(19) 3 次元モデル成果物の階層化及び属性情報の標準化に関する研究

宮本　亮介[1]・郭　栄珠[1]・西村　徹[1]

[1]正会員　国土交通省　国土技術政策総合研究所　（〒3005-0804 茨城県つくば市旭1）
E-mail: miyamoto-r924a@mlit.go.jp　kwak-y92rw@mlit.go.jp　nishimura-t92ta@mlit.go.jp

令和 3 年に策定された 3 次元モデル成果物作成要領（案）は，BIM/CIM の一環として将来的に 3 次元モデルを契約図書として用いることを基準に策定されている．一方で令和 5 年度に発出された「原則適用方針」は現時点でのソフトウェアの性能や受発注者双方の技術的な普及度に合わせて内容が決定されており，求められる 3 次元モデルの作り込み度及び付与する情報の詳細度に相違がある．本研究では 3 次元モデル成果物作成要領（案）における 3 次元モデルの仕様に係る項目及び属性情報と階層化の検討の経緯を明らかにし，原則適用方針における仕様が成果品の要求詳細度が相違する理由を明確化する．

Key Words: *3D model, BIM/CIM, IFC, attribute information, data format, LOD, LOI*

1.　まえがき

日本国内においては，少子高齢化や働き方改革等により労働者及び労働時間の減少が見込まれている．これに伴い，国土交通省では BIM/CIM（Building/construction Information Modeling, Management）の導入を推進している．BIM/CIM とは，計画・調査・設計段階から 3 次元モデルを導入し，施工，維持とフェーズを経る毎に情報を付与し，事業全体での情報共有を図る取り組みであり，一連の建設生産システムにおける受発注者双方の業務効率化・高度化を狙いとしている [1].

2.　3 次元モデル成果物作成要領（案）について

令和 4 年 4 月に発出された 3 次元モデル成果物作成要領（案）は，従来通り 2 次元図面を契約図書として用いることを前提とし，後工程において 3 次元モデルを契約図書に準じた取り扱いが可能なものとし，詳細設計時の最終成果品として BIM/CIM の活用目的の達成への寄与が主な狙いである [2]．3 次元モデルを作成し利活用するにあたり，モデリングした成果物をどの程度作りこみ，どのような情報を付与し，どのように分類するかといった指標を標準化し，更に情報を入力するための規格を定めるものであり，また最終的には後工程において情報の入力を行いデータやモデルの補完や追記を行うことを想定している．

以下に示す「モデル形状の詳細度」「属性情報の詳細度」「モデルの階層化」は，3 次元モデル成果物作成要領（案）にてモデルを作成するにあたって指定される要素である．

(1)　モデル形状の詳細度

「モデル形状の詳細度（Level of Details、以降 LOD とする）」は表-1 の通り，100~400 の間で定められるモデルの作り込み度に対する指標である．3 次元モデル成果物作成要領（案）においては，各詳細度については目安となる再現度を具体的に示し，工事のフェーズごとに最適と考えられる LOD を指定する．

詳細度は 100 区切りを基本とし，各工事ごとの必要な作り込み度に合わせて調整を行う．基本的に成果物として示された LOD 以上の過度な作り込みを避けるために，また最低限必要であると考えられる再現度を下回らないようにする．モデル全体を同一の LOD に統一する必要はなく，必要に応じて部分的に詳細に作り込みを行うこともできる．

LOD はモデリングの対象となる部材が主構造物であるか否か，及び各フェーズごとに必要，または明らかになる情報等を判断基準として設定を行っている．主構造物は，例として橋梁における主桁，横桁，杭，フーチング，躯体に該当し，構造物を構成する要素のうち安全設

備等を除く構造物の使用目的を供与するにあたり構造的に不可欠な部材を指す.

詳細度は300を基本としており，**表-1** に示す通り主構造物の外形形状を正確に表現する．これは詳細設計時に過不足のないモデリングを行うこと，及び前後のフェーズにおいて必要と考えられるモデルの作り込み度合いを考慮している.

