

3次元地質・土質モデル ガイドブック

令和4年2月

一般財団法人 国土地盤情報センター

協力：一般社団法人 全国地質調査業協会連合会

はじめに

土木構造物は、そのほぼ全てが地盤上あるいは地盤中に構築される。一方、地盤の中は目に見えないうえにその性状は鉄やコンクリートに比べ非常に複雑である。そのため、地盤と計画構造物を3次元で表示できれば、関係者間の合意形成や問題の把握などが比較的迅速に行いやすくなると同時に、情報を次工程でも共有することで生産性の向上に役立つことになる。

国土交通省では令和5年度に全ての詳細設計・業務を対象としてBIM/CIMを原則適用する方針を示しており、実用化に向けた整備や適用の拡大が着実に進められている。しかしながら、地質調査分野においては、他の業務分野に比べその適用事例が必ずしも多くないのが現状である。

このように適用が進みにくい背景の一つに、地質・土質モデルの場合は限られた調査結果に基づくものであることが多く、本質的に不確実性を伴うため地形や構造物の場合と比べて専門技術者の判断を必要とするなど、受発注者双方にとってややハードルが高かったことが挙げられる。

しかしながら、地質・土質モデルを活用することにより、不確実性に起因した地質リスクの把握、構造物基礎と地盤との相互関係、構造物を支える地山の評価、構造物と地下水面の関係確認など、設計・施工に先立ち極めて重要な知見が得られることになる。言い換えれば、地質・土質モデルの作成は、地質リスク、構造物支持状況あるいは地下水の状況に関して見える化を図ることでもある。なかでも、地質リスクの発現が事業の生産性の阻害や工事費の増大に大きな影響を及ぼすことは周知の事実であり、地質・土質モデルを作成するうえで、その情報をいかに取り扱い、後工程に引き継ぐかが極めて重要な課題である。

本ガイドブック（案）は、BIM/CIM初心者役に役立つことを念頭に、これまで地質調査業界として取り組んできた成果を踏まえ、上述した地質・土質モデル活用の基本的な考え方を整理するとともに、実際のモデル作成や照査にあたっての基本的な手法について解説している。今後、実務における幅広い普及に資することを期待している。

最後に、本書の作成に携わっていただきました委員会委員並びに作業ワーキングの方々に深甚の感謝を申し上げる次第である。

令和4年2月

一般財団法人国土地盤情報センター

理事長 岩崎 公俊

「3次元地質地盤モデル対応委員会」委員名簿

(1) 委員会

委員長	徳永 朋祥	国立大学法人東京大学	教授
委員	坂本 正徳	國學院大學	教授
委員	根本 達也	大阪市立大学 大学院	准教授
委員	阿南 修司	国立研究開発法人土木研究所	地質研究監
委員	岩崎 公俊	(一財) 国土地盤情報センター	理事長
オブザーバー	新井 雅史	国土交通省大臣官房技術調査課	課長補佐

(2) 作業ワーキングの体制

委員長	秋山 泰久	(一財) 国土地盤情報センター	理事
委員	須見徹太郎	(一社) 全国地質調査業協会連合会	専務理事
委員	西山 昭一	3次元地質解析技術コンソーシアム	代表
委員	照屋 純	(一社) 全国地質調査業協会連合会	情報化委員会委員
委員	大西 徹夫		〃
委員	佐々木達哉		〃
委員	鈴鹿 淳一		〃

(3) 事務局

土屋 彰義	(一財) 国土地盤情報センター	理事
池田 俊雄	〃	理事
坂森 計則	〃	技術アドバイザー

本書の使い方

本書は、地質・地盤分野の BIM/CIM 初心者のための入門書として作成しており、詳細な内容については、本書で紹介する各種資料等を併せて確認いただくことをお勧めします。モデル作成、活用、照査など作業項目で分けた章構成としており、必要な部分を選択してお読みください。

本書は 5 章構成で、第 1 章は BIM/CIM 全般、第 2 章～第 4 章は地質・土質モデルの活用目的、作成及び照査、第 5 章は参考資料となっています。各章の内容や使い方は次に示す通りです。初心者の方は、特に「2.1 モデル活用の基本的考え方」と「3.1 モデルの基本構成」は基本事項ですので、必ず読んで頂きたいと思います。

章	内容、使い方	さらに詳しく知るための参考資料
1. BIM/CIM 全般	BIM/CIM に関する知識全般、国・自治体等の動向などを解説しています。 BIM/CIM 初心者の方は、BIM/CIM の概要、現状を理解するために、第 1 章全体をお読みください。	・BIM/CIM ポータルサイト 初めての BIM/CIM 研修コンテンツ
2. 地質・土質モデルの活用目的	地質・土質モデルの活用の考え方と、具体的な活用事例を解説しています。 2.1 では、地質・土質モデルの活用に当たって重要となる不確実性、地質・地盤リスクの引継ぎなど、基本的な考え方を解説しています。 2.2 では、モデルの主な活用事例を、活用内容、図などを用いて解説しています。基本的には、興味のあるものを選んで読んで頂ければよいのですが、地質・土質モデルを実務でどのように活用しているのかを幅広く把握するためにも、一通り目を通しておくことをお勧めします。また、章の最後には活用目的に応じたモデルの作成指針を示しています。	・BIM/CIM 活用ガイドライン（案） 共通編 第 3 章 地質・土質モデル ・3 次元地質解析マニュアル、3 次元地盤モデリングガイドブック
3. 地質・土質モデルの作成	地質・土質モデルの基本構成や作成手順を解説しています。 3.1 では、BIM/CIM モデルの構成、地質・土質モデルの種類、使用する座標・単位について解説しています。 3.2 では、準 3 次元地盤モデルの作成手順を解説しています。準 3 次元地盤モデルは、2 次元の地質平面図、地質断面図等を地形データ等とともに 3 次元空間に配置したものになります。 3.3 では、3 次元地盤モデルの作成手順を解説してい	・BIM/CIM 活用ガイドライン（案） 共通編 第 3 章 地質・土質モデル ・3 次元地質解析マニュアル、3 次元地盤モデリングガイドブック

章	内容、使い方	さらに詳しく知るための 参考資料
	ます。3次元地盤モデルは、地層、岩盤分類、土軟硬区分などをサーフェス、ソリッドモデル等により表現したものです。 3.4では、3次元可視化資料の作成、属性情報、参照資料の付与、品質管理記録の作成など、作成したモデルを成果品として仕上げるための作業内容を解説しています。 3.5では、3次元地盤モデルに含まれる不確実性に関する情報を後工程へ引き継ぐなどトレーサビリティを確保するための作業内容を解説しています。	
4. 地質・土質モデルの照査	地質・土質モデルの照査について解説しています。 4.1では、照査のタイミング、チェックの内容、ポイントを解説しています。 4.2では、成果品の最終照査を解説しています。	・3次元地質解析マニュアル、3次元地盤モデリングガイドブック
5.参考資料	実務的な観点から、地質・土質モデル作成に当たっての積算の考え方、ソフトウェア等を紹介しています。	

(注) 紹介した参考資料は、次のサイトから入手してください。

○BIM/CIM ポータルサイト 初めての BIM/CIM

<http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bimcim/bimcimsummary.html>

○BIM/CIM ポータルサイト 研修コンテンツ

<http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bimcim/bimcimtraining.html>

○BIM/CIM 活用ガイドライン (案)

https://www.mlit.go.jp/tec/tec_fr_000079.html

○3次元地質解析マニュアル、3次元地盤モデリングガイドブック

(3次元地質解析技術コンソーシアム)

<https://www.3dgeoteccon.com/>

用語解説

用語	定義	出典
「地質・土質」、「地質・地盤」の使い分けについて	本書及び国土交通省 BIM/CIM 活用ガイドライン(案)では、3次元で表現した地質や土質のモデルの総称を「地質・土質モデル」と呼称する。ただし、3次元地質解析技術コンソーシアムによる「3次元地質解析マニュアル」では、同様のモデルを「地質・地盤モデル」としていることから、「3次元地質解析マニュアル」引用部分については「地質・地盤モデル」と呼称する。 当該事業の目的に対する地質・地盤に関わる不確実性の影響や計画や想定との乖離によって生じる影響については「地質・地盤リスク」と呼称する。	
3次元点群データ	UAV 写真測量、地上レーザスキャナ等による3次元測量によって得られた3次元座標を持った点データの集合をいう。省略して「点群データ」又は「点群」と呼ばれる場合がある。写真画像を用いる事で、各点に色情報を与えることも可能である。 地表面の計測だけでなく、新設構造物の出来形の管理・数量算出、既設構造物を点群データにより3次元化してBIM/CIMモデルの代替・BIM/CIMモデルを作成するための元データとする、2時期のデータにより変状解析等、利用用途・範囲が広がっている。	1)
3次元モデル	対象とする構造物等の形状を3次元で立体的に表現した情報を指す。各種の形状を3次元で表現するためのモデリング手法には、ワイヤフレーム、サーフェス、ソリッド、TIN等がある。一般的に、構造物には、体積が求められるソリッド、地形には、TIN(Triangulated Irregular Network)が利用されている。	1)
3次元地盤モデル	複数のボーリング柱状図等の地質・土質調査結果を基に、様々な情報を地質学的な解釈を加えて総合的に表現したものである。 各々のモデルは、異なる範囲・目的・用途・空間補間方法で地質学的な解釈を経て作成されており、単純に結合出来ないことを十分に理解した上で、モデルを再作成する。	1)
BIM/CIM(Building/Construction Information Modeling,Management)	測量・調査、設計段階から3次元モデルを導入することにより、その後の施工、維持管理・更新の各段階においても3次元モデルを連携・発展させて事業全体にわたる関係者間の情報共有を容易にし、一連の建設生産・管理システムの効率化・高度化を図るものである。	1)
BIM/CIM モデル	BIM/CIM モデルとは、対象とする構造物等の形状を3次元で表現した「3次元モデル」と「属性情報」「参照資料」を組合せたものを指す。	1)
bSI、bSJ	bSI(buildingSMART International)とは、建設業界におけるデータの共有化及び相互運用を目的として、その中でIFCの策定や標準化活動を行う国際的な団体。 bSJ(building SMART Japan)とは、IFCの策定や標準化活動を行う国際的な団体であるbuildingSMARTの日本支部。	2)
ECI 方式	ECI(Early Contractor Involvement)方式は平成26年6月に施工された「公共工事の品質確保の促進に関する法律の一部を改正する法律」において新たに規定された「技術提案の審査及び価格等の交渉による方式」の1つ。プロジェクトの設計段階より施工者が参画し、施工の実施を前提として設計に対する技術協力を行うもので、施工者の技術力を設計内容に反映させることによる「コスト縮減」や「工期短縮」を目的としている。	3)
GIS(地理情報システム)	GISとは、位置に関する様々な情報を持ったデータを電子的な地図上で扱う情報システム技術の総称である。	5)
i-Construction	i-Constructionとは、建設現場、すなわち調査・測量、設計、施工、検査、維持管理・更新までのあらゆる建設生産プロセスにおいて、抜本的に生産性を向上させる取組であり、建設生産システム全体の生産性向上の取組である。	6)

用語	定義	出典
ICT	ICT(Information and Communication Technology)は、情報通信技術を意味し、パソコン、インターネット等の技術を総称している。	1)
IFC	IFC(Industry Foundation Classes)は、buildingSMART International 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。2018 年に改訂され、ISO 16739:2018 が最新である。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。bSI の日本支部組織が bSJ である。	1)
NURBS サーフェス、 NURBS ソリッド	NURBS サーフェスは三角形・四角形に並んだ点(頂点)からなるサーフェスのうち、制御点の重みベクトル等により正確で滑らかな局面形状を表現したもの。 NURBS ソリッドは、NURBS サーフェスで塊の表面を表現したものであり中空である。	4)
アーカイブデータ	保存記録のこと。	1)
オリジナルファイル	オリジナルファイルとは、「CAD、ワープロ、表計算ソフト、及びスキニング(紙原本しかないもの)によって作成した電子データ等」を指す。	1)
オルソ画像	オルソ画像とは、空中写真を位置ズレのない画像に変換し、正しい位置情報を付与したもの。様々な地理空間情報と重ね合わせができる。	7)
基盤地図情報	地理空間情報のうち、電子地図上における地理空間情報の位置を定めるための基準となる測量の基準点、海岸線、公共施設の境界線、行政区画その他の国土交通省令で定めるものの位置情報(国土交通省令で定める基準に適合するものに限る。)であって電磁的方式により記録されたものをいう。	8)
サーフェス	物体の表面のみを表現する手法であり、TIN、メッシュ等で表現される。	1)
参照資料	BIM/CIM モデルを補足する(又は、3 次元モデルを作成しない構造物等)従来の 2 次元図面等の「機械判読できない資料」を指す。	1)
準 3 次元地盤モデル	従来からの地質・土質調査業務での 2 次元の成果としての地質平面図及び地質縦断面図等を、地形データ等とともに 3 次元空間に配置したモデルである。	1)
詳細度	BIM/CIM モデルをどこまで詳細に作成するかを示したもの。このガイドラインでは、100、200…500 と 5 段階のレベルを定義している。	1)
数値地形図データ	地形、地物等に係る地図情報を位置、形状を示す座標データ、内容を示す属性情報等として、計算処理が可能な状態で表現したものをいう。	9)
数値標高モデル (DEM:Digital Elevation Model)	数値標高モデルは、地表面を等間隔の正方形に区切り、それぞれの正方形に中心点の標高値を持たせて表現したモデルである。ビットマップ画像や TIN によって地形をデジタル表現する手法である。 建物等の地表上にある構造物・樹木等(地物)の高さを含む数値表層モデル DSM(Digital Surface Model)から、地物の高さを取り除いて、地表面の高さだけにしたものである。	1)
属性情報	3 次元モデルに付与する部材(部品)の情報(部材等の名称、形状、寸法、物性及び物性値(強度等)、数量、そのほか付与が可能な情報)を指す。	1)
ソリッド	サーフェスが物体の表面のみを表現しているのに対して、ソリッドは物体の表面と中身を表現する手法である。	1)
地質・土質モデル	地質・土質モデルは、地質ボーリング柱状図、表層地質図、地質断面図、地層の境界面等の地質・土質調査の成果又は地質・土質調査の成果を基に作成した地層の境界面のデータ等を、3 次元空間に配置したモデルである。	1)
地図情報レベル	数値地形図データの地図表現精度を表し、数値地形図における図郭内のデータの平均的な総合精度を示す指標をいう。	9)
テクスチャ	3 次元コンピュータグラフィックスで、3 次元のオブジェクトの表面に表示される模様。	1)

用語	定義	出典
土木モデルビュー定義	土木モデルビュー定義とは、IFC のデータを異なるソフト間で読み書きできるようにするための技術文書である。対象は IFC2x3 による土工、河川、地形、地盤以外の土木構造物の BIM/CIM モデルの形状の交換である。主にベンダーがこの技術文書を用いて、IFC をソフトに実装するために参照する。ユーザは同定義へのソフトの対応状況を参考に、ソフトを選定・利用することができる。	1)
パネルダイヤグラム	3次元地盤モデル(サーフェスモデル、ソリッドモデル)に任意に設定した断面線で切り出した断面図(パネル)群であって、形状情報(オブジェクト型)と地質情報等を付加した属性情報から構成される。	1)
ボーリングモデル	地質・土質調査業務で作成されたボーリング柱状図や柱状図から層序等を抽出し、孔口の座標値、掘進角度、方位から3次元的位置に配置し、必要な属性情報を抽出することにより作成するモデルのことである。 BIM/CIM 活用ガイドライン(案)では、ボーリングモデルを調査結果モデルと推定解釈モデルに区分している。	1)
ボーリングモデル／調査結果モデル	地質・土質調査業務の調査結果であるボーリング柱状図(ボーリング交換用データ、又は、電子簡略柱状図)を、孔口の座標値・標高値、掘進角度、方位から3次元空間上に配置・表現したもの。	1)
ボーリングモデル／推定解釈モデル	既往資料を始め、地質・土質調査業務で作成されたボーリング柱状図や各種室内・原位置試験結果、及び2次元断面図等の情報を活用して地質・工学的解釈を加えて作成した柱状体モデルを、孔口の座標値・標高値、掘進角度、方位から3次元空間上に配置・表現したもの	1)
ボクセル	2次元の画像の最小単位をピクセルと呼ぶのに対し、3次元座標上に取り入れた最小単位をボクセル(voxel)と呼ぶ。多くの3次元CGソフトウェアで採用されている、物体の表面のみを表現したサーフェスに対して、ボクセルモデルは物体の表面と中身を表現する手法である。	1)
ワイヤーフレーム	物体を線分のみによって表現する手法である。ただし、物体の表面や中身の情報を持たないことから、干渉チェックや数量算出等ができないため、BIM/CIM では通常用いられない。	1)

【出典】

- 1) BIM/CIM活用ガイドライン(案) [共通編]、R3.3
- 2) building SMART Japan <https://www.building-smart.or.jp/>
- 3) 公共工事の入札契約方式の適用に関するガイドライン <https://www.mlit.go.jp/common/001089933.pdf>
- 4) 3次元地質解析マニュアル
<https://www.3dgeoteccon.com/3%E6%AC%A1%E5%85%83%E5%9C%B0%E8%B3%AA%E8%A7%A3%E6%9E%90%E3%83%9E%E3%83%8B%E3%83%A5%E3%82%A2%E3%83%AB>
- 5) 国土交通省 GIS(地理情報システム)
https://www.mlit.go.jp/kokudoseisaku/kokudoseisaku_tk1_000041.html
- 6) i-Construction委員会:i-Construction ～建設現場の生産性革命～、平成28年4月
- 7) 国土地理院 <https://www.gsi.go.jp/gazochosa/gazochosa40001.html>
- 8) 地理空間情報活用推進基本法(平成19年5月30日法律第63号)(定義)第二条 3より
- 9) 国土交通省公共測量作業規程

目 次

はじめに

本書の使い方

用語解説

1 BIM/CIM 全般	1
1.1 BIM/CIM の取組み状況	1
1.1.1 国、自治体の動向	1
1.1.2 地質調査フェーズでの BIM/CIM 活用状況	3
1.1.3 地質調査業界の取組み状況	5
1.2 BIM/CIM の概要	6
1.2.1 BIM/CIM とは	6
1.2.2 BIM/CIM の効果	7
1.2.3 BIM/CIM 活用業務	9
1.2.4 BIM/CIM 関連の基準・要領等	11
2 地質・土質モデルの利活用目的	13
2.1 モデル活用の基本的考え方	13
2.2 モデルの活用	15
2.2.1 留意すべき地形・地質の把握・可視化	16
2.2.2 基礎地盤と構造物の位置関係の確認	17
2.2.3 基礎地盤の岩盤分類（地山分類）評価の確認	18
2.2.4 地下水面の位置関係の確認	19
2.2.5 住民説明、関係機関協議	20
2.2.6 数値解析	21
2.2.7 数量算出	22
2.2.8 施工計画・地盤改良範囲の設定	23
2.2.9 施工時の安全確認・維持管理での利用	24
2.2.10 地質・土質モデルの作成指針と活用時の留意事項	25
3 地質・土質モデルの作成	28
3.1 モデルの基本構成	29
3.1.1 BIM/CIM モデルの構成	29
3.1.2 地質・土質モデルの種類	30
3.1.3 座標参照系・単位	33

3.2 準3次元地盤モデル作成	34
3.3 3次元地盤モデル作成.....	36
3.3.1 モデリング計画	38
3.3.2 資料収集・整理と3次元データ化	44
3.3.3 3次元地質解析.....	48
3.3.4 データクロスチェック.....	48
3.3.5 地質対比.....	49
3.3.6 補間用データ作成.....	50
3.3.7 空間補間処理.....	51
3.3.8 3次元地盤モデル構築	53
3.4 成果品作成	55
3.5 不確実性の引継ぎ	61
4 地質・土質モデルの照査	63
4.1 モデル照査の概要	63
4.2 成果品の照査	68
5 参考資料	70
5.1 モデル作成費用	70
5.1.1 モデル作成の作業負荷.....	70
5.1.2 作業リソースの考え方.....	71
5.1.3 全地連積算基準の考え方	72
5.2 モデル作成ソフトウェア	73
5.2.1 ソフトウェア概要.....	73
5.2.2 ソフトウェア機能比較.....	74
5.3 データベース・ポータルサイト	76
5.3.1 ボーリングデータ	76
5.4 属性情報.....	77
5.4.1 属性情報の継承	77
5.4.2 属性情報記録事例.....	78
5.5 中小企業向けの補助金制度	80

1 BIM/CIM 全般

1.1 BIM/CIM の取組み状況

1.1.1 国、自治体の動向

国土交通省では、平成 24 年度の試行業務開始以降、BIM/CIM 活用業務・工事の件数は年々増加している。令和 2 年度の実績は、業務で 389 件、工事で 126 件、合計 515 件となる（図 1.1-1 参照）。

国土交通省では、令和 5 年度のすべての詳細設計・業務を対象とした BIM/CIM 原則適用に向けて、段階的に適用範囲を拡大する方針を示している。令和 3 年度は大規模構造物のすべての詳細設計で、令和 4 年度は小規模を除くすべての構造物の詳細設計で BIM/CIM が原則適用となる。工事に関しては、詳細設計の 1 年遅れで、令和 4 年度は大規模構造物、令和 5 年度は小規模を除くすべての構造物の工事で BIM/CIM が原則適用となる（図 1.1-2 参照）。

国だけではなく、自治体においても、BIM/CIM 活用が進みつつある。一部の自治体では、BIM/CIM 試行要領を策定、公開し（表 1.1-1 参照）、積極的な普及展開を図る動きもある。また、BIM/CIM 試行要領を公開していない自治体でも、BIM/CIM 試行を進めている自治体が多数ある。

このように、BIM/CIM 活用は急速に進みつつあり、すべての設計、工事で BIM/CIM が原則的に活用されることが目前に迫っている。また、国土交通省では、設計、工事だけでなく、事業の初期段階においても積極的な BIM/CIM 活用を推進する方針を示しており、測量、地質調査等においても BIM/CIM 活用が急速に進むことが予想される。

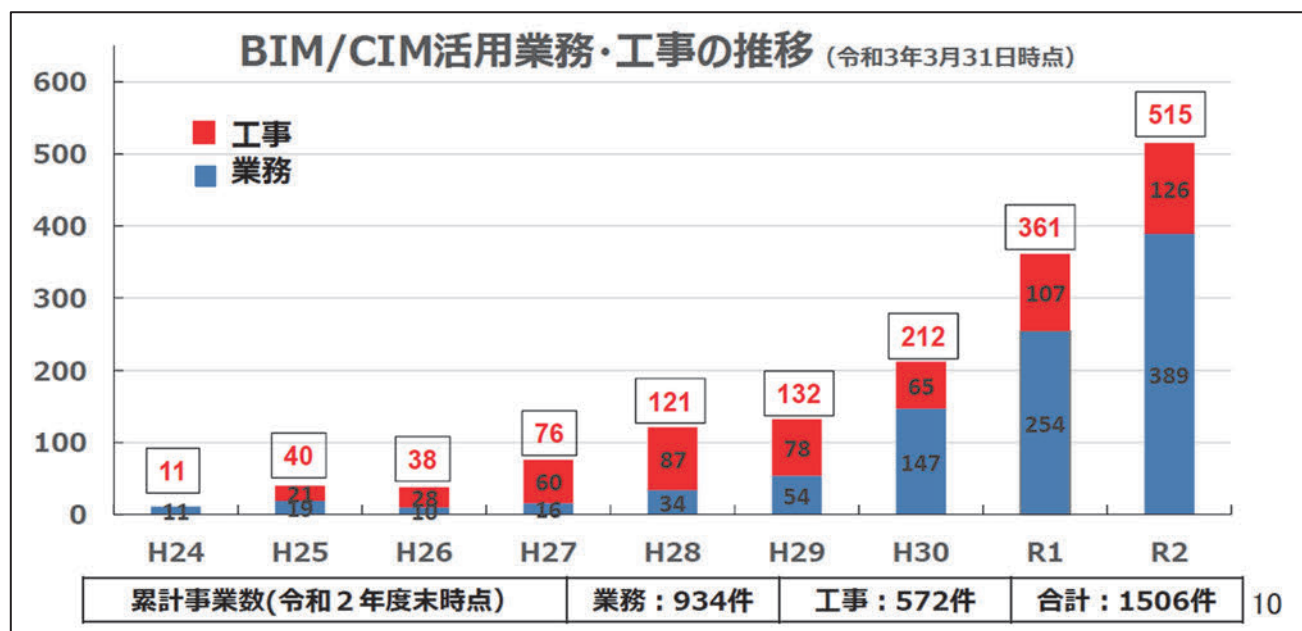


図 1.1-1 BIM/CIM 活用業務・工事の推移（国土交通省）

出典：第 1 回基準・国際検討WG（2021 年 6 月 25 日）

原則適用拡大の進め方(案)(一般土木、鋼橋上部)

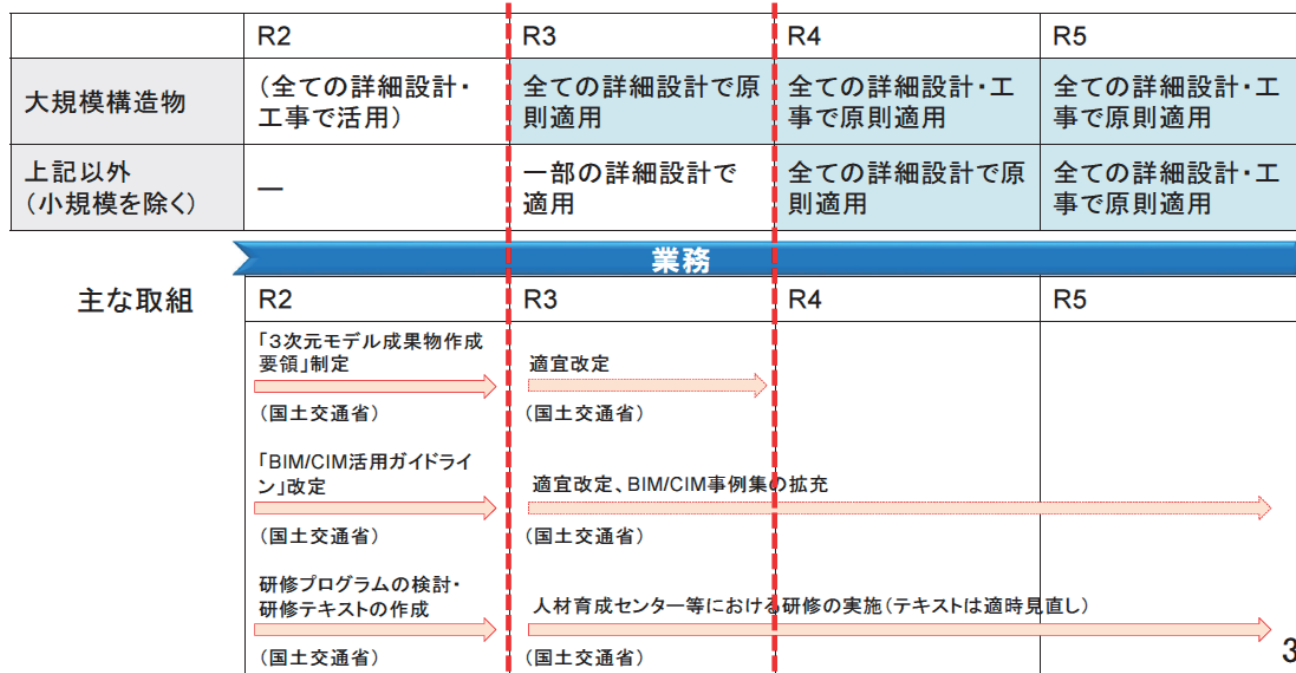


図 1.1-2 令和 5 年度の BIM/CIM 原則適用に向けた進め方 (国土交通省)

出典：第 6 回 BIM/CIM 推進委員会 (2021 年 9 月 7 日)

表 1.1-1 自治体における BIM/CIM 試行要領の公開事例

自治体	参照 URL
青森県	https://www.pref.aomori.lg.jp/kotsu/build/i-construction.html
山形県	https://www.pref.yamagata.jp/180030/sangyo/gijutsu/johotsushin/r2_ict_youryou.html
宮城県	https://www.pref.miyagi.jp/soshiki/jigyokanri/bimcimmoderu.html
福島県	https://www.pref.fukushima.lg.jp/sec/41025b/bimcim-katuyou.html
長野県	https://www.pref.nagano.lg.jp/gijukan/i-con.html
滋賀県	https://www.pref.shiga.lg.jp/ippan/kendoseibi/gizyutsu/303442.html
広島県	https://chotatsu.pref.hiroshima.lg.jp/standard/index06.html
島根県	https://www.pref.shimane.lg.jp/infra/kouji/kouji_info/BIMCIM/
沖縄県	https://www.pref.okinawa.jp/site/doboku/gijiken/kanri/jigyoku/kouji-doboku-eizen.html

1.1.2 地質調査フェーズでの BIM/CIM 活用状況

設計、工事と比較して、地質調査フェーズでの BIM/CIM 活用は進んでいない。

国土交通省の BIM/CIM 活用業務・工事の集計を見ると、地質調査の完了件数は平成 30 年度に 3 件、令和元年度に 10 件であり、設計・工事に比べて低調である（図 1.1-3 参照）。

一般財団法人日本建設情報総合センター（JACIC）では受注者を対象としたアンケートを実施しており（調査期間：令和元年 8 月 19 日～9 月 4 日）、地質調査フェーズでの受注実績は 136 社中 13 社であり、約 1 割という低い数字にとどまっている（図 1.1-4 参照）。

これらのデータは最新のものではないが、令和 3 年度現在、依然として、地質調査フェーズでの BIM/CIM 活用業務の発注は少なく、BIM/CIM 活用が進んでいる状況とは言えない。

しかしながら、直近に迫った国土交通省の BIM/CIM 原則適用、自治体での試行拡大に連動して、今後、地質調査フェーズでも BIM/CIM 活用が急速に進むことが予想される。BIM/CIM 未経験の業者が多い地質調査業界においては、BIM/CIM 対応に向けて早急に技術習得、設備投資、人材育成等の準備を進めることが求められている。

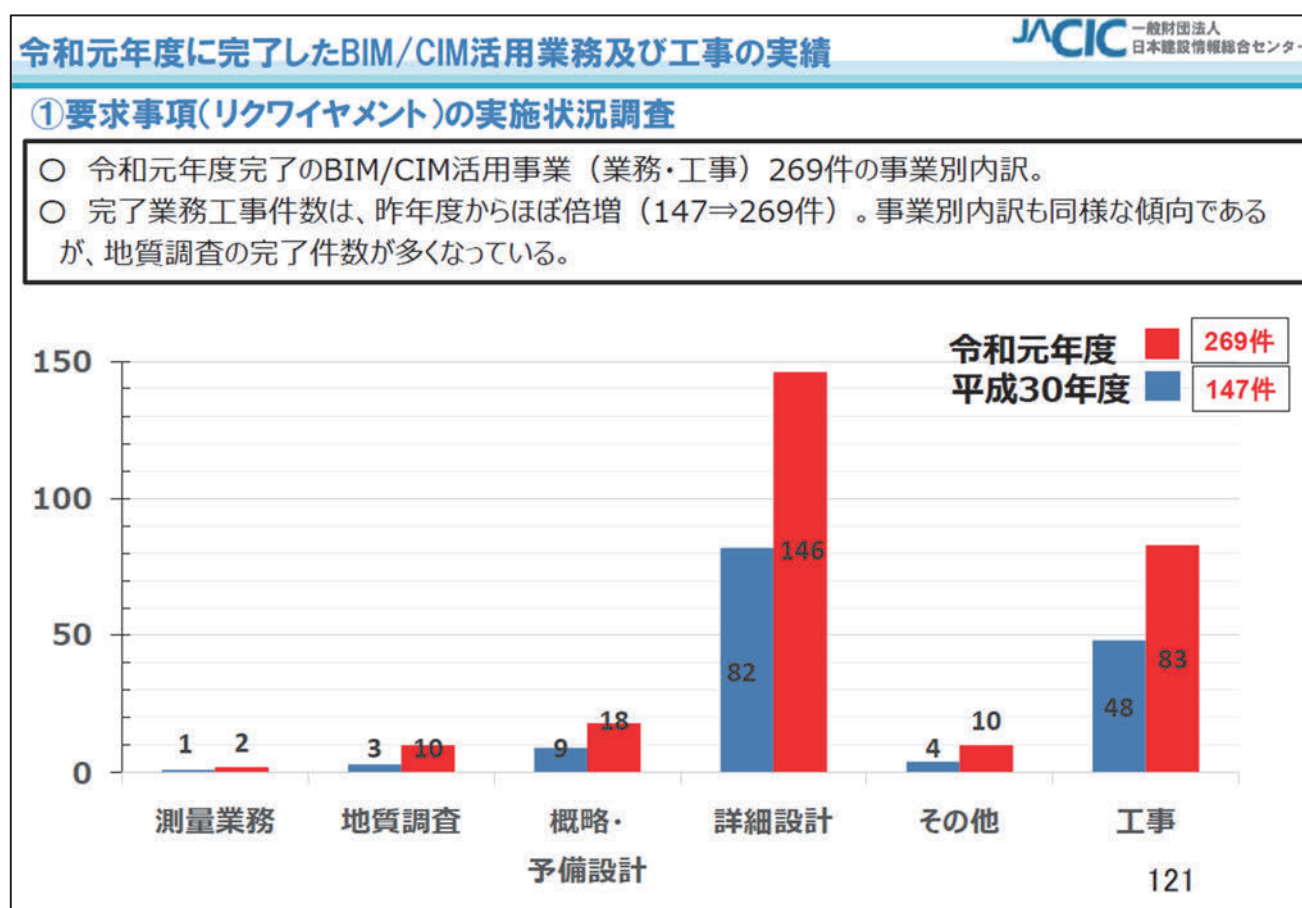


図 1.1-3 BIM/CIM 活用業務・工事の事業種別内訳（国土交通省）

出典：第 11 回 活用促進 WG（2020 年 12 月 1 日）

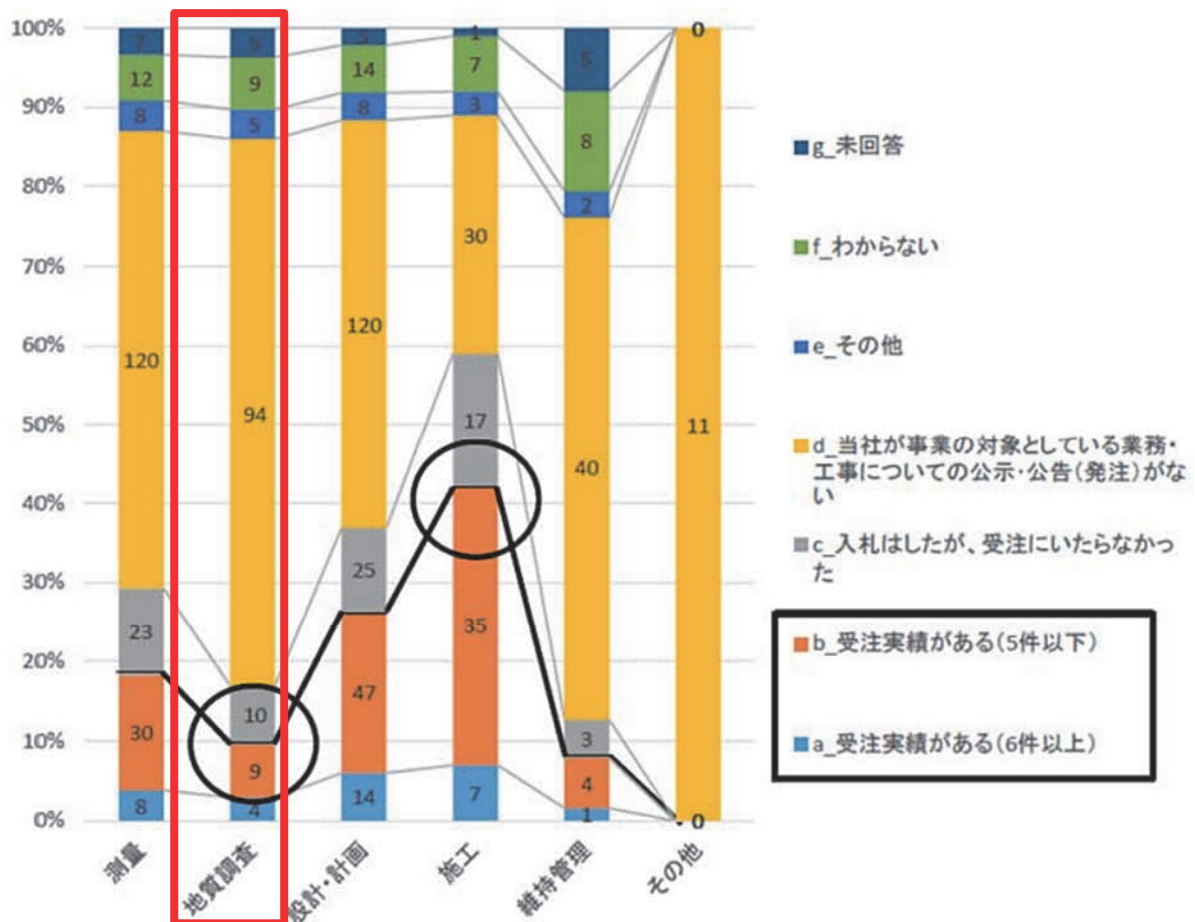


図 1.1-4 BIM/CIM 活用業務・工事におけるフェーズ別の受注実績
(JACIC 調査、受注者アンケート)

