

いまさら聞けない BIM/CIMの始め方

株式会社デバイスワークス 代表取締役 かがや たろう
加賀屋 太郎

1. BIM/CIMの状況

周知の通り、国土交通省は令和2年9月の第4回 BIM/CIM 推進委員会にて、「令和5年度(2023年度)までに小規模を除く全ての詳細設計・工事においてBIM/CIMを原則適用」という方針を示しました(図-1)。

また、CIM 導入ガイドライン(案)は、「設計業務等共通仕様書」の構成に合わせて、より業務内容との関係性を明確にして参照しやすくするた

めに、BIM/CIM 活用ガイドライン(案)への再編が行われ、共通編については、令和2年3月に公開されました。令和3年3月には河川編、砂防および地すべり対策編、ダム編、道路編などが公開されました。

このようにBIM/CIMの世界は毎年急速にバージョンアップしていますので、常に情報を把握することが重要です。

弊社が受託しているBIM/CIMモデル作成の依頼では、令和元年度よりモデリングの相談が漸増し、令和2年度はさらに新たな顧客からの相談が急増している状況から、業界全体が大きく変わっ

令和5年度までの小規模を除く全ての公共工事におけるBIM/CIM原則適用に向けて、段階的に適用拡大。
従前から検討してきた「一般土木」、「鋼橋上部」の進め方については、下図を予定。
今後、どの段階からどのように3次元モデルを活用していくかについて、業界団体等とも協議の上、工種別に整理。

原則適用拡大の進め方(案)(一般土木、鋼橋上部)

	R2	R3	R4	R5
大規模構造物	(全ての詳細設計・工事で活用)	全ての詳細設計で原則適用* (R2「全ての詳細設計」に係る工事で活用)	全ての詳細設計・工事で原則適用	全ての詳細設計・工事で原則適用
上記以外 (小規模を除く)	-	一部の詳細設計で適用* -	全ての詳細設計で原則適用* R3「一部の詳細設計」に係る工事で適用	全ての詳細設計・工事で原則適用

※ 令和2年度に制定した「3次元モデル成果物納品要領(案)」を適用する詳細設計を「適用」としている。

図-1 BIM/CIMの詳細設計・工事への適用のロードマップ(案)
(国土交通省 第5回 BIM/CIM 推進委員会資料より抜粋)

てきているのが手に取るように分かります。

新たな相談の中で最も多いのが、「BIM/CIM 活用業務ではないけれど、会社として取り組みをしていきたいが、どうすれば良いでしょうか」という相談です。今までも国土交通省の発表や各種団体のセミナーなどで情報を把握していたけれど、いざ具体的な取り組み方についてとなると経験がないので分からないということです。

弊社も CIM という言葉が出てきた平成 24 年度あたりの時点では、取組順序も分からず、何が正解かも分からずやってきましたが、さまざまな経験から得たものがあり、今回ここにこれから取り組む際に知っておくべきことを紹介したいと思います。

2. まずは 3 次元データの特徴を把握する

BIM/CIM を始めようとする、すぐにどのソフトを選定すれば良いかとか、後述するリクワイヤメントを満たすには、どうすれば良いかと考えがちですが、ソフトを買えばできる訳でもなく、単に 3 次元化するだけでは、自分たちの生産性向上を図ることはできません。

まず、初めに必要なのは、土木で利用する 3 次元データの特徴を把握することです。

土木で利用する 3 次元データには、下記の 3 種類のデータがあります。3D ポリラインなどの線（ワイヤーフレーム）は、今回除いて考えます。

- ・ソリッドモデル
- ・サーフェスモデル
- ・点群データ

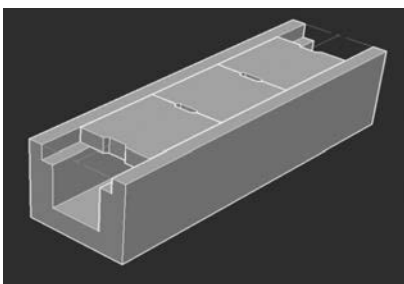


図-2 ソリッドモデル

ソリッドモデルは、中身の詰まったデータで、豆腐のようなものです。土木では「構造物」で利用します。単体で体積を算出したり、形状に属性を付与することが可能です（図-2）。

