

3. 設計

設計段階では、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 モデルを活用して設計業務の効率化・高度化に取り組むものとする。

【解説】

調査（事業計画）、設計段階では、前工程で得られた成果を活用し、頭首工の設計成果として BIM/CIM モデルを作成する。

機械設備における設計段階では、土木構造物関連における前工程で得られた成果を活用し、機械設備の設計成果として BIM/CIM モデルを作成する。ただし、現在の設計に係る技術基準類は 2 次元ベースの設計を想定しており、試行業務・工事においても 3 次元設計のみのケースは少ないことから、NN ガイドライン（頭首工編）は 2 次元設計と BIM/CIM を組み合わせた作業を想定している。また、後述する活用方針に示すが、コンカレントエンジニアリング・フロントローディングにおいては、土木構造の BIM/CIM モデル化と並行して実施するか、土木構造物と一体で構築していく等の作業が効果的であり、受発注者が協力して、合理的な作業進捗に努めるものとする。

また、BIM/CIM モデルを活用して設計業務の効率化・高度化に取り組むことを推奨する「活用項目」を、「設計業務照査の手引書（案）」に基づき各設計業務内容から選定し、3.2 に事例として記載した。

この「活用項目」では、従来の 2 次元情報に基づき行っていた設計業務における照査・確認業務のうち BIM/CIM モデルを活用して形状情報を立体的に把握し、また、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、効率化が図られることが期待される項目を「設計業務照査の手引書（案）」の照査項目等を参考に設定し「確認内容」として選定し、その際に活用する BIM/CIM モデルの要件を目安として整理している。

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。

3.1. BIM/CIM モデル作成

3.1.1. 頭首工 BIM/CIM モデルの基本的な考え方

(1) 頭首工モデル作成対象

作成する BIM/CIM モデルは、頭首工の本体工（固定堰、可動堰、止水壁及び阻壁等）、取入口、附帯施設（基礎工、魚道、放流施設、沈砂池、護岸及び高水敷保護工、その他（船通し等））、管理施設（操作設備、管理橋、その他（受配電設備、安全施設等））や、頭首工周辺の現況地形、堤防断面とする。

加えて、河川計画諸元（計画堤防諸元、堤防計画高、HWL 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】

頭首工の設計では、河川計画諸元により頭首工の諸元が決定される。したがって、頭首工のモデル作成に当たっては、河川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」、「堤防（計画）の BIM/CIM モデル」「構造物（計画）の BIM/CIM モデル」に分けて、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。

(2) モデルの品質（精度及び確度）

頭首工の BIM/CIM モデルでは、堤防の線形に対する構造物の位置を明示することが重要となる。このため、堤防線形計算書等との差異が生じないようにモデルを作成する。

【解説】

施工者へのデータ受渡し情報として、施工に直結する堤防法線形情報（堤防法線、標高情報、堤防断面構成情報）は、2次元詳細設計情報と差異が生じないような精度のモデルを作成する。また、埋設配管などの施工管理用での重要情報も同様な取扱いとする。なお、参照する図面の位置や形状の精度確度が保障されていないものについては、その旨を明記する。

(3) 施設構造モデルの詳細度（作り込み度）

頭首工モデルでは、コンクリート本体工は、堤防、ゲート及び附帯施設との取り合い等を確認できる外形モデルを作成する。ゲート、附帯施設等は、位置及び取り合いを確認できる外形モデルを基本に作成する。なお、BIM/CIM 頭首工モデルを作成する着手段階で、用途を踏まえてモデル作成計画を策定することが望ましい。

【解説】

頭首工モデルは、堤防に対する主たる構造物の位置、取り合いが対象となり、施設構造は外形レベルとし、詳細諸元は2次元情報で対応するものとする。

以上のとおり、大部分は施工時に受渡しによる手戻りが生じないための必要となる設計データや設計条件の可視化、その他住民説明のためのモデル作成であり、数量算出や干渉確認、合意形成のためのイメージなど用途に応じて設計対象物の形状、要素の正確さを使い分けるものとする。

