

3次元モデルのデータ連携について

エンジニアリング本部 国土防災情報部 建設情報ユニット

内田 照久

清水 翼

1. はじめに

令和5年(2023年)、公共工事への BIM/CIM 原則適用が迫っており、受注者は「3次元モデル成果物作成要領(案)」(以下、「作成要領」という。)に従った3次元モデル(以下、「3D モデル」という。)成果物の納品が義務付けられている。作成要領では、3D モデル成果物を、「設計業務の成果物のうち、設計計算や細部設計から定められた構造形状を3D モデルとして作成した成果物のこと」と定義している。また、3D モデル成果物の内訳としては、属性情報を付与した3D モデル、3D モデルに紐付けられた参照資料としての2次元図面や設計条件をまとめたドキュメント、地形モデル、地質・土質モデル、線形モデル、土工形状モデル、構造物モデル等の複数の BIM/CIM モデルを重ね合わせたモデルである統合モデル等を定義している。

上述より、公共工事においては 3D モデルに属性情報を付与することが必須であり、属性情報は 3D モデル成果物の大事な要素となっている。

2. 3D モデルの属性情報

納品する 3D モデルは、部材毎に同じ属性情報を付与する様な、非効率な作業を避けるために表 1、図 1 のように階層分けを行い、階層毎に適切な属性情報を付与するよう求めている。階層 4 のオブジェクト作成は必須とされていないが、階層 1～3 のオブ

ジェクト及びオブジェクト毎の属性情報を必須としている。

表 1 オブジェクトの階層分けと属性情報の必要度

階層	階層分けの対象	階層の定義	属性情報付与の必要度
階層 1	構造全体	構造物の分類 (道路土構造物、山岳トンネル、橋梁、樋門・樋管 等)	必須
階層 2	構造体	工種に相当する構成要素の集合体	必須
階層 3	構成要素	主部材等に相当する部材要素の集合体	必須
階層 4	部材	個別の部材、部品等に相当する最小の階層	任意

このように、3D モデルは階層毎に適切な属性情報を付与できる形で作成する必要がある。

本稿では、Autodesk 製品である AutoCAD、Civil3D、Navisworks の3製品を対象に、データ構造や属性情報の特徴を俯瞰し、データ連携の課題、解決の方向性を考察した。

3. CAD データの構造について

3.1 DWG ファイルについて

作成要領が対象としている道路土構造物や橋梁、海岸構造物等の 3D モデルは、AutoCAD や Civil3D 等の 3DCAD ソフトウェアを用いて作成することができ、DWG 形式で保存することができる。DWG 形式のファイルには、エンティティや図形情報のグラフィカルデータ、テーブルやレコード情報の非グラフィカルデータ、作成日時や作者等のメタデータから構成される。DWG 形式のファイルをソフトウェアで開いた時には、字体や画層やブロック等の各種テーブルから構成されるデータベースをメモリ内に展開している。(図 2 参照)