出典：JACIC BIM/CIM の普及状況について（2020 年 4 月 1 日）

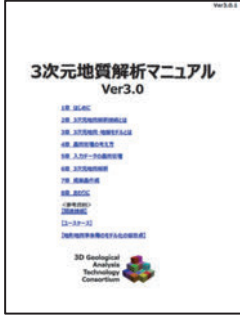
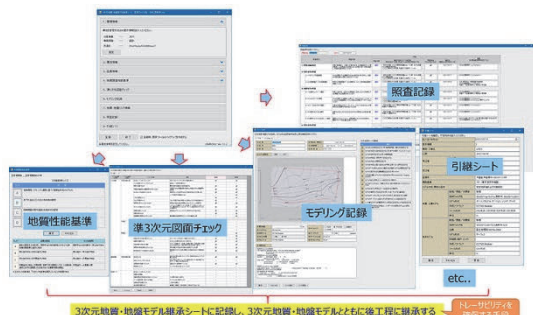
1.1.3 地質調査業界の取組み状況

地質調査業界では、全体として BIM/CIM 活用が低調である一方、積極的な取組み事例もある。

全国地質調査業協会連合会の「新マーケット創出型・提案型事業」の 1 つとして、2017 年 2 月に「3 次元地質解析技術コンソーシアム」が設立され、3 次元地質解析技術の品質向上や技術普及、事業拡大に向けて様々な取組みが展開された。

「3 次元地質解析技術コンソーシアム」は、2020 年 12 月 31 日をもって活動を終了しているが、3 次元地質解析マニュアルなどの成果物（表 1.1-2 参照）はホームページ（表 1.1-2 参照）を通じて公表され、ダウンロード、利用することが可能である。

表 1.1-2 3 次元地質解析技術コンソーシアムの公表資料

成果物	説明
3 次元地質解析マニュアル	土木地質調査により取得したデータの整理から 3 次元地質モデルの作成方法、品質管理の考え方、モデルの利活用方法、関連技術やユースケースなどを紹介。 3 次元地質モデルの方法論や品質評価には研究対象となる課題も多いため、執筆時点でベターと考えられるものを取りまとめ。 
3 次元地盤モデリングガイドブック	「3 次元地質解析マニュアル」は専門的な内容も多く、ボリュームがあることから、重要な内容をピックアップし読みやすい資料として取りまとめ。BIM/CIM で利用されることを念頭に、基本編は発注者・受注者向け、実務編は受注者向けを想定した内容。 
3 次元地質・地盤モデル継承シート記録アプリ「GIMROKU」	3 次元地質・地盤モデル継承シートは、モデルの管理情報・属性情報に加え、モデルの根拠となる地質調査の品質情報、モデルのアルゴリズムや妥当性、照査・引継に至る情報を記録するワークシート。コンソーシアムでは、3 次元地質・地盤モデルのトレーサビリティを確保し、独り歩きを抑止する一つ的手段として 3 次元地質・地盤モデル継承シートを提案。 3 次元地質・地盤モデル継承シートを記録するアプリケーションは、フリーウェアの「GIMROKU」として公開。 

出典： <https://www.3dgeoteccon.com/>

1.2 BIM/CIM の概要

1.2.1 BIM/CIM とは

BIM/CIM (Building/Construction Information Modeling, Management) とは、コンピュータ上に作成した 3 次元の形状情報 (3 次元モデル) に加え、構造物及び構造物を構成する部材等の名称、形状、寸法、物性及び物性値 (強度等)、数量、そのほか付与が可能な情報 (属性情報) とそれらを補足する資料 (参照資料) を併せ持つ、構造物に関連する情報モデル (BIM/CIM モデル) を構築すること (Building/Construction Information Modeling)、及び構築した BIM/CIM モデルに内包される情報を管理・活用すること (Building/Construction Information Management) をいう。

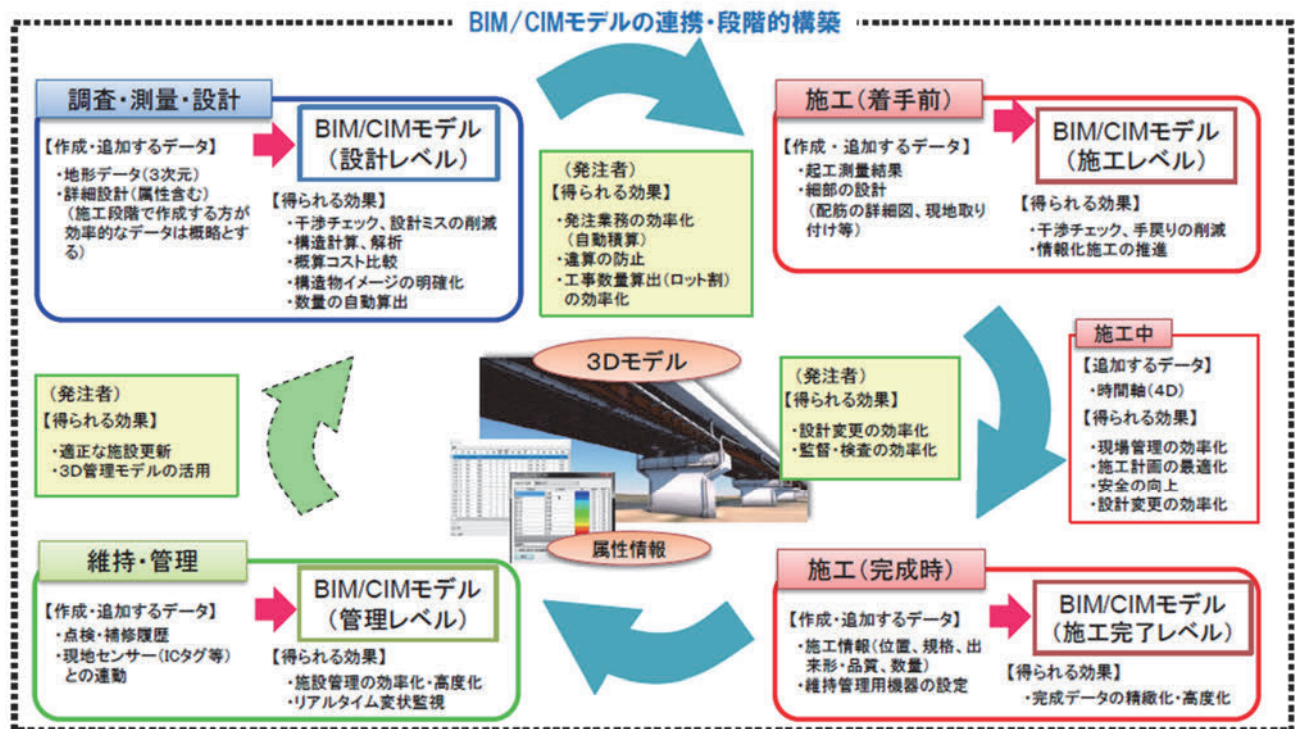


図 1.2-1 BIM/CIM の概念

出典：BIM/CIM 活用ガイドライン（案） 第1編 共通編

1.2.2 BIM/CIM の効果

BIM/CIM を活用することで、ミスや手戻りの大幅な減少、単純作業の軽減、工程短縮、施工現場の安全性向上、事業効率及び経済効果に加え、よりよいインフラの整備・維持管理による国民生活の向上、建設業界に従事する人のモチベーションアップ、充実感等の心の豊かさの向上が期待される。

国内では、BIM/CIM の活用効果として、「フロントローディング」と「コンカレントエンジニアリング」が注目されており、これらの詳細を次に示す。

なお、本節における BIM/CIM の効果は、事業全体を対象としたものであり、地質調査での具体的な活用事例や効果に関しては、2 章に示す。

(1) フロントローディング

フロントローディングとは、工程の初期（フロント）において負荷をかけて事前に集中的に検討することで、後工程で生じそうな仕様変更や手戻りを未然に防ぎ、後続フェーズにおいて品質向上や工期の短縮化など事業全体の効率化を目指すことである。事業段階毎の詳細を次に示す。

- 調査段階

事業に関連する測量・地質調査結果や周辺状況などの情報を可視化することにより、設計・施工・維持管理段階において留意すべき地質・地盤リスク等の課題を抽出・把握する。

- 設計段階

調査段階で作成された地形・地質モデルを高精度化し、地質・地盤リスク等の課題を明確化する。これを基に、設計成果の可視化を行うことによる設計ミスの防止、仮設工法の妥当性検討を行う。また、施工手順のチェック等により、施工段階での手戻り防止を図る。併せて、維持管理段階において想定される地質・地盤リスク上の課題を明確化する。

- 施工段階

設計段階で作成された地形・地質モデルを、施工情報を基により高精度化し、維持管理に必要な情報（施工記録、想定される地質・地盤リスク情報など）を可視化することにより、維持管理時の作業効率化、災害時対応の迅速化を図る。

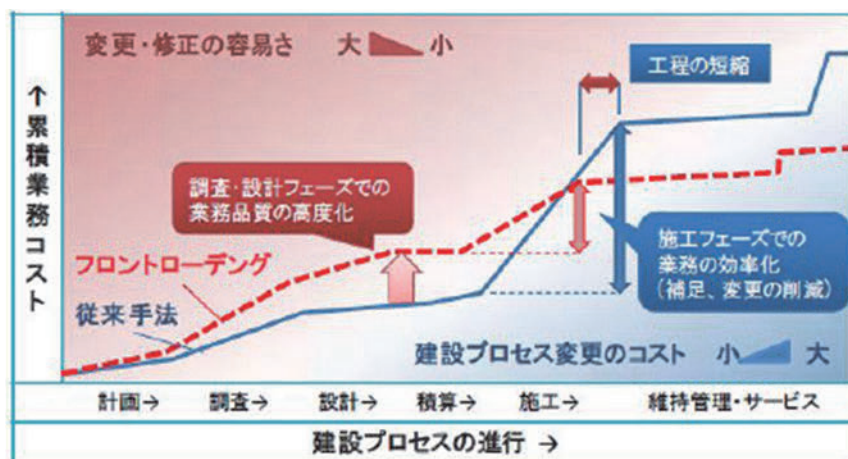


図 1.2-2 BIM/CIM によるフロントローディングによる効果のイメージ

出典：CIM 技術検討会資料 平成 24 年度報告書

(2) コンカレントエンジニアリング

コンカレントエンジニアリングとは、製造業等での開発プロセスを構成する複数の工程を同時並行に進め、各部門間での情報共有や共同作業を行うことで、開発期間の短縮やコストの削減を図る手法を指すことである。より具体的なメリットとして次のものが挙げられる。

- ECI 方式など設計段階で施工担当者の知見も反映することで施工性や供用後の品質を確保、更には景観や施設使用の快適性を向上。
- 設計段階に維持管理担当者の知見も反映し、維持管理上の配慮として点検の容易性や点検履歴の活用方法などを明確化。施工段階では維持管理段階で必要となる情報を活用可能な形で提供することで、維持管理を効率化・高度化。
- 事業に携わる関係者と共同作業することで、意思決定の迅速化や手待ち時間の縮小により、工期や事業全体の期間を短縮。

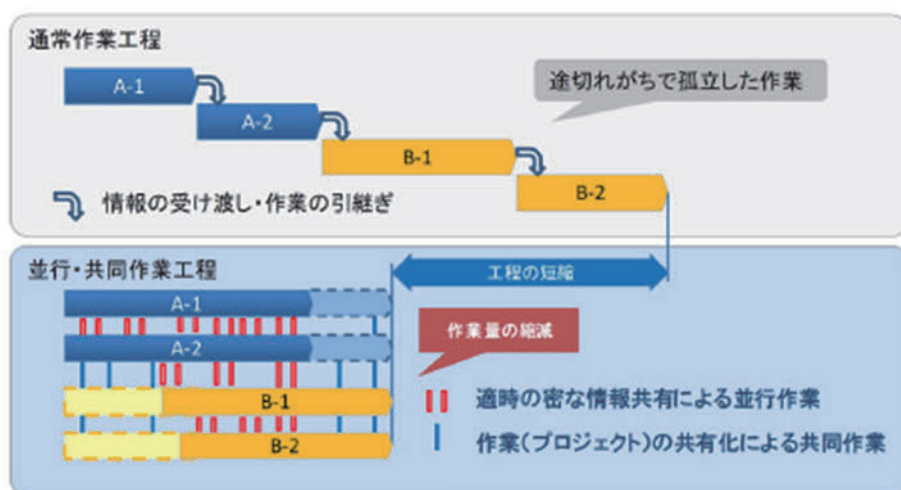


図 1.2-3 コンカレントエンジニアリング（並行作業・共同作業）による効果のイメージ

出典：CIM 技術検討会資料 平成 24 年度報告書

1.2.3 BIM/CIM 活用業務

BIM/CIM 活用業務とは、建設生産・管理システム全体の課題解決及び業務効率化を図るため、建設生産・管理システムにおける測量・調査、設計等のプロセスの各段階において、BIM/CIM を活用した検討等を実施し、後工程のために必要な BIM/CIM モデル等を構築する業務である。

(1) 発注形式

BIM/CIM 活用業務の発注形式は次のとおりである。

- ・発注者指定型：発注者の指定により BIM/CIM の活用を行う場合に適用する。
- ・受注者希望型：契約後において受注者から BIM/CIM の活用希望があった場合に適用する。

(2) 特記仕様書等

BIM/CIM 活用業務は、設計業務だけでなく、測量業務、地質・土質調査業務も対象となる。対象業務では、入札公告、入札説明書（業務仕様書）、特記仕様書等に、BIM/CIM 活用業務であることが明記される。

「ICT の全面的な活用の推進に関する実施方針 別紙-9 BIM/CIM 活用業務実施要領」では、地質調査業務の入札公告、入札説明書（業務仕様書）、特記仕様書の記載例が示されている。

(3) 必要な経費の計上

BIM/CIM 活用業務を実施する場合は、BIM/CIM モデルの作成・更新、3 次元ソフトウェアの調達等、必要な経費を計上することができる。

見積書の提出により、必要な経費を計上する。3 次元地盤モデル作成の歩掛参考資料は、「全国標準積算資料(土質調査・地質調査)令和 2 年度改訂歩掛版」で確認することができる。

発注者指定型、受注者希望型における積算方法は、次のとおりである。

- ・発注者指定型における積算方法：指名（選定）した会社から見積を徴収して積算するものとし、実施項目に変更等が生じた場合には設計変更の対象とする。ただし、契約後に実施項目が確定し、発注者指定型とした場合の積算については受注者希望型と同様とする。
- ・受注者希望型における積算方法：受発注者間の協議により見積を徴収して精算するものとし、実施項目に応じて設計変更の対象とする。BIM/CIM 活用業務に要する費用の設計変更は、『BIM/CIM 実施計画書』に基づいた見積書の提出を求め、妥当性を確認したうえで計上する。

(4) 業務成績評価における評価

BIM/CIM 活用業務を実施した場合には、業務成績評価において評価される。主任調査員による評価は、次の 2 点についてである。

- ・「実施状況の評価：創意工夫：当該業務の特性を考慮しつつ、新たな、あるいは高度な調査・解析の手法・技術に関する提案がなされている」こと。

【受注者希望型の場合】

- ・「実施状況の評価：創意工夫：創意工夫、提案力等にかかる特筆すべき事項がある」こと。
- ・

(5) 要求事項（リクワイヤメント）

BIM/CIM 活用業務では、①BIM/CIM モデルの作成・更新、②BIM/CIM モデルの納品に加えて、発注者から受注者への要求事項（リクワイヤメント）として、BIM/CIM モデルを活用した検討の実施が、業務によって求められる場合がある。令和 3 年度の業務の要求事項（リクワイヤメント（案））として、次の事項が設定されている（図 1.2-4 参照）。

- a) 設計選択肢の調査（配置計画案の比較等）
- b) リスクに関するシミュレーション（地質、騒音、浸水等）
- c) 対外説明（関係者協議、住民説明、広報等）
- d) 概算工事費の算出
- e) 4D モデル（3 次元モデルに時間情報を付与したモデル）による施工計画等の確認
- f) 複数業務・工事を統合した工程把握及び情報共有
- g) その他【業務特性に応じた項目を設定】

地質調査に関連する要求事項（リクワイヤメント）として、b)の地質・地盤リスクに関するシミュレーションが挙げられる。

実施目的として、地質・土質モデルにより地質・土質上の課題等を容易に把握し、後工程におけるリスクを軽減するための対策につなげること、適用が見込まれる場合として、後工程における手戻り（設計と現地との不整合等に伴う再検討、クレーム等による工事中止等）による影響が大きいと考えられる場合などが挙げられる。

令和3年度 BIM/CIM活用業務のリクワイヤメント(案)		
・ リクワイヤメントはいずれも選択式。 ・ 詳細設計のBIM/CIM適用では「3次元モデル成果物作成要領」の適用を必須とし、以下は追加分。		
R3 要求事項 (リクワイヤメント) ※業務		
項目	実施目的(例)	適用が見込まれる場合
①設計選択肢の調査（配置計画案の比較等）	配置計画等の事業計画をBIM/CIMモデルにより可視化し、経済性、構造的、施工性、環境景観性、維持管理の観点から合理的に評価・分析することを目的とする。	多くの関係者の下、合理的な分析・評価を実施する必要性が高い場合
②リスクに関するシミュレーション（地質、騒音、浸水等）	地質・土質モデルにより地質・土質上の課題等を容易に把握し、後工程におけるリスクを軽減するための対策につなげることを目的とする。	後工程における手戻り（現地不整合等に伴う再検討、クレーム等による工事中止等）による影響が大きいと考えられる場合
③対外説明（関係者協議、住民説明、広報等）	対外説明において、BIM/CIMモデルにより分かりやすく事業計画を説明することにより、円滑かつ確実に合意形成を図ることを目的とする。	対外説明を円滑に実施する必要性が高い場合
④概算工事費の算出（工区割りによる分割を考慮）	簡易的なBIM/CIMモデルに概算単価等のコスト情報を紐付けることで、工区割り範囲の概算工事費を速やかに把握できることを目的とする。	煩雑な工区割り作業が見込まれる場合
⑤4Dモデルによる施工計画等の検討	工事発注時における合理的な工期設定、施工段階における円滑な受発注者協議等を目的とする。	施工条件が複雑な場合（多くの現道切り回しを順次実施する必要がある等）
⑥複数業務・工事を統合した工程管理及び情報共有	複数業務・工事間で共有すべき情報又は引き継ぐべき情報を関係者間で適切に共有し、迅速かつ確実な合意形成を図ることにより、手戻りなく円滑に事業を実施することを目的とする。	複数業務・工事間の調整事項が多い又は合意形成を図る必要性が高い場合
		10

図 1.2-4 令和 3 年度 BIM/CIM 活用業務のリクワイヤメント（案）

出典：第 5 回 BIM/CIM 推進委員会（2021 年 3 月 2 日）

1.2.4 BIM/CIM 関連の基準・要領等

BIM/CIM 関連の基準・要領等は多数公開されており、その内容も多岐にわたる。各事業段階で適用、参照される基準・要領、BIM/CIM 仕様・機能要件を図 1.2-5、図 1.2-6 に示す。

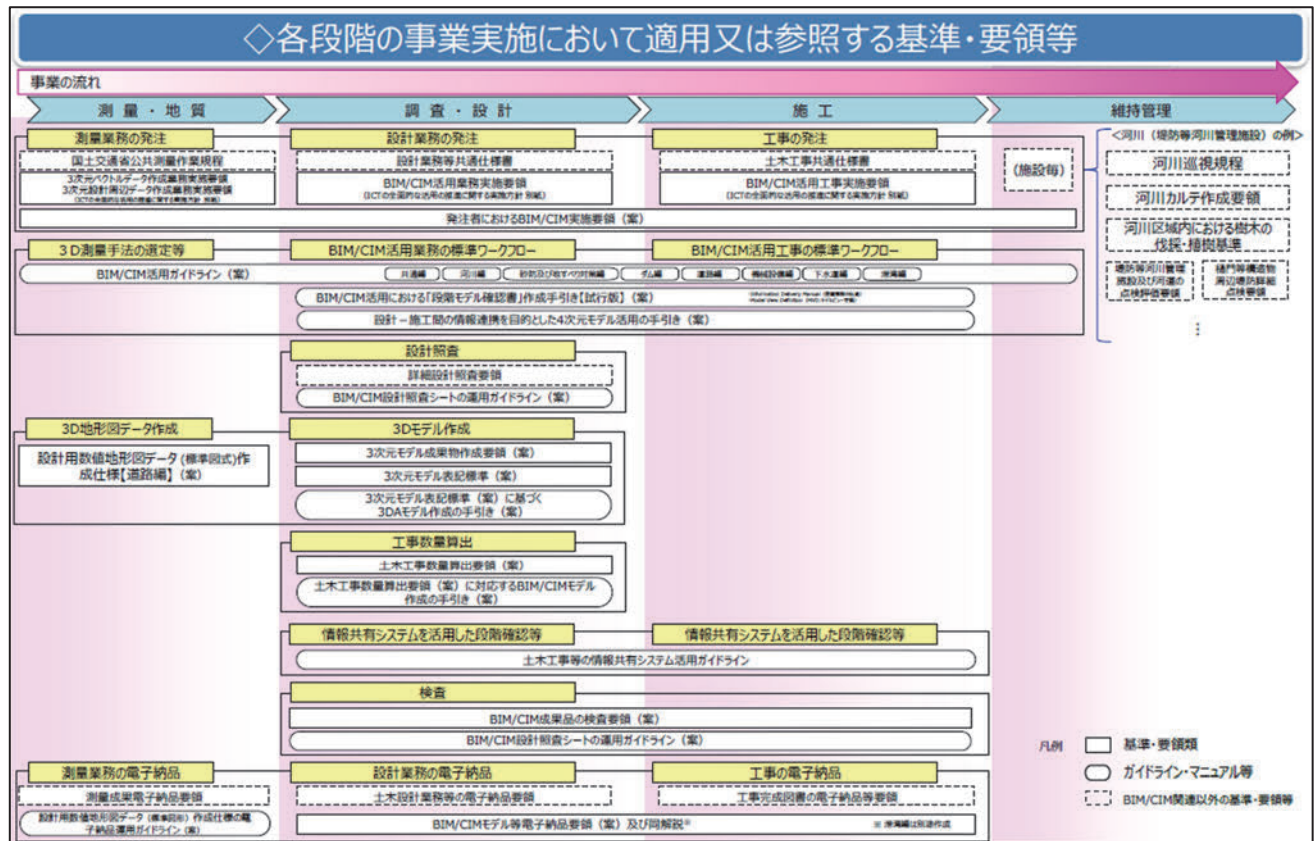


図 1.2-5 各段階の事業実施において適用又は参照する基準・要領等

出典：BIM/CIM 活用ガイドライン（案） 第1編 共通編 P8



図 1.2-6 BIM/CIM 仕様・機能要件

出典：BIM/CIM活用ガイドライン（案） 第1編 共通編 P9

地質・土質調査に関連した記載のある基準・要領等を抽出すると、表 1.2-1 のとおりである。これらの基準・要領等は、「BIM/CIM ポータルサイト」からダウンロード可能である。

参照 URL : http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bimcim/spec_cons_new_r3.html

表 1.2-1 地質・土質調査に関連した記載のある基準・要領等

基準・要領等	概要
ICT の全面的な活用の推進に関する実施方針別紙・9 BIM/CIM 活用業務実施要領	BIM/CIM 活用業務実施の実施に当たって、対象業務、実施内容（BIM/CIM モデルの作成・更新、活用、照査、納品、BIM/CIM 実施計画書、BIM/CIM 実施報告書など）、実施方法（発注形式、特記仕様書等の記載例など）、業務成績評定、積算方法などを示している。
発注者における BIM/CIM 実施要領（案）	国土交通省直轄事業における BIM/CIM を活用する際に発注者が確認・実施すべき必要な事項を示している。BIM/CIM の一般事項（活用の考え方、担当者の責務・役割など）、活用の流れ（発注準備～成果品の検査）、各段階における 3 次元データ活用の目的（測量、地質調査業務、・・・）などから構成される。
BIM/CIM 活用ガイドライン（案） 第 1 編 共通編	第 1 章 総論、第 2 章 測量、第 3 章 地質・土質モデルから構成される。総論では、BIM/CIM の活用目的、適用範囲、BIM/CIM モデルの考え方、BIM/CIM 活用の流れ、各段階における活用等を参考として記載している。測量では、設計に求められる地形モデル（精度等）、3 次元測量手法等が記載されている。地質・土質モデルでは、モデルの作成・活用に関する基本的な考え方、モデルの種類と概要、構成及び作成手順（例）などが記載されている。
BIM/CIM 活用ガイドライン（案） 各分野編	BIM/CIM 活用ガイドライン（案）は、第 1 編 共通編に対し、各分野編として、次の第 2 編～第 8 編が策定・公開されている。 ・第 2 編 河川編：河川構造物 ・第 3 編 砂防及び地すべり対策編 ・第 4 編 ダム編 ・第 5 編 道路編 ・第 6 編 機械設備編 ・第 7 編 下水道編 ・第 8 編 港湾編
土木工事数量算出要領（案）	土木工事に係る工事数量の算出方法等を示している。「第 1 編 共通編」「1 章 基本事項」では、BIM/CIM モデルによる数量算出方法などが示されている。
土木工事数量算出要領（案）に対応する BIM/CIM モデル作成の手引き（案）	BIM/CIM モデルを用いて数量算出を行う場合の BIM/CIM モデルの作成方法や数量算出の手順、留意事項等を、参考事例を用いて解説している。
BIM/CIM モデル等電子納品要領（案）及び同解説	BIM/CIM モデル等を電子成果品として「ICON」フォルダに格納して納品する場合の電子データの仕様を定めている。

2 地質・土質モデルの利活用目的

2.1 モデル活用の基本的考え方

地質・土質モデルは、各事業の特性や測量・調査、設計、施工、維持管理・更新等各事業段階で利用目的が異なるため、モデルの種類ごとの特性に留意し目的に応じたモデルを選択・作成する（2.2 章、3.3.1 章参照）。また、地質・土質モデルを次の段階に継承する場合は、モデル作成の考え方や作成に使用したアプリケーション、使用データ、不確実性の内容、考えられる地質・地盤リスクの内容など、引き継ぐべき情報の記録内容や方法について検討し引継書を作成する必要がある（3.4 章、3.5 章参照）。

地質・土質モデルを作成し、各段階で利用可能な BIM/CIM モデルと併せて 3 次元空間に配置することで、相互の位置関係の把握が容易になるほか、地質・土質上の課題や地質・地盤リスク*を関係者間で共有することにより、追加すべき補足調査や計画立案に関する検討を円滑に進めることができ、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。

しかしながら、地形や構造物等のモデルが実際の形状を表現したものであるのに対して、地質・土質モデルは地質・土質調査の成果から推定された分布や性状を表現しているものであることから、使用された地質・土質情報の種類、数量及びモデル作成者の考え方など様々な条件に依存し、不確実性を含んでいるモデルである。したがって、地質・土質モデルの作成・活用にあたっては、不確実性の程度やその影響について、関係者間で共有・引き継ぎを行う必要がある。なお、このような不確実性の取り扱いについては『土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン』*が参考となる。

地質・土質モデルを作成し、設計から施工段階、更には維持管理段階へ継承する場合には、地質・土質調査の進捗や設計から施工等における事業段階の進捗に合わせて調査から得られた地盤情報が増加していくことから、初期に作成したモデルを修正する必要がある場合がある。そのため、モデルの作成や活用における修正の方針についてもあらかじめ検討しておくことも必要となる。

各段階で継承される場合の地質・土質モデルの流れを図 2.1-1 に示す。

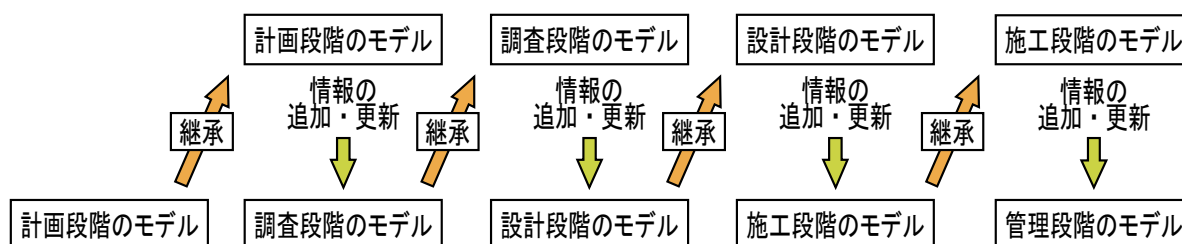


図 2.1-1 地質・土質モデルを各段階へ継承する場合の流れ

出典：BIM/CIM 活用ガイドライン（案） 第1編 共通編 P72

なお、地質・土質モデル作成における基本的な方針については「3.地質・土質のモデル作成」を参照のこと。

※地質・地盤リスク：当該事業の目的に対する地質・地盤に関わる不確実性の影響。計画や想定との乖離によって生じる影響。

【参考】土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン：国土交通省大臣官房技術調査課・国立研究開発法人 土木研究所・土木事業における地質・地盤リスクマネジメント検討委員会

<https://www.pwri.go.jp/jpn/research/saisentan/tishitsu-jiban/iinkai-guide2020.html>

各事業段階において、モデルを作成、追加、更新又は利用後に、次の段階に継承されていく流れは他の構造物モデル等と同様であるが、前述の基本方針を踏まえ、次の事項に留意する。

- 各事業段階の地質・土質モデルの継承時には、モデルにどのような推定を含むのか、それはどのような補間・推定を経たものであるか等の記録を確実に継承する事に留意する。
- 地質・土質モデルの使用目的や要求性能は、対象構造物及びその事業段階によって異なることに留意する。
- 一般に事業段階の進捗に伴ってモデルが扱う地盤情報の種類は増え精度も向上することを踏まえた上で、作成、追加又は利用する地質・土質モデルを選択する。
- 地質・土質モデルの作成、追加、更新及び継承は、現場での検証及び関係機関での検討が十分でない。したがって BIM/CIM の導入・実施状況を通じて課題等を整理して対策を検討し、随時、必要な改定を行っていくこととする。

地質・土質モデルは、各事業の特性や各事業段階（設計、施工、維持管理・更新）において必要となるモデルのレベルと属性が他のモデルとは異なるため、地質・土質モデルの作成と活用にあたってはモデルの種類毎の特性や使用目的、その後の活用の方針について検討する必要がある。

例えば、初期計画段階での構造物のサイトやルート選定等に用いる概略の土質・地質構造を検討するモデル（例：ボーリングモデル（推定・解釈モデル）、準3次元地質断面図モデル、サーフェスモデルなど）や構造物詳細設計のための浸透流解析や安定性解析等に用いるモデル（例：ソリッドモデル、ボクセルモデルなど）などのように、各事業段階によって必要となる形状や属性は同一のものとなるとは限らず（図2.1-2 参照）、各事業段階でどのようなモデルを作成し利活用するか次の段階への引き継ぎも含め検討する必要がある。

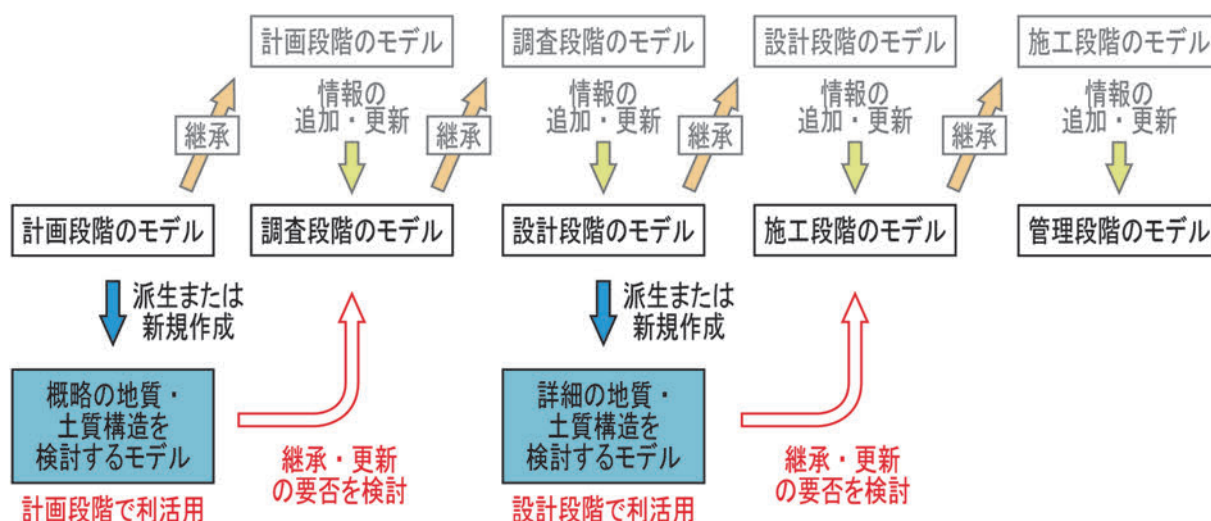


図 2.1-2 各事業段階でのみ作成・利活用される地質・土質モデルの例

出典：BIM/CIM 活用ガイドライン（案）第1編 共通編 P73

2.2 モデルの活用

地質・土質モデルの活用は、各事業の特性や計画、設計、施工、維持管理・更新など各事業段階で使用目的が異なるため、モデルの種類ごとの特性に留意し目的に応じたモデルを選択・作成し活用する。

[計画段階]

地質・地盤リスクを評価するために、比較的広範囲な地質・土質モデル（サーフェースモデル）を作成する。広範な地質情報にはばらつきや不統一があるため、まず地質情報の整理・統合を図ることが必要となる。

[設計段階]

地質調査結果を基に、対象区域の地質・土質モデルを作成する。構成された地質・土質モデルを基に設計を行う。ダムなど長期にわたる事業では、調査の進捗に伴う地盤情報の増加に対し、適切なタイミングでモデルの更新を図り精度を向上させる必要がある。

