

地質調査におけるBIM/CIM実施状況の報告

徳島河川国道事務所 計画課
徳島河川国道事務所 計画課長
徳島河川国道事務所 計画第一係長

神高 明徳
勝田 健史
今井 剛

国土交通省では、「ICTの全面的な活用」等の施策を建設現場に導入することによって、建設生産システム全体の生産性向上を図り、もって魅力ある建設現場を目指す取組であるi-Constructionを進めている。

平成31年度に新規事業化した海部野根道路において、事業化1年目の地質調査業務にて、3次元地盤モデルを作成したので、実施状況について報告する。

キーワード BIM/CIM, 準3次元地質断面図

1. はじめに

我が国は、2010年の1億2806万人をピークに人口減少が始まり、しかも極めて速いスピードで高齢化も進みつつある。建設産業においては、既に中高年層が建設現場を支える状況にあることから、生産性を向上させなければ、建設現場を維持し社会的使命を果たしていくことが困難な状況になると考えられる。

国土交通省では、建設現場の生産性向上を図るi-Constructionの取組において、これまで3次元モデルを活用し社会資本の整備、管理を行うCIM (Construction Information Modeling/Management) を導入することで受発注者双方の業務効率化・高度化を推進してきた。(図-1)

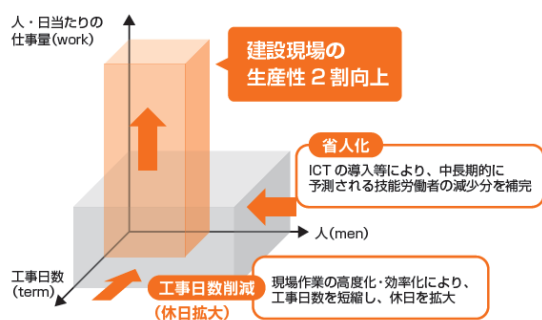


図-1 生産性向上のイメージ

平成30年5月から従来の「CIM」という名称を「BIM/CIM (Building/ Construction Information Modeling, Management)」に変更している。

これは、海外では「BIM」は建設分野全体の3次元化を意味し、土木分野での利用は「BIM for infrastructure」と呼ばれて、BIMの一部として認知されていることから、建築分野の「BIM」、土木分野の「CIM」といった従来の概念を改め、国際標準化等の動向に呼応し、地形や構造物等の3次元化全体を「BIM/CIM」として名称を整理したものである。

2. BIM/CIMとは

BIM/CIM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、及び、構築したBIM/CIMモデルに内包される情報を管理・活用することをいう。

BIM/CIMの活用効果としては、ミスや手戻りの大幅な減少、単純作業の軽減、工程短縮等の施工現場の安全性向上、事業効率および経済効果に加え、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、中長期的な担い手の確保の一助に資するものである。

3. 海部野根道路について

海部野根道路は、阿南安芸自動車道の一部を構成する道路で、徳島県海部郡海陽町多良から高知県安芸郡東洋

町野根に至る延長14.3kmの自動車専用道路である。

南海トラフ地震発生時に住民の避難や緊急物資の支援を支える「命の道」として機能するよう津波浸水域を避けつつ役場や防災拠点、集落を連絡し、四国横断自動車道、高知東部自動車道と一体となって四国8の字ネットワークを構成する。また、都市部や空港からのアクセスを改善し四国東南地域における観光振興や地域産業の育成・発展を支援するとともに、高次救急医療機関へのアクセス向上により、緊急搬送など医療活動を支援するものである。



図-2 海路野根道路位置図

4. BIM/CIMモデル作成について

令和元年度においては、4箇所のボーリング調査を行い、ボーリング調査結果の地質・土質モデルを作成した。

地質・土質モデルの種類については、ボーリングモデル、準3次元地盤モデル、3次元地盤モデルがある。(表-1、表-2、表-3)

表-1 地質・土質モデルの種類と概要 (1)

種類	概要
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。 本ガイドラインでは、ボーリングモデルのうち、以下の調査結果モデルと推定解釈モデルに区分するものとする。
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、または、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・表現したものである。
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・表現したものである。
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
テクスチャモデル(準3次元地質平面図)	地形表面(地形データ)に、地質・土質調査業務で作成された2次元の成果である地質平面図、オルソ処理した空中写真等を貼り付けて作成するモデルのことである(テクスチャマッピング)。 国立研究開発法人産業技術総合研究所 シームレス地質図 国土地理院 色別標高図 国土地理院 国土基本図

表-2 地質・土質モデルの種類と概要 (2)

