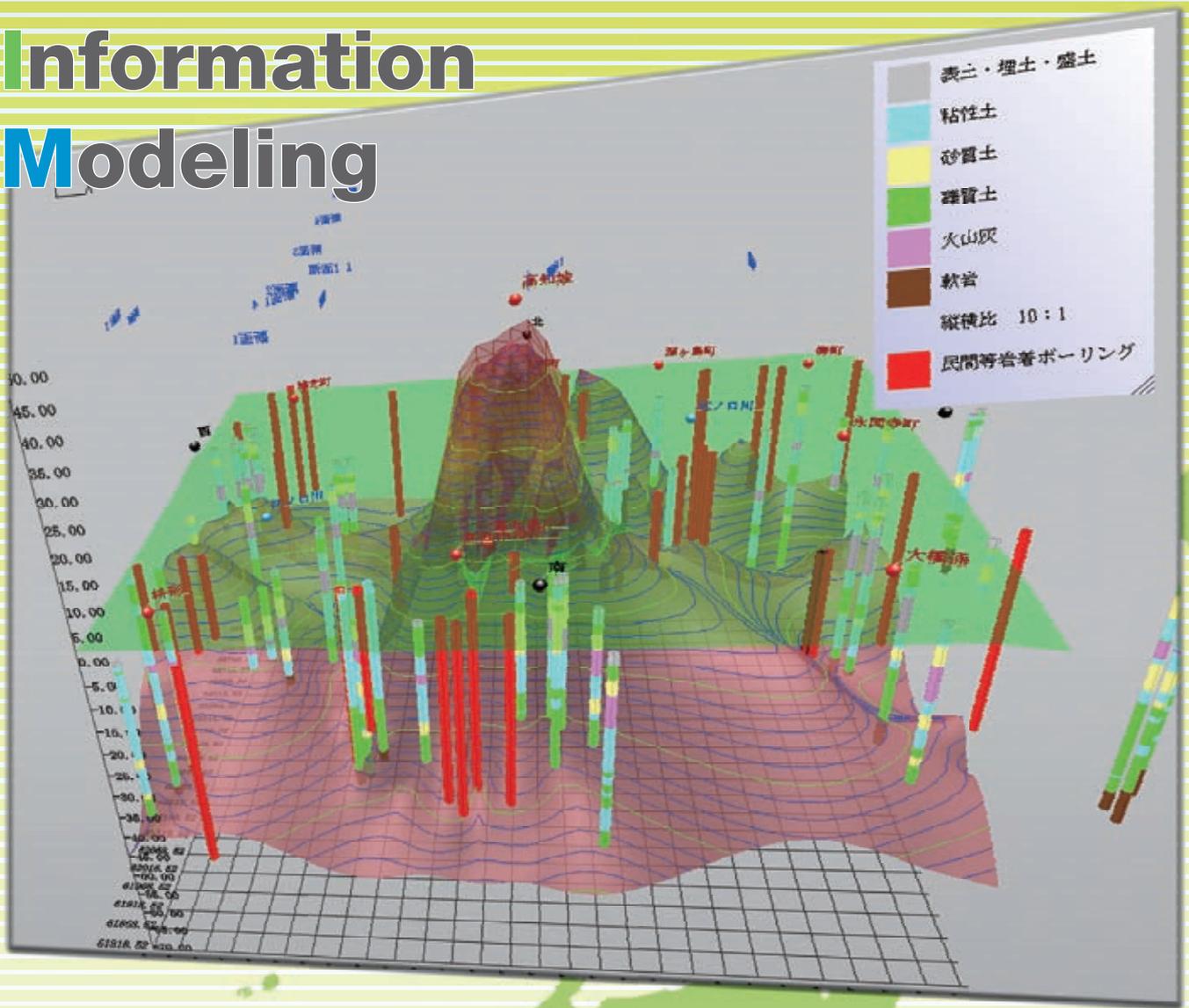


# CIM対応ガイドブック

## -地質調査版-

Construction  
Information  
Modeling



# CIM 対応ガイドブック ー地質調査版ー

## 目 次

1. はじめに	1
2. CIMとはどのようなものでしょうか？	2
3. CIMではどのようなデータを作成するのでしょうか？(1)	3
4. CIMではどのようなデータを作成するのでしょうか？(2)	4
5. CIMにおけるデータ作成手順はどの様になるのでしょうか？	5
6. CIM導入に向けてどのような準備が必要なののでしょうか？(1)	6
7. CIM導入に向けてどのような準備が必要なののでしょうか？(2)	7
8. CIM業務における積算の考え方は？	8
〈資料編〉	
1. CIMの概要	9
1.1 CIMとは	9
1.2 国土交通省の取り組み	12
1.3 その他機関における取り組み	18
2. CIMモデル事業の状況	20
3. 地質調査におけるCIM適用事例	23
3.1 CIMにおける地盤情報の位置付け	23
3.2 CIMモデル構築の流れ	24
3.3 地質調査におけるCIM適用案	25
4. CIM対応における課題	31
4.1 CIM実施のための環境整備上の課題	31
4.2 CIM実施目的の明確化	32
4.3 CIM利活用のための情報管理上の課題	32
5. CIM導入に向けての準備	34
5.1 ハードウェアの準備	34
5.2 ソフトウェアの準備	35
5.3 オペレータ・利用者育成	35
5.4 業務フローの見直し	36
6. CIM対応業務における積算の考え方	38
6.1 一般的事項	38
6.2 構造物基礎調査	39

6.3 地すべり調査 .....	40
6.4 トンネル調査 .....	41
6.5 属性情報について .....	42
7. おわりに .....	43

## 1.はじめに

国土交通省では、CALS/ECの問題点等を改善・発展させたCIMの導入を進めようとしています。CIMでは、“属性を付与した3次元モデル”を構築・利用する事を前提としており、ICTを駆使して設計から維持管理に至る業務の改善・効率化・品質・環境性能向上、ライフサイクルコスト縮減等を目指しています。

更にCIMでは、単に“属性を付与した3次元モデル”を構築し、活用するだけでなく、CALS/ECの各フェーズ間におけるデータ受け渡しという流れから“全ての関係者が構築した3次元モデルにより情報を共有する”という流れに大きく変わる事になります。この様にCIMの導入では、業務の流れ・成果等が大きく変わる事が予想されており、この変革に対応していく必要があります。

本書では、CIMの概要や地質調査の場面における利活用の事例について紹介しております。CIMに携わるご担当者向けのガイドブックとして多くの方々にご活用いただければ幸いです。

平成26年10月

一般社団法人全国地質調査業協会連合会

## 2.CIMとはどのようなものでしょうか？ <Construction Information Modeling>

### － CIMの位置付け －

国土交通省では、建築分野での“BIM”を建設分野に拡大導入し、計画・調査・設計段階から3次元モデルを導入し、その後の施工、維持管理の各段階においても3次元モデルに連携・発展させ、あわせて事業全体にわたる関係者間で情報を共有することにより、一連の建設生産システムの効率化・高度化を図るものと位置付けています。

### － CIMに期待されていること －

最新のICT（Information and Communication Technology）技術を活用して建設生産システムの計画、設計、施工、管理の各段階において情報を共有することにより、効率的で質の高い建設生産システムを構築することで、ミスや手戻りの大幅な減少、単純作業の軽減、工程短縮等、事業効率や経済効果に加え、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ています。

### － CIM導入による効果 －

CIMの導入により、以下に示す効果が期待されています。

- ① 情報の利活用（設計の可視化）
- ② 設計の最適化（整合性の確保）
- ③ 施工の高度化（情報化施工），判断の迅速化
- ④ 維持管理の効率化，高度化
- ⑤ 構造物情報の一元化，統合化
- ⑥ 環境性能評価，構造解析等を目指す

### － BIMについて －

“BIM”とは、**B**uilding **I**nformation **M**odelingの略称で、建築分野では活用が進められており、構造物を3次元形状でモデリングし、材料・部材の仕様を始め型番・コストや場合によっては施工手順情報など、様々な属性情報を付与したモデルを構築・活用する事をいいます。3次元モデルの利活用により、構造物の干渉確認をはじめ、完成形モデルを確認しながらの合意形成等への活用や属性情報を利用した部材数量・金額の自動算出などが行えるなど様々なメリットがあります。

### 3.CIMではどのようなデータを作成するのでしょうか？(1)

#### － CALS/ECとの違い －

##### 【CALS/EC】

電子納品要領（案）に則り、報告文、ボーリング柱状図、地質平面図、地質断面図、コア写真、土質試験及び地盤調査、現場写真、その他の地質・土質調査成果を作成し納品。データは“各フェーズ間におけるデータの受け渡し”。



##### 【CIM】

電子納品要領（案）に則った成果品の他に、“属性を付与した3次元モデル”を構築し納品。データは、全ての関係者が同一の3次元モデルにより情報を共有する方向を目指していることから、“共通するデータを取りに行く”という流れに変わる。

#### － CIMにおける作成データ1 －

- ◆ 計画段階から施工・維持管理まで利用される共有データは“属性を付与した3次元モデル”になります。このため、今までのボーリング柱状図、地質平面図、地質断面図等の作成から、3次元の地盤モデルの作成に変わります。
- ◆ 3次元モデル作成にあたっては、地質平面図、地質断面図を基に作成するのではなく、まず、3次元地盤モデルを作成し、作成した3次元モデルより地質平面図や地質断面図の成果品を作成する流れが想定されています。
- ◆ 弾性波探査結果などについても、地盤モデルと同様に3次元モデルを作成し、3次元モデルより2次元断面図を作成する事が予想されます。
- ◆ 作成された3次元モデルは、そのまま安定解析など各種解析に活用することを想定しています。

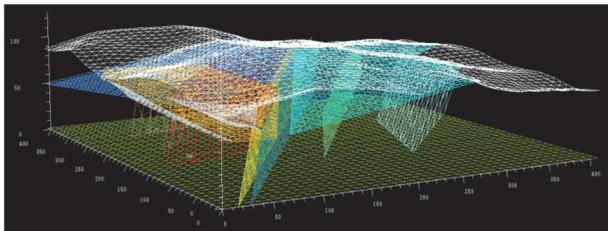
CIMでは“属性を付与した3次元モデル”を共有・活用する事が前提となっている事から、地盤モデルについても属性を付与したモデルを作成する事となります。地層名や速度層など単純な属性については、各地層を構成するデータに付与すれば問題ありませんが、土質試験結果や原位置試験結果など、いわゆる“点”の情報を地層全体に付与する事は不相当と思われる。このため、ボーリング柱状図情報を始め“点”に関する情報は別に管理する事も考えなければなりません。

この様に、未だ不確定な部分が多々ありますので、“点”情報等については、付与方法等確定後に容易に活用できるよう、きちんと管理しておくことが重要です。

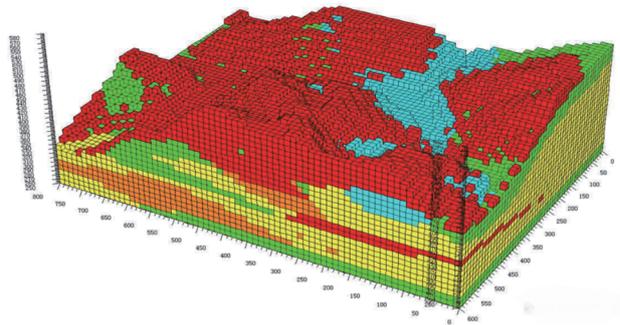
## 4.CIMではどのようなデータを作成するのでしょうか？(2)

### － CIMにおける作成データ2 －

地盤の3次元モデルと一言で表しても、様々な種類のモデルが考えられ、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”や地層を細かい“立方体の集合”として表現した“ボクセルモデル”、地層そのものをひとつの“立体”として表現した“ソリッドモデル”など様々です。また、柱状図を3次的に投影したモデルも3次元モデルと言えるでしょう。

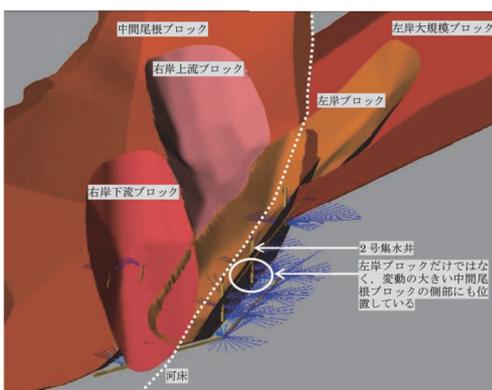


サーフェスモデルの例

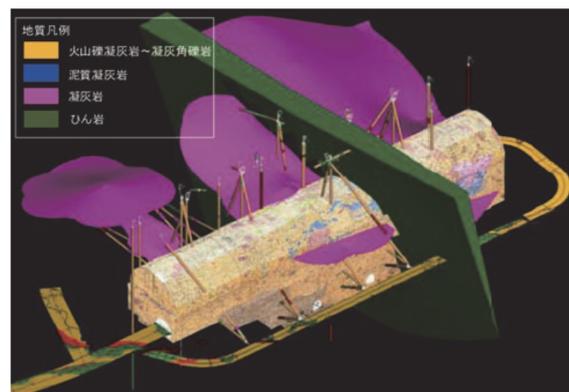


ボクセルモデルの例

CIMで作成する3次元モデルは、目的に応じてこれらモデルを作成仕分ける事が想定されます。例えば、構造物の基礎調査の場合はサーフェスモデルで十分目的を達成できますし、土量算出等を目的とした場合はボクセルモデル等を構築する必要がありますでしょう。また、業務の進捗に応じ、初期段階ではサーフェスモデルを作成し、事業の進展に伴いボクセルモデルを作成していく場合もあるでしょう。



