

3. 設計

3.1. 基本設計

基本設計では、目的とする構造物の比較検討段階において最適案を選定するため、測量成果、地質・土質調査成果なども BIM/CIM モデルとして可視化し、設計業務の効率化・高度化に取り組むものとする。

【解説】

基本設計段階では、従来の 2 次元情報に基づき行っていた比較検討などについて、BIM/CIM モデルを活用することで形状情報を立体的かつ多角度からの視点での確認を容易にし、また、3 次元ソフトウェアの自動設計機能などを活用することで複数の比較案を効率的に作成することが可能となり、業務の効率化や高度化が期待される。

また、現地調査結果や文献情報のうち形状情報として可視化できるものは 3 次元化し、属性情報等を付与し BIM/CIM モデルを後工程に引き継ぐことで、情報の利活用性を向上させ、効率化や品質の向上も期待される。

これら記載している事例は活用を推奨しているものであること、また、活用する BIM/CIM モデルの要件については目安であることに留意し、必要に応じて受発注者間で事前協議等を行うものとする。

3.2. BIM/CIM モデルの基本的な考え方

3.2.1. 水路工モデル作成対象

作成する BIM/CIM モデルは、通水等施設の本体工（基礎、継手・目地等含む）、保護施設、安全施設、管理施設や、通水等施設周辺の現況地形とする。

加えて、用排水計画諸元（用排水系統、設計流量、計画水位等）、設計に関わる基本的な重要条件等を明記するものとする。

また、施工時に配慮すべき事項（環境、用地等）や留意事項（地下埋設管、用地境界等）についても施工者に伝達されるようわかりやすく明記することが望ましい。

【解説】

水路工の設計では、用排水の基本的諸元に基づき通水等施設の諸元が決定される。したがって、水路工のモデル作成に当たっては、用排水計画等の考慮すべき各種条件を示すことが重要である。

BIM/CIM モデルの構成として、大きく「地形（現況）の BIM/CIM モデル」、「構造物（計画）の BIM/CIM モデル」を基本とし、更に BIM/CIM モデルは形状を示す「3 次元形状データ」と情報を示す「属性データ」から構成する。

3.2.2. モデル作成指針

水路工の BIM/CIM モデルの作成指針を次に示す。BIM/CIM モデル作成にあたり、施工で利用することを念頭に置いた形状とする。また、維持管理で利用することも考慮して設計値等の属性情報等を構築する。

表 3-1 水路工の BIM/CIM モデルの作成指針

モデル	作成指針
地形モデル	現況地形を表現可能な精度、分解能をもつデータ（航空レーザ測量、地上レーザ測量、UAV 写真測量等）から作成する。3 次元モデル使用したデータや作成方法は BIM/CIM モデル作成事前協議・引継書シートや BIM/CIM 実施報告書に明記する。 また、土地利用種別、現況構造物、近接構造物、用地境界、地下埋設物等の、設計時における設計条件、重要事項や配慮事項に係る情報を地形モデルに付与又は外部データとしての関連付けを行うことが望ましい。 作成する範囲は、従来（2 次元 CAD）の全体一般図等に表示される程度をモデル化する。 【地形形状】 現況地形モデルは、サーフェス（面-TIN 形式） 【留意事項（モデルの軽量化）】 地形データを詳細に作成しすぎると、操作性が悪くなることもあるため、モデル化の範囲、詳細度を十分に検討して作成する。
地質・土質モデル	地質・土質調査成果に基づき、ボーリングモデル、テクスチャモデル（準 3 次元地質平面図）・準 3 次元地質縦断面図・準 3 次元地質横断面図モデル等を作成又は更新することが望ましい。（詳細は「2.2.地質・土質モデル作成指針」を参照。） なお、詳細な地質・地盤解析を行う場合等において、3 次元地盤モデル（サーフェスモデル・ボクセルモデル）を作成する場合、入力データ（座標値を持つ）や使用した地層補間アルゴリズム（及びそのパラメータ）等も明記した資料・データも添付する。 【留意事項】 地質・土質モデルは推定を含むモデルであり不確実性を含んでおり、地質・土質や推定に起因する設計・施工上の課題（地質・土質上の課題）や留意事項は、事前協議・引継書シート（NN ガイドライン（共通編）参照）に記載して引き継ぐこととする。
構造物モデル	構造物モデルは、3 次元 CAD ソフト等を用い、ソリッドモデルにて作成する。構造物モデルの作成においては、作成する部材種類が多く、作成範囲が多岐に渡るため、BIM/CIM モデルの作成前に、その業務やその後の工事施工段階で必要と想定される作成範囲、作成レベルについて、あらかじめ、受発注者間協議により決定する。なお、作成した構造物モデルの単位（mm、m、km 等）を明示する。
統合モデル	地形モデル、地質・土質モデル、構造物モデル等の BIM/CIM モデル、3 次元モデルやその他の電子情報（イメージデータ、GIS データ等）を統合して作成する。 住民説明等の利用目的に応じて、関連して整備される施設等もモデル化する。
施 工 計 画 モデル	施工計画に基づき、施工の流れが把握できるように、仮設工（仮設用排水路、工事用道路等）を含む参考モデルとして施工計画モデルを作成する。必要に応じ、施工ステップ単位での施工計画モデルを作成する。また、可能な範囲で各施工ステップモデルに時間軸を付与し、施工段階で関係者への施工説明に活用できる施工シミュレーションモデルを作成する。

