環境は、全ての技術系職員が対応できる状況ではないため、発注者側の既存のコンピュータ性能、インストールされているソフトウェア、ネットワーク環境に配慮する必要がある。具体的には、設計や施工において得られた各種 BIM/CIM モデル及び点群データ等の 3 次元データは適切に保存管理する一方で、これらの必要情報を PDF/E（ISO24517 規定による 3 次元の PDF ファイル形式。商用通称である 3D-PDF が該当する。）などの発注者側の一般的パソコンで取り扱えるファイル形式に変換するなどの方策が考えられる。

また、BIM/CIM モデルと維持管理情報データベースの連携が非常に重要である。BIM/CIM モデルに付与された属性情報の多くは、設備台帳で取り扱う重要な情報となる。そこで、3DCAD ソフトウェアに属性情報のアウトプット機能がある場合これを有効活用し、維持管理情報データベース上の施設台帳の作成や更新に役立てるものとする。設備台帳に付与された属性情報や、従来の 2 次元図面に併せて格納された PDF/E を活用することで、現場状況が分かりやすくなる。

また、必要に応じて、維持管理での使用用途に応じて BIM/CIM モデルを更新することが望ましい。なお、設計・施工で作成した BIM/CIM モデルについても、災害対応や施設更新時に必要となることから、あわせて保管、共有できるようにすることが望ましい。

なお、維持管理段階では測点や経緯度座標で対象位置を確認している。BIM/CIM モデルを活用する場合でも、この測点や経緯度座標を BIM/CIM モデル上に表現すると共に属性として付与することが望ましい。

5.2. 水路工における BIM/CIM モデルを導入する目的と効果

5.2.1 水路工における BIM/CIM モデル

水路工において新たに BIM/CIM モデルを作成する場合には、NN ガイドライン（水路工編）第3章 設計を参考に、用排水路や水路施設（分合流施設、量水施設等）の外形形状をモデル化するとともに、使用目的に応じてモデル化する対象や詳細度を選定する。

また、設計、施工時の記録（実施設計図、竣工図、施工出来形図等）から BIM/CIM モデルを作成するケースと、維持管理段階で新たに BIM/CIM モデルを作成するケースが考えられる。次項以降で示す、維持管理における BIM/CIM モデルを作成する目的と効果を参考にモデル構築されたい。

5.2.2 維持管理における BIM/CIM モデルを作成する目的と効果

日常管理を担う土地改良区等の職員は水路施設の名称や位置関係を記憶しており、通常時は水利用機能が確保されているか巡回監視することが主な作業であることから、BIM/CIM や3次元表示の必要性は低い状況である。しかし、BIM/CIM は形状の3次元化による把握と情報の蓄積という機能があるため、BIM/CIM モデルを活用することで以下のような効果が期待できる。そのため、維持管理段階でも有効に活用することが望ましい。

①視覚化による効果

土地改良区や土地改良調査管理事務所等の職員が人事異動により交代した初期段階で構造や配置を理解する場合、年次報告などを受け取る側、機能診断実施時の業務受注者などは BIM/CIM モデルによる位置関係の確認が効果的である。

②データ蓄積による効果

通常時のデータ蓄積は、関係機関等への情報公開や定期報告時の作業が効率化する。

この効果はそれほど大きくないが、地震や豪雨災害発生等により地下水位の変化、局所的浮上の可能性や埋設区間の漏水・破損等の異常が起きた場合は速やかに蓄積したデータから傾向を把握して安全性を確認し、早期に復旧を図る必要があるため、日常からの情報蓄積と一元化が重要である。

③管理の効率化

水路工は他の工種と異なり、管理延長が長大で、ゲートや分土工等の付帯施設や落差工、急流工等の付帯構造物が多数配置されているという特徴がある。また、水路工の維持管理は多岐にわたり、分水位とゲートの堰上げ、水路の転落防止における安全施設の点検、法面雑草の繁茂状況と草刈り、水温・水質管理等がある。水路工への BIM/CIM 適用においては、最初からフルスペックの適用を前提にせず、段階的な取組を推進することが重要である。具体的には、平面図上に水路工の中心線モデルや現地で取得した点群データを背景にして付帯情報を付与する方法、横断工や埋設管等、複雑な階層構造をもつ箇所やボーリング地点等は 3 次元モデルを作成するといった、2 次元図面と 3 次元モデルを織り交ぜた 2.5 次元モデルのフレームの作成が効果的である。

