BIM/CIM モデルへの属性情報付与作業に対する省力化の試み

（株）不動テトラ　正会員　　○小林　純
（株）不動テトラ　　目野玄也
（株）不動テトラ　　シャミルシャー

1. はじめに

近年、建設現場への ICT の活用が急速に拡大しており、2023 年度より国土交通省管轄工事を対象に BIM/CIM が原則適用されている。BIM/CIM 活用工事では施工記録、施工管理情報のデータを属性情報として各種モデルに付与することが一般的である。属性情報付与はモデル要素数および登録項目が多いと作業量が膨大となり、生産性の向上を目的とした BIM/CIM の理念に反する。近年では属性情報付与の作業量を削減させるために、属性情報の一括付与専用ソフトが市販されている。しかし、属性情報付与が一括付与できないソフトもあり、属性情報の作業量に関する問題は解消されていない。本稿では BIM/CIM 対応で一般的に使用される AEC コレクション(Autodesk 社製)のうち、構造物モデル作成ソフトの Revit を対象に、膨大な属性情報付与作業に対する省力化に関する当社の試みについて報告する。

2. BIM/CIM 対応ソフトの種類と機能

BIM/CIM 対応で一般的に使用される AEC コレクションのソフトおよび機能の一覧を**表－1** に示す。**表－1** 中のソフトはいずれも各種モデルへ手入力による属性情報付与は可能であるが、当論文投稿時は Revit のみ一括付与専用ソフトが市販されていない。また、Navisworks は属性情報一括付与の専用ソフトが市販されているが、IFC 対応のファイル形式でのデータを保存できず、モデルに属性情報を付与したとしても他メーカーのソフトによる読み込みができない課題がある。なお、市販されている専用ソフトでの一括付与は、表計算ソフトで作成した属性情報データを CSV ファイル形式で読み込み、各モデル要素へ登録することが一般的である。

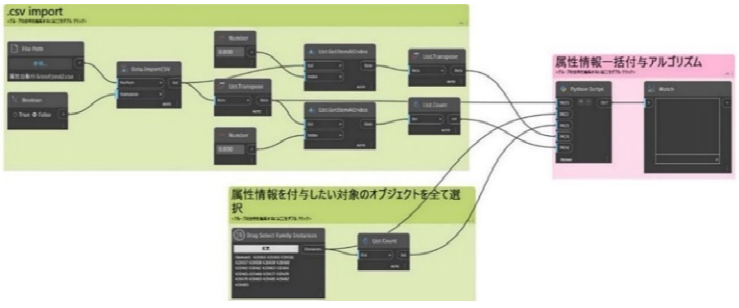
表－1 AEC コレクションのうち BIM/CIM 対応で主に使用するソフト一覧

ソフト名	対象モデル	主な機能	IFC 対応	属性情報一括付与 （専用ソフトの市販）
Civil3D	地形モデル	土工設計、土工出来形管理、土量計算	○	○※1
Revit	構造物モデル	各種 3D モデル、3D 配筋、数量集計	○	×
Navisworks	統合モデル	干渉チェック、4D シミュレーション	×	○※2

※1 例えば ARK CIVIL(CST 社製)　※2 例えば Navis+(CTC 社製)、Navismaster(応用技術㈱社製)

3. 検討方法

ここでは、属性情報一括付与専用ソフトが市販されていない Revit を対象に、属性情報の一括付与の手法について検討した。Revit で属性情報を一括付与するために、AEC コレクションのソフトのラインナップにある Revit のアドオンソフト「Dynamo」を活用した。Dynamo は python 言語をベースとしたアルゴリズム構築ソフトであり、Revit の操作をコンピュータによって自動化することができる。Dynamo 使用時の画面の一例を**図－1** に示す。Dynamo はコンピュータプログラミングの深い知識を必要とせず、視覚的にアルゴリズムを構築、確認でき Revit 以外にも地形モデル等で利用される Civil3D にも活用できるため、あらゆる方面で応用できるものと考える。