(1) 地形モデル

ア 現況地形に用いるデータ

現況地形を表現可能な精度、分解能をもつデータ（航空レーザ測量、地上レーザ測量、UAV 写真測量等）から作成する。

イ 地形形状

現況地形モデルは、現況地形を表現できる精度や分解能を持ったデータから作成する。また、構造物モデルを作成した後に土工等、数量算出を行う必要があることから、数量算出を行えるように、サーフェス（面-TIN形式）とする。作成に際して、基にしたデータ、補間方法、データ処理手順などを明記する。

用地境界、地下埋設物等の施工上で重要な情報のうち詳細が不明確な場合は、施工時に確認する旨が分かるように整理する。また、土地利用種別、現況構造物（分土工、用排水機場、周辺家屋等）については、BIM/CIMの活用目的に応じて構造物モデルを別途作成し、必要な詳細度を設定するものとする。

設計時における現況地形に係る設計条件や重要事項、配慮事項は、モデル内での見落としが生じないように、地形（現況）の3次元モデルに付与や関連付けすることが望ましい。

＜設計時における現況地形に係る設計条件、重要事項や配慮事項の例＞

- ・地質情報（土層改良等）
- ・現況構造物、近接構造物、地下埋設物（用排水管路等）
- ・用地境界及び境界杭
- ・環境情報（重要種や貴重種等の生物情報や文化財、景観重要構造物等）

(2) 地質・土質モデル

地質データについては、業務遂行上必要とされる部分や、施工段階を考慮した構造物モデルを作成するための作成範囲やレベルをあらかじめ受発注者間協議により決定し、モデル作成を行う。

地質・土質モデルの内容となる地質・土質調査及び地質解析結果の情報に編集を加えることなく、そのままモデルに反映する。ただし、データの3次元的なクロスチェックを行って不適合を抽出し修正等を行ってモデルに反映する。修正及び廃棄の記録は残すこととする。

(3) 構造物モデル

構造物モデルは、3次元CADソフト等を用い、ソリッドモデルにて作成することを基本とする。これは、構造物モデルによる数量計算（体積計算）が可能となるようにすること、また、後工程でモデル修正（モデル分割等）を行いやすくするためである。

構造物モデルは、構造物の設計に一般に用いられるmm（ミリメートル）の精度で作成するものとした。これは構造物モデル作成時の単位をmm（ミリメートル）に限定するものではなく、単位をm（メートル）として、小数点以下第3位の精度でモデルを作成してもよいことを示している。

ただし、世界測地系で使用する単位はm（メートル）を規定していることから、構造物モデルを地形モデル（現況地形）や地質・土質モデルに重ね合わせる際にはm（メートル）単位で座標を合わせる必要がある。

また、同上の理由により構造物モデルは小座標系にて作成し、地形モデル（現況地形）や地質・土質モデルに重ね合わせる際には大座標系に変換すればよい。

構造物モデルを作成する単位は、作成するソフトウェアに依存するため、使用したソフトウェア、バージョン、単位を「事前協議・引継書シート」に明記する。また、構造物モデルにマテリアルデータやテクスチャデータを追加した場合は、そのマテリアルファイル、テクスチャファイルの使い方を含め、データを併せて納品する。

(4) 統合モデル

統合モデルは、関係者間協議・事業説明、維持管理等へ活用等、目的に応じて作成する。

<留意事項>

統合モデルでは、データ量が膨大にならないように詳細度の低いモデルとしておき、必要に応じて詳細度の高い詳細モデルは、属性情報のフォルダもしくは構造物等のフォルダに保存する。

(5) 施工計画モデル

必要に応じて設計段階において実施した施工検討をもとに、施工シミュレーションモデルを作成し、施工段階での BIM/CIM の活用を図りやすくする。

<留意事項>

BIM/CIM対応ソフトの中には4D（時間軸）を設定できるソフトが幾つか存在するが、現時点では4D情報交換標準は存在しない。このため、設計段階で4Dモデルを作成したとしても、施工側で利用するソフトが同一ソフトで無かった場合、4Dの情報は引き継ぐ事ができないことに留意する必要がある。

また、施工段階において施工ステップ等を確認するために施工者が4Dモデルを作成した事例はあるが、実工程表との整合を考えると仮設材や重機等、細かい部分まで作りこまないと工程表との矛盾が出る場合もあるため、モデル作成にかかる時間と手間、コストにも注意が必要である。

3.3. BIM/CIM モデル活用

水路工の基本設計段階におけるBIM/CIMモデルの活用事例を以下に示す。

【解説】

「設計業務照査の手引書（案）」におけるフローチャートを次に示す。

※図中の着色したものについて、以下に「活用項目」として事例を記載している。

設計業務を実施する中で BIM/CIM モデルを作成又は更新するとともに、従来の設計業務における確認作業を効率化及び高度化するために BIM/CIM モデルを活用する。

