

CIM を土木施工に導入する場合の 3 次元モデルの形状と精度に関する考察

安藤ハザマ ○ 正会員 澤 正樹
正会員 黒台昌弘

1. はじめに

製造業界では製品開発の企画・設計から生産・出荷までの一連の過程において、製品の情報を包括的に管理する手法として PLM (Product Lifecycle Management) が導入され、生産の効率化と品質の均一化を実現している。建設業界は完全な単品受注生産であることから PLM のような管理手法の導入が難しいとされてきたが、各業務プロセスの効率化を図る目的で数年前から建築分野で BIM (Building Information Modeling) の研究が進み、意匠設計や積算の効率化、施工の事前検討の有効なツールとして成果が見られるようになってきた。こういった背景を受けて、土木分野では BIM を応用した CIM (Construction Information Modeling) の検討が国土交通省を中心に行われている。

このような管理手法で基幹となるのが 3 次元モデルであり、BIM や CIM の出現により 3 次元モデルそのものを建設プロセス上に流通させる考え方が浸透しつつある。

筆者らの研究グループは、施工段階で生成されるデータ(計測データ、品質管理データ等)を 3 次元モデルと連動させて施工管理する仕組みの研究を行っており、生産性の向上や環境負荷の低減を目的とした精密施工¹⁾や施工データを維持管理段階で有効活用するトレーサビリティシステム²⁾を開発してきた。この一連の研究では 3 次元モデルをシステムの中核にしているが、この 3 次元モデルの作成条件を情報管理の目的や対象とする工種に応じて変更している。本稿では、特に、3 次元モデルの作成における形状と精度について考察する。

2. 建設分野における 3 次元モデルの精度と活用方法について

3 次元モデルはこれまで多くのプロジェクトにおいて様々な工種で利用され、CAD 図(設計図)の延長線上にある描画精度重視のもの、概観把握を目的とする見栄え重視であるもの等、事例を挙げれば枚挙にいとまがない。

調査・計画・設計段階で作成される 3 次元モデルは、狭小域での鉄筋等部材の干渉チェックや構造計算、温度応力解析等で利用され、実寸法に近く mm 単位の精度で作成される。これに対して、広域を対象とする景観設計や地下空洞内での建設機械の稼働範囲確認といった施工シミュレーションにおいては、関係者相互における意識確認や合意形成を目的とするため mm 単位の精度までは求められていない。

施工段階で用いられる 3 次元モデルの精度は、例えば、造成工事における情報化施工(マシンコントロール、締め固め管理等)による 3 次元データを取り込むことを想定すると、数 cm 程度の精度が確保できれば施工管理上問題ないと考えられる。また、コンクリート構造物の出来形管理、橋脚の上部工と下部工の取り合い確認等では、mm 単位の 3 次元モデルが必要とされる。

すなわち、あらゆる段階において、その作成にオペレータの高い能力と多くの労力を必要とする mm 精度の 3 次元モデルが必要ではなく、下流工程におけるモデルの利用目的に応じた精度で 3 次元モデルを作成しそれを流通させるといった考え方が重要であるといえる。

ところで、筆者らの研究では、3 次元モデルを単に「形状を表現する」手段としてのみ用いているのではなく、これに関連する「情報を記録する」手段としても活用している(図-1)。その効果として、施工段階において 3 次元モデルに時間情報や施工情報を追加し、それを即時分析することで、生産の効率化を実現している¹⁾。

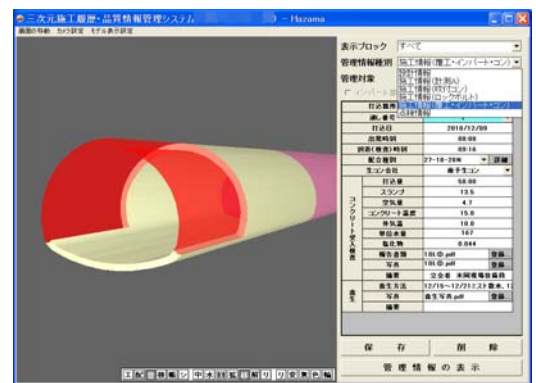


図-1 トレーサビリティシステム²⁾

キーワード : CIM 3次元モデル モデル形状 モデル精度

〒107-8658 港区赤坂 6-1-20 Tel.03-6234-3605 Fax.03-6234-3709

また、その下流工程となる維持管理では必要なデータが順次蓄積されていくことになるため、施工および施工管理、監督検査データまでも取り込んだ形状情報だけではない高度化した 3 次元モデルデータとして生成される。