地すべりの3次元モデル例

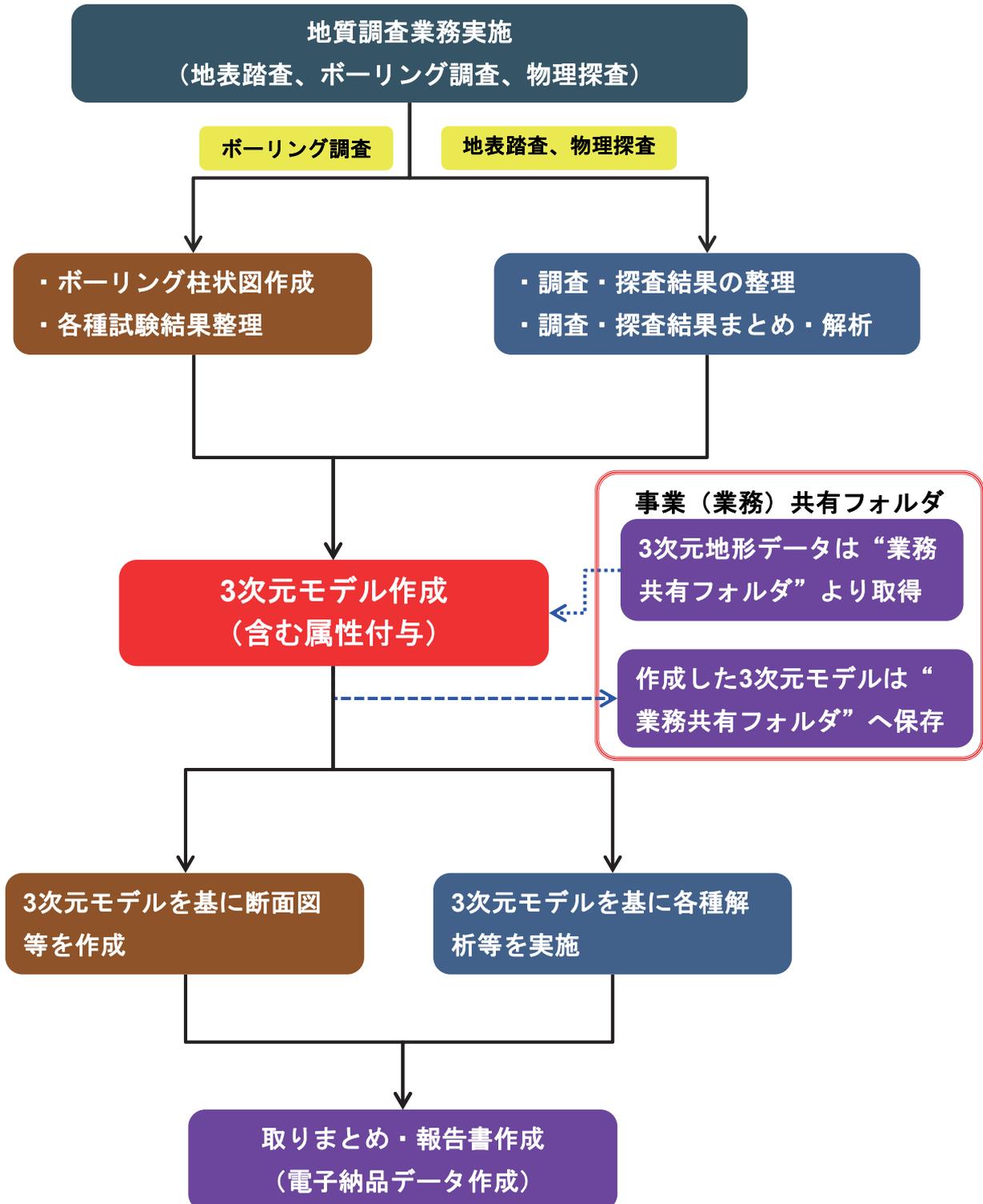


トンネル（地下空洞）の3次元モデル例

サーフェスモデルと比較し、ボクセルモデルはデータ容量も大きくなりますし作成には時間も要します。地すべりの3次元モデルもすべり面やブロックを把握する目的であればサーフェスモデルがでも十分対応できます、3次元安定解析や対策工の詳細設計を行う場合はボクセルモデル等が適していると考えられます。この様に業務それぞれの目的に応じた3次元モデルを作成する事が肝要となります。

## 5.CIMにおけるデータ作成手順はどのようになるのでしょうか？

地質調査に関する内容について、現時点では何も決まっていない状況です。モデル事業においても、“地盤の3次元モデル構築が可能な市販ソフトを用いて行ってみた”というレベルに止まっています。このため、現時点で知り得る情報を基にデータ作成手順を示します。



## 6.CIM導入に向けてどの様な準備が必要なのでしょうか？(1)

### － ハードウェアの準備 －

CIMでは、属性を付与した3次元モデルを取り扱うこととなります。このため、3次元対応のアプリケーションや、3次元モデルを容易に取り扱える高性能なハードウェアが必要となります。現状BIM等に対応しているアプリケーションの動作環境を参考にすると下記の様な性能を有するコンピュータが必要となります。

- ・ OS : Windows7, Windows8/8.1 64Bit版
- ・ CPU : クロック数が高く、コア数も多い程適している
- ・ メモリ : 8GB以上
- ・ グラフィックカード : 1600×1200 True Color 推奨、複数モニタ対応  
グラフィックメモリ1GB以上搭載
- ・ ディスプレイ : PC1台につき2台

#### 【留意事項】

- ・ データの大容量化に対応した大容量ハードディスクドライブ等の準備
- ・ 大容量データの読み書きを考慮しSSDなどの導入検討
- ・ 大容量データを安定的に取り扱うためディスクフォーマットのNTFSへの統一

### － ソフトウェアの導入時期 －

#### 【現 状】

- ◆ 国土交通省実施のモデル事業では、“BIM 対応”をうたっている市販アプリケーションソフトなどを利用している
- ◆ 国土交通省「官庁営繕事業における BIM モデルの作成及び利用に関するガイドライン」では“CAD フォーマット”という記載のみ ⇒ フォーマットは決まっていない
- ◆ BIM では IFC (Industry Foundation Classes) という標準的なデータフォーマットが存在し、このフォーマットを活用できるアプリケーションソフトを利用する事になる可能性もあり
- ◆ 近年“CIM 対応”を掲げているアプリケーションソフトウェアも見受けられるが、フォーマットは各ソフトウェアベンダーの独自フォーマットが基本
- ◆ 地盤の 3 次元モデル作成に対応しているアプリケーションソフトや、連動した解析用アプリケーションソフトについても、ほとんど存在しない

#### 【ソフトウェアの導入時期は？】

- ◆ モデル事業など“今すぐ”対応する必要がある場合  
⇒ 現時点で 3 次元地盤モデルの作成可能なアプリケーションを導入。ただし、設計等にも利用出来る汎用性の高いアプリケーションが望ましい
- ◆ 今後の導入を検討する場合  
⇒ フォーマットや属性等詳細についてはこれから決定される事から、CIMの動向やアプリケーションの対応予定等を十分見据えながら決定。

## 7.CIM導入に向けてどのような準備が必要なのでしょうか？(2)

### － 技術者・オペレータの教育・訓練 －

#### 【CIM業務におけるデータ取り扱い】

- ◆地盤3次元モデル作成 ⇒ 3次元モデルを基に2次元地質断面図等を作成
  - ◆測量～調査～設計～維持管理まで同一モデルを活用
    - ⇒ 設計・施工等の情報が付与されたモデルの取り扱う必要性あり
- 3次元モデルを取り扱えるアプリケーションの活用が必須！！**

#### 【CIM業務で求められるスキル】

- ◆3次元モデル作成アプリケーションを使用した3次元地盤モデル作成技術
- ◆設計・施工データ等を含めた3次元モデルを取り扱えるアプリケーション操作技術

#### 【スキル取得のためには】

- ◆社内における教育・訓練（継続的教育訓練の実施）
- ◆外部機関による講習会参加等

#### 【留意事項】

- ・3次元モデル作成アプリケーション技術取得には時間を要する
  - ⇒ アプリケーションの導入時期を含め計画的な実施が必要
- ・CIM業務遂行を含め社内教育には情報技術に秀でた人材の活用が不可欠
  - ⇒ 「地質情報管理士」の資格取得・活用を推奨

### － その他準備事項 －

#### 【現時点で確認・想定されている懸念事項】

- ◆3次元地盤モデルの作成
  - ⇒ 専門技術者が自ら作成対応（オペレータだけでは作成不可能）
- ◆3次元地盤モデルから2次元地質断面図等の作成
  - ⇒ モデル事業では成果品として求められるデータの出力がうまくできない事が確認されている
  - ⇒ 3次元モデルから2次元断面出力後、手作業でのデータ追加作業が発生
- ◆3次元モデルによるデータ容量増加
  - ⇒ データ共有の方法見直し（コピー等でデータをやりとりするにはデータ量が大きすぎる）

- ◆今までの業務フローでは対応できない部分が多々確認・想定されている
  - ⇒ **CIM対応の業務フロー構築が必要**

## 8.CIM業務における積算の考え方は？

CIM業務において、標準歩掛かり等を作成するのは非常に難しい問題です。このため、積算に漏れがないようにするためには、事前に各業務内容に対する業務フローや、調査対象地域の地質条件等を十分精査・検討し、準備しておくことが重要です。

### － 基本的な考え方 －

#### 【3次元モデル作成等における積算の考え方】

##### ◆3次元モデル作成に考慮すべき事項

- ・モデル作成のエリア（面積が広い程時間を要する）
- ・作成する地層数（地層数が多い程時間を要する）
- ・地質構造の複雑さ（構造が複雑な程時間を要する）
- ・地下水分布や地すべりブロック作成など作成モデル数  
（モデル数が多い程時間を要する）
- ・付与する属性情報の種類・量（種類・量が多い程時間を要する）

これら様々な要因を考慮しながら積算する必要があります

##### ◆その他考慮すべき事項

- ・ボーリング調査や原位置試験情報など“地点”や“点”の情報数  
（情報数が多い程時間を要する）
- ・各種解析作業へのデータ出力や出力データ数  
（解析用アプリケーションとの互換性が無い場合や出力するデータ数が多い程時間を要する）

基礎工の解析や液状化予測、地すべり安定解析など、各種解析を行う場合については、3次元モデルより情報を出力する必要があります。この場合も、3次元で出力し解析を行うのか、2次元断面で行うのか等の条件や、解析アプリケーションとのデータ関係、結果の情報付与など様々な“手間”が発生します。これらに係わる時間を十分考慮して積算する必要があります。

#### 【CIM業務の電子納品データ作成における積算の考え方】

##### ◆既存業務と変わらないデータ

- ・ボーリング柱状図・土質試験結果など（原則既存業務で実施している成果品）

##### ◆新たに考慮すべきデータ

- ・2次元の地質平面図・地質断面図など3次元地盤モデルより作成するデータ

3次元モデルより出力されるデータのままで、成果品の仕様を満たさないため、柱状図の標記やコマーシャルなど追加加工を行う必要があります。これら追加作業分を考慮する必要があります。

## <資料編>

### 1. CIMの概要

#### 1.1 CIM (Construction Information Modeling) とは

「CIM」とは、計画・調査・設計の段階において3次元モデルを導入し、その後の施工、維持管理の各段階においても3次元モデルに連携・発展させるとともに、作成した3次元モデルを一元的に共有・活用することで、一連の建設生産システムの効率化・高度化を図るものです。

##### (1) CIMにおける3次元モデルとは

単に、コンピュータ上に構造物を精緻に表現するだけでなく、地形・地質情報、材料・部材の仕様・性能・数量、コスト情報等の実構造物としての属性情報、調査から施工・維持管理段階における計測情報、および各種履歴情報の集合体を3次元モデルで構築することです。

建設生産システムの各プロセスの関係者は、ICT (Information and Communication Technology) を駆使して、3次元モデルを共有し、比較・解析・変更・情報の追加を行い、モデルを発展させながら活用していくことを想定しています。

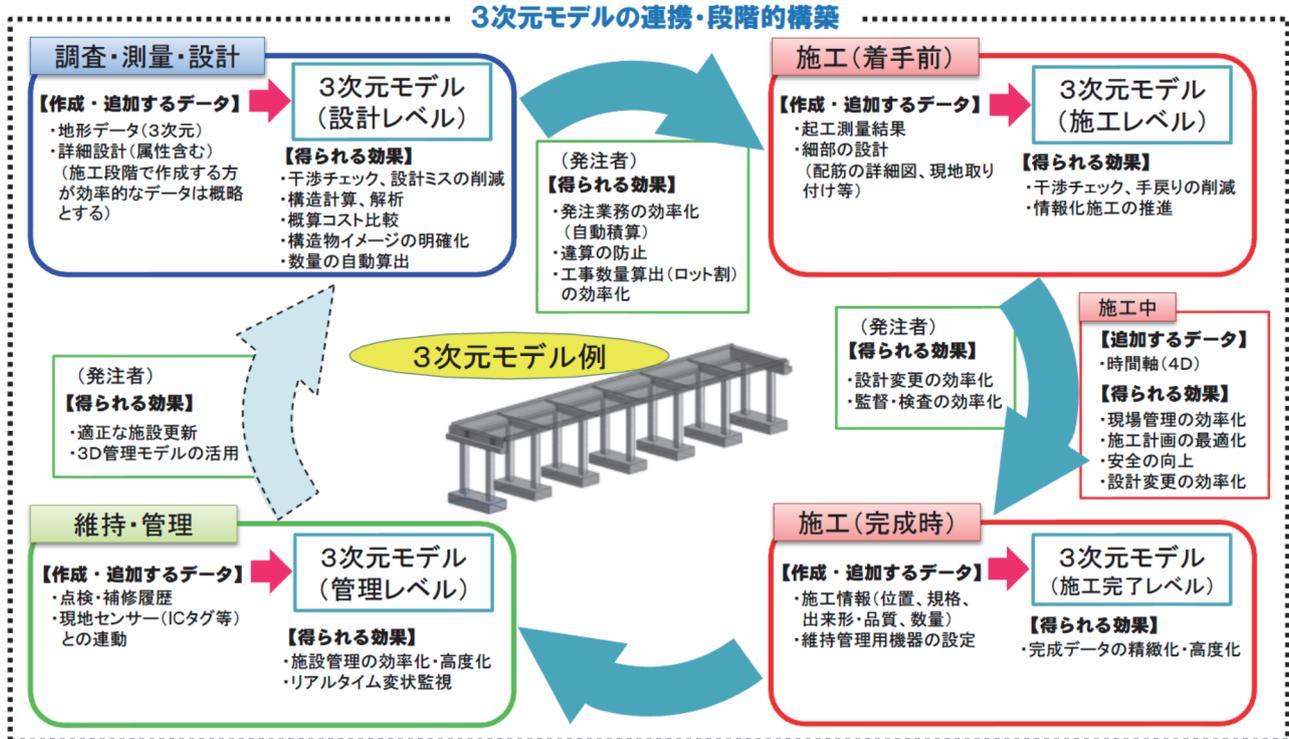


図 1-1 CIMの概念

※白土正美：国土交通省におけるCIMの取り組みについて、平成25年度第1回JACICセミナー 建設情報分野の新しい動き2013, pp.14

## (2) BIM (Building Information Modeling)とCIM

BIMとは、コンピュータ上に作成した3次元の形状情報に加え、室等の名称や仕上げ、材料・部材の仕様・性能、コスト情報等、建物の属性情報を併せもつ建物情報モデル (BIMモデル) の構築・活用により、設計～施工、維持管理に至るまでの建築ライフサイクルのあらゆる工程で効率化を図るものです。CIMは、建築分野でのBIMを建設分野に拡大したものと捉えることもできます。