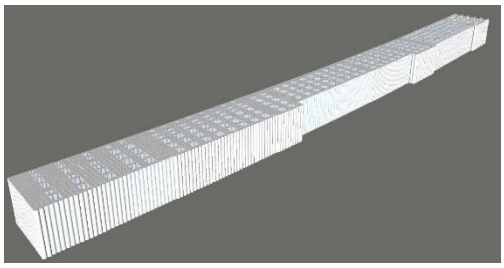


図－1 Dynamo 使用時の画面の一例

キーワード：BIM/CIM、属性情報、Revit、Dynamo、地盤改良工
連絡先　東京都中央区日本橋小網町 7 番 2 号　(株)不動テトラ 土木事業本部技術部　TEL03-5644-8557

4. 対象工事

弊社施工中の「R 3 荒川中堤西小松川町地区護岸工事 [発注者:関東地方整備局]」における地盤改良工(施工本数約 2000 本)を対象に、属性情報一括付与の試行を実施した。地盤改良モデルの外観を**図－2**に示す。当工事では設計段階から BIM/CIM 活用業務に取り組んでおり、地盤改良モデルが Revit で作成されていた。当社は設計段階からの BIM/CIM モデルを引き継ぎ、受注者希望型 BIM/CIM 活用工事に取り組んでいる。地盤改良モデルは改良体 1 本ずつに設計段階の属性情報が付与されていたため、施工段階においても Revit にて 1 本ずつ施工記録等の属性情報を登録する必要があった。



図－2 地盤改良モデル

5. 実施結果

Revit で作成された地盤改良モデルに属性情報を一括付与する手順を以下に示す。

① 地盤改良杭の施工 No を地盤改良モデルに 1 本ずつ登録する。

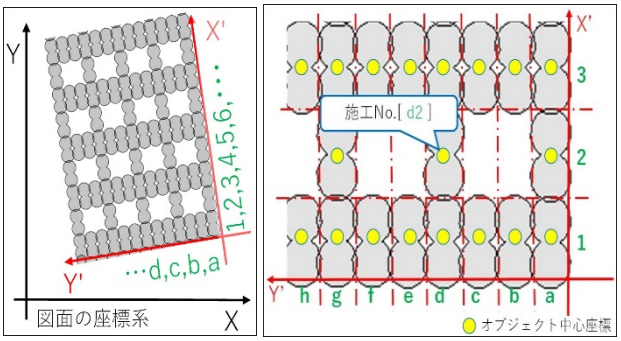
② 施工 No が割り振られた地盤改良モデルの中心座標を自動検出し、一括取得する。

③ 地盤改良の改良体モデル 1 本ずつに、属性情報として施工記録を登録する。

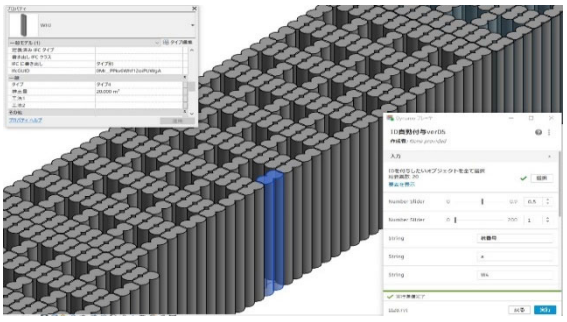
上記の作業を Dynamo によって自動化した。施工 No 登録のイメージを**図－3** に示す。Dynamo を使用することで、任意の X'Y'座標系上の地盤改良モデルを Revit 上で選択する作業のみで、対象範囲全ての地盤改良杭の施工 No を一括登録することができた(**図－4** 参照)。また、事前に①の作業をすることで、施工 No と紐づけて②、③の作業工程で地盤改良杭中心座標の一括出力および施工記録の属性情報を一括付与することができた。

