

(15) CIM 導入に向けたモデル詳細度の標準案検討

児玉 直樹¹・藤田 玲²・小出 正則³

¹正会員 株式会社 建設技術研究所 技術本部

(〒103-8430 東京都中央区日本橋浜町 3-21-1)

E-mail:n-kodama@ctie.co.jp

²正会員 株式会社 建設技術研究所 技術本部

(〒103-8430 東京都中央区日本橋浜町 3-21-1)

E-mail:r-fujita@ctie.co.jp

³非会員 一般財団法人日本建設情報総合センター(JACIC) 建設情報研究所

(〒107-8416 東京都港区赤坂 7-10-20)

E-mail:koide@jacic.or.jp

国土交通省ではCIM(Construction Information Modeling/Management)の取り組みとして平成24年度より試行事業を行い、推進をしている。今後、実運用の場面で3次元CADのモデルを作成することが普及した場合、「モデル詳細度」の目安となる基準の策定と標準化が必須の課題となる。モデルを作成するときの詳細度の基準を明確にしなければ、モデル作成の際に受・発注者間の意識の違いが生じ、作業の手戻りや成果引き渡しに支障が発生する可能性があり、関係者が共通に参照できる基準の必要性は高いと考えられるそこで筆者らは、BIM(Building Information Modeling)の分野での先行事例となる米国、英国他の海外の事例を踏まえ、我が国の土木分野の特質も考慮した上で、国内の土木分野で活用するためのモデル詳細度の標準案を検討した。

Key words: BIM、CIM、LOD(Level of Development/Detail)、LOI(Level of Information)

1. はじめに

設計データを3次元モデルとして構築し、活用する取り組みについて、国土交通省ではCIM(Construction Information Modeling /Management)の推進として平成24年度より試行事業を行い、推進を進めている。

試行事業の中では設計や工事等の各プロセスにおける3次元データの作成レベルや作成範囲などは、業務や工事単位で受発注者協議にて定めることになるが、成果として求めるべき共通的なルールや指標等が明確になってはいない。

3次元モデルの作成が、実運用段階になったとき、作成レベル(信頼度)や作成範囲などを表現する指標(規定)がないと、3次元モデルを構築・納品した際に、作成者によってモデルの作り込み内容(信頼度・詳細度等)が異なるなど、ムダや手戻り等の発生や混乱が生じる可能性がある。

これらを解決するための考え方として、諸外国では“LOD(Level of Development/Detail)”などの定義がされているが、名称や定義内容を含め、複数の規定が存在し、国際的に標準的なものは一種類に特定されていない。

このような状況の中で、我が国においても土木分野では普遍的に利用できる基準は存在していなかった。

2. モデル詳細度の利用目的

想定されるモデル詳細度の利用目的(場面)を以下に示す。

- 受発注者間で、作成する3次元モデルの詳細さや作り込みレベルの認識を共有する。
- 受注者から、更に作業を委託するときに、作成する3次元モデルのレベルの認識を共有する。
- 設計段階から施工段階などの段階をまたがってデ

ータを引き渡すときの 3 次元モデルに求める要求レベルを共有する。

3. 国内外の事例

(1) 諸外国の事例

ここでは、参考になると思われる各国の詳細度の事例を示す。ただし、建築にあたる BIM に関するものとして作成されたものである。

a) 米国の事例

米国では建築家協会(AIA: The American Institute of Architects, 以下 AIA)が 2008 年に策定²⁾し、2013 年に改訂した LOD(Level of Development)³⁾が普及しており、これは最も疎なレベルを 100 として、以降 200, 300, 400, 500 の 5 段階で表現したものである。

これに対して、BIM Forum では、AIA の基準を元に 300 と 400 の間に 350 を設けた 6 段階を提唱している。そもそもこのように 3 桁の表記になっていること自体が運用上の必要に応じて間に適宜レベルを追加するための仕組みと考えられる。BIM Forum での定義⁴⁾を表-1 に示す。

表-1 BIM Forum における詳細度の定義 (翻訳)

