CIM 導入ガイドライン（案）

第 6 編　トンネル編

平成 29 年 3 月

国土交通省
CIM 導入推進委員会

目　次

第 6 編　トンネル編

はじめに 1

1 総則 4
1.1 適用範囲 4
1.2 モデル詳細度 7
1.3 地理座標系・単位 8
1.4 属性情報の付与方法 10
1.5 CIM の効果的な活用方法 13
1.6 対応するソフトウェア環境 18

2 測量及び地質・土質調査 19
2.1 業務発注時の対応【発注者】 19
2.1.1 CIM 活用業務の発注【発注者】 19
2.1.2 成果品の貸与【発注者】 19
2.2 事前準備 20
2.2.1 貸与品・過年度成果の確認（地質・土質調査）【受注者】 20
2.2.2 事前協議の実施【発注者・受注者】 20
2.3 測量成果（3 次元データ）、地質・土質モデルの作成【受注者】 21
2.3.1 測量成果（3 次元データ）作成指針 21
2.3.2 地質・土質モデル作成指針 22
2.4 業務完了時の対応 25
2.4.1 電子成果品の作成・納品【受注者】 25
2.4.2 電子成果品の納品・検査【発注者・受注者】 25

3 調査・設計 26
3.1 業務発注時の対応【発注者】 26
3.1.1 CIM 活用業務の発注【発注者】 26
3.1.2 成果品の貸与【発注者】 26
3.2 事前準備 27
3.2.1 貸与品・過年度成果の確認【受注者】 27
3.2.2 事前協議の実施【発注者・受注者】 28
3.2.3 CIM 執行環境の確保【受注者】 30
3.3 CIM モデルの作成【受注者】 31
3.3.1 CIM モデルの基本的な考え方 31
3.3.2 モデル作成指針 33

3.3.3 属性情報 36
3.4 業務完了時の対応 37
3.4.1 電子成果品の作成・納品【受注者】 37
3.4.2 電子成果品の納品・検査【発注者・受注者】 37

4 施工 **38**
4.1 工事発注時の対応【発注者】 38
4.1.1 CIM 活用工事の発注【発注者】 38
4.1.2 成果品の貸与【発注者】 38
4.2 事前準備 39
4.2.1 CIM モデルの確認【受注者】 39
4.2.2 事前協議の実施【発注者・受注者】 40
4.3 CIM モデルの更新【発注者・受注者】 41
4.4 モデルへの施工情報の付与【受注者】 42
4.5 出来形計測への活用等【受注者】 45
4.6 監督検査への活用【発注者】 46
4.7 設備工事への活用【発注者・受注者】 46
4.8 工事完了時の対応 47
4.8.1 電子成果品の作成【受注者】 47
4.8.2 電子成果品の納品・検査【発注者・受注者】 47

5 維持管理 **48**
5.1 CIM モデルの維持管理移管時の作業【発注者】 48
5.2 維持管理段階での活用【発注者・受注者】 51

参考文献 **57**

はじめに

「CIM 導入ガイドライン」（以降は、「本ガイドライン」という。）は、公共事業に携わる関係者（発注者、受注者等）が CIM（Construction Information Modeling/ Management）を円滑に導入できることを目的に、以下の位置づけで作成したものである。

【本ガイドラインの位置づけ】

- これまでの CIM 試行事業で得られた知見やソフトウェアの機能水準等を踏まえ、現時点で CIM の活用が可能な項目を中心に、CIM モデルの詳細度、受発注者の役割、基本的な作業手順や留意点とともに、CIM モデルの作成指針（目安）、活用方法（事例）を参考として記載したものである。
- CIM モデルの作成指針や活用方策は、記載されたもの全てに準拠することを求めるものではない。本ガイドラインを参考に、適用する事業の特性や状況に応じて発注者・受注者で判断の上、CIM モデルの作成や活用を行うものである。
- 公共事業において CIM を実践し得られた課題への対応とともに、ソフトウェアの機能向上、関連する基準類の整備に応じて、本ガイドラインを継続的に改善、拡充していくものである。

【本ガイドライン（平成 29 年度版）の対象】

CIM の導入においては、2 次元図面から 3 次元モデルへの移行による業務変革やフロントローディングによって、合意形成の迅速化、業務効率化、品質の向上、ひいては生産性の向上等の効果が期待される。

なお、本ガイドライン（平成 29 年度版）では、現行の契約図書に基づく 2 次元図面による業務・工事の発注・実施・納品を前提に、これまでの CIM 試行事業で取り組まれた実績と知見を基に、以下を対象に作成している。

- 国土交通省直轄事業（土木）における設計・施工分離発注方式による業務、工事
- CIM の活用に関する知見を蓄積してきた分野：土工、河川、ダム、橋梁、トンネルの 5 分野

平成 29 年度以降も、CIM の導入・実施状況を通じて、更なる CIM の効果的な活用方策の検討とともに、実運用上の課題に対して、必要な取り組み・対策検討や、その対応策を踏まえた内容改定を随時行っていく。また、対象分野の拡大、多様な入札契約方式への適用の検討も進めていく。なお、国土交通省直轄事業を前提に記述しているが、CIM の考え方や活用策については、今後の地方公共団体等での CIM の展開にも期待できる。

【国土交通省の CIM 導入・推進に関する施策の体系】

国土交通省では、平成 29 年度からの CIM の導入・推進にあたり、必要な目標、方針、要領・基準及びガイドラインを整備し、体系的な推進を図るものとしている。本ガイドラインに基づく CIM の導入に当たっては、関連する実施要領や各要領・基準を参照しながら進められたい。

国土交通省の CIM 導入・推進に関する施策の体系

CIM 導入により目指す全体像・将来像(案)	今後の CIM が目指す全体像・将来像（※1）
・CIM の段階的な拡大方針（案） ・CIM 活用業務実施要領、 CIM 活用工事実施要領	・CIM の段階的な達成目標、達成時期（※2） ・CIM 活用業務・工事の対象（対象業務・対象工種、活用内容）、実施方法（発注、成績評定等）等（※3）
CIM に関する要領・基準	CIM 活用業務・工事等を実施する上での仕様・規定
CIM 導入ガイドライン（案）	CIM に関する要領・基準に基づく業務・工事及び維持管理を行う上での解説、作業手順（CIM の導入目的、活用方策、CIM モデル作成上の指針（目安）等）

（※1）第 3 回 CIM 導入推進委員会資料 P32-33 (http://www.mlit.go.jp/tec/it/pdf/shiryou3.pdf)
（※2）第 3 回 CIM 導入推進委員会資料 P34-37 (http://www.mlit.go.jp/tec/it/pdf/shiryou3.pdf)
（※3）http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000031.html

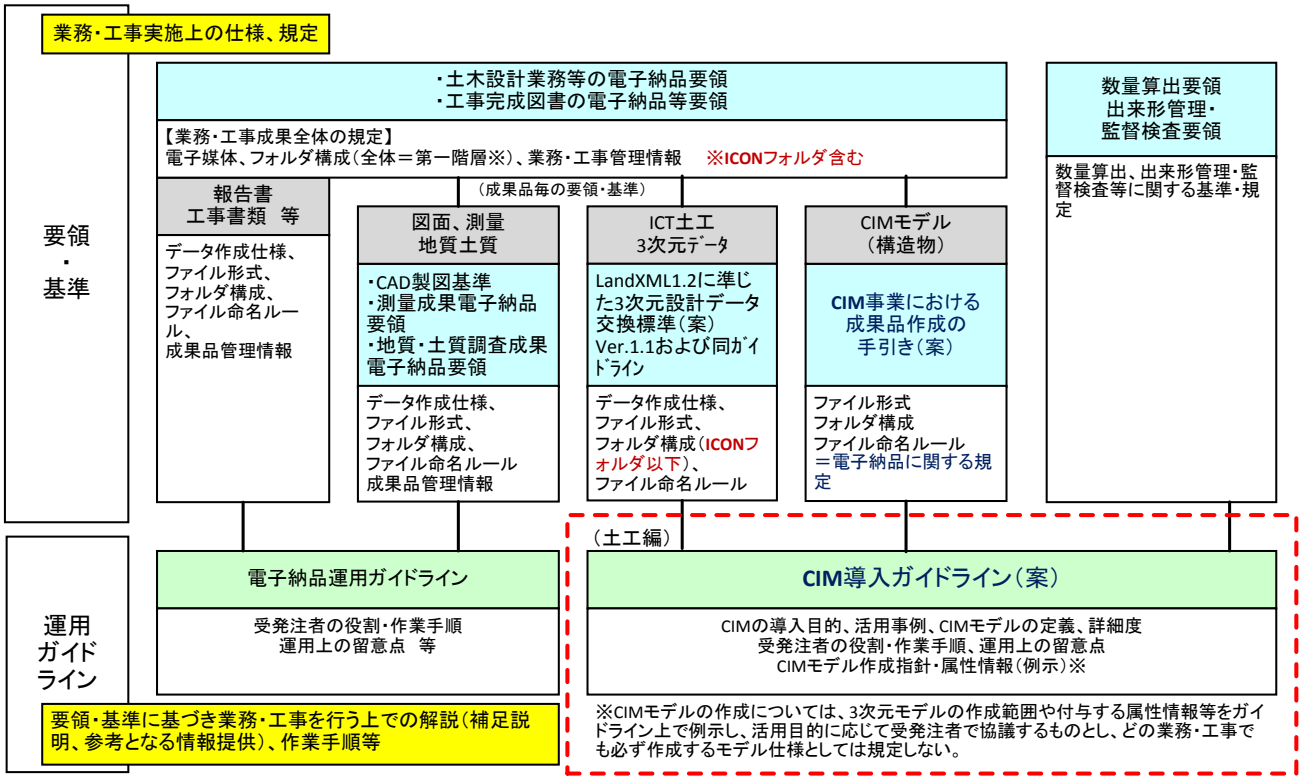


図 1　本ガイドラインの位置づけ（要領・基準との関係）

【数字・アルファベットの表記について】

本ガイドラインで用いられている、漢数字を含む数字及びアルファベットについては、参照・引用している文書、本ガイドラインの上位の要領・基準の表現にかかわらず、半角英数字を用いて表記している。必要に応じ、読み替えを行うこと。

ただし、引用している図表内については、変更できない場合には、そのままの表現としている場合がある。

【本ガイドラインの構成と適用】

構成		適用
第 1 編　共通編	第 1 章　総則	公共事業の各段階（調査・設計、施工、維持管理）に CIM を導入する際には共通で適用する。
	第 2 章　測量	
	第 3 章　地質・土質	
第 2 編　土工編		道路土工及び河川土工を対象に、測量段階で UAV 等を用いた公共測量を行うこと、設計段階（土工の 3 次元設計）で 3 次元データを作成すること、更には施工段階（ICT 活用工事）に 3 次元データを情報化施工に活用する際に適用する。
第 3 編　河川編		河川堤防及び構造物（樋門・樋管等）を対象に CIM の考え方を用いて調査・設計段階で CIM モデルを作成すること、作成された堤防・構造物モデルを施工時に活用すること、更には調査・設計・施工の堤防・構造物モデルを維持管理に活用する際に適用する。
第 4 編　ダム編		ロックフィルダム､重力式コンクリートダムを対象に CIM の考え方を用いて調査・設計段階で CIM モデルを作成すること、作成された CIM モデルを施工時に活用すること、更には調査・設計・施工の CIM モデルを維持管理に活用する際に適用する。
第 3 編　橋梁編		橋梁の上部工（鋼橋、PC 橋）、下部工（RC 下部工（橋台、橋脚））を対象に CIM の考え方を用いて調査･設計段階で CIM モデルを作成すること、作成された CIM モデルを施工時に活用すること、更には調査･設計･施工の CIM モデルを維持管理に活用する際に適用する。
第 6 編　トンネル編		山岳トンネル構造物を対象に CIM の考え方を用いて調査・設計段階で CIM モデルを作成すること、作成された CIM モデルを施工時に活用すること、更には調査･設計･施工の CIM モデルを維持管理に活用する際に適用する。

各分野編（第 2 編から第 6 編）については、施工段階から 3 次元データ（第 2 編）、CIM モデル（第 3 編から第 6 編）を作成・活用する場合も適用範囲とする。また第 3 編から第 6 編について、上記に記載の工種、工法以外への参考とすることを妨げるものでない。

【改訂履歴】

基準名称	内容	作成・改訂者
CIM 導入ガイドライン（素案） 平成 28 年 8 月	平成 28 年度 CIM 試行業務・工事での評価版作成	国土交通省 CIM 導入推進委員会
CIM 導入ガイドライン（案） 平成 29 年 3 月	平成 29 年度からの CIM 活用業務・工事への適用版作成	国土交通省 CIM 導入推進委員会

第 6 編　トンネル編

1 総則

1.1 適用範囲

山岳トンネル構造物を対象に CIM の考え方を用いて調査･設計段階で CIM モデルを作成すること、作成された CIM モデルを施工時に活用すること、更には調査・設計・施工の CIM モデルを維持管理に活用する際には適用する。

施工段階から CIM モデルを作成･活用する場合も適用範囲とする。また、上記の工種、工法以外（シールド工法、開削工法等）への参考とすることを妨げるものでない。

CIM を活用した業務、工事における CIM モデルの作成、活用の流れを図 2 に示す。

図中の各項番は、本ガイドライン第 6 編（トンネル編）の 2 章以降に記載した、各段階において発注者、受注者それぞれが取り組むべき内容と対応している。施工段階から CIM モデルを作成する場合は、「3 調査・設計」章も参照すること。なお、各段階における CIM モデル等の作成・更新の範囲は、受発注者間協議で決定するが、決定事項の履行は発注者の「指示」により「受注者」が行う。

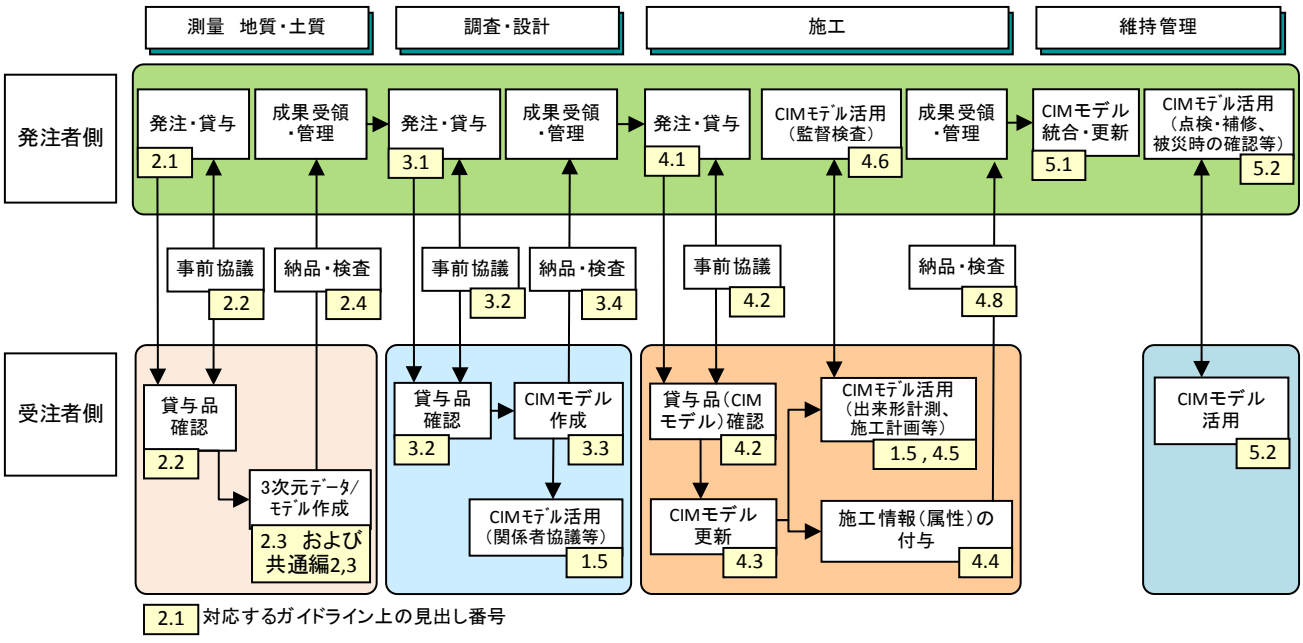


図 2　CIM モデルの作成、活用の流れ

【用語補足】

CIM モデル作成：CIM モデルを新規に作成する。
CIM モデル更新：前工程で作成された CIM モデルに対し、当該工程での活用用途に応じて、3 次元形状の変更（詳細度変更を含む）や、属性情報の追加付与等を行う。
CIM モデル活用：CIM モデルを効果的に利用する。
CIM モデル統合：複数の設計業務や工事の単位で作成・更新された CIM モデルを、構造物等の管理単位に合わせる。
CIM モデル運用：CIM モデル作成（更新、統合を含む）及び CIM 活用と、そのための CIM モデルの共有・保管等の管理全般を指す。

また、山岳トンネルの調査、設計、施工において、各段階の地形モデル、構造物モデル（本体、設備）等の作成・更新、活用する流れと、設計、施工で作成したCIMモデルを維持管理に活用する流れを図3に示す。