(4) 2次元測量成果に基づく BIM/CIM モデル作成

設計に使用する測量成果が2次元成果である場合は、それぞれの必要条件に応じて BIM/CIM モデルを作成するものとする。

【解説】

各業務条件に応じて、BIM/CIM モデル作成を行う。モデル作成における基本的な考え方を次に示す。

表 3-1 BIM/CIM 設計における対応例

段階		測量	設計	施工
2次元測量成果における3次元成果作成	ケース①	TS 測量	2次元設計成果を3次元図化	現況地形(2次元)、情報化施工用の基礎データのみ受渡し
	ケース②	・TS 測量からの3次元地形 ・LP データ ・UAV を用いた測量データ	現況地形+2次元設計成果から3次元図化 ※現況地形：TS 測量使用又はLP データ使用	現況地形及び情報化施工用の基礎データを受渡し
	モデル作成における留意事項 【ケース①：2次元設計成果から3次元モデル作成】 A) 本ケースの基本は、2次元測量成果から2次元設計を行い、2次元設計成果から3次元図化を実施。 B) 本ケースの3次元図化は、設計成果のみとなり、現況地形をモデル化しない。 C) 堤防の3次元設計モデルは2次元成果に基づいており、情報化施工への受渡しデータとして課題はない。 D) モデルは、「線形の3次元モデルと横断面図を3次的に合成した骨格構造モデル（スケルトンモデル）」「横断面図と平面・縦断線形から作成したサーフェスモデル等の3次元モデル」が想定される。 【ケース②：2次元測量成果からの3次元地形を用いた3次元モデル作成】 A) 2次元測量成果に補完するデータ等を活用して3次元地形に変換して、その3次元地形データを用いて3次元モデルを作成する。 B) 設計に用いる地形データは、「TS 測量」に対して、「②TS 測量から発生させた3次元地形」「③事務所等で取得している航空レーザ測量成果による補完」「④UAV 等での3次元計測データによる補完」が考えられる。②は縦断方向の間隔が粗い3次元データ、③④が3次元データとなる。 C) ②は概略の3次元形状を把握するレベルであり、③④が住民説明会レベルの3次元データとなる。 D) ③のLP データは、入手しやすいデータとしては国土地理院が公開している5mメッシュ標高があるが、河川付近の微地形を十分に反映できないため、可能なら1mメッシュ標高程度のデータが望ましい。 E) なお、④UAV 等を詳細設計に活用する場合は、マニュアルに従う（UAV を用いた公共測量マニュアル（案））。 F) 図化は情報化施工用を基本に、必要に応じて住民等への合意形成用途が想定され、それぞれの用途に応じて適切な3次元モデルを作成する。			
3次元による設計		・3次元測量	・3次元設計 ※情報化施工用の基礎データ	・現況地形及び情報化施工用の基礎データを受渡し
	3次元 A) 3次元測量成果を用いて設計当初から3次元による設計を進める。 B) 施工段階では情報化施工用データを施工区間に応じて加工して用いる。			

(5) 水門設備モデル作成対象

作成する BIM/CIM モデルの範囲は、扉体、戸当り、開閉装置、制御機器、管理橋、付帯設備及びこれらの統合モデルとする。関連する堤防、門柱、管渠、床版、胸壁、翼壁、上屋については、必要に応じて土木構造物等の BIM/CIM モデルを変換する。また、モデルの構築、属性情報の取扱は、施工時に配慮すべき事項や留意事項についても施工者に伝達されるようわかりやすく反映されていることが望ましい。

【解説】

水門設備は、土木構造と一体として機能することに鑑み、作成する BIM/CIM モデルは機械設備の全般にわたることを明示しているが、開閉装置等のアセンブリ、その他の機械単体品や構成部品の内部構造は通常モデル化する必要がないことから NN ガイドライン（頭首工編）の適用範囲外とする。

現状において、2 次元図面を全く作成せずに BIM/CIM モデルのみで設計工程を完了することは非常に難しいことから、ある程度 2 次元図面を作成してから BIM/CIM モデルを作成するケースが多い。従って、2 次元設計を進める上で限定された範囲（機器）の BIM/CIM モデルを作成し、干渉チェックや施工方法等の検討を行うこともあり得る。また、配線については敷設する線種の多さ、門柱や上屋の構造などを勘案し、2 次元設計に対する優位性がある場合にモデル化する。ボルト類についても施工段階で最終的に決定されるものであり、詳細度 300 においては特段の必要性がない限りモデル化しない。