サーフェスモデルは、表面だけのデータで、ブルーシートのようなものとなります。

土木では「現況地形」、「造成後の法面」などに利用します。

単体だと表面積しか算出できませんが、複数のサーフェスデータがあれば、差分計算により土量計算に活用できます。

中にはソリッドモデルに見えるサーフェスモデルというものもありますが、今回の解説は省略します（図-3）。

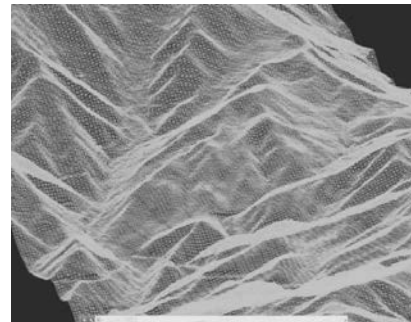


図-3 サーフェスモデル

点群データは、集合体で見ると地形や建物が 3 次元に見えますが、1 点につき XYZ の座標を持つデータです。

点群単体で、「現況」の状況が見えるだけでなく、必要な箇所をデータ上で計測が行える他、点群からサーフェスを作成することも可能です。

また点群を削除することで、新しい景観を見ることが可能となります（図-4）。



図-4 点群データ

これら3種類のデータは、複合的に利用しても単体で利用しても BIM/CIM 活用をしているといえます。

ただし、どの工種にも使えるわけではないというに加え、異なる特性のデータなので、扱うソフトウェアが異なるということに、気付いていただきたいのです。

対象の工事でどのデータが必要になるかを先に知ることが重要であったりします。

例えば、起工測量時に点群をとっておけば、施工計画書作成にも利用できますし、これから施工する3次元モデルを配置する3次元の現況図を別途作成する手間が省けて BIM/CIM 活用にもなり、生産性向上にもつなげられたりするからです(図-5)。



図-5 起工測量時の点群データ
(福井コンピュータ株式会社提供)

3. 工種によるデータの違いとソフトウェア選定

2次元CADもソフトウェアによって特徴がありますが、3次元は次元が増えた分、当然ながら倍以上のソフトウェアの種類や特徴があります。

3次元CADは、自動車業界、映像・ゲーム業界、建築業界などで発展してきました。

これらの業界では、作成するモデルは自動車業界ならクルマ、建築業界なら建物といったように作るものは一貫性があり、形状が異なるだけなので複数のソフトウェアを利用する必要がありません。

一方、土木業界は多種多様な工種があるので、異なる3次元データを混在させたり、使い分けた

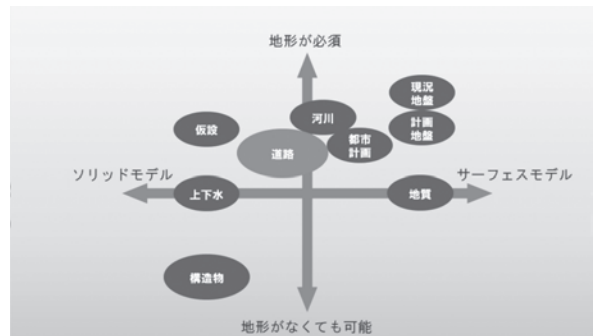


図-6 3次元データと工種のポジショニング

りする必要があります。

では、土木業界に必要な3次元モデルは、工種によってどのように分類されるのでしょうか。

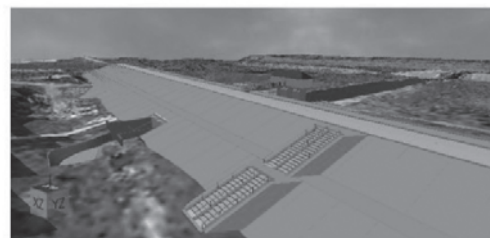
図-6のようにサーフェスとソリッド、地形を含む工種と単体で成り立つ構造物で分類すると、多種多様なのが分かります。