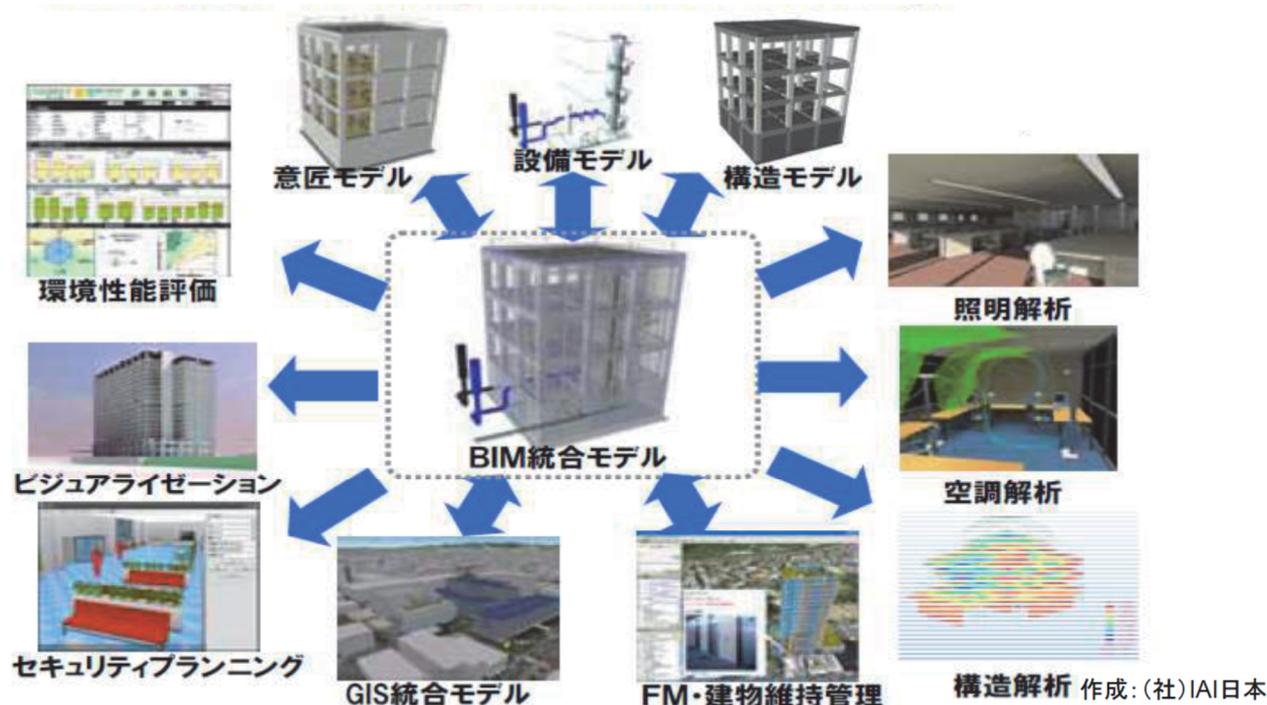


図 1-2 BIMの概要

## (3) CALS/ECとの関係

国土交通省が取り組んできたCALS/EC「公共事業支援統合情報システム」は、従来は紙で交換されていた情報を電子化するとともに、ネットワークを活用して各業務プロセスをまたぐ情報の共有・有効活用を図ることにより公共事業の生産性向上やコスト縮減等を実現するための取り組みです。具体的には、以下のような取り組みにより、業務を構成するひとつひとつの作業や情報交換等の手続きの電子化が進みました。

- ・ 電子入札、入札契約情報システム
- ・ 電子納品
- ・ 公共工事の情報共有システム (ASP)
- ・ 情報化施工 など

CIMでは、CALS/ECにおいて作成された個々の情報の集合体を、業務全体の一貫的な情報として3次元モデルとして構築し、それを関係者で共有化していきます。

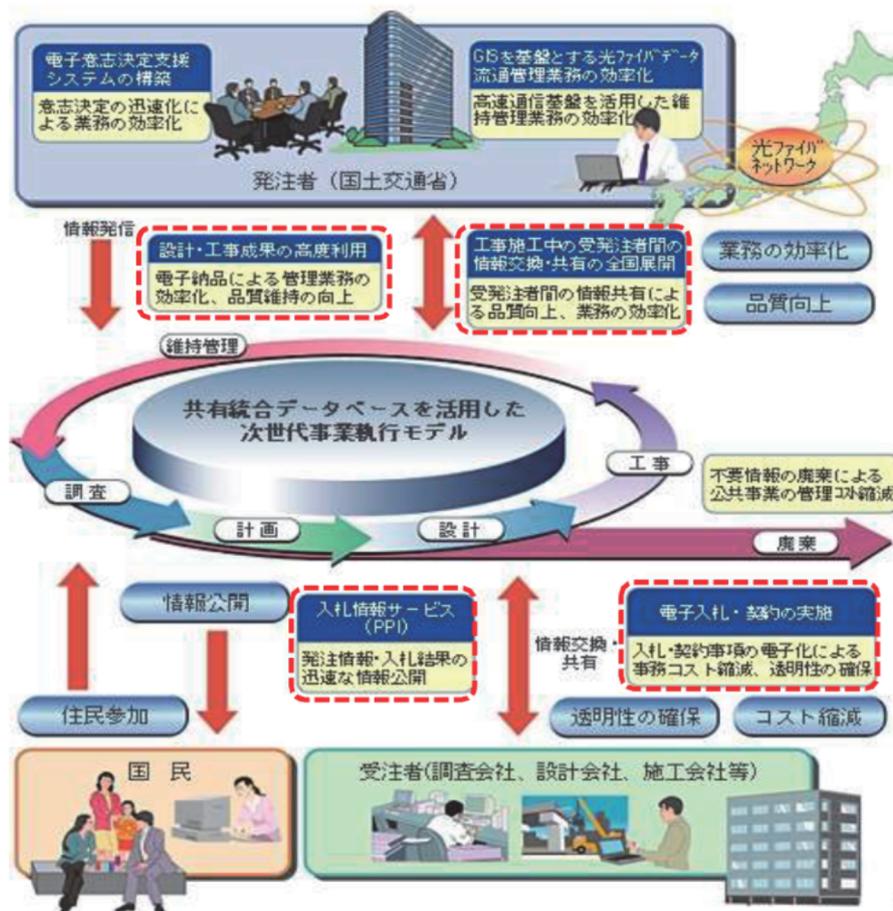


図 1-3 目指してきたCALS/ECのイメージ  
 ※国土交通省 CALS/ECアクションプログラム2008

#### (4) CIMが目指すもの

CIMの効果として、以下のような点が期待されています。

- ① 情報の利活用による設計の可視化
- ② 設計の最適化（整合性の確保）
- ③ 施工の効率化、高度化（情報化施工）、判断の迅速化
- ④ 維持管理の効率化、高度化
- ⑤ 構造物情報の一元化、統合化
- ⑥ 環境性能評価、構造解析等高度な技術解析の適用

さらに、上記の期待効果の先として、社会資本を取り巻く変化へ対応することを目指しています。

- ①限られた公共投資の中、効率的な社会資本整備（コスト削減、工期短縮等）
- ②ストック型社会への転換に向けた社会資本整備（アセットマネジメント等）
- ③地球環境の保全、環境に配慮した社会資本整備環境（アセスメント、LCA、リサイクル等）

CIMは、Construction Information Modelingの略称ですが、目指す方向性から、単なるモデ

ル化と情報共有だけではなく、マネジメント（Construction Information Management）として捉えられることもあります。

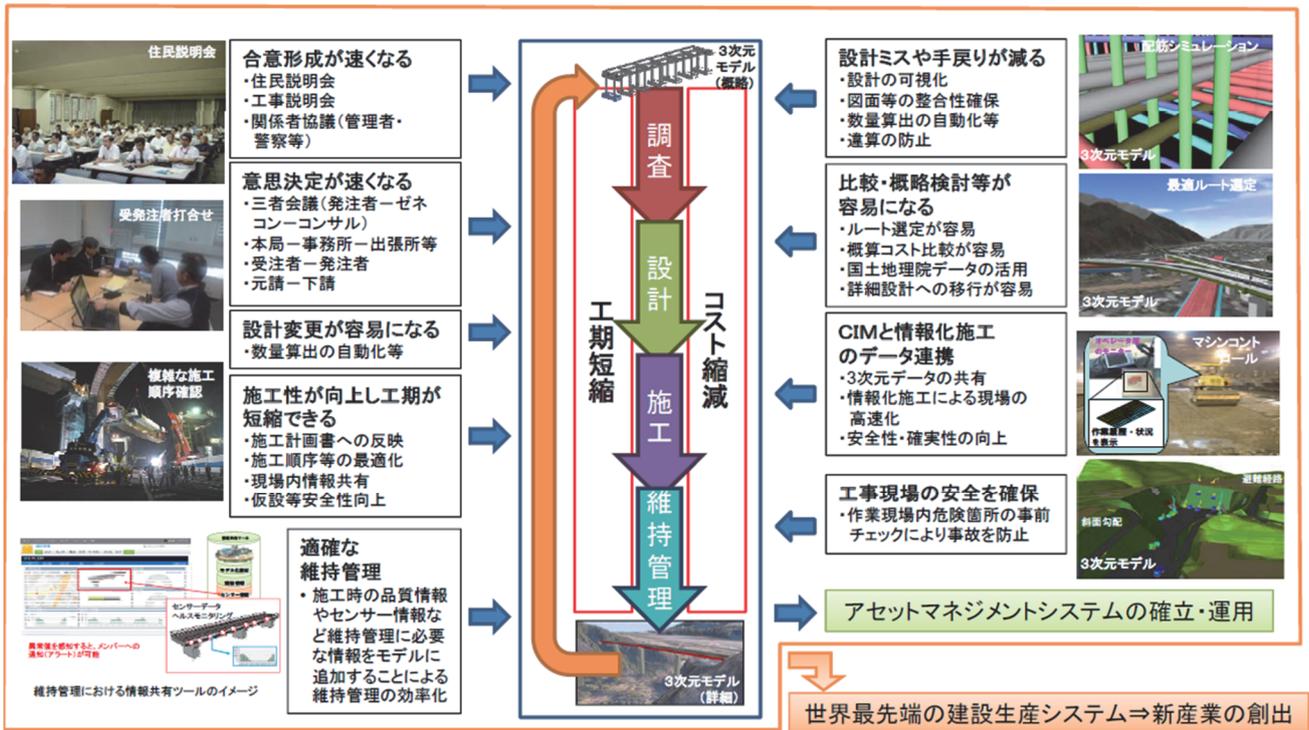


図 1-4 CIM導入による効果

※国土交通省HP“CIMの概要”より <http://www.mlit.go.jp/tec/it/pdf/cimnogaiyou.pdf>

## 1.2 国土交通省の取り組み

### (1) 「建設CALS整備基本構想」：CALS/ECへの取組

国土交通省における土木分野でのICT（情報通信技術）の活用としては、事業執行の効率化などを目指して平成8年度に「建設CALS整備基本構想」を策定し、以来、アクションプログラムに基づきCALS/ECとして取り組みがされてきました。

この間、電子納品、情報化施工、情報共有システムなどの取組が推進されました。



図 1-5 CALS/ECの取り組み

※国土交通省CALS/ECアクションプログラム2008

## (2) BIMへの取り組み

平成22年度よりBIM導入の試行が開始されました。平成26年3月には、国土交通省官庁営繕部より、「官庁営繕事業におけるBIMモデルの作成および利用に関するガイドライン」が公表されました。このガイドラインは、平成26年度から官庁営繕事業（設計業務及び工事）において、受注者の自らの判断でBIMを利用する場合や、技術提案に基づく技術的な検討を行うにあたってBIMを利用する場合等に適用されるものです。

(※[http://www.mlit.go.jp/report/press/eizen06\\_hh\\_000019.html](http://www.mlit.go.jp/report/press/eizen06_hh_000019.html))

## (3) 第3期国土交通省技術基本計画（H24～H28）

平成24年12月に策定された、「第3期国土交通省技術基本計画」では、7つの重点プロジェクトが掲げられています。このプロジェクトのうち、「Ⅶ. 建設生産システム改善プロジェクト」において、CIMの概念を通じ、建設生産システムのブレークスルーを目指すとしています。

(※[http://www.mlit.go.jp/report/press/kanbo08\\_hh\\_000209.html](http://www.mlit.go.jp/report/press/kanbo08_hh_000209.html))

### 今後取り組むべき技術研究開発と重点プロジェクトの関係

今後取り組むべき技術研究開発（1）

★安全・安心の確保

- 災害に強いレジリエントな国土づくりプロジェクト
- 社会資本維持管理・更新プロジェクト
- 安全・安心かつ効率的な交通の実現プロジェクト

今後取り組むべき技術研究開発（2）

★持続可能で活力ある国土・地域の形成と経済活性化

- 海洋フロンティアプロジェクト
- グリーンイノベーションプロジェクト
- 安全・安心かつ効率的な交通の実現プロジェクト(再掲)

今後取り組むべき技術研究開発（3）

★共通基盤の創造

- 国土・地球観測基盤情報プロジェクト
- 建設生産システム改善プロジェクト

図 1-6 第3期国土交通省技術基本計画における7つの重点プロジェクト

※国土交通省：第3期国土交通省技術基本計画，pp.19.

## 「Ⅶ. 建設生産システム改善プロジェクト」

公共事業の計画から調査・設計、施工、維持管理そして更新に至る一連の過程において、ICTを駆使して、設計・施工・協議・維持管理等に係る各情報の一元化及び業務改善による一層の効果・効率向上を図り、公共事業の品質確保や環境性能の向上、トータルコストの縮減を目指す。とりわけ、建築分野において導入の進むBIM (Building Information Modeling)の要素を建設分野に取り入れたCIM(Construction Information Modeling)の概念を通じ、建設生産システムのブレイクスルーを目指す。施工段階においては、ICTやロボット技術等を活用した情報化施工・無人化施工等の更なる高度化に向け、産学官が連携して技術研究開発を進め、安全性・作業効率・品質の向上を目指す。

※国土交通省：第3 期国土交通省技術基本計画， pp. 20.

### (4) 情報化施工推進戦略（H25～H29）

平成25年3月に策定した「情報化施工推進戦略」において、情報化施工に関連するデータ利活用に関する重点目標の中で、「CIM導入の検討と連携」を掲げています。

(※[http://www.mlit.go.jp/report/press/sogo15\\_hh\\_000086.html](http://www.mlit.go.jp/report/press/sogo15_hh_000086.html))

#### ① 情報化施工に関連するデータの利活用に関する重点目標

情報化施工の効果がより一層得られるよう、情報化施工の特性を踏まえた、従来の手法に代わる施工管理、監督・検査の実現と設計や維持管理に関する技術基準の見直しを目指す。また、CIM導入の検討と連携し、CIMにより共有される3次元モデルからの情報化施工に必要な3次元データの簡便で効率的な作成や、施工中に取得できる情報の維持管理での活用を目指す。

※国土交通省：情報化施工推進戦略， pp. 35.