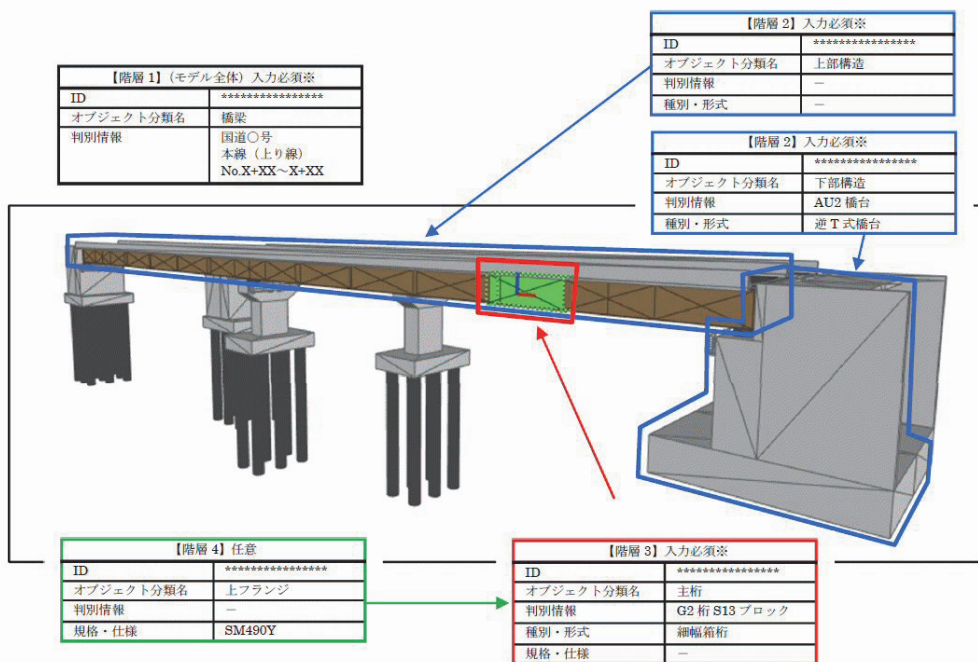


図 1 階層毎の属性情報付与例

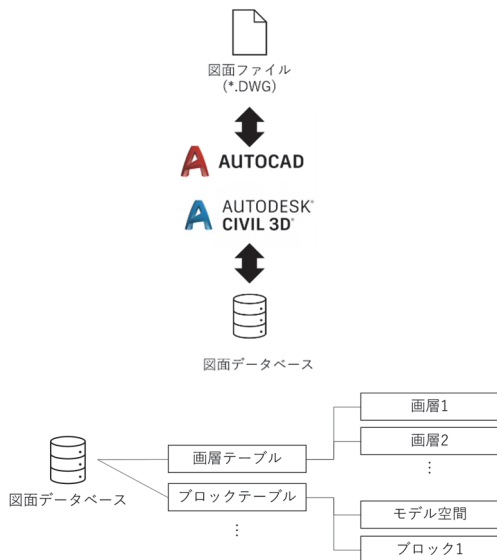


図 2 DWG データ構造の概要

また、作成した 3D モデルデータは、AutoCAD や Civil3D 間でデータの相互のやり取りが可能となっているが、Civil3D で 3D モデルを作成した場合は、AutoCAD がない属性を保持しているため、Civil3D と AutoCAD 間においてデータのやり取りを行う場合は、Civil3D 内の標準機能を利用したファイルの変換処理が必要となる。

3. 2 Navisworks とファイル形式について

道路土構造物や橋梁、海岸構造物等の 3D モデルを組み合わせ、統合モデルが作成できるソフトウェアとして、Navisworks がある。Navisworks は多くの種類のファイル形式に対応しており、容量が大きなデータもスムーズに表示できる。また、属性情報の付与も簡単に行うことができる。Navisworks では、

DWG 形式のファイルを読み込むと、読み込んだファイル毎にオブジェクトの形状データとプロパティの情報を含んだ、NWC という形式のキャッシュファイルが生成される。

また、Navisworks で編集したファイルは、Navisworks ファイル(NWD もしくは NWF)に保存される。NWD 形式のファイルは、ロードされたすべてのモデル、シーンの環境、現在のビュー、お気に入りのビューポイント等を、すべて 1 つのファイルに保存することができる。NWF 形式のファイルは、ジオメトリを含まない参照のみのファイルで、追加したコメントや、ビューポイントなどの編集内容が含まれている。

また、Navisworks に読み込まれるデータ群は、構造体全体、それを構成する各構造体、構造体の中の部材群を階層的に構成され、また、選択ツリーにより相互の関係を確認できることも特徴のひとつである。