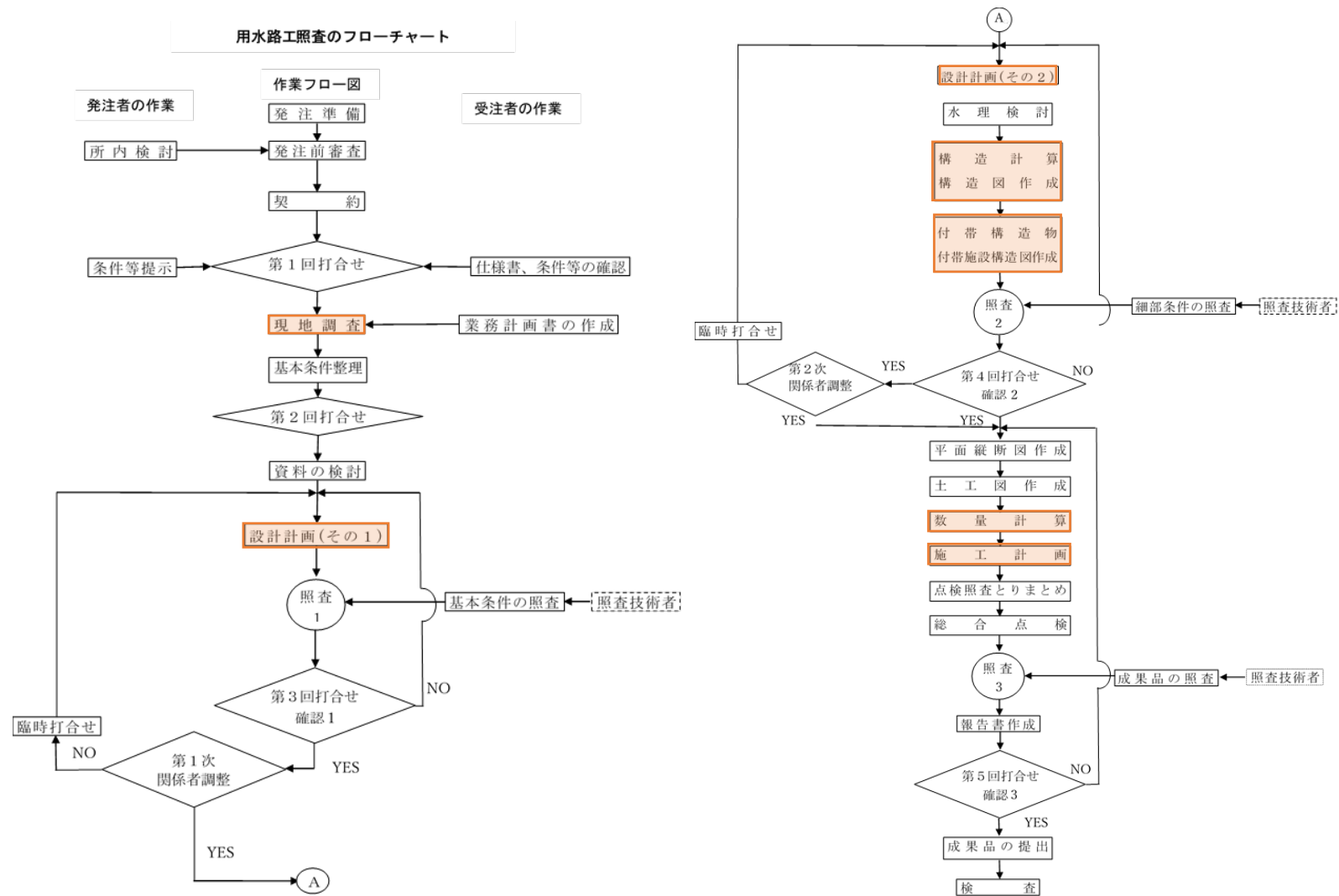


図 3-1 照査フロー（用水路工）

3.3.1. 地権者等への計画の説明資料作成

(1) 活用内容

地権者や施設管理者、関係機関との協議用資料・説明用資料を作成する場合は、BIM/CIMモデルを活用する。

【活用事例】

現況地形と計画を重ね合わせた3次元モデルにより、視覚的にわかりやすい地元説明資料として活用することで、関係者との円滑な協議が可能となる。特に、中山間地域等の傾斜地においては、整備により形成される法面の規模や、そこでの維持管理作業の労力、事故のリスク等がイメージしやすくなり効果的である。