水門設備の設計では、設計水位・操作水位、運用方法、現場条件等の考慮すべき事項を基に仕様が設定されており、施工及び維持管理面からもこれら設計条件が重要な事項となる。これらの設計条件のうち重要なものは、2 次元設計図面においても記載されていた情報であり、BIM/CIM モデルにおいても同様に取り扱う必要がある。これらの重要な情報は、機械設備の統合モデルや構成機器のアセンブリの適切な箇所に属性情報として付与する。

また、NN ガイドライン（頭首工編）における設計段階の詳細度において欠落する形状等の情報については、2 次元図面を属性情報として外部参照し補足する。

機械設備の構成要素は、施工段階になって形状が定まるため、発注までの設計においてはメーカー固有の情報は含める必要がない。NN ガイドライン（頭首工編）の詳細度設定は、400 以上において施工によって決定する固有の情報を反映することとしている。情報の反映の範囲は詳細度 300 のモデルに与えられた属性情報の手直しと、維持管理を考慮した最小限の形状の作り込みに限るものとする。

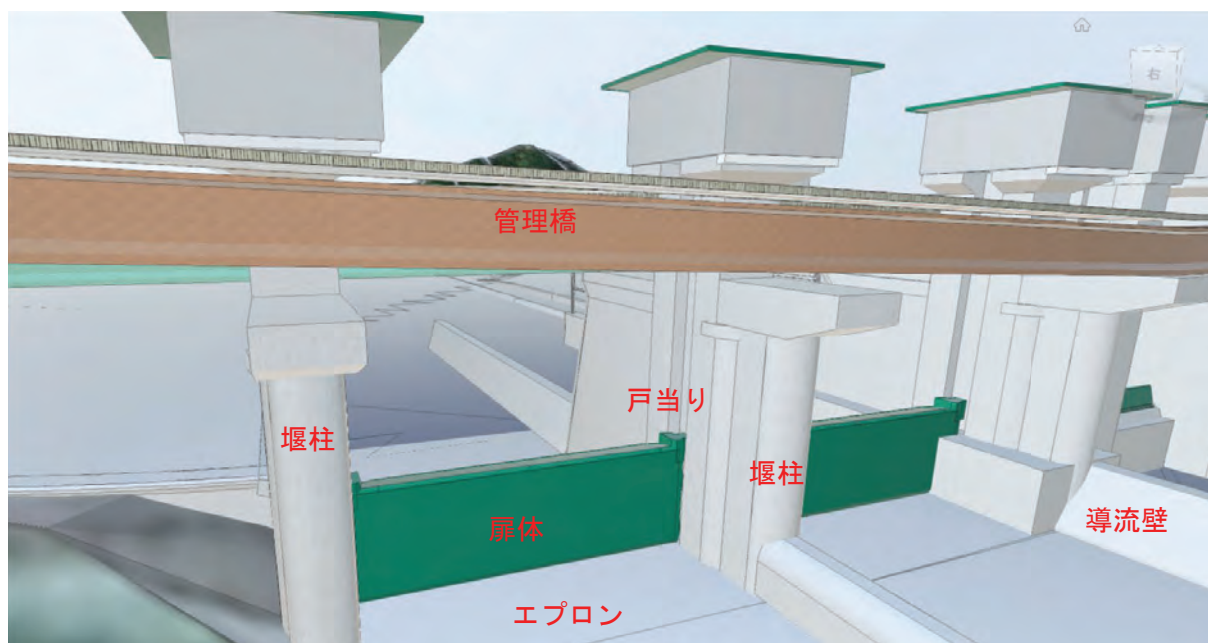


図 3-1 頭首工の構成例（ゲート詳細度 300、土木詳細度 200）

3.1.2. 頭首工 BIM/CIM モデル作成指針

頭首工の BIM/CIM モデル（形状）の作成指針を次に示す。

表 3-2 頭首工の BIM/CIM モデルの作成指針（形状）（1/3）

モデル	作成指針
構造物モデル（堤防）・地形モデル	
現況地形	BIM/CIM 頭首工モデル作成に利用する地形（現況）の 3 次元モデルは、現況地形を表現可能な精度及び分解能をもつデータから作成する。詳細な作成仕様は「国土交通省 CIM 導入ガイドライン（案）第 3 編 河川編」の河川堤防に準ずる。
堤防モデル	堤防モデルは、堤防線形（平面及び縦断）、横断形状など、堤防の基本条件を基に作成する。詳細な作成仕様は「国土交通省 CIM 導入ガイドライン（案）第 3 編 河川編」の河川堤防に準ずる。
護床工・護岸工・高水敷	護床工・護岸工・高水敷モデルは必要範囲やエプロンとの取り合いをチェックする目的でモデル化する。高水護岸、低水護岸を対象として、護岸線形（平面及び縦断線形）、護岸の横断形状など、護岸の基本条件を基に作成する。詳細な作成仕様は、「国土交通省 CIM 導入ガイドライン（案）第 3 編 河川編」の河川堤防に準ずる。
水面	水面形モデルは地元協議資料への活用など、モデル作成の目的に応じて作成する
構造物モデル（頭首工本体・附帯施設）	
コンクリート	取入口、堰体、エプロン、堰柱、床版、エプロン、導流壁、止水壁及び阻壁、魚道及び沈砂池等のコンクリート構造物は外形形状のモデルを作成する。外形形状については、詳細設計で計画された数量計算結果と同等の値を得られる精度のモデルとする。
止水壁及び阻壁（鋼矢板）	止水壁及び阻壁（鋼矢板）はコンクリート構造物との取り合いや施工ヤードの確保を確認することを目的にモデルを作成する。