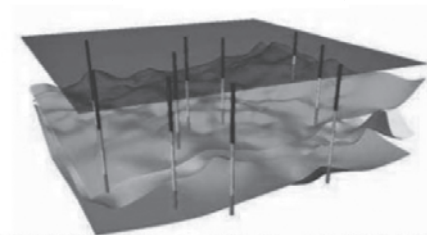
(エムティーシー提供)



(Autodesk Infracoreによる都市計画モデル)

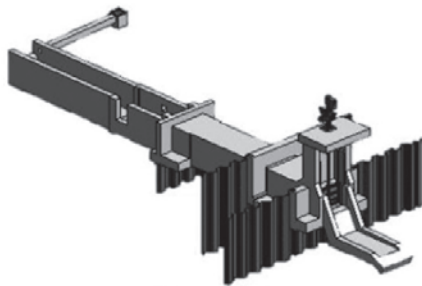


(川田テクノシステム提供)

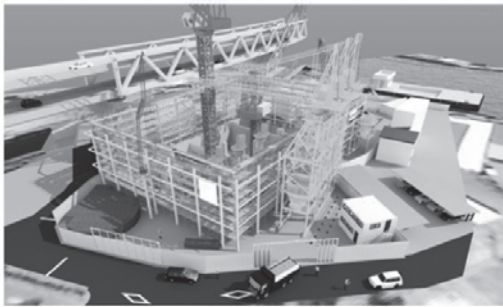


(BIM/CIM活用ガイドライン 共通編 R2.3 国土交通省より引用)

図-7 地形が絡む工種の作図例



《樋門モデル》



《仮設計画》



《橋梁下部工》

図-8 単体で成り立つ工種の作図例

図-6からも分かるように、当然、利用するソフトウェアも異なってきます。

- ・ 地形が絡む工種(現況地形, 計画地形, 道路, 河川。図-7)
- ・ 単体で成り立つ工種(構造物, 仮設。図-8)

ここで重要なのは、BIM/CIM 対応するためには、数種の3次元CADを利用しなければならないことです。

建築と土木は同じ建設業界ですが、考え方が大きく異なることを知っておくべきです。

構造物は地形上に存在し、施工段階の状況(土工事や地形なりの構造物)を複合的に表示したりしますので、サーフェスデータとソリッドデータを同じ空間で表示する、いわゆる統合モデルを作成する必要が生じることもあります。

上記のような理由から、会社全体で統一したソ

フトウェアを選定するのではなく、工種ごと(担当部署ごと)に選定し、複数のソフトウェアを組み合わせて利用することを推奨します。

4. 詳細度によるデータの違い

工種により作成するデータやソフトウェアが異なることを理解しただけでは不十分です。

BIM/CIM に対応するためには、詳細度(LOD: Level Of Details の略)を考慮したデータを作成する必要があります。

詳細度は、LOD100～LOD400まで4段階あり、3次元モデルの利用シーンによって、どこまで詳細に作成すべきかを決めて作成します。

3次元をやったことのない方が最初に壁となるのは、この詳細度といっても過言ではありません。

全ての構造物データを一番詳細なモデルであるLOD400で作成すれば、積算も可能になってきますので(積算については他の問題点もありますが)、これでなければBIM/CIM活用ではないと思っていないでしょうか。

図-9のように鋼構造物は重要となる場合がありますが、どのような工種でもいつも必ずその詳細度は必要があるのでしょうか?