④管理の高度化

農業農村整備事業では、水路工の新設工事は少なく、既存施設の監視及び機能保全対策が主体であることから、水路工における BIM/CIM の統合モデルを水管理システムに組み込み、維持管理の省力化と、ほ場末端まで一元化した水管理に応用できると考えられる。

5.3. 維持管理における BIM/CIM モデルの活用例

BIM/CIM モデルには、建設生産・管理の段階で得られた各種情報を属性情報等として付与することができるため、維持管理の各業務に必要な情報を BIM/CIM モデルから取り出し活用することができる。

【解説】

下表に、維持管理段階での日常時・災害時に分けて BIM/CIM モデルの活用例を示す。活用場面によっては、必要な属性情報等を設計ないし施工段階の BIM/CIM モデルで付与しておくか、維持管理段階移管時に設計、工事の電子成果品等から BIM/CIM モデルに紐付ける必要がある。なお、発注者は維持管理段階に必要な属性情報等について設計・施工段階であらかじめ協議して整理しておくものとする。

表 5-1 維持管理段階での BIM/CIM モデル活用例（日常時）

活用場面 (ユースケース)	概 要	活用する属性情報等 () 内は付与する段階
資料検索の効率化 ※1	発注者が日常的に維持管理に必要な各種情報を、3 次元モデルの対象部材をクリックして表示される情報リストから選ぶことができ、検索性が向上する。	・設計図（設計段階） ※3 ・竣工図（施工段階） ※3 ・管理台帳（維持管理段階） ・点検記録（維持管理段階） ・補修記録（維持管理段階）
劣化・損傷原因の究明と対策工選定の適切な判断 ※2	3 次元モデル上に損傷状況を表現させることで、水路のひび割れ等の変状の原因が判断しやすくなる。また、必要な補修・補強方法の選定を適切に行うことができる。	・設計図（設計段階） ※3 ・竣工図（施工段階） ※3 ・点検記録（維持管理段階） ・補修記録（維持管理段階）
水路等施設周辺の地下埋設物等の事故防止	施工者が水路施設などの更新や補修、拡張を行う場合に、地下埋設物の情報が BIM/CIM モデルに含まれていれば、施工時の事故防止や事前に適切な対策工を行うことができ、手戻り防止などの効果が期待できる。	・損傷の種類・損傷度（維持管理段階） ・点検日（維持管理段階） ・補修方法・補修日（維持管理段階）
水路等施設の更新や拡張時の各種協議の円滑化	水路等施設の更新や拡張を行う際の関係者との協議に 3 次元モデルを用いることで各種協議において共通認識が得やすくなり、意思決定の迅速化が期待される。	・既存施設の諸元 ・更新・拡張施設の諸元
教育や引き継ぎの円滑化	水路等の施設において、若年技術者への指導や事業引継時の留意点の確認などを行う際には BIM/CIM モデルを用いることで効率化が期待される。	・ゲート等操作マニュアル（維持管理段階） ・点検記録・補修記録（維持管理段階）

※1 維持管理にモデル更新が必要、※2 対応機能を有するツールが必要、
※3 2 次元図面を指す

表 5-2 維持管理段階での活用例（災害時）

活用場面 (ユースケース)	概 要	活用する属性情報等 () 内は付与する段階
事故発生時の類似部材・工種検索の効率化	発注者は、ほかで発生した事故原因となった同種の部材や工法等、設計年度などを検索するときに、BIM/CIM モデルに関連情報を付与しておけば、容易に検索することができる。	・適用工法（設計・施工段階） ・適用基準（設計・施工段階） ・使用製品（施工段階） ・設計者（設計段階） ・施工者（施工段階）
被災程度の把握等の効率化	地震、豪雨等による被災後に、レーザースキャナ (LS) 等を用いて法面の損壊等の被災箇所を計測し、3 次元データ（初期値等）と比較することで、被災程度の把握とともに、復旧対策に必要な土量算出等の検討が効率化できる。また、法面の変状を面的に把握することで、損壊等の危険性を有する箇所の抽出が可能となる。	・3 次元データ（3 次元施工管理データ）（施工段階） ・被災箇所、法面等の計測結果（維持管理段階）
被災後調査における情報確認	被災した水路施設等の損傷原因を検証する際に必要となる構造計算データ、材料データ等の関連情報を BIM/CIM モデルに付与しておくことで、被災後調査の情報が容易に収集できる。	・竣工書類（品質管理記録、工事写真記録等）（施工段階） ・設計計算書（設計段階） ・使用材料（施工段階） ・点検結果（維持管理段階） ・周辺地形データ（施工段階）