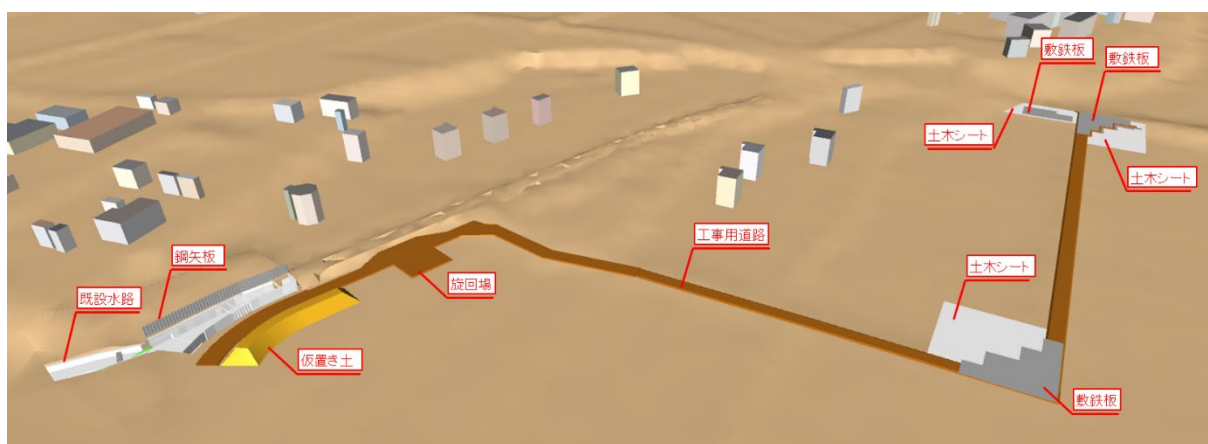


図 3-3 地権者等への計画説明において活用する BIM/CIM モデルの例（1）

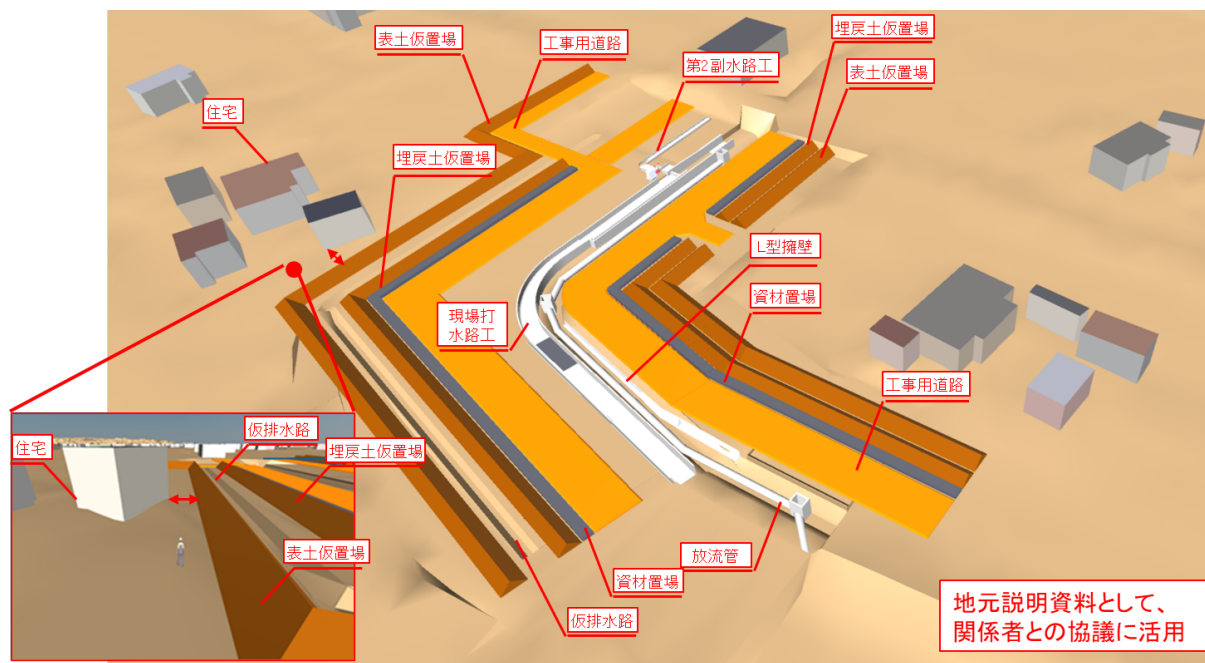


図 3-4 地権者等への計画説明において活用する BIM/CIM モデルの例（2）

(2) BIM/CIM モデルの活用方法

事業説明や関係者間協議においてBIM/CIMモデルを活用するとともに、協議調整事項を属性情報等として付与することで、合意形成の円滑化、業務の高度化、効率化を図る。

【解説】

「地権者等への計画の説明資料作成」において BIM/CIM モデルを活用する場合の BIM/CIM モデルの作成のポイント、詳細度や属性情報等の目安について、次表に示す。

次表の各項目の定義については以下のとおりである。

BIM/CIM モデル作成のポイント： 作業負担を考慮の上、協議時の確認内容で活用する BIM/CIM モデルを効果的に作成するための留意事項を示したものである。 BIM/CIM モデルの種類： 活用する主な BIM/CIM モデルの種類を示したものである。必要に応じて、ここで示す以外の BIM/CIM モデルも組み合わせることとする。 詳細度（※）： BIM/CIM モデルを用いて協議時の確認内容を把握できるよう、その段階で必要とされる BIM/CIM モデルの詳細度の目安を示したものである。 属性情報等（※）： BIM/CIM モデルを用いて協議時の確認内容を把握できるよう、その段階で必要とされる BIM/CIM モデルの属性情報や参照資料の目安を示したものである。各事業の性質や後工程での活用を考慮して、適宜取捨選択することとする。 （※）ここで示すものは最終的な設計成果物に至るまでの各段階における目安を示したものであることに留意されたい。