### (5) CIM導入への具体的取り組み

#### ① CIM制度検討会（H24.8～）

CIM導入に向けて、以下の目的で平成24年8月に「CIM制度検討会」が立ち上がりました。これは、国土交通省本省や地方整備局、国土総合技術政策総合研究所などを中心に、全国地質調査業協会連合会や土木学会など民間団体のメンバーも含め、現行制度・基準などについての課題整理やCIM導入促進に向けての検討を開始しています。

この検討会は、平成24年7月に発足したJACICが取りまとめ役を務める「CIM技術検討会」と連携し、それぞれが役割分担を行い、産官学一体となってCIM 実現に向けて進もうとしています。「CIM技術検討会」のメンバーは、全国地質調査業協会連合会、全国測量設計業協会連合会、建設コンサルタンツ協会など、CIMに関連する11機関がメンバーとなり3次元モデルをはじめ様々な技術的検討を始めています。

表 1-1 産官学が一体となった検討体制の構築

1) 民間を主体とした 技術開発の検討	2) 官がとりまとめる 制度検討	3) モデル事業等での 試行の実施
<p style="text-align: center;"><b>CIM 技術検討会</b> (H24.7.4～)</p> <p><b>[目的]</b> CIMを実現するため、三次元オブジェクト等を活用し、様々な技術的な検討を行う</p> <p><b>[メンバー]</b> JACIC、先端建設技術センター、機械施工協会総合研究所、物価調査会、経済調査会、国土技術研究センター、日本建設業連合会(土木)、全国建設業協会、建設コンサルタンツ協会、全国測量設計業協会連合会、全国地質調査業協会連合会、 (オブザーバー:国土交通省、国総研、国土地理院、土木研究所)</p> <p><b>[検討事項]</b> 1) 設計、施工、維持管理に関する技術開発の方向性の検討 2) CIM実用化に向けた人材育成方針の検討 3) 施行业務についてサポート体制の検討、試行結果のフォロー 4) データモデル、属性データに関する技術的検討 等</p>	<p style="text-align: center;"><b>CIM 制度検討会</b> (H24.8.10～)</p> <p><b>[目的]</b> 建設生産プロセス全体(調査・測量・設計、積算、施工・監督・検査、維持・管理)にCIMを導入するために現行の制度、基準等についての課題を整理・検討し、CIMの導入を推進する</p> <p><b>[メンバー]</b> 国土交通本省、地方整備局、国総研、国土地理院、土木研究所、建築研究所、土木学会、建築学会、日本建設業連合会、全国建設業協会、建設コンサルタンツ協会、全国測量設計業協会連合会、全国地質調査業協会連合会 (オブザーバー:JACIC、先端建設技術センター、機械施工協会総合研究所)</p> <p><b>[検討事項]</b> 1) CIMの導入に向けた現行建設生産プロセスにおける課題検討 2) 建設生産プロセスの効率化を図るための各段階におけるCIMのレベル検討 3) CIM導入のための制度、基準等の検討</p>	<p style="text-align: center;"><b>設計段階での試行</b></p> <p>道路詳細設計、橋梁設計、トンネル設計などでCIM導入による効果の検証、課題の抽出などを目的とした試行を実施する。 H24年度、全国直轄事業のうち11件をモデル事業とし、設計業務からの試行を実施した。</p> <p style="text-align: center;"><b>施工段階における課題の抽出</b></p> <p>H25年度、設計から施工に受け渡すデータの検証、CIMによる施工管理の有効性や課題を抽出するため、3Dモデルを活用したモデル工事において効果等を検証する。また、モデル工事以外の工事について拡大を検討する。</p>

※白土正美：国土交通省におけるCIMの取り組みについて、平成25年度 第1回JACIC セミナー 建設情報分野の新しい動き2013, pp.15

② モデル事業等での試行の実施 (H24～)

平成24年度よりCIMの試行としてモデル事業が実施されています。平成24年度では、詳細設計を対象とした全国11のモデル事業を実施しており、対象は橋梁が6事業と最も多く、土工関連2事業、調整池・トンネル・地盤改良がそれぞれ1事業となっています。

平成25年度においても、領域を拡大しながらモデル事業を継続実施しており、CIM 実現へ向けた検証を行っています。

表 1-2 H25モデル事業（試行业務）実施状況

事業区分	業務区分	実施数量
道路	予備設計	4件
	詳細設計	12件
河川	概略設計	1件
	詳細設計	2件
計		19件

③ 全国CIM担当者会議の立上げ (H25.06)

実務者レベルでの情報共有、現場の声を制度設計に反映させる、早い段階でCIMを現場に浸透させる等を狙いとして、各地方整備局の企画部職員のほか、国土技術政策総合研究所の担当者らによる全国担当者会議を設置しています。

#### ④ CIM導入スケジュール

CIM導入のスケジュールと検討項目（ロードマップ）については適宜見直しながらか進める事となっています。平成25年度の第4回CIM制度検討会で示されたロードマップ見直し案を図1-7に示します。

このロードマップによると、平成26年度より“利活用試行”段階に入り、平成27年度半ばより“適用試行導入”を開始するとともに、平成28年度には“CIM導入ガイドラインの策定”を経て本格導入へと移行する事となっています。

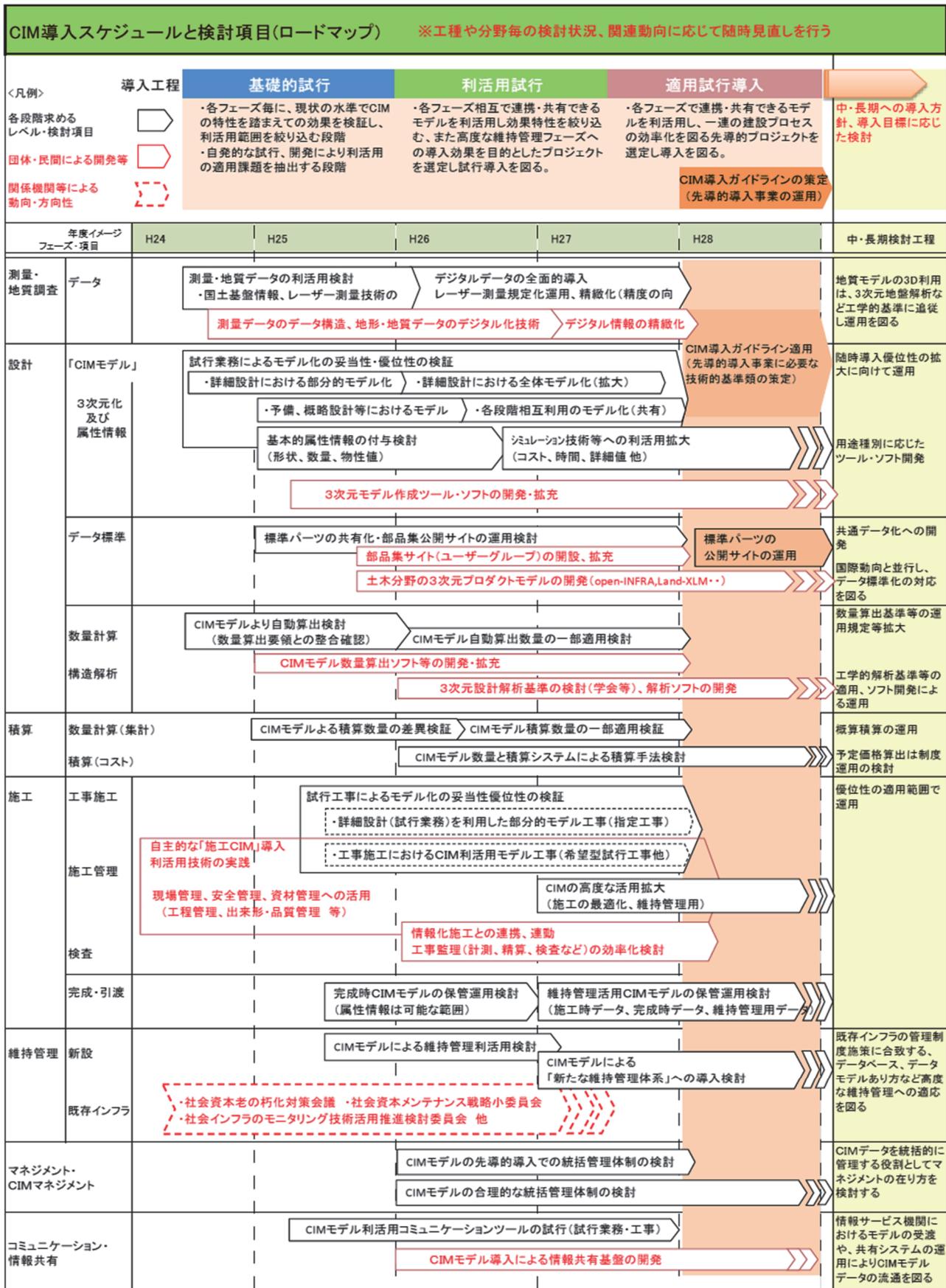


図 1-7 CIM導入スケジュールと検討事項

※CIM技術検討会 平成25年度報告 PP97 ([http://www.cals.jaic.or.jp/CIM/Contents/H25report\\_0519.pdf](http://www.cals.jaic.or.jp/CIM/Contents/H25report_0519.pdf))

## 1.3 その他機関における取り組み

### (1) 地方自治体における取り組み

小松市では、平成25年11月に3次元コンピュータ利用設計システム（3D-CAD）による公共事業の設計・施工のため3D-CADステーション開設しました。CIMへの取り組みとして、地方自治体として初めての事例となります。今後、3次元モデルを積極的に活用して、仕事のやり方を改善し、視覚的にわかりやすくなることによる比較検討、合意形成の迅速化や、フロントローディング（業務の前倒し）による効率化、そして、全体的な視点から作業を進め、行政のプロとしてのマネジメントを目指しています。

### (2) 協会・団体における取り組み

#### ①建設コンサルタンツ協会

3次元設計に関して、情報部会 CALS/EC 委員会 データ連携専門委員会を中心に、プロダクトモデルの研究や情報連携に関する検討を実施。CALS/EC委員会を、平成25年度からICT委員会と改称し、下部委員会としてCIM技術専門委員会を設置し、技術部会と連携してCIM推進に取り組んでいます。

#### ②全国測量設計業協会連合会

3次元測量の推進に関して、連合会としてプロジェクトチームを発足し、情報の共有、推進に向けた検討を実施します。主な検討・推進事項は以下の内容となっており、2)～4)については今後も継続していく方針です。

- 1) 既存測量データの分析（3次元地形モデル作成のために利用可能な既存測量データの整理）
- 2) CIM に適用できる3次元地形測量の検討（CIMの各段階ごとに測量方法を整理）
- 3) レーザ計測技術の精度向上に向けた取り組み
- 4) 維持管理に向けた検討（MS Sによる維持管理手法の提案）

#### ③日本建設機械施工協会

情報化施工研修センターを開設（H20）し、施工図の3次元化と、これを利用した機械施工や施工管理を実施できる人材の育成を推進・継続。合わせて、協会の情報化施工委員会において、国内外の情報化施工技術の開発・活用状況を踏まえ、情報化施工技術の活用方法の積極的な広報、情報化施工技術の特徴を活かした施工方法についての提案を継続的に実施しています。

④日本建設業連合会

第16回理事会（H24.12）で設置を決定した「インフラ再生委員会」において、建設生産システムの効率化に向けた取組として、CIMに関する調査・検討を実施しています。

⑤ 一般社団法人 オープンCADフォーマット評議会（OCF）

国土交通省のCIMへの取り組み受け、平成25年より、関連動向調査や市販CADによる既存形式のデータ連携の検証等を内部のWGで実施。平成26年には、より積極的にCIMの推進・普及に向けての内外の活動を強化すべく、新たなベンダー組織「Open CIM Forum（オープン・シム・フォーラム）」を設立。ユーザーのCIMの取組みを支援し、CIMに対応した情報の流通基盤を提供することを方針と掲げ、メンバーには、国内のCADベンダーが参画しています。

## 2. CIM モデル事業の状況

国土交通省では、平成24年度より設計業務を中心にCIMのモデル事業を行っており、このモデル事業を通じ、課題・問題点等を抽出しCIM導入へ向けての検証を行っています。

また、民間においても独自にCIM導入を見据え、3次元モデルによる設計・施工についての検討を進めています。

表 2-1 平成24年度CIMモデル事業 試行業務一覧

地整	業務名	設計業務内容	試行対象業務内容	試行区分	業務期間
北海道	一般国道40号 天塩町 天塩防災 道路詳細設計業務	道路詳細設計 L=9.6Km	道路詳細設計 L=1.3km	一般 モデル	H25.2
東北	小佐野高架橋 橋梁詳細設計業務	橋梁詳細設計 4橋 橋梁下部工設計 1式 基礎工 1式	D ランプ橋 L=120m	一般 モデル	H25.3
関東	H23IC・JCT 本線第一橋梁 詳細設計業務	鋼6径間連続非合少数板桁橋 L=216.55m 橋台1基、橋脚6基	橋梁下部工 1基	一般 モデル	H25.3
	24F 八王子南バイパス (1工区)構造検討他	交差部検討修正設計 1式 調整池詳細設計 2箇所	調整池 2箇所	一般 モデル	H25.3
	<追加> H24中部横断道 入之沢川橋詳細設計	鋼4径間連続細幅箱桁橋 L=259m 橋台2基、橋脚3基	橋脚 1基	一般 モデル	H25.3
北陸	能越自動車道 中波2号跨道橋 詳細修正設計他業務	PC方杖ラーメン橋 2橋 工事用道路設計 L=1.3km 仮橋設計 4橋	PC方杖ラーメン橋 1 橋(L=73m)	先導 モデル	H25.3
中部	H24 155号 豊田南 BP 横山地区 道路詳細設計業務	道路詳細設計 L=1.21Km 他 箱型函渠:W9.5*H5.5:2箇所 重力式擁壁 H4.2~0.5:7箇所 補強土壁:H7.7~0.5:6箇所	道路詳細設計 L=0.14Km 箱型函渠: W9.5*H5.5:1箇所	先導 モデル	H25.3
近畿	国道161号安曇川地区 橋梁修正設計業務	ポータルラーメン橋修正設計 L=14.6m 他 修正設計2橋	ポータルラーメン橋修 正設計 L=14.6m	一般 モデル	H25.3
中国	H24 安芸バイパス八本松 IC 橋詳細設計業務	鋼単純合成箱桁橋: 1橋 L=50.5m 橋台2基 鋼単純合成板桁橋: 1橋 L=38.0m 橋台2基	橋台 2基 (鋼単純合成板桁橋)	一般 モデル	H25.3
四国	平成24年度 立江櫛瀬軟弱 地盤対策検討業務	軟弱地盤解析 1式 対策工法詳細設計 1式	軟弱地盤の 盛土管理	一般 モデル	H25.3
九州	福岡201号 筑豊烏尾トンネル(下り線)詳 細設計業務	トンネル詳細設計 L=1.5km	トンネル詳細設計 L=1.5km	一般 モデル	H25.5

※CIM技術検討会平成25年度報告 平成26年5月 CIM技術検討会 PP3-1.

表 2-2 平成25年度CIMモデル事業 試行業務一覧

地整	事業	業務区分	業務名(略称)	事務所	工期(予定)
北海道	道路	予備設計	北見市外道路計画検討外一連業務	網走開発建設部	平成 25 年 5 月 平成 26 年 3 月
北海道	道路	詳細設計	江別市新石狩大橋詳細修正設計業務	札幌道路事務所	平成 25 年 6 月 平成 26 年 3 月
北海道	道路	詳細設計	むかわ町鷓川大橋耐震補強設計外一連業務	苫小牧道路事務所	平成 25 年 7 月 平成 26 年 2 月
北海道	道路	詳細設計	日高町厚賀橋耐震補強設計外一連業務	苫小牧道路事務所	平成 25 年 8 月 平成 26 年 3 月
東北	道路	詳細設計	間之次郎地区橋梁詳細設計他業務	磐城国道事務所	平成 25 年 3 月 平成 25 年 12 月
東北	道路	詳細設計	坪川橋詳細設計業務	青森河川国道事務所	平成 25 年 8 月 (平成 26 年 6 月)
関東	道路	詳細設計	IC・JCT本線第 3 他橋梁詳細設計業務	横浜国道事務所	平成 25 年 9 月 (平成 26 年-月)
北陸	河川	詳細設計	荻原地区樋門及び橋梁詳細設計業務	千曲川河川事務所	平成 25 年 5 月 (平成 26 年 3 月)
中部	道路	詳細設計	蒲郡BP豊沢・広石・為当地区道路詳細設計	名四国道事務所	平成 25 年 8 月 平成 26 年 3 月
中部	道路	予備設計	東海環状(北勢～大安)北勢北高架橋詳細設計業務	北勢国道事務所	平成 25 年 9 月 平成 26 年 3 月
近畿	河川	詳細設計	竜光寺樋門耐震対策他詳細設計業務	紀南河川国道事務所	平成 25 年 6 月 平成 25 年 11 月
近畿	道路	詳細設計	国道 161 号安雲川地区道路詳細設計他業務	滋賀国道事務所	平成 25 年 8 月 (平成 26 年 2 月)
中国	道路	予備設計	安芸津バイパス測量設計業務	広島国道事務所	平成 25 年 5 月 平成 26 年 2 月
中国	道路	詳細設計	鳥取自動車道道路・構造物詳細設計他業務	岡山国道事務所	平成 25 年 6 月 平成 26 年 2 月
四国	道路	詳細設計	新内海トンネル詳細設計外業務	大洲河川国道事務所	平成 25 年 9 月 平成 26 年 2 月
四国	道路	予備設計	今治道路橋梁予備設計業務	松山河川国道事務所	平成 25 年 10 月 平成 26 年 3 月
九州	河川	景観検討	八重川津屋原沼改修事業施設検討業務	宮崎河川国道事務所	平成 25 年 3 月 平成 25 年 11 月
九州	道路	景観検討	筑後川橋詳細設計業務	福岡国道事務所	平成 24 年 11 月 平成 26 年 9 月
九州	道路	景観検討	早津江川橋詳細設計業務	福岡国道事務所	平成 24 年 11 月 平成 26 年 9 月

※CIM技術検討会平成24年度報告 平成25年4月 CIM技術検討会 PP88.