5.3.1 点群データに情報を蓄積して維持管理に BIM/CIM を利用する方法

3次元モデルの作成については、被災があった場合に概略の影響範囲が確認できる詳細度 200 程度であっても、施設延長が長い水路工のモデル作成にはコストがかかる。そのため、効率的に管理するために全てを 3次元モデル化するのは現実的ではない。

近年では、短時間かつ広範囲に地形や構造物の形状をスキャンができることから、被災状況の調査や出来形管理において、UAV や地上レーザスキャナ等を用いた点群データの活用が、浸透しつつある。水路工においても、点群データを用いることで、モデル作成に関する労力が削減されることが期待できる。

一方で、点群データからの BIM/CIM モデルを作成する手法は専門ソフトウェアの機能に依存しており、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。

このため、点群データにより形状を再現し、属性を付与するための球体オブジェクトを作成して、属性情報（施設諸元、2次元図面、写真や変状等）を付与させた 3次元の台帳としての活用が有効であると考えられる。なお、現段階における点群活用においては、点群データを間引いてデータ量を減らす必要がある。

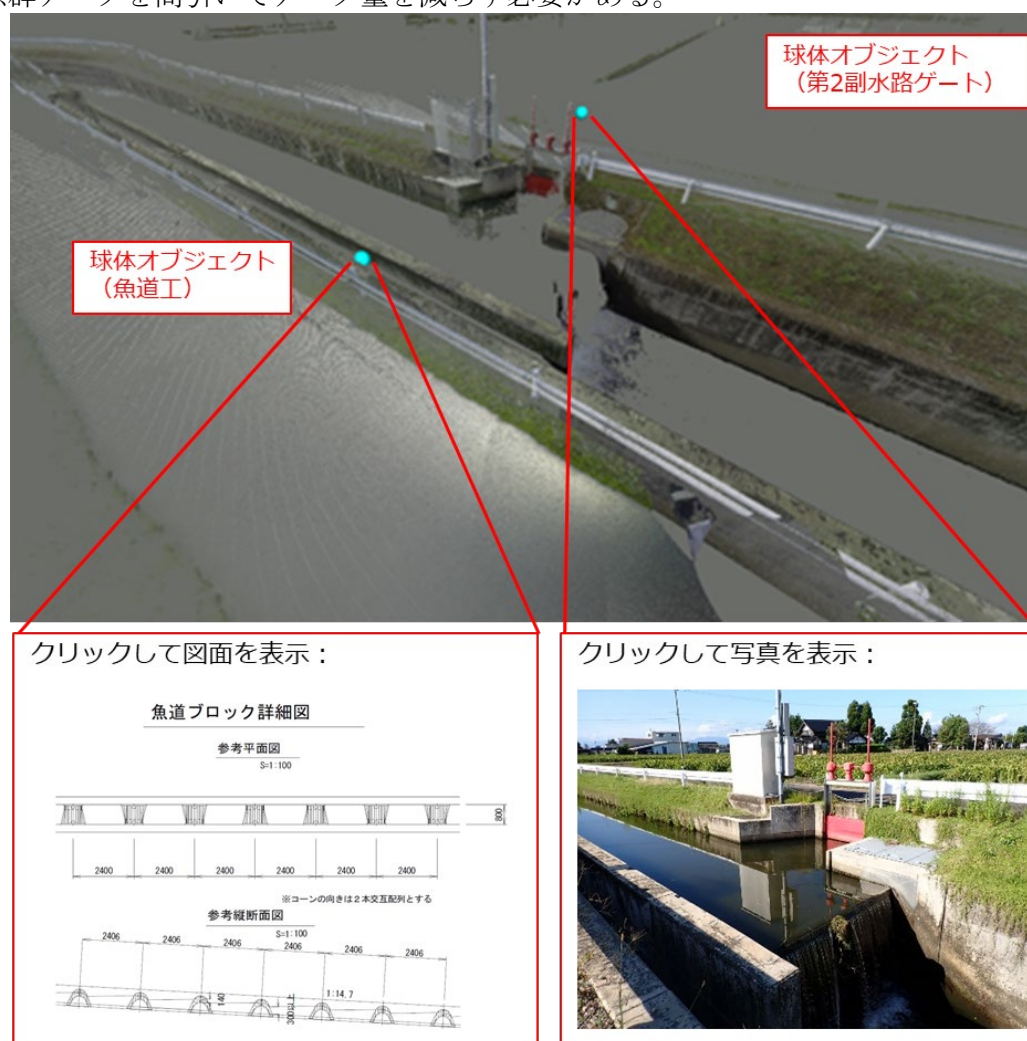


図 5-1 維持管理段階の活用イメージ（点群データを維持管理に直接利用する方法）

5.3.2 中心線モデルの活用

管理延長が長大で、ゲートや分土工等の付帯施設や落差工、急流工等の付帯構造物が多数配置されているという特徴をもつ水路工においては、経済性の観点からモデルを作りこまず、詳細度 100 の中心線（通水施設の中心線形）でモデル化することも有効である。