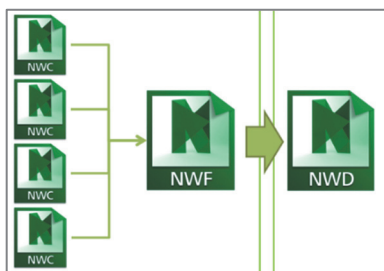


図 3 Navisworks の主要なファイル形式

4. 属性情報の付与方法について

4.1 Navisworks の属性付与方法について

Navisworks では、属性情報を付与する際、全ての階層に付与することができる。よって、作成要領に対応した階層分けにて、属性情報を付与することが可能である。

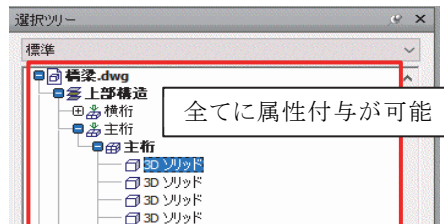


図 4 Navisworks の選択ツリー

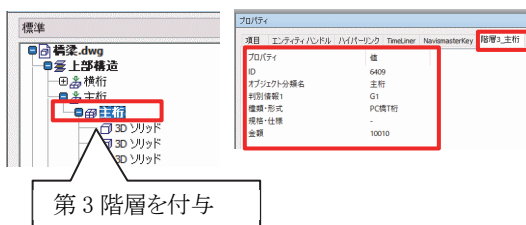
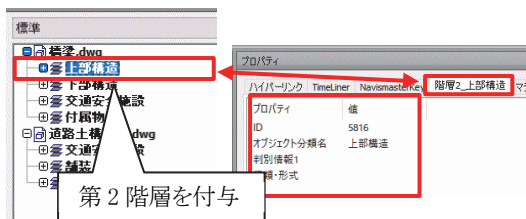
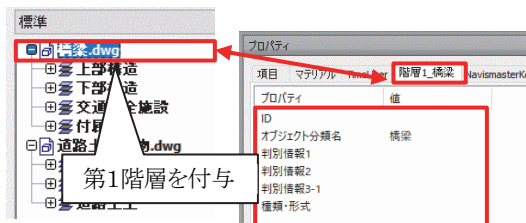


図 5 Navisworks 上での属性情報付与例

4.2 Civil3D の属性付与方法について

Civil3D では、個々のオブジェクトに属性情報を付与することが可能である。ファイル名、レイヤ名には属性情報を付与することはできない。複数の 3D モデルをブロック図形として作成し、属性情報を付与することは可能である。

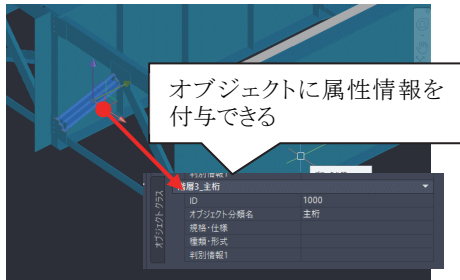


図 6 オブジェクトへの属性情報の付与

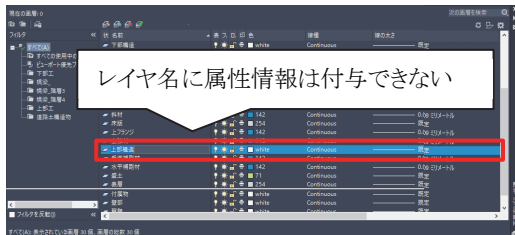


図 7 画層プロパティ管理画面

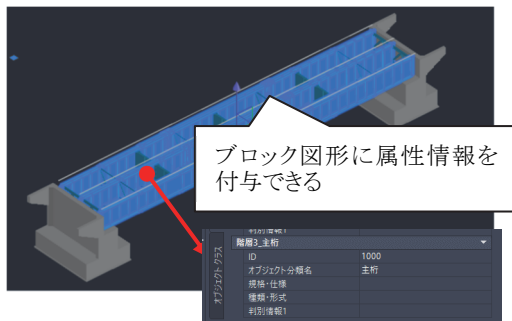


図 8 ブロック図形の属性情報付与

以上のことから Civil3D では、階層毎に属性情報を付与することは難しい。

5. ソフトウェア間の相互データ連携の必要性と課題

5.1 ソフトの位置づけと相互データ連携の必要性

BIMCIMにおける3Dモデルは、構造物を Revit や AutoCAD、地盤情報、線形情報を Civil3D で個別に

作成し、Navisworks で統合モデルを構築することが代表的な手法の一つである。

Navisworks では個々に完成した情報を統合し、効果的に可視化や階層関係を確認し、更に情報を付加する機能が充実したソフトウェアである。

一方、現実の設計過程では統合モデル作成後も、個別情報の修正・更新が発生する。そうしたイベント発生後にも効率的に形状情報、属性情報の更新が必要であり、統合モデルと個別情報の間で相互にデータ交換する必要があると考えられる。