表 2-3 平成25年度CIMモデル事業 試行工事一覧

H25 年度着手の試行工事(指定工事)				H25.3 現在
地整	事業	工事名	事務所	予定工期
関東	道路	八王子南バイパス寺田地区改良(その3)工事	相武国道事務所	平成26年1月 平成26年6月
北陸	道路	能越道 中波道路その3工事	富山河川国道事務所	平成25年11月 平成26年6月
北陸	道路	能越道 中波市道跨道橋工事	富山河川国道事務所	平成25年12月 平成27年8月
近畿	道路	国道161号溝橋・青柳高架橋下部工事	滋賀国道事務所	平成26年2月 平成26年8月
四国	道路	立江・櫛淵地盤改良工事	徳島河川国道事務所	平成25年3月 平成26年3月
九州	道路	福岡201号筑豊烏尾トンネル(糸田工区)新設工事	北九州国道事務所	平成26年1月 平成28年3月

※CIM技術検討会平成24年度報告 平成25年4月 CIM技術検討会 PP89.

日本建設連合会では、平成24年度よりCIMに向けた取り組みを行っており、ダムやトンネルなどの工事を対象に3次元モデルを活用した工事を取り入れている。これら事例については、“CIM技術検討会 平成25年度報告”に取りまとめられています。

(CIM技術検討会 平成25年度報告 : [http://www.cals.jacic.or.jp/CIM/Contents/H25report\\_0519.pdf](http://www.cals.jacic.or.jp/CIM/Contents/H25report_0519.pdf))

### 3. 地質調査における CIM 適用事例

#### 3.1 CIM における地盤情報の位置付け

地盤に関する情報は、調査から維持管理に至る建設事業のライフサイクルの中で非常に重要な情報である事、また、防災計画や環境保全、エネルギー分野など様々な分野においても重要な情報である事は周知の事実です。CALS/ECにおいては、地質調査成果として作成された地質図等は、上流工程となる設計業務へと渡されてきました。しかし、CIMにおいては、“一つのモデルを調査から維持管理まで活用する（必要な人が見に行く）”事になるなど、データの流れも大きく変わるほか、常に新たな情報を付加し、修正されながら活用されていく事になります。

特に地盤に関する情報は、設計での活用はもとより、施工や維持管理において常に活用される情報である事や、容易に利活用が可能となる事から、その重要性はさらに高まる事が予想されます。

このような重要性の高まりと共に、情報の信憑性が求められる事となりますので、情報作成においては、地質構造等の解釈の妥当性をはじめ、確実な情報付与などデータ作成の正確度も求められる事になります。

この様に、CIMにおいては“今まで2次元で作成していたデータを単に3次元化すれば良い”という訳ではなく、事業全体での利活用を考慮した高度なデータ作成が求められるでしょう。

### 3.2 CIMモデル構築の流れ

CIMにおける3次元モデル構築及び業務成果作成の流れは図3-1に示す流れになると想定されます。

地質調査及びボーリング柱状図作成や調査結果整理などは今までと変わらない流れとなりますが、これら取りまとめられた結果を用いて3次元モデルを構築する事になります。

3次元モデル構築に用いる地形の3次元モデルについては、発注者側の指定する事業（業務）共有フォルダに格納されているものを利用します。

3次元モデル作成においては、調査目的に応じ、何をモデル化するのか、どの様な属性を付与するのか等を十分検討のうえ作成します。

業務成果で提出する地質断面図等については、3次元モデルより作成する事となります。これは、調査以降の工程では3次元モデルを主に活用する事となるため、別途地質断面図等を作成してしまうと、3次元モデルとの整合が取れなくなるためです。

3次元モデル作成においては、どの様なモデルを作成するかを事前に十分検討のうえ行う必要があるでしょう。

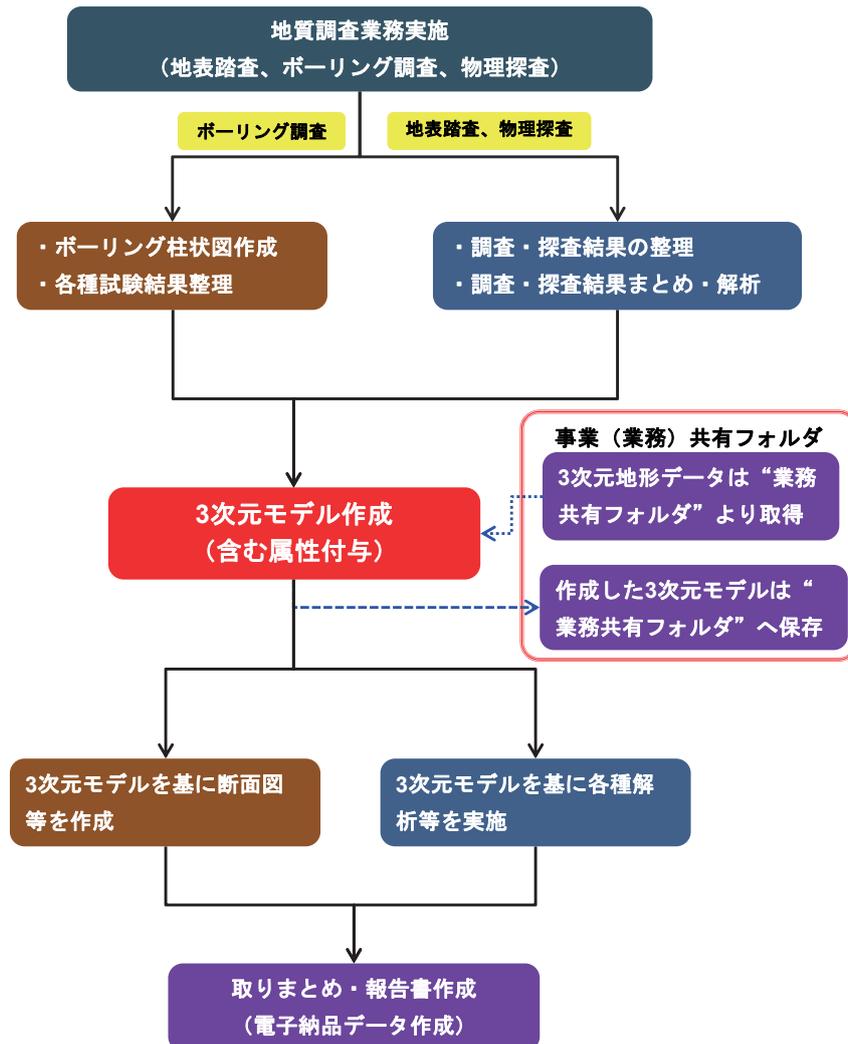


図 3-1 CIMにおける成果作成フロー

### 3.3 地質調査における CIM 適用案

#### 3.3.1 3次元モデルの作成

地盤の3次元モデルを作成する場合、いくつかの種類があります。最も容易なモデルは、地層境界面等をひとつの“面”として表現する“サーフェスモデル”です。サーフェスモデルは、構造物の基礎地盤の分布や、地すべり面の表現など比較的単純な表現でも業務目的を満たせる場合に適用します。

サーフェスモデルでは目的を満たせない場合は、地層を細かい“立方体の集合”として表現した“ボクセルモデル”や地層そのものを“立体”として表現した“ソリッドモデル”などを作成する事となります。これらモデルはいわゆる“中身の詰まった”データとなっている事から3次元の解析等を行う場合には比較的容易にデータの互換が可能であると考えられます。ただし、ボクセルモデルで詳細なモデルをむやみに作成すると、データ量が膨大になり、利用しづらいものになってしまうことから、作成においては目的に見合った大きさのボクセル（1つの立方体の大きさ）を設定・作成する必要があるでしょう。

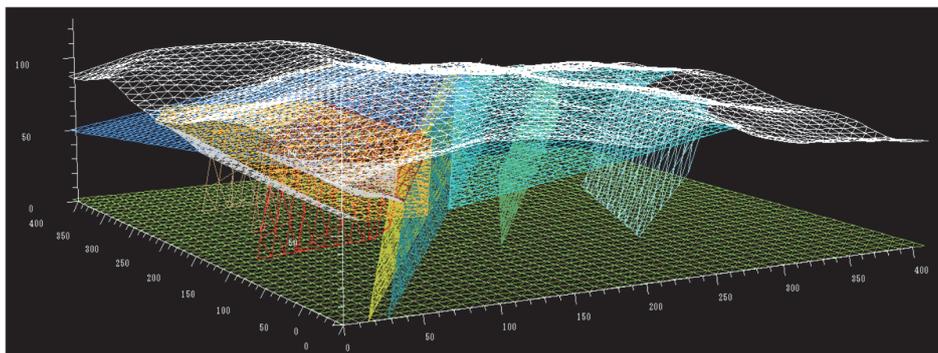


図 3-2 サーフェスモデルの例

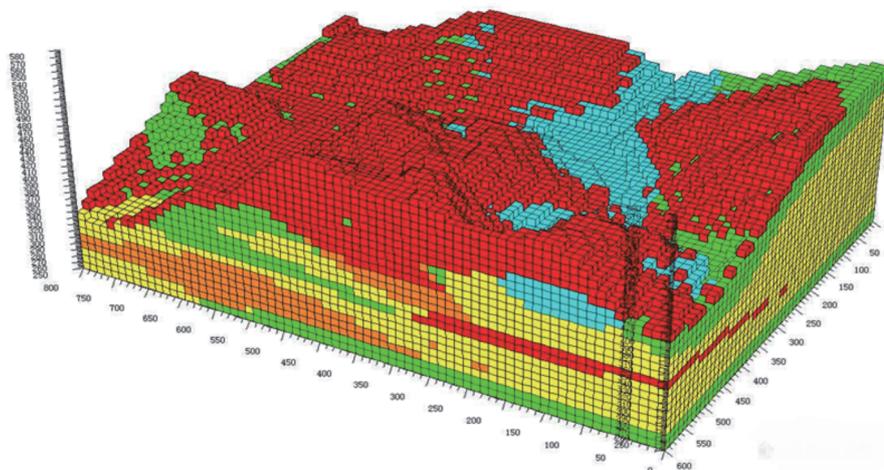


図 3-3 ボクセルモデルの例

地質調査における CIM の対応では、前述の通り目的に見合ったモデルを作成する必要がありますので、設計・施工・維持管理において、どの様なデータが必要であるか等を純分考慮しデータを作成する必要があります。表 3-1 に各項目における作成モデルの対応案を示します。

表 3-1 CIM モデル作成対応案

項目	CIMモデル(3次元)				属性情報	備考
	ポイント	ライン	サーフェイス	ソリッド・ボクセル		
ボーリング柱状図	●	●			ボーリング名, 位置情報, コア写真など	
サウンディング	●	●			ボーリング名, 位置情報など	
試料採取位置	●	●			資料番号, 試験結果など	
原位置試験	●	●			試験番号, 試験結果など	
地盤モデル			●	●	土質・地質名, 試験結果, 地質特性など	試験結果等を地層毎に付与する場合は属性に付与
地下水モデル			●	▲		帯水層そのものを表す場合はソリッドモデル等 地下水分析結果を付与する場合は属性に付与(採取地点のポイント付与の場合もある)
地盤解析	●	●		▲	解析結果	解析結果を地層そのもので表現する場合はソリッド・ボクセルモデル
地すべりモデル			●	●	ブロック名, 地盤定数	
対策工モデル	▲	▲		●	対策工名, 諸元, 材料など	配置のみを表現する場合はポイント, ライン
安定解析		●		●	安定解析結果	3次元解析の場合はソリッド・ボクセル
弾性波速度層			●	●	弾性波速度値	
比抵抗区分			●	●	比抵抗値	
岩級区分			●	●	岩級区分	
地山区分			●	●	地山分類	
ルジオンマップ			●	●	ルジオン値	

●: 主として作成するモデル  
▲: 目的によっては作成するモデル  
※モデルは目的により適宜選択し作成する

ボーリング柱状図などは、目的により掘削位置をポイントデータとして表現するだけの場合と、掘削深度まで地層毎に区切ったラインデータとして表現する場合があります。サーフェイスモデル等の作成までを考慮した場合は、ラインデータとして表現しておくモデル作成時の活用が可能となります。

地すべりモデルなどを作成する場合、地すべり面の形状やブロックを表現できれば目的が達成出来る場合はサーフェイスモデルで作成しますが、3次元解析を実施する様な場合は、ボクセルモデル等で作成する必要があるでしょう。これらモデル作成も、地すべりブロックの推定など調査初期段階の成果はサーフェイスモデルで、詳細な安定解析や対策工設計等の段階においてはボクセルモデルで等、事業の進捗に合わせて作成モデルも変わっていく場合もあります。サーフェイスモデルはボクセルモデル等を作成する際に活用も可能です。図-8 は、ボーリング柱状図の3次元モデルを基にサーフェイスモデルを作成したイメージです。サーフェイスモデルでは、沖積層と支持層の境界となる面データしかありませんが、面に「沖積層上限面」、「沖積層下限面、支持層上限面」、「支持層下限面」といった属性を持たせることで、面と面の間の空間に属性を持たせることが可能です。

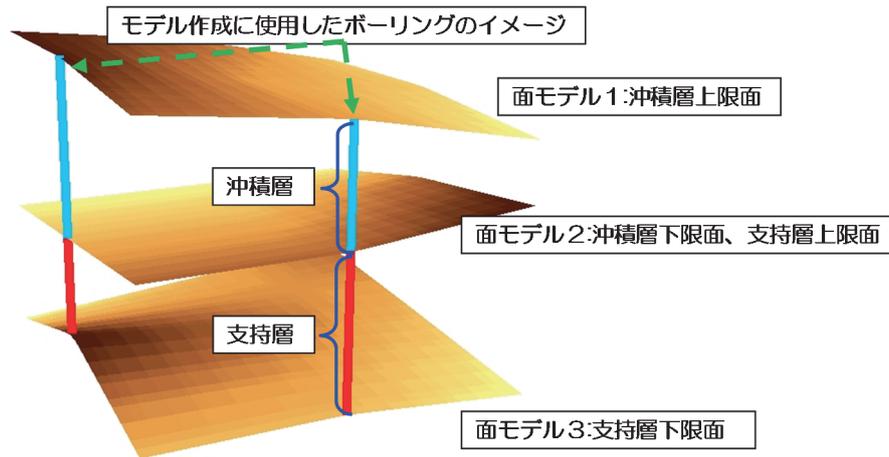


図 3-4 サーフフェイスモデル作成イメージ

この様に、実施する調査において何が求められているかによって作成するデータを適宜選択し作成する必要があるでしょう。

### 3.3.2 業務成果について

設計以降のフェーズで活用する情報以外は、通常の成果品として納品する事となります。例えば、弾性波探査や地すべり移動量計測などは、あくまでも地すべり面や地すべりブロックを特定する“手段”としての調査であり、その成果として地すべりブロックや地すべり面の3次元モデルを作成します。この様に通常の成果品として納品すべき情報は下記のようなものがあります。