[施工段階]

施工実績により得られた情報により、設計段階で構築した地質・土質モデルを適宜修正する。

[維持管理・更新段階]

定期点検結果などを基に、施工段階で構築・修正された地質・土質モデルを更新する。

表 2.2-1 具体的な利用場面と対応可能な地質・土質モデル

出典：3次元地質解析マニュアル Ver3.0 (Ver3.0.1) .2021. P39

用途	3次元地質・地盤モデルの利用場面	地質調査データ				地質・地盤モデル			備考 (掲載項)
		露頭	ボーリング サウンディング	物理 探査	動態 観測	準3次元 断面図	サーフェス	ソリッド	
二次利用	データシート出力		●	●	●		●	●	
	地質図面（平面図、断面図）出力						●	●	2.2.5
	地質図面（地質境界面標高・深度・地層厚等のコンター）出力						●	●	2.2.4
	点検台帳やカルテに用いる基礎図面（正面図、パース図等）出力	●	●	●	●		●	●	2.2.8
	土軟硬区分や地質境界面標高・深度の差分計算						●	●	
	工事範囲における対象地質（土軟硬区分等）土量算定						●	●	2.2.7
	3次元地質・地盤モデルデータそのものの利用	●	●	●	●	●	●	●	
地質解析 作業	数値解析用3次元地質・地盤モデルデータへの加工						●	●	2.2.6
	地質情報の3次元的な整合性確認	●	●	●	●	●	▲※	▲※	2.2.1
	地質調査データを用いて初期地質モデル構築	●	●	●	●	●	●	●	2.2.2
可視化	施工による実績地質データ取得とモデル更新	●	●	●	●	●	●	●	2.2.8
	地質調査位置や種類情報	●	●	●	●				
	地質・地盤モデルの根拠となる地質調査データ	●	●	●	●	●			2.2.1/2.2.5
	予測地質分布・構造					●	●	●	2.2.1/2.2.5
	施工範囲に係る詳細地質・地盤モデル	●	●				●	●	2.2.2/2.2.8
	亀裂等不連続面の詳細地質モデル	●	●				●		
	土軟硬区分や岩盤分類の予測モデル	●	●	●		●	●	●	2.2.3
	地質解析結果と安全率や影響範囲	●	●	●	●	●	●	●	
	対象地質・地盤モデルと構造物や対策工との干渉チェック						●	●	2.2.2/2.2.8
	予測地質・地盤モデルと実績地質・地盤モデルの比較					●	●	●	
	モニタリング結果	●	●	●	●	●	●	●	2.2.9
	地質・地盤パラメータ	●	●	●	●	●	●	●	
	地質・地盤モデル利用上の留意点	●	●	●	●	●	●	●	2.2.10 2.2.2/2.2.5/2.2.9
	地質・地盤リスク情報（点検着目点、災害位置、素因、誘因、被害規模等）	●	●	●	●	●	●	●	
	設計・施工上の地質・地盤リスク留意点	●	●	●	●	●	●	●	
	維持管理上の地質・地盤リスク留意点	●	●	●	●	●	●	●	2.2.8 2.2.9 アニメーション必要
	地質・地盤モデル属性や地質・地盤データ・モデル間のリンク	●	●	●	●	●	●	●	

※ドラフトモデルで不陸や不連続性をチェックする

 : 本編で紹介しているモデルの利活用場面

2.2.1 留意すべき地形・地質の把握・可視化

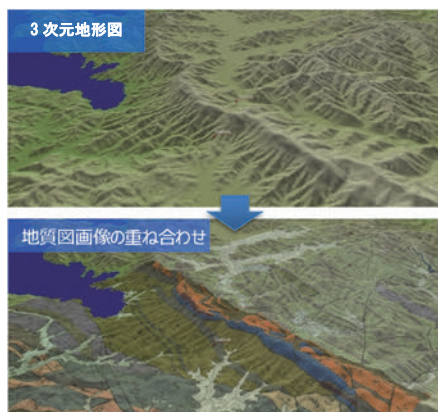
(1) 活用内容

調査・設計段階では、3次元的な表現（可視化）を行うことで、地質断面図などの2次元表現に比べ必要な場所の地質区分を誰でも容易に確認でき、本体構造物と基礎地盤との位置関係把握も容易となる。

破碎帯、強風化岩、湧水、高透水帯等のような留意すべき地形・地質を容易に把握できるようにすることで、地質・地盤リスクをより明確にし、関係者間協議や情報共有、施工・維持管理段階への提言に活用できる。

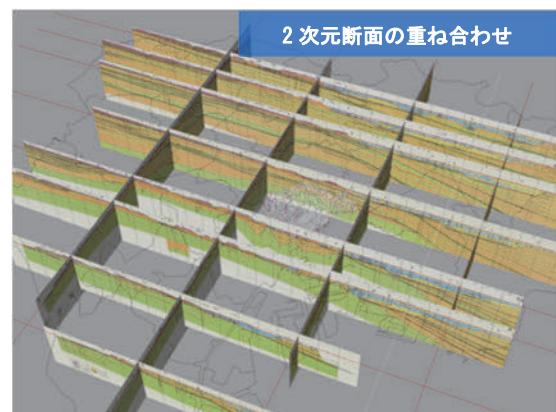
(2) 活用事例

ボーリングデータや調査データから作成した地質断面図や調査結果図を重ねたモデル（準3次元地質断面図モデル等）を作成して3次元的に可視化を図り、留意すべき地形・地質を把握し、地質・地盤リスクを明示化する。



（準3次元地質平面図）

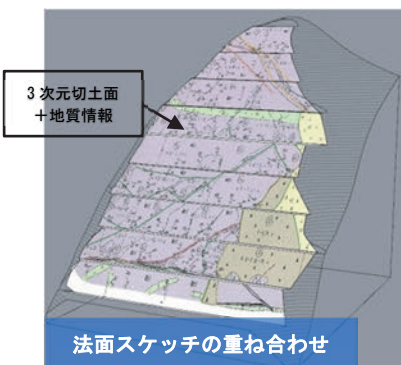
BIM/CIM 活用ガイドライン（案）
第1編 共通編 P79 ほか



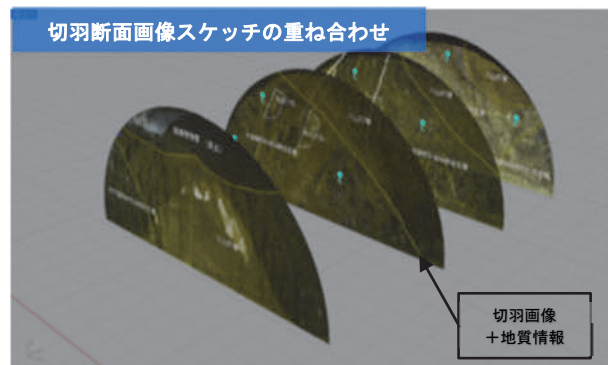
（準3次元地質断面図）

3次元地質解析マニュアル Ver3.0（Ver3.0.1）.2021. P30

図 2.2-1 留意すべき地形・地質の把握例（可視化の例）



（切土法面のスケッチを表示した例）



（トンネル切羽画像に地質情報を表示した例）

図 2.2-2 留意すべき地形・地質の把握例（調査結果の可視化例）

出典：3次元地質解析マニュアル Ver3.0（Ver3.0.1）.2021. P29 ほか

2.2.2 基礎地盤と構造物の位置関係の確認

(1) 活用内容

調査・設計段階又は施工段階においても、地質調査に基づいて作成した地質・土質モデル（サーフェスモデル・ソリッドモデルなど）を用いることにより、基礎地盤と杭・基礎構造物と支持層の関係を視覚的かつ容易に確認することができる。

(2) 活用事例

従来の2次元設計による地質断面図では、補助工法の施工範囲に不足が生じる恐れがあるのに対し、地質・土質モデルの作成によって、地層と補助工法の施工範囲の位置関係を可視化することで、効率的に施工範囲を設定することに活用できる。

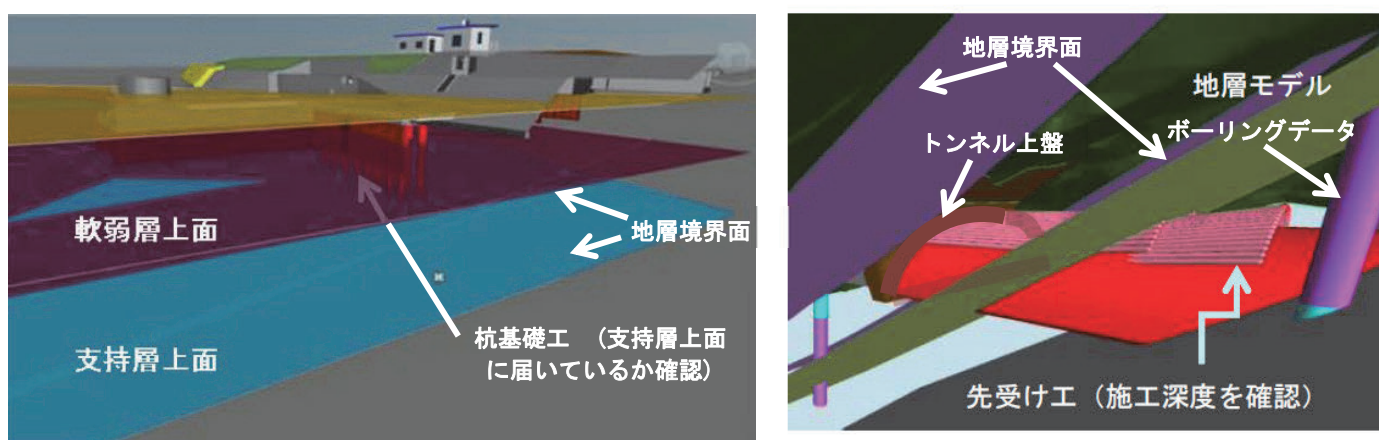


図 2.2-3 基礎地盤と構造物との位置関係の把握例（杭基礎構造物・トンネル）

出典：BIM/CIM 活用ガイドライン（案） 第2編 河川編 P71

出典：BIM/CIM 成果品（業務）「平成 29 年度能越道輪島道路（2 期）構造物詳細設計業務」（BIM/CIM 成果品（業務））

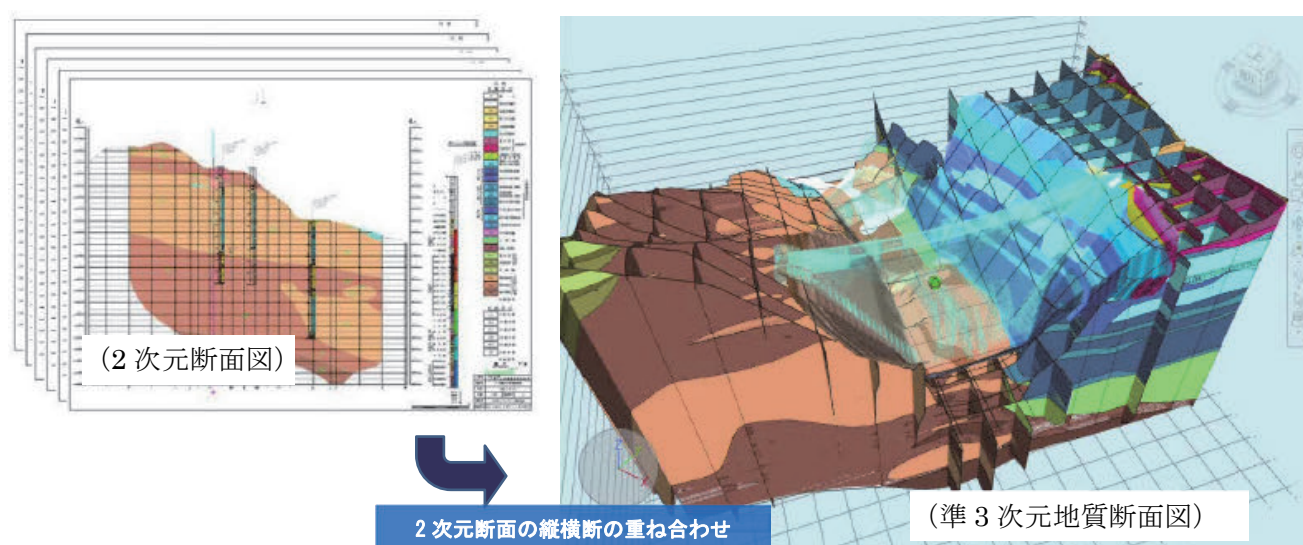


図 2.2-4 基礎地盤と構造物との関係把握例（ダム堤体）

出典：ダム BIM/CIM モデルの構築～九州地方整備局におけるダム CIM 活用の取り組み～
ダム技術 No.377 一般財団法人ダム技術センター に加筆・修正

2.2.3 基礎地盤の岩盤分類（地山分類）評価の確認

(1) 活用内容

調査・設計段階において、地質調査に基づいて作成した地質・土質モデル（サーフェスモデル・ソリッドモデルなど）を用いることにより、岩盤分類、地山分類に基づいた地盤評価の連続性や分布を視覚的に確認することができる。

(2) 活用事例

従来の2次元設計による地質断面図やコンター図では、対策工や施工計画に不足が生じる恐れがあるのに対し、地質・土質モデルの作成によって、工学的評価及び地質・地盤リスクを空間的に把握したうえで、掘削線、改良範囲、断層（弱層）分布、支保パターン、補助工法等の対策工施工範囲を可視化することで、適切で効率的な設計、施工計画に活用できる。

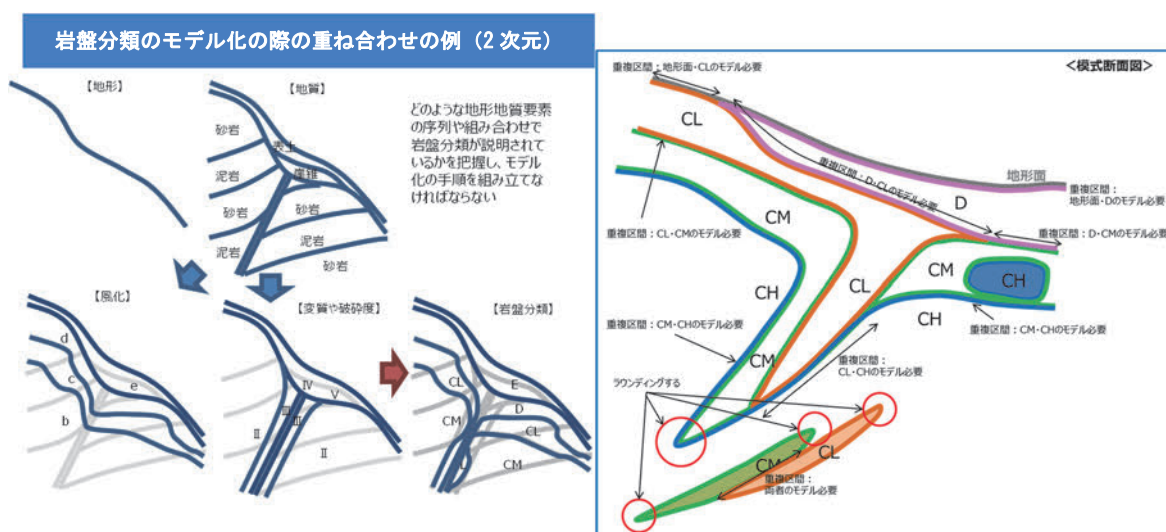


図 2.2-5 岩盤分類（地山分類）の構成検討例（2次元）
出典：3次元地質解析マニュアル Ver3.0（Ver3.0.1）.2021. P285

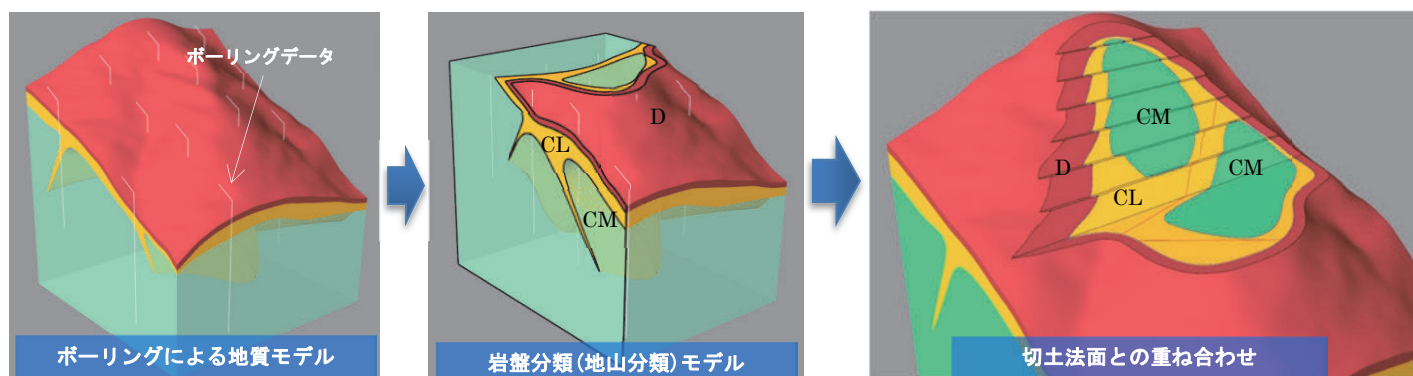


図 2.2-6 岩盤分類（地山分類）の把握例（3次元）（ソリッドモデルによる岩盤分類の例）

出典：3次元地質解析マニュアル Ver3.0（Ver3.0.1）.2021. P119 ほか

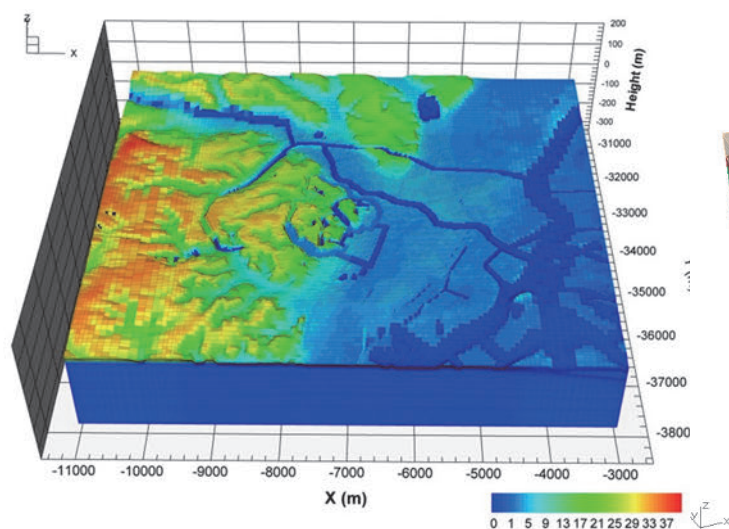
2.2.4 地下水面の位置関係の確認

(1) 活用内容

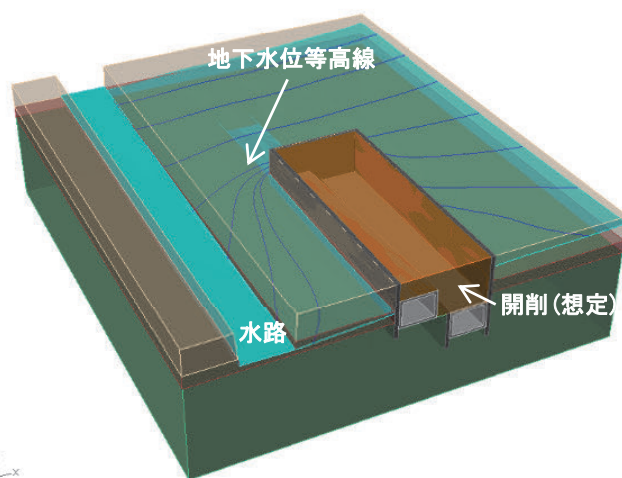
調査・設計段階において、ボーリング孔内水位や周辺湧水点等に基づいて作成した地下水面モデル（サーフェスモデルなど）を用いることにより、地下水面ポテンシャル分布を視覚的に確認することができ、水文解析や設計施工計画に活用できる。

(2) 活用事例

従来の2次元設計による水理地質断面図や地下水コンター図では、構造物の干渉や地下水阻害、地下水影響評価等の解析や地すべり対策工、湧水予測、井戸配置計画等に不足が生じる恐れがあるのに対し、地質・土質モデルの作成によって、工学的評価及び地質・地盤リスクを空間的に把握したうえで、影響評価や対策工施工範囲を可視化することにより、適切で効率的な設計、施工計画に活用できる。



(3次元地下水解析メッシュモデルの例)



(開削施工時における地下水流動予測の可視化の例)

図 2.2-7 地下水面の把握例

出典：3次元地質解析マニュアル Ver3.0 (Ver3.0.1) .2021. P216,P120 ほか

2.2.5 住民説明、関係機関協議

(1) 活用内容

設計、施工段階において、ステークホルダーに対し説明責任を果たす必要がある。地下情報や構造物等の位置関係を地質・土質モデルを用いることで視覚的に分かりやすくすることにより、住民説明や関係機関協議に活用できる。

(2) 活用事例

地質・土質モデルの作成によって、目に見えない地表面下の地質や工学的評価及び地質・地盤リスクを空間的に把握したうえで、影響評価や施工状況、地盤変状等を可視化し、その関連性を分かり易く表現する事で、一般市民を始め関係者間での理解促進につながる。

表 2.2-2 ステークホルダーに提示する資料の比較例

※出典：3次元地質解析マニュアル Ver3.0 (Ver3.0.1) .2021. P289

行政関係者	工事関係者	一般市民
地形面（崩壊前後） 調査ボーリングデータ 各種試験データ 地質解釈図面 全地質境界面 対象地質（設計時想定と崩壊後調査時） 地下水位面 掘削面および立坑 土留め壁（崩壊前後） 切ばり 地盤沈下量 土留め壁変位量	地形面（崩壊前後） 調査ボーリングデータ 各種試験データ 対象地質（設計時想定と崩壊後調査時） 地下水位面 掘削面および立坑 土留め壁（崩壊前後） 地盤沈下量 土留め壁変位量	地形面（崩壊前後） 対象地質（設計時想定と崩壊後調査時） 土留め壁（崩壊前後）

表 2.2-3 地質・土質モデルの3次元アウトプット・成果品例

行政関係者	工事関係者	一般市民
ボーリングモデル 準3次元図面 サーフェスモデル テクスチャモデル 時系列でのソリッドモデル（設計時想定、掘削レベル毎、崩壊後等） 観測結果の可視化 アニメーション	ボーリングモデル 準3次元図面 サーフェスモデル テクスチャモデル 時系列でのソリッドモデル（設計時想定、掘削レベル毎、崩壊後等） 観測結果の可視化 アニメーション	サーフェスモデル テクスチャモデル 時系列でのソリッドモデル（設計時想定、崩壊後等） アニメーション

2.2.6 数値解析

(1) 活用内容

調査設計段階において、地質・土質モデル（ソリッドモデルなど）は、設計の用途に厳密な計算が要求される数値解析（シミュレーション）に活用される。

(2) 活用事例

地質・土質モデルの作成によって、地質構造や工学的属性及び構造物、対策工等の空間的分布に応じた 3 次元数値解析を行うことにより、影響評価や地盤変状、対策工効果等を効果的に把握する事が可能となり、効率的かつ的確な設計・施工に生かすことができる。

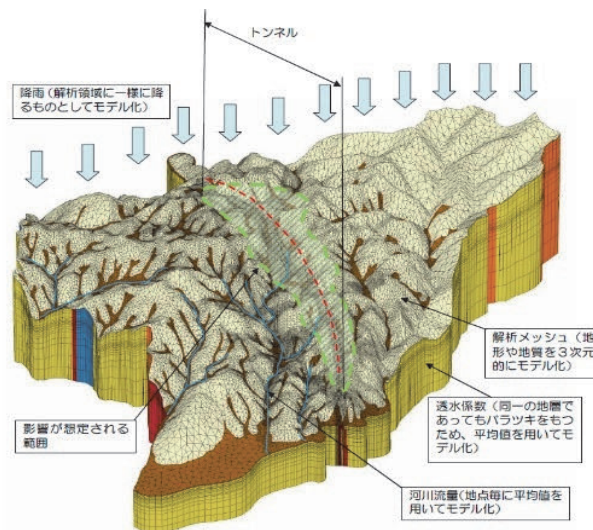


図 2.2-8 トンネルにおける 3 次元浸透流解析（トンネル掘削による地下水影響範囲把握）の例

出典：新名神高速道路大阪府域地下水流動対策検討委員会（西日本高速道路）

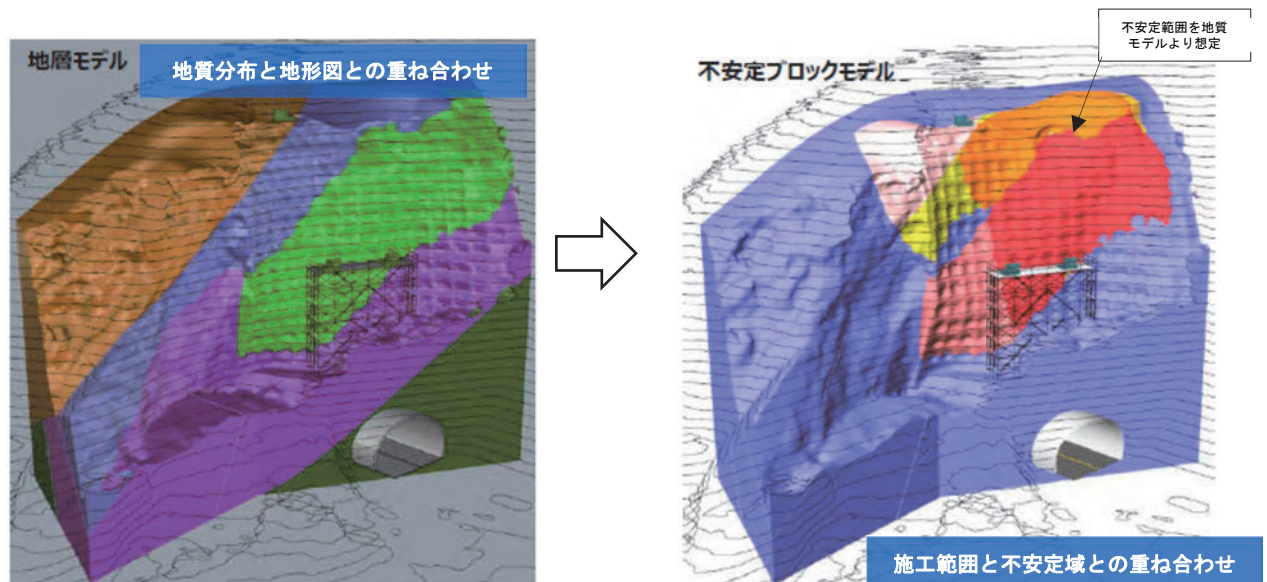


図 2.2-9 トンネルにおける岩盤崩壊を対象とした 3 次元地盤解析の例

出典：3 次元地質解析マニュアル Ver3.0 (Ver3.0.1) .2021. P338 ほか

2.2.7 数量算出

(1) 活用内容

設計施工段階において、地質・土質モデル（ソリッドモデル・サーフェスモデルなど）を用いることにより地質・土質別の数量算出に活用できる（「土木工事数量算出要領（案）（国土交通省）」に準拠）。

(2) 活用事例

地質・土質モデル（ソリッドモデル・サーフェスモデルなど）を用いることにより地質・土質別の数量算出に活用できる。なお、地質・土質モデルを活用し算出した数量と、平均断面法で算出した数量には差異が生じる可能性があり留意が必要である。このため、地質・土質モデルをどの様に活用するかについては発注者等と十分協議し活用する必要がある。

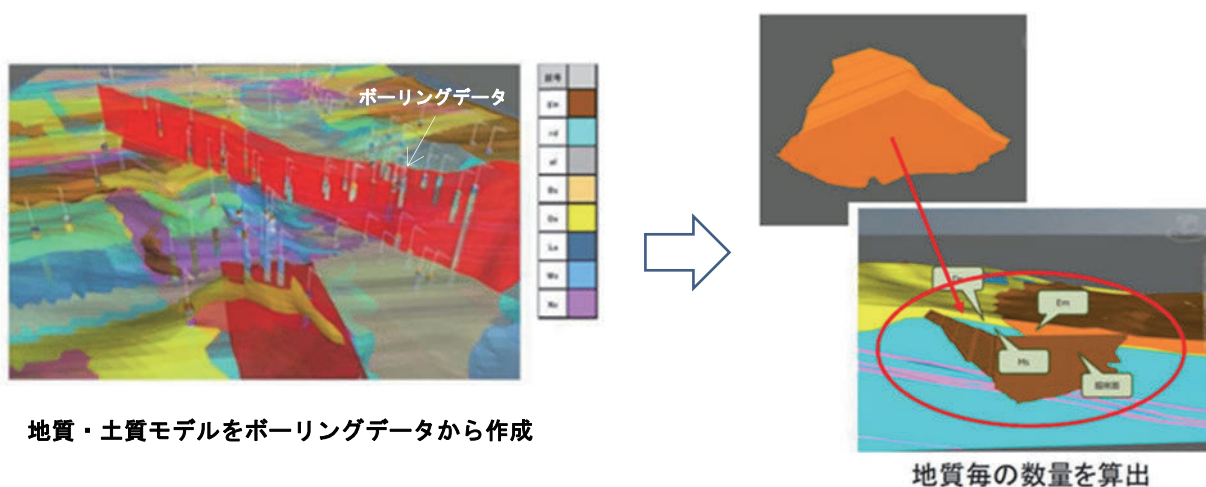
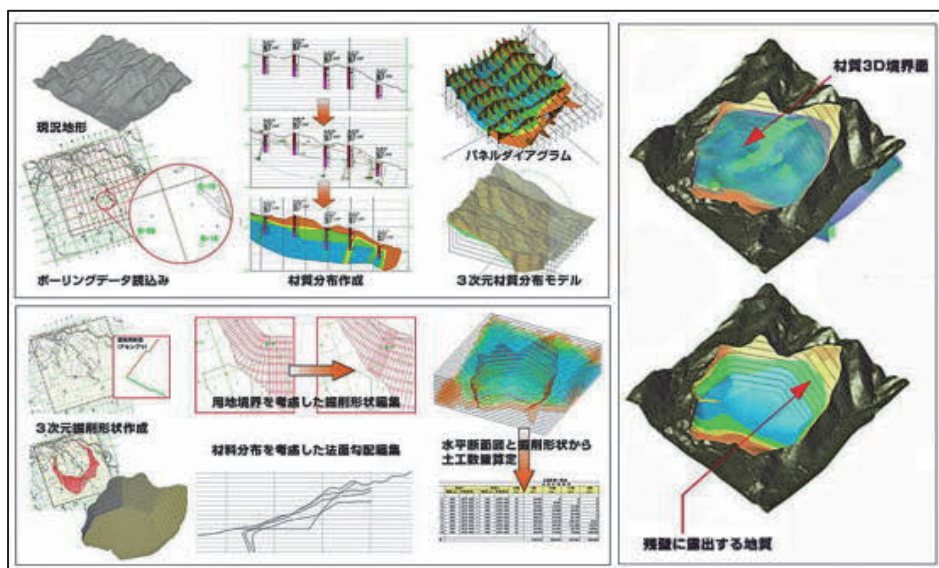


図 2.2-10 土構造物の数量算出に用いる地質・土質モデル例（サーフェスモデル等）

出典：BIM/CIM 活用ガイドライン（案） 河川編 P42（国土交通省）



出典：JACIC 研究助成「CIM に対応するための地盤情報共有基盤ならびに 3 次元地盤データモデル標準の検討 研究報告書 平成 28 年 8 月」（（一社）全国地質調査業協会連合会）

2.2.8 施工計画・地盤改良範囲の設定

(1) 活用内容

設計施工段階において、地質・土質モデル（ソリッドモデル・パネルダイアグラムなど）を活用することにより、地盤改良の範囲設定や施工計画に活用できる。

(2) 活用事例

地すべり対策のための集水ボーリングの配置や、ダム基礎処理範囲の把握など、地質・土質モデル（ソリッドモデル・パネルダイアグラムなど）を活用する事で、的確な集水ボーリングの配置設計や基礎処理範囲の設定などに活用できる。