継手・継目	エプロンと堰柱又は堰体の不同沈下防止のために設置する継手の位置、エプロン、堰柱又は堰体との取り合いをチェックする目的でモデル化する。止水板、ダウエルバー等の詳細な表現は不要とし、上記のコンクリートのモデルの分割などで表現する。
基礎工	杭基礎については、コンクリートの外形形状のモデルを作成するものとし、内部配筋等についてはモデル化を不要とする。ただし、杭頭処理（杭頭はつり、杭頭鉄筋）、既製杭接続部についてはモデルを作成する。ケーソン等その他基礎構造物については、コンクリートモデルと同様に外形形状のモデルを作成する。
鉄筋	鉄筋モデルについては、主に「干渉チェック」を目的として過密配筋部等を中心に必要に応じて作成する。また、鉄筋のモデル化に当たっては継手部のモデル表現は不要とする。なお、鉄筋のモデルの作成範囲は、受発注者間協議により決定することを基本とする。

表 3-3 頭首工の BIM/CIM モデルの作成指針（形状）（2/3）

モデル	作成指針
地質・土質モデル	
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 次元地質縦断図・準 3 次元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 を参照。） なお、詳細な地質・地盤解析を行う場合等において、準 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）や使用した地層補完アルゴリズム（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（巻末参考資料参照）に記載して引き継ぐこととする。
構造物モデル※ （ゲート設備）	
扉体	扉体は、堰柱や取入口等の構造物や戸当たり金物との取り合いをチェックすることを目的とし、主要な外形形状をモデル化する。
戸当り	戸当たり金物モデルは、主に箱抜き形状や二次コンとの整合、収まりをチェックする目的とし、主要な外形形状をモデル化する。
箱抜き	箱抜きモデルは、主にゲート二次コン、ゲート戸当りとの整合、収まりをチェックする目的とし、二次コン形状をモデル化する。
開閉装置	開閉装置は操作台の大きさや上屋、転落防止柵との取り合いをチェックすることを目的とし、主要な外形形状をモデル化する。
構造物モデル （附帯施設）	
管理橋※	堤防、堰柱との取り合いをチェックする目的で、長さ、桁高が分かる程度でモデル化する。
上 屋	操作台との整合性、平面、高さ等の取り合いをチェックすることを目的とし、主要な外形形状をモデル化する。なお、更に詳細な景観検討が必要な場合、外観や屋根等も詳細にモデル化する。
転落防止柵	設置箇所、各構造物との取り合いをチェックすることを目的とし、主要な外形形状をモデル化する。
階段	階段モデルは、各構造物や取付護岸との取り合いをチェックすることを目的とし、主要な外形形状をモデル化する。
構造物モデル （電気設備）	
操作盤、計装盤	操作台や上屋、転落防止柵との取り合いをチェックすることを目的とし、主要な外形形状をモデル化する。
配線	配線モデルはコンクリート構造物への埋め込み、添架を行う際には取り合いに問題が懸念される場合など、必要に応じ配線・配管の主要な外形形状をモデル化する。