こうしたデータ連携・交換の視点から各ソフトウェアの機能を概観した。

5.2 Civil3D 上で付与した属性情報の表示

Civil3D で付与した属性情報は Navisworks 上でも閲覧は可能である。ただし、編集することはできない。

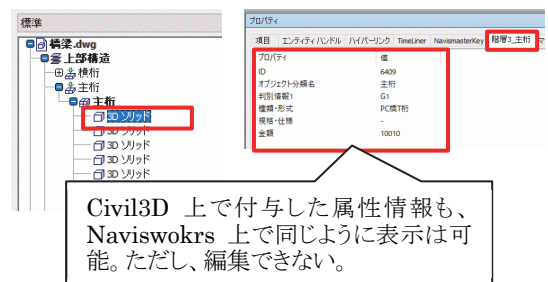


図 9 Civil3D 上で付与した属性情報の表示

5.3 Navisworks 上で付与した属性情報の表示

Navisworks 上で付与した属性情報は、Navisworks の管理ファイル(NWF ファイル)に保存されるため、Civil3D 上で属性情報を確認することができない。

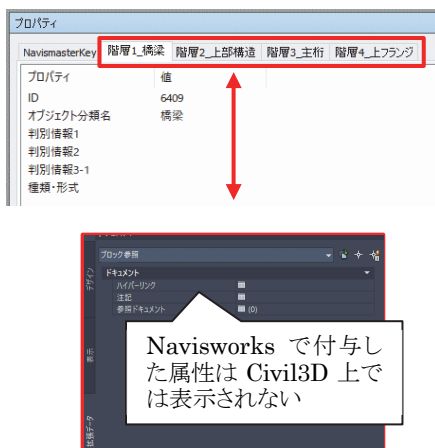


図 10 属性情報連携の課題

5. 4 Civil3D 上で付与した属性情報の編集方法

Civil3D 上で付与した属性情報を、Navisworks 上で編集したい場合、編集用のユーザータブを新規に追加し、全てのプロパティ情報をコピーする必要があるが、編集用にて追加したユーザータブは Civil3D 上で見れないため、Civil3D 上で付与した属性情報の編集を Navisworks 上で行うのは、現実的ではない。

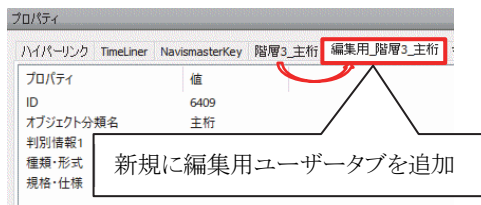


図 11 編集用ユーザータブ

5. 5 3Dモデルデータの編集

Navisworks では 3D モデルデータの編集ができないため、3D モデルデータの編集が発生した場合、一旦、Civil3D 等の編集可能なソフトウェアにて、3D モデルデータを編集する必要がある。このとき、3D モデルの書き換えが発生した場合、以前の図形情報

がなくなるため、付与した属性情報が引き継ぐことができない。そのため再度、Navisworks 上で属性情報を付与する必要がある。

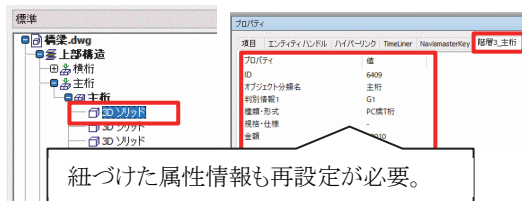
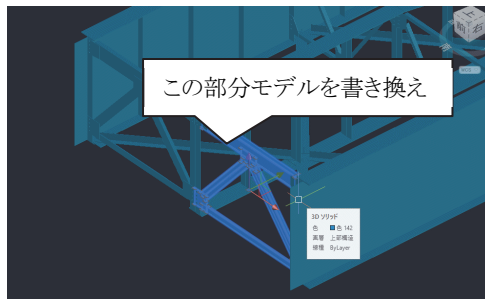