詳細度 400 は施工時に決定する安全設備等の付帯工や，構造物の詳細な仕様や使用する製品を反映し，詳細設計より更に情報を加え実際に構築される建造物とほぼ同じ形状を持ったモデルとする．詳細度 200 は主構造物の構造形式がわかる程度の概形形状を持ち，予備設計時に必要と考えられるLODとし，詳細度100については概略設計時に必要と考えられる程度であり，矩形を組み合わせた程度で構造物のおおよその位置関係が判別できる程度のモデルとする.

表-1　形状の詳細度の共通定義

形状情報の詳細度（LOD）	共通定義
100	対象を記号や線，単純な形状でその位置を示したモデル.
200	対象の構造形式が分かる程度のモデル. 標準横断で切土・盛土を表現，または各構造物一般図に示される標準横断面を対象範囲でスイープさせて作成する程度の表現.
300	附帯工等の細部構造，接続部構造を除き，対象の主構造物の外形形状を正確に表現したモデル.
400	詳細度300に加えて，附帯工，接続構造などの細部構造および配筋も含めて，正確にモデル化する.

(2)　属性情報の詳細度

土木工事では概略設計，予備設計，詳細設計，施工，維持管理の各フェーズで規格，仕様等の属性情報が追加され情報量が多くなっていく．各段階で付与される属性情報に「属性情報の詳細度（Level of Information、以降 LOI とする）」として詳細度を設定し，各階層のオブジェクト毎にどのようなLOIを付与するかの指標としている．なお，LOD と LOI は必ずしも一致するものではなく，工種やフェーズによって付与する属性情報を決定している.

付与されるべき属性情報は国土交通省土木工事積算基準 [3]，新土木工事積算体系 [4]を参考に策定している．これは構造物を3次元モデルとして取り扱う上での構成が似通っていることと，結果的に BIM/CIM の一環として自動積算との連携が容易となり，付与された属性情報を用いてより正確な積算及び数量計算が容易となることが予想されることが理由である.

LOIは**表-2** に示される通り形状情報の詳細度と同様に100区切りを基本としているが，必ずしもモデルの LOD と同じ詳細度となるものではない．例として詳細設計時の橋台等の躯体を示すオブジェクトのLODは300であるが，付与されるLOIは，詳細度 300 の設計仕様や規格の他に詳細度の低い LOI200 の「オブジェクト分類名」「形式」も指定される．またまた概略設計時の LOD100 の橋梁全体を表すオブジェクトに対し，道路名や「橋梁」といった対象構造物の包括的な名称等の LOI100 の属性情報の他に，「歩道橋」「道路橋」といった詳細度の高いLOI200の用途を指定する属性情報が指定される.

表-2　属性の詳細度の共通定義

属性情報の詳細度（LOI)案		
概略設計	LOI100	概略設計で決定する情報
予備設計	LOI200	LOI100＋予備設計で決定する情報 (オブジェクトの種類，形式，用途等)
詳細設計	LOI300	LOI200＋詳細設計で決定する情報 （設計仕様，規格)
	LOI350	LOI300+後工程で必要な情報 （例　数量等）
施工	LOI400	LOI300+製品仕様・完成仕様 (竣工時の品質等)
維持管理	LOI500	LOI400+維持管理情報

(3)　モデルの階層化

3 次元モデルがどのような部材で構成されているか，また属性情報の付与にあたっての利便性や過度なモデルの細分化を防止するために3次元モデルを階層化する．**図-1** で示すように第1階層を「構造物全体」，第2階層を「構造体」，第 3 階層を「構成要素」，第 4 階層を「部材」とし，構造単位を4階層に分割することとしている．「部材」は実際に形状を持つ最小単位で，複数の部材から構成されるものを「構成要素」，複数の構成要素から成るものを「構造体」として定義する.

これらの階層分けについては，階層3のオブジェクト分類を新土木工事積算体系ツリーのレベル 3（種別）及びレベル 4（細別）とマッチすることで，将来的に数量算出及び積算等との連携がスムーズとなることを前提に設定している．合わせて階層 1，階層 2 及び階層 4 のオブジェクトは積算体系ツリー及び各構造物の点検要領及び設計基準を参考に策定しており，**図-2** のように原則として指定された工種単位で階層化を行う.