※3.1.3、3.1.4、3.1.5、3.1.6 も参照する

表 3-4 頭首工の BIM/CIM モデルの作成指針（形状）（3/3）

モデル		作成指針
土工形状モデル		
	オープン掘削形状	オープン掘削形状モデルは、本体構造物、足場等の仮設工モデルとの取り合い、施工ヤード、工事用道路の配置等を検討することを目的とし、必要に応じて外形の主要形状をモデル化する。
統合モデル		地形モデル、構造物モデル及び地質・土質モデル等の 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 データなど）を統合して作成する。 住民説明など利用目的に応じて、関連して整備される道路などもモデル化する。
	仮設工モデル	仮設工モデルは、設計段階から施工段階へ BIM/CIM モデルを用いて設計意思の伝達を図る必要がある場合に作成する。 施工ステップモデル作成による施工計画立案等を検討、足場・支保、土留め、仮締切、仮排水路等の仮設工モデルは本体構造物や土工との取り合いを確認することを目的とし、必要に応じて外形の主要形状をモデル化する。

(1) 現況地形・堤防モデル

○現況地形に用いるデータ

詳細設計における地形データ精度は、地図情報レベル 500 が基本となるが、NN ガイドライン（頭首工編）では施工情報として受け渡すモデル作成を対象としているため、適宜対応するものとする。なお、現況地形を分解能の観点で精密に表現できるデータとして、航空レーザ測量、地上レーザ測量、UAV 等による公共測量等がある。

○地形（現況）の 3 次元モデル

地形（現況）の 3 次元モデルは、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。作成に際して、基にしたデータ、補完方法、データ処理手順などを明記する。

取水堰や護岸設計などで河床の地形データが必要な場合は、深淺測量、音響ソナー等のデータを用いて河床や水際の地形（現況）の 3 次元モデルを作成して、陸上の地形（現況）の 3 次元モデルと合成する。なお、河床地形データの精度が陸上部分の測量と精度が異なることや、河床地形や水際位置が出水により変化することから、河床の地形データから作成した部分を明確にすることに留意する。

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、現況施設構造物（樋門、水門、堤脚水路等の河川構造物、周辺家屋等）については、BIM/CIM の活用に応じて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（地盤改良、鋼矢板護岸等）
- ・現況構造物、近接構造物、地下埋設物（光ファイバー通信管路等）
- ・用地境界及び境界杭
- ・環境情報（重要種や貴重種などの生物情報や文化財、景観重要構造物等）

＜測量成果活用における参考資料＞

各段階における設計に必要なデータを表 3-5 に示す。また、BIM/CIM 設計に用いる測量データのメッシュ間隔については、現況地形が十分に再現できることの検討が必要である（図 3-2、図 3-3 参照）。

なお、測量成果から設計への 3 次元データとしての受渡しについては、「農林水産省測量作業規程 令和 3 年 2 月」に準拠する。

「測量成果の作成について」（「農林水産省測量作業規程 第 533 条」抜粋）

三次元点群データファイルの作成

三次元点群データファイルの作成とは、製品仕様書に従ってグラウンドデータ又は変換した構造化データから三次元点群データファイルを作成し、電磁的記録媒体に記録する作業をいう。

表 3-5 設計に必要なデータ（測量成果）

段階	必要なデータ
移行期間 2次元設計成果の 3次元図化	TS 測量成果 ※座標情報は平面図に含めて記載 TS 測量からの 3 次元地形 LP データ（1m メッシュ標高程度） 3 次元計測
BIM/CIM 設計 3次元による設計	3 次元測量成果 3 次元設計では、サーフェスデータの測量成果が必要となる。 地形データのメッシュ間隔は現況地形が十分に再現できるメッシュ間隔の検討が必要となる。 地形データがメッシュデータで提供される場合、ラスターデータへの変換などの用途を考慮して座標系に沿った並びが望ましい