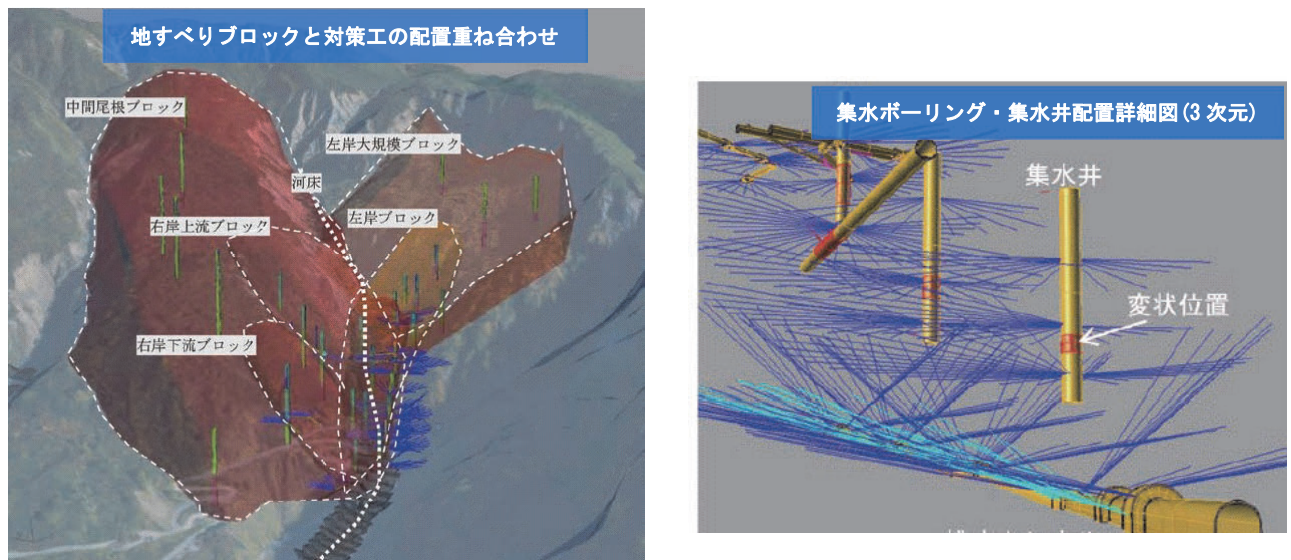


図 2.2-12 地すべり対策工配置設定の事例

出典：3次元地質解析マニュアル Ver3.0 (Ver3.0.1) .2021. P330

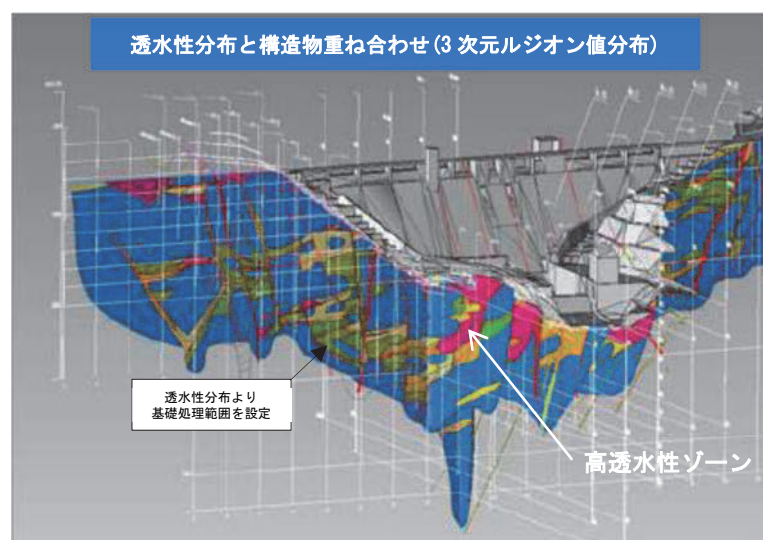


図 2.2-13 ダムの基礎処理範囲（ルジオンマップ）の例

出典：CIM 導入ガイドライン（案）第4編 ダム編 令和元年5月

2.2.9 施工時の安全確認・維持管理での利用

(1) 活用内容

施工段階及び維持管理段階において、動態観測や被害情報等の地質・地盤リスク情報の表示・確認に活用できる。

(2) 活用事例

モニタリングデータの可視化や被災箇所を地質・土質モデルと合わせて表示する事で、変状や被災状況などの把握や、素因・要因などの検討、維持管理に活用できる。

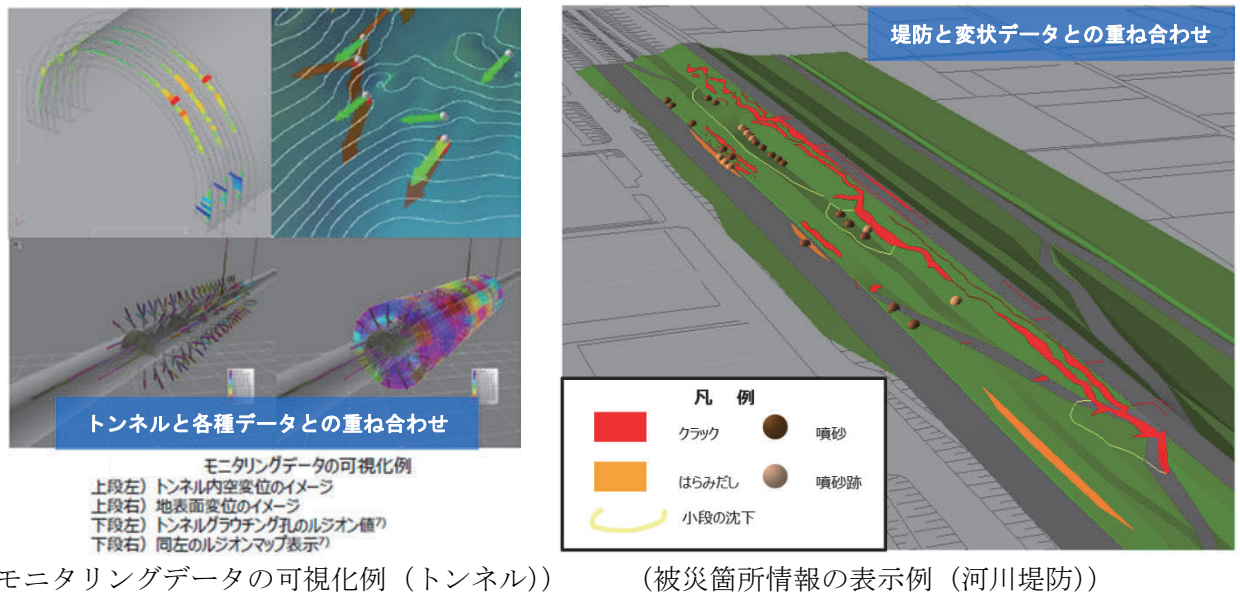


図 2.2-14 施工・維持管理での利用例

出典：3次元地質解析マニュアル Ver3.0 (Ver3.0.1) .2021. P31,67

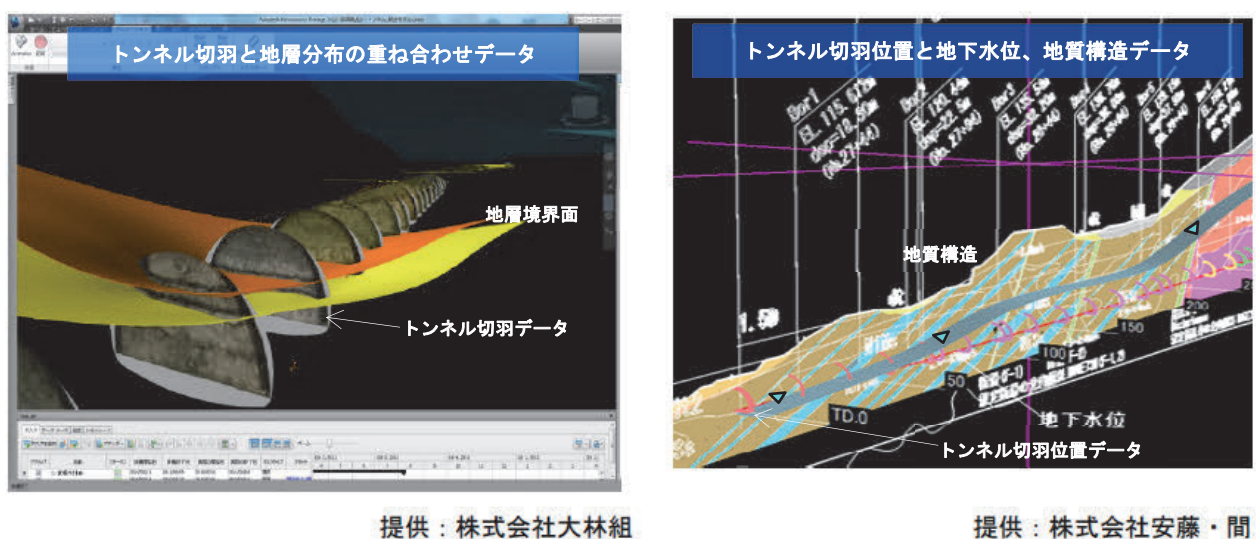


図 2.2-15 維持管理での活用例 (トンネル 地山情報 (地層、切羽)、地下水位の可視化例)

出典：BIM/CIM 活用ガイドライン (案) 第 5 編 道路編 (令和 3 年 3 月) P144

2.2.10 地質・土質モデルの作成指針と活用時の留意事項

(1) 活用時の留意事項

地質・土質モデル活用時の留意事項を表 2.2-4 に示す。

表 2.2-4 地質・土質モデルの活用時の留意事項

種 類		留 意 事 項
全 般		- モデル作成に使用する地形データは、データを取得した“点”の情報から地形面やメッシュのデータを作成するため、調査地点の標高と合致しない場合がある事に留意する。 - 地質・土質モデルは、柱状図、地質平面図、地質断面図等を 3 次元空間に配置したものに、ボーリング調査結果等を基に様々な情報を地質学的な解釈を加えて総合的に作成されたものであるが、不確実性を含むことに留意する。 - 地質・土質モデルにおいて、ボーリング柱状図以外の箇所は、推定によるものである。どのような補間法を用いても、従来手法による地質断面図等と比べてその精度は同等又は逆に低下する可能性があることに留意する。 - 地質・土質モデルは、調査、設計、施工及び維持管理の各事業段階において、活用目的や地質・土質調査の量と質に応じた精度で適切に作成して利用することに留意し、次段階へ継承する。 - 地質・土質モデルの作成に用いたデータの精度やモデル構築条件等の属性情報を記載した報告書等で信頼性を確認し把握した上で利用する。また、修正が必要な場合はその上で利用する。 - 作成記録の無いモデルは地質・土質モデルの品質やトレーサビリティを確保できない可能性があるため、使用の際は留意する。 - 地質・土質モデルは、作成した時点以降に実施される地質・土質調査結果で修正される可能性があることに留意し、バージョン管理を確実に行う必要がある。 - ボーリングモデルのうち、調査結果モデルと推定解釈モデルのどちらを納品するかは発注者と協議するものとする。 - 調査結果については、地質・土質モデル以外に実際に調査したデータも提出する。
ボー モ デ リ ン グ	調査結果 モデル	地質・土質調査業務の成果であるボーリング柱状図（ボーリング交換用データや電子簡略柱状図）の地質・土質調査結果そのものを表現したモデルは「調査結果モデル」となることに留意する。
	推定・解釈 モデル	既往資料や地質・土質調査で得られた様々な情報を基に、地質・工学的解釈を加えて作成したモデルは「推定・解釈モデル」となることに留意する（地質・工学的解釈を加えて作成したボーリング交換用データ、電子簡略柱状図を利用する場合も含む）。
デ 準 ル 3 次 元 地 盤 モ	テクスチャモデル（準 3 次元地 質平面図）	準 3 次元地盤モデルは、使用する地形図等の精度によって大きく左右されることに留意する。
	準3次元地質断面 図モデル	
3次元地盤モデル		- ボーリング結果を含む様々な地盤情報を地質学的な解釈を加えて総合的に作成されたものである。単にボーリング結果を数学的に補間する方法もひとつの方策であるが、推定精度が低下する恐れがあるので留意する。 - 精度確保に必要な地盤調査手法、調査数量と質を十分に検討した上で、活用方法を検討する。 - 使用した地質情報やモデル作成方法（地質・土質モデル作成ソフトウェアの種類や地層補間アルゴリズムなど）等を記録し、継承する。 3 次元地盤モデルを作成した領域が、ボーリング本数や密度等を考慮して、どの程度信頼できるかを確認してから利用する。

(2) BIM/CIM 活用ガイドライン（案）によるモデルの作成指針

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・地盤リスクについて必ず記録（「BIM/CIM モデル作成 事前協議・引継書シート」）し、継承する。

構造物毎の地質・土質モデルの活用目的とモデルの作成対象、作成内容、主な活用場面の例について、調査～設計～施工（維持管理）段階ごとに BIM/CIM 活用ガイドライン（案）にまとめられている。これらモデル作成指針の記述箇所について表 2.2-5 に示す。表 2.2-5 を基に内容を確認し、作成すべきモデルの活用目的やモデルの種類、付与する属性情報等の参考とする。なお、各ガイドライン（案）の設計、施工などの章においても、地質・土質モデルの利活用方法やイメージ等が掲載されているので、表 2.2-5 に示した箇所以外についても確認すると良い。

なお、地質・土質モデルにける記録すべき内容は実データの他、地層名などの属性情報やリスク情報など多岐にわたり、項目を多くなる事が想定されているため、別途専用の引継書を準備・活用する事も念頭に「BIM/CIM モデル作成 事前協議・引継書シート」を作成するとよい。

※表 2.2-5 に掲載する BIM/CIM 活用ガイドライン（案）は令和 3 年 3 月版を対象としているため、利用する際は最新のガイドライン等を活用する。

【参考】BIM/CIM ポータルサイト BIM/CIM の基準・要領等

http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bimcim/spec_cons_new_r3.html

表 2.2-5 BIM/CIM 活用ガイドライン（案）における地質・土質モデルに関連する掲載箇所

対 象	BIM/CIM 活用ガイドライン（案） URL	掲載内容	掲載ページ
第 1 編 共通編	https://www.mlit.go.jp/tec/content/001395762.pdf	地質・土質モデル	第 1 編 70～107
第 2 編 河川編	https://www.mlit.go.jp/tec/content/001395886.pdf	地質・土質モデル作成指針	第 2 編 16
		活用目的【築堤・護岸】	第 2 編 17
		活用目的【河川構造物（樋門・樋管等）】	第 2 編 18
		作成指針【築堤・護岸】	第 2 編 19～20
第 3 編 砂防及び地すべり対策編	https://www.mlit.go.jp/tec/content/001395763.pdf	作成指針（樋門・樋管）	第 2 編 21～23
		地すべり分野におけるモデル詳細度	第 3 編 12～15
		付与する属性情報 地すべり分野	第 3 編 24～26
		付与する属性情報 地すべり防止施設	第 3 編 27～35
		地質・土質モデルの作成指針	第 3 編 44
		砂防分野における活用内容	第 3 編 45
		地すべり分野における活用内容	第 3 編 46
		砂防土工における作成指針	第 3 編 48
		砂防分野における作成指針	第 3 編 49～50
		地すべりにおける作成指針	第 3 編 51～53
		地すべり機構解析の作成指針	第 3 編 54～63
		地すべり災害対応の作成指針	第 3 編 64～65
第 4 編 ダム編	https://www.mlit.go.jp/tec/content/001395764.pdf	地質・土質モデル作成指針	第 4 編 16
		活用目的	第 4 編 17
		作成指針	第 4 編 18
		ダムモデルの作成指針（共通）	第 4 編 42, 48
		ダムモデルの作成指針（地質・基礎処理工）	第 4 編 57～58
		※【参考】現行（2 次元）設計成果物を BIM/CIM 成果品とする場合の要件	第 4 編 26～30
		※【参考】施工 モデルの更新 ダム地質調査（岩盤掘削面スケッチ）	第 4 編 67
第 5 編 道路編	https://www.mlit.go.jp/tec/content/001395765.pdf	地質・土質モデル作成指針	第 5 編 44
		活用目的【道路土工】	第 5 編 45
		活用目的【トンネル（山岳トンネル）】	第 5 編 46
		活用目的【橋梁】	第 5 編 47
		作成指針【道路土工】	第 5 編 48
		作成指針【トンネル（山岳トンネル）】	第 5 編 49～50
		作成指針【橋梁】	第 5 編 51～52
		※【参考】属性情報等（山岳トンネル）	第 5 編 24
第 7 編 下水道編	https://www.mlit.go.jp/tec/content/001395887.pdf	地質・土質モデル作成指針	下水道編 37
		活用目的	下水道編 38
		作成指針（下水道施設）	下水道編 39
		※【参考】一般図作成 下水道施設のモデルの構造（案）	下水道編 54
		※【参考】一般図作成 下水道施設のモデルの作成指針	下水道編 55
第 8 編 港湾編	https://www.mlit.go.jp/tec/content/001395768.pdf	地質・土質モデル作成指針	第 8 編 14
		活用目的【港湾施設】	第 8 編 15
		作成指針【港湾施設】	第 8 編 16
		※【参考】設計 港湾施設のモデルの作成指針（共通）	第 8 編 20
		※【参考】設計 港湾施設 CIM モデルの構造	第 8 編 18, 22
		※【参考】設計 現行（2 次元）設計成果物と BIM/CIM モデルの関係	第 8 編 18

※「第 6 編 機械設備編」は対象外

3 地質・土質モデルの作成

本章では、地質・土質モデル作成の基本事項を解説する。地質・土質モデル作成、及び関連事項については、下記を参照するとよい。

- BIM/CIM 活用ガイドライン（案）共通編（令和 3 年 3 月 国土交通省）
<https://www.mlit.go.jp/tec/content/001395762.pdf>
- BIM/CIM ポータルサイト（国土交通省）
<http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bimcim/bimcimsummary.html>
- 三次元地盤モデル作成の手引き（平成 28 年 11 月 全地連・JACIC）
<https://www.zenchiren.or.jp/geocenter/guide/sanjigen.pdf>
- CIM 対応ガイドブック 地質調査版（一社）全国地質調査業協会連合会
https://www.zenchiren.or.jp/geocenter/guide/cim_guide_high.pdf
- 3 次元地質解析マニュアル Ver3.0（Ver3.0.1）（3 次元地質解析技術コンソーシアム）
<https://www.3dgeoteccon.com/3次元地質解析マニュアル>
- 3 次元地盤モデリングガイドブック 技術マニュアル Ver3.0 対応版（3 次元地質解析技術コンソーシアム）
<https://www.3dgeoteccon.com/web3次元地質解析マニュアル>

3.1.2 地質・土質モデルの種類

地質・土質分野の BIM/CIM モデル（地質・土質モデル）は、ボーリング柱状図、地質平面図、地質断面図等の地質・土質調査の成果やそれらを基に作成した地層の境界面等の CAD データを 3 次元空間に配置したモデルである。地質・土質モデルの主な種類は次に示す通りである。

- ・ ボーリングモデル（調査結果モデル、推定・解釈モデル）
- ・ 準 3 次元地盤モデル（テクスチャモデル（準 3 次元地質平面図）、準 3 次元地質断面図）
- ・ 3 次元地盤モデル（サーフェスモデル、ソリッドモデル（B-Reps、ボクセルモデル、柱状体モデル））。

【解説】

地質・土質分野で主に用いられる BIM/CIM モデル（地質・土質モデル）の例を図 3.1-2 に示す。

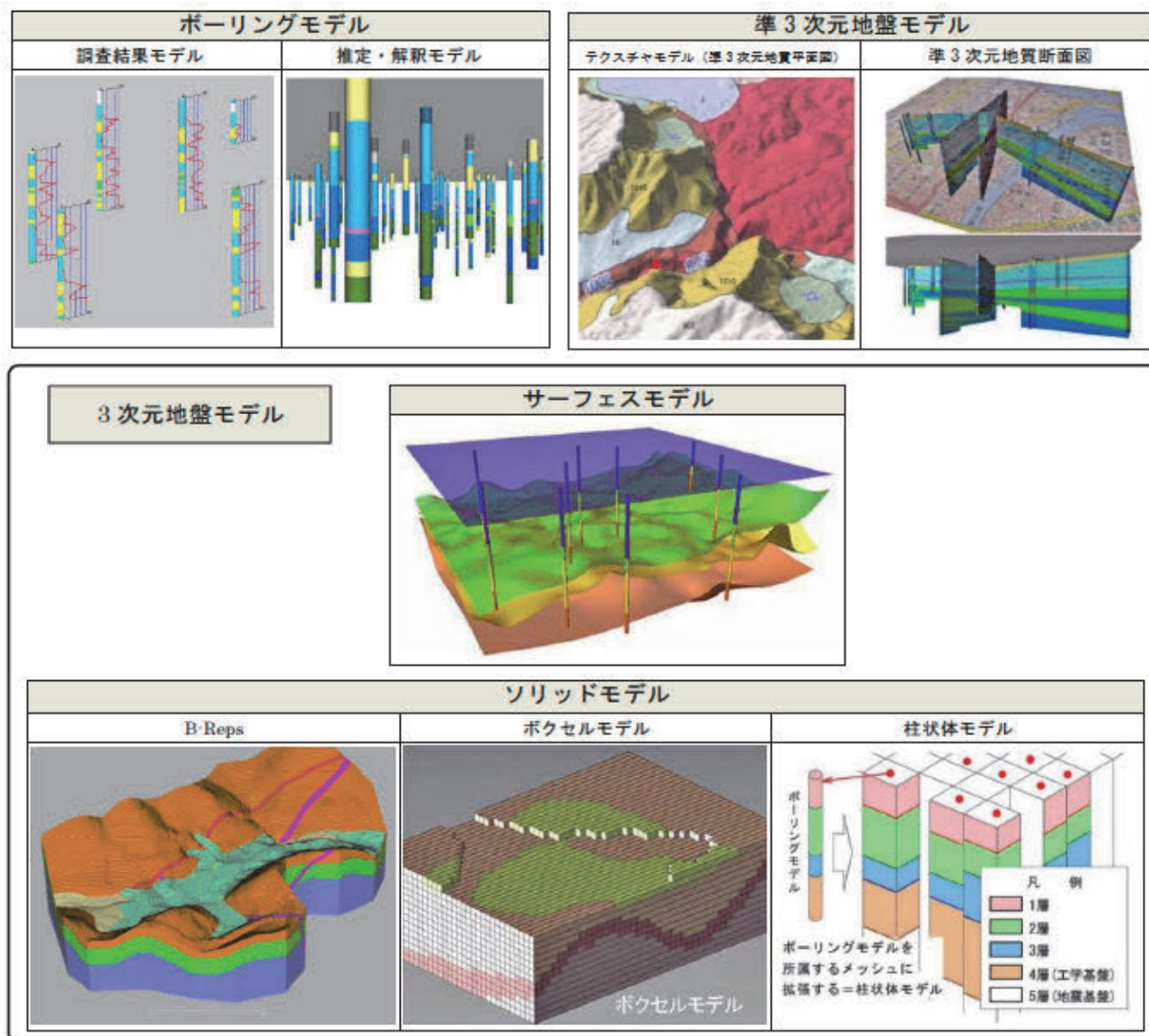


図 3.1-2 地質・土質分野の BIM/CIM モデル（地質・土質モデル）の例

(1) ボーリングモデル

ボーリングモデルは地質・土質調査業務で作成されたボーリング柱状図や土性図等から作成される BIM/CIM モデルで、ボーリング孔口の座標値（経緯度、孔口標高）、削孔角度・方位、総削孔長等の各種データを基にして作成される。ボーリングモデルは地質・土質を表す柱状体ソリッドからなるオブジェクトを 3 次元空間上に配置することで一般的に表現されるが、2 次元の電子簡易柱状図を 3 次元空間上に配置したモデルも存在する。

ボーリングモデルは、①調査結果モデル、②推定・解釈モデルの 2 種類が存在する。

①調査結果モデルは、ボーリング柱状図に記載された工学的地質区分名・現場土質名といった地質・土質情報そのものを BIM/CIM モデルにしたもの。

②推定・解釈モデルは地質学的・地盤工学的解釈を加えた地層区分（地層名）に基づいて作成される BIM/CIM モデルである。

(2) 準 3 次元地盤モデル

準 3 次元地盤モデルは、地質・土質調査成果である地質平面図や地質断面図等を 3 次元空間に配置した BIM/CIM モデルで、①テクスチャモデル（準 3 次元地質平面図）、②準 3 次元地質断面図に区分される。

①テクスチャモデル（準 3 次元地質平面図）

テクスチャモデルは、3 次元地形サーフェスに地質平面図やオルソ空中写真等を貼り付けて作成するモデルで、準 3 次元地質平面図ともよばれる。貼り付ける 2 次元図面は、JPEG や TIFF 形式の画像データであるラスターデータ、又は CAD オブジェクトであるベクターデータ（点、ライン、ポリゴン多角形）の 2 種類がある。

なお、作成するソフトウェアによっては、ベクターデータを 3 次元地形モデルに投影できないものもあるので注意を必要とする。

②準 3 次元地質断面図

準 3 次元地質断面図は、2 次元図面である地質断面図等を平面図上の断面線に沿って 3 次元空間に配置した BIM/CIM モデルである。トンネル調査業務等では、地山の弾性波速度分布断面図や抵抗分布図といった物理探査による 2 次元図面を準 3 次元地質断面図として利活用されている。

準 3 次元地質断面図で用いられる 2 次元図面は、ラスターデータとベクターデータの両方が利用されるが、注意点として断面線の長さや断面図の長さが正確に合うこと、断面図に折れ曲りがある場合、折れ曲がり点が断面図の配置と合致していることを事前に確認する必要がある。また、基となる 2 次元の地質断面図が水平方向に対して鉛直方向のスケールが異なる場合は、適切な縮尺を選んだ上でモデルを作成する必要がある。

(3) 3 次元地盤モデル

3 次元地盤モデルは、地質・土質調査業務で作成された複数のボーリング柱状図や地質平面図・地質断面図等を基に作成される BIM/CIM モデルである。3 次元地盤モデルは、①サーフェスモデ

ルと②ソリッドモデルに分類される。

①サーフェスモデル

サーフェスモデルは、地層や岩盤分類、土軟硬区分などの境界面を表現したモデルである。サーフェスモデルは、地表踏査やボーリング等から直接的な境界面の情報が得られている箇所以外の範囲では、地質学的な解釈（地質・地盤技術者が作成した地質断面図における地層境界線）や地層層厚等のコンター図、あるいは数学的・統計的な計算処理（空間補間アルゴリズム等）による推定であるため、不確実性を含んでいることに留意が必要である。

②ソリッドモデル

ソリッドモデルは、地層そのものを『立体』として表現するモデルとして使用される BIM/CIM モデルで、地層境界面をひとつの『面』として表現するサーフェスモデルに対し、側面部分にも境界面をもち、かつ内部の地質情報（属性情報）をもつ。ソリッドモデルは用途に応じて、(a) B-Reps、(b) ボクセルモデル、(c) 柱状体モデルに細分される。

(a) B-Reps

B-Reps (Boundary Representation : 境界表現) は、3 次元空間上で上面・下面・側面等の境界面をもつ中空のソリッドとその内部の地質情報等を付加した属性情報を組み合わせたものから構成される。

B-Reps ソリッドはポリゴンメッシュソリッドと NURBS ソリッドの 2 種類が存在する。ポリゴンメッシュソリッドは、表面の境界面をポリゴンメッシュサーフェスで表現したものであり、NURBS ソリッドは表面の境界面を NURBS サーフェスで表現したものである。いずれも中空であり、イメージとしては中身のない段ボールのような 3 次元形状を示す。

(b) ボクセルモデル

「ボクセル (voxel)」とは「体積 (volume)」と「画素 (pixel)」を組み合わせた造語であり、コンピュータの 2 次元画像データが「pixel」で表される事に対して高さ情報を付加し、立体物の表現に用いられる立方体の最小単位を表している。このため、『地層を細かいボクセルの集合体』として表現したものを「ボクセルモデル」と呼んでいる。各立方体ソリッドには、地層情報や物性値等が属性情報として付与されている必要があり、「弾性波速度値」や「比抵抗値」等の物理探査結果や「岩級区分」や「岩盤分類」等の岩盤の評価情報を表現する際に用いられることが多い。

(c) 柱状体モデル

柱状体モデルは、XY 平面において地盤面を正方形のグリッド（セル）に細分し、深さ方向には地層や速度層を境界としたモデルで、柱状体（直方体）の集合体により地層構成を表現したものである。柱状体モデルの上下の境界面はサーフェスモデルの境界面と一致する。柱状体モデルにおいても、地質情報や物性値等を属性情報として付与する必要がある。

3.1.3 座標参照系・単位

BIM/CIM モデル（地質・土質モデル）を作成する際の座標参照系は、現在の測量成果である「世界測地系（日本測地系 2011）」の平面直角座標系を使用する。用いる単位は実寸（スケール 1:1）の m（メートル）とし、小数点以下第 3 位の精度で BIM/CIM モデルを作成することを基本とする。

標高（基準水準面）については、東京湾平均海面からの高さである T.P.を標準とするが、T.P.以外の基準面標高（水準面）を用いる場合は、T.P.と使用する基準面標高との関係を「BIM/CIM モデル作成 事前協議・引継書シート」に記載した上で、必要な基準面標高に変換して使用する。

【解説】

現在使用されている最新の測量成果・計測データは、世界測地系（日本測地系 2011）である。地質・土質分野においては、西暦 2000 年以前の既往ボーリング柱状図や地質平面図等では、地質・土質成果の緯度経度が旧測地系（日本測地系・東京測地系）で記載されている。したがって、旧測地系で記載された緯度経度（平面直角座標）は、現在の世界測地系（日本測地系 2011）への座標換算・座標変換を行った上で使用する。なお、一つの BIM/CIM モデル内で複数の座標参照系を使用することはモデル作成時の間違い（不整合）の原因となる。このため、BIM/CIM モデルを作成する際の参照座標系は、世界測地系（日本測地系 2011）の平面直角座標系に統一する必要がある。これに伴い、用いる単位は実寸（スケール 1:1）の m（メートル）を使用し、その精度は小数点以下第 3 位までとする。

標高（基準水準面）は T.P.を標準とするが、A.P.（荒川水系基準面）、O.P.（淀川水系基準面）等の他の水準面を用いる場合には、必要に応じて適切な水準面の標高に変換して利用する。

3.2 準 3 次元地盤モデル作成

準 3 次元地盤モデルは、従来からの地質・土質調査業務における 2 次元の成果としての地質平面図及び地質断面図等を、地形データ等とともに 3 次元空間に配置したものである。

テクスチャモデル（準 3 次元地質平面図）は、3 次元表現した地形面（地形データ）等に、既往の地質図や地質・土質調査業務で作成された地質平面図等を投影（貼付）して作成するモデルである。

準 3 次元地質断面図は、地質・土質調査業務で作成された地質断面図、速度層断面図や地山条件調査結果図等を 3 次元空間に配置したモデルである。

【解説】

テクスチャモデル（準 3 次元地質平面図）とは、3 次元地形モデル等に地質平面図などを貼り付けたモデル（テクスチャマッピング）のことである。地形モデル等と、それに貼り付けるテクスチャデータの各形状から構成される。テクスチャモデル（準 3 次元地質平面図）に貼り付けるデータは空中写真や既往の地質平面図などのラスターデータのほか、CAD 等で作成した平面図等も取り扱うことができる（図 3.2-1 参照）。

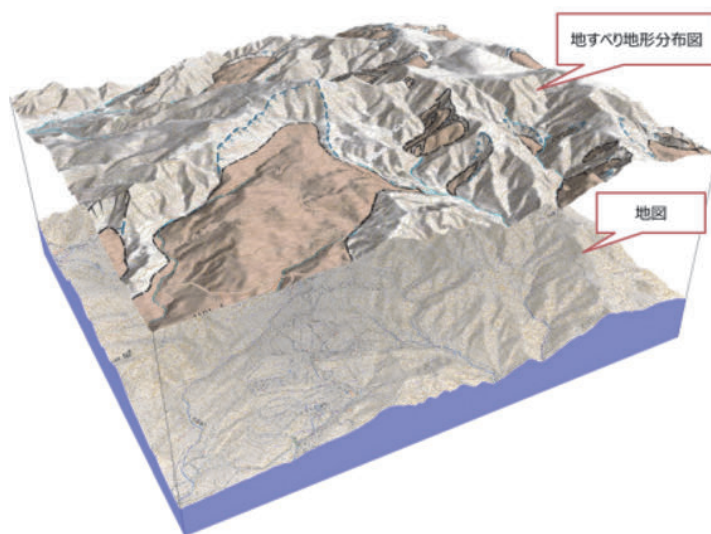


図 3.2-1 地すべり分布の準 3 次元地質平面図の例

地すべり分布図のラスターデータを地形サーフェスモデルに重ねた例

出典：3 次元地質解析マニュアル Ver3.0 (Ver3.0.1) .2021. P30

準 3 次元地質断面図は、従来から作成されている地質断面図、速度層断面図や地山条件調査結果図などを基に Z 座標方向の情報を付与し 3 次元空間に配置したものである（図 3.2-2 参照）。

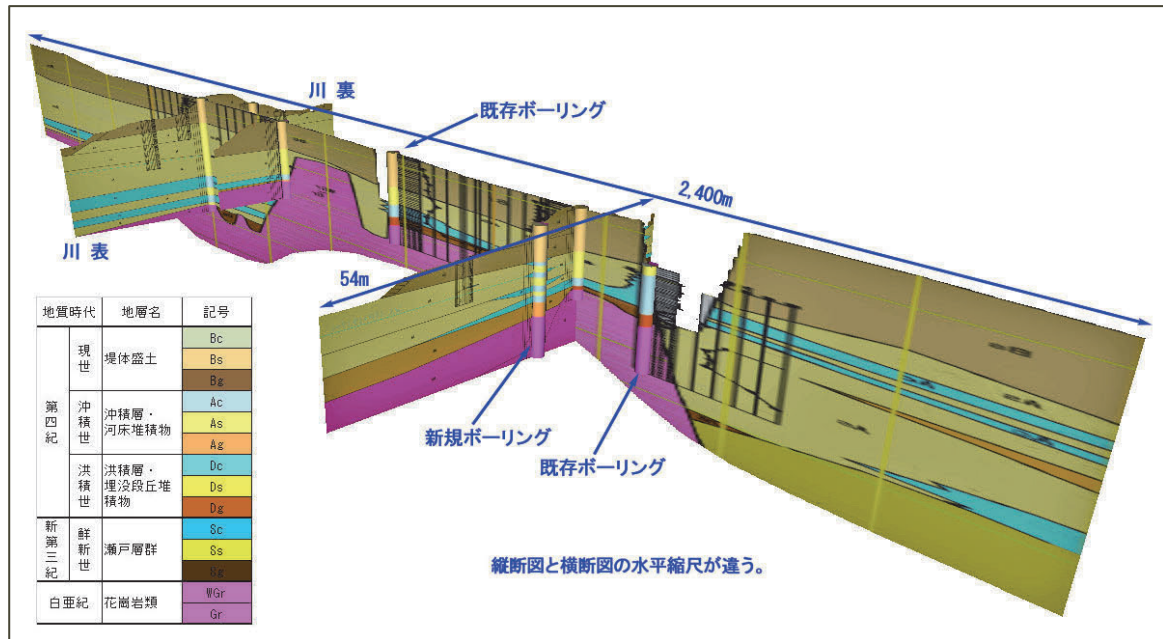


図 3.2-2 河川堤防の準 3 次元地質断面図の例

出典：BIM/CIM 活用ガイドライン（案）第 2 編河川編 P21

テクスチャモデル（準 3 次元地質平面図）の作成では、3 次元の地形データに 2 次元の地質図等データを貼り付けるため、貼り付ける地質平面図等に歪みやズレは発生する。このため、地質分布の位置など整合性を確認しながら地質図等のデータを修正（補正）し、適正なモデルを作成する。

準 3 次元地質断面図を作成する場合は、断面図の座標（位置）、クロスする断面図間の整合性等を確認し作成を行う。ボーリングモデルを準 3 次元地盤モデル上に配置・表示する場合についても同様の確認を行う。

準 3 次元地盤モデルの作成プロセスにおける詳細については、モデル作成の目的に伴う必要性に応じて、「3.3.1 モデリング計画」「3.3.2 資料収集・整理と 3 次元データ化」及び「3.4、3.5、4 章」を参考に実施する。

3.3 3次元地盤モデル作成

3次元地盤モデル作成は、図 3.3-1 の基本的なワークフローにより実施する。その要所で品質確認を適切に行う。

【解説】

3次元地盤モデルの作業段階に基づいた基本的なワークフローを図 3.3-1 に示す。

地質・土質モデルは、調査の質と量に応じた不確実性を含んでいる。調査データに応じて適切な手法を選択し、モデル化を行うなど、不確実性を含むことに留意しながら 3次元地盤モデルの作成作業を進める。

また、地質・土質モデルを次の段階に継承する場合、モデルの利用者が不確実性を評価できるようにトレーサビリティを確保しておく必要がある。モデル化の各作業段階で、使用データやモデル化手法などを品質確認結果として記録しながら作業を進めることが重要である。

①モデリング計画

事業の求める目的や用途に基づき、3次元地盤モデルの対象、範囲、サーフェス・ソリッド等の種類、解像度、空間補間アルゴリズム等を検討し、3次元地盤モデルの構築方法を組み立てる。