LOD	BIM Forum の定義
100	モデルの要素は記号や一般的な表現で表現される。
200	モデルの要素は、近似値での数量、大きさ、形状、位置、方位の情報を持った装置や部品によって図形的に表わされる。また、形状以外の属性情報もモデルの要素に付加することができる。
300	モデルの要素は、正確な数量、大きさ、形状、位置、方位の情報を持った装置や部品によって図形的に表現される。また、形状以外の属性情報もモデルの要素に付加することができる。
350	モデルの要素は、正確な数量、大きさ、形状、位置、方位、及び部材間の接続部の装置や部品も図形的に表現される。また、形状以外の属性情報もモデルの要素に付加することができる。
400	モデルの要素は、正確な数量、大きさ、形状、位置、方位の情報を持った装置や部品によって図形的に表現され、装飾や製作、組み立て、配置のための情報を含む。また、形状以外の属性情報もモデルの要素に付加することができる。
500	モデルの要素は、現地の実際の大きさ、形状、位置、方位で表現される。また、形状以外の属性情報もモデルの要素に付加することができる。

b) 英国の事例

英国では、BIM に関連する多くの基準は BS(British Standard)によって定められている。PAS1192-2⁶⁾において、業務プロセスの段階毎に必要なレベルを 7 段階で示している。

英国標準での 7 段階の番号と定義を示したものを表-2 に示す。元の基準書では各段階毎に持つべき情報や解説が記載され、建築プロジェクト、インフラプロジェクトそれぞれの絵のサンプルが付記されている。

表-2 英国標準における詳細度設定の段階

Stage number	Model name
1	Brief
2	Concept
3	Definition
4	Design
5	Build and commission
6	Handover and closeout
7	Operation

このように、コンセプト設定段階から設計、施工を含み、最終的な施設・構造物の運用段階までをライフサイクルとして見て基準を設定していることが分かる。

また、ここで特徴的なことは、モデルに求める形状に関する精度と属性に関する精度について用語を分けて記述していることである。すなわち、用語一覧において、以下の表現で明記されている。

- 形状のレベル： levels of model detail (LOD)
- 属性(情報)のレベル： levels of model information (LOI)

基準書内では詳細な説明は無いが、RIBA(Royal Institute of British Architect：王立英国建築家協会)では LOD と LOI を分離して、組み合わせて運用しているとのことである。

c) ドイツの事例

ドイツでは、連邦建設・都市・空間研究所が「ドイツのための BIM 指針」⁷⁾を作成しており、この中では“Fertigstellungsgrade”として詳細度の概念を述べているものの、ドイツ国内での標準あるいは事例がないため、前述の AIA, BIM Forum もしくは英国の PAS1192-2 が援用できるとして紹介している。

(2) 国内の事例

土木分野において使用できる基準は無いが、久保らの樋門・樋管等の河川施設の維持管理のための詳細度を研究した例⁸⁾や板倉らの PC 橋梁の維持管理に注目した詳細度の研究⁹⁾がある。

表-3 樋門・樋管の変状の表記の詳細度設定例

詳細度	定 義
LOD100	本体モデルを変更せず、傾倒、段差を単純な記号で表したモデル
LOD200	傾倒、段差を近似値もしくは誇張して本体モデルを変更
LOD300	傾倒、段差を対象となる部材のみ正確に表して本体モデルを変更
LOD350	傾倒、段差を対象となる部材と他の関連する部材を正確に表して本体モデルを変更
LOD400	傾倒、段差を対象となる部材と他の関連する部材及び接合部を正確に表して本体モデルを変更

樋門・樋管の本体構造の変状についての設定例を表-3に、PC 橋梁での詳細度を設定した例を表-4 に示す。

表-4 PC 橋梁の詳細度設定例

LOD	モデルを構成する要素	要素の形状
LOD1	橋梁	長方形
LOD2	橋台、主桁、横桁、床板、地覆	直方体
LOD2.5	+ 支承伸縮装置	直方体、円柱
LOD3	橋台、主桁、横桁、床板、地覆	実際の形状
LOD3.5	+ 支承伸縮装置	
LOD4	+ 付帯構造物(防護柵・高欄)	
LOD5	+ シース管・PC鋼材	
LOD6	+ 鉄筋	