6. Dynamo の導入効果

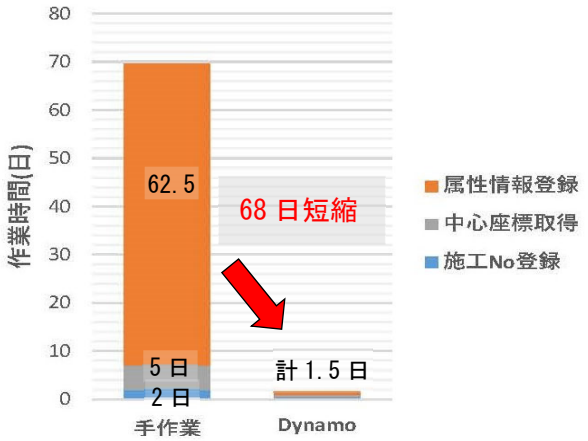
Revit で作成された地盤改良モデルについて、手作業により 1 本ずつ属性情報を付与する場合と Dynamo により一括付与する場合を想定し、作業時間(日数)について試算比較した結果を**図－5** に示す。Dynamo を利用することにより、手作業に比べて 68 日の作業時間の短縮が見込まれた。今回の試算により、IFC 形式に対応している Revit での属性情報付与における作業時間の削減に対して、Dynamo の導入が効果的であることが分かった。今回は地盤改良モデルを対象としたが、1 工種で多量の工数を要するモデルにおける属性情報の一括付与にも Dynamo が有効であると考えられる。



図－3 施工 No 登録のイメージ



図－4 Revit における操作画面の例



図－5 属性情報付与作業時間(日数)の比較

7. まとめ

本報では地盤改良工の BIM/CIM モデルを対象に、地盤改良モデル要素 1 つずつに対して Revit による属性情報一括付与の方法を検討した。その結果、属性情報一括付与の専用ソフトが市販されていない Revit において簡易プログラミングソフト Dynamo による属性情報付与が有効であることが分かった。また、Dynamo を活用することで手作業に比べ、属性情報付与等の作業時間が大幅に短縮でき、作業を省力化できることが分かった。今後も様々な実務経験を重ね、原則化された BIM/CIM に対応できるように努めていきたい。

BIM/CIM に対応した盛土締固め自動モデリングシステムの開発

（株）不動テトラ　正会員　○小林　純
（株）不動テトラ　　目野玄也
（株）不動テトラ　　内池聖享

1. はじめに

2023 年度より国土交通省管轄工事を対象に、BIM/CIM の原則適用が開始されている。また、生産性向上を目的とした ICT 施工の適用工種が拡大し、建設現場では BIM/CIM と ICT 施工双方の対応が求められている。一方、盛土の締固め管理における RI 計法による品質管理では多大な労力を要することが課題になっており、最近では GNSS を用いた転圧回数による盛土の締固め管理が、現場業務の省力化に有効な手段として普及してきている。国土交通省発注の盛土工事では発注者指定型の BIM/CIM 活用工事と ICT 活用工事(土工)を同時に実施することが一般的で、ICT 施工によって得られた締固め管理の施工データを盛土の BIM/CIM モデルへ属性情報として付与することが課題となっている。本稿では盛土の締固め管理を対象に、当社で開発した施工時に対応した BIM/CIM のモデリングおよび属性情報付与の自動化システムについて紹介する。

2. 盛土工事の BIM/CIM モデル

BIM/CIM 活用ガイドラインによると盛土の場合、施工段階で属性情報を付与するには設計段階から引き継がれた BIM/CIM モデルの修正、更新が必要となる [1)]。これは、設計段階では土量を把握できる程度の盛土概観のモデルで十分なのに対し、施工段階では ICT 施工における締固め管理のブロック分割が発生し、BIM/CIM モデルも管理ブロックに応じたモデル分割の更新が必要となるためである。BIM/CIM モデルの分割方法は各工事で異なり、採用するモデルの種類 (サーフェスモデル、ボクセルモデル)は発注者と施工者の協議で決定される。ガイドラインに示される盛土モデルへの属性情報付与のイメージを**図-1** に示す。

3. BIM/CIM に対応した盛土締固め管理のフロー

BIM/CIM に対応した盛土の締固め管理フローを**図-2** に提案する(次頁参照)。当フローでは BIM/CIM 活用ガイドラインに則り、GNSS による盛土の締固め管理によって得られる log データを盛土モデルへ属性情報とし自動的に付与することを目指している。