②資料収集・整理と 3次元データ化

モデル構築に必要な資料を収集、分類、整理し、座標情報を与えて 3次元データ化する。十分なデータが揃った段階で、③3次元地質解析を行う。

③3次元地質解析（3次元地盤モデル作成）

③-1 データクロスチェック

データの 3次元的なクロスチェックにより不適合を抽出し、修正するか棄却する。修正及び棄却の記録を残す。

③-2 地質対比

3次元空間における地層の対比作業をおこなう。地質構造の情報が不十分な場合は、地質形成史や地質構造学等を考慮した補填データを追加する。

③-3 補間用データ作成

地質対比データより、サーフェスモデル等の計算に用いる座標データセットを抽出する。

③-4 空間補間処理

空間補間アルゴリズムを適用し、3次元地盤モデルを作成する。作成した 3次元モデルの形状が地質学的に妥当なものかチェックする。

③-5 地質モデル構築

地質層序判定に基づき 3次元地盤モデルを作成する。

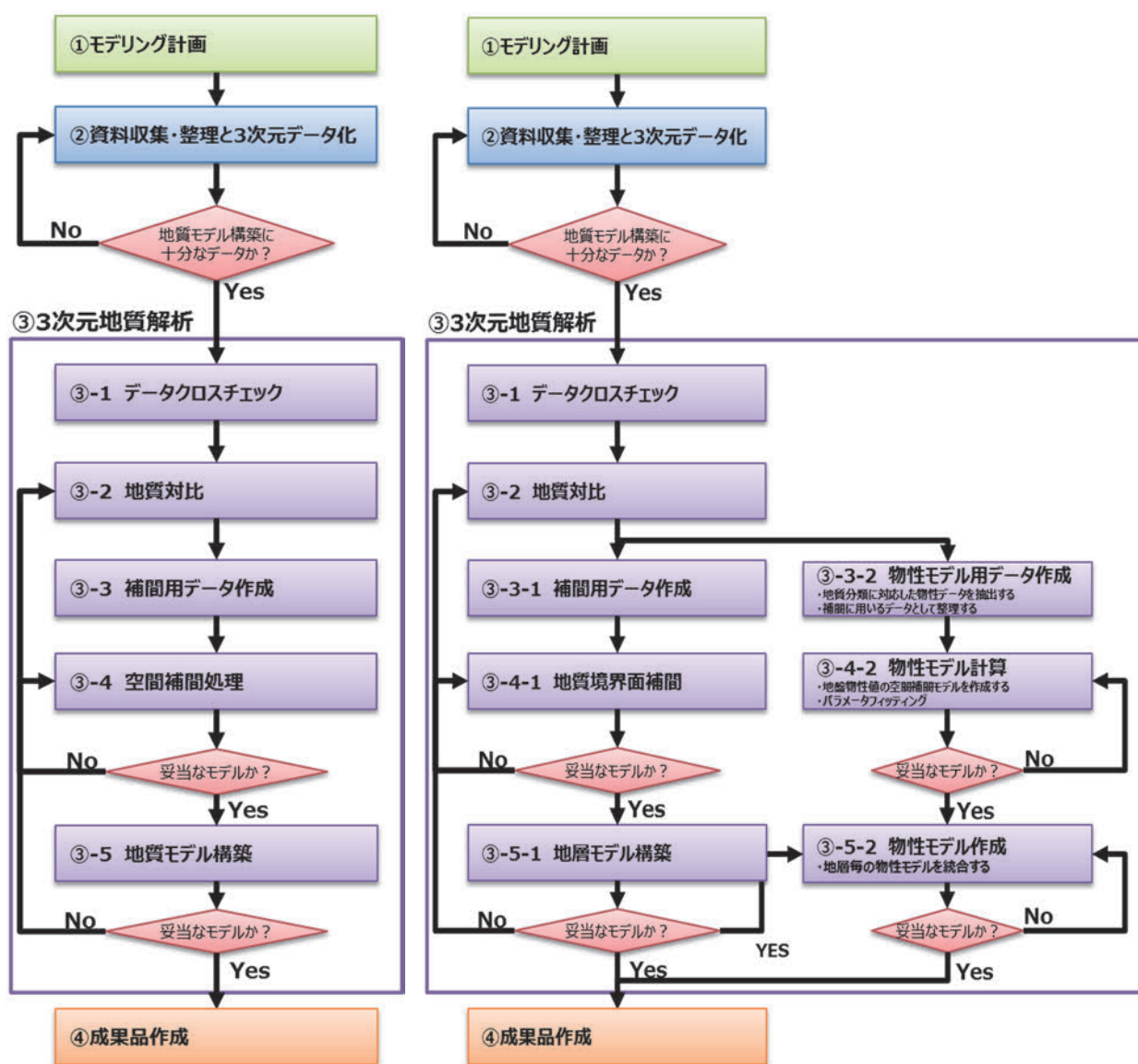
必要に応じて地層ソリッドモデルやボクセルモデルを作成する。最終的に 3次元地盤モデルの形状が地質学的に妥当なものかチェックする。

④成果品作成

構築した 3次元地盤モデルを用いて、地質断面・平面図等の図面出力や、データ交換用の 3次

元モデル作成、3次元可視化資料の作成、シミュレーション等に用いる二次利用データ出力等を行う。

なお、本ワークフローは、モデル化の目的・対象・成果品内容等により組み替えも可能である。参考に、液状化ハザードマップを作成する目的で、本ワークフローを拡張した例を図 3.3-1（右）に示す。本フローでは3次元地盤モデルを作成した後に、物性情報を加えた3次元地盤モデルを構築する。



（左）基本的なワークフロー

（右）ワークフローの拡張例

図 3.3-1 3次元地盤モデル構築のワークフロー

出典：3次元地質解析マニュアル Ver3.0（Ver3.0.1）.2021. P58,61

3.3.1 モデリング計画

モデル構築に先立ち、以下に留意してモデリング計画を立案する。

- (1) 「モデルの活用目的」の明確化
- (2) 「モデルの種類、対象範囲」の決定
- (3) 「付与する属性情報、参照資料」の決定
- (4) 「納品方法」の明確化
- (5) 「ソフトウェア」の選定
- (6) 「作業スケジュール」、「見積書」の作成

【解説】

事業の要求事項により、対象とする地質事象や作成するモデルの種類、作成方法が変わるため、作業着手前に作業計画を立て、モデル化の流れを示し、かかる期間や費用を見積り、発注者と協議し合意を得て作業に着手する。

(1) 「モデルの活用目的」の明確化

建設プロセスにおいて、3次元地盤モデルは、3次元可視化による地質・地盤リスクのコミュニケーションツール、地質解析の業務改善、3次元データ自体の利活用を目的として構築される。

モデルの活用（例）は、「2.2 モデルの活用」に示しており、それらを参照する。

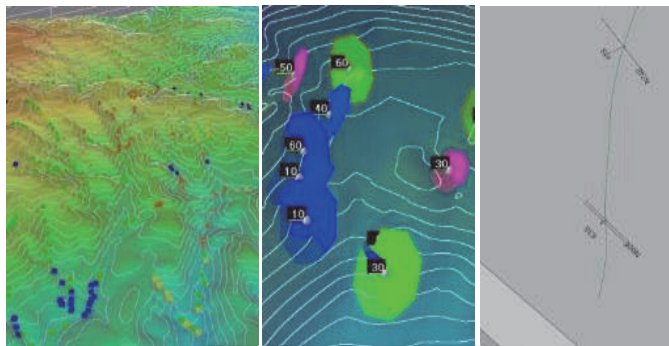
(2) 「モデルの種類、対象範囲」の決定

a) モデルの種類

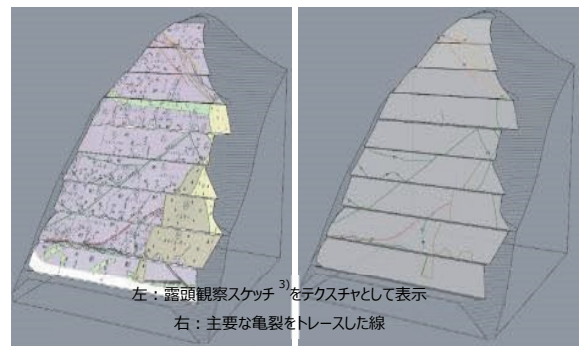
3次元空間に表現した地質調査データは、電子データである3次元図形要素により構成される。地質調査データは単一の図形要素で表現する場合と、複合的に用いる場合がある。例えば、ボーリングの試験位置を点で、試験結果グラフを線で、ボアホール孔壁調査による不連続面構造をサーフェスで、柱状体を円柱等で表現する。利用目的によりこれらの図形要素を組み合わせる。地質調査データを3次元可視化した事例を図3.3-2に示す。

利用目的に応じてモデルの表現方法を決定する。例えば、地形面・境界面はサーフェスモデルで、地層はソリッドモデルで表現する。境界面や地層に割り当てられた物性は、サーフェス、ソリッドモデル、ボクセルモデルで表現する。3次元可視化事例を図3.3-3に示す。

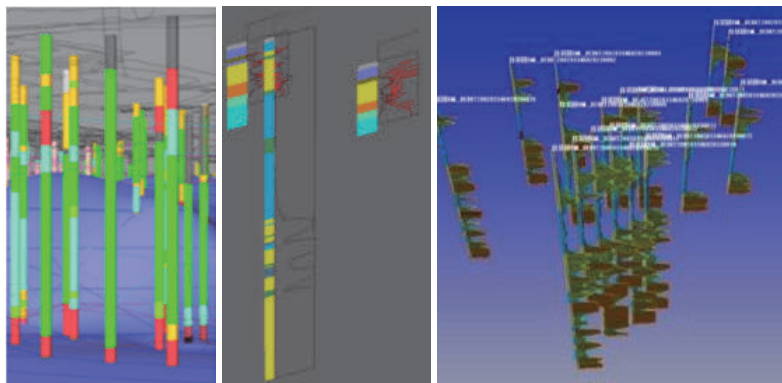
モデルの活用場面と対応するモデルの種類は、「2.2 モデルの活用」の表2.2-1を参照する。



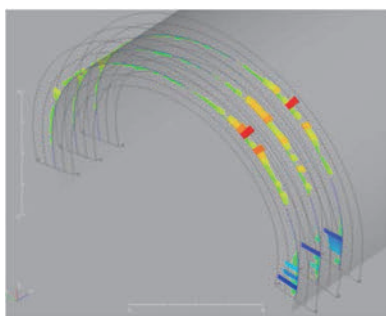
露頭情報の例（露頭の位置と種類）



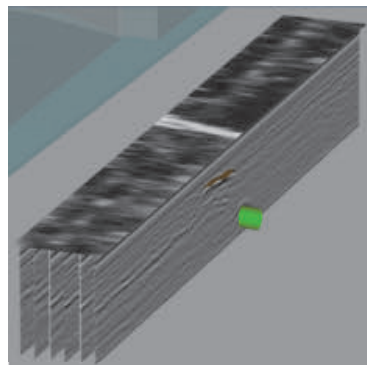
切土のり面の露頭例



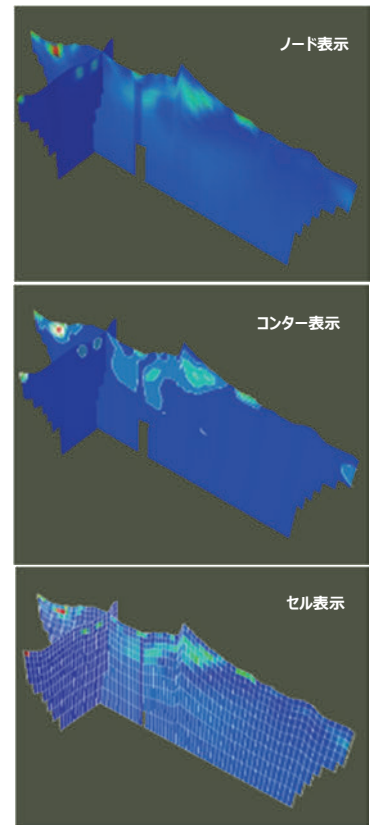
ボーリング・サウンディング情報の例



トンネル内空変位のイメージ



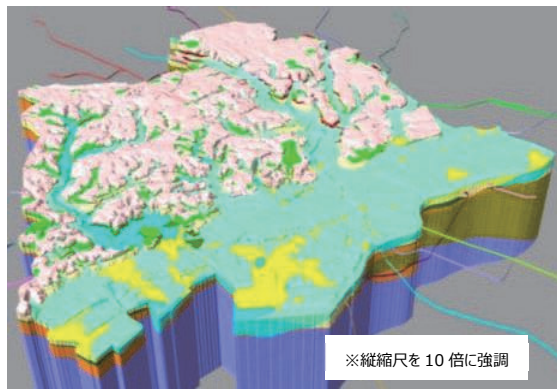
地中レーダー探査結果の可視化例（ラスタデータ）



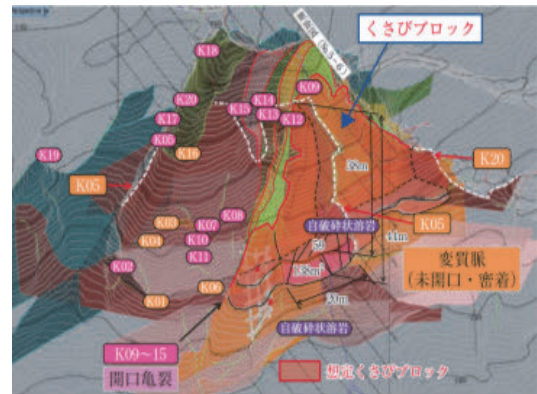
物理探査データの可視化例

図 3.3-2 地質調査データを 3 次元可視化した例

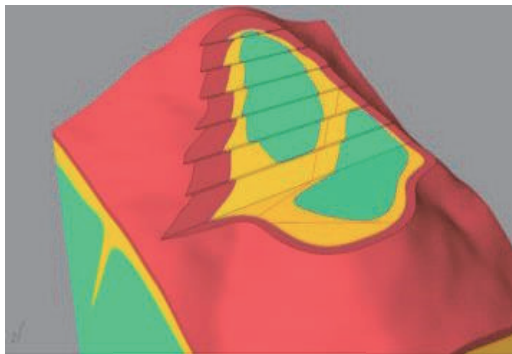
出典：3 次元地質解析マニュアル Ver3.0（Ver3.0.1）.2021. P29,30



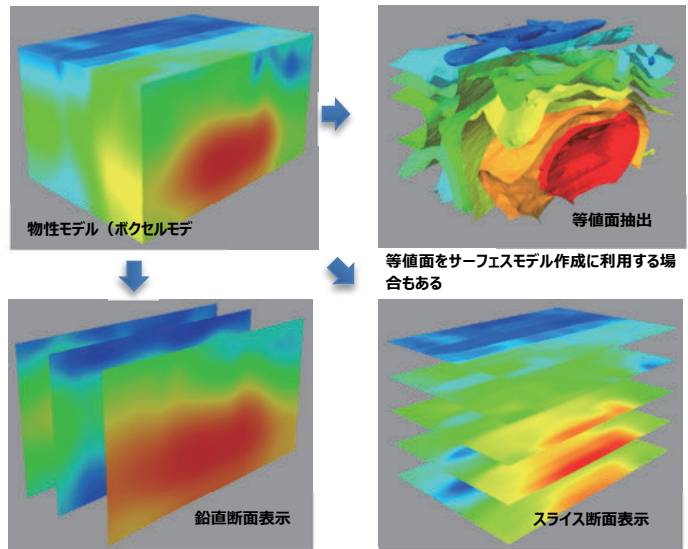
ボクセルモデルの例



サーフェスモデルの例



ソリッドモデルの例



物性モデルの例

図 3.3-3 地質解析結果を 3 次元可視化した例

出典：3次元地質解析マニュアル Ver3.0 (Ver3.0.1) .2021. P263 他

b) 対象範囲

補間計算を用いてモデルを作成する場合、入力データよりも外側の範囲（外挿処理範囲）ではモデルが発散するため、モデル作成範囲よりも広い領域を設定して、入力データを準備し補間計算することが望ましい（図 3.3-4）。

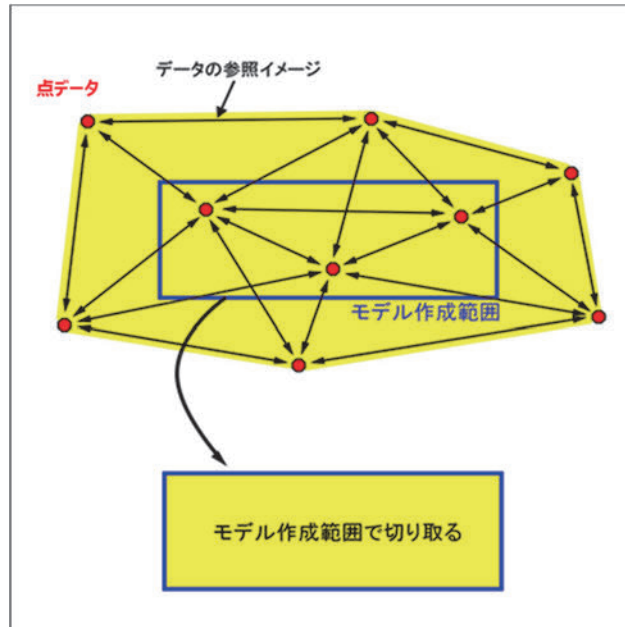


図 3.3-4 モデルの作成範囲

出典：3次元地質解析マニュアル Ver3.0 (Ver3.0.1) .2021. P62

(3) 「付与する属性情報、参照資料」の決定

建設プロセスの各段階において3次元地盤モデルを利活用するためには、属性情報や参照資料の付与は不可欠である。また、3次元地盤モデルの不確実性は、入力データの品質や情報量に依存するため、属性情報や参照資料を利用して、構築された3次元地盤モデルの作成方法や判断基準を示す必要がある。

後工程でのデータ利活用、不確実性、地質・地盤リスクの引継ぎ等を考慮して、付与する属性情報、参照資料を決定する。属性情報の詳細は、「3.4 (3) 属性情報」、「5 参考資料 5.4 属性情報」などを参照する。

(4) 「納品方法」の明確化

「地質・土質モデル」以外に、モデル構築時に編集した「地形モデル」、「広域地形モデル」なども納品対象となる。また、モデルに付与する属性情報、参照資料なども納品対象となる。

作成するモデルの対象、種類、付与する属性情報などを踏まえて、納品対象や納品方法を明確化する。

(5)「ソフトウェア」の選定

3次元地盤モデルを構築する専用ソフトウェアは、目的とするモデル作成に適したソフトを選定する（図 3.3-5）。単体のソフトを活用しモデルを作成するほか、複数のソフトを連携させてモデルを作成することもある。ソフトウェア一覧は 5.2 章を参照する。

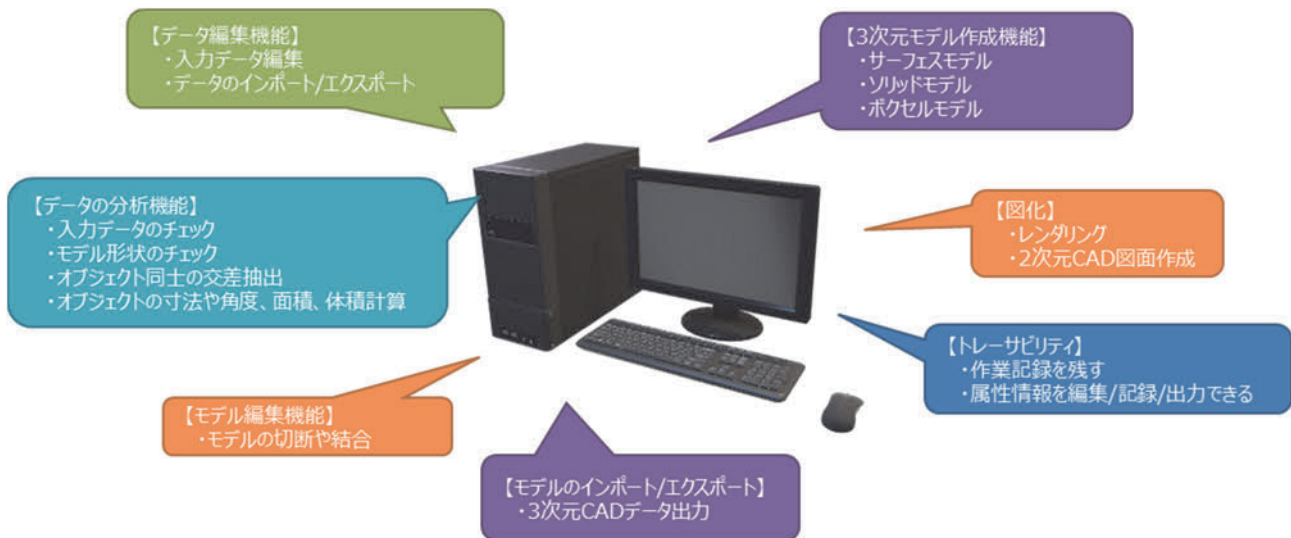


図 3.3-5 3次元地質解析システムに求められる機能のイメージ

出典：3次元地盤モデリングガイドブック 技術マニュアル Ver3.0 対応版 P36

(6)「作業スケジュール」、「見積書」の作成

3次元地盤モデル構築の際は、作成目的や規模により、単純な2層モデルから、褶曲・断層などを含む非常に複雑なものまで、多様なモデルを扱うことが想定される。

複雑な地質構成になるほどモデル作成の難易度は高くなり（表 3.3-1）、地層の数が増えると作業負荷は増大する（図 3.3-6）。

また、扱う地盤情報の数量や、既存地盤情報の見直しの有無も作業量に影響する。地質調査データの質や量、作成するモデルの数、解析領域の広さやモデルの解像度・分解能も、モデル構築の難易度を左右する要因となるので注意が必要である。

これらのモデル作成の難易度を考慮し、作業のスケジュールを立てて、「3次元地盤モデル構築の積算基準」を参照し作業見積書を作成する。詳しくは「5章」にて後述する。

表 3.3-1 3次元地盤モデル構築の難易度の目安¹⁾

分類			3次元地質・地盤モデル構築の難易度		備考
			低	高	
地質	自然 地盤	地質時代	新しい時代	古い時代	新：第四紀、新第三紀 古：中生代以前
		種類	堆積岩	火山岩 深成岩 変成岩	
		層相	整然層	非整然層	整然層：堆積性碎屑物 非整然層：混合・変形する メランジェ、タービダイト等
		層相変化	少い	多い	
		地質構造	単純	複雑	
	人工 地盤	成り立ち	明確	不明確	
	地質調査 データ	質	良	不良※	※モデル化が不可能な場合もある
量		多い	少い		
対象モデル数			少い	多い	
解析領域			狭い	広い	
解像度・分解能			低い	高い	

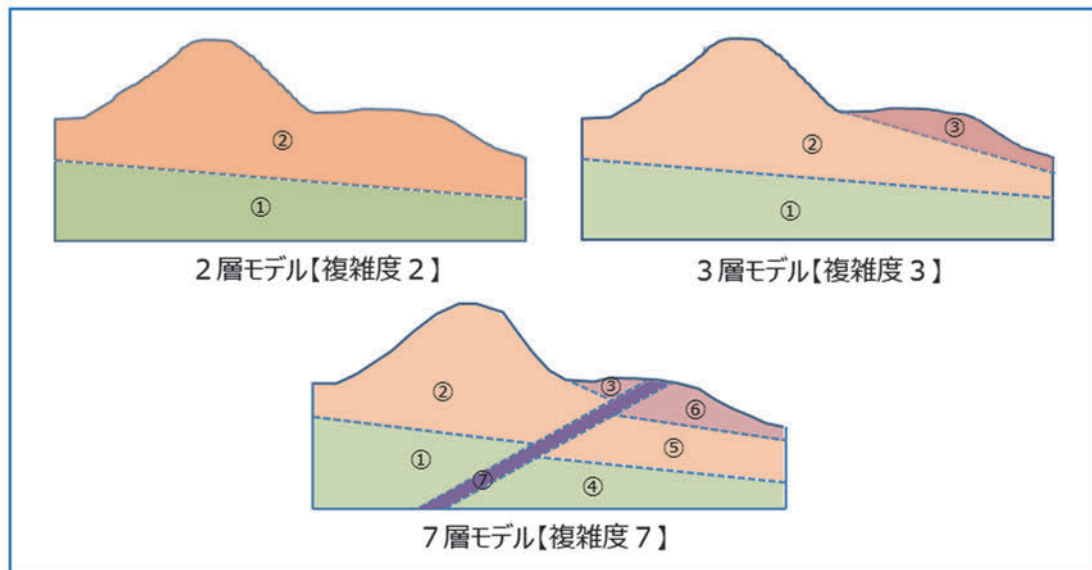


図 3.3-6 3次元地盤モデルの複雑度の例

表 3.3-1 及び図 3.3-6 出典：3次元地質解析マニュアル Ver3.0 (Ver3.0.1) .2021. P43,P49

※ 複雑度：モデル化する地層の数が多い、断層の存在・地層の褶曲や不整合の存在など地質構造が複雑になるとモデルの複雑さが増加する。これを「複雑度」として表現している。

3.3.2 資料収集・整理と 3 次元データ化

3 次元地盤モデル構築に際して、必要な資料を収集・整理する。収集対象は、地形データ、ボーリングデータ、各種図面データ、調査報告書、文献資料等多岐にわたる。3 次元地盤モデルのトレーサビリティを考慮し、収集した資料について、モデル作成に利用できる品質かどうかを確認し、品質確認の記録も残すことが望ましい。利用するデータは、専用ソフト等にて 3 次元データ化をおこなう。

【解説】

3 次元地盤モデルの構築には、客観的なデータを優先的に用いる。3 次元地盤モデル作成に直接用いる地質調査データには、A) ボーリングデータ、B) ルートマップ※、C) 地質平面図、D) 地質断面図などがある。客観性の観点からこれらの情報に優先順位を付けるとすれば、「A>B>C>D」のような序列が考えられる。ボーリングデータやルートマップの情報は地質解釈をおこなう際の一次データであり、客観性が高い。

以下に、収集対象データの見方、入力データの品質チェック方法、品質確認記録方法、入力データの 3 次元データ化について解説する。

※ ルートマップ：地質踏査等の際、踏査ルートの方頭における地層・岩質などの特徴や走向・傾斜などを記入した地図

(1)収集対象データの見方・留意点

a) 地形データ

地形モデルは、地質調査データを 3 次元で利用する際に重要な基図になる。地形モデルを作成するためのデータには、等高線、DEM (digital elevation model)、レーザ測量データ等がある。地形データの利用上の留意点を示す。

i. 等高線

等高線から地形モデルを作成するには、等高線に標高値の属性が割り当てられている必要がある。また、データがどのように作成されたものか、どの程度の精度を持つものなのかを把握しておくことが重要である。特に、等高線の間は高さ情報が無いので、等高線以上の精度を得ることができない。後述のレーザ測量データから作成された等高線の場合、等高線よりも、元のレーザ測量データを入手、使用すべきである。

ii. DEM

決められた間隔で格子状に配列した標高データである。国土地理院 WEB サイトで無償提供されている「基盤地図情報数値標高モデル (5m メッシュ,10m メッシュ,)」がある。また、事業によっては、地形測量の成果として DEM データを作成している場合がある。なお、DEM データの精度は地表 (グラウンド) データの取得精度以上のものは得られないことに注意が必要である。また、DEM データは後述するレーザ計測データや測量地点の標高データより作成されているため、調査で得られた標高データと合致しない場合がある事に留意する必要がある。

iii. レーザ測量データ

レーザ測量データは、航空機、UAV、地上レーザスキャナ等で取得された標高データである。点群数 100 万点以上の大規模になることが多く、データの間引きや、小さい単位で分割しないと容易には扱えない。前処理、任意箇所抽出のために、GIS、点群処理ソフト等を利用する。間引き処理を実施した場合は、処理方法を引継シート等に記録する。

b) ボーリングデータ

ボーリングデータは、既往調査、データベース、新規調査等、様々な条件のものを扱うことが想定され、同一目的・同一条件下ではないことに留意する。

c) ルートマップ

ルートマップは、現地状況をそのまま記した情報ではあるが、ルートマップ上に記載しきれない情報等もあることから、野帳等関連資料も合わせて確認・使用する。

d) 地質平面図

地質平面図は、作成時点の地形データを元に作成されているため、現地形と合わない可能性があり、利用に当たって留意する。

e) 地質断面図

モデル構築に当たって、地質断面図は CAD 図面、画像等を使用する。

(2)入力データの品質チェック方法

入力データの品質チェックの着目点を表 3.3-2 に示す。これらを参考に、地質調査データの品質をチェックする。

表 3.3-2 地質調査データの品質チェックの着目点（案）
出典：3次元地質解析マニュアル Ver3.0（Ver3.0.1）.2021. P72

分類	品質チェックの着目点	備考
完全性	モデル構築に必要なデータは揃っているか 入力値は正しいか	物性値・座標等の実数、地質・岩級等の判定値
論理 一貫性	フォーマット 一貫性	データフォーマットは正しいか フォーマットのバージョン、モデル化の環境で利用可能な形式 画質は十分か 画像が判読できるか、トレース作業の障害にならないか 座標系は統一されているか デジタイズの属性に間違いは無いか
	概念 一貫性	地質構造が示されているか 地質構成が示されているか 地質境界に理屈に合わない食い違いはないか 地質層序表や地質判定基準表等が示されているか 螺旋分布等3次元にしてみないと判断が難しいものもある
	定義域 一貫性	図面の整合性 断面図の名称や分類等の整合性 断面図の交点は合っているか 3次元で交差させてみないと判断が難しい
	位相 一貫性	境界線の種類が図面毎に変わっていないか デジタイズは十分な精度か
	位置正確度	投影データを使った地質断面図ではないか 投影距離が示されているか 座標基準自体にズレが無い
	時間正確度	最新の解釈によって作成された図面か 最新の地形データか 地質図等最新の知見に基づくものか 最新の測量結果に基づくものか
	主題正確度	地質学的分類が正しいか 工学的分類が正しいか

(3)品質確認記録方法

3次元地盤モデルの参照資料として、地質調査、入力データ、各データの品質を確認した記録を残す。地質調査図面や数値データ等のチェックシートの例を表3.3-3に示す。

表 3.3-3 地質調査図面データ等チェックシートの例
出典：3次元地質解析マニュアル Ver3.0 (Ver3.0.1) .2021. P78

データの種類	チェック対象	チェック	備考
CAD図面	平面・断面共通	単位はメートル系になっているか	☐ 目安になるオブジェクトの長さや距離を調べる
		十分な精度でデジタイズされているか	☐ 曲線のノード配置を確認する
		最新の図面であるか	☐ 更新日時や図面内の注釈を確認する
		平面図・縦断面図に位置基準が示されているか	☐ 平面図であれば測量座標の基準点。断面図であれば距離票や縦横比
		余分なレイヤが含まれていないか	☐ 非表示のレイヤは使用できない可能性があるため分類しておく レイヤの削除や保護をおこなう
		不足の情報はないか	☐
		ブロック定義がないか	☐ ブロック定義が作業の障害になる場合はブロック定義を解除する
		境界線はポリラインになっているか	☐ 線集合の場合は結合処理をおこないポリラインに変換する
		ポリラインの幅は0になっているか	☐ ソフトによっては幅をサーフェスに変換しデータが扱いにくくなる。レイヤにも幅が設定されていないか、グローバル幅が設定されていないかを確認する
		線種を実線にしているか	☐ 装飾線はモデラーのレンダリングに負荷がかかる場合がある
		地質凡例はあるか	☐
		地質解釈の限界は示されているか	☐ 着色範囲が推定限界を示しているかの確認が必要
	平面図	座標基準が記載されているか	☐ 方位や測地系のXY座標の扱いに注意
		コンターに高さがあるか	☐
		座標の精度を確認したか	☐ 基準グリッドが示されている場合はグリッドの寸法が正確かをチェックする
		オブジェクトのZ値に異常がないか	☐ 無意味にZ値の値を持っている場合は、作業の障害になる場合があるのでZ値を修正する
	断面図	断面測線が平面図に示されているか	☐
		断面の起点・終点と平面図測線の起点・終点は合っているか	☐ 測線の長さや交差位置が正しいかチェックする 合っていないことを前提として確認したほうが良い
		縦横比を確認	☐ モデル化の対象や目的に応じて修正する
		目盛や標尺の長さは正確か	☐ デジタイズ図面やデータ変換した図面の場合、目盛や標尺に誤差が生じる場合がある。目盛や標尺の長さを計測して調べる
		境界線の末端処理はなされているか	☐ 末端に離れや交差がある場合は延長やトリムが必要
		高さを持ったデータが含まれていないか	☐ 断面図を3次元化する際に障害になる場合があるのでZ値を修正する
画像図面	平面・断面共通	歪みがないか	☐ 歪みがある場合は再スキャンする。局所的な歪みはデジタイズ時に対応する
		斜めにスキャンしていないか	☐ 斜めの場合は再スキャンか、画像処理ソフトで幾何補正する（モデラーにて補正できる場合もある）
		座標基準が記載されているか	☐
		解像度は十分か	☐ 十分でない場合は再スキャンする
数値データ		単位はメートル系になっているか	☐
		座標系は何か	☐
		測量座標か数値座標か	☐ 座標の逆転に注意する
		データの範囲 (Min,Max)	☐
		座標の配列 精度	☐ 単精度、倍精度、小数点桁数、小数点以下丸め 等

(4)入力データの3次元化

3次元地盤モデルを作成するために、様々な入力データを3次元空間に配置する。地質調査情報を統一空間に重ねて表示することで、互いの整合性をチェックすることが容易になる。図3.3-7～図3.3-9に入力データの3次元化例を示す。

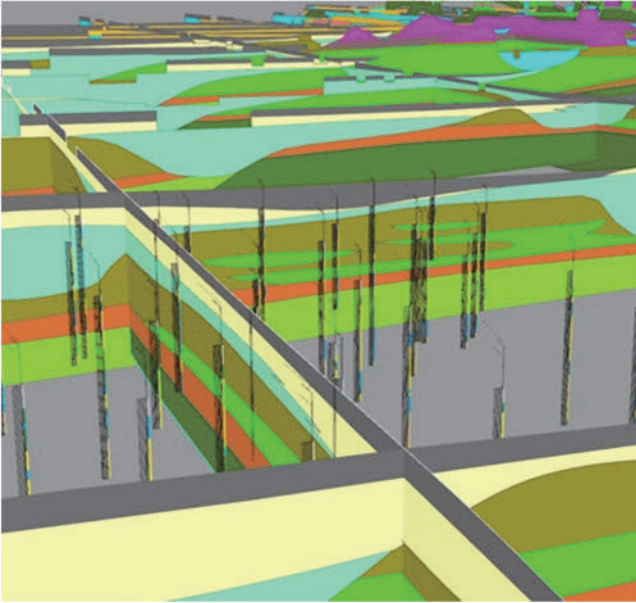


図 3.3-7 ボーリングデータと地質断面図を
3次元空間に配置した例

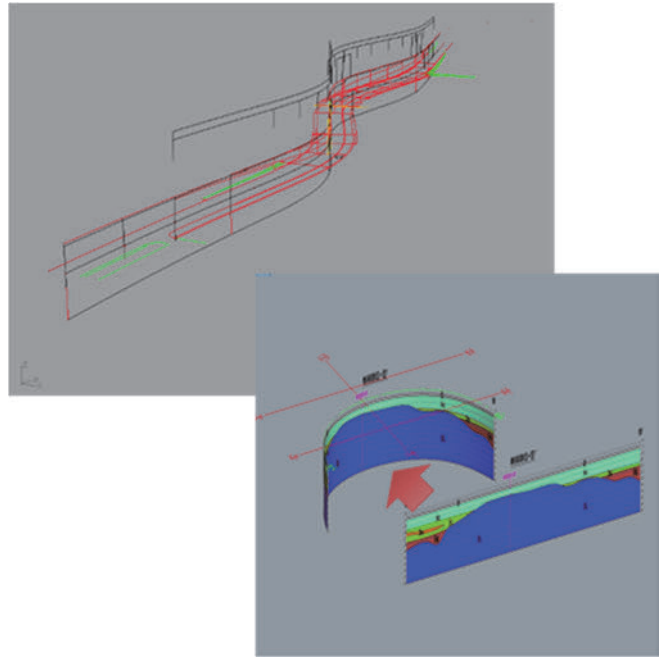


図 3.3-8 曲線線形に沿い断面図を3次元化した例

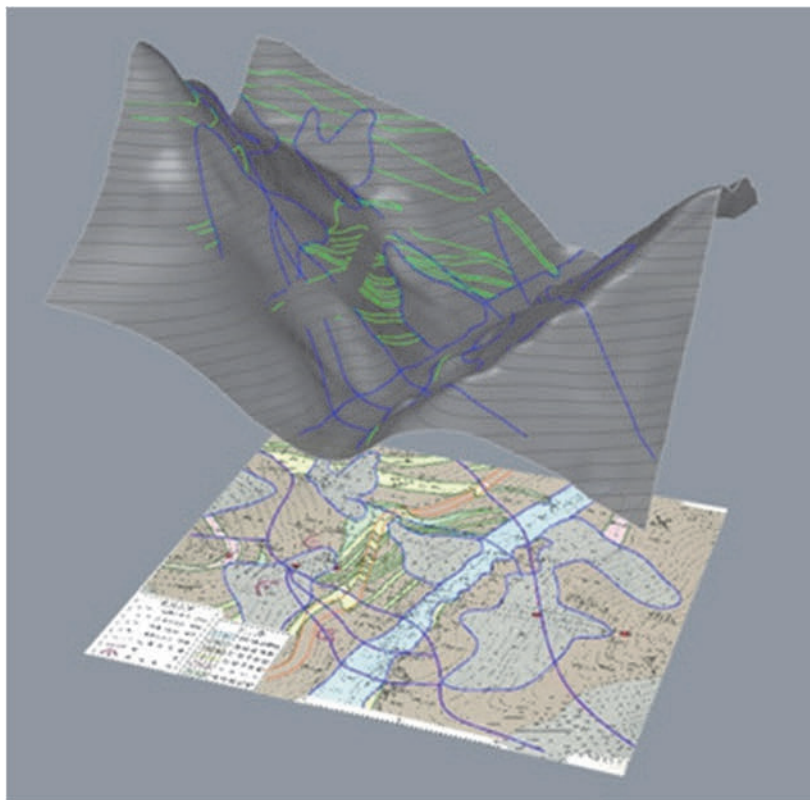


図 3.3-9 地質境界線を3次元地形モデルに投影した例

※上記3図 出典：3次元地質解析マニュアル Ver3.0 (Ver3.0.1) .2021. P79～P81

3.3.3 3次元地質解析

3次元地質解析システム等の専用ソフトウェアを用いて、3次元地質解析を実施する。3次元地質解析は、次の手順で実施する。

- ①データクロスチェック ②地質対比 ③補間用データ作成 ④空間補間処理
- ⑤3次元地盤モデル構築

【解説】

3次元地盤モデル作成は、従来の地質解析を踏襲して実施するが、専用ソフトウェアの機能を利用するため、より幅広く柔軟なスキルが必要になる。生成過程の異なる多種多様な地質事象の性質を理解したうえで、地形を判読し地質情報を読み解き、事業目的や地質事象・現象等の着目点により、データを分類・構築する知識や解析技術が不可欠である。