- ・ ボーリング柱状図や原位置・室内試験結果などの電子納品データ
- ・ サウンディング結果
- ・ 地質平面図
- ・ 地質断面図など2次元断面図（弾性波速度，比抵抗，地山区分など含む）
- ・ 空中写真判読図
- ・ 地表踏査結果（ルートマップなど必要に応じて）
- ・ 調査位置図
- ・ 弾性波探査 速度解析断面図
- ・ 電気探査 比抵抗解析断面図など
- ・ ボアホールカメラ解析結果（画像データ含む）
- ・ 地下水分析・観測結果（地下水分析結果は属性として付与する場合あり）
- ・ 地すべり移動量観測結果（伸縮計，歪計，孔内傾斜計など）

なお、電子納品成果のうち地質平面図や地質断面図などの成果については、3次元モデルより作成することが原則になります(3次元モデルと2次元断面図の整合性をはかるため)。

3次元地盤モデルは、これらボーリング調査結果や物理探査結果などを基に、様々な要因を加味して技術者が想定したモデルです。このため、モデル作成の根拠となるこれら調査・探査結果は今まで以上に同様に重要な情報となりますので、今まで以上に精度良いデータの作成を心がけるほか、データ紛失等が無いようデータ管理も重要となります。

### 3.3.3 モデル作成に関する留意点

地盤の3次元モデル作成においては、地層面をサーフェイスモデルで作成し、地表面や他の地層面のサーフェイスモデルとで区切られた空間を“特定の地層”として定義する事ができます。このため、地層をボクセルやソリッドモデルで作成しなくても地層の3次元定義が可能です。

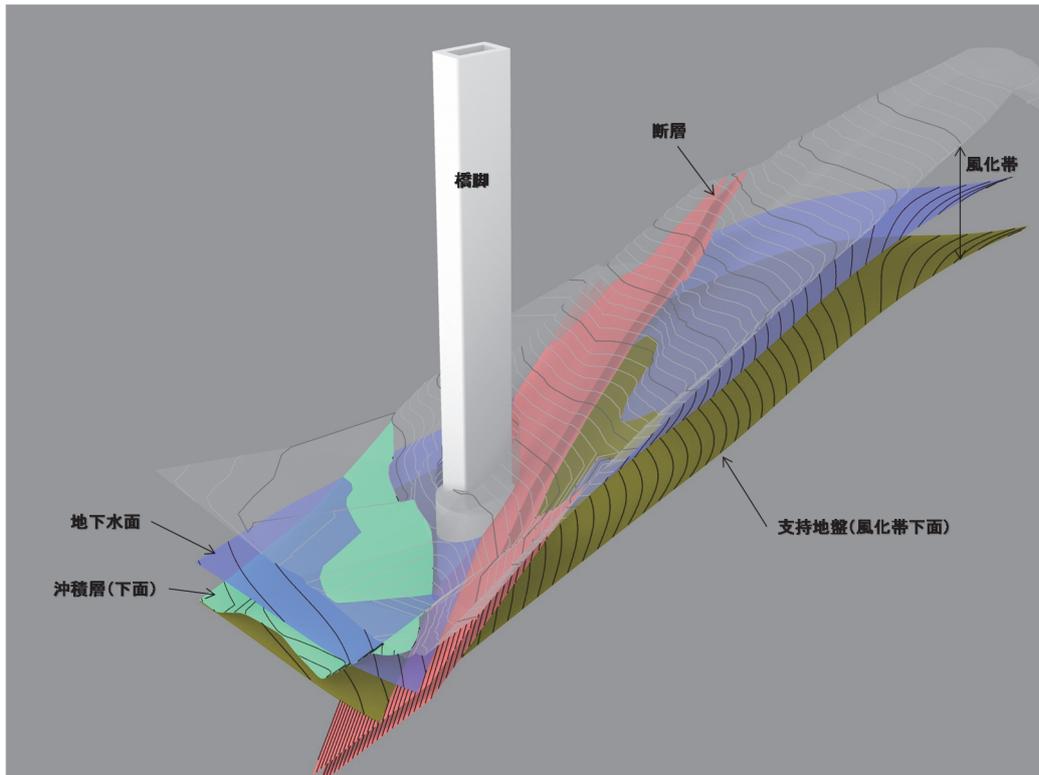
安定解析や対策工検討等を行う場合、この情報を利用する事となりますが、解析等で3次元要素モデル等を活用する場合は、サーフェイスモデルでは対応しきれず、ソリッドモデル等の作成が必要となります。

地盤の3次元モデルをボクセルで作成する場合、地盤の詳細を表現しようとする、1つのボクセルの大きさを小さくする必要があります。しかし、1つのボクセルを小さくするとデータ容量も大きくなりコンピュータの負荷も大きくなります。このため、調査精度と解析で利用する精度、モデルを構築するエリアの広さなどを十分考慮しながら、作成する3次元モデルの種類・精度等を決めていく必要があります。

トンネル調査などにおける地盤の3次元モデル作成においては、設計以降の工程を考慮すると、弾性波探査の結果や、地山区分(地山分類)等の3次元モデルも作成する必要があります。これらモデルをそれぞれ独立したサーフェイスやソリッドモデルで作成する方法もありますが、ボクセルモデルで作成し、1つのボクセルにそれぞれの属性を付与する方法もあります。トンネル調査では、坑口付近斜面の安定解析を始め、内空変形や地下水への影響等各種解析も実施されますので、データ活用の面でもボクセルモデルが適していると言えるでしょう。また、トンネル調査結果では、設計・施工時の重要な情報として、湧水や地熱・温泉、有毒ガス、膨張性地山など、様々な情報が必要となります。この様な情報については、常に活用できるよう3次元モデルに属性情報として付与しておく必要があります。

この様に、地質調査成果で作成する3次元モデルは、今後どの様な利活用がされていくか、今後の工程でどの様な情報が必要になるか等を十分検討し、作成していく必要があります。

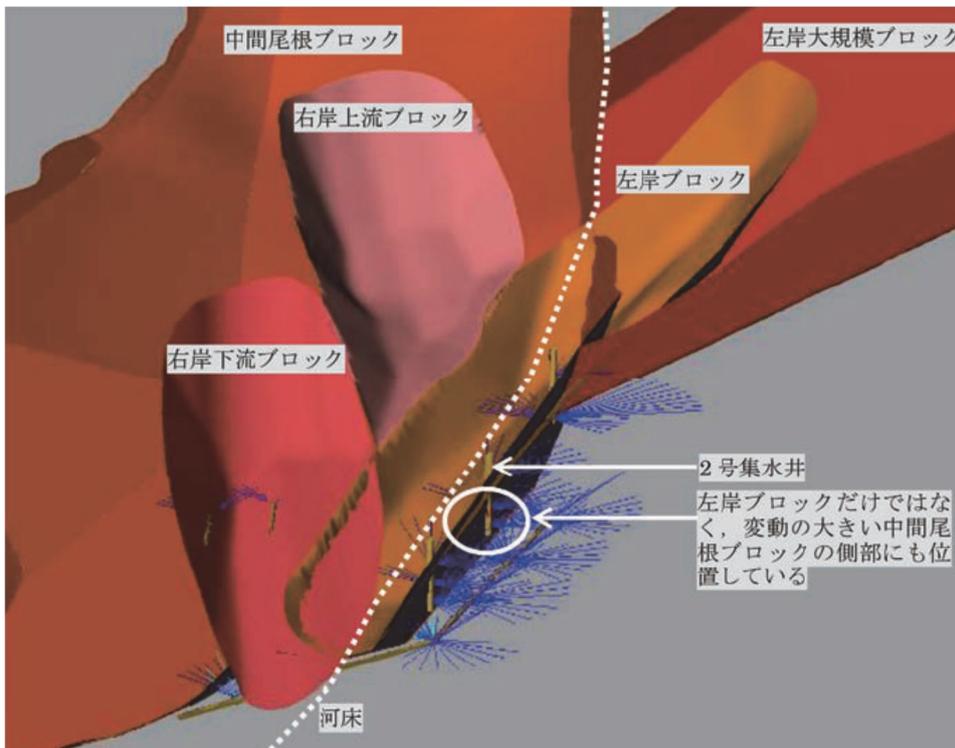
### — 橋梁基礎の3次元モデルの事例 —



橋脚基礎周辺の地盤モデル。沖積層の分布や支持層、断層、風化帯、地下水との関係性を表現したモデル。

図 3-5 橋梁基礎の3次元モデルの事例

### — 地すべり3次元モデルの事例 —

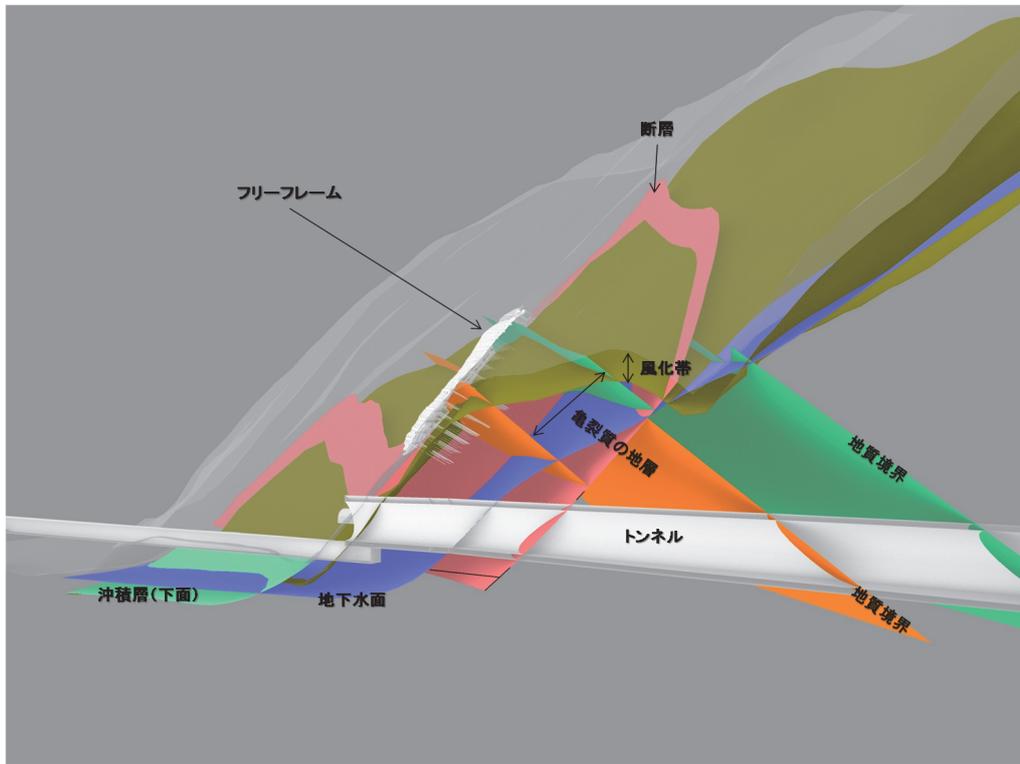


各地すべりブロックと対策工の関係性を表現したモデル。

2号集水井  
左岸ブロックだけではなく、変動の大きい中間尾根ブロックの側部にも位置している

図 3-6 地すべり3次元モデルの事例

### — トンネルの3次元モデル事例 —



トンネルと各地層、断層、地下水分布との関連や坑口斜面の対策工と定着層との関連を表現したモデル。

図 3-7 トンネルの3次元モデル事例

## 4. CIM対応における課題

### 4.1 CIM実施のための環境整備上の課題

CIMでは、3次元地盤モデルを取扱う関係上複雑かつ膨大なデータ処理が必要となります。また、3次元モデル作成に利用するソフトウェアの操作についても、2次元モデル作成と比較しさらに高度な技術が必要となります。これらCIM実施のための課題を表4-1に示します。

表 4-1 CIM実施のための環境整備上の課題一覧

課題項目	課題内容
ハード・ソフトウェア	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ コンピュータの演算能力不足が生じやすく、また、しばしば大容量のメモリ、外部記憶装置が必要となる。</li> <li>◆ 地盤構造の解析用に特化し、ユーザが直感的に操作できるソフトウェアが少なく、汎用の三次元モデリングソフトウェアを利用せざるを得ない。</li> <li>◆ ソフトウェアによる程度の差はあるものの、ソフトウェア操作技能を習得する困難さがある。</li> <li>◆ 地盤の三次元モデルを作成する場合、モデル化の目的をふまえ、その要求を満足するモデルの範囲、精度が定められますが、上記のハード・ソフト上の限界から、モデル構築に困難が生じることもあり得る。</li> <li>◆ 三次元モデリングソフトウェアはいまだ進化の途上にあり、今後これらの課題を克服する環境の開発が望まれる。</li> </ul>
人的資源	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 三次元地盤モデル構築ソフトウェアは、モデルの自動作成システムではない事から、地盤のモデリングに必要な人材は、ソフトウェアのオペレータではなく、すぐれた地質技術者。</li> <li>◆ ITC 技術に長けた地質技術者の養成が必要であることから、CIMに係る教育・研修、組織編制・運用が不可欠。</li> <li>◆ モデル事業では、業務期間の40%を社員教育に当てたという事例も確認されているとおり、人材育成等については期間・費用共に大きな問題となる。</li> <li>◆ 高度な情報技術を取り扱う技術者育成のためにも、関連資格として「地質情報管理士」の取得・活用が必要。</li> </ul>
運用環境	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 発注者・受注者間のみならず、プロジェクト全体における意思・情報の連携、ならびに明確かつ合理的なワークフローが従来以上に重要。</li> <li>◆ CIM モデルに精通した管理者によるプロジェクト管理が不可欠。</li> </ul>

## 4.2 CIM実施目的の明確化

CIM実施時に限らず、作成される地盤情報の範囲・精度（縮尺、情報の確実度など）は、プロジェクトの目的に応じて定められます。

CIM実施時には、目的によってモデルの規模・解像度・属性情報・基データの精度などが決定されることから、これを可能な限り明確化することが重要です。

また、設計等の次プロセスへの地盤情報提供、解析用地盤モデル構築（地形・地下水・地震応答・液状化リスク評価等）、広報（合意形成）用説明資料作成など、CIM実施の目的は明確でなくてはなりません。

## 4.3 CIM利活用のための情報管理上の課題

CIMを実施するにあたり、3次元地盤モデルの作成から、作成したモデルの利活用まで様々な課題があります。これら課題について表4-2～表4-3に示します。

表 4-2 CIM情報作成・利活用における課題(1)

課題項目	課題内容
モデルの縮尺による精度	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 大縮尺の精細な地盤モデルを作成する場合、一般に提供されている5mDEMでは十分な精度の地形モデルが作成できない場合がある。</li> <li>◆ より精度の高いLPデータ等の地形データの広範な整備が必要。</li> </ul>
モデル作成範囲	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ モデルを作成する範囲をどのような単位で作成するかを明確にする必要がある。</li> <li>◆ 作成する範囲が比較的狭く座標系を大きくまたぐ可能性も少ない事業単で作成する場合が最も現実的な範囲。</li> <li>◆ 座標系については、情報管理上の観点から考えると、整備局単位や“国”全体での管理が必要となる事から、平面直角座標系ではデータ管理はできるものの、様々な情報を活用する事に難があり、UTM座標系か緯度・経度の座標系で統一される事が必要。</li> </ul>
モデルの品質管理上の課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ プロジェクトのすべてのプロセス・分担作業にわたり、取扱うデータに同一の精度を持たせることは困難である事から、それぞれのデータ作成者は、作成するデータの精度に関する情報を明示し、他の作業者はこれを理解したうえで利用する必要がある。</li> <li>◆ モデルの品質向上、特に精度向上には基データとなる地質調査の情報を増やす必要があり、目的の精度のモデルを作成するために既存の地質調査情報の活用や、不足する場合は追加の情報取得を行う事が必要。</li> </ul>