例えば、道路工事の場合、L型街渠を1本ずつ作る必要があるのでしょうか?そこまではほとんどすることはないので、大げさな話ですが、LODを詳細にすると当然作業時間も膨大になるという

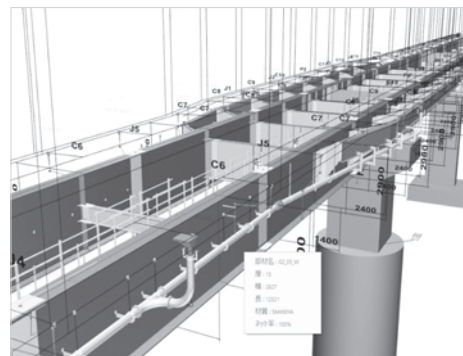


図-9 LOD400の作図例
(オフィスケイワン株式会社提供)

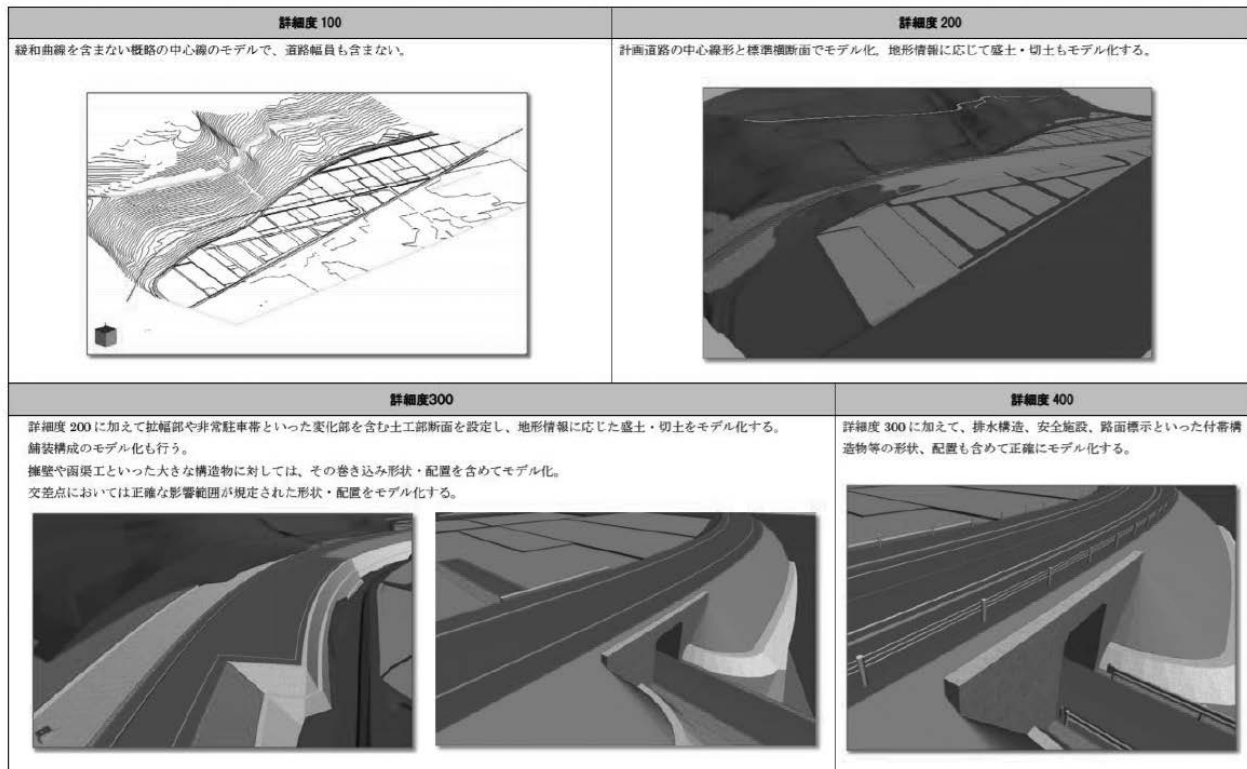


図-10 土木分野におけるモデル詳細度標準（案）

（出典：土木分野におけるモデル詳細度標準（案）【改訂版】平成30年3月 社会基盤情報標準化委員会 特別委員会）

ことです。

国土交通省は2023年度までに小規模を除く全ての公共工事でBIM/CIM化と言っていますが、詳細度については指定していません。

詳細度は図-10のように定義されていて、BIM/CIMをどのシーンでどのように活用し、どのような効果が得られるのかによってLODを決めてやっていくことも重要なポイントだと思います。

3次元から少し離れた話になりますが、地図情報においてこの詳細度について考えてみてください。

都道府県を表示している時は主要な道路くらいしか表示されていないのに対し、自分の住んでいる地域を表示している時には主要道路に加え、街区道路や住宅が表示されています。

つまりエリアが広範囲の場合は街区道路があっても見えないため、詳細度を下げ、エリアが狭い場合は詳細な情報が必要なため、詳細度が高くなっています（図-11）。



図-11 尺度による表示内容の違い
（地理院地図より引用）

BIM/CIM も同様に利用シーンによって詳細度は変えるべき（常に詳細に作る必要はない）と私は思っています。

生産性向上、問題点の解決など、意味のある 3 次元モデルを作成することを強くお勧めします。

5. 2次元 CAD の使い方と異なる点

現在は 3 次元での設計までは実現できていないことが多く、設計された 2 次元図面から 3 次元モデルを作成することがほとんどです。

その際に必要な知識としては、2 次元図面では 1 工事単体で図面の役割を成していましたが、土木における 3 次元の場合は、地理空間上の構造物として管理するために単位を合わせる必要があり、m 単位、小数点以下第 3 位までの管理となります。