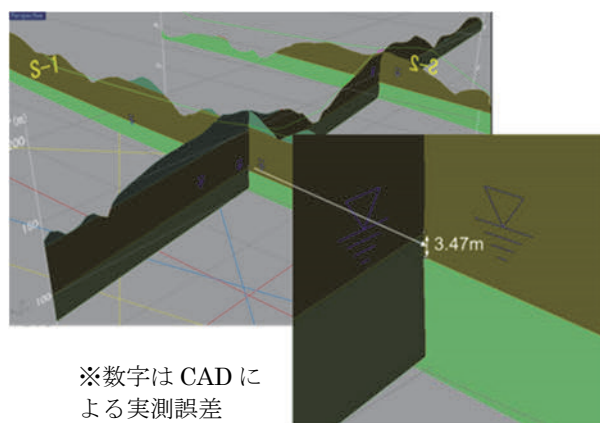
3.3.4 データクロスチェック

地質データを3次元化した後に、クロスチェックにより不適合を抽出する。

【解説】

3次元化した地質データは、クロスチェックにより不適合を抽出する。不適合は修正、又は棄却の判断が必要となる。なお、クロスチェックは地質情報自体のケアレスミスの発見にも役立つ。

表 3.3-2 に示した「論理一貫性」「位置正確度」の視点による検査を実施する。「論理一貫性」では、入力データに用いる地質境界の分類に間違いがないか、入力データに用いる地質図面同士に矛盾がないかを確認する（図 3.3-10）。「位置正確度」では、入力データと地質図面に乖離がないかを確認する。なお、専用ソフトごとにクロスチェックの方法が異なり、事前にソフト仕様等を確認しておく。



不適合の状態	不適合の原因
交差する地質断面で地質境界の位置が合わない	ベンの誤差、トレース時の誤差、作図上の誤差、単純ミス
交差する地質断面で一方の断面にある地質境界線が、もう一方の断面に存在しない	断面作成時の確認ミス、トレースミス、作業中に誤って削除
交差する地質断面で地質解釈が異なる	断面の作成者が違う、断面の作成時代が違う
井桁に交差する地質断面で順番に地質境界を追いがていくと“螺旋”になる	緩傾斜地層、断面作成者のミス

図 3.3-10 位置正確度に問題がある地質断面の例、不適合の原因

出典：3次元地質解析マニュアル Ver3.0（Ver3.0.1）.2021. P84,P85

3.3.5 地質対比

地質境界等を判別、グループ化し、地質対比を行う。

【解説】

地質対比とは、3次元地盤モデルを作成するために、地質調査データの同じ条件（同一時代、同じ地質種・地質体、類似物性値等）の境界を判別し、グルーピングする作業である。地質対比の方法は専用ソフトによって異なり、事前にソフト仕様等を確認しておく。

地質対比の基準となる地質情報の例は次のとおりである。

- ◆ 微地形情報：微地形分類図、DEMデータの地形解析図による地形境界線
- ◆ 地質模式地の情報や地質図：既往地質文献資料、地質図幅、各種地盤図、既存調査における地質平面図・断面図
- ◆ ボーリング：ボーリング柱状図

地質層序やグループ化の考え方が地質調査の進展で変わる場合は、地質対比も修正する。また、同じカテゴリ・グループの地質境界面でも、形成プロセスが局部的に変われば、異なる地質境界面の集合体となり、地質対比も対応させる必要がある。

地質対比作業では地質調査データ（地質図、地質断面図、ボーリング及び試験情報（原位置試験、検層、室内試験結果）、物理探査結果等）を同一空間に重ねて総合的に判定する必要がある。地質対比の実施例を図3.3-11に示す。

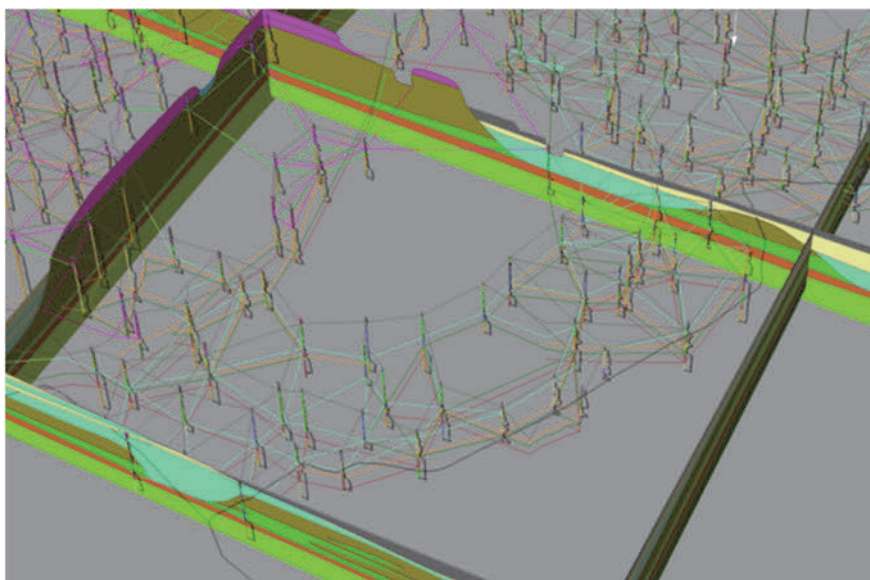


図 3.3-11 地質対比が完了した例

出典：3次元地質解析マニュアル Ver3.0（Ver3.0.1）.2021. P90

3.3.6 補間用データ作成

サーフェスモデルを空間補間処理により作成するために、補間用のデータを作成する。

【解説】

地質境界面等のサーフェスモデル作成に際し、本来のデータだけでは地層分布形状等が不自然な場合は、補填データを追加して分布形状が自然になるように修正する。例えば、埋没谷のように地形的な法則が適用できると判断すれば、仮定の河川勾配線（谷底線）を補填データとして用いる（図 3.3-16）。

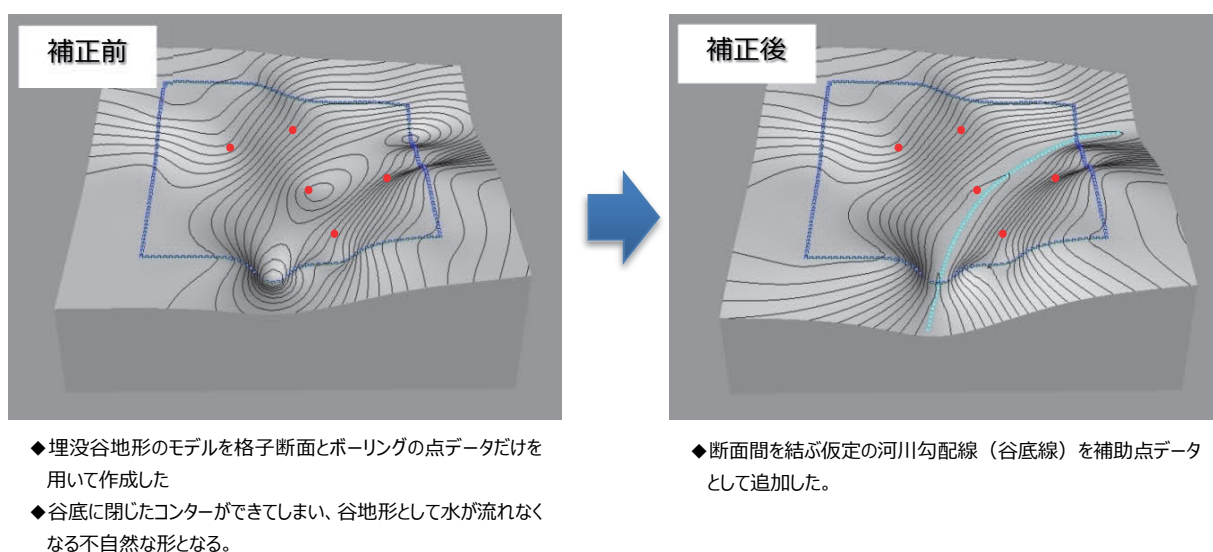


図 3.3-12 サーフェスモデルの補填データによる修正例
出典：3次元地質解析マニュアル Ver3.0（Ver3.0.1）.2021. P106

3.3.7 空間補間処理

入力データから3次元のサーフェスモデルや物性モデルを計算し、空間補間処理を行う。

【解説】

空間補間処理では、地質対比データ、補間用データを入力データとして、地質・地盤のサーフェスモデルや物性モデルを計算する。全ての地質事象を一つの空間補間法で再現することは困難であり、地質事象毎に適した手法を選定する（図 3.3-13）。

地形面は、数値標高データや測量点などデータ密度の高い点データが得られるため、TIN（不整三角網補間）や自然近傍法といった、実測データから逸脱しない線形補間による内挿法が用いられる。

地質境界面は、ボーリング調査等から得られるデータ密度の低い点データや不均一なデータから自然曲面を生成するため、最適化原理や、統計的手法のクリギング法等が適している（図 3.3-14）。

オーバーハングした形状のサーフェスモデルの場合は、グリッドモデルとして計算すること自体が困難であるため、一連の自然曲面を作成できる曲線法による空間補間処理が適している（図 3.3-15）。

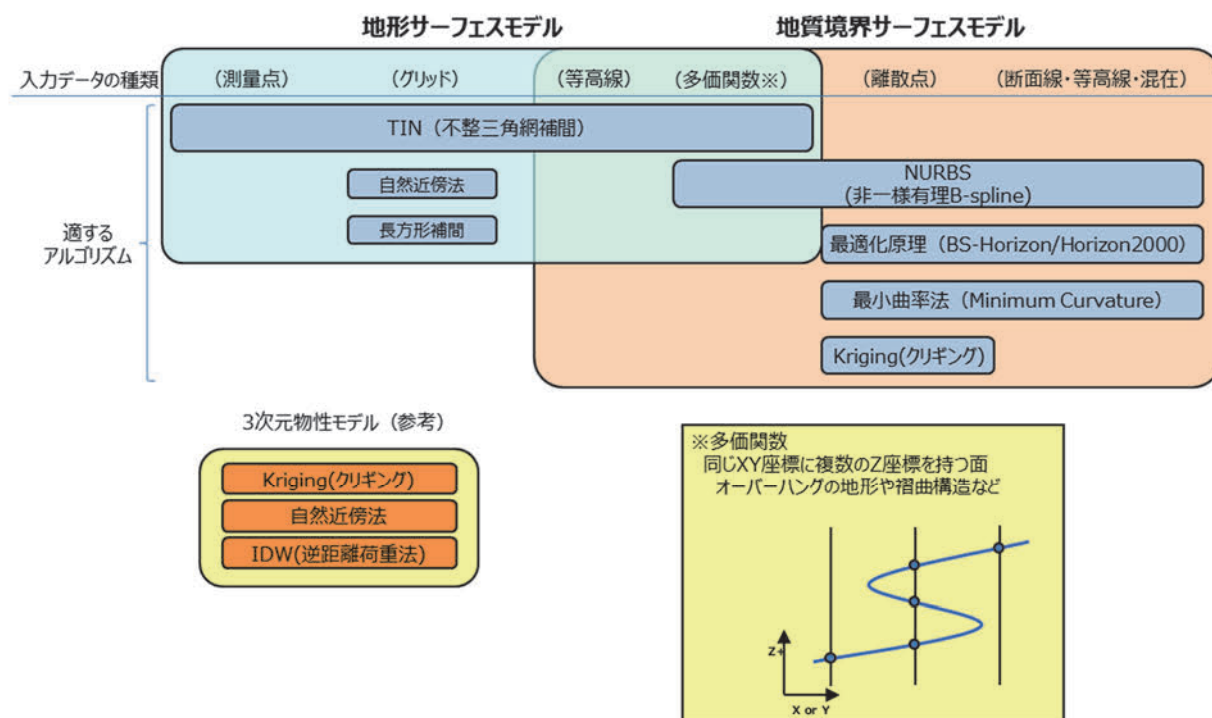


図 3.3-13 空間補間アルゴリズムの適用例

出典：3次元地質解析マニュアル Ver3.0（Ver3.0.1）.2021. P96

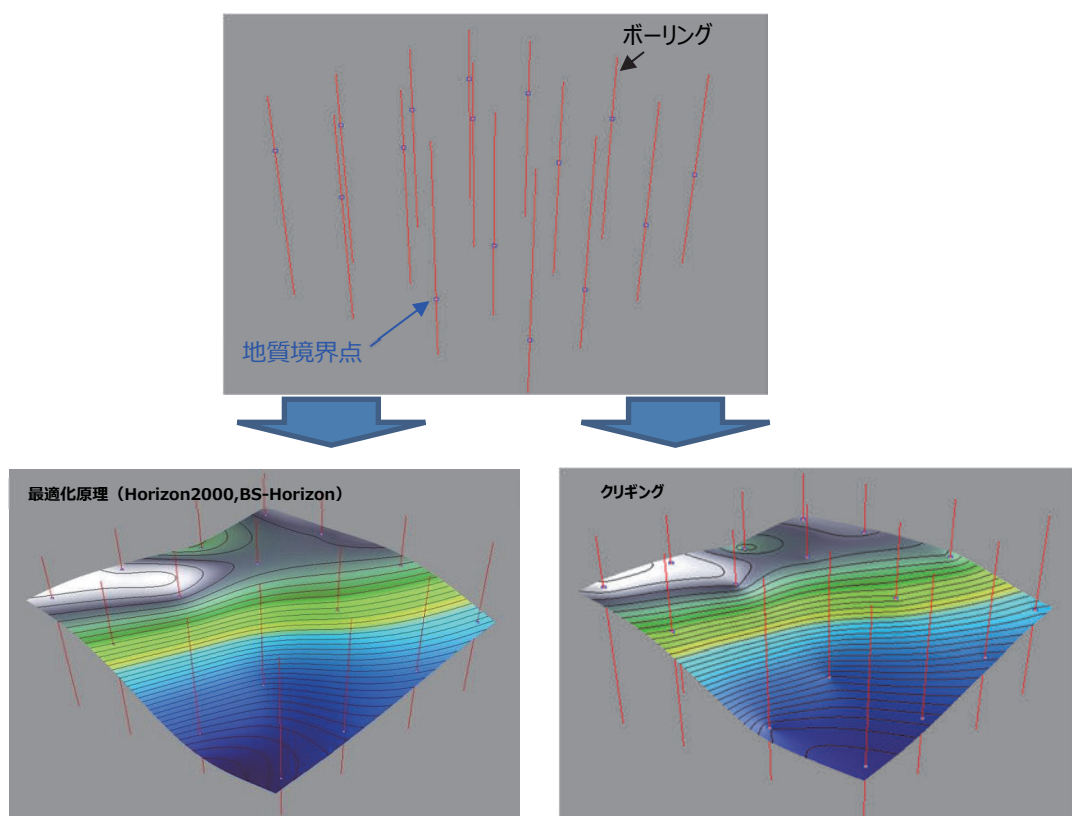


図 3.3-14 グリッド法の空間補間アルゴリズムの例
出典：3次元地質解析マニュアル Ver3.0 (Ver3.0.1) .2021. P93

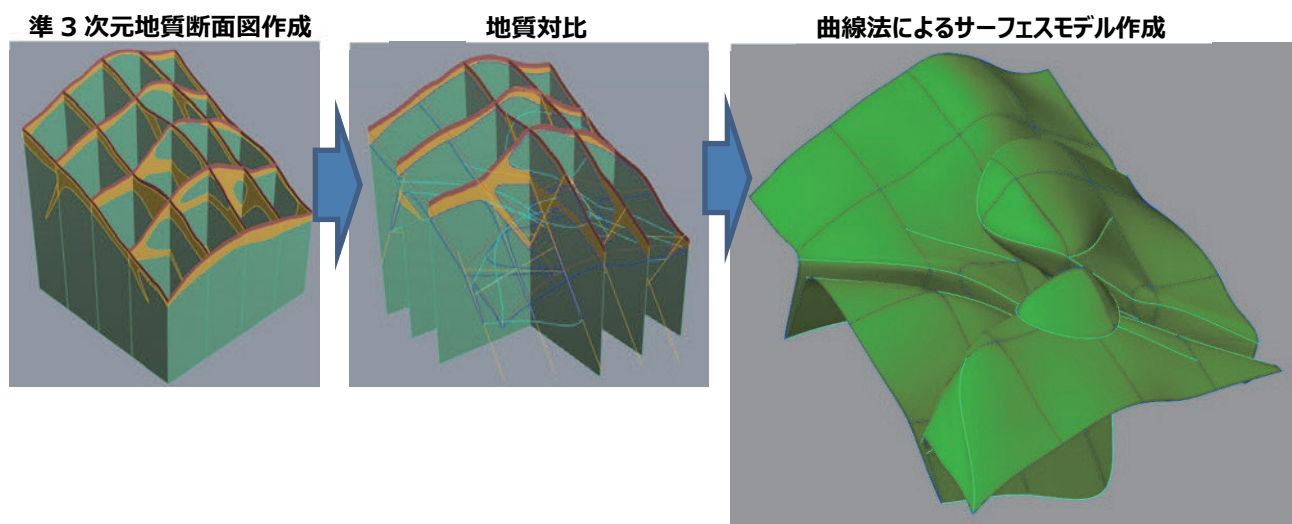


図 3.3-15 多価関数のサーフェスモデルを曲線法で作成した例
出典：3次元地質解析マニュアル Ver3.0 (Ver3.0.1) .2021. P98,P99

3.3.8 3次元地盤モデル構築

3次元地盤モデルの構築に際し、空間補間処理により作成した3次元モデルが、地質学的に妥当なものか評価する。

【解説】

(1) 3次元地盤モデルの妥当性評価

3次元地盤モデルの妥当性評価は、モデルに不自然さがないかを判断するプロセスである。不自然さとは、地形・地質学的に生じ得ない形状や分布を表すことである。単純な空間補間だけでは不自然な3次元モデルになる可能性が高い。例えば、作成したサーフェスモデルが地形形成過程や地層累重の法則等の自然法則に反するという状態になり得る。そのために、サーフェスモデルを計算する際にモデルの形状を正誤するための補填データを使用する。

地質断面図の境界線を用いてモデルを作成した場合は、同じ個所でモデルの断面を作成し、元の境界線と比較することで計算誤差を確認する。モデル構築の目的を考慮し、その許容誤差以内であれば入力データを反映した妥当性のあるモデルと判断する（図 3.3-16）。

サーフェスモデルとしての形状に不自然な部分がないかを、サーフェスの歪みを可視化して評価する。例えば、コンター（等高線）はサーフェスモデルの歪みを判定する手法として一般的な手法であり（図 3.3-17）、コンターの集中や発散の形状を目視で確認し、不自然な部分を抽出する。

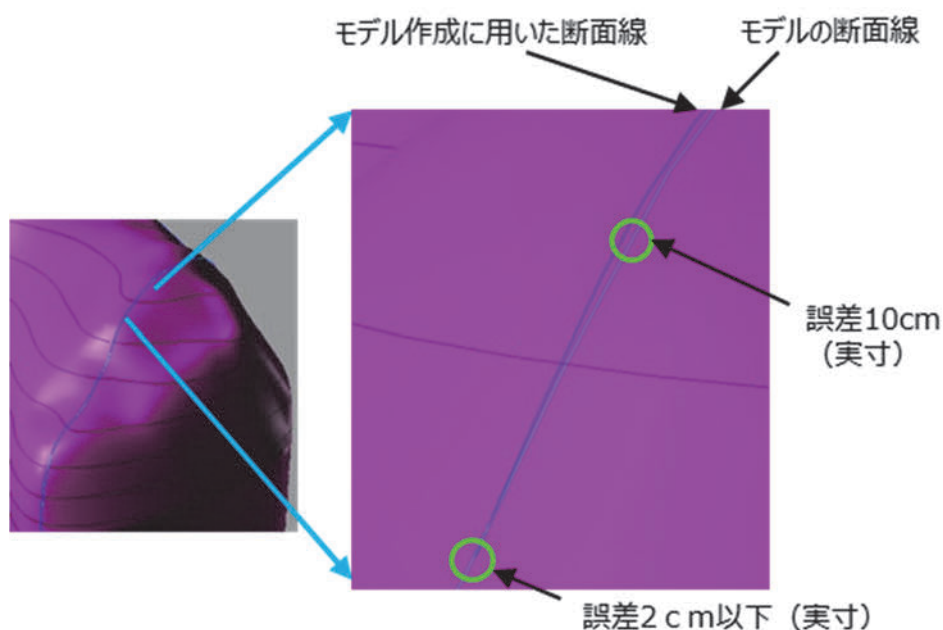


図 3.3-16 地質境界線とサーフェスモデルの比較例

※地質境界線を入力データとした個所でサーフェスモデルの断面図を作成し、境界線とサーフェスモデルの誤差を確認する

出典：3次元地質解析マニュアル Ver3.0（Ver3.0.1）.2021. P111

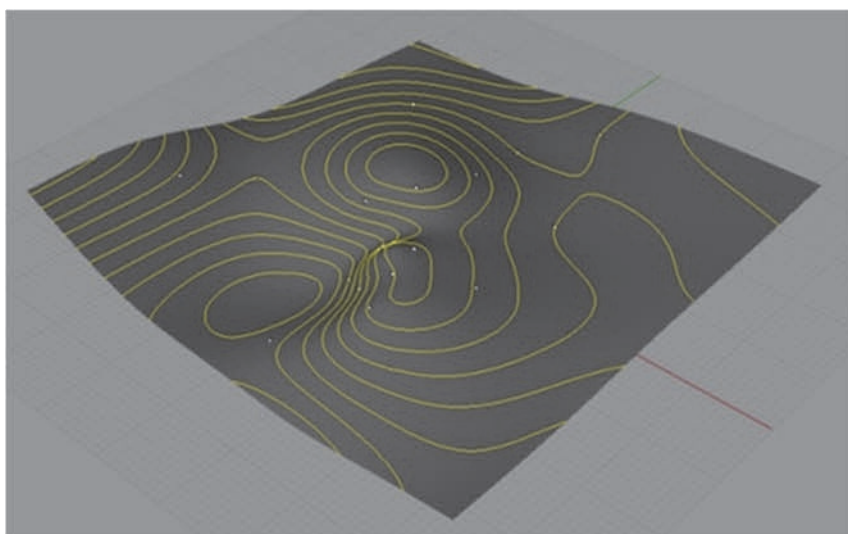


図 3.3-17 コンターマップによるサーフェス形状の確認例
出典：3次元地質解析マニュアル Ver3.0 (Ver3.0.1) .2021. P111

(2) モデルの仕上げ作業

3次元地盤モデル作成の最終段階は、地質学的・工学的判定に基づきモデルの不要部分の削除や、サーフェスモデルを用いてソリッドモデルを作成する作業となる（図 3.3-18）。サーフェスモデルの境界面を整合・不整合等で定義することによりソリッドモデル作成の自動処理を可能とする専用ソフトもある。ソリッドモデルの作成方法は専用ソフトによって異なるため、その仕様を確認しておく。

この時点でも不自然な形状が現れる場合があり、その場合は、ワークフローを遡り、地質対比、補填データの追加修正、再モデリングなどを行う。最終的に、深度方向・平面方向の許容誤差以内でモデルをトリミングすることもある。

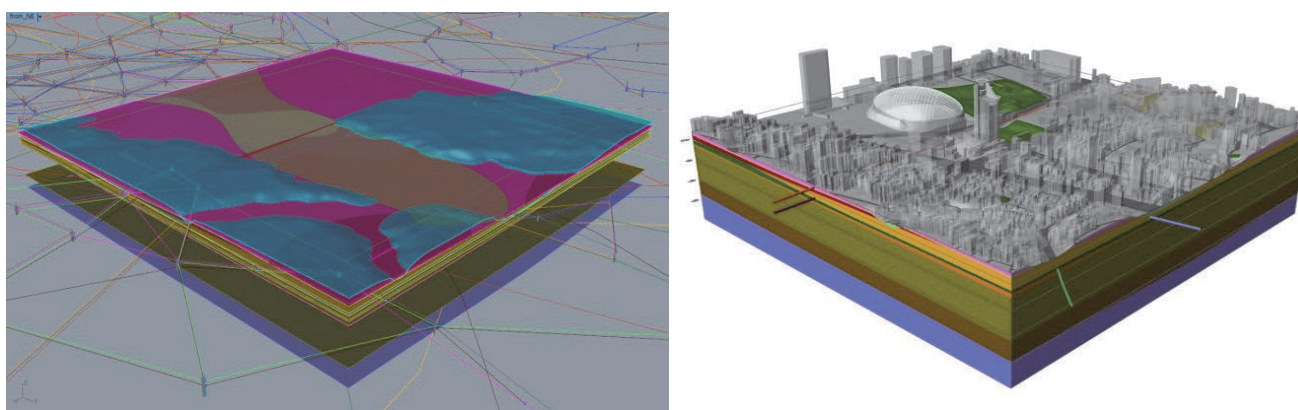


図 3.3-18 サーフェスモデルよりソリッドモデルを作成した例
出典：3次元地質解析マニュアル Ver3.0 (Ver3.0.1) .2021. P113

3.4 成果品作成

成果品として、モデル、属性情報、参照資料、品質管理記録等を作成する。

【解説】

3次元地盤モデルの成果品は、3次元可視化資料、3次元モデルから出力した図面、属性情報、参照資料、品質管理記録等から構成される。成果品作成においては、目的に応じ縦・横比を誇張するなど地質・地盤リスクが判別しやすいよう適切に調整する。

(1) 3次元可視化資料

a) 構造物と3次元地盤モデルの相互関係の可視化

3次元地盤モデルと構造物との相互関係は、3次元上でわかり易く可視化することができる(図3.4-1)。例えば、法面掘削範囲における3次元土軟硬区分モデルの掘削量判定等は、専用ソフトウェア上で解析できる。

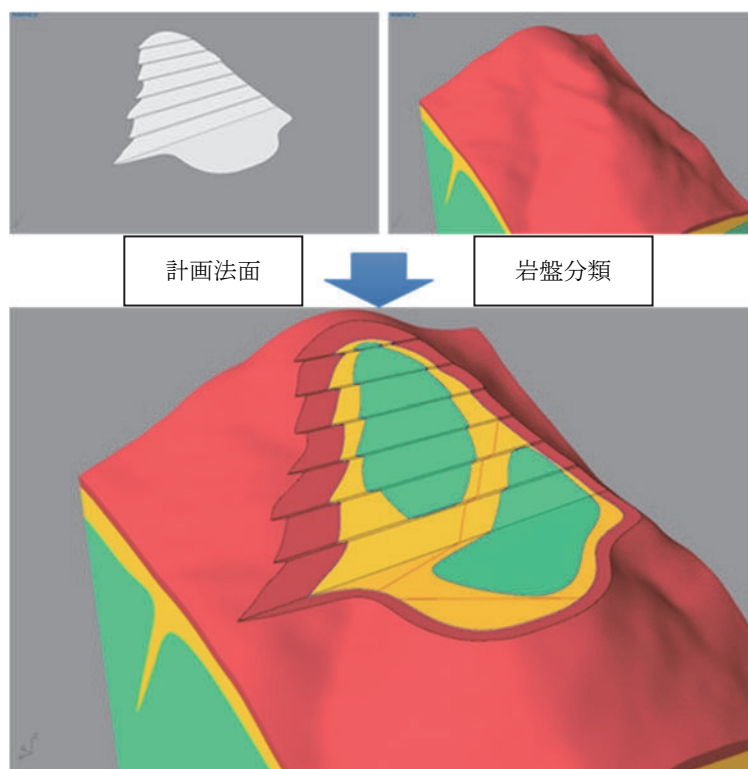


図 3.4-1 計画法面と岩盤分類モデルとの相互関係例
出典：3次元地質解析マニュアル Ver3.0 (Ver3.0.1) .2021. P120

b) 地質・地盤リスクの可視化

3次元地盤モデル単独だけの情報伝達では、そのモデルの信頼性や重要な伝達意図等が十分に伝わらない恐れがある。アノテーション（注釈）機能を利用することで、直感的に認識できる表現が可能となり、これらの情報を確実に伝達することが期待できる。

地質・地盤リスクの可視化の留意点は、次のとおりである。

◆地質・地盤リスクの根拠となる情報を示す。

- ・ 3次元地盤モデルの根拠となる地質情報、地質構造、地質物性値を示す。
 - ・ 情報判読の補助手段（アノテーション（注釈）、着目点の強調 等）を適切に用いる。
 - ・ モニタリング結果（移動ベクトル、変位量、閾値アラート 等）を重ねる等。
- ◆事実／推定／概念（イメージ）の違いがわかるものとする。
- ◆誤解を与えるような過剰な装飾や表現を避ける。

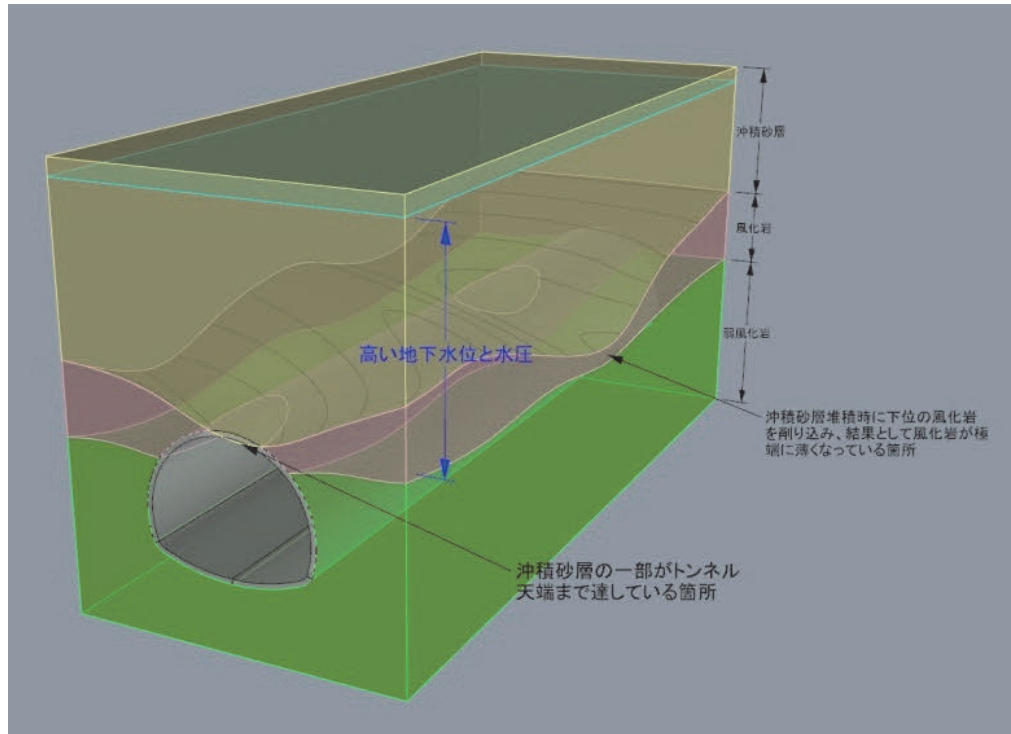


図 3.4-2 トンネルにおける地質・地盤リスクのアノテーション表示例

出典：3次元地質解析マニュアル Ver3.0（Ver3.0.1）.2021. P119

c) 動画による可視化

静止画よりも動画の方が3次元形状を分かり易く認識できる。専用ソフト、フリービューは、3次元モデルの自動回転やフライスルー・ウォークスルーにより、動画で表示できるものが多い。また、動画ファイルでの出力や、動作設定した静止画を連番出力し動画処理ソフトで編集・出力する場合もある。

(2) 3次元地盤モデルからの図面出力

a) 2次元 CAD データ出力

専用ソフトで出力した図面は、CAD 製図基準に則る成果図面とするために、修正が必要になる。専用ソフトからの2次元 CAD データ出力に際して、留意事項を示す。

- ◆参照基準：CAD 製図基準を参照する。
- ◆座標系と単位：2次元 CAD 図は任意のレイアウト座標を用いるが、専用ソフトは測地系座標で扱うため座標や単位の扱いに注意する。
- ◆レイヤ設定：標準仕様や製図基準、電子納品要領に則るレイヤ名称を用いる。

- ◆データ変換設定：ポリライン等の図面描画オブジェクトを、必要に応じて利用者の CAD に合わせてデータ変換する。
- ◆ブロック定義：複数の図形を一つのまとまりの図形として扱う機能
例) 2 次元図面上の簡易柱状図、地質平面図の模様。
- ◆調査位置の記録：ボーリング簡略柱状図、ボーリング位置、名称、投影距離
- ◆装飾：地層の着色やハッチング
- ◆情報：図面凡例、帯図（情報欄）の表現・出力

b) 図面の識別

3 次元モデルから任意の位置で断面図を切り出す場合は、既往資料等の 2 次元 CAD 図面との違いが識別できるようにすることが望ましい。

c) 画像出力

3 次元地盤モデルを画像出力する場合は、モデルに重ねる適切な情報の選別や、物差しになる等高線・スケールバー・標尺を使用するなど、表示方法に注意する。また、レンダリングの種類や投影法の違いにより、3 次元空間の見え方が変わるので注意が必要である。

(3) 属性情報

属性情報として、個々の形状情報に紐づく属性を保存する。例えば、「地層・岩体区分」、「岩級区分」、「土質区分」や、「岩盤強度」「弾性波速度」などの物性値が該当する。

属性情報は、①形状データに直接付与、又は、②外部参照ファイルとして、CSV、EXCEL、XML 等のファイル形式でまとめ、対応する 3 次元モデルのフォルダに格納する。属性情報の具体例は、「5.4 属性情報」を参照する。