(4)　オブジェクトの名称

作成した3次元モデルについて，工種等によってグループ化されたパーツの集まりをオブジェクトと呼ぶ．各

階層の対象となるオブジェクトの名称は，先述の工種工事体系ツリーに準拠するものとし，一部例外を除き基本的に「施工対象の構造物，または地形」を示す単語を採用することとし，同様に積算基準に則り「路肩」「歩道」等の空間名をオブジェクト名として採用することを避けるものとした．

工種工事体系ツリーには運搬工等のオブジェクト化が難しいもの，または地形データ等の 3 次元モデル成果物作成要領（案）の対象外となるものも含まれている．そのうち，積算自動化との兼ね合いの観点から，現時点でのモデル化範囲とは別に盛土工等の現場での視覚的な変化を伴う工種は仮設工を除きオブジェクト名を指定している．工場製作工のように既製品の設置等によりそのままの名称を用いた場合に混乱が予想される部分については，「主桁」「銘板」「検査路」等現場で設置をする場合の分類や保守点検時の検査項目を参考に適宜オブジェクト名に指定する．また掘削工，浚渫工等の現場から取り除く行為を指す工種に関しては，取り除く対象部分をオブジェクト化すると仮定してオブジェクト名を策定した．

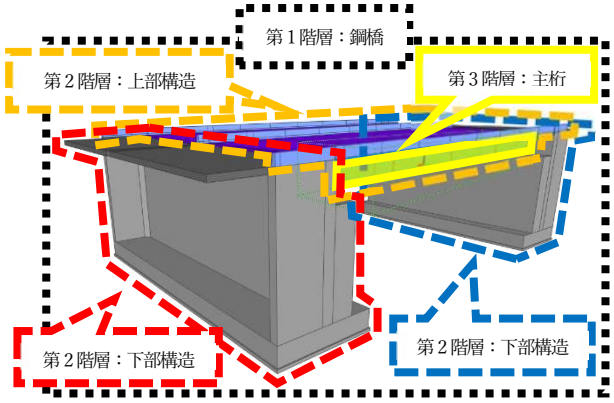


図-1　モデルの階層化のイメージ

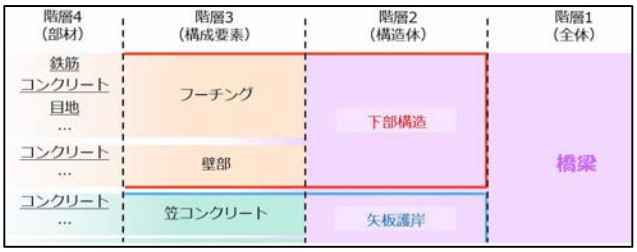


図-2　工種ごとの階層化の一例

(5)　3 次元モデル成果物のファイル形式

作成した 3 次元モデルは Industry Foundation Classes 形式(以降，IFC 形式とする)での出力を前提としている．これは 3 次元モデルを取り扱う CAD ソフトウェアが複数あり，これらに共通して書き出し，読込が可能なファイル形式とする必要があるためである．IFC 形式は，building SMART International によって管理されるデータ形式であり，特定の CAD ベンダーに依存しない交換標準として使用することができる．要領（案）で指定される属性情報及び階層化の情報はすべて IFC 形式に付与可能である．

IFC 形式は建築向けの 3 次元モデル形式として作成された経緯があり，部材の分け方及び建屋の階数による階層管理等土木工事にそのまま適用できない部分が多い．近年では IFC-Bridge 等の土木工事向けの分類に対応したバージョンもリリースされているが，工種分類や施工時の管理項目等で日本国内との乖離が依然として大きい．そのため階層分けについては構造物の工種体系に基づいた親工種，子工種を 4 階層に分けるものとし，また属性情報については日本の工種分類および施工に合わせた分類方法を定め，building SMART International による分類及びプロパティとは別に付与する形とした．