水路系統全体等、広範囲でモデルを作成する場合は、中心線上に位置するゲート、分土工や取水工等の付帯施設について球体オブジェクトを作成し、属性情報（施設諸元、2 次元図面、写真や変状等）を付与することで、5.3.1 項の点群データの活用と同様に、3 次元の台帳としての活用が有効であると考えられる。

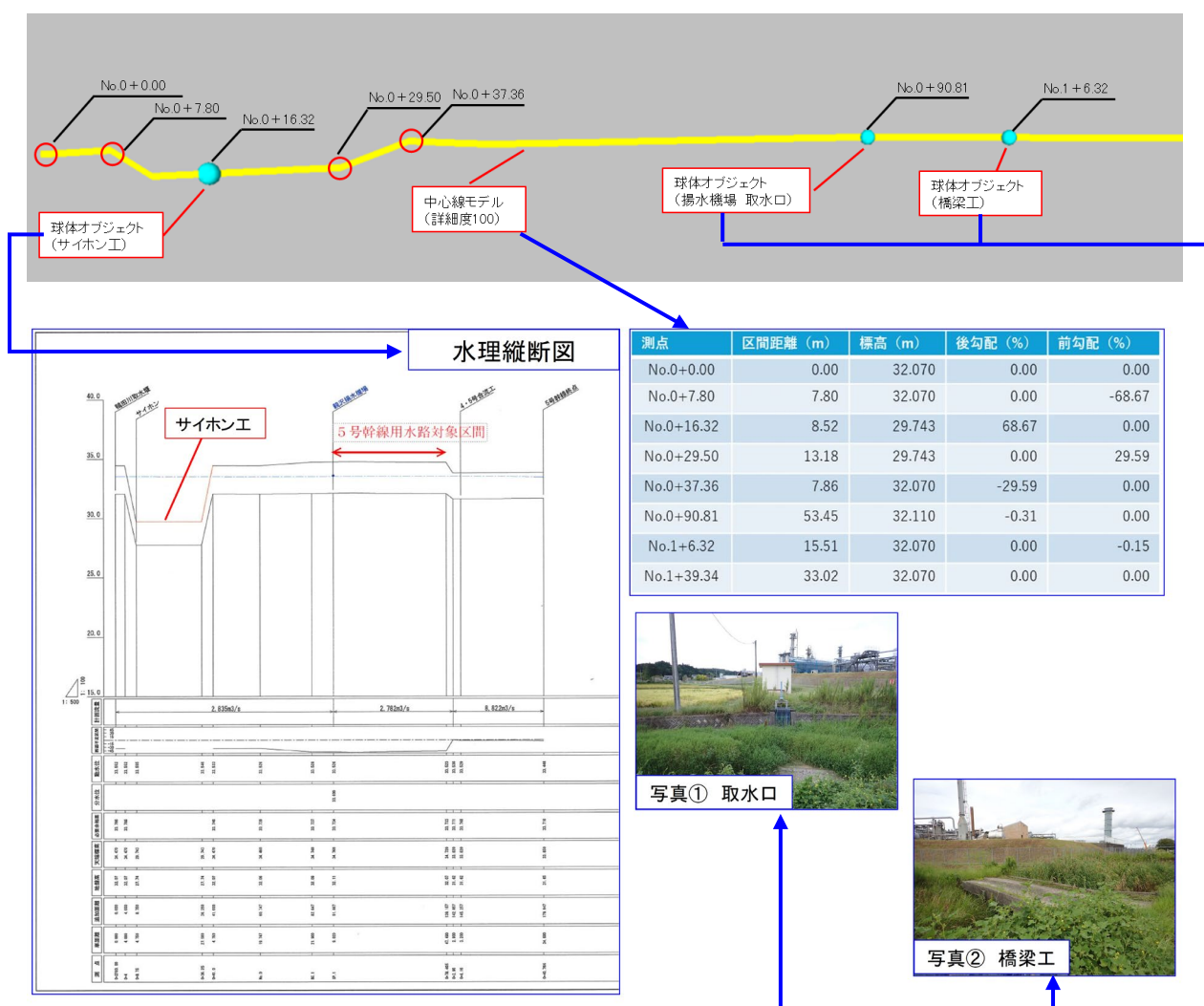


図 5-2 維持管理段階の活用イメージ（中心線モデルの活用）

5.3.3 機能診断結果と BIM/CIM モデルの紐づけ

水路工における施設管理者の維持管理作業として、機能保全計画に基づく点検等が挙げられる。通常の維持管理においては、エクセルで補修履歴や健全度を管理していることが多い。