図-1　盛土モデルへの属性情報付与

4. 盛土モデルの自動化システム

本システムの開発には AEC コレクション(Autodesk 社製)における Civil3D のアドオンソフト「Dynamo」を活用した。当社はこれまで地盤改良工を対象に、Dynamo による属性情報付与の自動化を実現しており [2)]、盛土モデルの分割および属性情報付与の自動化についても Dynamo の適用を試みた。盛土締固め管理の自動化システムは以下の 2 項目で構成される。

1) 施工管理ブロックに応じたボクセルモデルの自動生成

通常の転圧回数による盛土締固め管理では、各層の平面図を施工管理ブロックのサイズ毎に賽の目に分割して管理を行う。例えば路体盛土で締固め機械に大型の振動ローラーを使用する場合、平面的な施工管理ブロックサイズは 50cm×50cm となり、仕上がり層厚を 1 層当たり 30cm とすると 3D モデルの単位ブロックは 50cm×50cm×30cm の直方体となる。そこで、3D 盛土モデル全体を管理ブロック単位に分割するボクセルモデルを自動作成するプログラムを Dynamo で構築した(次頁**図-3** 参照)。検討の結果、約 560m^3 の設計盛土量で自動

キーワード：BIM/CIM、盛土締固め、ICT 土工、Dynamo、属性情報付与
連絡先　東京都中央区日本橋小網町 7 番 2 号　(株)不動テトラ 土木事業本部技術部　TEL03-5644-8557

化プログラムを実行すると、一般業務で使用する PC のスペック(64bit, Intel(R)Core(TM)i5, CPU1.70GHz, RAM16GB)ではデータ処理が困難で、利便性に欠けることが分かった。そのため、「プログラム処理の過程を 2 分割する」、「ボクセルモデルをワイヤーフレームをベースとするメッシュモデルへ変更する」といった工夫で、PC 動作の負荷を軽減した。

2) BIM/CIM モデルへの属性情報付与の自動化

盛土モデルにおける属性情報付与の自動化に関する例として、締固め機械の走行軌跡の再現事例を**図-4** に示す。施工後に出力される log データには締固め機械が走行した位置座標データが取得できており、記録された座標データに基づき Dynamo でデータを処理することにより、締固め機械の走行軌跡を Civil3D 上に再現できた。また、走行軌跡に転圧幅を考慮して転圧回数をカウントし、施工完了時の転圧回数を属性情報としてボクセルモデルへ自動付与した。転圧回数の属性情報に基づき、ボクセルモデルを色分けすることで施工範囲における転圧回数の色分け図を自動作成できた(**図-5** 参照)。