<< CIMモデル作成・利用・更新の流れ【トンネル】 >>

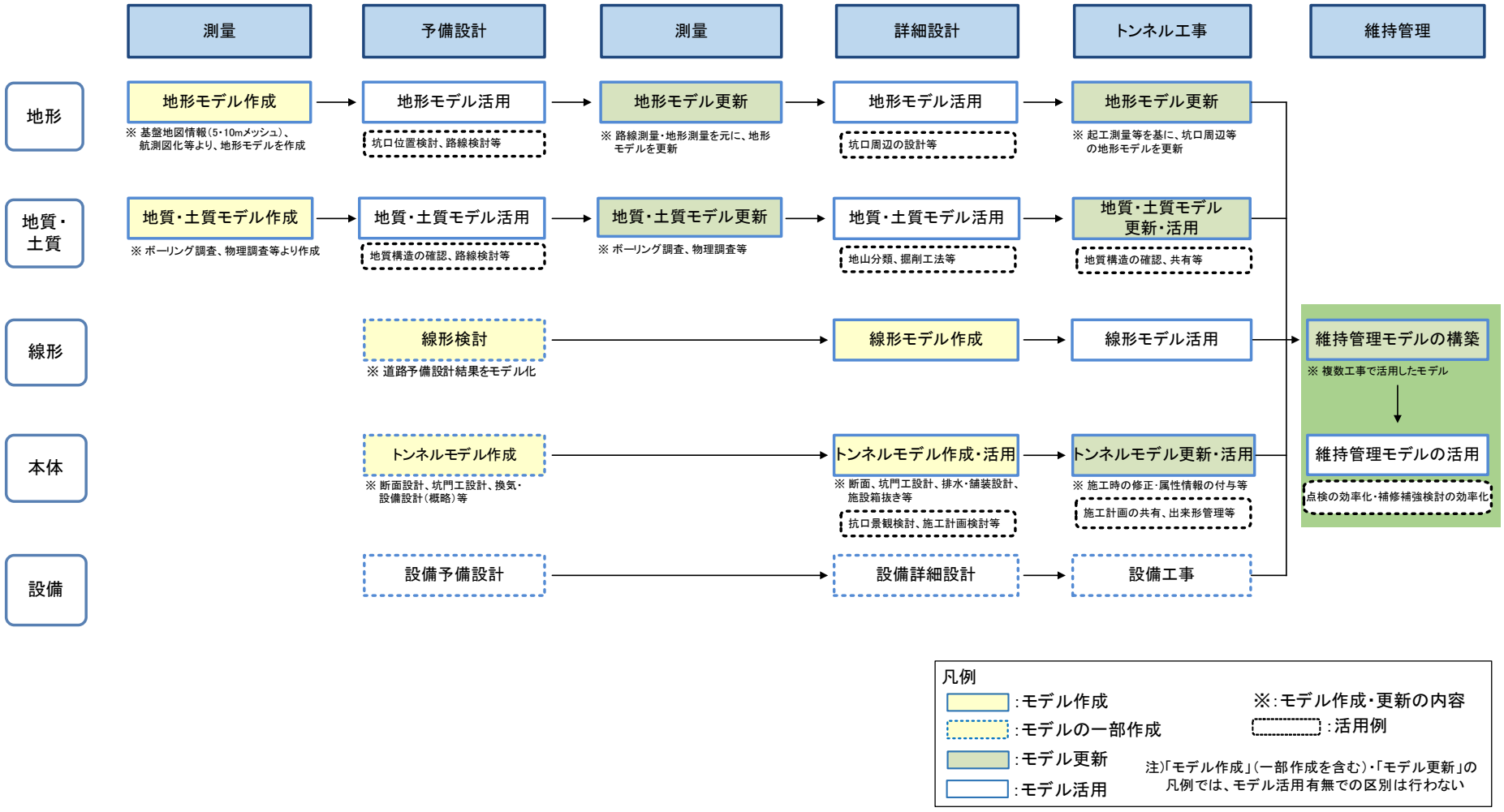


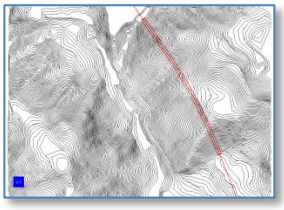
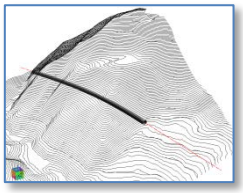
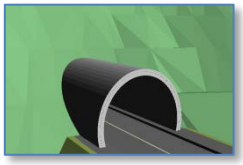
図 3　山岳トンネルにおける CIM モデルの作成、更新及び活用の流れの例

1.2 モデル詳細度

工種共通のモデル詳細度の定義は、第 1 編「共通編」第 1 章「総則」1.4「CIM モデルの考え方・詳細度」に示すとおりである。トンネル分野におけるモデル詳細度の定義を次に示す。

3 次元モデル作成時の受発注者協議等において、次の定義を参考に用いるものとする。

表 1　構造物（山岳トンネル）の詳細度（参考）

詳細度	共通定義	工種別の定義	
		構造物（山岳トンネル）のモデル化	サンプル
100	対象を記号や線、単純な形状でその位置を示したモデル。	対象構造物の位置を示すモデル （トンネル）トンネルの配置が分かる程度の矩形形状又は線状のモデル 	
200	対象の構造形式が分かる程度のモデル。 標準横断で切土・盛土を表現又は各構造物一般図に示される標準横断面を対象範囲でスイープ※させて作成する程度の表現。	構造形式が確認できる程度の形状を有したモデル （トンネル）計画道路の中心線形とトンネル標準横断面でモデル化。坑口部はモデル化せず位置を示す。	
300	附帯工等の細部構造、接続部構造を除き、対象の外形形状を正確に表現したモデル。	主構造の形状が正確なモデル （トンネル）避難通路などの拡幅部の形状をモデル化する。 検討結果を基に適用支保パターンの範囲を記号等で、補助工法は対象工法をパターン化し、記号等で必要範囲をモデル化する。 坑口部は外形寸法を正確にモデル化する。 舗装構成や排水工等の内空設備をモデル化する。 箱抜き位置は形状をパターン化し、記号等で設置範囲を示す。	
400	詳細度 300 に加えて、附帯工、接続構造などの細部構造及び配筋も含めて、正確にモデル化する。	詳細度 300 に加えてロックボルトや配筋を含む全てをモデル化 （トンネル）トンネル本体や坑口部、箱抜き部の配筋、内装版、支保パターン、補助工法の形状の正確なモデル化。	―
500	対象の現実の形状を正確に表現したモデル	―	―

出典：土木分野におけるモデル詳細度標準(案)（平成 29 年 2 月）　社会基盤情報標準化委員会　特別委員会

※スイープ・・・平面に描かれた図形をある基準線に沿って移動させて 3 次元化する技法のこと。ここでは、トンネル標準横断面を道路中心線形に沿って移動させることにより 3 次元モデル化している。

1.3 地理座標系・単位

作成する CIM モデルにおいて使用する測地座標系は世界測地系（測地成果 2011）、投影座標系は平面直角座標系、使用する単位系は m(メートル)に統一する。また、施工段階、維持管理段階にて活用するにあたり、作成された 3 次元モデルの座標系を確認する。

作成したモデルの地理座標系、単位の情報は、「CIM モデル作成 事前協議・引継書シート」へ採用した座標系、単位を記載する。

【解説】

設計成果の一部には、日本測地系や世界測地系（測地成果 2000）を利用するものも多いが、今後作成される測量成果・計測データは、世界測地系（測地成果 2011）である。データごとの座標参照系を管理できないソフトウェアを利用する場合には、その都度、測地系を変換する作業が必要となり、間違いの原因となる可能性が高い。このためモデルを作成する際の測地座標系は、世界測地系（測地成果 2011）とし、投影座標系は平面直角座標系に統一する。

なお、平面直角座標系では、西⇒東方向が Y 軸、南⇒北方向が X 軸であり、数学座標系の X 軸 Y 軸と逆転していることにも留意する。使用するソフトウェアにおける座標系への対応状況を確認する。

複数の都道府県をまたぐモデルを作成する場合など、平面直角座標系について複数の系にまたぐ場合にはいずれか一つの系に統一する。

また、施工、維持管理についても、測地座標系、投影座標系及び単位を確認する。

日本測地系の座標を、測地成果 2000 による座標に変換するには、国土地理院の Web サイト「Web 版 TKY2JGD」(http://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/surveycalc/tky2jgd/main.html)を利用すること等で変換が可能である。

更に、測地成果 2000 による座標を、測地成果 2011 による座標に変換するには、「Web 版 PatchJGD」(http://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/surveycalc/patchjgd/index.html)を利用すること等が可能である。

構造物の設計で、mm（ミリメートル）の精度が求められる場合は、作成する構造物モデルも mm（ミリメートル）の精度で作成する。これは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「CIM モデル作成 事前協議・引継書シート」に明記する。

表 2　設計の段階と縮尺・地形データ精度

設計段階	縮尺（標準偏差）	地形データ精度
概略設計	1/5000 レベル、(5m 以内)	国土地理院・基盤地図情報（数値標高モデル） 10m メッシュ(標高)(全国)
	1/2500 レベル、(2.5m 以内)	国土地理院・基盤地図情報（数値標高モデル） 5m メッシュ(標高) (一部)
予備設計、 詳細設計	1/1000 レベル（1m 以内)	国土地理院・基盤地図情報（数値標高モデル） 5m メッシュ(標高)では精度が不足するため、必要な箇所について 10cm レベルのレーザー計測、TS 測量※、写真測量計測、UAV 写真測量、地上レーザ測量等で補完する必要がある。
	1/500 レベル　（50cm 以内）	
	1/200 レベル　（20cm 以内）	
	1/100 レベル　（10cm 以内）	

※TS：トータルステーション

なお、実測縦横断図での理想は 1/100 レベルで 10cm 以内の誤差が要求される。

1.4 属性情報の付与方法

平成 29 年度からの当面の CIM モデル（構造物モデル）への属性情報の付与は、次のとおりとする。

・属性情報の付与方法は、「3 次元モデルから外部参照する」方法を原則とする。
・外部参照する方法には、次の方法がある。
①表計算ソフト等で作成したファイルやその格納フォルダへ外部参照する。
属性情報を表計算ソフト等で作成し、表計算ソフトのオリジナルファイルや CSV 形式で保存したファイルへ外部参照する。
②当該業務又は工事の成果、提出物等（図面、報告書、工事書類等）やその格納フォルダへ外部参照する。
当該業務又は工事において、納品又は提出される図面、報告書、工事帳票等のファイルに外部参照する。

【解説】

CIM モデル（構造物モデル）における属性情報には、付与方法によって次の 2 種類がある。
1）3 次元モデルに直接付与する属性情報
2）3 次元モデルから外部参照する属性情報

平成 29 年度からの CIM 事業では、構造物モデルの納品ファイル形式に、オリジナルファイル及び「IFC」での納品を求めるものとしており、「3 次元モデルから外部参照する」形での属性付与を前提とする。

なお、「3 次元モデルに直接付与する属性情報」は、当面、IFC でのデータ交換は行えないが、オリジナルファイルでは、受注者が当該業務ないし当該工事において、CIM モデル内の属性情報を活用するために、「3 次元モデルに属性情報を直接付与」してもよい。

次頁に「CIM 事業における成果品作成の手引き（案）」での関連する記述（抜粋）を示す。

また、図 4 に CAD システムでの外部参照による属性情報の付与、IFC によるデータ交換のイメージを示す。

各 CIM モデルの納品ファイル形式（「CIM 事業における成果品作成の手引き（案）抜粋」）

オリジナルファイルでの納品を行い、国際標準の採用を念頭に置いて、現時点でソフトウェア製品が IFC※1 及び LandXML※2 に対応しているモデルについては、同ファイル形式による納品を求める。

なお、上記ファイル単独で完全なデータ交換や有効活用が行えない当面の間は、両ファイルの納品を求める。

CIM モデル	納品ファイル形式
構造物モデル	IFC 2x3※1 及びオリジナルファイル

※1 buildingSMART JAPAN「土木モデルビュー定義」
※2 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（案）Ver.1.1 平成 29 年 3 月」

「IFC について」（「CIM 事業における成果品作成の手引き（案）抜粋」）

IFC（Industry Foundation Classes）は、buildingSMART International(以下 bSI)が策定した 3 次元モデルデータ形式である。2013 年には ISO 16739:2013 として、国際標準として承認されている。当初は、建築分野でのデータ交換を対象にしていたが、2013 年には bSI 内に Infrastructure Room が設置され、土木分野を対象にした検討が進められている。

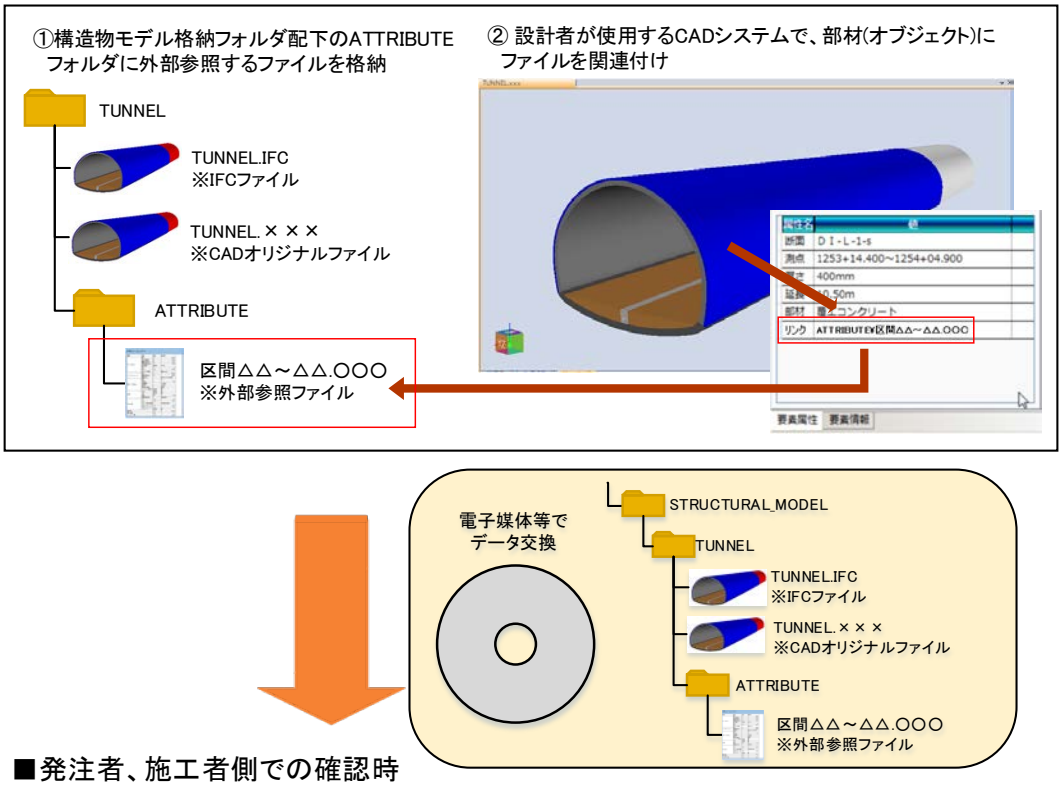
平成 29 年度からの CIM 活用業務及び CIM 活用工事では、構造物モデルのデータ交換形式として（オリジナルファイルに加え）IFC を採用し、属性情報は外部参照の扱いとする。

当面、土木構造物としてのクラス定義や（3 次元モデルに直接付与する）属性情報を含むデータ交換は行えないが、データの長期再現性や、政府調達（WTO・TBT 協定）を踏まえ、現時点でデータ交換可能な範囲で国際標準を採用していく。

「属性情報の扱いについて」（「CIM 事業における成果品作成の手引き（案）抜粋」）

「CIM 導入ガイドライン（案）」に基づき、設計や施工段階において、受注者が電子成果品等である図面、報告書、工事書類等を属性情報として付与する場合は、各々の成果品格納フォルダとは別に、CIM モデルの属性情報として格納する。納品された CIM モデルが CIM フォルダ単独で次工程等で活用できるよう、CIM フォルダ外のほかの成果品格納フォルダへの外部参照は行わず、フォルダ内に別途格納が必要となる。