平面図においては、図面枠内に作成していたのに対し、方位や座標を CAD データそのものに与えることに加え、測地座標系を設定する必要が生じます。

そのため、測地座標系は世界測地系（測量成果 2011）とし、平面直角座標系を用い、m 単位で統一することになります（管理する数値は小数点

以下第 3 位まで）。

さらには、基準水準面については、T.P.（東京湾中等潮位）を標準とするので、A.P. や O.P. は変換した高さにしなければなりません。

構造図の場合は、現状では mm 単位で作図されていることが多いと思いますが、3 次元では m 単位で作図して小数点以下第 3 位の精度でモデリングします。

3 次元データに取り組む際に、2 次元図面の描き方も変化を求められているのです。

さらに 3 次元図面を作図するためには、画面を上から下からまたは左右からと動かしながら作図します。画面表示の変化が激しいため、PC のスペックが乏しいと動かなくなってきます。

6. 必要なハードの環境

BIM/CIM に取り組む際によく聞かれる項目の一つが PC 環境です。そしていつも回答することは、作成する 3 次元データによって異なるということです。点群を扱う際や 3 次元モデル作成の範囲が広ければ、情報量が多いため相当なスペックが求められます。単体の構造物で配筋などが入らない LOD が低いデータであれば、それほど高ス

表-1 ソフト各種の動作の特徴と PC 推奨モデル
(建設マネジメント技術 2019 年 6 月号より抜粋)

ソフト	マルチコア CPU	GPU	メモ
Infraworks	◎	◎	CPU のコア数が多いとデータ読み込みが早くなる 読み込み後は GPU の処理性能が高ければモデルは滑らかに動作し、グラフィックスは P2000 以上が必要
Navisworks	×	○	CPU はシングル CPU しか動作せず GPU は P4000 で 30% 程度、M2200 でも十分に動作
Civil 3D	○	×	CPU はコア数よりもクロック数が高い方がよい 動作が重い場合は解像度が低い画面を使用するとよい メモリは 32 GB 以上必須
Revit	×	×	CPU はシングル CPU で問題ない GPU もエントリーで十分