また、建築分野においては、国土交通省から発表された BIM のためのガイドライン¹⁰があるが、この中では、段階別にモデルに求められる要素を示しているがレベルの定義はしていない。

4. 日本の土木分野に適用する場合の考え方

(1) 用語について

BIM の分野においては、以前より LOD の略称が使われてきた。当初は D は Detail の略とされていたが、これは純粋にモデル要素の幾何形状の細かさだけを意味する語であるため、AIA 及び BIM Forum では、Development が提唱され、現在に至る。これは開発のための段階の意識が含まれ、モデル要素に付加する属性情報の概念も含んだ表現である。英語圏でも、他に Decision を提唱する案もあり、様々な意見がある。また、前述のドイツの事例でも、用語としては完成度という意味合いの”fertig”が使われている。

そこで、日本国内においては、”LOD”とすると人によって意味の捉え方が食い違う恐れがあるため、日本語として「モデル詳細度」を使用することを筆者は提唱する。現段階では、厳密なニュアンスこだわらずに検討を進め、業界内で概ねの合意が図られた段階で用語の表現を整理するのが良いと考える。

(2) レベルの混在について

土木分野においては、対象とする構造物が広範囲に広がるのが普通であり、また 3 次元モデルを作成する場合には背景となる地形もモデル化の必要があり、これもまた広範囲に広がるという特性がある。

このような場合に、対象について一律に詳細度を設定するよりも、含まれる要素毎に設定することで、過度のモデル作り込みを防止し、効率的なモデル作成が可能となる。

モデル内でレベルが混在している例を図-1 に示す。

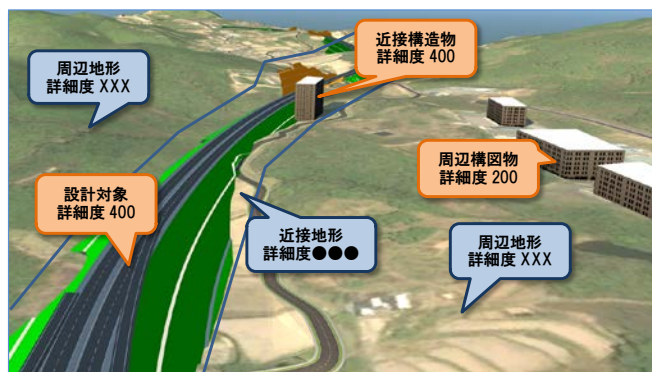


図-1モデル内でのレベル混在の例

5. 詳細度標準案の策定

筆者らは、「社会基盤情報標準化委員会 特別委員会」の活動の中で、諸外国の事例等を参考に日本の土木分野の状況を考慮した、各工種共通の詳細度の定義(案)を作成した。

表-5 詳細度の共通定義

詳細度	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ワイ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、対象の外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、正確に表現したモデル。
500	対象の現実の形状を正確に表現したモデル

ただし、様々な工種を含む土木分野においては、工種・分野によって、対象物の特質が大きく異なることから、実務を行う上でこれでは不十分であると考えられる。

そのため、共通定義を元に①道路土工、②河川土工、③橋梁、④トンネル、⑤ダムについて、工種固有の表現を用いて工種毎の詳細度の定義を検討した。これによって、具体的な詳細度のレベルのイメージが作業者