■設計者側での属性付与時



■発注者、施工者側での確認時

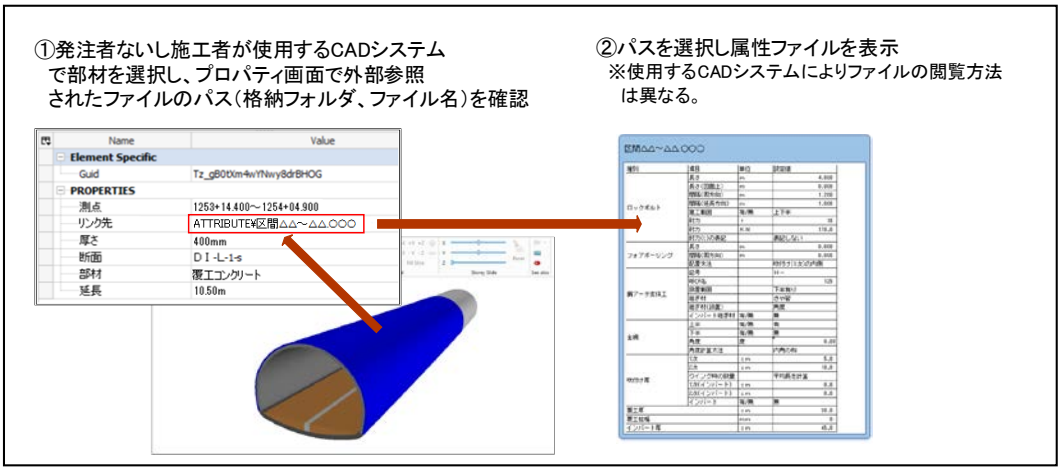


図 4　外部参照による３次元モデルへの属性付与～データ交換のイメージ

1.5 CIM の効果的な活用方法

事業の上流側となる調査・設計段階から CIM を活用することで、概略検討及び詳細設計の効率化、検討内容の綿密化、設計品質の向上等が期待できる。

また、CIM を活用することにより、施工管理効率化、施工計画検討の綿密化、関係者間情報共有の円滑化、出来形管理の効率化等の効果が期待できる。

更に、施工段階から提出された CIM モデル、施工データについて、維持管理の日常点検、定期点検等の場面での効果的な活用が期待できる。

CIM の効果的な活用方法として、これまでの CIM 試行事業での事例を示す。

(1) 調査・設計段階

■事業化に当たっての概略検討等に CIM を活用することで、次の効果が期待できる。

・断層、地滑り、湧水地帯等の事業工程・事業費に影響する情報をモデル上で確認することで、事業業計画検討の綿密化が期待できる。

・トンネル掘削土量の自動算出機能を用い、概算費用を算出することで、ルート比較検討等の効率化が期待できる。

・関係者協議（主に事業者内部）に CIM を活用することで、協議の円滑化、迅速化が期待できる。

■詳細設計段階に CIM を活用することで、次の効果が期待できる。

・坑口周辺の LP 測量データを取得し、転石、岩塊等危険箇所の把握、対策検討することで、詳細設計の綿密化が期待できる。

・坑口形式の検討、走行シミュレーションによる出口部の見え方確認等で、関係者協議の円滑化、迅速化が期待できる。

・トンネル支保パターン検討に地質モデルを活用することで、設計効率化が期待できる。

図 5　ルート検討

提供：株式会社大林組

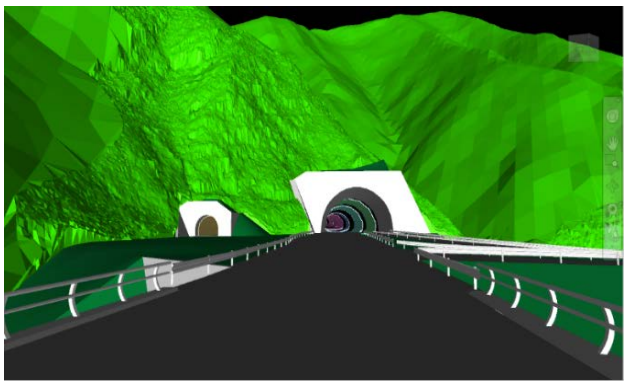


図 6　坑口形式検討

（坑口部は 3 次元点群データによる地形モデル）

提供：株式会社大林組

図 7　走行シミュレーション（出口部）

提供：川田テクノシステム株式会社

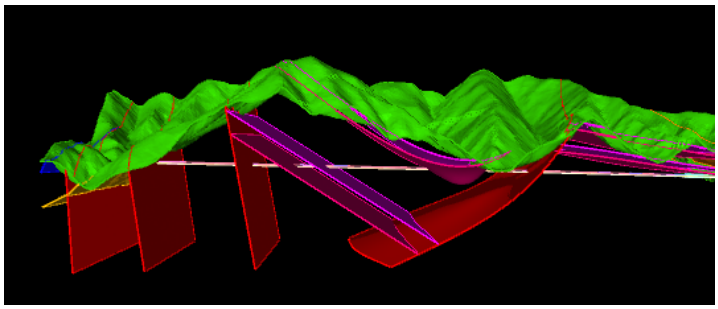


図 8　地層サーフェスモデルによる支保パターン検討

提供：株式会社大林組

(2) 施工段階

これまでの試行工事等では、CIM トンネルモデルを活用した施工管理効率化等として、次の活用方法に着目した取り組みが実施されている。

■活用方法①　施工管理情報の蓄積

・坑内で計測される諸データやコンクリート打設に関わる品質記録等をトンネルモデルに登録することで、データ検索が容易になる等、施工管理の効率化が期待できる。

・これらの計測、品質管理記録とともに、地質記録等を蓄積しておくことで、維持管理段階での施工データの有効活用が可能となる。

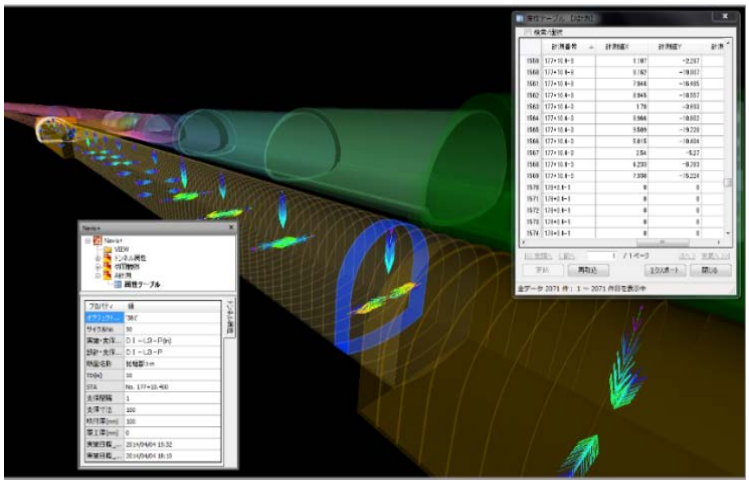


図 9　トンネルモデルへの施工管理情報の蓄積

提供：株式会社大林組

■活用方法②　施工管理情報の共有

掘削途中の切羽、地質情報をトンネルモデルに一元化することで、岩判定時における地質状況評価の効率化、円滑化が期待できる。

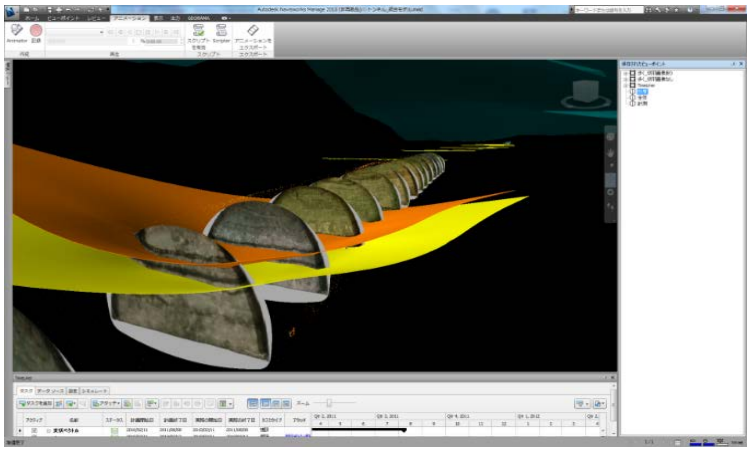


図 10　切羽、地質情報のトンネルモデルへの一元化

提供：株式会社大林組

■活用方法③　施工検討への活用

トンネルモデル・地形モデルを低土被り箇所における補助工法検討、坑口周辺の法面対策検討等に活用することで、より精度の高い対策検討等、施工検討の綿密化が期待できる。

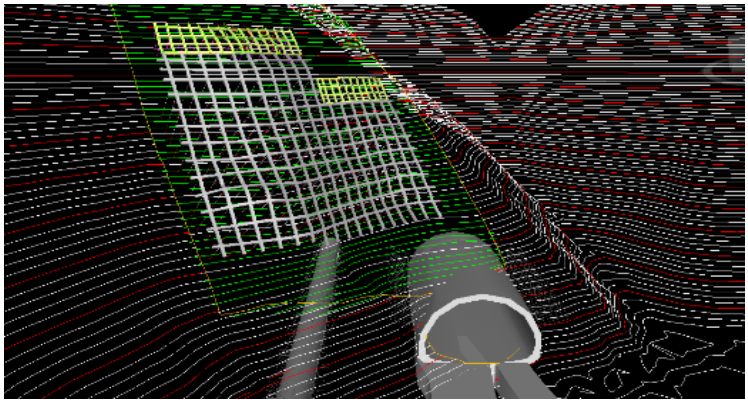


図 11　坑口上部の法面補強アンカーとトンネル掘削のゆるみ影響範囲の干渉チェック

提供：株式会社大林組

■活用方法④　予測型 CIM（＋前方探査）の活用

切羽前方の地質状況と、ボーリング孔内を観察して崩落の可能性がある岩塊（キーブロック）を予測した情報を 3 次元モデル上に表示することで、計画（想定）と実際の地山の差異が明確になり、適切な対策工法の検討や、施工の効率化や安全性の向上が期待できる。

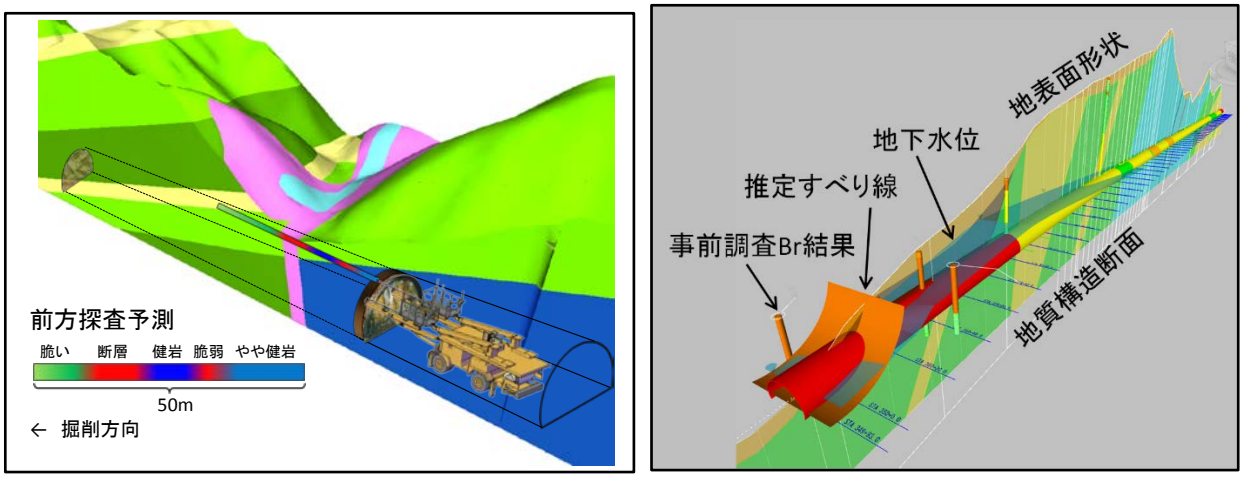
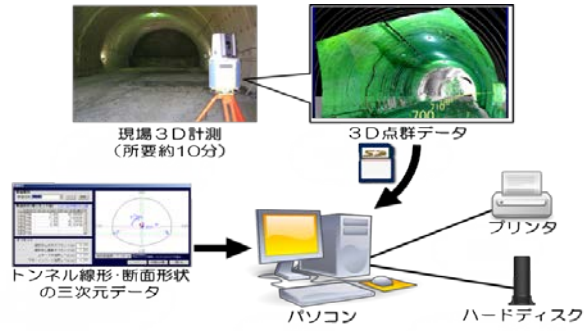


図 12　予測情報の 3 次元モデルへの表示例

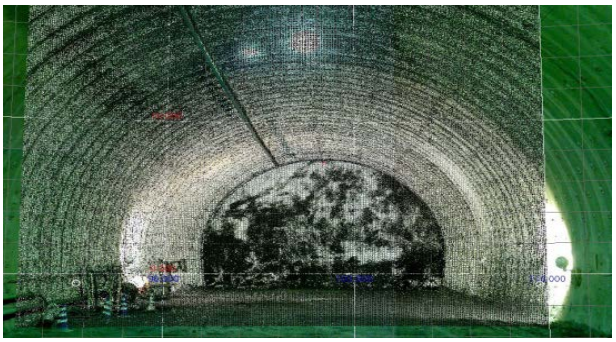
提供：株式会社大林組

■活用方法⑤　出来形管理への活用

レーザースキャナー計測で得られた内空計測結果と 3 次元設計モデルを活用して、掘削出来形管理（余掘り管理、覆工コンクリートの打設管理）の効率化が期待できる。

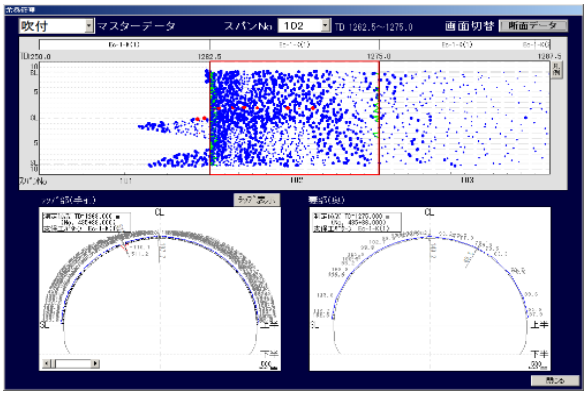


システム構成



切羽計測データ

トンネル出来型計測結果表示



覆工巻き厚管理

図 13　レーザースキャナーを活用した掘削出来形管理の事例

出典　2015 施工 CIM 事例（2015 年 一般社団法人 日本建設業連合会インフラ再生委員会）

（3）維持管理段階

維持管理段階では、図 14 に示すような GIS 等を情報基盤として、調査、設計、施工の各段階で作成された各種データ（3 次元モデル、属性情報等）を一括管理し、関係者間のデータ共有・活用を図るような活用イメージが考えられる。

- 事務所で管理する路線を対象とした GIS のベースのプラットフォーム（図 14 の①）を構築し、そこから各構造物の CIM モデル（図 14 の②）の立ち上げを可能にすることで直感的な情報検索が期待できる。
- 維持管理段階で活用する②の各構造物の CIM モデルは、調査・設計・施工段階で作成した各構造物の CIM モデル（図 14 の③）に設計・施工段階で作成された報告書、図面、工事記録等、維持管理段階に必要な属性情報を付与して構築する。
- さらに、各構造物の CIM モデル（図 14 の②）に維持管理段階で作成・更新する点検記録とともに既存維持管理 DB（図 14 の④）の記録を 3 次元モデルに紐付け、日常的に情報の集約・統合を図ることで、維持管理情報の一元管理とともに資料検索等の業務効率化が期待できる。
- 今後は、点検・診断に関する新たな ICT 技術によるデータ蓄積、また 3 次元モデルを活用した FEM 解析、劣化予測等に応用していくことで、高度な活用が期待できる。

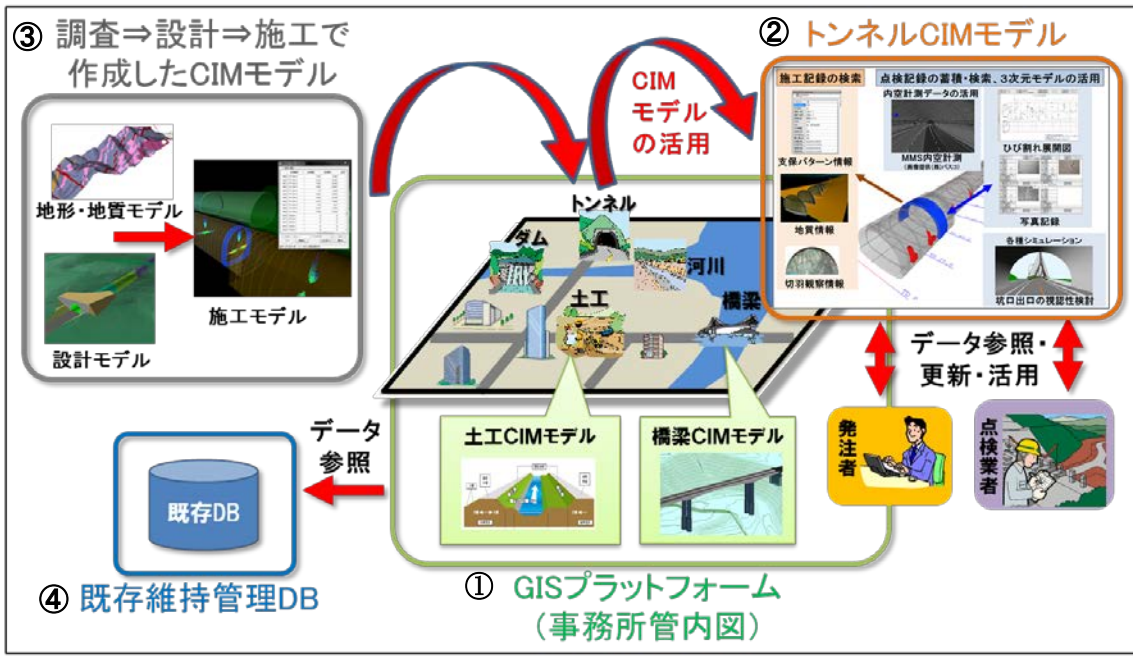


図 14　管内図をプラットフォームとした維持管理のイメージ

維持管理段階における具体的な CIM の活用方法は、本編の第 5 章「維持管理」の「5.2 維持管理段階での活用【発注者・受注者】」を参照する。

1.6 対応するソフトウェア環境

CIM 導入ガイドラインに対応した IFC 及び LandXML に関するソフトウェアについて対応範囲や留意事項等を掲載している。事前に使用するソフトウェアについて確認しておくこと。

⑴CIM 導入ガイドライン対応ソフトウェア一覧／（一社）オープン CAD フォーマット評議会
http://www.ocf.or.jp/cim/CimSoftList.shtml

⑵LandXML 対応ソフトウェア一覧／（一社）オープン CAD フォーマット評議会
http://www.ocf.or.jp/cim/LandList.shtml

2 測量及び地質・土質調査

測量段階では、坑口周辺などの範囲を対象とし、設計段階で作成する地形モデルの基となる 3 次元データを取得する。

地質・土質調査段階では、モデルを作成する時点までに行った成果を基に、地質・土質モデルを作成することを基本とする。なお、地質・土質モデルを活用する目的・用途を踏まえ、モデルの精度向上のために追加の地質・土質調査について、必要に応じて計画・実施することに留意する。

2.1 業務発注時の対応【発注者】

2.1.1 CIM 活用業務の発注【発注者】

発注者は、CIM の活用に関する実施方針、国土交通省内の事務連絡等を踏まえ、CIM 活用業務を発注する。

2.1.2 成果品の貸与【発注者】

発注者は、CIM モデル作成に活用できる業務成果等の有無を確認の上、必要な成果を受注者に貸与する。

2.2 事前準備

2.2.1 貸与品・過年度成果の確認（地質・土質調査）【受注者】

地質・土質調査において、受注者は、貸与品・過年度成果をチェックし、地質・土質モデルを作成する際には参考となるボーリング柱状図、地質横断図等の有無、ボーリング位置（地理座標系）、作図の単位を確認する。