分類	デスクトップ型 CIM 推奨モデル	ノートブック型 CIM 推奨モデル	ライトユース限定モデル
モデル名	HP Z2 TWR G4 Workstation	HP ZBook 15 G5 Mobile Workstation	HP ZBook 14u G5
CPU	インテル® Xeon® プロセッサ E-2124G	インテル® Xeon® E-2176M プロセッサ	インテル® Core™ i7-8650U プロセッサ
GPU	NVIDIA Quadro P4000	NVIDIA Quadro P2000	AMD Radeon Pro™ WX3100 (2GB GDDR5)
RAM	32 GB メモリ	32 GB メモリ	32 GB メモリ
DISK	512 GB HP Z Turbo G2 ドライブ	1 TB M.2 SSD + 2 TB HDD	HP Z Turbo ドライブ 512 GB
重量	-	2.1 kg	1.6 kg

ベックでなくても良いこともあります。全員の PC を高スペックにするのではなく、作成するモデルによって PC を使い分けるのも手です。

推奨スペックは扱う 3 次元モデルによって異なります（表-1）。

- ・点群処理，広範囲の場合や VR の場合
- ・単体のモデリング程度の場合

7. 人材育成

土木業界では今まで 3 次元に取り組んでいませんでしたので，BIM/CIM 作成ができる人材はほとんどいないのが実情です。他の業界（建築や機械業界）でモデリングできる人を探す方法もありますが，構造物のモデリングはすぐにできるようになる一方，サーフェスモデルは土木の図面を読み取る力が必要なので，特に時間がかかります。メーカー各社の研修を積極的に受講することをお勧めします。

8. 事例

図-12～14 に示します。

9. 令和 3 年 3 月の要領等の改定について

BIM/CIM 活用の実施方針として，要求事項（リクワイヤメント）という言葉があります。

これは，BIM/CIM モデル作成に関する発注者の要求事項ということですが，令和 3 年 2 月の第 5 回 BIM/CIM 推進委員会資料では，これまでのリク

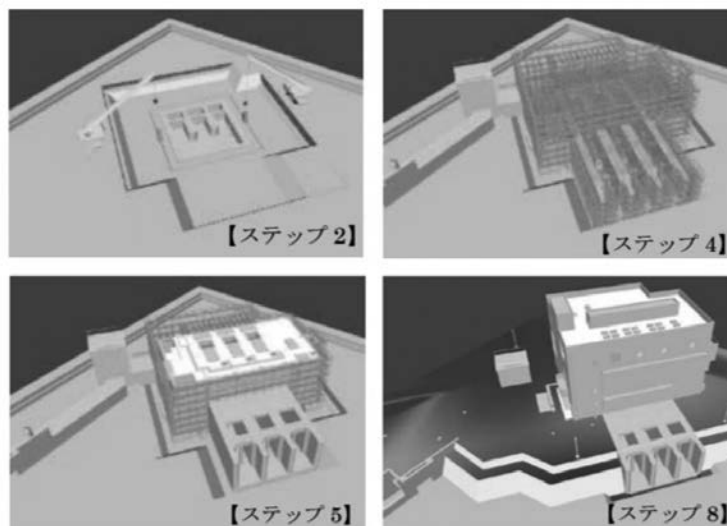


図-12 作図の工程
(CIM 導入ガイドライン 下水道編 R 元.5 国土交通省抜粋)



図-13 施工計画の作図例
(福井コンピュータ株式会社提供)



図-14 点群活用の作図例
(株式会社デバイスワークス)

ワイヤメントで「基準要領等の改定に向けた課題抽出」のための要求をやめ、「円滑な事業執行」・「実施目的を示す」運用に変更になりました（表-2）。

これにより設計段階では、

- ・事業計画等のBIM/CIMモデルでの可視化
- ・後工程におけるリスク軽減のためのモデル化
- ・円滑な対外説明に利用するモデル
- ・工区割による分割を考慮した概算工事費の算出
- ・4Dモデルによる施工計画等の検討