表 3-2 「地権者等への計画の説明資料作成」における BIM/CIM モデルの要件

No.	確認内容 ※下線部は照査内容のうち、BIM/CIM の活用が期待される項目	BIM/CIM モデル 作成のポイント	使用する主な BIM/CIM モデルの種類	詳細度	属性 情報等
1	• <u>用地の制限条件を確認しているか（用水路工）</u> • <u>用地制限条件及び支障物件（地下埋設物を含む）等の状況を把握しているか（排水路工）</u>	• 水路施設の構造、線形、規模、法面の規模や河川、農地、管理道路等との関係性が分かる程度のモデルでよい。 • 調整内容は、簡易なモデルで位置等を示し、属性情報等を付与する。 • 営農者等の権利（所有権、利用権等）の範囲をサーフェス等で領域を示す。	• 地形モデル • 土工形状モデル • 線形モデル • 構造物モデル	～200	• 地権者、施設管理者、関係機関等との調整内容

3.3.2. 施設配置の検討

(1) 活用内容

施設配置の検討において BIM/CIM モデルを活用することで、水路施設の配置計画や景観検討の効率化を図る。

(2) BIM/CIM モデルの活用方法

水路施設の配置計画、周辺環境との調和等の景観の検討においてBIM/CIMモデルを活用することにより、業務の効率化を図る。

【解説】

「施設配置の検討」において BIM/CIM モデルを活用する場合のモデル作成のポイント、詳細度や属性情報等の目安について、次表に示す。

表の項目の解説については、「3.3.1 (2) BIM/CIM モデルの活用方法」を参照。

表 3-3 「施設配置の検討」における BIM/CIM モデルの要件

No.	確認内容 ※下線部は照査内容のうち、BIM/CIM の活用が期待される項目	BIM/CIM モデル 作成のポイント	使用する主な BIM/CIM モデルの種類	詳細度	属性 情報等
1	・ <u>用地の制限条件を確認しているか（用水路工）</u> ・ <u>用地制限条件及び支障物件（地下埋設物を含む）等の状況を把握しているか（排水路工）</u>	・ 線的な物件は線形モデル又は簡単な構造物モデルでよい。 ・ 面的に表現する場合はサーフェス又は簡単な構造物モデルで領域を示す。	・ 地形モデル ・ 土工形状モデル ・ 線形モデル ・ 構造物モデル	～200	・ 支障物件の情報
2	・ <u>周辺の環境（史跡埋蔵文化財、生態系保全、景観）の把握（用水路工）</u> ・ <u>計画路線周辺の環境状況（史跡埋蔵、文化財、生態系保全、景観）及び騒音、振動規制等を把握しているか（排水路工）</u>	・ 比較検討に必要な範囲を BIM/CIM モデル化する（必要以上の作り込みとならないように留意する）。	・ 地形モデル ・ 構造物モデル	～300	・ 比較検討結果等の情報

3.3.3. 管理道路線形の検討

(1) 活用内容

管理道路の線形の検討において BIM/CIM モデルを活用することで、設計条件に適合する最適な路線を選定する。

【活用事例】

- ・ 管理道路の位置を地区界に隣接する形で設定する際に、点群地形データを活用することで、設定した勾配で自動的に管理道路の法面が作成され、境界との適切な配置を視覚的に検討することができる。
- ・ 従来手法では、支障物等との干渉チェックは横断測量箇所のみ（約 50m 毎に 1 箇所）と限定的に行うが、3次元設計では路線全線において干渉チェックができるため、管理道路線形の決定を迅速に行うことができる。