2.2.2 事前協議の実施【発注者・受注者】

（1）測量

測量業務の発注者及び受注者は、業務着手時に受発注者協議を行い、測量方法・納品時のファイル形式等を決定する。

（2）地質・土質調査

地質・土質調査業務の受注者及び発注者は、業務着手時に受発注者協議を行い、設計・工事の対象分野や CIM モデルの活用目的を確認の上、作成する地質・土質モデルの種類・データ構成等を決定する。地質・土質モデルの種類・データ構成等の共通事項は、本ガイドライン共通編　第 3 章「地質・土質調査」を参照する。

（3）測量、地質・土質調査共通

「CIM モデル作成　事前協議・引継書シート」の事前協議時記入欄に、事前協議結果を記入する。

「CIM モデル作成　事前協議・引継書シート」については本ガイドライン共通編　第 1 章総則を参照。

事前協議の例については、「3.2.2 事前協議の実施【発注者・受注者】」を参考にする。

2.3 測量成果（3 次元データ）、地質・土質モデルの作成【受注者】

受注者は、測量及び地質・土質調査を通じて、測量成果の 3 次元データ、地質・土質モデルを作成する。データ・モデル作成の指針については、本ガイドライン共通編　第 2 章「測量」及び第 3 章「地質・土質調査」を参照する。

2.3.1 測量成果（3 次元データ）作成指針

測量業務の受注者は、山岳トンネル設計の各段階における測量業務を実施するとともに、次の 3 次元データを作成する。

表 3 測量段階で作成する 3 次元データ

項目	トンネル予備設計前測量		
地形名称	坑門工周辺細部地形		
測量手法・既成成果	TS 測量、UAV 写真測量、地上レーザ測量※1		
作成範囲	受発注者協議にて定めた範囲		
作成対象	地表面		周辺地物（建物等）
変換後の幾何モデル	3 次元点群データ	オルソ画像	ポイント、ポリゴン、サーフェス、ソリッド
地図情報レベル（測量精度）	地図情報レベル 250,500　※2、3		
点密度（分解能）	4 点/㎡以上（高密度範囲 100 点/㎡以上）※6、7	地上画素寸法 0.1m 以内 ※4	※9
保存形式	CSV	TIFF＋ワールドファイル	※9
保存場所	/SURVEY/CHIKEI/DATA※7	/SURVEY/CHIKEI/DATA※7	※9
要領基準等	※1：UAV 等を用いた公共測量実施要領 ※2：設計業務等共通仕様書　6703 条　山岳トンネル予備設計　　地形図の縮尺 ※3：設計業務等共通仕様書　6704 条　山岳トンネル詳細設計　　地形図の縮尺 ※4：公共測量作業規程　第 291 条　　地上画素寸法（空中写真） ※5：公共測量作業規程　第 404 条　　詳細測量時の地図情報レベルを 250 と規定 ※6：UAV を用いた公共測量マニュアル（案）　第 76 条　　地図情報レベル 250 の点密度 ※7：地上レーザを用いた公共測量マニュアル（案）　　地図情報レベル 250 の点密度 ※8：CIM 事業における成果品作成の手引き(案)（平成 29 年 3 月） CIM 電子納品フォルダの規定		
備考	※1：「UAV 等を用いた公共測量」を実施となった場合には、詳細は本ガイドライン第2編土工編「2.1 測量」を参照。実質的に使用できないと考られる、空中写真測量、航空レーザ測量、車載写真レーザ測量については除いている。 ※9：地物は設計・施工上のコントロールとして必要な場合には、測量時に取得し、3 次元形式にて格納する。ただし、その表現方法や保存形式については、今後検証を行いながら定めるものとする。		

2.3.2 地質・土質モデル作成指針

地質・土質調査の受注者は、山岳トンネルの予備設計、詳細設計に必要な地質・土質調査を実施するとともに、受発注者協議において決定した内容に基づき、地質・土質モデルを作成する。

なお、受発注者協議では、モデルを作成する時点までに行った地質・土質調査の成果とともに、「表 4　トンネル分野における地質・土質モデルの主な活用目的」と、「表 5　地質・土質モデルの作成指針」を参考に、地質・土質モデルの作成有無・作成範囲、作成対象のモデル、保存形式を決定するものとする。

(1) 地質・土質モデルの活用目的

各段階の地質・土質調査の目的・内容と、地質・土質モデルの主な活用目的を次の表に示す。

各段階で利用可能なトンネルモデル、地質・土質モデルを重ね合わせすることによって、相互の位置関係の把握が容易になり関係者協議の円滑化が期待できるとともに、各段階の地質リスク（※）の関係者間共有等を講じることで、対策検討に関わる意志決定の迅速化等の効果が期待できる。

表 4　トンネル分野における地質・土質モデルの主な活用目的

段階	地質・土質調査の目的・内容		地質・土質モデルの主な活用目的
	目的	内容	
（参考） 概略設計のための調査	・路線の選定	・資料調査 ・空中写真判読	選定路線（トンネル）と、沿線の地質リスク(※)の位置関係を把握する。
予備設計のための調査	・ 坑口位置の選定 ・ 掘削工法の検討 ・ 地山分類の概略決定 ・ 問題点の把握	・現地踏査 ・空中写真判読 ・地表地質踏査 ・弾性波探査 ・ボーリング調査	・トンネル坑口部、トンネル通過位置における地形・地質構成を把握する。 ・沿線の地質リスク（※)、不足する地質調査を抽出し、関係者間で共有し、追加調査を提案する。
詳細設計のための調査	・ 地山分類の詳細決定 ・ 各部の詳細設計 ・ 施工計画 ・ 施工上の問題点の把握	・地表地質踏査 ・ボーリング調査 ・物理探査 ・土質・岩石試験 ・原位置試験 ・水文調査	・トンネルの通過位置における地質、地下水状況等の位置関係を把握する。 ・残存する沿線の地質リスク（※)、不足する地質調査を抽出し、関係者間で共有し、追加調査を提案する。
（参考） 施工	・ 地山分類の確認 ・ 事前調査で未確認の問題点の調査（先進ボーリング等）	・切羽観察等の地山状況の観察や支保の挙動計測 ・切羽前方探査 ・トンネルの変状 ・周辺の環境変化 ・施工実績と地山条件の整理	＜施工前＞ トンネル設計条件の地質・土質モデルと、それに付随する地質リスクを把握し、関係者間で共有する。 ＜施工中＞ 切羽観察や内空の挙動計測から、設計条件となった地質・土質モデルとの比較、新たな地質リスク等を把握する。（重大な地質リスクの発現時に、地質調査を追加した場合は、事前の地質・土質モデルを修正し、対策検討、施工に活用する）
（参考） 維持管理	・変状の原因究明 ・補修補強設計 ・維持更新	・トンネル変状調査 ・ボーリング調査 ・原位置試験 ・土質・岩石試験	トンネルに変状や湧水、地下水汚染や渇水等が発生した場合、施工記録を基に、周辺の地質、地下水状況等の位置関係を把握し、原因究明や調査・計測計画検討、対策工検討の基礎資料として活用する。

（※）地質リスク：断層、地すべり、崩壊、脆弱岩等の地質的要因に起因する設計・施工上のリスク。（通常は 2 次元的地質・土質モデルの把握でも十分な場合が多い。）

なお、トンネル計画では、次のような場合において事前に 3 次元地質・土質モデル（サーフェスモデルやボクセルモデル）による施工時の影響予測解析が行われることがある。

①トンネル掘削に起因する大量湧水（井戸枯れ）が発生する水文地質構造、②構造性の大規模地すべり帯の直下を通過、③規模が大きな地質構造線にルートが近接、④特定の地層に起因しこれを掘削すると有害物質によって土壌汚染が発生等。

(2) 地質・土質モデルの作成指針

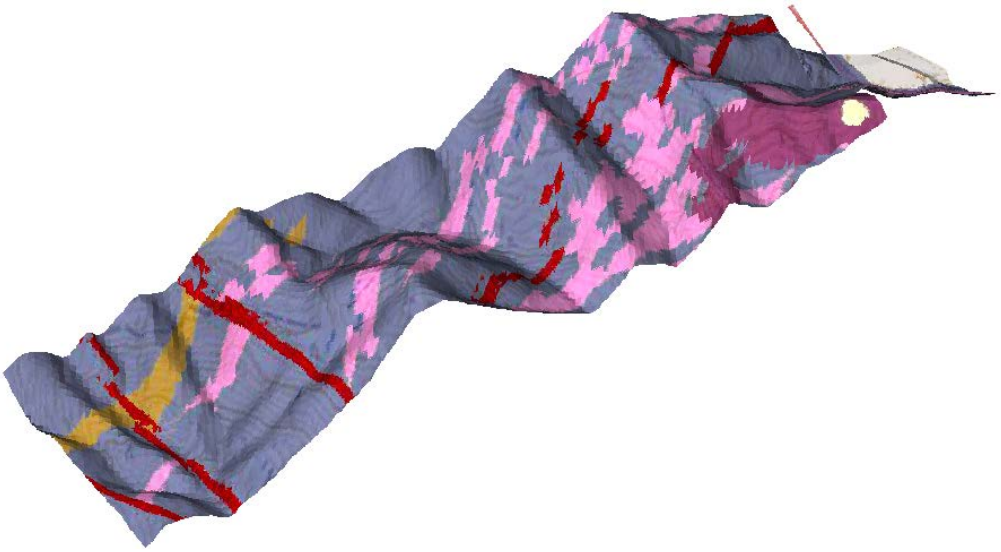
トンネル分野における地質・土質モデルの作成指針を次表に示す。

地質・土質モデルは、モデルを作成する時点までに行った地質・土質調査の成果を基に作成する。

作成した地質・土質モデルには推定を含むことや、設計・施工段階へ引き継ぐべき地質リスクについて、「CIM モデル作成　事前協議・引継書シート」へ必ず記録し、継承するものとする。

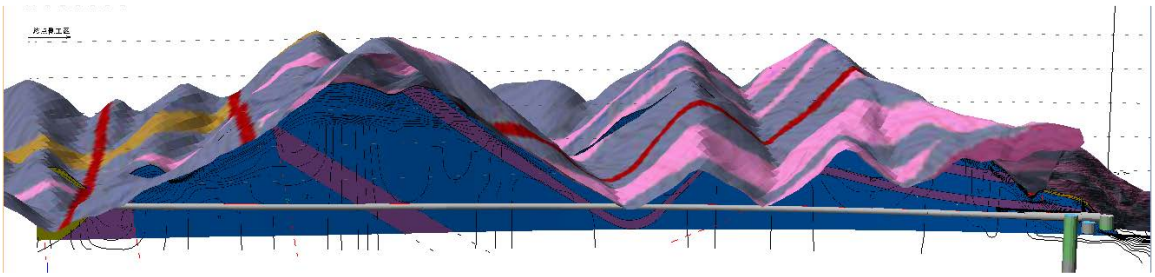
表 5　地質・土質モデルの作成指針

<table>
<tr><th>段階</th><th>2 次元成果等</th><th>モデルの作成対象・作成内容</th><th>モデルの主な活用場面</th></tr>
<tr><td>（参考）
概略設計のための調査</td><td>・地質（平面）図
・各種ハザードマップ
・基盤地図情報数値標高モデル 5m/10m メッシュ</td><td>必要に応じて、以下を作成する。
①地質平面図モデル（土木地形地質図モデル）
・座標を有するテクスチャモデルとする。
・必要に応じて地すべり分布図等を貼り付ける。</td><td>・路線選定検討
・関係者間協議
・住民説明
・後続調査計画立案</td></tr>
<tr><td rowspan="2">予備設計のための調査</td><td rowspan="2">・地質（平面）図
・空中写真判読図
・ボーリング柱状図
・物理探査結果
・地質縦断図
・地質横断図
・基盤地図情報数値標高モデル 5m/10m メッシュ
・中心線形</td><td>以下を基本に、必要に応じてモデルを作成する。
①地質平面図モデル
空中写真判読結果も表示する。
②ボーリングモデル
打設位置/方位角/打設角等を正しく表示する。
③地質縦断図モデル
中心線形を通る鉛直曲面に、縦断図を貼り付ける。
④地質横断図モデル
・中心線形を通る鉛直曲面に、直交に横断図を貼り付ける。
・必要に応じて物理探査結果も併せて表示する。</td><td>・路線検討（変更等）
・関係者間協議（地質リスクの抽出・絞込み・評価）
・住民説明
・詳細調査計画の立案</td></tr>
<tr><td colspan="2">○受注した土質・地質調査内容に応じて、解析モデル等を作成する。次に例を示す。
・3 次元地下水解析モデル（水文地質モデル）
湧水予測、渇水対策検討に活用
・3 次元地盤解析モデル（予備解析用）
破砕帯等の軟質又は脆弱な地山における近接施工等の影響予測に活用</td></tr>
<tr><td rowspan="2">詳細設計のための調査</td><td rowspan="2">・ボーリング柱状図・
・地質（平面）図
・物理探査結果
・中心線形
・地質縦断図
・地質横断図
・基盤地図情報数値標高モデル 5m/10m メッシュ</td><td>以下を基本に、必要に応じてモデルを作成、又は更新する。
①地質平面図モデル
空中写真判読結果も表示する。
②ボーリングモデル
打設位置/方位角/打設角等、正しく表示する。
③地質縦断図モデル
・中心線形を通る鉛直曲面に対し、縦断図を貼り付ける。
・地山区分や設計・施工上の留意点等を記載した帯図を、必要に応じて付ける。
④地質横断図モデル
・中心線形を通る鉛直曲面に、直交に横断図を貼り付ける。
・必要に応じて物理探査結果も併せて表示する。</td><td>・地山区分の検討
・施工方法の検討
・関係者間協議（地質リスクの評価・共有）
・住民説明
・補足調査計画の立案、
・工事施工計画立案
・施工時に想定される地質リスク抽出</td></tr>
<tr><td colspan="2">○受注した土質・地質調査内容に応じて、解析モデル等を作成する。次に例を示す。
・3 次元地下水解析モデル（水文地質モデル）
湧水予測、渇水対策検討に活用
・3 次元地盤解析モデル（詳細解析用・対策検討用）
破砕帯等の軟質又は脆弱な地山における近接施工等の影響予測に活用</td></tr>
<tr><td>（参考）施工</td><td colspan="2">追加調査等を実施した場合、必要に応じてモデルを更新する。</td><td>工法変更、安全対策討、関係者間協議、追加調査の検討</td></tr>
<tr><td>（参考）維持管理</td><td colspan="2">施工記録に基づき、地質・土質モデルを発注者が更新する。</td><td>変状等に対する原因究明、調査・計測計画の立案、対策工検討</td></tr>
</table>



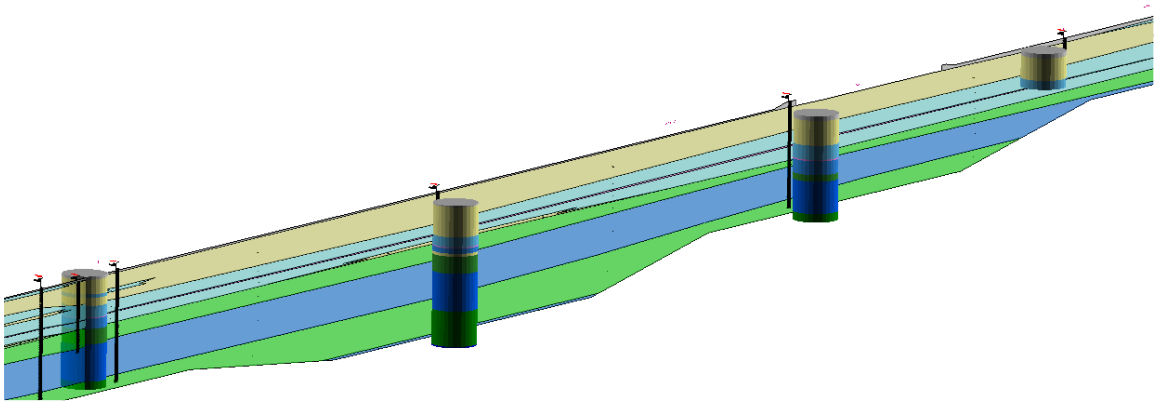
地質平面図モデル（数値標高モデルとの合成モデル）

（表 5 中　詳細設計のための調査　①地質平面図モデルに該当）



地質縦断図モデル

（表 5 中　詳細設計のための調査　③地質縦断図モデルに該当）



ボーリングモデルと地質横断図モデルの合成モデル

（表 5 中　詳細設計のための調査　②ボーリングモデルと④地質横断図モデルを合成したモデル）

図 15　地質・土質モデルの作成例

提供：川田テクノシステム株式会社

2.4 業務完了時の対応

2.4.1 電子成果品の作成・納品【受注者】

受注者は、作成したCIMモデルを、現行の2次元成果に加えて電子成果品として作成する。

また、受発注者協議で決定した事項（CIMモデルの作成目的、作成範囲、詳細度等）や2次元図面との整合等について、「CIMモデル照査時チェックシート」に基づくチェックを行う。

詳細は、本ガイドライン共通編　第1章　総則「1.4 CIMモデルの提出形態」及び次の手引きを参照。

・「CIM事業における成果品作成の手引き(案)（平成29年3月）」

また「CIMモデル作成　事前協議・引継書シート」の納品時記入欄に、CIMモデルの更新及び属性情報付与の内容や、次工程に引き継ぐための留意点等を記載の上、電子成果品に格納する。