を主目的としたBIM/CIMモデルの作成を求められ、工事段階においては、

- ・BIM/CIMモデルを活用した効率的な監督・検査
- ・変更協議に係る日時、場所、内容等の情報付与などを目的としたBIM/CIMモデルを求められます。

また、今までのBIM/CIM運用ガイドラインからBIM/CIM活用ガイドラインへと改定され、さまざまな活用事例が示されていますので、こちらも参考にしてみてください。

さらに新たに追加された基準として、「3次元モデル成果物作成要領（案）」が策定されました。ここでのポイントは、

- ・3次元モデルから2次元図面の切り出しを行い、設計においては2次元図面の作成を求める
 - ・2次元図面の全ての情報を3次元モデルとして作成するのではなく、BIM/CIMの活用目的を達成するために必要最小限の仕様を3次元モデルとして作成することを求める
- ということです。

例えば、今回の案件が道路設計だとします。

道路設計には、サーフェスモデルで作成される道路線形や法面に加え、BOXカルバートのようなソリッドモデルが共存することが多いと思います。

ここで重要なのは、対象範囲全体でやる必要はないということです。この例で言えば、属性としては道路の中心線形はJ-LandXMLによって属性情報が入ります。道路線形情報は、施工者側にデータが渡る際に非常に重要な役割を果たしますので、この属性情報を作成すれば良いのです。

このデータがあるとMG（マシンガイダンス）で利活用でき、施工者側が生産性向上を図れるのです。

BIM/CIMはデータが活用できなければ意味がありません。自分たちが便利になることも重要ですが、業界全体がトータルの生産性向上を図れ

表-2 令和3年度BIM/CIM活用業務・工事のリクワイヤメント（案）
（第5回BIM/CIM推進委員会 R3.2国土交通省より抜粋）

- ・リクワイヤメントとは、発注者から受注者に対する「要求事項」。
- ・これまでは「①円滑な事業執行」、「②基準要領等の改定に向けた課題抽出」の目的で設定。
- ・今後は①に限定することとし、発注時には実施内容に合わせて「実施目的」を示す運用とする。
- ・②のために必要な検討については別途実施。

R2 要求事項（リクワイヤメント）※業務・工事共通	R3 要求事項（リクワイヤメント）※業務
項目	項目
①段階モデル確認書を活用したBIM/CIMモデルの品質確保	①設計選択肢の調査（配置計画案の比較等）
②情報共有システムを活用した関係者間における情報連携	②リスクに関するシミュレーション（地質、騒音、浸水等）
③後工程における活用を前提とする属性情報の付与	③対外説明（関係者協議、住民説明、広報等）
④工期設定支援システム等と連携した設計工期の検討	④概算工事費の算出（工区割による分割を考慮）
⑤BIM/CIMモデルを活用した自動数量算出	⑤4Dモデルによる施工計画等の検討
⑥契約図書としての機能を具備するBIM/CIMモデルの構築	⑥複数業務・工事を統合した工程管理及び情報共有
⑦異なるソフトウェア間で互換性のあるBIM/CIMモデル作成	
⑧BIM/CIMモデルを活用した効率的な照査	R3 要求事項（リクワイヤメント）※工事
⑨BIM/CIMを活用した監督・検査の効率化	項目
⑩後段階におけるBIM/CIMの効率的な活用方策の検討	①BIM/CIMを活用した監督・検査の効率化
	②BIM/CIMを活用した変更協議等の省力化
	③リスクに関するシミュレーション（地質、騒音、浸水等）
	④対外説明（関係者協議、住民説明、広報等）