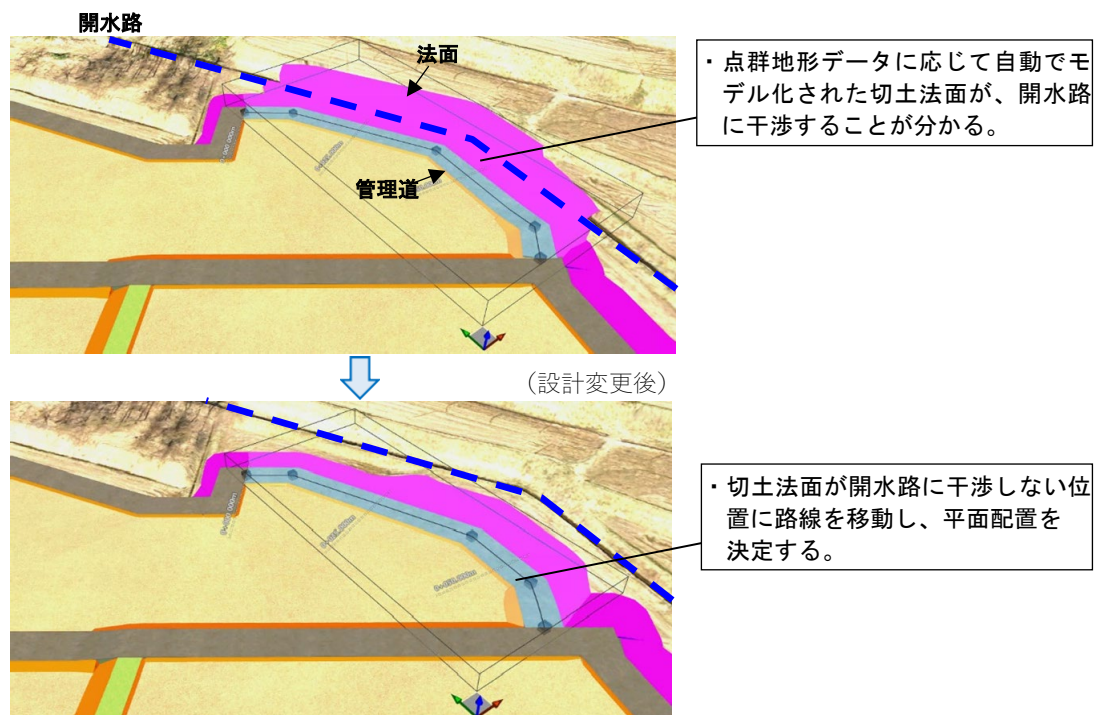


図 3-5 管理道路線形の検討において活用する BIM/CIM モデルの例

(2) BIM/CIM モデルの活用方法

コントロールポイント等をBIM/CIMモデルに反映するとともに、作成したBIM/CIMモデルを活用し3次元的に確認することで、線形計画の高度化、効率化を図る。

【解説】

「管理道路線形の検討」において BIM/CIM モデルを活用する場合の BIM/CIM モデルの作成のポイント、詳細度や属性情報等の目安について、次表に示す。

表の項目の解説については、「3.3.1 (2) BIM/CIM モデルの活用方法」を参照。

表 3-4 「管理道路線形の検討」における BIM/CIM モデルの要件

No.	確認内容 ※下線部は照査内容のうち、BIM/CIM の活用が期待される項目	BIM/CIM モデル 作成のポイント	使用する主な BIM/CIM モデル の種類	詳細度	属性 情報等
1	・ <u>地形・地質（特殊土壌地帯）・土地利用等現地の状況を把握したか（用水路工）</u> ・ <u>予定路線を中心とする工事施工範囲内の地形、地質（特殊土壌地帯）・土地利用等の現況を把握しているか（排水路工）</u>	・ 主構造物は対象の構造形式が分かる程度のモデルでよい。 ・ コントロールポイントなどは、簡易な構造物やサーフェスなどで領域を示す。	・ 地形モデル ・ 地質・土質モデル ・ 土工形状モデル ・ 線形モデル ・ 構造物モデル	～200	・ 地形・地質条件 ・ コントロールポイント
2	・ <u>道路状況・河川状況等の周辺状況の把握</u>	・ 周辺の土地利用状況など面的に表現する場合はサーフェスなどで領域を示すか、2D 図面を地形サーフェスへマッピングする等して表現する。	・ 地形モデル ・ 線形モデル ・ 構造物モデル	～200	・ 現地状況及び施設等の情報

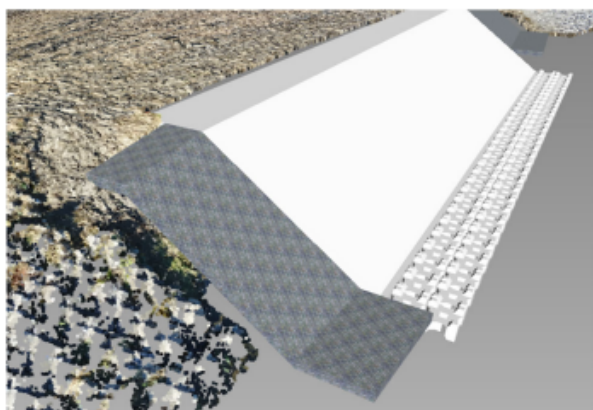
3.3.4. 設計変更への活用

(1) 活用内容

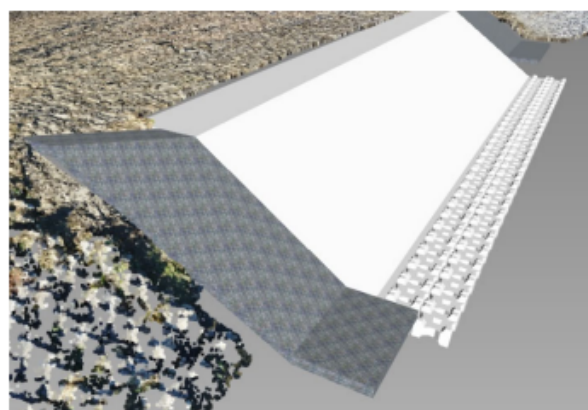
設計変更における協議資料の作成において BIM/CIM モデルを活用することで、現地との整合性への確認や変更協議に要する時間を削減できる。