表 4-3 CIM情報作成・利活用における課題(2)

課題項目	課題内容
日本の地質の複雑性	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 日本の地質分布・構造は極めて複雑であり、3次元地盤モデルの作成に際しては、この複雑さの程度が大きく影響する事を考慮する必要がある。</li> <li>◆ 同一・同程度の調査・探査を実施しても、地質構造の複雑さにより地盤のモデリングの精度には差が生じることに留意する必要がある。</li> </ul>
地盤モデルデータ内の品質の不均質性	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ CIMで利用する地盤モデルに関連するデータは①ボーリング柱状図、原位置・室内試験結果等事実としての情報、②既存の地質平面図、断面図などの解釈が加えられた情報、③地質技術者による解釈やアプリケーションのアルゴリズムによるモデル情報の3種が考えられますが、これらはそれぞれデータとしての性格が異なっており、解釈によって変更できるもの、できないものが存在することに留意する必要がある。</li> </ul>
解析等既存手法の変更	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 土量計算や各種解析など3次元データを活用する事で容易に行えるようになる事から、土量計算における平均断面法などの従来手法の見直しが必要。</li> <li>◆ 3次元安定解析等各種解析を行う場合、モデリングソフトと解析ソフトのデータ互換や新たな解析手法の確立が必須。</li> </ul>
属性情報	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 属性情報は、調査・設計・施工へと受け渡されることにより、より合理的で経済的なプロジェクトの実施を可能とするために作成・利用される。</li> <li>◆ 属性情報は、単に地盤の地質・物性のみならず、モデル自体を含めたデータが、どの1次データの何を根拠として、どのような判断によってモデル化されたか、そのモデルの持つ精度はどの程度か、再現・更新の可能なデータかなどを、他の作業者が理解できる情報であることが理想。</li> </ul>
データ交換用ファイルの仕様	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ ネットワーク技術を用いた情報共有手段や属性情報交換仕様の策定が重要な課題。</li> <li>◆ 交換ファイルの仕様としては、国際標準であるIFC5)が有力視されている。</li> </ul>
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 対象地域における土地利用履歴、災害等の被災履歴などのハザード情報、地下水位の経年変化などの情報についても、プロジェクトの目的に応じてモデルに付属させることにより、地盤の評価・判定等の重要な材料として活用できる。</li> </ul>

## 5. CIM導入に向けての準備

### 5.1 ハードウェアの準備

CIMでは、属性を付与した3次元モデルを取り扱う事が基本となります。このため、3次元対応のアプリケーションや大容量の3次元モデルを容易に取り扱える高性能なハードウェアが必要になります。また、解析等を行う場合も3次元解析を考慮するとハイスペックなハードウェアが必要になると思われます。

現時点で“CIM対応”のソフトウェアは存在しませんので（データ仕様等何も決められていませんので）、BIM対応をうたっているソフトウェアを参考にすると以下のようなスペックのハードウェアが必要となります。

- ・ OS : Windows7, Windows8/8.1 64Bit版
- ・ CPU : クロック数が高く, コア数も多い程適している
- ・ メモリ : 8GB以上
- ・ グラフィックカード : 1600×1200 True Color 推奨、複数モニタ対応  
グラフィックメモリ1GB以上搭載
- ・ ディスプレイ : PC1台につき2台

これは、あくまでもソフトウェアベンダー等が示している推奨スペックを基準に考えた物であり、実際の利用等を考慮するとできる限りスペックが高い物が望まれます。

ハードディスク等のデータを保存するストレージの容量についても、データの大容量化を考慮して、数テラバイトのものを準備する必要があります。また、大容量データの読み書き等にかかる時間を勘案すると、読み書き速度が速いSSD等の導入を行うことで、作業効率の改善につながる物と思われます。

既存のハードディスク等を活用する場合、FAT32フォーマットのものが存在する可能性があります。FAT32フォーマットでは、大容量データを取り扱えない場合等がありますので、ディスクのフォーマットはNTFSで使用するようになさってください。

この様に、今まではコンピュータグラフィック作成や3次元CAD等、我々には余り縁のない世界のコンピュータを利用する事になり、また、CIMにおいては、担当者誰もが利用する事を考慮すると、CADオペレータ等特別な利用者だけでなく、CIMに係わる全ての人がハイスペックなコンピュータを導入・利用しなければならなくなる可能性もあります。

CIM対応の業務においてはインターネット接続環境が必須となります。インターネット環境についても、大容量のデータを取り扱う事が予想されていますので、できる限り高速で通信が可能な回線を準備しておく必要があるでしょう。

CIMにおいては、1つのモデルを計画から維持管理まで活用する事となります。このため、モデルを共有する環境（サーバなど）の準備が必要となりますが、この様な共有環境につ

いては、発注者側より提供されるものになります。

## 5.2 ソフトウェアの準備

CIM対応のフォーマットを始め、付与する属性情報などCIMに関する事項は何一つ決まっています。国土交通省が公表した「官庁営繕事業におけるBIMモデルの作成及び利用に関するガイドライン」においても、“CADフォーマット”という記載はあるものの、明確に詳細を決めている訳ではありません。この様な状況のため、CIM対応のアプリケーションソフトウェアは無いのが現状です。一部ソフトウェアベンダーの中にはCIM対応等をうたっているものもありますが、これはBIMに対応しているという事のみと思われます。日本のBIMに関しても前述の通りですので、明確に詳細が決められている訳ではなく、BIMの成果で標準的なフォーマットと言われているIFC (Industry Foundation Classes) に対応しているというのみとなります。

現在実施しているモデル事業においてはこの様にBIMに対応した等3次元設計ができる市販アプリケーションを利用して実施しています。当然、使い勝手や機能等ベンダーにより事なりますし、IFC対応をうたっていても完全互換性が取られている訳ではありません。また、解析まで考慮した場合も同一ベンダー内は考慮されているものの、ベンダー間でのデータ受け渡し等は考慮されていないのが現状です。

モデル事業等での利用や、先行的に導入するのであれば、現在“BIM対応”の記載があるものや3次元設計が可能であり、かつ、各パーツ等に属性情報の付与が可能なソフトウェアを導入する事になります。

本格的なCIM対応ソフトの導入には、CIM対応フォーマットなどに対応したソフトが販売されてからとなります。このため、ソフト導入時期については、CIMの動向を十分見据えながら決める必要があります。

モデルの共有では、データそのものを共有するほか、専用のアプリケーションソフトの利用や、近年ではウェブブラウザのプラグインにより、ブラウザを利用したデータの活用も可能となってきていますので、発注者より指定された方法により行う事となります。また、これらアプリケーションソフトやウェブブラウザのプラグイン等については発注者より提供されるものを利用する事となります。

## 5.3 オペレータ・利用者育成

CIMでは、1つの3次元モデルを計画から維持管理まで活用する事から、必然的に作成するデータの基本は3次元モデルになります。また、この3次元モデルは事業遂行中、主に活用される事から、CADオペレータ等だけではなく、業務担当の技術者が3次元モデルを取り扱える必要があります。

特に、地盤の3次元モデル作成においては、地表踏査結果やボーリング情報を入力すると、自動的にモデルが作成される訳ではありません。電子納品では、地質断面図などを地質技術者が手書き等で作成し、オペレータが電子データを作成するという事が可能でしたが、3次元モデル作成では、地質技術者自らがアプリケーションソフトを活用して作成する事とまります。

また、各種解析においても今後3次元化が進む可能性もありますので、3次元モデルを取り扱える技術の習得が必須となります。

この様に、CIMでは、業務に係わる全ての技術者・オペレータ等が3次元モデルを取り扱う事となりますので、多くの関係者を対象とした教育・技術の育成が必要です。地質業務においても、対策工の検討・設計等もあり、また、設計・施工段階における見直し等を行う場合等も考慮すると、地質に関連する3次元情報を取り扱えるだけでなく、設計・施工フェーズで追加された情報をも取り扱えるスキルが必要となります。

3次元モデル作成に利用するアプリケーションソフトについても、当然の様にメニューから操作方法まで千差万別です。このため、導入するアプリケーションによっても教育・訓練に要する時間も変わる事が予想されます。また、モデル事業においては、業務期間の40%が社員教育に要したとの報告もあります。このため、CIM対応のための教育・技術者育成については、ある程度長い期間を要しながら行う必要があるため、計画性をもって行う必要があるでしょう。市販アプリケーション等については、ベンダー等による講習会も行われていますので、このような講習会を取り入れることも念頭においておく良いでしょう。

自ら準備するアプリケーションの他に、発注者側より業務遂行上必要となるアプリケーション等が提供されるものと思われます。これらアプリケーションやデータ共有方法等についての習得時間も必要となる事に留意してください。

教育・人材育成については、基準・要領等の改定ごとに必要となる事も予想されます。また、利用するアプリケーションのバージョンアップ等による機能変更等や新たなアプリケーション導入なども想定されます。この様に、1度検収等を行えば良いわけではなく、常に教育・人材育成が行えるような環境を整えておく必要もあるでしょう。この様な高度な情報技術の知識等を有する教育・人材育成の継続実施のためにも関連資格として「地質情報管理士」の取得を目指されることをおすすめします。

## 5.4 業務フローの見直し

CIMにおける業務成果の作成は、今までの業務とは大きく異なることが予想されます。地表踏査結果やボーリング柱状図の整理など、調査結果の整理までは同様な流れですが、作成するのは2次元の地質平面図や地質断面図ではなく、3次元地盤モデルです。

今までの流れでは、地質技術者が整理した情報を基に地質平面図や地質断面図の下書きを作成し、オペレータが電子データを作成する様な流れで成果品の作成が行えました。と

ころが、直接3次元モデルを作成する場合は、ボーリングデータなど付与した情報を基に、地質技術者が直接3次元モデルを作成するか、オペレータに指示を行いながら作成する事になります。

2次元の地質断面図等を事前に作成し、その情報も活用しながら3次元モデルを作成するケースも考えられますが、データが存在しない空間（断面図と断面図の間など）の地質構造等を常に考慮しながらモデルを作成しなければならない事から、オペレータにモデル作成を依頼する事も難しいと思われます。

3次元モデル作成アプリケーションの中には、ボーリングデータや、地質断面図データ等を利用して自動的に3次元モデルを作成するものもありますが、アプリケーションに組み込まれた“アルゴリズム”に則り作成するため、地質技術者が考えているモデルがそのまま出来るとは限りません。この場合、自動生成したモデルを基に地質技術者が修正を加えていく作業が生じますが、データ補正・自動生成を繰り返しモデルを完成形に仕上げていく作業となりますので、常に地質技術者が確認・修正を行う必要がある事には変わりありません。

CIMにおける成果は3次元モデルですが、モデル事業においても今まで通りの電子納品データが要求されており、この場合は、3次元モデルより地質断面図等を作成する事になります。断面図作成においても、3次元モデルより作成した断面図等をそのまま成果品とできれば手間はさしてかかりませんが、表題やスケール、距離標等、今までの成果としての体裁を整えるために再度手間をかける必要があります。

この様に、今まで実施してきた業務フローが適用できない部分が多々発生する事が予想されますので、CIMに対応した業務フローを検討・準備しておく必要があるでしょう。

## 6. CIM 対応業務における積算の考え方

CIMでは、従来の業務と比較して調査で取得された情報を3次元モデルとして作成・取りまとめる事となり、基本的に費用は増加することになります。積算にあたっては、3次元モデル作成や3次元解析等を行うために必要となる時間を十分考慮してください。

ここでは、従来業務と比較して、CIMに対応するために増加すると考えられる項目に絞り、積算時の注意事項について記します。

表 6-1 積算代価表の例

種別	細目	単位	数量	摘要
直接人件費	技師A	人		
	技師B	人		
	技師C	人		
	技術員	人		
直接経費	電算費	式		
	消耗品	式		

※数量は作成する3次元モデルの種類や数量、属性情報など様々な要因を加味したうえで決定してください。

### 6.1 一般的事項

#### (1) 地形情報

地盤情報は、地表面を表す地形を基準に、それに対する3次元的な地質の分布状況として表わされるため、地形データの利用は必須です。地形データはどのようなデータを利用するかによって精度が異なり、国土地理院の10mメッシュや5mメッシュを利用する場合や、レーザープロファイラによるデジタルデータを利用する場合等が考えられます。

CIMにおいては、維持管理までを見据えたモデルを作成する事から、CIM事業においてはレーザープロファイラ等による精密・詳細な地形データを取得・活用する事が予想されます。これら手法によって取得・作成された3次元地形モデルを活用する事になるでしょう。

#### (2) 表層地質

既存の表層地質情報を活用する場合、画像データを活用する場合と、ベクトルデータを活用する場合では費用が大きく異なる事に留意する必要があります。

調査結果については、調査地点、測定位置等については点の情報、線の情報、面の情報などがあり、2次元データ作成とは事なり、X,Y,Zの座標値を正確に付与する必要がある事から、これら情報を付与する費用も考慮する必要があります。特に表層地質踏査結果については、ルートマップに沿った点の情報を入力する作業となりますので、付与する情報量を想定した積算が求められます。

## 6.2 構造物基礎調査

### (1) 一般的地質調査

地表地質踏査、物理探査、ボーリング調査、標準貫入試験、孔内計測・孔内試験、不攪乱試料採取、室内試験等の調査結果は、調査位置情報に基づき3次元モデルに反映させる事になります。

地表地質踏査、物理探査、ボーリング調査結果等を基に3次元モデル作成を行う事となりますが、調査数量をはじめ、モデル化する地層数や構造の複雑さ等によりモデル作成時間が大きく異なる事を十分考慮して積算する必要があります。

地表地質踏査の結果や、標準貫入試験をはじめとする原位置試験や室内試験結果は属性として付与する事となりますので、踏査結果を反映すべき地点や試験数量等を十分考慮した積算を行う必要があります。

3次元モデル作成以外にも、地質平面図、地質断面図、物理探査結果断面図等の、今までと同様の2次元成果も作成する事となります。これら成果については、3次元モデルより作成する事になりますが、標高線や距離標、表題、電子簡略柱状図など“成果品図面”として整える作業は必要となりますので、2次元データ作成に要する費用についても計上する事を忘れないようにしてください。

### (2) 解析・検討

構造物基礎調査に関連する解析・検討には、基礎工の検討・解析、軟弱地盤上の盛り土の沈下と安定解析、液状化の予測、静的応力・変形解析、地震応答解析、地下水浸透流解析等があります。これらの解析は、想定するモデルによって解析の複雑さ、難しさが変化します。

これらの解析を行う場合、作成した3次元モデルがそのまま利用出来るのかどうかによってかかる費用は変わってきます。3次元モデルをそのまま、もしくはデータ変換等のみで活用できるのであればデータ移行等に関する費用は発生しませんが、手作業を伴うようなデータ変換作業が伴う場合はその費用分を計上する必要があります。また、3次元モデルより2次元断面を作成し利用する場合も同様です。

追加作業等が必要な場合は、モデルの複雑さ等についても費用増の要因となりますので、作成した3次元モデルよりどの様な流れで解析に至るのかを十分検討し積算する必要があります。

## 6.3 地すべり調査

### (1) 地質解析

地すべり調査における3次元モデル作成では、ボーリング調査等の地質調査結果のほか、弾性波探査、電気探査などの物理探査結果等を基に、地すべり面、地下水位分布等の3次元モデルを構築する必要があります。このため、作成するモデルの種類を考慮した積算が必要です。