にも伝わりやすくなる。

このうち、道路土工における詳細度定義を表-6 に、レベル別の3次元モデルイメージを図-2 に示す。

表-6 道路土工の詳細度の定義

詳細度	土工部(道路)の定義
100	対象位置や範囲を表現するモデル (道路) 緩和曲線を含まない概略の中心線のモデルで、道路幅員も含まない
200	対象による概略の影響範囲が確認できる程度のモデル (道路) 計画道路の中心線形と標準横断面でモデル化。地形情報に応じて盛土・切土もモデル化する。
300	一般部の土工部の影響範囲が確認できる程度のモデル (道路) 詳細度 200 に加えて拡幅部や非常駐車帯といった変化部を含む土工部断面を設定し、地形情報に応じた盛土・切土をモデル化する。また、舗装構成のモデル化も行う。 擁壁や函渠工といった大きな構造物に対しては、その巻き込み形状・配置を含めてモデル化。 交差点においては正確な影響範囲が規定された形状・配置をモデル化する。
400	詳細度 300 に加えて小構造物も含む全てをモデル化 (道路) 排水構造、安全施設、路面標示といった付帯構造物等の形状、配置も含めて正確にモデル化する。
500	(共通定義と同じ)

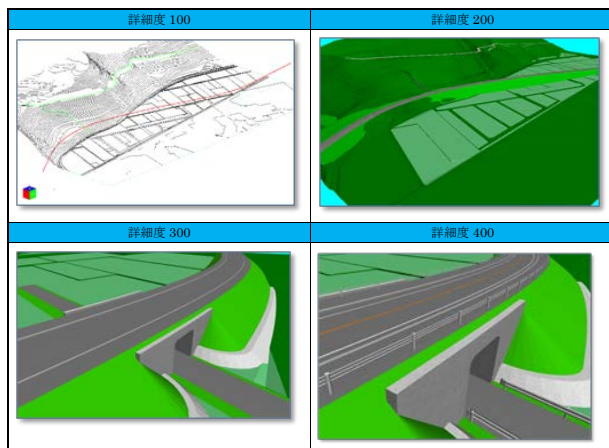


図-2 道路設計でのレベル別3次元モデルイメージ

6. 今後に向けて

モデル詳細度標準(案)の内容は国土交通省の「CIM 導入ガイドライン(案)」にも引用され、今後の CIM 関連事業の中でも活用されていくと考えられるが、より円滑な CIM の推進のためには、実際の現場で作業を行う受発注者双方の担当者の意見が鍵を握ると考えられる。

実際に活用された上での不都合な点や不足する点があれば、実情に合わせて標準を加筆・更新していくことが重要であり、現場の意見の積極的な聴取が必要である。

また、今回定義したものは、モデル詳細度のうち、形状に関わる部分であり、属性に関わる部分については触れていない。3次元モデルの属性の扱いについては、今までの CIM 試行業務、工事の中でも試行錯誤されている段階であり、統一的に整理された標準が無いが、今後は属性の持ち方や詳細度レベルについての標準化が望まれるため、実事例をベースにした更なる研究・検討が望まれる。

参考文献

- 1) 矢吹信喜：CIM 入門ー建設生産システムの変革ー,理工図書,2016.
- 2) The American Institute of Architects: AIA Document E202-2008 Building Information Modeling Protocol Exhibit, 2008.
- 3) The American Institute of Architects: AIA Document G202-2013 Project Building Information Modeling Protocol Form, 2013.
- 4) BIM Forum : Level of Development Specification Version 2013, 2013.
- 5) The American Institute of Architects: Guide, Instructions and Commentary to the 2013 AIA Digital Practice Documents, 2013.
- 6) The British Standard Institution: PAS 1192-2:2013 Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling, pp.33-40, 49, 2013.
- 7) Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR): BIM-Leitfaden für Deutschland Information und Ratgeber, pp.58-61, 2013.
- 8) 久保知洋, 矢吹信喜：河川施設の3次元モデルにおける詳細度に関する検討, 土木情報学シンポジウム講演集 Vol.39, pp13-16, 2014.
- 9) 板倉崇理, 矢吹信喜, 福田知弘, 道川隆士：維持管理のための橋梁3次元プロダクトモデルの最適詳細度に関する基礎的検討, 土木情報学シンポジウム講演集 Vol.39, pp57-58, 2014.
- 10) 国土交通省大臣官房官庁営繕部整備課施設評価室：官庁栄全事業における BIM モデルの作成及び利用に関するガイドライン, 2014.