【活用事例】

- ・ 連結ブロック張の両側に施工するじゃかごの現況との取合いの検討にあたり、従来は 2 次元図面を元に現況測量を実施し、現況との取合いを確認して変更協議用図面を作成していた。
- ・ 現況の点群データと変更の構造物を作成し計画することで、従来の平面図・横断図を活用した計画よりも整合性の確認は容易であり、作業人工が従来方法の半分に削減した。



変更前のモデル



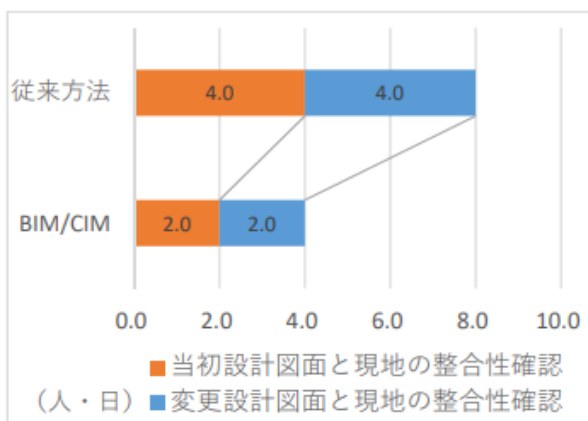
変更後のモデル

BIM/CIM の効果と課題

効果：BIM/CIM のモデルを作成し、協議資料を作成する事で視覚的に変更協議の必要性が確認できた。

現況の点群データと変更の構造物を作成し計画する事で、従来の平面図・横断図を活用した計画よりも整合性の確認は容易であった。

課題：今後の課題としてモデルの作成・活用のために使用しているソフトウェアの数が多いため、BIM/CIM 活用による省人化・効率化の実現のためにも多機能ソフトウェアの開発を期待する。
今回であれば、変更前後の数量算出ができる機能があればより協議がスムーズにできると考えられる。



出典：BIM/CIM 事例集「設計変更前後のモデルを比較し変更協議の可視化に活用」、国土交通省

図 3-6 設計変更前後のモデルを比較し変更協議の可視化に活用

(2) BIM/CIM モデルの活用方法

点群データ（3次元データ）を取得して、BIM/CIMモデルに反映するとともに、作成したBIM/CIMモデルを活用し3次的に確認することで、合意形成の円滑化、効率化を図る。

【解説】

「設計変更への活用」において BIM/CIM モデルを活用する場合の BIM/CIM モデルの作成のポイント、詳細度や属性情報等の目安について、次表に示す。

表の項目の解説については、「3.3.1 （2）BIM/CIM モデルの活用方法」を参照。

表 3-4 「設計変更への活用」における BIM/CIM モデルの要件

No.	確認内容	BIM/CIM モデル 作成のポイント	使用する主な BIM/CIM モデルの種類	詳細度	属性 情報等
1	設計変更後の構造物と現地環境との整合性	- 主構造物は対象の外形形状を正確に表現したモデルを使用する。 - 構造物モデルは着色させる等、視覚的に把握しやすいよう工夫する。	・構造物モデル	～300	- 図面 - 協議結果 - 現地写真等
2	道路状況や河川状況等の現地状況を把握しているか	レーザスキャナや UAV 等を利用して点群データ（3次元）を取得し、点群データと3次元モデルを統合させる。	・地形モデル	－	現地状況

3.3.5. 環境配慮への活用

(1) 活用内容

環境や生態系への配慮における検討について BIM/CIM モデルを活用することで、設計条件に適合する最適な路線選定、仮設計画や近隣住民への説明等に活用する。

【活用事例】

- ・開水路自体が環境配慮重点地区に選定され、設計箇所周辺には、メダカやカワヨシノボリ等、多くの保全対象生物が生息し、希少種等も確認されていることから施設を配置するにあたり、環境面への配慮も必要であった。
- ・別途実施された環境調査業務における希少種の分布域を BIM/CIM モデル上に整理した。
- ・希少種の分布と施工計画位置との干渉が最小化できるように、配置計画を実施することで、環境との調和へ配慮した。
- ・施設と希少種分布を表現することで、関係者説明の円滑化にも期待できる。