「CIMモデル作成　事前協議・引継書シート」については本ガイドライン共通編　第1章総則を参照。

2.4.2 電子成果品の納品・検査【発注者・受注者】

受注者は、CIMモデルを含む電子成果品を発注者に納品する。

発注者は、成果品の検査に際し、現行の2次元成果に加え、納品されたCIMモデルやCIMモデルのチェック結果（CIMモデル照査時チェックシート）も含めて確認を行う。

詳細は、次の手引きを参照。

・「CIM事業における成果品作成の手引き(案)（平成29年3月）」

3 調査・設計

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、トンネル設計成果としてCIMモデルを作成する。

3.1 業務発注時の対応【発注者】

3.1.1 CIM活用業務の発注【発注者】

発注者は、CIMの活用に関する実施方針、国土交通省内の事務連絡等を踏まえ、CIM活用業務を発注する。

3.1.2 成果品の貸与【発注者】

発注者は、CIMモデル作成に活用できる前工程の業務成果等の有無を確認の上、必要な成果を受注者に貸与する。

航空写真、衛星写真等の資料を貸与する場合は、各資料の著作権、2次利用の扱いについて確認しておく。

3.2 事前準備

3.2.1 貸与品・過年度成果の確認【受注者】

受注者は、貸与品・過年度成果について、CIM モデル作成に活用する成果の有無、内容等の確認を行う。

（1）測量

受注者は、発注者から貸与された測量業務の電子成果品をチェックし、次のフォルダ内にあるメタデータ、3 次元点群データファイルの有無、ソフトウェアによる読込みの可否、測量座標系、単位、3 次元点群データの位置等を確認する。

・フォルダ：/SURVEY/CHIKEI/DATA

受注者は、次のフォルダ内にあるオルソ画像のデータファイルの有無、測量座標系、単位、位置を確認する。

・フォルダ：/SURVEY/CHIKEI/DATA

○測量成果として、3 次元点群データ、3 次元地形データがない場合の対応

測量成果として、3 次元点群データ、3 次元地形データが含まれない場合、受発注者協議にて、「受注している調査・設計業務内で測量を実施」又は「国土地理院・基盤地図情報（数値標高モデル）を使用」のどちらかを選択する。「受注している調査・設計業務内で測量を実施」の場合、設計変更とする。

なお、「国土地理院・基盤地図情報（数値標高モデル）を使用」に際し受注者は、国土地理院・基盤地図情報（数値標高モデル）の使用に当たり、国土地理院への使用承認を得ることに留意する。

（2）地質・土質調査

受注者は、発注者から貸与された地質・土質調査業務の電子成果品をチェックし、次のフォルダ内にあるボーリング交換用 XML・CSV ファイル、サーフェスモデル、ソリッドモデル、ボクセルモデル、パネルダイヤグラムの有無、ソフトウェアによる読込みの可否、測地座標系、投影座標系、単位、ボーリングの位置等を確認する。

・フォルダ：/ICON/CIM/CIM_MODEL/GEOLOGICAL

（3）調査設計段階

受注者は、発注者から貸与された調査設計業務の電子成果品をチェックし、次のフォルダ内にある CIM モデルの有無、ソフトウェアによる読込みの可否、測量座標系、単位、CIM モデルを構成する部品の有無、リンクの整合、位置等を確認する。

・フォルダ：/ICON/CIM/DOCUMENT
/ICON/CIM/CIM_MODEL

3.2.2 事前協議の実施【発注者・受注者】

発注者、受注者は、CIM モデルの活用目的、CIM モデルの作成範囲、使用機器、使用ソフト及びバージョン、詳細度、納品ファイル形式、成果品の納品媒体等を協議で決定する。「CIM 事業における成果品作成の手引き（案）（平成 29 年 3 月）」を参照する。

CIM モデルの作成範囲は、「3.3 CIM モデルの作成【受注者】」を参照する。

CIM モデルの詳細度は、「1.2 モデル詳細度」を参照する。

発注者からの貸与品・過年度成果として航空写真、衛星写真がない場合、航空写真、衛星写真の調達について協議する。航空写真、衛星写真の調達の場合は、設計変更とする。

設計における属性付与については、「3.3.3 属性情報」及び「5.2 維持管理段階での活用【発注者・受注者】」を参照する。

発注者は「5.2 維持管理段階での活用【発注者・受注者】」を参考に、設計・施工段階で作成した CIM モデルを維持管理段階でどのように活用するかを事前に検討の上、活用場面に応じて設計時点で付与しておくべき情報を受注者に提示できるようにする。

また、「CIM モデル作成　事前協議・引継書シート」の事前協議時記入欄に、事前協議結果を記入する。「CIM モデル作成　事前協議・引継書シート」については本ガイドライン共通編　第 1 章総則を参照。

事前協議の例を次に示す。

なお、次の表はあくまでも事例であり、当該業務における CIM の活用場面、活用目的を受発注者間で十分に協議した上で、CIM モデルの作成範囲や詳細度（目安）を決定する。

【トンネル詳細設計時・業務発注時の例】

(1) CIM モデルの活用目的

本 CIM モデルは本設計において以下で活用することを目的として実施する。

- 施工計画の可視化
- 設計品質の向上
- 各種協議における合意形成時間の短縮と判断の迅速化

(2) CIM モデル作成範囲と詳細度（目安）

本業務における CIM モデル作成範囲は対象のトンネル本体、坑門工を対象とする。
それぞれのモデル詳細度は以下とする。

- トンネル本体工は支保パターンの区分が分かるように詳細度 300 で作成する。また、設計の結果必要となった補助工法は、その範囲が分かる様に詳細度 300 で作成する。
- 坑門工については地山との取り合いが確認できるように、外形形状を正確な寸法でモデル化する詳細度 300 とし、配筋まではモデル化しない。
- 内装設備についてはその配置、寸法が確認できるように詳細度 300 とする。
- 施工計画・仮設備計画で必要となる桟橋、作業構台等の 3 次元モデルに対してはその配置等が確認できるものとして詳細度は 200 とする。

(3) CIM モデル構築環境

- CIM モデル作成ツールは以下を用いる。
  - 地形モデル　　製品名（○○社）
  - 地質・土質モデル　　製品名（◇◇社）
  - 本体工・坑門工・仮設工モデル　　製品名（□□社）
  - 内装設備・仮設備モデル　　製品名（□□社）
  - 属性情報付与　　製品名（△△社）
- 受発注者間での CIM モデルの受送信方法の確認
  - ■■データ転送サービスを利用

(4) 使用データ

- 貸与資料は、坑口付近の測量成果（3 次元点群データ、オルソ画像)、地質・土質調査成果（ボーリングデータ、地質平面図、地質縦断図、地質横断図）及びトンネル予備設計時のトンネルモデルとし、その詳細は CIM モデル作成事前協議・引継書シートを確認すること。
- 広域地形に貼り合わせる航空写真は発注者から別途貸与する。

(5) ファイル形式、納品形式 ※

- CIM モデルのファイル形式は以下のとおりとする。また、それぞれの作成元ファイルも納品する。
  - 地形モデル
    LandXML1.2 及びオリジナルファイル（○○形式）
  - 本体工・坑門工・仮設工モデル
    IFC2x3 及びオリジナルファイル（xx 形式）
  - 属性情報　　CSV、PDF
- 電子媒体 ※
  - データ容量 10GB 程度想定のため、ブルーレイディスク（BD-R）とする。

※上記は一例のため、ファイル形式、電子媒体については、「CIM 事業における成果品作成の手引き（案）（平成 29 年 3 月)」を参照。

3.2.3 CIM 執行環境の確保【受注者】

受注者は、データ作成が可能な体制、環境（3 次元 CAD 等のソフトウェア及び動作可能なパソコン等のハードウェア）の確保を行う。

3.3 CIM モデルの作成【受注者】

受注者は、発注者との事前協議結果を踏まえ、CIM モデルを作成する。
CIM モデル共通の考え方は、本ガイドライン共通編「1.4　CIM モデルの考え方・詳細度」を参照。

3.3.1 CIM モデルの基本的な考え方

（1）CIM モデル作成対象

作成する CIM モデルは、線形、現況地形、地質構造、トンネル(本体・坑口、避難坑・誘導路)、その他構造物とする。

【解説】

トンネル CIM モデルは、表 6 に示す線形、現況地形、地質構造、トンネル構造物（本体、坑口等）を基本に構成される。

受注者は、CIM モデルとして個々のモデルだけでなく、モデル全体を統合する統合モデルを作成する。統合モデルは、関係者協議、施工計画検討、景観検討等に活用する。統合モデルとしては、従来（2 次元 CAD）の全体一般図等に示される程度を CIM モデル化する。

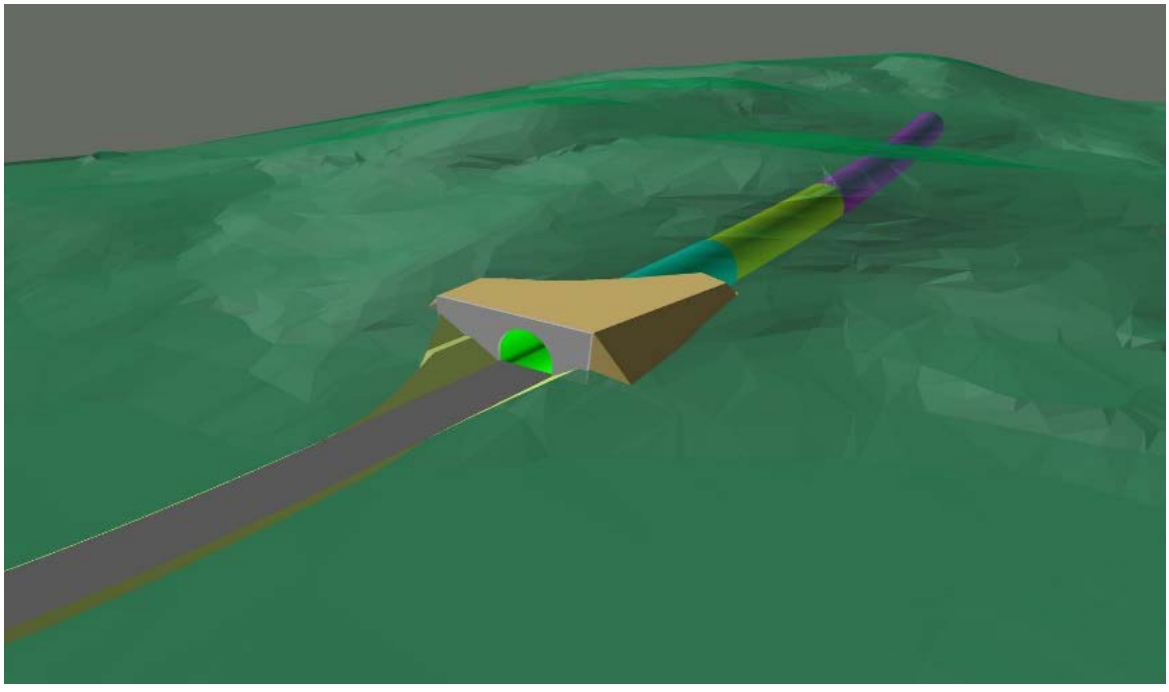


図 16　トンネル CIM モデルの構造

提供：CIVIL USER GROUP

図 16 で示した構造は以下のモデルで構築される。

表 6　CIM モデルの構造

No.	統合モデルの構造	備考
1	A.線形	道路中心線形　※1
2	B.地形	・国土地理院・基盤地図情報（数値標高モデル）5m メッシュ（標高）、10m メッシュ（標高） ・実測平面図（1/200~1/500 相当） ・UAV 等を用いた公共測量による地形データ
3	C.地質	ボーリングモデル、地質平面図・地質縦断図・地質横断図モデル
4	D.構造物	設計対象構造物モデル（本体、坑口、避難坑・誘導路等）
5	G-1.地表（広域）	1：25,000～1/50,000 相当
	G-2.構造物（広域）	1：25,000～1/50,000 相当　適宜
	G-3.航空写真（広域）	適宜

※1　「LandXML1.2 に準じた 3 次元設計データ交換標準（案）Ver.1.1 平成 29 年 3 月」
（国土交通省 国土技術政策総合研究所）

現行（2 次元）設計成果物と CIM モデルの関係を表 7 に示す。

表 7　現行（2 次元）設計成果物と CIM モデルの関係

設計項目	設計業務 成果物項目	縮尺	関係する CIM モデル	適用
設計図	位置図	1:25000～1:50000	A.線形 B.地形	
	平面図	1:1000		
	縦断図	V=1:200H=1:1000 又は V=1:100H=1:500		
	地質平面・縦断図	V=1:200H=1:1000	C.地質	
	トンネル標準断面図 支保工詳細図 本体工補強鉄筋図	1:50 適宜 1:50～1:100	D.構造物 （本体）	
	坑門工一般図 坑門工構造詳細図	1:50～1:500 適宜	D.構造物 （坑口）	
	非常用施設割付図	適宜	D.構造物 （本体）	
	非常用施設箱抜詳細図	適宜		

3.3.2 モデル作成指針

CIM モデル作成に当たっては、施工で利用することを念頭に置いた形状とする。
次の表に、山岳トンネルの各 CIM モデルの作成指針を示す。

表 8　山岳トンネルの CIM モデルの作成指針

モデル		作成指針
地形モデル		国土地理院・基盤地図情報（数値標高モデル）の 10m メッシュ(標高)データから、TIN 形式で作成する。 坑口、近接構造物の範囲等でレーザースキャナー等から計測された 3 次元点群データがある場合は、その詳細な地形データを無い場合は国土地理院・基盤地図情報（数値標高モデル）の 5m メッシュ(標高)データを利用する。 **【注意事項（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があるため、モデル化の範囲、詳細度を十分に検討して作成する。特に、トンネル延長が長い場合は、注意が必要である。
地質・土質モデル		地質・土質調査成果に基づき、ボーリング柱状図モデル、地質平面図モデル、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 2.3.2 を参照。） なお、詳細な地質・地盤解析を行う場合等において、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。 **【注意事項】** 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（地質リスク）や留意事項は、事前協議・引継書シートに記載して引き継ぐこととする。
構造物モデル	トンネル本体、避難坑、誘導路	3 次元ソリッドでの作成が望ましいが、サーフェスで作成してもよい。 インバートを含む断面形状は、トンネルの形状がわかる外形のみを作成し、支保パターンは属性情報として取り扱う。 同様にロックボルトの形状も作成不要であり、属性情報として取り扱う。 補助工法も、属性情報として取り扱う。
	坑口	国土地理院・基盤地図情報（数値標高モデル）5m メッシュ(標高)、またレーザースキャナー等から計測されたデータがある場合は、その詳細な地形データを利用し、サーフェスとして作成する
	その他構造物	トンネル明かり部の近接構造物（橋梁・土工、仮設備、本設備等）は、位置と形状が分かる程度のものを、3 次元エリア又は 2 次元の範囲で表現する。また、地上部の土地利用、地すべり地の有無の詳細を表示する。
統合モデル		地形モデル、構造物モデル、地質・土質モデル及び広域地形モデル等の CIM 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道路等もモデル化する。

【解説】

国内で利用可能な地形データは、国土地理院・基盤地図情報（数値標高モデル）5m メッシュ(標高)、10m メッシュ(標高)のほか、図面に記載されている等高線、標高値等がある。トンネルで利用する地形データの標高は、高い精度を必要としていないが、広いエリアを必要とする。国土地理院・基盤地図情報（数値標高モデル）5m メッシュ(標高)は、一部カバーしていない地域があるが、国土地理院・基盤地図情報（数値標高モデル）10m メッシュ(標高)は、日本全域をカバーしている。

なお、坑口、近接構造物等の設計では、5m メッシュ(標高)、10m メッシュ(標高)以外に、レーザースキャナー等から計測されたデータがある場合は、その詳細な地形データを利用するものとする。