3.　3 次元モデル成果物作成要領（案）と原則適用方針

令和 5 年 4 月発出の原則適用方針は，BIM/CIM 全体の普及の足掛かりとなるべきものとして位置づけられている[5]．従来どおり 2 次元図面を契約図書とし，3 次元モデルについては活用目的に即した範囲で作成れるものである．BIM/CIM の普及に際して，情報共有の高度化や手戻りの防止によって生産性向上に資する物として導入を進める必要がある．特にモデルの過度な作り込みによる生産性の低下や，活用見込みの評価が難しい属性情報の付与を防止することが求められた．以上のことから「原則適用方針」においては，現時点でのソフトウェアの性能や受発注者双方の技術的な普及度を踏まえて成果物として適切なモデル形状の詳細度，及び属性情報の詳細度の設定内容が決定されており，3 次元モデル成果物作成要領（案）と内容の相違がある．これを踏まえ，導入にあたり複雑部の可視化や住民説明等の見える化による手戻り防止や情報伝達の円滑化等に寄与しつつ，設計施工に活用可能なインフラとしての BIM/CIM の普及を推し進める必要がある．

3 次元モデル成果物作成要領（案）は当面，原則適用方針における適用基準類からは除外となる．現状では，原則適用方針と整合させるための要領（案）としての方針の抜本的な変更は行わず，将来的に求められると考えられる水準の 3 次元モデルと属性情報（属性データ）について示すものと位置づけられている．一方で原則適用方針の参考資料として参照した際に混乱のもととならないよう留意し，原則適用方針の義務項目及び推奨項目と，現時点でのソフトウェア，ハードウェア，及び作業者の技術的熟達度に合わせた生産性向上の観点に基づき，後

述の考え方に基づき注釈の追記や記述の変更を加えたうえで参考資料として公開する予定である．

(1) 原則適用方針における LOD

LOD300 で作り込んだ場合，現時点での環境を鑑みて予想される作業時間から，生産性向上に寄与する費用対効果が高いとは言えない．そのためLODは200を基本とする．また現行の 3 次元モデル成果物作成要領（案）では複雑部等において発注者より要求があった場合にはLOD400 での作り込みをすることとしているが，原則適用では複雑部，干渉箇所，工種間の連携が必要な箇所を特定部として活用の費用対効果に基づき作り込みをする考え方を踏まえ，LOD300 までで確認できる範囲を対象に，2 次元図面の確認補助として作り込みを行うものとした．

(2) 原則適用方針における階層化と LOI

原則適用に際して，LOIについてはLODと同様に費用対効果の観点及び今後の活用方針が現時点で決まっていないことを踏まえ，オブジェクト分類名のみを入力することとし，特定部のみ必要に応じで第 3 階層までのオブジェクト分類名を入力することとした．また同時に階層化についてもソフトウェアの機能面及び作業効率を踏まえて第 3 階層にあたるグループ化を行うのみとし，実質的に階層設定は行わない．

4. まとめ

3 次元モデル成果物作成要領（案）は 2 次元図面を契約図書として用いることを前提とし，後工程において将来的に 3 次元モデルを契約図書に準じて取り扱い可能なものとすることを前提としており，将来的な活用を視野に策定されている．一方で 3 次元モデル成果物作成の考え方は，ソフト・ハードの普及度や作業者の熟達度に合わせていく必要もあり，現時点では指定された内容へ厳密に合わせることは必ずしも生産性向上に寄与するということが難しく，原則適用方針における適用基準類からは一旦除外となる．それを踏まえ原則適用方針に合わせて但し書きを追加し，参考資料として令和 5 年度以降も混乱なく継続して使えるものとする予定である．

REFERENCES

1) 国土交通省大臣官房技術調査課：BIM/CIM 活用ガイドライン（案）第 1 編　共通編，2022.
2) 国土交通省：3 次元モデル成果物作成要領（案），2022.
3) 国土交通省大臣官房技術調査課：国土交通省土木工事積算基準，一般財団法人建設物価調査会，2021.
4) 国土交通省国土技術政策総合研究所：新土木工事積算体系，2023.
5) 国土交通省大臣官房技術調査課：直轄土木業務・工事における BIM/CIM 適用に関する実施方針，2023.