るように考えるべきだと思います。

構造物モデルは、施工者側でコンクリート打設リフトの情報などの属性を入れるなど完成形状にだけ属性を入れるなど、作業途中の情報を入れることも可能です。

BIM/CIMを行うに当たって、見栄えの良い実績となる配筋のモデリングを望む声が多く聞こえます。しかし私は必ずしも重要だと考えていません。設計図どおりに作成すると継手は重なってしまいますので、干渉チェックをする際にはわざわざ動かしておかなければなりません(図-15)。

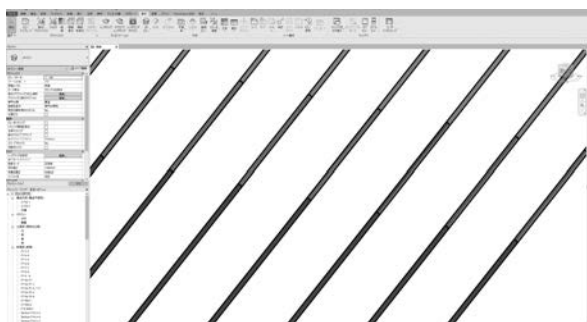


図-15 継手部分の重なり

確かに数量は算出できますが、2次元図面から作っているだけなので、数量は分かっています。設計ミスを見つけることはできるかもしれませんが、作業ボリュームに対する費用対効果があまりないと思います。

鉄筋の取り合い(補強筋など)を確認する箇所だけ作成すれば良いと思います。

属性を利用して数量を算出する際に、3次元モデルを作成すれば本数などを計上することができ、効果的になると考えて、鉄筋の属性を入れることが挙げられますが、鉄筋が全て入っていても参照による属性管理をすることが許されていますので、参照(リンク)による対応も考える方が得策かもしれません。参照情報のデータベースがあれば積算につながられますので、3次元モデルとは別途作成して管理することも考えてみてはいかがでしょうか(図-16)。

鉄筋の例のように、全てを3次元化しようとするのではなく、費用対効果を考えて協議すべき箇所についてBIM/CIM化をすべきだと考えています。

BIM/CIMを始める際に、最初から難しいことをやろうと考えると非常に大変です。できることから取り組んで、そこから飛躍していただければ幸いです。

最後にBIM/CIMは1年ごとに進展しています。常に最新の情報を取得していくことが大切です。

国土交通省のBIM/CIMポータルサイトを確認して実施方針やガイドラインを確認するようにしましょう(<http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bimcim/bimcimindex.html>)。

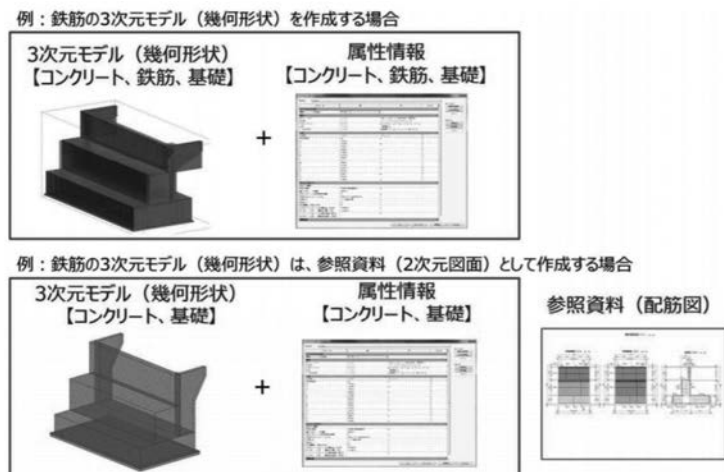


図-16 属性を利用して数量を算出する際の作図例
(BIM/CIM活用ガイドライン(案)共通編R2.3国土交通省)

[問い合わせ先]

株式会社デバイスワークス
東京都中央区日本橋茅場町2-14-7
日本橋ティユービル1F
03-6661-7771
代表取締役 加賀屋 太郎
Email: consul@deviceworks.co.jp