図 17　地形モデル（5m メッシュ）

提供：CIVIL USER GROUP

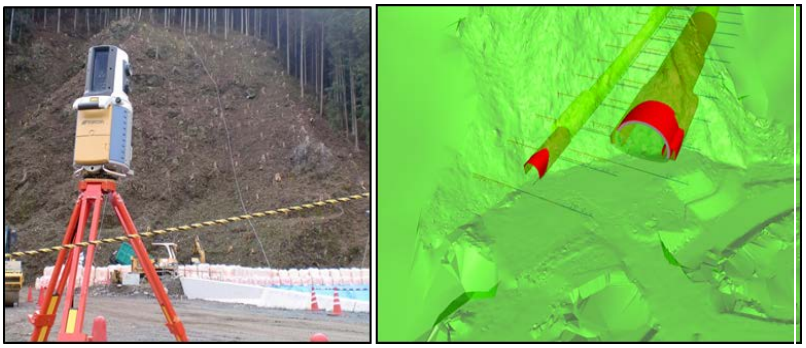


図 18　レーザースキャナーによる坑口周辺地形データ

提供：株式会社大林組

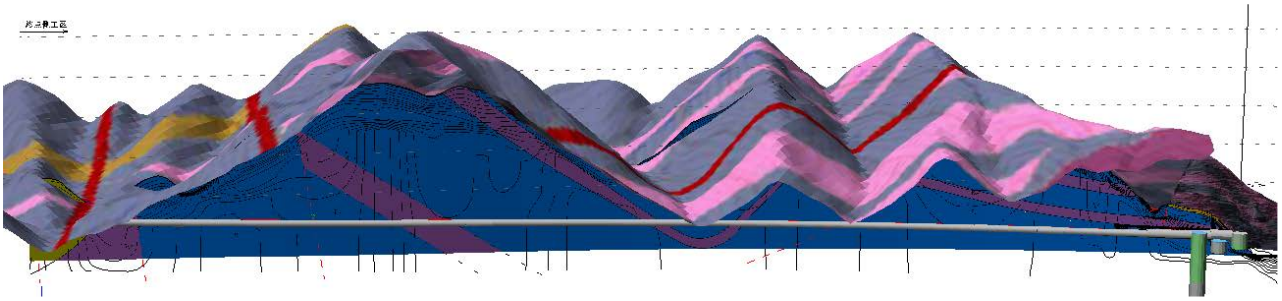


図 19　地質構造・地層モデル

提供：川田テクノシステム株式会社

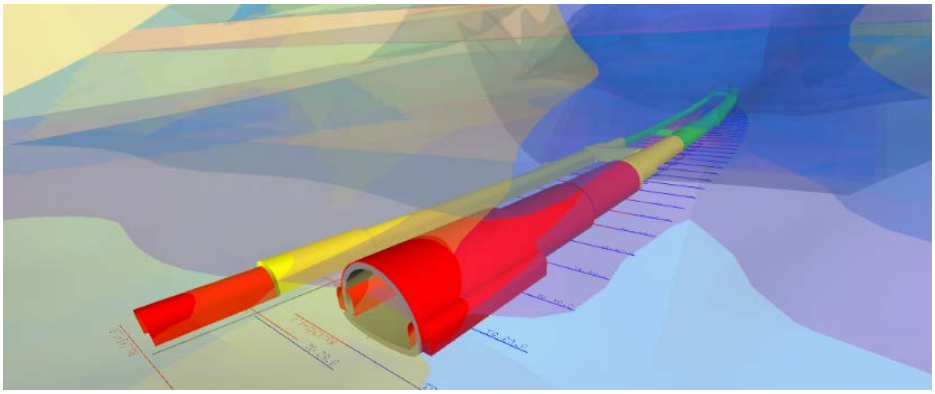


図 20　構造物モデル（トンネル本体）（支保パターンを着色し範囲を表示）

提供：株式会社大林組

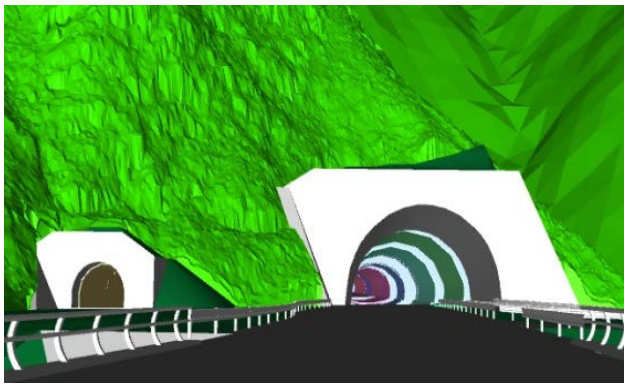


図 21　構造物モデル（坑口）

提供：株式会社大林組

3.3.3 属性情報

CIM モデル（構造物モデル）に付与する属性情報や付与方法については次のとおりとし、具体的な範囲や付与方法や付与する範囲は、受発注者間協議により決定する。

（1）属性情報の付与方法

平成 29 年度からの当面の属性情報の付与方法は、「3 次元モデルから外部参照」する方法を原則とする。詳細は「1.4 属性情報の付与方法」を参照。

（2）付与する属性情報

設計段階で計画した支保パターンの変化点が分かるように考慮する（着色表示等）とともに、ロックボルト、覆工コンクリート、鋼製支保工等の材質、寸法、強度、補助工法等について、下流工程となる施工段階で活用できるよう、属性情報として付与する。

【解説】

事業の進捗（設計、施工、維持管理）に伴って取得される属性情報について、下流工程で活用できるよう、CIM モデルを作成・活用した段階ごとに付与する。

なお、山岳トンネルの設計は、地質・土質調査の結果等を基に地山分類、支保パターン等の施工条件を決定することが主であり、維持管理段階で有用な情報となる地山情報や、内空変位、湧水等の詳細な情報は施工段階に取得される。

そのようなことを踏まえ、設計段階では、施工における設計条件検索等の効率化を念頭に、支保パターン、ロックボルト等の属性情報を CIM モデルに付与することとした。

3.4 業務完了時の対応

3.4.1 電子成果品の作成・納品【受注者】

受注者は、作成・更新したCIMモデルを、現行の2次元成果に加えて電子成果品として作成する。また、受発注者協議で決定した事項（CIMモデルの作成目的、作成範囲、詳細度等）や2次元図面との整合等について、「CIMモデル照査時チェックシート」に基づくチェックを行う。

詳細は、本ガイドライン共通編　第1章　総則「1.5 CIMモデルの提出形態」及び次の手引きを参照。

・「CIM事業における成果品作成の手引き（案）」（平成29年3月）

また「CIMモデル作成　事前協議・引継書シート」の納品時記入欄に、CIMモデルの作成範囲、詳細度、属性情報付与の内容、ファイル形式や、施工段階に引き継ぐための留意点等を記載の上、電子成果品に格納する。

「CIMモデル作成　事前協議・引継書シート」については本ガイドライン共通編　第1章総則を参照。

3.4.2 電子成果品の納品・検査【発注者・受注者】

受注者は、CIMモデルを含む電子成果品を発注者に納品する。

発注者は、成果品の検査に際し、現行の2次元成果に加え、納品されたCIMモデルやCIMモデルのチェック結果（CIMモデル照査時チェックシート）も含めて確認を行う。

詳細は、次の手引きを参照。

・「CIM事業における成果品作成の手引き（案）」（平成29年3月）

4 施工

4.1 工事発注時の対応【発注者】

4.1.1 CIM 活用工事の発注【発注者】

発注者は、CIM の活用に関する実施方針、国土交通省内の事務連絡等を踏まえ、CIM 活用工事を発注する。

4.1.2 成果品の貸与【発注者】

発注者は、発注図の貸与に加え、設計業務等で作成された CIM モデルについて電子成果品を確認の上、受注者に貸与する。

なお、CIM モデルについては、工事の内容・工区等に応じたモデル分割作業は行わず、工事目的物・構造物全体の CIM モデルを貸与する。

詳細設計付き工事の場合は、詳細設計で CIM モデルを構築し、工事に活用する。

＜貸与する CIM モデルの例＞

・設計業務の CIM モデル

・関連工事の CIM モデル

「図 3　山岳トンネルにおける CIM モデルの作成、更新及び活用の流れの例」を参照。

4.2 事前準備

4.2.1 CIM モデルの確認【受注者】

受注者は、貸与された設計段階等の CIM モデルについて電子成果品を確認し、発注図等との不整合や疑義がある場合は、発注者と協議を行う。

設計段階の CIM モデルの属性情報を確認し、設計時の成果や記録として把握が必要な情報が付与されていない場合は、受注者は発注者に設計業務成果の貸与を求める。

例）設計過程（判断過程、根拠等）の把握が必要な場合等

なお、設計業務の電子成果品内に「CIM モデル作成　事前協議・引継書シート」※が格納されている場合は、同様式に記載されている内容（CIM モデルの作成範囲、詳細度、属性情報付与の内容、ファイル形式や、施工段階で活用する際の留意点等）を基に、設計段階の CIM モデルを確認する。

※「CIM モデル作成　事前協議・引継書シート」は、本ガイドライン共通編　第 1 章総則を参照。本シートの運用は、平成 28 年度の CIM 試行業務・工事から開始しているため、平成 27 年度以前の CIM 試行業務・工事の成果には含まれていない。

施工段階で活用するために CIM モデルの更新が必要か否かを確認する。

・モデル修正の必要性（モデル詳細度を変更する場合も含む）

・地形モデル更新の必要性（起工測量の必要性）

CIM モデル共通の考え方は本ガイドライン共通編「1.4　CIM モデルの考え方・詳細度」を、CIM モデルの作成指針については「3.3 CIM モデルの作成【受注者】」を参照。

モデル更新に伴う発注者との協議及び設計変更の扱いについては、「4.2.2 事前協議の実施【発注者・受注者】」を参照。

【解説】

実施工へのモデルの活用では、設計段階での詳細度を確認した上で活用する。

特に、坑口部分は現況地形の把握が重要となるため、発注者に測量結果等の詳細なデータの有無を確認する。

詳細なデータがある場合は、そのデータの取得日を確認し施工での利用を検討する。

データがない場合は、施工者で起工測量として実施する詳細な地形データの利用を検討する。

設計段階で作成された CIM モデル受領後は、そのモデルに応じたソフトウェアやビューワーを用いて CIM モデルを確認する。

また、現地条件、施工条件等の変更によるモデル更新の必要性等を確認し、次項に示す発注者との事前協議が行えるようにする。

4.2.2 事前協議の実施【発注者・受注者】

発注者、受注者は、貸与された設計段階の CIM モデルの確認結果を踏まえ、CIM モデル更新、施工時の属性付与等に関する事前協議を行う。

（事前協議事項）
・CIM モデルの活用目的
・設計段階の CIM モデルの形状・詳細度更新の要否、範囲
・施工における属性付与の要否、範囲
・使用機器、使用ソフト及びバージョン、納品ファイル形式、成果品の納品媒体等

施工における属性付与については、「4.4 モデルへの施工情報の付与【受注者】」及び「5.2 維持管理段階での活用【発注者・受注者】」を参照する。
発注者は「5.2 維持管理段階での活用【発注者・受注者】」を参考に、設計・施工段階で作成した CIM モデルを維持管理段階でどのように活用するかを事前に検討の上、活用場面に応じて施工時点で付与しておくべき情報を受注者に提示できるようにする。

また、「CIM モデル作成　事前協議・引継書シート」の事前協議時記入欄に、事前協議結果を記入する。「CIM モデル作成　事前協議・引継書シート」については本ガイドライン共通編　第 1 章総則を参照。

事前協議の例については、「3.2.2 事前協議の実施【発注者・受注者】」を参考にする。

4.3 CIM モデルの更新【発注者・受注者】

受注者は、発注者との事前協議結果を踏まえ、CIM モデルに関する形状の更新と、形状に紐付く属性や形状分割等をおこなう。

・起工測量による地形モデルの置き換え
・現地条件、施工条件の変更による、主構造変更に伴うモデルの形状更新（インバートの追加等）
・支保パターン変更による、支保パターン変化点表示の更新

なお、地形モデルを更新する場合は、「2.3.1 測量成果（3 次元データ）作成指針」の「表 3　測量段階で作成する」を参考にする。

4.4 モデルへの施工情報の付与【受注者】

発注者との事前協議結果を踏まえ、施工段階で更新したCIMモデルに各種の施工段階の属性情報を付与する。

(1) 属性情報の付与方法

平成29年度からの当面の属性情報の付与方法は、「3次元モデルから外部参照」する方法を原則とする。詳細は「1.4 属性情報の付与方法」を参照。

(2) 付与する属性情報

事業の進捗（設計、施工、維持管理）に伴って取得される属性情報について、下流工程で活用できるよう、CIMモデルを作成・活用した段階ごとに付与する。

まず、設計段階で作成されたCIMモデルを施工管理ツールとして活用するため、設計段階で付与された属性情報のうち、3次元モデルを用いて可視化することにより、施工判断の迅速化等に寄与する有用な情報について、CIMモデルへの属性として表現する。

次に、下流工程の設備工事や舗装工事、点検を含む維持管理段階の有用な情報について、施工時に取得する方法や属性設定の内容を発注者との事前協議により決定し、属性として付与する。

なお、付与する属性情報は、国土交通省の土木工事共通仕様書や土木工事施工管理基準に記載される地山情報、計測情報、品質管理記録等を参考に、発注者との事前協議により決定する。

維持管理段階の活用を踏まえた属性情報の例について、表 9に示す。

表 9　属性項目の例

種別	属性情報
地山に関する情報	切羽観察記録
	切羽画像・スケッチ
	切羽前方探査・追加ボーリング結果
	き裂分布
	崩落岩塊
	岩石・岩盤試験結果
	地下水観測結果
	多量湧水箇所
計測情報	A計測結果
	B計測結果
品質管理記録等	支保パターン
	吹付けコンクリート
	鋼製支保工
	ロックボルト
	覆工コンクリート
	防水工
	初期クラック調査
	追加補助工法

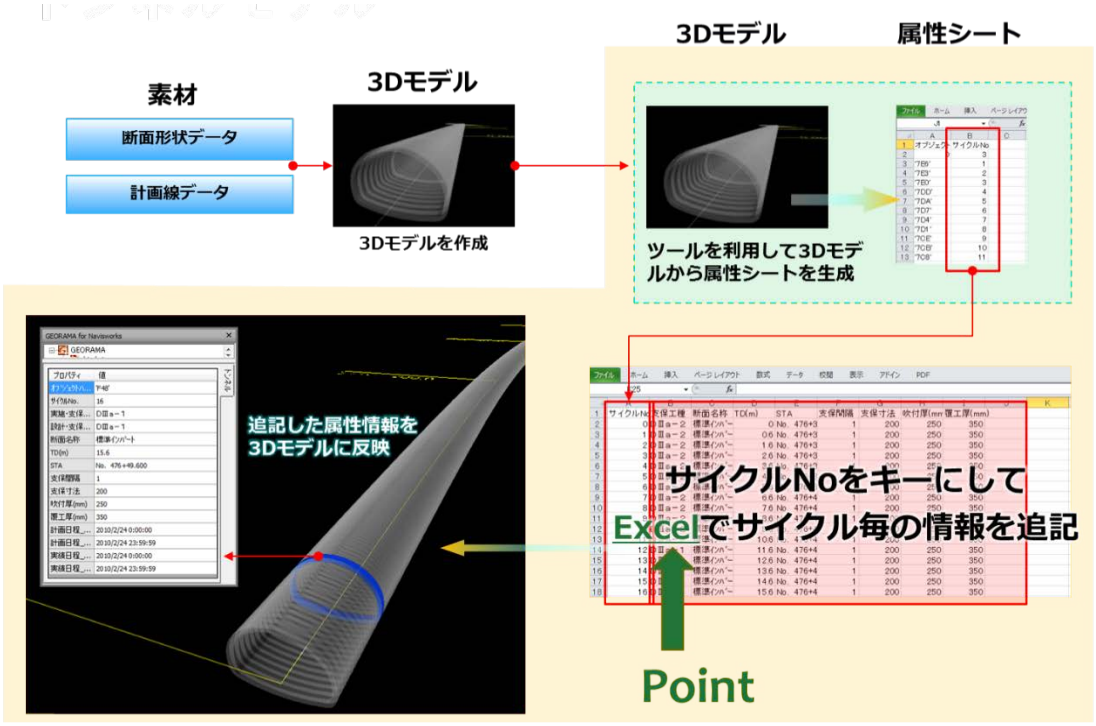


図 22　トンネルモデルへの施工情報の付与事例

出典　杉浦、後藤、畑、藤岡、山岳トンネル施工 CIM から維持管理 CIM の流れ山岳トンネル施工 CIM 納品事例、土木情報学シンポジウム講演集、vol.40、2015

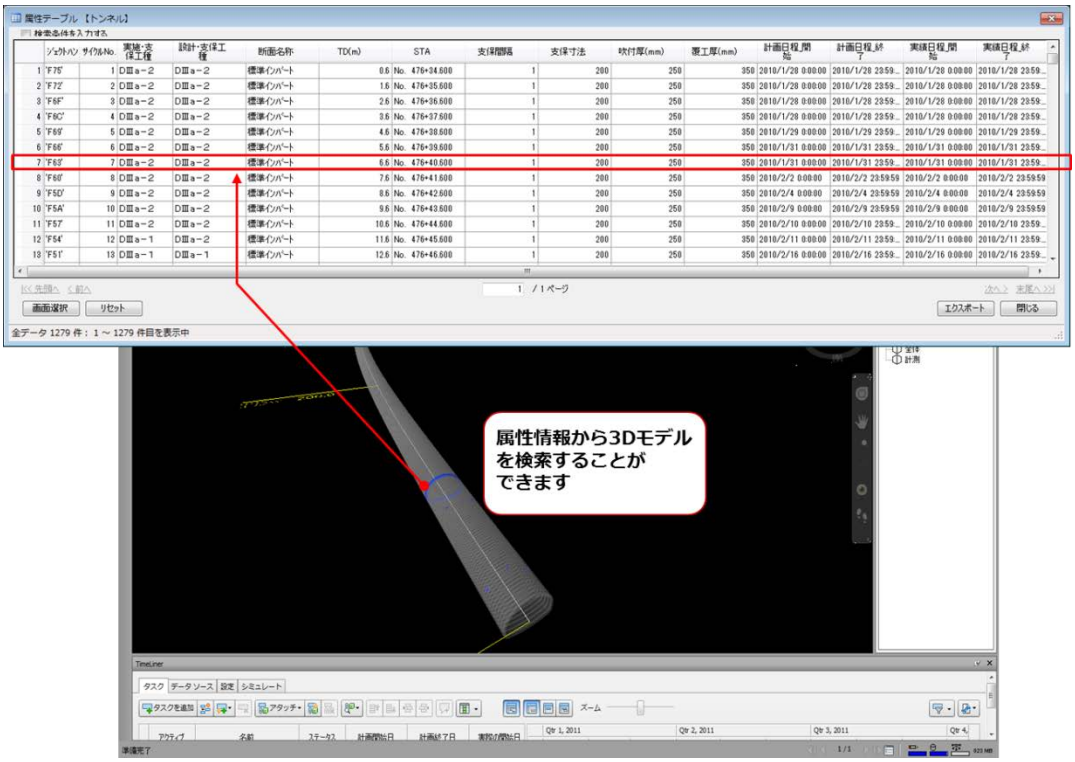


図 23　トンネルモデルからの施工情報検索事例

資料提供：株式会社大林組

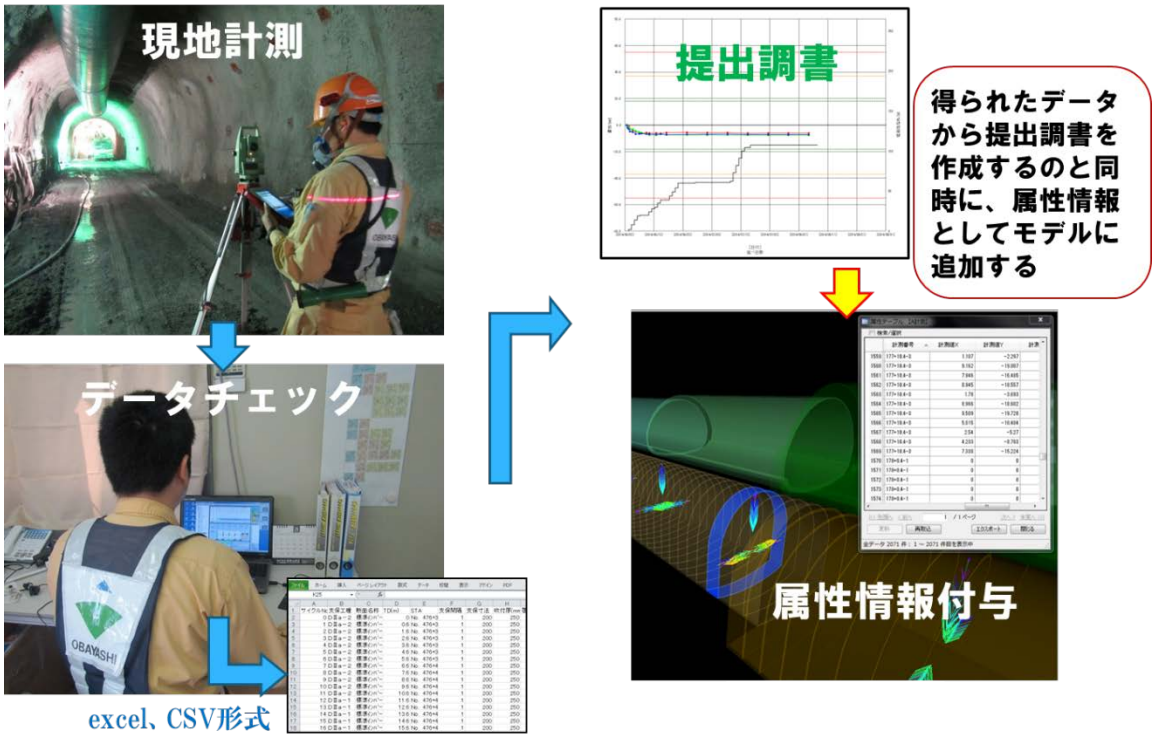


図 24　現地での施工情報付与事例

資料提供：株式会社大林組

4.5 出来形計測への活用等【受注者】

構造物の出来形計測において、現行のテープや標尺等による計測に加え、トータルステーション（TS）、レーザースキャナー（LS）、空中写真測量（無人航空機）等の計測手法を用いた効率化検討が進められている。