(4) 参照資料

図面、報告書、各種帳票など、モデル作成の根拠となる地質調査データ等を、参照資料（リンク）として付与する。

(5) 品質管理記録

「3 次元地質・地盤モデル継承シート」は、モデルの管理情報、属性情報に加え、根拠となる地質調査の品質情報、モデル化のアルゴリズムや妥当性、照査・引継に至る情報を一つのワークシートに記録するものである。「3 次元地質・地盤モデル継承シート」により、3 次元地盤モデルのトレーサビリティを確保することが可能となる（図 3.4-3）。記録の対象とする項目を表 3.4-1 に示す。

3 次元地盤モデルの品質は、使用した地質調査データの品質にも左右されるため、各データの品質を確認し記録を残すことが重要である。また、複数業務の成果データを使用することもあり、その場合は、統一的な品質評価を行う必要がある。

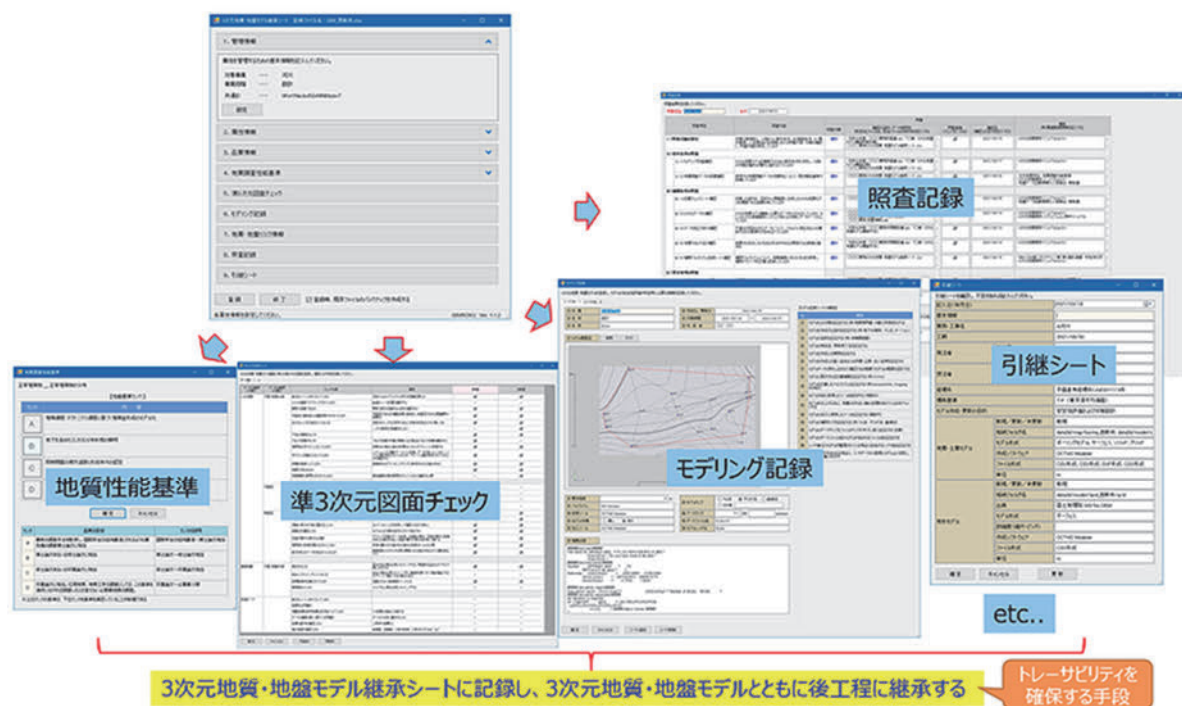


図 3.4-3 「3 次元地質・地盤モデル継承シート」の機能イメージ
 出典：3 次元地質解析技術コンソーシアム HP (<https://www.3dgeoteccon.com/>)

表 3.4-1 「3 次元地質・地盤モデル継承シート」の記録項目
 出典：3 次元地質解析マニュアル Ver3.0 (Ver3.0.1) .2021. P65

項目番号	項目	記録内容	技術マニュアル ¹⁾ における 関連章節および参考資料
1	管理情報シート	対象事業と事業段階毎の管理情報	「7.5 属性情報」
2	属性情報記録シート	3次元モデルの形状情報と属性情報	「7.5 属性情報」
3	品質情報記録シート	地質調査情報の種類と数量	「5.1 品質管理の着目点」
4	地質調査性能基準記録シート	地質調査性能基準	「3.7 モデルの信頼性」
5	準3次元図面チェックシート	準3次元図面の品質確認	「5.4 図面データ等の品質」
6	モデリング記録シート	モデルのアルゴリズムや妥当性	「6.6 補間パラメータ/ログの記録」
7	地質・地盤リスク情報 記録シート	地質・地盤リスク情報	「4.7 地質・地盤リスクの継承」
8	照査記録シート	照査結果	「4.8 照査のタイミング」
9	引継シート	引継情報	BIM/CIM活用ガイドライン(案)共通編 ²⁾

(6) 出力ファイルフォーマット

BIM/CIM モデルの出力フォーマット・納品ファイル形式は、表 3.4-2 のとおりである。ボーリングモデル、準 3 次元地盤モデル、3 次元地盤モデルは、オリジナルファイルフォーマットで納品する。

専用ソフトの多くは、データ交換のため様々な可読性のあるファイル形式（表 3.4-3）の入出力に対応している。データの交換・継承を考慮の上、どのようなファイル形式とするか、発注者と協議して決定する。

表 3.4-2 BIM/CIM モデルの出力フォーマット・納品ファイル形式

出典：BIM/CIM モデル等電子納品要領（案）及び同解説（令和 3 年 3 月） P7

●成果物モデル(BIM/CIM活用業務にあつては測量・調査・設計の最終結果に基づいて作成したBIM/CIMモデル、BIM/CIM活用工事にあつては完成時の対象構造物等のBIM/CIMモデル)								
BIM/CIMモデル (BIMCIM_MODEL)		調査		設計		工事	格納ファイル形式	成果品の内容
		測量	地質	予備	詳細			
地形モデル (LANDSCAPING)	地形モデル	◎: 必須	○:条件 付必要*1	△: 任意*2	◎: 必須	◎: 必須	J-LandXMLおよび オリジナルファイル	測量成果の3次元地形モデル (実測1/200～1/2,500)
	広域の地形モデル			△: 任意*3	△: 任意*3	△: 任意*3	J-LandXMLおよび オリジナルファイル	数値地図(国土基盤情報) (1/25,000～1/50,000)
地質・土質モデル (GEOLOGICAL)	ボーリングモデル	○:条件 付必要	◎: 必須	○:条件 付必要*4	○:条件 付必要*4	○:条件 付必要*4	オリジナルファイル	ボーリングモデル
	その他のモデル		△: 任意*5	△: 任意*5	△: 任意*5	△: 任意*5	オリジナルファイル	準3次元断面図やサーフェスモデル等の3次元 地盤モデル
土工形状モデル (ALIGNMENT _GEOMETRY)	土工形状モデル			○:条件 付必要*7	○:条件 付必要*7	○:条件 付必要*7	J-LandXMLおよび オリジナルファイル	土工部の設計土工横断形状(盛土・切土)を 繋いだ3次元モデル
	線形モデル	○:条件 付必要*6	△: 任意	○:条件 付必要*6	○:条件 付必要*6	○:条件 付必要*6	J-LandXMLおよび オリジナルファイル	道路線形、河川線形、構造物線形
構造物モデル (STRUCTURAL_MODEL)		○:条件 付必要*8	○:条件 付必要*8	◎: 必須	◎: 必須	◎: 必須	IFC2X3および オリジナルファイル	設計・施工の対象構造物やの3次元モデル
統合モデル (INTEGRATED_MODEL)		○:条件 付必要*9	○:条件 付必要*9	◎: 必須	◎: 必須	◎: 必須	オリジナルファイル	各種ツールで作成したBIM/CIMモデルに含ま れる3次元モデルを統合し軽快に動作するこ とができる3次元モデル。

BIM/CIM モデル	納品ファイル形式
地形モデル	J-LandXML ^{※2} 及びオリジナルファイル
地質・土質モデル	オリジナルファイル
線形モデル	J-LandXML ^{※2} 及びオリジナルファイル
土工形状モデル	J-LandXML ^{※2} 及びオリジナルファイル
構造物モデル	IFC 2x3 ^{※1} 及びオリジナルファイル
統合モデル	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.1.4（略称：J-LandXML）」

※3：異なるソフトウェア製品間でのデータ活用では、データが適切に変換されない場合もあり注意が必要なため、「BIM/CIM モデル作成 事前協議・引継書シート」に基づいて、作成ソフトウェアやその他の条件等を事前に確認しておくこと。

表 3.4-3 可読性のある 3 次元モデルのファイル形式の例

出典：3 次元地質解析マニュアル Ver3.0（Ver3.0.1）.2021. P126 に修正・追記

ファイル形式 略称	概要	拡張子
OBJ	Wavefront用のフォーマット形式	obj
VRML	Virtual Reality Modeling Language	wrl
DXF	CADの標準形式のフォーマット	dxf
STL	Standard Triangulated Language	stl
PLY	Stanford University	ply
IFC	3次元モデルデータ交換標準	ifc
J-LandXML	3次元設計データ交換標準	xml

(7)格納フォルダ

BIM/CIM 成果品は ICON/BIMCIM フォルダ内に格納する（図 3.4-4 参照）。地質・土質モデルは、BIMCIM_MODEL の配下の GEOLOGICAL フォルダに格納する（表 3.4-4 参照）。

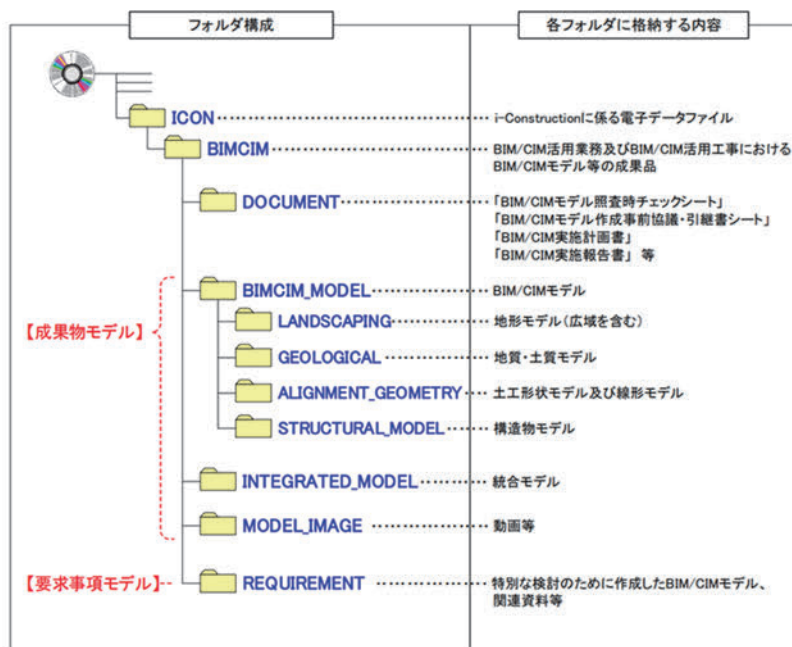


図 3.4-4 土木設計業務等の電子成果品のフォルダ構成における BIM/CIM フォルダの位置関係

出典：BIM/CIM モデル等電子納品要領（案）及び同解説 P9

表 3.4-4 BIM/CIM 成果品の構成例

出典：BIM/CIM モデル等電子納品要領（案）及び同解説 P19

フォルダ	サブフォルダ	格納される成果品
GEOLOGICAL		・地質・土質モデル（オリジナルファイル）
	VIEW	・確認用ファイル又はビューア
	SOURCE	・ボーリング柱状図やボーリング交換用データの XML ファイル等
	TEXTURE	・テクスチャファイル（TIF、JPG 等）
	ATTRIBUTE	・3次元モデルから外部参照される属性情報ファイルや参照資料ファイル（PDF、CSV 等）
	DOCUMENT	・管理情報等、地質・土質モデルに関する各種ファイル

3.5 不確実性の引継ぎ

3次元地盤モデルを設計・施工・維持管理に引き継ぐには、地質調査データの品質や密度、地質解釈やモデル化手法を正確に記録し、モデルの利用者が不確実性を評価・検証・低減できる状態にするための、トレーサビリティを確保する必要がある。

【解説】

(1) 3次元地盤モデルの不確実性

地質・地盤は自然営力や人間の社会活動により形成され、その分布や物性は不均質・非一様であり不確実性が内在する。3次元地盤モデルは、地質調査の質・量や調査自体の限界、モデル化のパラメータ、技術者の解釈等も加わり複雑なものとなる。

3次元地盤モデルは、モデル作成に用いた地質調査データ以外の箇所は空間補間手法による推定範囲となる。サウンディングや物理探査等に基づく物性値データによりモデルの推定精度を高めることもあるが、ジャストポイントの調査データのない推定範囲では、程度の差はあれ不確実性を持つものとして扱われる（図 3.5-1）。

図 3.5-2 に 3次元地盤モデルの不確実性の例を示す。ボーリング密度の違いにより、支持層の推定が変わっていることが読み取れる。

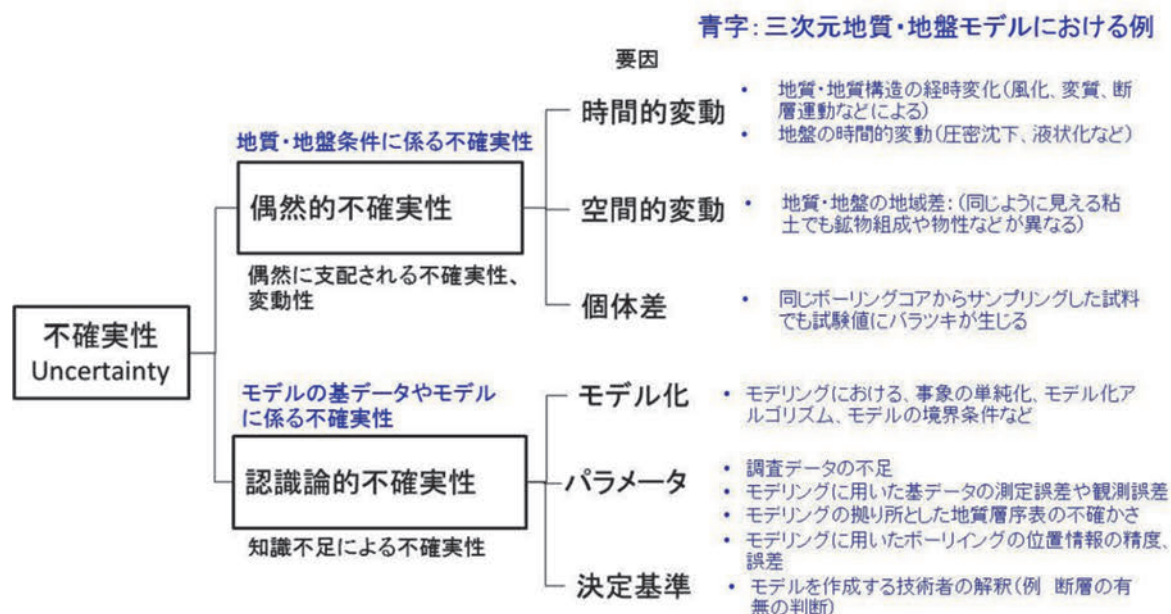


図 3.5-1 3次元地盤モデルの不確実性

出典：地盤データ品質標準化小委員会報告書「三次元地質・地盤モデルの利活用と不確実性の評価・明示」 P1-13

(2)不確実性の引継方法

後工程で新たな情報が得られた場合に、引き続き、不確実性の検証作業ができる状態にしておくことが望ましい。

不確実性を後工程に引き継ぐために必要な情報として、解析の考え方、推定アルゴリズム、空間補間手法のパラメータ、地質解釈の根拠となる文献資料の明示・参照先、不確実性を評価した方法

等を記録する必要がある。「3次元地質・地盤モデル継承シート」に記録可能な情報である。

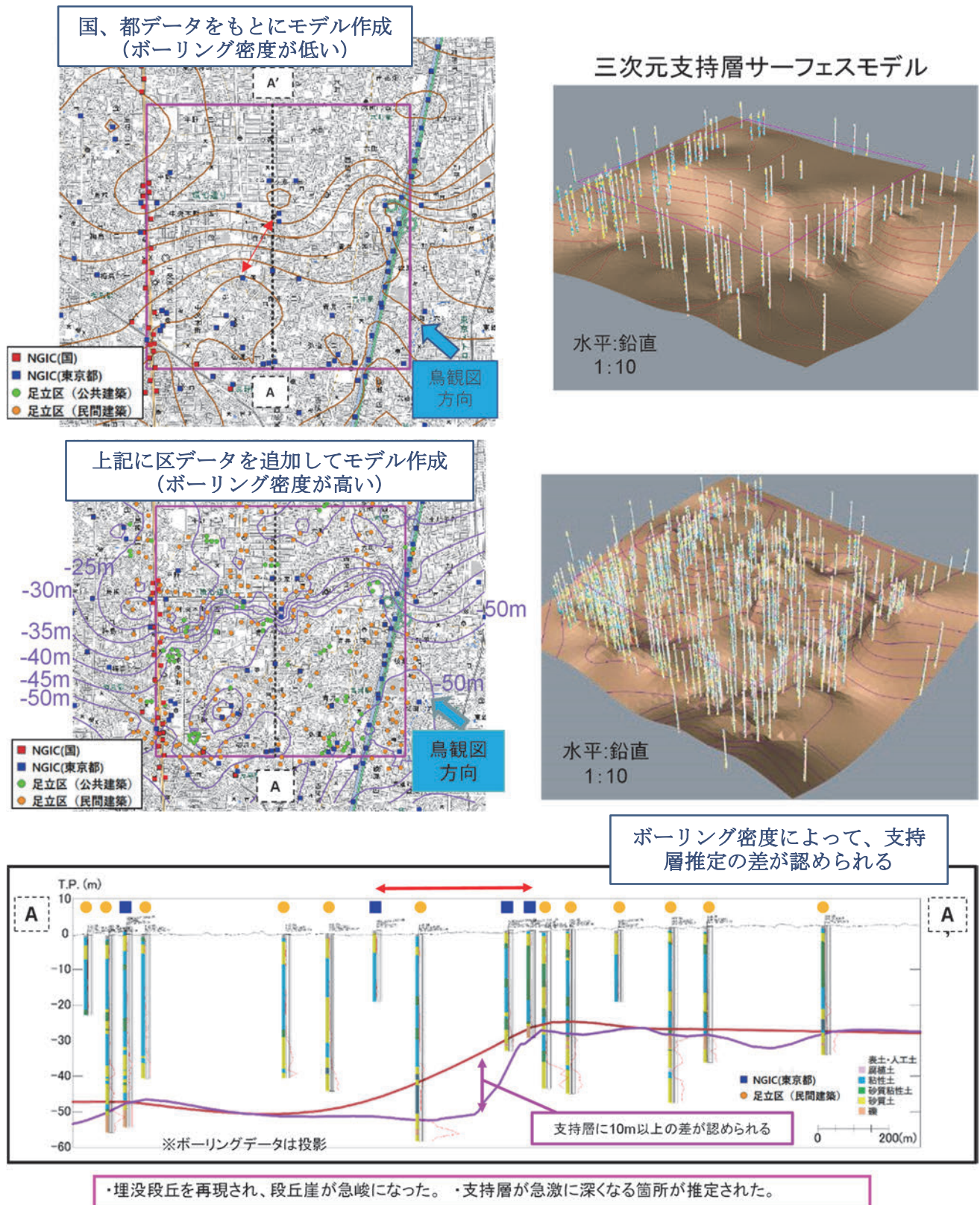


図 3.5-2 3次元地盤モデルの不確実性の例

4 地質・土質モデルの照査

4.1 モデル照査の概要

地質・土質モデルの品質評価と品質確保を行うため、作業の各段階において照査を実施する。

【解説】

地質・土質モデル作成の基本的なワークフローと各段階における照査のタイミング・照査項目・内容を図 4.1-1 に示す。以下、照査の概要を解説する。

i) 照査計画の策定

モデル作成の作業前に、照査計画を策定する。具体的には、下記の基本条件、細部条件、要求事項、成果品の各段階における照査内容及びその対象を確認した上で、照査計画を策定する。

ii) 基本条件の照査

基本条件である ii-1) モデリング計画確認、ii-2) 地質調査データの品質確認、について照査する。

ii-1) モデリング計画確認

地質・土質モデル（ボーリングモデル、サーフェスモデル、準 3 次元地盤モデル、3 次元地盤モデル等）のモデリング計画について、次に示す作業内容等を合理的に組み立てているかを照査する。

- ー業務内容とモデリングの目的を理解したモデリング計画である。
- ー要求事項（業務仕様書、技術提案等）を満足する成果品を作成できるモデリング計画である。
- ー解析領域と空間補間が要求事項を満足するモデリング計画である。
- ー地質・土質構成や互層及びレンズ層の扱いについて、合理的な考え方に基づくモデリング計画である。
- ー属性情報の項目設定やデータ引継ぎ設定の条件が妥当なモデリング計画である。

ii-2) 地質・土質調査データの品質確認

地質・土質モデル作成で使用する地質調査データの品質について、以下の注意点・着目点が適切に行われているかを照査する。

- ーボーリング等の地質調査データが統一された地質・土質区分及び基準により客観的に整理され、品質が確保されている。
- ー技術者の個人差（知識・経験等による差）やバラツキが生じていない地質調査データであり、一定の品質が確保されている。
- ー地質調査の工法等（例：ボーリング調査における通常工法と高品質ボーリングの違い）に起因する地質調査データの質を加味した上で、一定の品質が確保されている。

- ー使用する地質調査データが業務目的及び要求事項を満足する品質、信頼性を確保している（容認できる範囲内のバラツキに収まっている）。
- ー地質調査データ自体がそのままでは信頼性を有することができない場合に、別の地質調査データや新たに追加された地質調査データに基づく見直しによって、結果的に本来の地質調査データ自体の信頼性が回復し品質が確保されている。

iii) 細部条件の照査

細部条件の照査では、次の各項目について照査する。

iii-1) 品質チェックシートの確認

収集した資料（柱状図、平面図、断面図等）について、目的や必要範囲に適合した資料であるかを確認し、品質チェックが適切に行われているかを照査する。地質調査資料の品質チェックにおける着目点を表 4.1-1 に示す。

iii-2) 3次元データ化の確認

地質・土質モデル構築に必要なデータを3次元化している、又は3次元地盤モデリングソフトウェアで扱えるようにデータベース化しているかを照査する。

iii-3) データ修正方針の確認

不適合が認められたデータをどのように修正、棄却するかの基準や作業方針を照査する。

iii-4) 地質対比方法の確認

地質対比を行う手法や対比の根拠となる基準が適切であるかを照査する。

iii-5) 補間アルゴリズム記録シートの確認

地質境界面推定の補間アルゴリズムについて地質事象に応じた適切な手法を選択しているか、補間パラメータを正確に記録しているかを照査する。図 4.1-2 に補間アルゴリズム記録シート（モデリング記録シート）の例を示す。

iv) 要求事項の照査

要求事項の照査では、次の項目を照査する。

iv-1) 作成モデルのリスト確認

要求事項（仕様書、技術提案等）を満足する成果品を作成するために、必要な BIM/CIM モデルがそろっているかを照査する。

iv-2) 作成モデルの妥当性確認

成果品を作成するために妥当なモデルとなっているかを照査する。

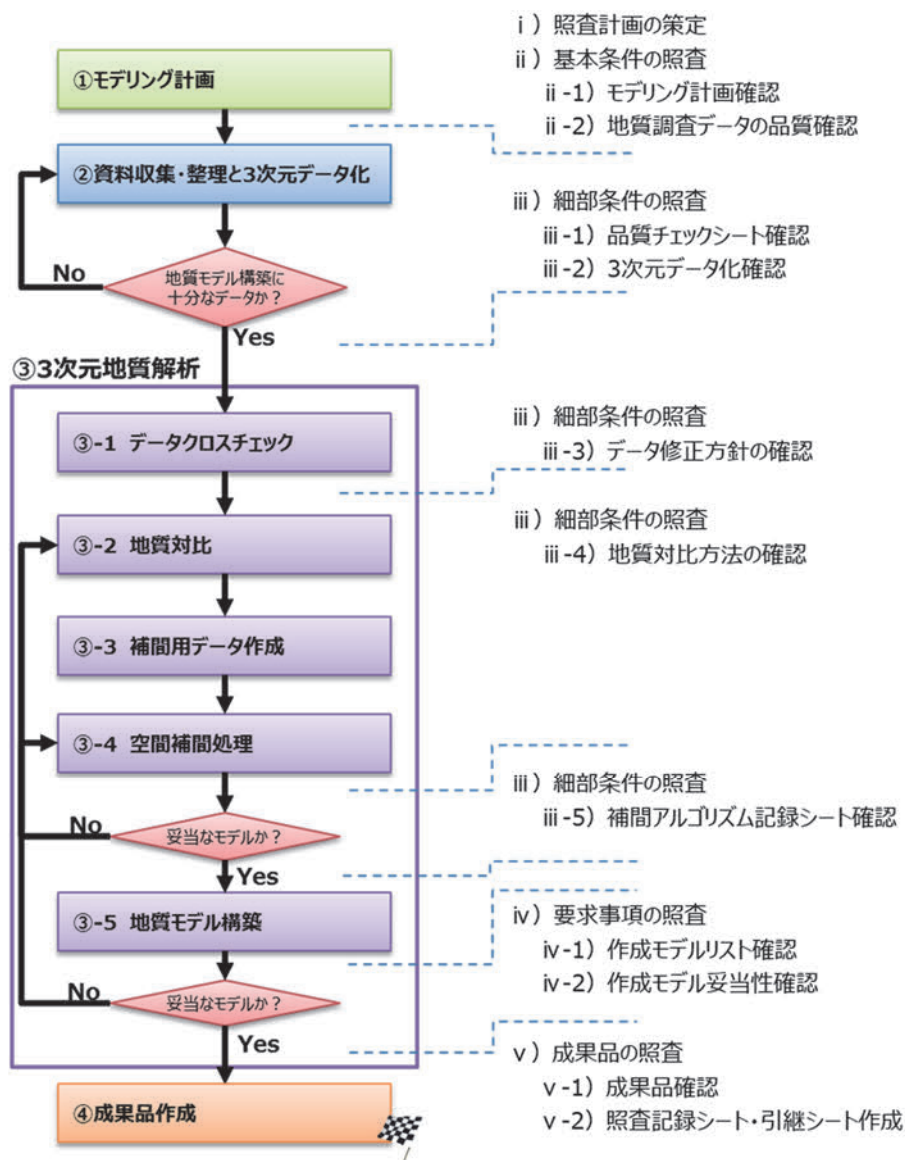


図 4.1-1 地質・土質分野の BIM/CIM モデル作成における基本ワークフロー
と照査のタイミング・照査項目

出典：3次元地質解析マニュアル Ver3.0 (Ver3.0.1) . 2021. P68

表 4.1-1 地質調査データの品質チェックの着目点（案）

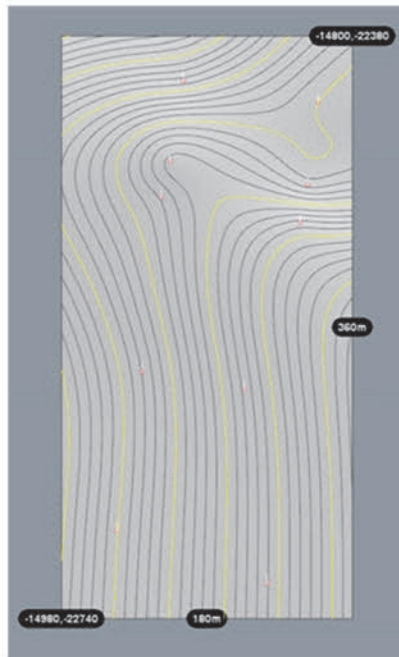
出典：3次元地質解析マニュアル Ver3.0（Ver3.0.1）. 2021. P72

分類		品質チェックの着目点	備考
完全性		モデル構築に必要なデータは揃っているか	
		入力値は正しいか	物性値・座標等の実数、地質・岩級等の判定値
論理 一貫性	フォーマット 一貫性	データフォーマットは正しいか	フォーマットのバージョン、モデル化の環境で利用可能な形式
		画質は十分な	画像が判読できるか、トレース作業の障害にならないか
		座標系は統一されているか	
		デジタイズの属性に間違いは無いか	
	概念一貫性	地質構造が示されているか	
		地質構成が示されているか	地質層序表や地質判定基準表等が示されているか
		地質境界に理屈に合わない食い違いはないか	螺旋分布等 3 次元にしてみないと判断が難しいものもある
	定義域一貫性	図面の整合性	図面の名称や分類等の整合性
		断面図の交点は合っているか	3 次元で交差させてみないと判断が難しい
	位相一貫性	境界線の種類が図面毎に変わっていないか	
		デジタイズは十分な精度か	
位置正確度		投影データを使った地質断面図ではないか	
		投影距離が示されているか	
		座標基準自体にズレが無いか	
時間正確度		最新の解釈によって作成された図面か	地質図等最新の知見に基づくものか
		最新の地形データか	最新の測量結果に基づくものか
主題正確度		地質学的分類が正しいか	
		工学的分類が正しいか	

①対象	地質境界面
②目的	液状化解析
③名称	As1層下面
④作業期間	2017年11月5日～2017年11月19日
⑤作成者	〇〇〇〇 A株式会社
⑥モデル解像度/要求精度	2m/5m
⑦入力データ名	point_As1_low.txt
⑧出力データ名	grid_As1_low.txt

⑨補間アルゴリズム	BS-Horizon
⑩座標系	平面直交 JGD2011 第9系
⑪補間領域	Xs -14980 Xe -14800 Ys -22740 Ye -22380
⑫加工の有無	有り (有効範囲でトリミング)
⑬使用ツール	〇〇〇〇
⑭モデルタイプ	グリッド、NURBS
⑮モデルの妥当性	対象地域の地形地質特性から妥当と判断される

⑥入力データとモデルの関係



⑫精度記録

```
#####Estimation result#####
iteration= 1 alpha= 0.10000E+03 gamma= 0.00000E+00
H: data = 10 Rh = 0.75087E-06 Error= 0.86653E-03
D: data = 0 Rd = 0.00000E+00 Error= 0.00000E+00
-----
Jx = 0.24804E-02 Jy = 0.12933E-02 Jyy= 0.16387E-01
Jxx= 0.40930E-02 Jxy= 0.49965E-02 Jyy= 0.16387E-01
J1 = 0.37737E-02 J2 = 0.30473E-01
Q = 0.30549E-01 J = 0.30473E-01 aR = 0.75087E-04
```

⑬補間パラメータ

BS-Horizon (実行条件)

計算領域

X座標: min: -14980 max: -14800
Y座標: min: -22740 max: -22380
X範囲: Min: 91 Max: 181
Y範囲: Min: 2.0 Max: 2.0

出力範囲へコピー

出力範囲

X座標: min: -14980 max: -14800
Y座標: min: -22740 max: -22380
X範囲: Min: 91 Max: 181
Y範囲: Min: 2.0 Max: 2.0

図 4.1-2 補間アルゴリズム記録シート（モデリング記録シート）の例

出典：3次元地質解析マニュアル Ver3.0 (Ver3.0.1) .2021. P104

4.2 成果品の照査

成果品の照査では、作成した地質・土質モデルが要求事項を満足したものであること、要点に沿った照査が実施されていることを確認した上で、「照査チェックリスト」、「BIM/CIM モデル作成 事前協議・引継書シート」を記録し、確実に次工程に継承できるようにする。

【解説】

成果品の照査では、次の項目を照査する。

① 成果品確認

要求事項（仕様書、技術提案等）を満たした成果品が揃っているかを照査する。

② 照査記録シート・引継シート作成

要点に沿って実施した照査の結果を「照査チェックリスト」に記入するとともに、「BIM/CIM モデル作成 事前協議・引継書シート」を記録しているかを照査する。照査記録シートの例を表 4.2-1 に示す。

表 4.2-1 照査記録シート（例）

出典：3次元地質解析マニュアル Ver3.0 (Ver3.0.1) .2021. P70

照査項目	照査内容	照査			備考 例) 関連基準等を記入する
		確認元資料・データ参照先 例) 該当ファイル名、該当ファイルの保存先を記入する	照査実施 (チェックを入れる)	確認日 (確認した日付を記入する)	
i) 照査計画の確定	作業の実施前に、以降のii)基本条件、iii)細部条件、iv)要求事項、v)成果品の各段階における照査内容・対象を確認し、照査計画を策定しているか	令和元年度 〇〇〇業務計画書.doc 「〇章 3次元地盤モデル構築照査計画」	■	2019/9/1	・3次元地質解析マニュアルVer2.0
ii) 基本条件の照査					
ii-1) モデリング計画確認	3次元地盤モデルを構築するための基本条件を決定し、以降の作業計画を合理的に組み立てているか	令和元年度 〇〇〇業務計画書.doc 「〇章 3次元地盤モデル構築計画」	■	2019/9/1	・3次元地質解析マニュアルVer2.0
ii-2) 地質調査データの品質確認	使用する地質調査データの信頼性について、既存報告書等で把握しているか	〇〇〇業務_地質調査性能基準評価シート.csv	■	2019/10/3	・日本地質学会 地質調査性能基準 ・3次元地質解析マニュアルVer2.0 ・地盤データ品質標準化委員会 成果報告書
iii) 細部条件の照査					
iii-1) 品質チェックシート確認	収集した資料は、目的や必要範囲に合致した3次元地質モデルを構築できる品質を有しているか	〇〇〇業務_地質調査図面データ等チェックシート.csv	■	2019/10/30	・3次元地質解析マニュアルVer2.0 ・地盤データ品質標準化委員会 成果報告書
iii-2) 3次元データ化確認	3次元地質モデル構築に必要なデータを3次元化しているか、もしくは3次元地質解析システムで扱える状態にデータベース化しているか	〇〇〇業務_地盤スケルトンモデル.3dm 〇〇〇業務_地盤情報.mdb	■	2019/11/15	・3次元地質解析マニュアルVer2.0 ・3次元地質解析システム「〇〇」操作マニュアル
iii-3) データ修正方針の確認	不適合が認められたデータについて、どのように修正あるいは棄却するかを基盤や方針を立てているか	令和元年度 〇〇〇業務報告書 「〇章 3次元地盤モデル構築方法」	■	2019/11/16	・3次元地質解析マニュアルVer2.0
iii-4) 地質対比方法の確認	地質対比をおこなうための手法や対比の根拠となる基準は適切か	令和元年度 〇〇〇業務報告書 「〇章 3次元地盤モデル構築方法」	■	2019/11/16	・3次元地質解析マニュアルVer2.0
iii-5) 補間アルゴリズム記録シート確認	補間アルゴリズムについて、地質事象に応じた手法を使用し、補間パラメータを正確に記録しているか	〇〇〇業務_管理データシート.csv 〇〇〇業務_モデリング記録シート.csv	■	2020/2/1	・CIM導入ガイドライン（案）第1編 共通編 令和元年 5月 ・3次元地質解析マニュアルVer2.0
iv) 要求事項の照査					
iv-1) 作成モデルリスト確認	成果品を作成するために必要なモデルが揃っているか	〇〇〇業務_地盤モデル.dwg	■	2020/2/15	全てのモデルが作成されていることを確認した
iv-2) 作成モデル妥当性確認	成果品を作成するために妥当なモデルとなっているか	〇〇〇業務_モデリング記録シート.xlsx	■	2020/2/15	・3次元地質解析マニュアルVer2.0
v) 成果品の照査					
v-1) 成果品確認	要求事項を満たした成果品が揃っているか	令和元年度 〇〇〇業務報告書 「表-〇 3次元地盤モデルリスト」	■	2020/3/1	・〇〇〇業務_特記仕様書
v-2) 照査記録・引継シート作成	照査結果やCIM モデル作成事前協議・引継書シートを記録として残し、確実に次工程に継承できるようにしているか	〇〇〇業務_照査記録シート.csv 〇〇〇業務_CIMモデル作成事前協議・引継書シート.csv	■	2020/3/1	・3次元地質解析マニュアルVer2.0 ・CIM 導入ガイドライン（案）第1編 共通編 令和元年 5月
照査担当印				2020/3/1	