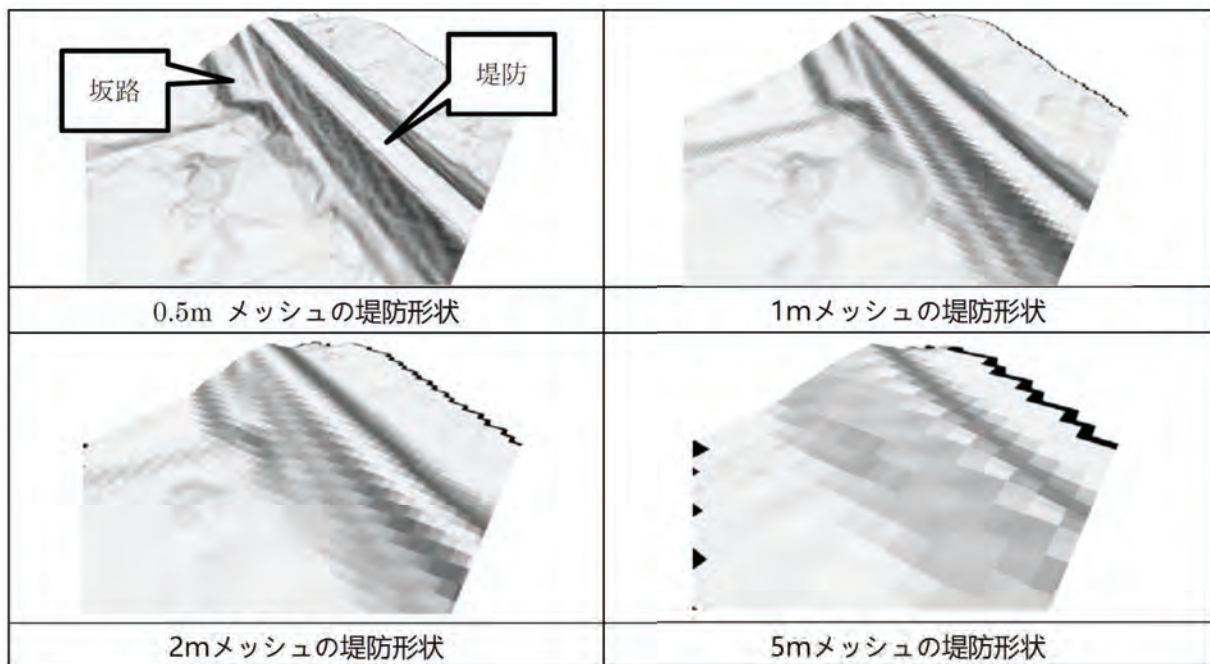


図 3-2 メッシュ間隔の違いによる地形の再現の違い

※ 地形データのメッシュ間隔は現況地形が十分に再現できるメッシュ間隔の検討が必要となる。

出典：CIM 導入ガイドライン（案）第3編 河川編 3. 調査・設計（令和2年3月 国土交通省）

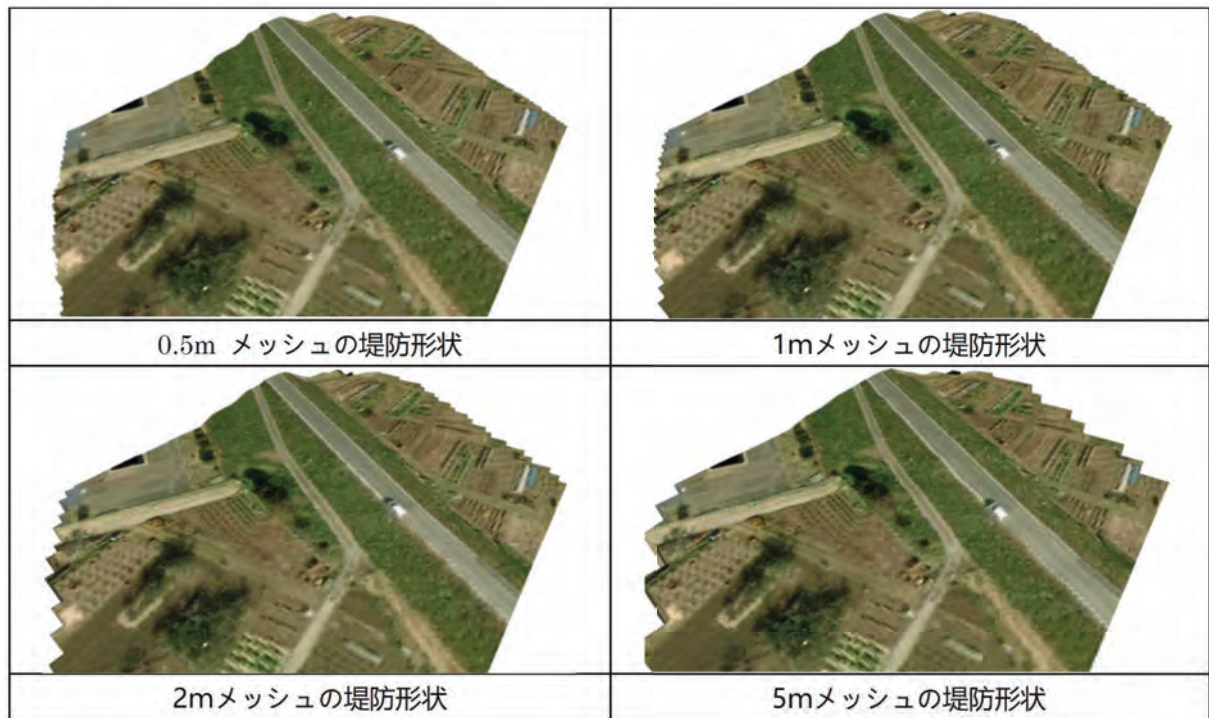


図 3-3 航空写真をオーバーレイした場合の見え方

※ 合意形成モデルの鳥瞰イメージでは標高メッシュの地形再現性の差が航空写真で隠される

出典：CIM 導入ガイドライン（案）第3編 河川編 3. 調査・設計（令和2年3月 国土交通省）

頭首工本体モデル、付帯施設モデル

構造物モデルは、BIM/CIM ツール、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（モデル分割など）を行いやすくするためである。

構造物モデルの作成では、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及び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。