特に、LS 等の活用により面的データの取得が可能となり、この面的データを 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とともに、計測作業の効率化が期待される。

なお、トンネルの覆工コンクリートにおいて、現行の管理断面における寸法や高さ、厚さ等の計測について LS による計測を用いた試行を行う場合は、次に基づき実施する。

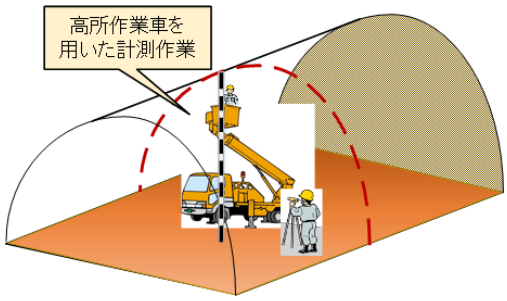
・「レーザースキャナーを用いた出来形管理の試行要領（案）（トンネル編）」（平成 29 年 3 月）

【解説】

構造物の出来形計測において、現行のテープや標尺等による計測に加え、TS、LS、空中写真測量（無人航空機）等の計測手法を用いた効率化検討が進められている。

トンネルの覆工コンクリートでは、LS を用いた出来形計測効率化の検討が進められている。これは、現行の断面管理におけるテープ、標尺、高所作業車等を用いた計測方法（図 25）のほかに、LS による計測方法を追加することで、計測作業の迅速化、安全性向上を目指すものである。（図 26）

また、将来的には 3 次元設計データと LS による面的データを比較することで、構造物全体の面的な出来形確認、出来高数量の算出等の高度な活用を目指している。（図 27）



・テープ、巻き尺等から、幅、高さ、厚さ等を計測
・高さの計測に高所作業車が必要となり、計測箇所ごとの移動に手間を要するとともに、安全対策も必要となる。

図 25　現行の計測方法

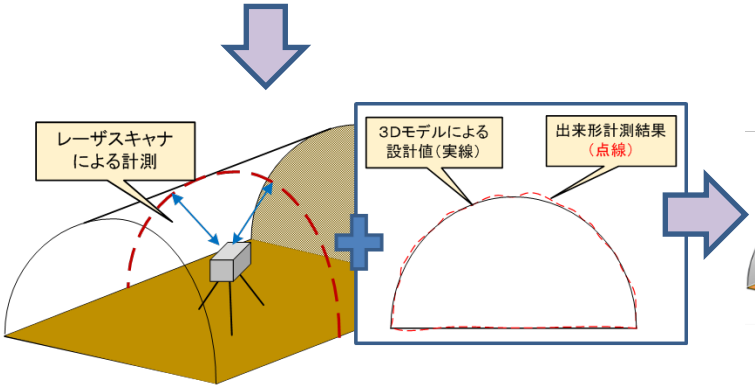


図 26　現行断面管理に LS による計測手法を追加

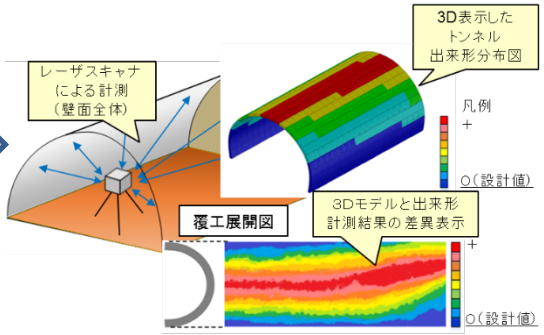


図 27　LS による面的管理のイメージ（将来）

4.6 監督検査への活用【発注者】

監督検査では、自動計測、映像記録活用等の ICT 技術を導入することで、監督検査の効率化、不正抑制等の効果が期待される。

また、3 次元モデルを活用し、タブレット端末による臨場確認や、情報共有システムによる電子検査を実施することで、更なる業務効率化が期待される。

なお、トンネルの覆工コンクリートにおいて、「4.5 出来形計測への活用等【受注者】」に示す LS による計測を用いた試行を行う場合は、下記に基づき監督検査を実施する。

・「レーザースキャナーを用いた出来形管理の試行に係る監督・検査要領（案）（トンネル編）」（平成 29 年 3 月）

4.7 設備工事への活用【発注者・受注者】

トンネル工事で実施する箱抜きの位置、形状等の情報を本体モデルに追加しておくことで、下流工程となる設備工事で配置する照明等の建築限界の事前チェック、設備相互の取り合い確認等の活用が可能となる。

また、情報板、案内標識、規制標識等の見え方、視認性を考慮した配置検討の活用にも有効である。

これら箱抜き情報等の追加対応の可否、追加する場合の作成範囲、作成方法等は、「4.2.2 事前協議の実施【発注者・受注者】」に基づき、決定するものとする。

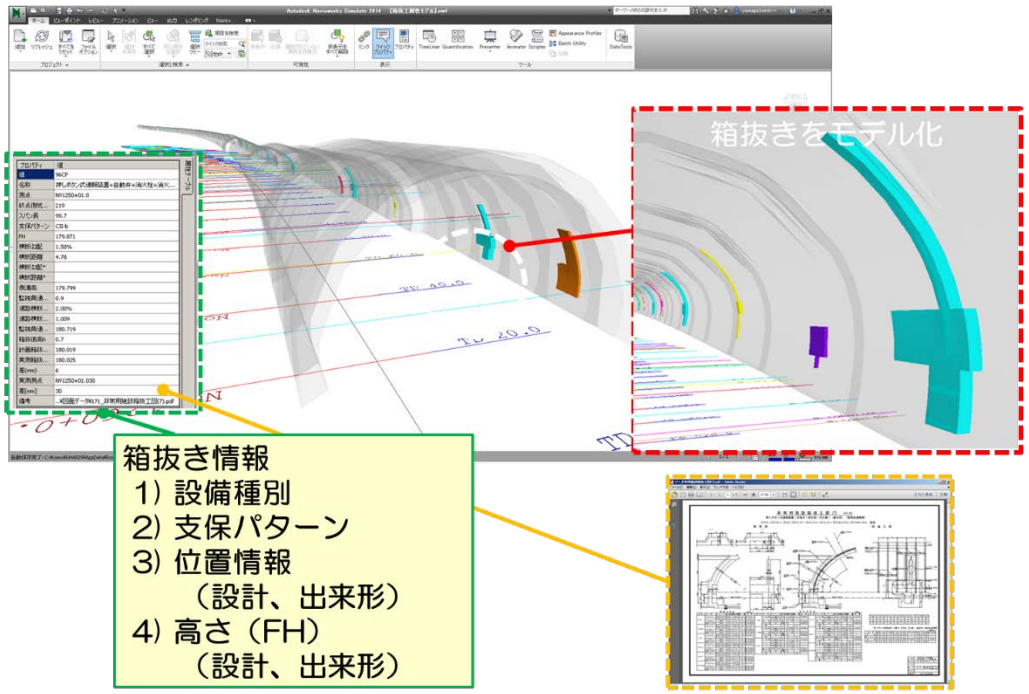


図 28　設備の箱抜き情報の作成例

提供：株式会社大林組

4.8 工事完了時の対応

4.8.1 電子成果品の作成【受注者】

受注者は、更新したCIMモデルを、現行の2次元成果に加えて電子成果品として作成する。

また、受発注者協議で決定した事項（CIMモデルの作成目的、作成範囲、詳細度等）や2次元図面との整合等について、「CIMモデル照査時チェックシート」に基づくチェックを行う。

詳細は、本ガイドライン共通編　第1章　総則「1.5 CIMモデルの提出形態」及び次の手引きを参照。

・「CIM事業における成果品作成の手引き(案)」（平成29年3月）

「CIMモデル作成　事前協議・引継書シート 」の納品時記入欄に、CIMモデルの更新及び属性情報付与の内容や、維持管理段階に引き継ぐための留意点等を記載の上、電子成果品に格納する。

維持管理段階への確実な引継ぎを行うため、CIMモデル（形状）の更新及び属性情報付与の有無にかかわらず、当該工事目的のCIMモデルを一式、電子媒体に格納する。

「CIMモデル作成　事前協議・引継書シート 」については、共通編　第1章総則を参照。

4.8.2 電子成果品の納品・検査【発注者・受注者】

受注者は、CIMモデルを含む電子成果品を発注者に納品する。

発注者は、工事完成図書の検査に際し、現行の2次元成果に加え、納品されたCIMモデルやCIMモデルのチェック結果（CIMモデル照査時チェックシート）も含めて確認を行う。

詳細は、次の手引きを参照。

・「CIM事業における成果品作成の手引き(案)」（平成29年3月）

5 維持管理

5.1 CIM モデルの維持管理移管時の作業【発注者】

発注者は、工事完了後、対象路線の供用開始に当たり、設計業務やトンネル工事（本体、設備）、周辺の明かり構造（橋梁、法面工等）とともに、トンネル施工で判明した地山情報等を反映した CIM モデルを統合の上、共有サーバに格納し、維持管理段階で事務所・出張所職員等が共有・活用できるようにすることが望ましい。

また、必要に応じて、維持管理での使用用途に応じ CIM モデルを更新することが望ましい。更新については、次項の「【参考】維持管理段階のトンネル CIM モデルと更新作業の例」を参照する。なお、設計･施工で作成した CIM モデルについても､災害対応やトンネル設備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､維持管理段階では各路線の KP（キロポスト）で対象トンネルの位置を確認している。CIM モデルを活用する場合でも、この KP を CIM モデル上に表現するとともに属性として付与することが望ましい。

注）モデル統合・更新等の作業は、工事や発注者支援業務の受注者の活用も想定する。

【参考】維持管理段階のトンネル CIM モデルと更新作業の例

維持管理段階のトンネル CIM モデルの運用とその際には必要な更新作業の例（検討例）を示す。

本運用例は、平成 29 年度時点で、必ずしも対応が必要となるものではないが、今後の維持管理での CIM の運用をイメージできるものとして掲載した。

[概要]

- 設計・施工段階で作成された報告書、図面、工事記録等や維持管理段階で作成・更新する点検記録を 3 次元モデルに紐付け、日常的に情報の集約・統合を図る。（紐付ける情報の例は「表 10 維持管理段階での CIM モデル活用例（日常時）」、「表 11　維持管理段階での CIM モデル活用例（災害時)」を参照。）
- 3 次元モデル上に点検結果である損傷度や損傷の種類を色分けで表現する機能を有する。

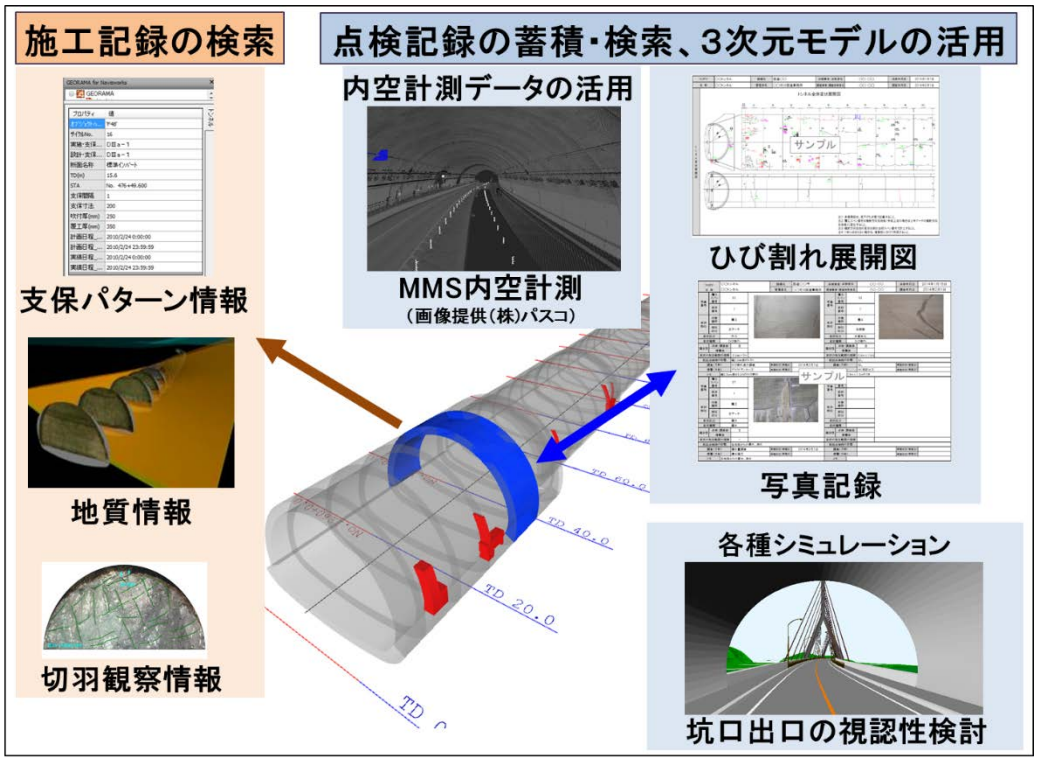


図 29　維持管理段階のトンネル CIM モデルの例

資料提供：株式会社大林組

[本トンネルモデル運用による効果]

- トンネル単位で設計、施工、設備、維持管理等の各段階の成果を一元管理し、日常時及び災害時に活用できる。対象部材の関連情報を、3 次元モデル上の各部材に付与しておくことで、維持管理の検討に必要な資料が容易に閲覧・入手可能となる。
- 日常時では、過年度点検時からの変状の進行状況を迅速に把握できるため、補修の必要性や補強方法の検討等の効率化に繋がる。また、災害時では当初の周辺状況の確認や、原因究明・応急復旧のために必要な情報を素早く入手可能となる。

- 点検記録等は、Excel 形式で、3 次元モデルに紐付けし、点検業者に提供することで、点検業者が CIM モデルを参照する環境を有していなくても情報が更新可能となる。
- 3 次元モデルによって、損傷・変状箇所の不可視部分の地山情報、設備が輻輳する様な箇所の状況を事務所にいながら確認することで、重点点検箇所の選定や点検ルート、点検方法を所内検討することができるため、効率的な点検の実施や手戻り防止に寄与する。
- 点検結果の損傷度や変状種類を色分け表示し、周辺環境と併せて 3 次元モデル上で確認することによって原因究明に寄与するとともに、補修範囲や補修方法の適切な選定が可能となる。

［必要な更新作業］

本モデルの運用に必要な、設計・施工時の CIM モデルからの更新作業は次のとおり。

- トンネルの維持管理は、国土交通省直轄事業では「トンネル定期点検要領」（H26.6 国土交通省道路局国道・防災課）により実施されており、覆工スパン単位（約 10m 単位）で記録・判定を行うことが示されていることから、これに準じて維持管理段階の CIM モデルの部材単位を区分する。なお、この部材単位を表現するためにモデルの詳細度は最低限 200 程度とする（詳細度は、「表 1　構造物（山岳トンネル）の詳細度（参考）」を参照。）。
- 3 次元モデルと点検記録、補修履歴の関連情報を紐付け、局内の共有サーバ（ファイル）等に格納し、関係者が CIM モデルにアクセス・共有可能にする。点検記録等は、Excel 形式で紐付けし点検業者に提供する。点検業者が更新した記録（Excel ファイル）を、サーバ内に戻すことで、点検業者が CIM モデルを参照する環境を有していなくても情報の更新が可能となる。