### (2) 機構解析

パイプ歪計、孔内傾斜計、伸縮計等観測結果についても、3次元モデルに表現する可能性もあります。これら情報のX,Y,Zデータを基に表現することになりますが、基データの形態を始め、観測点の数や深度等によりモデル作成に要する時間も変わりますので、数量等を十分考慮して積算してください。

### (3) 安定解析

従来の三次元安定解析は、地すべり地の幅が広い場合に3測線以上の断面を用いて安定解析を行うものでした。CIMにおいてはモデルが3次元であることから、直接3次元の安定解析を行うことが考えられます。データがそのまま解析に利用出来る場合は問題ありませんが、手作業を伴うデータ変換等を伴う場合は積算に反映させる必要があります。

一方、従来型の複数の2次元断面により安定解析を行う場合は、3次元モデルから2次元断面を作成し行う事となります。この場合も、3次元解析と同様データがそのまま解析で利用出来る場合は問題ありませんが、手作業を伴うデータ変換等を行う場合は積算に反映させる必要があります。

“データ変換”は、その難易度によりかかる費用も変わってきますので、安定解析を実施する場合は、データ変換の有無や変換の難易度等を十分考慮して積算してください。

### (4) 三次元防止工法計画

地すべり防止工法としては、鋼管杭打工、アンカー工、集水井工、集水ボーリング工、隧道暗渠工、排土工、明暗渠工等があります。これらの設計についても3次元モデルで行います。作成する3次元モデルでは、設計業務と同様、部材等それぞれに属性情報を付与する事となりますので、設計・属性付与にかかる費用を計上する必要があります。

成果品としての平面図、縦断図、横断図、構造図等については、3次元モデルより作成する事となりますが、2次元の成果図面として完成させるには、表題を始め寸法線等について

も改めて入力する必要が発生しますので、作成する図面の枚数や複雑さ等を十分考慮して積算に反映させてください。

## 6.4 トンネル調査

トンネル調査には路線選定のための調査（概査）、設計・施工計画のための調査（精査）、施工中の調査、施工後の調査等があります。ここでは、概査および精査を対象に考えることとします。

トンネル調査においては、トンネル周辺および工事の影響のおよぶ可能性のある範囲について、地形、地質、水文等の留意すべき地山条件を適切な精度で明らかにすることが重要です。

### (1) 地質モデル

地表地質踏査、物理探査、ボーリング調査、孔内計測・孔内試験等の調査結果は、調査位置情報に基づき3次元モデルに反映させる事になります。

地表地質踏査、物理探査、ボーリング調査結果を主に3次元モデル作成を行う事となりますが、調査数量をはじめ、モデル化する地層数や構造の複雑さ等によりモデル作成時間が大きく異なる事を十分考慮して積算する必要があります。また、地下水の分布など必要な情報についても3次元モデルに反映させる必要がありますので、モデル化する対象の種類・数量についても十分考慮するようにしてください。

地表地質踏査の結果や、原位置試験や室内試験結果は属性として付与する事となりますので、踏査結果を反映すべき地点や試験数量等を十分考慮した積算を行ってください。

トンネルの調査では、中心線に沿った調査のほかにも、トンネル坑口付近の斜面对策のための調査や、低土被りを対象とした調査など様々な調査が実施されます。これら調査はトンネル本体の調査とは目的が異なる事から、トンネルとは異なるモデル作成が必要となります。この様に付帯調査等がある場合は、モデル数等の増加を積算に反映する事を忘れないようにしてください。

### (2) 地質平面・縦断図

地質平面図、地質断面図、物理探査結果断面図等について、トンネル中心線に沿った2次元の縦断図を作成する事となります。これら成果については、3次元モデルより作成する事になりますが、標高線や距離標、表題、電子簡略柱状図など図面として整える作業は必要となりますので、2次元の成果図面作成に要する費用についても計上する事を忘れないようにしてください。

トンネルの調査では、中心線に沿った2次元縦断図作成のほかにも、トンネル坑口付近の斜面对策のための調査や、低土被りを対象とした調査など様々な調査が実施されます。これら調査に対する成果図面作成等の費用を考慮する事も忘れないようにしてください。

### (3) 地山分類

岩石試験、原位置試験等の結果は、調査個所における情報であるので、それがわかるように表現する必要があります。これらの物性値をもとに地山の代表的な物性値を推定し、3次元モデルに反映する事になりますので、地山分類等のモデル作成にかかる費用についても考慮する必要があります。また、地層名、岩種、一軸圧縮強度、地山等級などは属性として付与する事となりますので、付与する情報量等を十分考慮し積算してください。

### (4) 各種解析

トンネル調査では、トンネルそのものの変形解析をはじめ、周辺への影響を確認するための解析等が実施されます。これら解析についても作成した3次元モデルを活用する事となります。

解析では、3次元モデルのデータがそのまま解析に利用出来る場合は問題ありませんが、手作業によるデータ変換等を伴う場合は積算に反映させる必要があります。

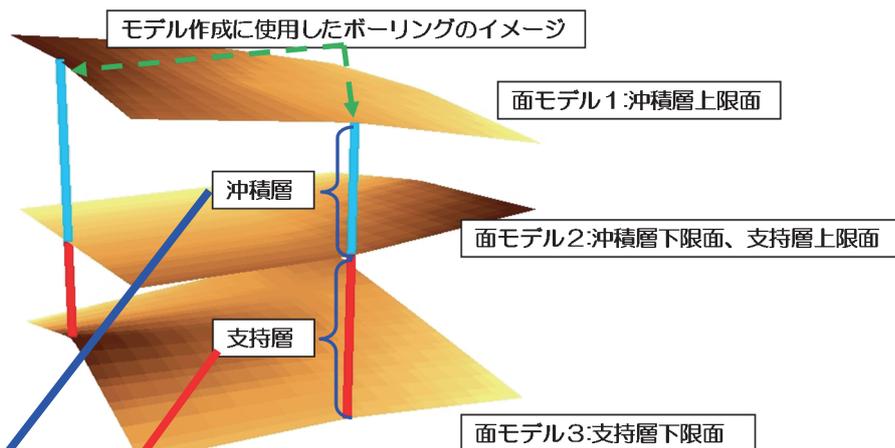
手作業によるデータ変換を伴う場合は、その難易度によりかかる費用も変わってきますので、安定解析を実施する場合は、データ変換の有無や変換の難易度等を十分考慮して積算するようにしてください。

## 6.5 属性情報について

BIMでは、3次元モデルを構成する部品ひとつひとつに属性情報を付与しています。CIMにおいても、BIMの様に属性情報を直接付与する事が予想されています。

CIMのモデル事業等において、別途表形式のデータテーブルを作成し属性情報の管理を行っているケースや、Microsoft Excelのファイルを用いて属性情報の管理を行っているケースもあります。この場合は、属性情報を一括して入力・管理できることや、Excelファイルとデータテーブルを連携し、入力作業の効率化がはかれるなどのメリットがあります。また、アプリケーションソフトウェアによっては、csvファイル等で属性情報を作成し、作成したcsvファイル等を取り込む機能を有するものもあります。

上記の通り、属性情報の付与方法についても様々なケースが考えられますし、その方法によって属性付与の作業時間も異なってきます。どの様な付与方法を行うのか、仕様上どの様な付与を行う必要があるか等について十分考慮したうえで積算を行ってください。



年代	地質名称	地質コード	地質記号	Vs (m/s)	Vp (m/s)	減衰常数 h	湿潤密度 (kgf/cm <sup>3</sup> )	非線形特性	N値	平均粒径 D50 (mm)	細粒分 FC (%)
完新世	砂質土層	B	As	180	917	0.03	1.8	②	10.0	0.35	10
		G1s		151	768	0.03	1.8	②	5.0	0.35	10
		S1v		180	917	0.03	1.8	②	10.0	0.35	10
		S1b		200	1,018	0.03	1.5	②	15.0	0.07	50
	礫質土層	G1a	Ag	200	1,018	0.03	1.9	②	15.0	0.35	10
		G1b		203	1,036	0.02	1.9	③	10.0	2.00	0
粘性土層	M1	Ac	243	1,238	0.02	2.0	③	20.0	2.00	0	
	M2		170	868	0.04	1.7	①	5.0	0.025	75	
更新世	礫質土層	G2	Dg	203	1,036	0.04	1.8	①	10.0	0.025	85
				G3	319	1,827	0.02	2.0	③	40.0	2.00
	砂質土層	S2	Ds	354	1,805	0.02	2.1	③	60.0	2.00	0
				M3	248	1,265	0.03	1.9	②	16.0	0.35
	粘性土層	M3	Dc	249	1,268	0.03	1.8	①	10.0	0.025	75

図 6-1 データテーブルによる属性付与のイメージ

以上の様に、CIMにおける地盤モデルの作成では、単に3次元地盤モデル作成にかかる費用を計上するだけでなく、業務全体でどの様な手順でどの程度の情報を作成・付与するかを十分考慮して積算に反映する必要があります。このため、地質分布や地質構造等モデル作成に影響を及ぼす様な情報については、事前に十分精査・検討を行い、積算に反映させる必要があります。また、断面図作成など従来通りの成果作成にかかる時間や、解析にどの様に3次元モデルが利用出来るか等、業務全体の流れの中で必要となる作業を十分検討し、積算に反映するようにしてください。

## 7. おわりに

計画から維持管理まで3次元モデルを活用するCIMは理想的ではありますが、業務によっては非常に効率の悪いケースも考えられます。単純な基礎調査などにおいては、数本のボーリングと標準貫入試験を行い、地質断面図を作成すれば済むような業務もありあす。この様な業務でソリッドモデルを作成し、全ての属性を付与する事は、相当の時間を要する事になり、業務規模や目的からするとオーバースペックと言えます。3次元モデルについても、

ソリッドモデルではなく、サーフェイスモデルでも十分目的を達成できるケースであり、1つの仕様を全ての地質調査業務に当てはめるのには無理があります。

また、弾性波探査などを実施した場合、その目的が地すべり調査の様にブロック・すべり面を確定させるための1手段で行ったのか、トンネル調査の様に地山分類にも利用する重要な調査なのかでモデル作成の有無も変わってきます。1手段としての利用であれば3次元モデルの作成は不要であり（速度解析断面図などは今まで通り作成が必要）、今後の工程でも利用し得る重要な情報であれば3次元モデルを作成するなど、目的に応じてモデル作成の有無を決める必要があるでしょう。

地質調査におけるCIM対応については、その目的や業務規模、作成したデータを今後どのように利用する事を想定しているか等を十分考慮して、CIM対応の有無やデータ作成方法等を決めていく事が重要です。

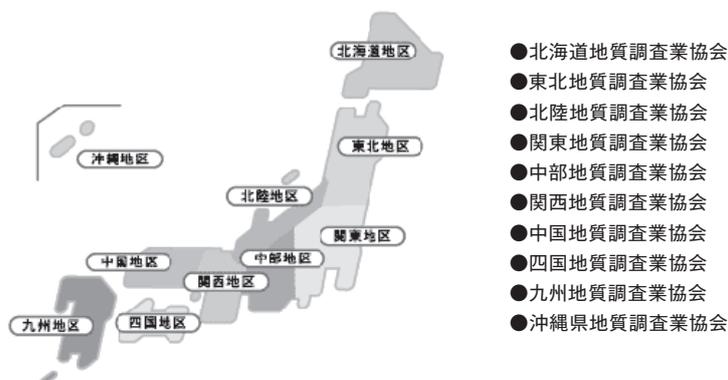
CIM対応業務においても、地質柱状図や試験結果等、基礎となる重要な情報については引き続き電子納品等で対応する必要があると思われます。しかし、3次元モデルを作成する場合は、設計フェーズ以降は3次元モデルのみの利用が想定される事から、地質断面図など2次元断面図を作成する事は不要な作業を強いられる事になり、また、3次元モデルより2次元断面図を作成する場合においても、手を加えない限り成果品にはなりません。この様に今後利用しない可能性が高い成果に時間をかけて作成する事はないものと考えます。このため、CIM対応業務においては、残すべき重要な基本情報以外は作成しないなどの判断も必要であると考えます。

3次元モデルを用いて土量計算等解析を行う場合は、掘削形状等を与えることで土量の算出は可能です。しかし、現状では今まで通りのスライス法による土量の算出が求められており、3次元モデル活用による効率化に結びついていないばかりか、3次元モデル作成の時間だけが増えた形になってしまいます。3次元モデルによる効率化が図れるよう様々な基準・手法についても3次元モデル活用に対応した改定を行う必要があるでしょう。

地質調査へのCIM導入においては、様々な目的・条件等がある事から、その成果となるモデルについても様々なケースがあると考えます。それぞれの目的や維持管理に至るモデル利用方法等を十分考慮しながら、作成すべき3次元モデルの形態、付与すべき属性などを決めていく必要があるでしょう。そのためにも、様々なケースの地質調査業務における試行を実施し検証する事が望まれます。

## 全地連の組織と協会活動

地質調査の業界団体は、全国 10 の地区協会とその連合会である「全地連」が中心的な組織となっています。地区協会や全地連では、発注機関様を対象とした技術講習会の開催や調査計画・積算の相談受付を行うなど、地質調査業務に関するサポート活動を行っています。



### 一般社団法人 全国地質調査業協会連合会

Japan Geotechnical Consultants Association

<http://www.zenchiren.or.jp/>

〒101-0047 東京都千代田区内神田 1-5-13 内神田 TK ビル 3F  
TEL : 03-3518-8873 FAX : 03-3518-8876

北海道地質調査業協会	〒060-0003 札幌市中央区北 3 条西 2-1(カミヤマビル) ●TEL : 011-251-5766 ●FAX : 011-251-5775
東北地質調査業協会	〒983-0852 仙台市宮城野区榴岡 4-1-8(パルシティ仙台 1F) ●TEL : 022-299-9470 ●FAX : 022-298-6260
北陸地質調査業協会	〒951-8051 新潟市中央区新島町通 1ノ町 1977(ロイヤル礎 406) ●TEL : 025-225-8360 ●FAX : 025-225-8361
関東地質調査業協会	〒101-0047 千代田区内神田 2-6-8(内神田クレストビル) ●TEL : 03-3252-2961 ●FAX : 03-3256-0858
中部地質調査業協会	〒461-0004 名古屋市東区葵 3-25-20(ニューコーポ千種) ●TEL : 052-937-4606 ●FAX : 052-937-4607
関西地質調査業協会	〒550-0004 大阪市西区靱本町 1-14-15(本町クィーバービル) ●TEL : 06-6441-0056 ●FAX : 06-6446-0609
中国地質調査業協会	〒730-0017 広島市中区鉄砲町 1-18(佐々木ビル) ●TEL : 082-221-2666 ●FAX : 082-227-5765
四国地質調査業協会	〒760-0067 高松市松福町 2-15-24(香川県土木建設会館) ●TEL : 087-821-4367 ●FAX : 087-851-9376
九州地質調査業協会	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東 2-4-30(いわきビル) ●TEL : 092-471-0059 ●FAX : 092-471-5786
沖縄県地質調査業協会	〒903-0128 中頭郡西原町森川 143-2-106 ●TEL : 098-988-8350 ●FAX : 098-988-8351

本ガイドブックは、

- (一社)全国地質調査業協会連合会が運営する情報公開サイト「全地連e-Learningセンター」で公開しています。  
URLは、こちら ⇒ <http://www.geocenter.jp/>
- 一般財団法人 建設業振興基金の「平成26年度建設産業体質強化支援緊急助成」事業の一環として制作したものです。