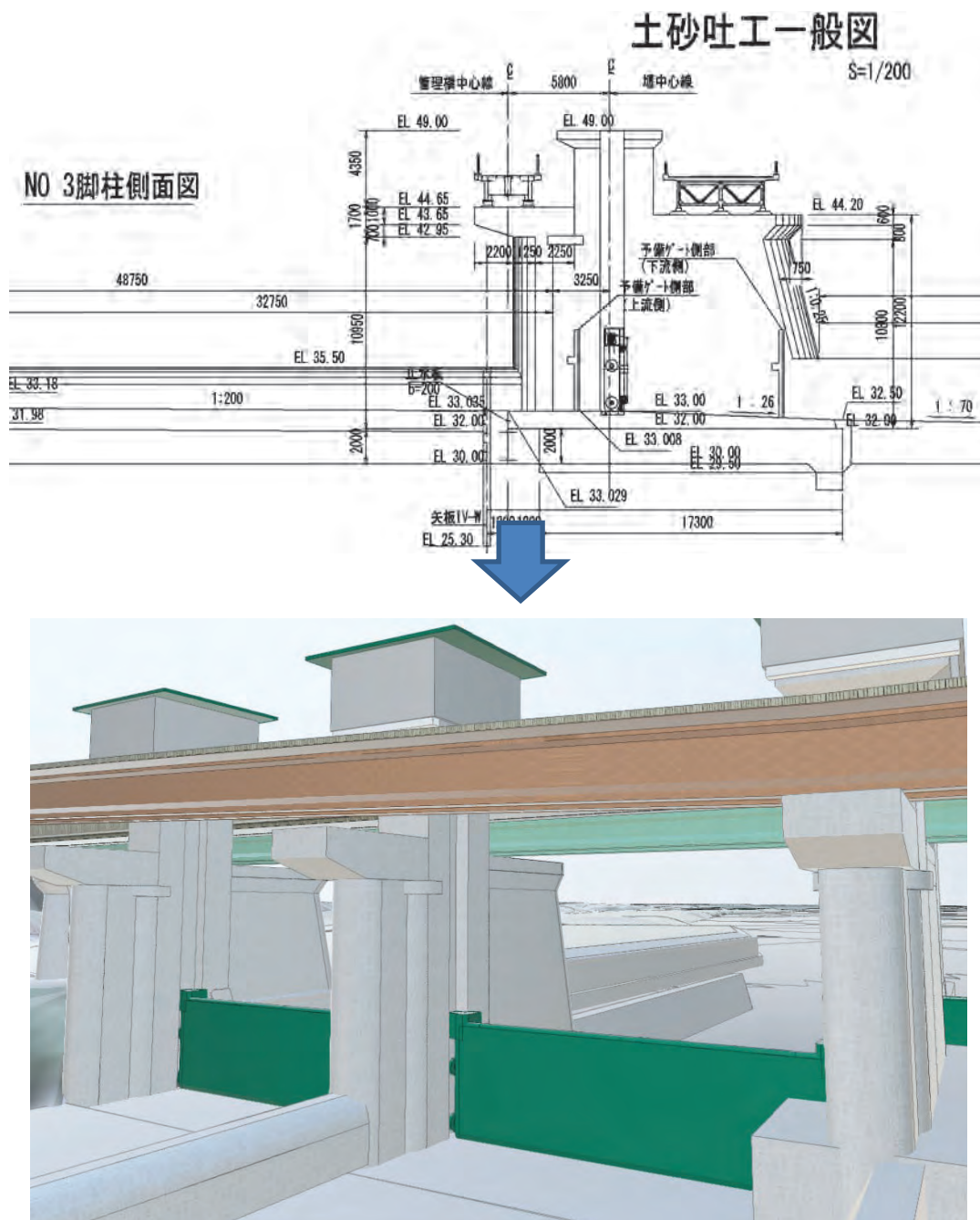


図 3-4 頭首工モデルの例（地上部）

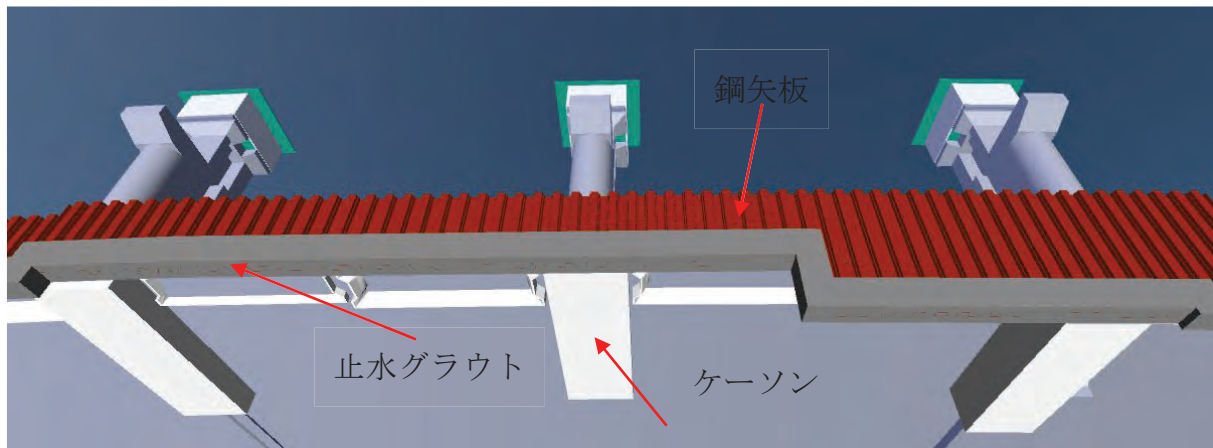


図 3-5 頭首工モデルの例（地下部）

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する。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 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「BIM/CIM モデル作成 事前協議・引継書シート」（「NN ガイドライン（共通編） 参考資料」参照）に明記する。

(2) 土工形状モデル

土工形状モデルは、情報化施工等の ICT 技術を活用した ICT 土工で定められた 3 次元データ交換標準に従いモデル化やファイル作成を行う。

- ・ 「LandXML1.2 に準じた 3 次元設計データ交換標準(案) (略称:J-LandXML)」
(国土交通省国土技術政策総合研究所)
- ・ 「LandXML1.2 に準じた 3 次元設計データ交換標準の運用ガイドライン (案)」
(国土交通省大臣官房技術調査課)

(3) 仮設工モデル

仮設工は、施工段階で改めて検討する場合が多く、設計段階の仮設工は工事を発注するために実施可能な工法で積算する側面があるため、施工段階でモデル化の方が効果的な場合がある。特に施工ステップは、工事発注の区間や期間、施工方法などでも変化するため、設計段階よりも施工段階で作成した方が効果的である。