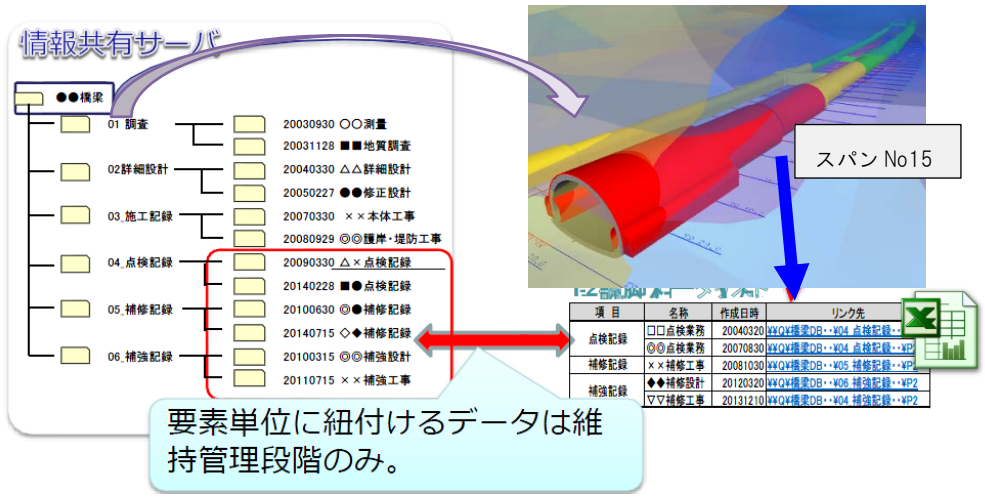


図 30　3 次元モデルとの点検記録等との紐付けイメージ

画像提供：株式会社大林組

5.2 維持管理段階での活用【発注者・受注者】

発注者は、5.1 で整備した CIM モデルを、維持管理で活用する。

次の表に、維持管理段階での日常時・災害時に分けて CIM モデルの活用例を示す。活用場面によっては、必要な属性情報を施工段階の 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 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 10　維持管理段階での 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 () 内は属性を付与する段階
資料検索の効率化 *1	日常の維持管理で必要な各種情報を一元管理し、3 次元モデルの対象部材をクリックし表示される情報リストから選択でき、検索性が向上する。	・竣工書類（施工段階） ・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）
不可視部分の把握 *1	低土被り箇所や地山情報、地下水状況等と、損傷、変状箇所の位置関係を 3 次元モデルで把握することで、損傷、変状に対する原因究明や追加調査、対策工検討を効率的に行うことができる。	地山の土質情報（施工段階） （切羽観察記録、切羽前方探査・追加ボーリング結果、き裂分布、崩落岩塊、岩石・岩盤試験結果、地下水観測結果等）
点検結果の視覚化 *1,*2	覆工スパン（約 10m）ごとの点検結果（損傷種別、損傷度等）の色分け表示と、地山情報等を組みあわせることで、原因究明や、追加調査、補修範囲、補修工法等の検討を効率的に行うことができる。	・地山の土質情報（施工段階） ・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）
付属物、設備等更新時の取り合い、視認性等の把握	新設する付属物、設備や、補修・補強で増設する部材について、建築限界等との干渉を、3 次元モデルで把握することで、配置計画等の検討を効率的に行うことができる。 ・走行シミュレーション機能を活用し、新設する付属物・設備等の視認性を事前に把握することで、配置計画等の検討を効率的に行うことができるとともに、関係者協議の迅速化が期待できる。	・内空空間の計測結果（初期値）（施工・維持管理段階） ・設備情報（施工段階）

*1　維持管理移管時にモデル更新が必要

*2　対応機能を有するツールが必要

表 11　維持管理段階での CIM モデル活用例（災害時）

活用場面 (ユースケース)	概要	活用する属性情報 （　）内は属性を付与する段階
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、設計年度等を検索するときに、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）
外力作用時（地震、偏土圧等）の計測調査	モービルマッピングシステム（MMS)等から計測を実施し、任意の断面において従前・従後を比較することで、変形状況を把握することができる。	・内空空間（高さ、幅等）の計測結果（初期値）（施工・維持管理段階）
原因調査の効率化	CIM モデルに蓄積された点検記録を基に構造物の劣化状況を把握しておくことで、災害発生時に重点的に点検すべき箇所や補修すべき箇所の特定及び劣化・損傷の原因調査にかかる作業を効率化することができる。	・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）

次項から、具体的なイメージとともに活用方法を示す。

【参考】維持管理段階での CIM モデルの活用例

【資料検索の効率化】

日常の維持管理で必要な各種情報を一元管理し、3 次元モデルの対象部材をクリックし表示される情報リストから選択でき、検索性が向上する。

＜付与すべき属性情報＞：（　）内は、付与又は収集すべき時期を示す。

- 竣工書類（施工段階）
- 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）

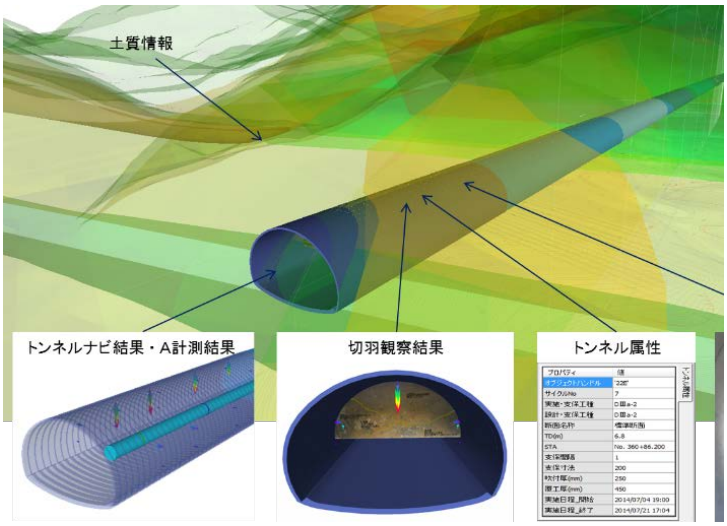


図 31　維持管理での活用イメージ（施工で活用したトンネルモデルの例）

提供：株式会社大林組

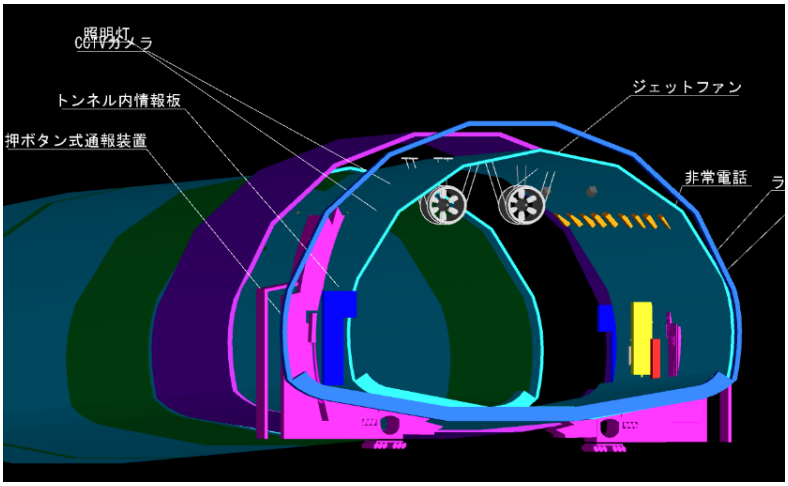


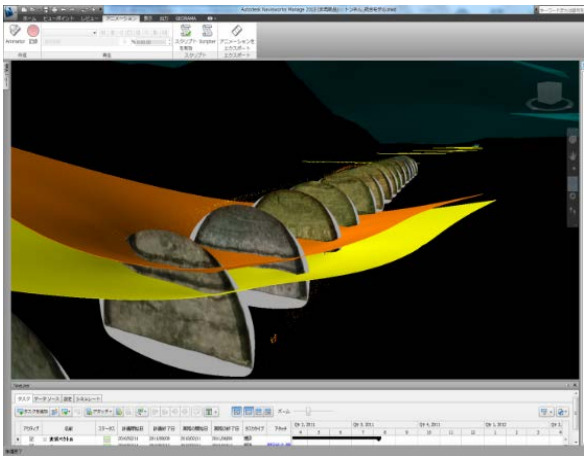
図 32　維持管理での活用イメージ（設備を追加したトンネルモデルのイメージ）

【不可視部分の把握】

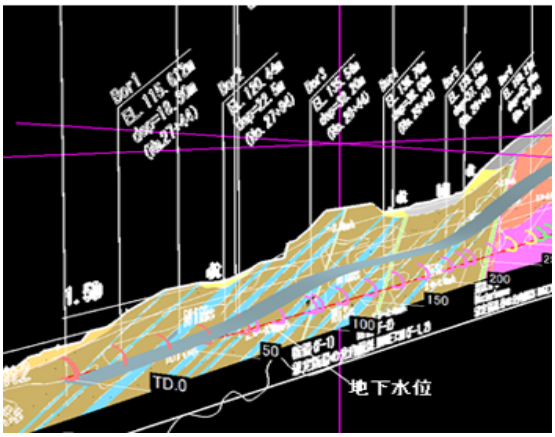
低土被り箇所や地山情報、地下水状況等と、損傷、変状箇所の位置関係を 3 次元モデルで把握することで、損傷、変状に対する原因究明や追加調査、対策工検討を効率的に行うことができる。

＜付与すべき属性情報＞：（　）内は、付与又は収集すべき時期を示す。

- 切羽観察記録（施工段階）
- 切羽画像・スケッチ（施工段階）
- 切羽前方探査・追加ボーリング結果（施工段階）
- き裂分布（施工段階）
- 崩落岩塊（施工段階）
- 岩石・岩盤試験結果（施工段階）
- 地下水観測結果（施工段階）



提供：株式会社大林組



提供：株式会社安藤・間

図 33　維持管理での活用イメージ（地山情報（地層、切羽）、地下水位の可視化例）

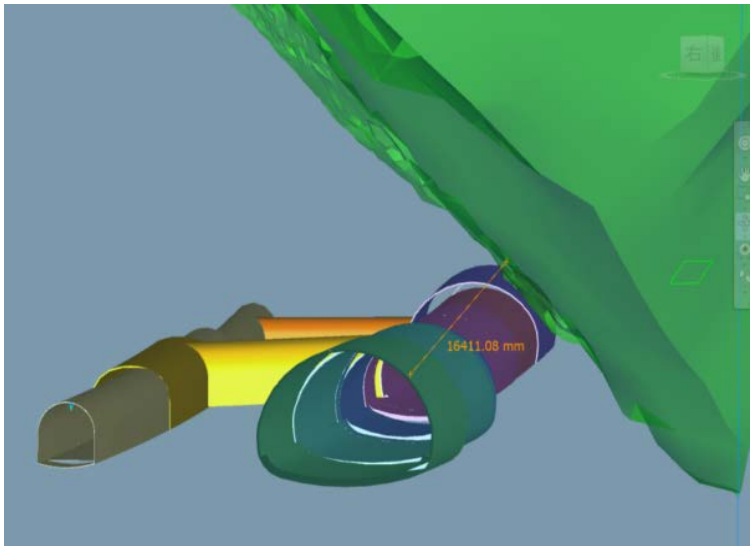


図 34　維持管理での活用イメージ（低土被り箇所の確認）

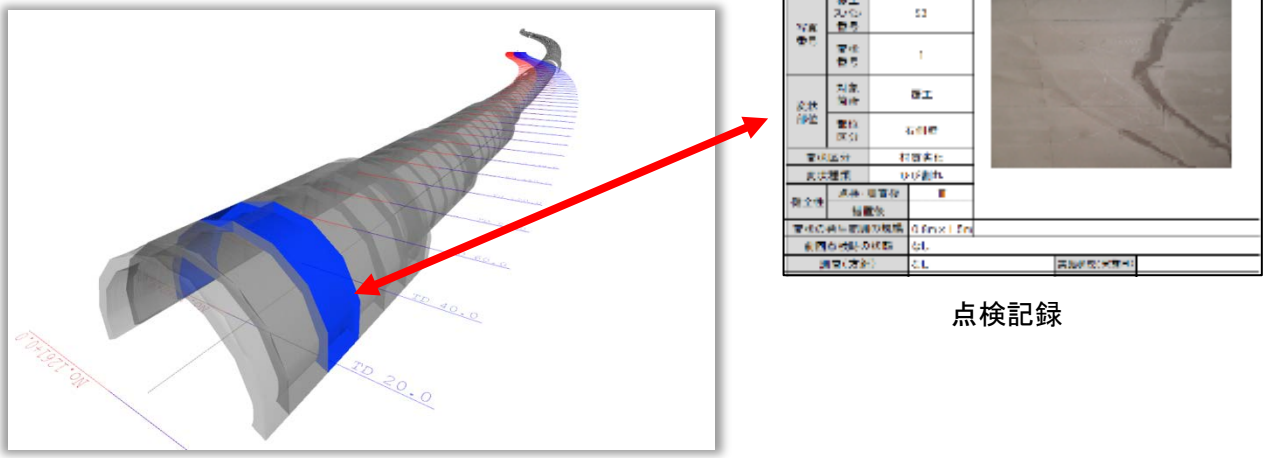
提供：株式会社大林組

【点検結果の視覚化】

覆工スパン（約 10m）ごとの点検結果（損傷種別、損傷度等）の色分け表示と、地山情報等を組みあわせることで、原因究明や、追加調査、補修範囲、補修工法等の検討を効率的に行うことができる。

＜付与すべき属性情報＞：（　）内は、付与又は収集すべき時期を示す。

- 地山の地質情報（施工段階）
- 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）



点検記録

図 35　点検結果の記録・蓄積イメージ

提供：株式会社大林組

【付属物、設備等更新時の取り合い、視認性等の把握】

走行シミュレーション機能を活用し、新設する付属物・設備等の視認性を事前に把握することで、配置計画等の検討を効率的に行うことができるとともに、関係者協議の迅速化が期待できる。

＜付与すべき属性情報＞：（　）内は、付与又は収集すべき時期を示す。

- 内空空間の計測結果（初期値）（施工・維持管理段階）
- 設備情報（施工段階）

図 36　明かり部の視認性検討

提供：一般社団法人オープン CAD フォーマット評議会

【外力作用時（地震、偏土圧等）の計測・調査】

モービルマッピングシステム（MMS)等から計測を実施し、任意の断面において従前・従後を比較することで、変形状況を把握することができる。

＜付与すべき属性情報＞：（　）内は、付与又は収集すべき時期を示す。

・内空空間（高さ、幅等）の計測結果（初期値）（施工・維持管理段階）

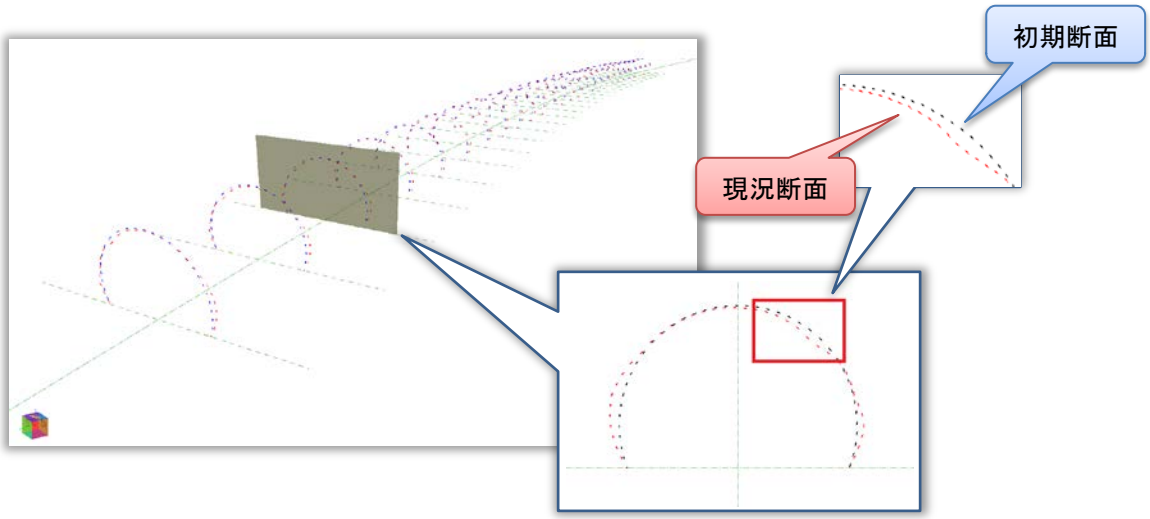


図 37　内空計測結果の表示イメージ

参考文献

1. 社会基盤情報標準化委員会 特別委員会「土木分野におけるモデル詳細度標準（案）」,2017-2
2. 一般社団法人 日本建設業連合会 インフラ再生委員会，2015 施工 CIM 事例集，2015-5
3. 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（案）Ver.1.1」,2017-3
4. 国土交通省「公共測量作業規程」,2016-3
5. 国土交通省 国土地理院「作業規程の準則」,2016-3
6. 国土交通省「測量成果電子納品要領」,2016-3
7. 国土交通省 国土地理院「UAV を用いた公共測量マニュアル（案）」,2017-3
8. 国土交通省 国土地理院「3 次元点群データを使用した断面図作成マニュアル（案）」, 2017-3
9. 国土交通省 各地方整備局「設計業務等共通仕様書」,2017-4
10. 国土交通省「空中写真測量（無人航空機）を用いた出来形管理要領（土工編）（案）」,2017-3
11. 国土交通省「地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領 （土工編）（案）」,2017-3
12. 土木学会トンネル工学委員会　編集「2016 年制定　トンネル標準示方書　[共通編]・同解説/[山岳工法編]・同解説」,2016-8
13. 一般社団法人 建設コンサルタンツ協会，一般社団法人 日本建設業連合会，一般社団法人 全国地質調査業協会連合会，一般社団法人 全国測量設計業協会連合会：平成 27 年度 CIM 技術検討会報告「CIM トンネルモデル作成ガイドライン」，2016-6
14. 一般社団法人 日本建設業連合会 トンネル CIM　WG：平成 27 年度 CIM 技術検討会報告「CIM トンネルモデル活用ガイドライン（施工編）骨子（案）」，2016-6
15. 杉浦、後藤、畑、藤岡：山岳トンネル施工 CIM から維持管理 CIM の流れ山岳トンネル施工 CIM 納品事例、土木情報学シンポジウム講演集、vol.40、2015