種類	概要
準3次元地盤モデル	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基に作成する地形データ等を3次元空間に配置したモデルである。
3次元地盤モデル	複数のボーリング柱状図等の地質調査結果を基に、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。
サーフェスモデル	地層などの境界面に地層・岩体区分などの属性を持つ面を貼り付けたモデルである。
ソリッドモデル	サーフェスモデルが地層・物性値などの境界面の上面のみを表現しているのに対して、上面・下面・側面の境界面とで挟まれた内部の地質情報などを付加した属性情報から構成されるモデルをソリッドモデルという。水平方向・深度方向に広範囲に亘る場合は、便宜的に区切るための鉛直・深度等の境界面で区切られる。

表-3 地質・土質モデルの種類と概要 (3)

種類	概要
ボクセルモデル	モデル全体を小さな立方体(空間格子)の集合体として表現するものである。通常は、サーフェスモデル(地層などの境界面モデル)の形状と境界面間の属性情報を微小立方体に付与することにより作成する。
ソリッドモデル	サーフェスモデルなどの地層などの境界面モデルを真上から見て小さな格子(メッシュ)に区分し、メッシュ内の境界面間の属性情報と関連付けることにより作成されたモデルである。 地震動予測の分野では「鉛直1次元地盤柱状体モデル」と呼ばれることがある。
柱状体モデル	
【参考】パネルダイアグラム	サーフェスモデル、ソリッドモデルに任意に設定した複数の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。 従来の地層推定図を配置した準3次元断面図とは異なる。

今回の地質調査では、ボーリング結果を用いて地質・土質モデルを作成することから、ボーリングモデル、準3次元地質断面図、サーフェスモデルの作成が考えられるが、「三次元地盤モデル作成の手引き」（表-4）より新規の調査段階から、設計、施工まで使用できること、発注時は調査地点周辺の地質情報が少なかったことから準3次元地質断面図モデルの作成を行った。

地質・土質モデルを作成することによって、本体構造物と地質・土質構成等における位置関係を立体的に把握することで、関係者間での地質・土質調査成果に対するイメージや地質・土質上の課題等を容易に共有することができる。そのため、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期待出来る。

表-4 CIMの段階と三次元地盤モデル(構造物基礎)

CIMの段階	想定されるモデル	備考
企画・計画	・ボーリングモデル	新規
	・テクスチャモデル	新規
	・準3次元断面図	新規
	・サーフェスモデル(地層境界モデル)	新規
調査	・ボーリングモデル	改良
	・テクスチャモデル	改良
	・準3次元断面図、・パネルダイアグラム	新規
	・サーフェスモデル(地層境界モデル)	新規/改良
	・サーフェスモデル(物性値境界モデル)	新規
	・サーフェスモデル(総合解析境界モデル)	新規
施工	・準3次元断面図、・パネルダイアグラム	施工実績
	・サーフェスモデル(地層境界モデル)	施工実績
	・サーフェスモデル(物性値境界モデル)	施工実績
	・サーフェスモデル(総合解析境界モデル)	施工実績

5. 準3次元地質断面図の作成

ボーリング調査は多良地区、野江地区、宍喰浦地区で合計4箇所を調査し、それぞれのボーリング調査結果を用いて図-3、図-4、図-5、図-6の通り準3次元地質断面図を作成した。地形モデルは地形情報は国土地理院の基盤地図情報数値情報モデル5mメッシュDEM5Aを使用した。また、盛土や橋台などの道路構造物のモデルは、過年度の道路概略設計業務の計画横断面図成果より道路概略設計のモデルを作成した。

また、橋台が予定されている箇所については、橋台のモデルを作成し、準3次元地質断面図モデルに反映した。

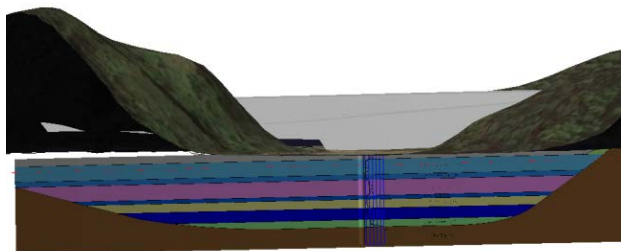


図-3 準3次元地質断面図モデル（多良地区）



図-4 準3次元地質断面図モデル（野江地区）

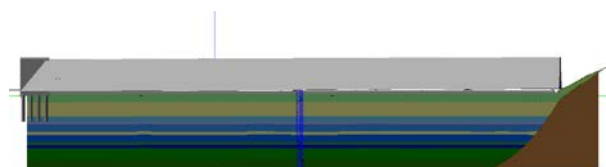


図-5 準3次元地質断面図モデル（宍喰浦地区 1）

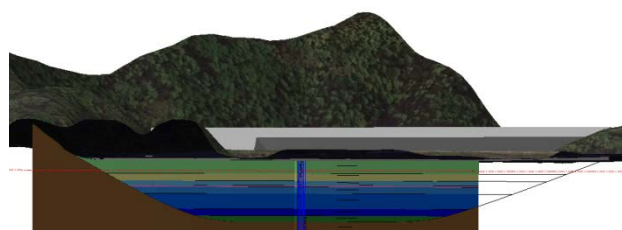


図-6 準3次元地質断面図モデル（宍喰浦地区 2）

図-7は野江地区、図-8は宍喰浦地区 1 の準3次元地質断面図の橋台部分である。道路概略設計業務で作成された橋梁一般図の橋台をモデルに反映させた結果、野江地区、宍喰浦地区 1 のモデルにおいては、橋台の杭が支持層に届いていないことが確認できた。