こういった状況を踏まえ、属性情報に施設健全度（施設状態評価表）や保守履歴等を入力できるようにし、健全度を選択すると該当の BIM/CIM モデルを表示することで、円滑な施設の確認や維持管理が可能となる。

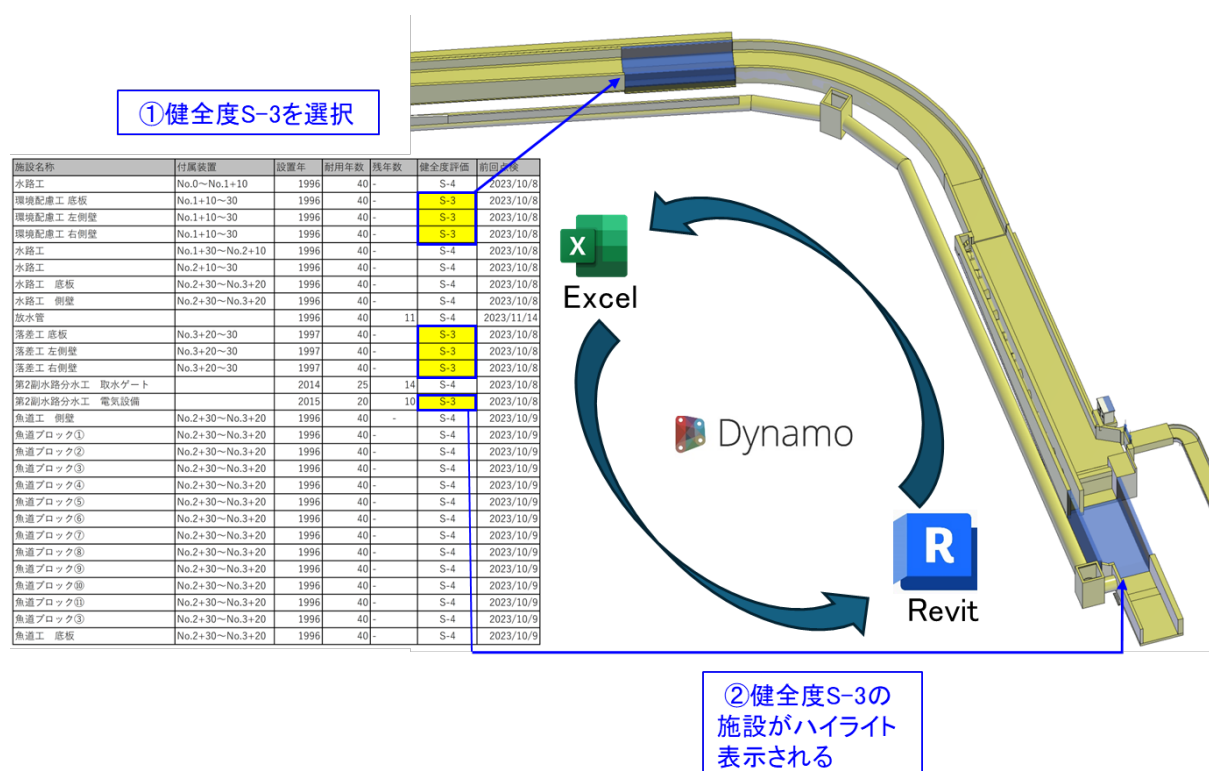


図 5-3 維持管理段階の活用イメージ（機能診断結果と BIM/CIM モデルの紐づけ）

5.3.4 軟弱地盤地帯の施工後モニタリング

圧密沈下や液状化が想定される軟弱地盤等での水路工の施工において、3次元データの活用やデータの蓄積により、沈下進行のモニタリング、水路構造物の変形度合いの把握や、地盤の挙動予測への利用に期待できる。

ここでは、点群データから取得したヒートマップより、水路工の出来形評価を行っている事例を以下に掲載するが、施工後も同様な手法を維持することで、沈下量のモニタリングが可能である。



図 5-4 維持管理段階の活用イメージ（軟弱地盤地帯の施工後モニタリング）