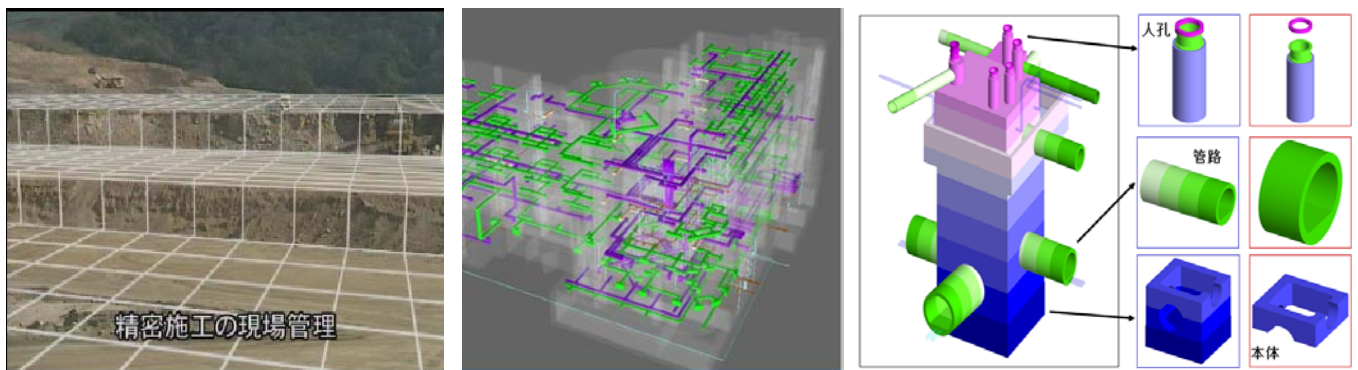
図-1 に示す山岳トンネルの 3 次元モデルは、覆工コンクリートの打設範囲ごとにブロック分けしており、このブロックがすべての情報のインデックスとなっている。この場合、2 次元データに奥行きを持たせ立体的に表示させるという「粗い」3 次元モデルとしており、総ブロック数は実際の施工条件に合致しているがブロック寸法はどの工事でも同じ任意の数値を採用している。この考え方によって、専門の 3 次元 CAD オペレータではなく現場の技術者が実寸法ではない 3 次元モデルを簡単に作成することができるようになっている。

3. 3 次元モデルの作成とその実際

3 次元モデルを作成するツールには CAD ソフトやモデリングソフト、グラフィックデザインソフト等が存在しており、高い意匠性が求められる場合、高い描画精度が求められる場合等、各々の利用目的に応じてソフトウェアが選定されている。その価格も様々であり、高価な専用ソフトもあれば、Google の SketchUP のように無償提供されているツールもあり、3 次元モデルを作成する環境は整っているといえる。

一方で、鉄筋同士の干渉チェックができるような緻密な 3 次元モデルを作成するには高度な技術が必要となり、3 次元モデルの精度は担当者の作成技量に大きく依存している。設計業務で多用される CAD 図面についても 2 次元で作成することが多く、立体的な感覚を持って 3 次元モデルを作成できる人材はまだ少数ではないかと思われる。

図-2 に実工事に適用した 3 次元モデルの事例を示す。(a)は大規模造成工事の全工区を 10m の立方体に区画して 3 次元モデル化したものである。単純な 3 次元モデル部材の組み合わせであるので、3 次元 CAD に不慣れな技術者であっても容易に作成することができる。(b)は建物内部の配管をモデル化したものである。この事例では元の設計が 2 次元で行われたため、2 次元図面から 3 次元形状を想像する能力と設計の両方に精通した人材が必要となる。(c)は下水道の地下構造物を 3 次元化したものであり、下水の流下までを考慮すべき案件であったため、立体的な描画のみならず、管路の勾配を表現するため 3 次元座標管理を確実に実施している。この事例では、(b)よりも高度な知識と作成技量が必要となる。



(a)造成工事：1辺 10mの立方体を cm 単位 (b)設備管理：管路等 mm 単位 (c)地下構造物：勾配 mm 単位、本体 cm 単位³⁾

図-2 3 次元モデルの事例

4. まとめ

筆者らは、施工データを施工管理や維持管理に有効に利用するという観点で 3 次元モデルの活用方法を研究してきた。その結果、3 次元モデルは必ずしも高い精度で作成する必要が無い場合があることが分かった。すなわち、施工段階と維持管理段階におけるすべての工種において、常に精緻な 3 次元モデルが必要なのではなく、利用目的、利用シーンに応じた精度で 3 次元モデルを作成し流通させることが重要であると考えられる。

参考文献

- 1) 建山ら：3 次元 GIS を用いた精密施工支援システムの開発、土木学会第 57 回年次学術講演会講演概要集、VI-430、pp.859-860、2002
- 2) 黒台ら：GIS と RFID を組み合わせた構造物トレーサビリティシステムの開発と導入、土木情報利用技術論文集、vol.19、pp.55-60、2010
- 3) 中村ら：3次元 GIS を活用した下水道施設の次世代維持管理手法に関する研究、土木学会第 61 回年次学術講演会講演概要集、VI-274、pp.547-548、2006