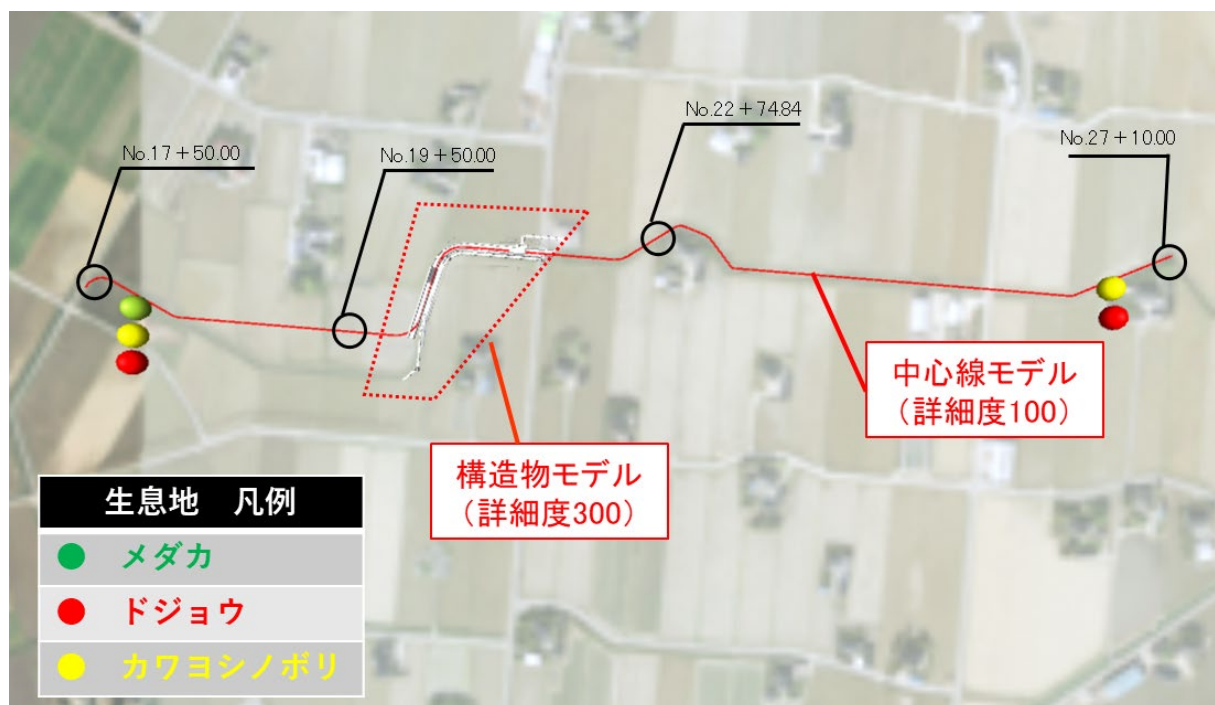


図 3-7 BIM/CIM モデルを活用した希少種の分布域と施設配置箇所の検討事例

(2) BIM/CIM モデルの活用方法

希少種や保全対象生物等をBIM/CIMモデルに反映するとともに、協議調整事項を属性情報等として付与することで、合意形成の円滑化、業務の高度化、効率化を図る。

【解説】

「環境配慮への活用」において BIM/CIM モデルを活用する場合の BIM/CIM モデルの作成のポイント、詳細度や属性情報等の目安について、次表に示す。

表の項目の解説については、「3.3.1 (2) BIM/CIM モデルの活用方法」を参照。

表 3-5 「環境配慮への活用」における BIM/CIM モデルの要件

No.	確認内容 ※下線部は照査内容のうち、BIM/CIM の活用が期待される項目	BIM/CIM モデル 作成のポイント	使用する主な BIM/CIM モデルの種類	詳細度	属性 情報等
1	・ <u>周辺の環境(史跡埋蔵文化財、生態系保全、景観)の把握（用水路工）</u> ・ <u>計画路線周辺の環境状況（史跡埋蔵、文化財、生態系保全、景観）及び騒音、振動規制等を把握しているか（排水路工）</u>	・ 希少種や保全対象生物等の表現は簡易な球体オブジェクト等で示す。 ・ 協議結果、図面、リスト等の属性情報を球体オブジェクトと紐づける。	・ 線形モデル	～100	・ 諸元、図面、写真、リスト等の情報
2	<u>道路状況・河川状況等の周辺状況の把握</u>	・ 周辺の土地利用状況など面的に表現する場合はサーフェスなどで領域を示すか、2D 図面を地形サーフェスへマッピングする等して表現する。	・ 地形モデル	－	・ 現地状況及び施設等の情報

3.4. 実施設計

実施設計段階では、新たに BIM/CIM モデルを作成、又は前工程から引き継がれた BIM/CIM モデルを更新し、この BIM/CIM モデルを活用して設計業務の効率化・高度化に取り組むものとする。

【解説】

BIM/CIM モデルを活用して設計業務の効率化や高度化に取り組むことを推奨する「活用項目」を、「設計業務照査の手引書（案）」の各設計業務内容から選定し事例として記載した。今回整理した対象工種は「用水路工」「排水路工」である。

実施設計における「活用項目」を以下の通り解説する。

「活用項目」は、「設計業務照査の手引書（案）」の照査項目等を参考に「確認内容」として選定する。活用方法と合わせて BIM/CIM モデルの要件を整理している。

なお、「活用項目」の選定にあたっては、BIM/CIM モデルの活用により形状情報を立体的に把握できるもの、②関連する情報を属性情報等として付与することで情報の利活用性を向上させ、高度化、効率化が期待されるものに留意する。

なお、記載している事例は活用を推奨しているものであること、また、活用する BIM/CIM モデルの要件については目安であることに留意し、必要に応じて受発注者間で事前協議等を行うものとする。

「設計業務照査の手引書（案）」におけるフローチャートは、図 3-1「照査フロー（用水路工）」及び図 3-2 の「照査フロー（排水路工）」に示す。