しかし、本調査では橋台部分ではなく、数百メートル離れた位置でのボーリング調査結果を反映させたモデルなので、実際に概略設計で設計した杭が支持層に届いていないかについては、今回作成したモデルだけでは判断はできない。モデルの精度を上げるために、橋台位置のボーリングを行う必要がある。

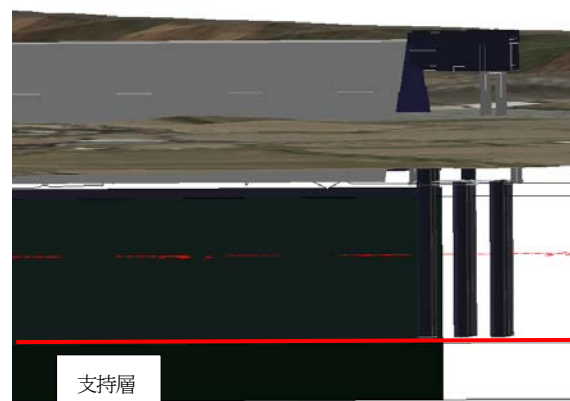


図-7 準3次元地質断面図モデル（野江地区）

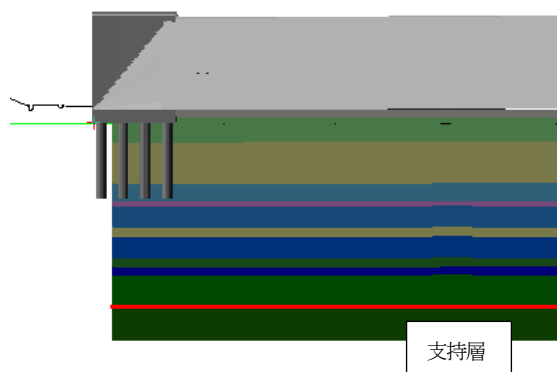


図-8 準3次元地質断面図モデル（穴喰浦地区1）

参考文献

- 1) 一般社団法人 全国地質調査業協会連合会、一般財団法人 日本建設総合情報センター：三次元地盤モデル作成の手引き、平成28年11月
- 2) 国土交通省大臣官房技術調査課：はじめてのBIM/CIM、令和元年9月
- 3) 国土交通省：BIM/CIM導入ガイドライン（案）、令和2年3月
- 4) i-Construction 委員会：i-Construction ～建設現場の生産性革命～、平成28年4月

6. BIM/CIM活用の課題

今回、3次元地盤モデル作成のBIM/CIM活用業務を発注し、以下の2点について課題があることが分かった。

（1）モデルの精度の向上

今回の調査では、各地区において1～2箇所しかボーリング調査を行わなかったため、モデルの精度については、低いものと考えられる。よって、穴喰浦地区1、野江地区で、橋梁の杭が支持層に届いているかモデルで確認したが、実際に橋台部でボーリング調査を行っていないため、今回作成したモデルだけでは判断はできない。

今後、ボーリング調査の数量を増やし、モデルに反映していくことでモデルの精度を向上させていきたい。

（2）発注者間での情報共有

今回、BIM/CIM活用業務を発注するにあたり、これまで地質調査業務でBIM/CIM活用業務を発注した経験が無かったことから、作成するモデルの種類の決定、仕様書の作成、概算金額の積算に苦労した。

発注経験が無い業務を発注することは、発注する際の労力が通常よりかかり、発注者は発注に後ろ向きになる可能性がある。発注例を発注者間で共有し、発注の労力を減らす必要がある。

7. おわりに

国土交通省では、平成24年度からCIM試行事業を開始し、平成29年度までに400件以上の業務、工事で試行を行っている。令和元年度は、大規模構造物における詳細設計でのBIM/CIMを原則適用とし、令和2年度からは大規模構造物予備設計へBIM/CIMを原則適用するなどBIM/CIM等の活用拡大が図られている。

今後、さらにBIM/CIMの活用拡大が図られることが考えられることから、BIM/CIM活用について研修等で知識を深めていく必要がある。