5 参考資料

5.1 モデル作成費用

5.1.1 モデル作成の作業負荷

モデル作成の積算では、地質技術者が実施してきた作業を細分化、共通化し、作業量を具体化し、積算の目安を考える必要がある。

事業の種類、規模、目的等により 3 次元地盤モデルの要求レベルは異なり、単純な 2 層モデルから褶曲・断層等を含む非常に複雑なモデルまで、多様なモデルを扱うことが想定される。一般に、地質境界が増える分だけ手間がかかるため（複雑度が増加するため）、地層境界の枚数と作業負荷が比例すると言える。例えば、単純な 2 層モデル（仮に複雑度 2 とする）に対し、3 層モデルでは“複雑度 3”、これに断層が 1 つ加わると“複雑度 7”となる（図 5.1-1）。

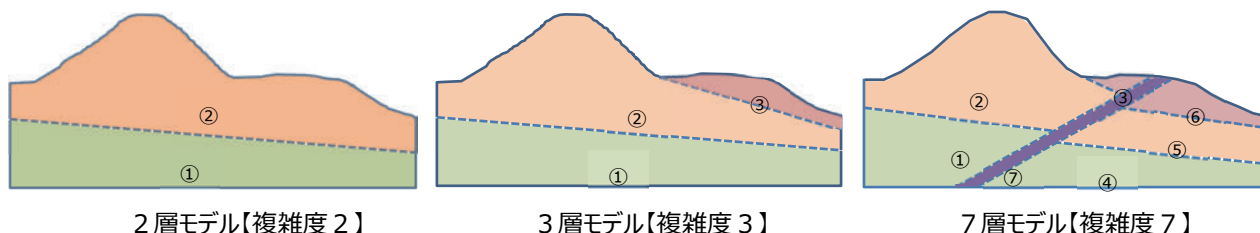


図 5.1-1 地質モデルの複雑度の例

出典：3 次元地質解析マニュアル Ver3.0 (Ver3.0.1) .2021. P49

3 次元地盤モデルを構築する際は、2 次元断面図に比較し、多くの地盤情報（ボーリングデータ、ルートマップ、物理探査結果等）を統合的に取り扱う。扱う地盤情報の数量や既存地盤情報の見直しの有無によっても作業量が異なる。対象範囲、地層の枚数などで単純に作業量が決まるわけではなく、既往調査データの質、量などもモデル作成の作業量に影響を与える。

5.1.2 作業リソースの考え方

作業量やその他経費把握の目安となるように、3次元地盤モデル作成の作業項目ごとに、予想される人員（責任）、数量を整理した例を表5.1-1に示す。

この割当てに、1次データの数量、モデルの複雑性を加味する事で、作業負荷を把握することができる。

表 5.1-1 ワークフローに対する作業人員の例

出典：3次元地質解析マニュアル Ver3.0 (Ver3.0.1) .2021. P50

段階		項目・作業	モデル				考えられるデータ・制約条件	人員					作業量に与える影響から考えられる 項目・数量・単位
			ボーリングモデル	準3次元モデル	サーフェスモデル	ソリッドモデル他		その他	技術員	技術員B～C	技術員A	主任技術者	
①	モデリング計画	要求事項からのモデルの品質定義	○	○	○	○	地質構造の再現性レベルの設定			○			1業務あたり
		解析領域の設定	○	○	○	○	互層、レンズ層等複雑な層境界の扱い		○	○			1業務あたり
		地質テーブル設定案作成	○	○	○	○	ソフト依存の作成モデル数・サイズの限界			○	○		サーフェス枚数
		データの引き継ぎ条件の設定	○	○	○	○	属性情報の項目設定			○	○		1業務あたり
		基本条件の照査	○	○	○	○				○	○	○	1業務あたり
②	資料収集・整理とデータ	データの棄却判断、品質チェック	○	○	○	○	柱状図、断面図、平面図			○	○		柱状図数・図面数
		XML化等の互換データの作成	○	○	○	○	紙・PDF・画像の柱状図からXML作成		○	○			柱状図数
		CAD化等の互換データの作成	○	○	○	○	紙・PDF・画像をもとに、CAD図面作成		○	○			図面数
		その他の互換データの作成	○	○	○	○			○				
		地表面データの作成	○	○	○	○			○				UAV等からの作成は、別途
		属性データの作成	○	○	○	○			○	○			1業務あたり
		細部条件の照査	○	○	○	○				○	○	○	1業務あたり
③－1	データクロスチェック	地質優先度の決定・地質テーブルの作成		○	○	○	3次元ドラフトモデルサーフェス			○	○		サーフェス枚数・既存データや、設計段階に影響される。1業務あたり
		基準となる2次元断面の配置		○	○	○	断面図測線が必要		○				断面数
		基準となる2次元断面の整合、および交点チェック		○	○	○			○	○	○		交点数
		データ修正方針の確認		○	○	○			○	○	○	○	1業務あたり、既存との整合により影響
③－2 ③－3 ③－4	地質対比 補間データ作成 空間補完処理	対比方法や基準の確認・不適合の解消、補間線、点の配置		○	○	○	準3次元モデル表示でのチェック			○	○		交点数・断面数
		補間断面検討～作成		○	○	○	準3次元モデル表示でのチェック			○	○		交点数・断面数
		確認メッシュ断面の確認		○	○	○	準3次元モデル表示でのチェック			○	○		交点数・断面数
		サーフェス形状の妥当性確認			○	○	コンター作成等のチェック			○	○	○	確認断面・サーフェス枚数
		不適合の解消			○	○					○	○	
③－5	地質モデル構築	サーフェスモデル完成、総合解析、境界面の照査				○	サーフェスモデルの完成			○	○	○	確認断面・サーフェス枚数
		モデル変換				○	他モデルへの変換		○	○			確認断面・サーフェス枚数・ソリッド個数
		属性リンク作成				○	各種モデル		○	○			確認断面・サーフェス枚数・ソリッド個数
		モデル照査				○	各種モデル			○	○	○	確認断面・サーフェス枚数・ソリッド個数
④	成果品作成	【成果品】 モデルの利活用のための汎用データへの変換	○	○	○	○	成果品仕様			○			汎用ソフトへの変換（3Dpdf等へ） 各設計ガイドラインとの整合や 協議資料作成業務との切り分け方が影響
		品質管理の記録作成	○	○	○	○	成果品仕様		○	○	○	○	1業務あたり
備考									技術補助/CADオペ	担当者	主任技術者	照査技術者	

凡例
 照査のタイミング
 ○ 該当

5.1.3 全地連積算基準の考え方

(一社) 全国地質調査業協会連合会より出版されている全国標準積算資料(土質調査・地質調査)では、3次元地盤モデル構築の積算基準が掲載されている。この基準案では、作業項目ごとの標準歩掛のほかに、構造物ごとに標準となる構造物の規模、数量の考え方を示している(表 5.1-2)。

3次元地盤モデルは、地層の枚数が増えると作業の手間は増加する。例えば、5枚と50枚の地層のモデル作成は同じ作業負荷にはならない。地層の枚数や種類とそれに応じた難易度、その他の作業不可を考慮し、適切な人工で歩掛計上を行う必要がある。

表 5.1-2 3次元地盤モデルの構築 歩掛表(1構造物当たり)

出典：全国標準積算資料 PⅡ-48

種別・細目	主任 技術者	理事・ 技師長	主任技師	技師A	技師B	技師C	技術員
(コンサルティング業務)							
直接人件費							
計画準備			0.5	1.0	1.0		
モデリング計画			0.5	1.5	2.0	1.5	0.5
資料収集整理と3次元化			0.5	1.0	2.0	2.0	2.0
現地踏査			1.0	1.0	1.0		
3次元地質解析							
空間情報モデル構築			0.5	1.0	1.0	0.5	0.5
地質モデル構築			1.0	1.0	2.0	1.0	1.0
関連構造物モデル構築			0.5	0.5	1.0	1.0	0.5
3次元地盤モデル構築				1.0	1.5	1.5	1.0
報告書作成			0.5	0.5	1.0	1.0	0.5
直接経費							
消耗品費	上記直接人件費の2%						

- (注) 1. 「3次元地盤モデルの構築」業務を単独で実施する場合、必要な項目や数量を別途計上のこと。
2. 対象構造物と歩掛表(1構造物当たり)の考え方は、次を目安とする。

対象	細目	1構造物の考え方
構造物基礎(橋梁除く一般構造物)	直接基礎・杭基礎等	擁壁、シェッド等の構造物を対象(1構造物当たりの延長500m以下) ※500mを超える場合は別途見積
構造物基礎(橋梁)	橋梁基礎	1橋梁当たり(橋台～橋台間) ※高架橋を含む、長大橋は別途見積
道路、河川	トンネル	トンネル本体・両坑口部分(影響範囲を含む)をそれぞれ対象 ※上記の場合、3構造物(補正値は*2.4)となる
道路土工	盛土、切土等	連続する土工区間で延長500m以下
河川土工	築堤、河道掘削等	連続する片岸の土構造物で、1断面当たりの延長500m以下 ※500mを超える場合は別途見積
ダム	堤体	ダムサイト1か所当り ※貯水池地すべりは含まない
ダム等貯水池	貯水池地すべり	貯水池地すべり1ブロック(複数の小ブロックを含む)当り
地すべり・斜面安定	地すべり	主体となる地すべりブロック(複数の小ブロックを含む)や単一の不安定斜面を対象
全般	地震動予測	100km ² (10km×10km)を基本単位とする ※構造物モデルとして建物等をモデル化する場合別途見積

3. 構造物が複数となる場合は、標準歩掛に次の補正係数を乗じて積算のこと。

構造物数 n	1	2	3	4	5	補正係数式
補正係数 k	1.0	1.7	2.4	3.1	3.8	$k=1+(n-1) \times 0.7$

5.2 モデル作成ソフトウェア

5.2.1 ソフトウェア概要

日本国内で利用されている 3 次元地盤モデル作成ソフトウェアの例を図 5.2-1 に示す。

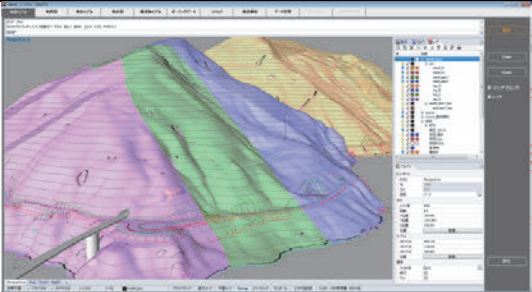
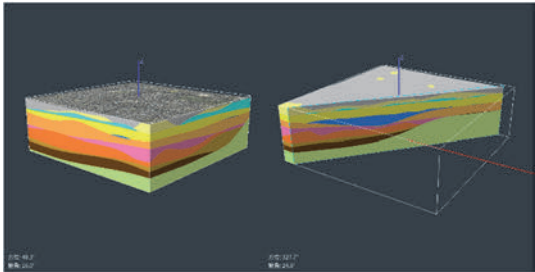
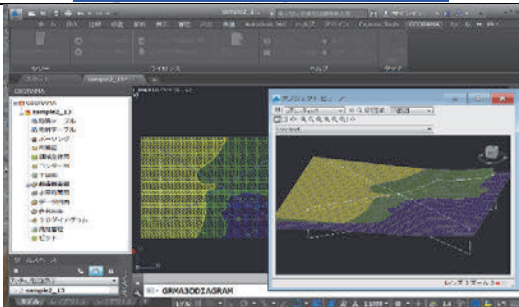
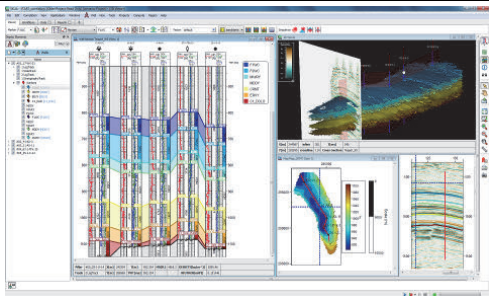
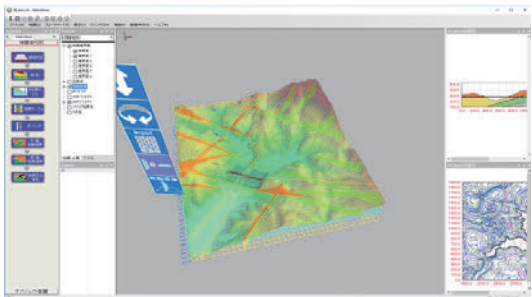
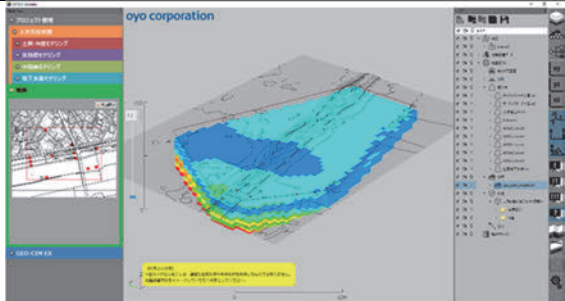
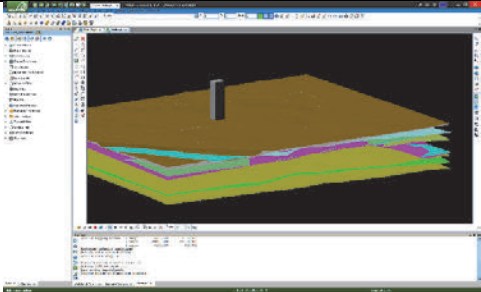
 GEO-CRE https://www.oyogeotools.com/	 Geomap3D https://www.gsinet.co.jp/geomap3d/
 GEORAMA https://www.engineering-eye.com/GEORAMA_CIVIL3D/	 GOCAD https://www.pdgm.com/products/gocad/
 MakeJiban https://soft.godai.co.jp/soft/product/products/MakeJiban/index.htm	 OCTAS Modeler https://www.oyogeotools.com/
 VULCAN https://www.maptek.com/products/vulcan/	

図 5.2-1 3 次元地質解析システムの事例（URL は 2021 年 9 月時点）

5.2.2 ソフトウェア機能比較

図 5.2-1 に示したソフトウェアのうち、日本語によるサポートのある 5 つのソフトウェアについて、図 5.2-2 のワークフローに沿って特徴的な機能/性能を整理した。整理した結果を表 5.2-1 に示す。

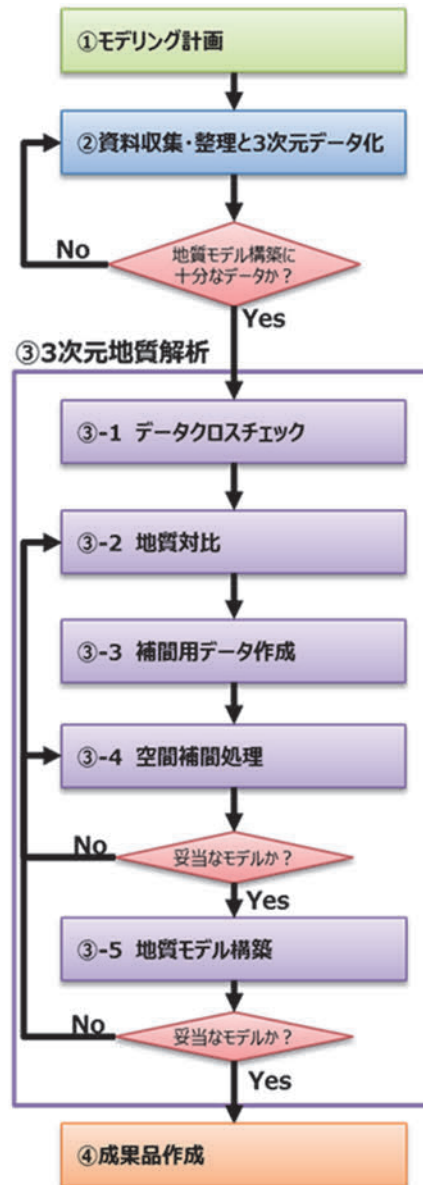


図 5.2-2 3次元地盤モデル構築の基本的なワークフロー

出典：3次元地質解析マニュアル Ver3.0 (Ver3.0.1) .2021. P58 他

表 5.2-1 3次元地質解析システムの機能比較（2021年9月時点）

作業フローの 段階	GEO-CRE	Geomap3D	GEORAMA	Makejiban	OCTAS Modeler
① モデリング計画	・成果品様式決定 ・解析領域設定 ・利用データ選定 ・プロジェクト作成	・解析領域設定 ・層序設定	・成果品様式決定 ・解析領域設定 ・利用データ選定	・成果品様式決定 ・解析領域設定 ・利用データ選定	・解析領域設定 ・プロジェクト作成
② 資料収集・整理と 3次元データ化	・ラスタベクタ変換 ・断面図3次元化 ・3次元トレース ・柱状図入力(xml) ・既往断面/平面図の再利用/背景図	・平面図入力 ・柱状図入力(xm) ・断面図入力 ・表形式入力	・柱状図入力(xm) ・ラスタベクタ変換 ・トレース ・断面測線設定 ・断面レイアウト作成 ・既往断面/平面図の再利用/背景図	・柱状図入力(xml) ・テーブル入力 ・断面トレース ・平面図のデジタル化/3次元化 ・LandXML/DM/SIMA利用	・柱状図入力(xml)
データチェック	・チェックシート手入力	・チェックシート手入力	・チェックシート手入力	・チェックシート手入力	・チェックシート入力支援
③-1 データクロスチェック	・交点/交線抽出 ・ドラフトモデリング	・断面図を3次元空間に配置することによる確認	・交点抽出	・ドラフトモデリング ・交点確認（目視）	・ドラフトモデリング
③-2 地質対比 作業	・3次元空間 ・走向傾斜 ・不等号条件	・2次元断面図	・2次元断面図 ・2次元平面図	・2次元断面図 ・2次元平面図 ・不等号条件	・3次元空間 ・不等号条件
③-3 補間計算用データ 作成	・点 ・線（ノード配置/曲率） ・面（法線/エッジ継承）	・点	・点	・点 ・線（面形状の調整に利用） ・走向傾斜	・点
③-4 地質境界面補間 計算	・BS-Horizon ・NURBS ・Tin	・BS-Horizon	・Horizon2000 ・Tin(地形)	・BS-Horizon ・B-Spline ・Tin	・BS-Horizon ・IDW(3D:ボクセルモデル計算) ・Tin(地形)
モデルチェック	・断面図/切断面 ・コンター ・ゼブラマップ ・点とサーフェスの偏差 ・オブジェクト交差	・コンター ・カラーマップ	・断面図 ・コンター	・断面図/切断面 ・他の面との交差状況 ・コンター ・点とサーフェスの偏差 ・オブジェクト交差	・断面図/切断面 ・コンター
③-5 地質モデル 作成	・NURBSサーフェス ・メッシュサーフェス ・メッシュソリッド ・NURBSソリッド	・メッシュサーフェス ・メッシュソリッド	・メッシュサーフェス ・メッシュソリッド	・メッシュサーフェス ・メッシュソリッド	・メッシュサーフェス ・メッシュソリッド
モデルチェック	・断面図/切断面/水平断面 ・コンター ・オブジェクト交差	・断面図/切断面/水平断面 ・コンター	・断面図 ・コンター	・断面図/切断面 ・コンター	・断面図/切断面 ・コンター
④ 成果品作成	・ボーリングモデル出力 ・2D/3D断面図出力 ・コンター図出力 ・サーフェスモデルAscii出力 ・3次元CADデータ出力 ・CGデータ出力 ・2Dレイアウト ・印刷 ・高画質レンダリング ・アニメーション 【下記は別途プラグイン必要】 ・Landxml出力 ・IFC(2×3)出力 ・FEMモデル出力 ・3Dpdf出力	・断面図のDXF出力 ・メッシュモデルのDXF出力 ・3DサーフェスモデルのDXF出力	・ボーリングモデル出力 ・2D/3D断面図出力 ・コンター図出力 ・サーフェスモデルAscii出力 ・コンター図出力 ・印刷 ・3次元CADデータ出力 ・ボクセルモデル出力 ・Landxml出力 ・IFC(2×3)出力 ・FEMモデル出力	・ボーリングモデル出力 ・2D断面図出力 ・コンター図出力 ・Landxml出力 ・サーフェスモデルAscii出力 ・3次元CADデータ出力 （サーフェス、断面、ボーリング、3Dオブジェクト、地質3Dソリッド、3Dボクセル） ・画像/動画出力	・ボーリングモデル出力 ・断面図出力 ・フリービューデータセット出力 ・属性情報出力 ・サーフェスモデルAscii出力 ・ソリッドモデルAscii出力

5.3 データベース・ポータルサイト

5.3.1 ボーリングデータ

3次元地盤モデルを構築する際には、当該業務のボーリングデータだけではなく、近傍の既往データを参考に用いることは有益である。表 5.3-1 は、一般公開されているボーリング情報のリストである。表中の XML 欄に○印がついている情報では XML 形式で、無印の情報では PDF 又は PNG 等の画像データ形式で、ボーリングデータを公開している。

一部の地方自治体などで再配布や引用を不可としている場合もあり、成果品作成等に利用する際には利用規約等を確認し、規約違反しないよう注意が必要である。

表 5.3-1 ボーリングデータの主な公開元（2021 年 9 月時点）

情報名称	提供者・管理者	公開方法	費用	XML
国土地盤情報検索サイト -KuniJiban-	(国研)土木研究所 (国研)港湾技術研究所	Web-GIS	無償	○
国土地盤情報データベース	(一財)国土地盤情報センター	Web-GIS	一部無償	○
統合化地下構造データベース -Geo-Station-	(国研)防災科学技術研究所	Web-GIS	無償	○
みちのくGIDAS	みちのくGIDAS運営協議会	Web-GIS	無償	○
関東平野の地下地質・地盤データベース	(国研)産業技術総合研究所	Web-GIS	無償	○
とちぎ地図情報公開システム	栃木県	Web-GIS	無償	—
栃木地質調査資料(営繕報告書抜粋)	栃木県土木部	Web	無償	—
群馬県ボーリング Map	(公財)群馬県建設技術センター	Web-GIS	無償	—
埼玉県地理環境情報WebGIS Atlas Eco Saitama	埼玉県環境科学国際センター	Web-GIS	無償	—
ちば情報マップ	千葉県	Web-GIS	無償	○
浦安市公共施設用地等ボーリング柱状図	浦安市	Web	無償	—
東京の地盤(GIS版)	東京都土木技術支援・人材育成センタ	Web-GIS	無償	—
東京都新宿区「地盤資料の閲覧」	東京都新宿区	Web	無償	—
かながわ地質情報MAP	(公財)神奈川県都市整備技術センター	Web-GIS	無償	○
横浜市行政地図情報提供システム	横浜市	Web-GIS	無償	—
ガイドマップかわさき	川崎市	Web-GIS	無償	—
静岡県統合基盤地理情報システム	静岡県	Web-GIS	無償	○
鈴鹿市・地理情報サイト(土地情報)	三重県鈴鹿市	Web-GIS	無償	—
しまね地盤情報配信サービス	(組)島根土質技術研究センター	Web-GIS	無償	—
おかやま全県統合型GIS	岡山地質情報活用協議会	Web-GIS	無償	—
徳島県地盤情報検索サイト -Awajiban-	徳島県県土整備部建設管理課	Web-GIS	無償	—
こうち地盤情報公開サイト	高知地盤情報利用連絡会	Web-GIS	無償	○
かごしま地盤情報閲覧システム	(公財)鹿児島県建設技術センター	Web-GIS	無償	—
八戸地盤情報データベース	八戸地盤情報データベース運営協議会	未確認	無償(会員)	未確認
ほくりく地盤情報システム	北陸地盤情報活用協議会	Web-GIS	有料会員	未確認
神戸JIBANKUN	神戸JIBANKUN運営委員会	Web-GIS	有料会員	未確認
関東の地盤(地盤情報DB)	(公社)地盤工学会 関東支部	DVD-ROM	有料販売	○
関西圏地盤情報DB	関西圏地盤情報ネットワーク(KG-NET)	Web配信	有料会員	未確認
四国地盤情報DB	四国地盤情報活用協議会	CD-ROM	有料会員	未確認
九州地盤情報DB	(公社)地盤工学会 九州支部	DVD-ROM	有料販売	○

5.4 属性情報

5.4.1 属性情報の継承

属性情報は、調査・設計・施工・管理と後工程へと受け渡され、利用されることにより、より合理的で経済的なプロジェクトの実施が可能となる。属性情報には、単に土質区分、物性値などの基本的な地質情報のみならず、想定される地質・地盤リスクやモデルの不確実性に関する引継ぎ情報なども含める必要がある。

以下、後工程への引継ぎ情報項目を示す。

- ・モデルの不確実性
- ・想定される地質・地盤リスク
- ・入力データやデータ分類等の解釈
- ・モデルの根拠となる 1 次データや空間補間手法の種類・モデル化時の補間パラメータ
- ・モデル作成時の位置情報の座標系
- ・使用ソフトウェア
- ・モデルの限界や適用範囲
- ・モデル作成者あるいは監督者
- ・関連文書や報告書

5.4.2 属性情報記録事例

属性情報の例として、ボーリングモデル（調査結果モデル）の例を表 5.4-1、ボーリングモデル（推定・解釈モデル）の例を表 5.4-2 にそれぞれ示す。テクスチャモデル（準 3 次元地質平面図）、準 3 次元地質断面図モデル、サーフェスモデル、ソリッドモデルにおいては、ボーリングモデル（推定・解釈モデル）と同様の表 5.4-2 を参照する。なお、これらの属性情報は、モデル作成の目的や種類などによって、必要に応じて加除修正する。

表 5.4-1 ボーリングモデル（調査結果モデル）の属性情報（例）

出典：BIM/CIM 活用ガイドライン（案）第 1 編 共通編令和 3 年 3 月 P88

	項目	概要	参照規格等
基本情報	ボーリング名	ボーリング名は、調査現場における一連番号等によって系統的に記入する。	(※)
	ボーリング柱状図の種類	土質・岩盤ボーリングの区分を明示。	(※)
	緯度及び経度	緯度及び経度は、世界測地系の度、分、秒で記入する。秒については、取得方法及び精度に応じて、小数点以下 4 桁まで記入する。	(※)
	角度・方位	角度は、ボーリングの削孔方向の鉛直成分が鉛直線となす角度を記入する。方位はボーリングの削孔方向の水平成分について記入し、削孔の方向を真北から右回り 360 度方位法で示す。	(※)
	孔口標高	孔口標高は、測量結果に基づき 1/100m 単位まで記入する。原則 T.P. とする。	(※)
	総削孔長	総削孔長は、削孔したボーリングの全長を 1/100m 単位まで記入する。	(※)
	孔径	削孔孔径を mm 単位で記入する。	(※)
	オリジナルデータリンク	地質情報管理ファイル (BORING.XML)、ボーリングコア写真管理ファイル (COREPIC.XML)、土質試験及び地盤調査管理ファイル (GRNDTST.XML)、その他管理ファイル (OTHRFLS.XML)、報告書管理ファイル (REPORT.XML)、図面管理ファイル (DRAWING.XML)。	(※※)
	改訂履歴	実施期日、理由、実施者氏名等。	
地質情報	土質名 岩石名	未固結の種々の堆積物や岩石などについて、肉眼観察などによって判定された単層単位の土質・岩石名	
	記事(概要)	ボーリング調査による採取した土質・岩石などの主な特徴	
	深度(層厚)	土質・岩石など単層境界毎に孔口からの距離を基に記入する。	(※)
	孔内水位	孔内水位は、毎日の作業開始時の孔内水位を記入し、測定月日を併記する。	(※)
	N 値	N 値は、試験深度、100mm ごとの打撃回数及び打撃回数／貫入量を記入する。	(※)、 JIS A 1219:2013
	土質定数 (土質試験結果)	ボーリングコア等を用いて土質試験を実施して取得した物理特性(粒度分布等)、力学特性(圧密係数、一軸圧縮強さ、粘着力、内部摩擦角)等の土質定数を併記する。	JIS A 1216:2020 等

(※)「ボーリング柱状図作成及びボーリングコア取扱い・保管要領（案）・同解説（平成 27 年 6 月）」一般社団法人全国地質調査業協会連合会・社会基盤情報標準化委員会

(※※)「地質・土質調査成果電子納品要領・同解説（平成 28 年 10 月）」国土交通省大臣官房技術調査課

表 5.4-2 ボーリングモデル（推定・解釈モデル）の属性情報（例）

出典：BIM/CIM 活用ガイドライン（案）第1編 共通編令和3年3月 P90

	項目	概要	参照規格等
管理情報	調査概要	調査名、調査者名、調査担当者名、調査開始期日、調査終了期日	(※1)
	座標位置	平面直角座標系の系番号とX(南北)座標・Y(東西)座標。	(※1)
	地質情報名	地層岩体区分など、属性情報の地質情報名と同じ内容。	(※1)
	オリジナルデータリンク	地質情報管理ファイル(BORING.XML)他	(※1) 表 30 参照
	各ファイル名	属性情報ファイル名	
	改訂履歴	実施期日、理由、実施者氏名等	
属性情報	共通 ID コード	全建設段階にわたって適用できるコードとする。	(※2)
	・工学的地質区分名 ・現場土質名	JIS 規格に基づき色分けを行う。表 31 工学的地質区分名と表示色の例を参照	(※1) JIS A 0206:2013
	深度(層厚)	工学的地質区分名などの境界毎に孔口からの距離を基に記入する。	(※1)
	地質情報	地質平・断面図の凡例に記載されている地質情報のこと、地層・岩体区分名、地質構造、風化帯区分、変質帯区分及び地質学的属性など。 ※目的に応じて弾性波速度値、密度、減衰定数など必要な情報。	(※1)
	堆積(優先)順位	地層・岩体区分で最も下位層からの堆積順位を表す番号など。	
	カラーコードー地質情報対比データ:	テクスチャモデルに使用する地質図などが単色に塗り分けられている場合、ビューアがポイントごとのカラーコードを読み取ることができるならば、対比表によって属性値を判別することが可能となる。	(※1) JIS A 0206:2013

(※1)「地質・土質調査成果電子納品要領・同解説（平成 28 年 10 月）」国土交通省大臣官房技術調査課

(※2)「三次元地盤モデル作成の手引き（平成 28 年 11 月）」（一社）全国地質調査業協会連合会・（一財）日本建設情報総合センター

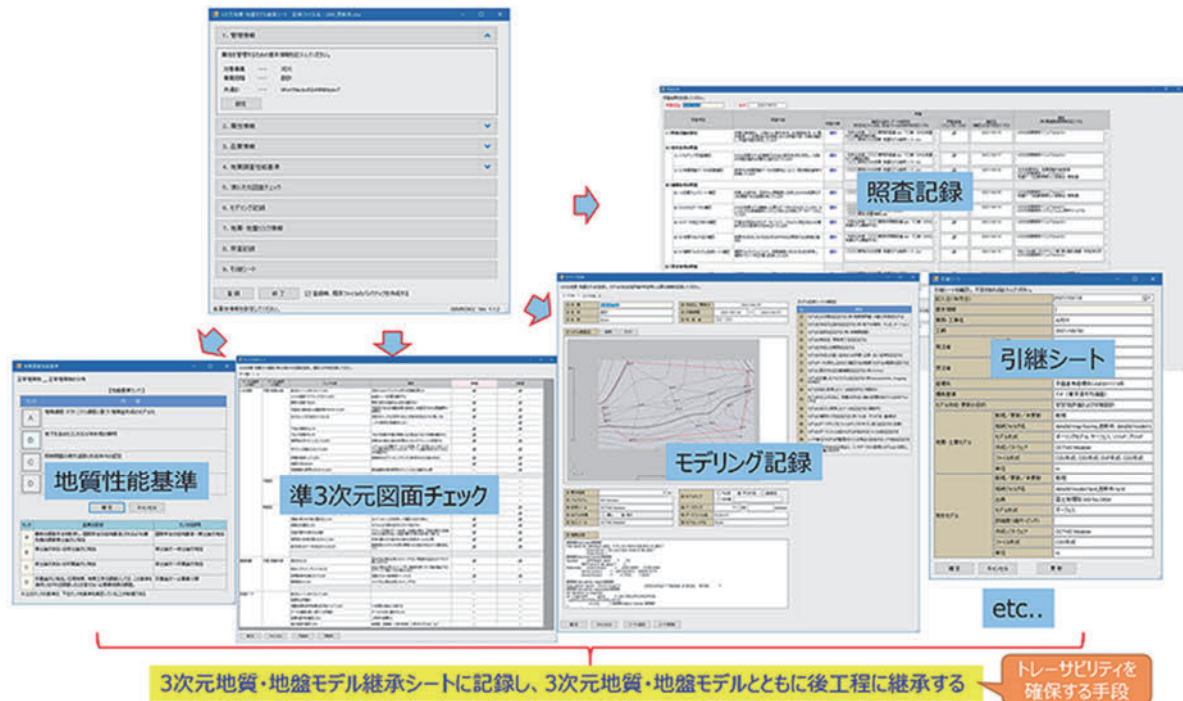


図 5.4-1 「3 次元地質・地盤モデル継承シート」の機能イメージ

出典：3 次元地質解析技術コンソーシアム HP (<https://www.3dgeoteccon.com/>)

5.5 中小企業向けの補助金制度

独立行政法人中小企業基盤整備機構では、「IT 導入補助金 2021*」を設けている。この制度は、中小企業・小規模事業者等が生産性の向上に資する IT ツール（ソフトウェア、サービス等）の導入にかかる経費の一部が補助される期間限定の制度となる。2017 年から毎年実施され、2021 年の募集は、12 月下旬で終了しているため、募集期間については注意が必要である。

・対象者

業種により異なるが、主な業種では次のとおりである。

- ・建設業：資本金 3 億円以下又は常勤従業員が 300 人以下
- ・サービス業：資本金 5,000 万円以下又は常勤従業員が 100 人以下

・補助金額

下表のように、導入するプロセス数や非対面化ツールの導入などにもよるが、BIM/CIM 対応ソフトウェアの導入では、一般的には A 類型の補助（補助率 1/2 以内、30 万～150 万円未満）となる。

	類型	補助率	補助金申請額	プロセス数	非対面化ツール	賃上げ目標
通常枠	A 類型	1/2 以内	30 万～150 万円未満	1 以上	—	加点項目
	B 類型		150 万～450 万円以下	4 以上		必須要件
低感染リスク型 ビジネス枠	C-1 類型	2/3 以内	30 万～300 万円未満	2 以上	必須	加点項目
	C-2 類型		300 万～450 万円以下			必須要件
	D 類型		30 万～150 万円以下			加点項目

・対象ソフトウェア

IT 導入支援事業者（コンソーシアム含む）が取り扱う登録済の IT ツールが対象となる。

※一般社団法人 サービスデザイン推進協議会、IT 導入補助金 2021 (<https://www.it-hojo.jp/>)
2022 年度の補助金詳細については、一般社団法人 サービスデザイン推進協議会のホームページ参照のこと (<https://www.servicedesign-engineering.jp/>)