図 12 3D モデルデータの書き換え

6. 解決策について

6. 1 作成要領に対応した属性付与について

Civil3D では作成要領に対応した階層分けの属性情報付与は難しく、また Civil3D で付与した属性データは Navisworks 上では編集できないため、Navisworks 上で属性を付与することが望ましいと考えられる。

尚、Civil3D 上では Navisworks 上で属性付与することを考慮して、3D モデルデータ作成する必要がある。階層 2 (構造体) のレイヤをあらかじめ作成し、各々の 3D モデルを、指定したレイヤに格納することで、階層 2 での区分分けが可能になる。

階層2	
オブジェクト(構造体の分類)	属性情報
	ID 各2
上部構造	
下部構造	
上下部接続部	種類・形式 各2 ID 各2 オブジェクト分類 各2 判別情報1 判1 種類・形式 -
付属物	ID 各2 オブジェクト分類 各2 判別情報1 判1 種類・形式 -

図 13 階層2の区分例

続いて、階層3(構成要素で分類)のグループ毎にブロック図形を作成することで、Navisworks 上で階層分けの属性付与が簡単に行えるようになる。

階層3	
オブジェクト(構成要素の分類)	属性情報
階層2 上部構造	ID 各2
主桁	オブジェクト分類 各2 判別情報1 判1 種類・形式 主 規格・仕様 -
横桁	ID 各2 オブジェクト分類 各2 判別情報1 判1 種類・形式 横 規格・仕様 -
縦桁	ID 各2 規格・仕様 -
対候横	オブジェクト分類 各2 判別情報1 判1 種類・形式 対 規格・仕様 -
床版	ID 各2 オブジェクト分類 各2 判別情報1 判1 種類・形式 床 規格・仕様 -
舗装	ID 各2 オブジェクト分類 各2 判別情報1 判1 種類・形式 舗 規格・仕様 -

図 14 階層3の区分例

6. 2 データ連携の解決策について

Navisworks で付与した属性情報は、Civil3D では見れないため、なにかしらの方法でデータ連携を考える必要がある。標準機能の操作で行うとすれば、Navisworks 上で作成した属性情報をメモ帳などにコピーし、Civil3D 上で3Dモデルに属性情報を1つずつ設定する必要があるため、非常に作業効率が悪く、現実的ではない。データ連携が簡単な操作で行える補助機能が必要となってくると思われる。

このような不便を解消するため、当社では「CIM Master Project」を立ち上げ、属性情報の連携が簡単に行えるツールの開発を計画中である。本ツールを使用することで、Navisworks と Civil3D とのデータ連携が簡単に行うことができ、3D モデルデータの修正が発生した場合でも、属性情報の引継ぎが可能になり、大幅な作業効率が実現可能と考えている。

具体的には、Civil3D、Navisworks の双方にデータ連携の専用メニュー(エクスポート・インポート)を設ける。中間ファイルなどを介して、データ連携が用意に行える仕組みを考えている。尚、Navisworks 側では、2022年6月に当社にて販売を開始した「Navismaster(作成要領に対応した属性情報の簡易付与ツール)」の追加機能として作成する予定でいる。

< 参考文献 >

- 1) 「3次元モデル成果物作成要領(案)」(国土交通省、令和4年3月)
<https://www.mlit.go.jp/tec/content/001395713.pdf>
- 2) 「Autodesk Navisworks」
<https://www.autodesk.co.jp/products/navisworks/overview>
- 3) 「Autodesk Civil3D」
<https://bim-design.com/infra/product/civil3d/>
- 4) 「Navismaster」
<https://tobim.net/apps/navismaster/>
- 5) 「Navisworks の NWD と NWF ファイル形式の違い」
<https://knowledge.autodesk.com/ja/support/navisworks-products/learn-explore/caas/sfdcarticles/sfdcarticles/JPN/Difference-between-NWD-and-NWF-file-formats.html>
- 6) 「Navis Works のファイル構成」
<http://navisnavi.blogspot.com/2016/01/navisworks.html>