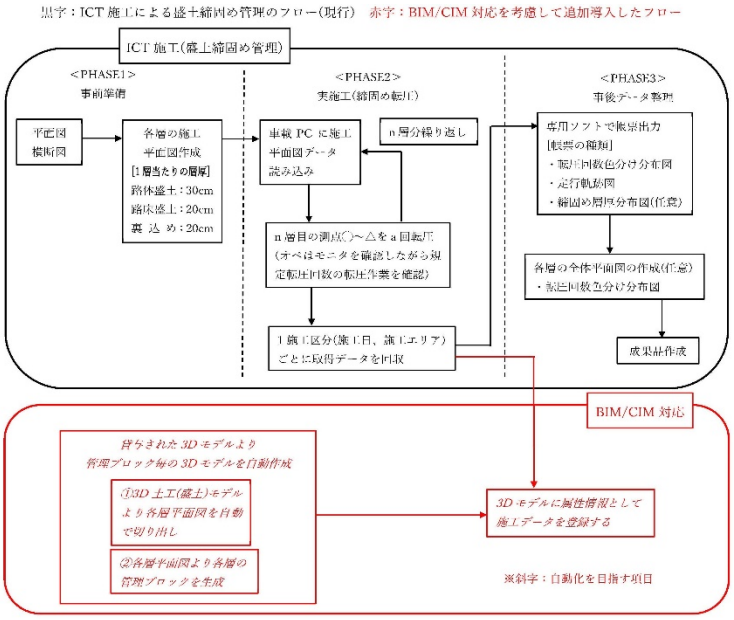


図-2　BIM/CIM 対応を考慮した盛土締固め管理のフロー

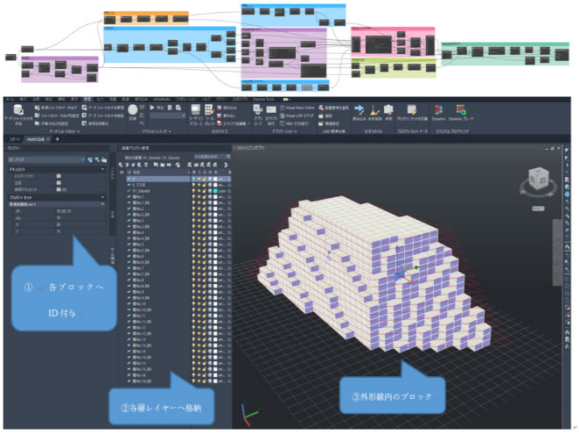
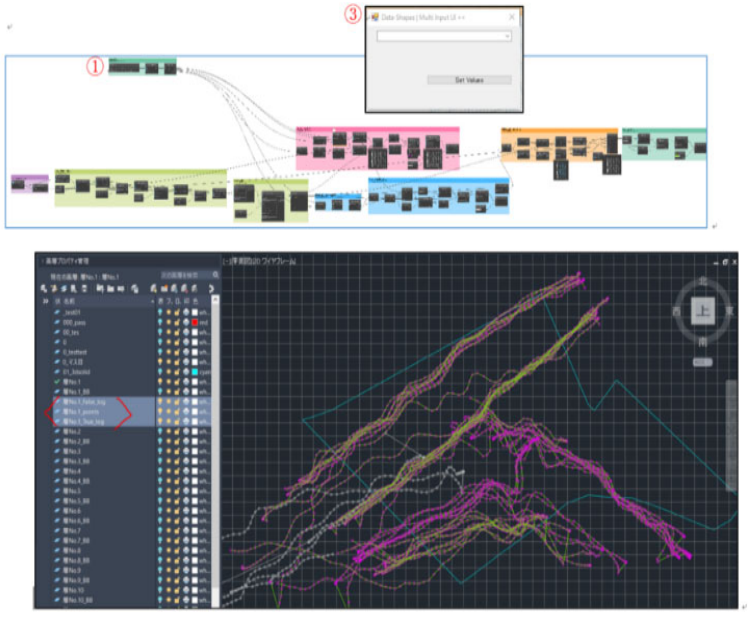
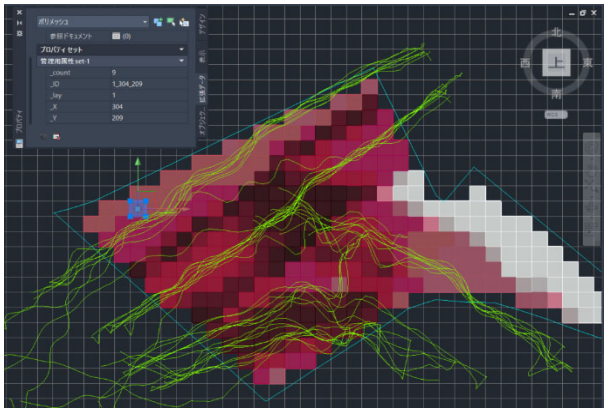


図-3 ボクセルモデルの自動生成


図-4 log データによる走行軌跡の再現


図-5 Dynamo で作成した転圧回数の色分け図

5. まとめ

本報では盛土工事の BIM/CIM を対象に、ICT 施工によって得られる締固め管理の log データに基づき、施工時における 3D 盛土モデルの更新および属性情報付与に関する自動化システムの開発内容について紹介した。Dynamo を活用することによって、システムのプロトタイプは完成したものと考えている。今後は、実稼働現場に本システムを適用し、現場に適したシステムの改良を進めていきたい。今後も様々な試行および実務の経験を重ね、BIM/CIM および ICT 施工の推進を加速できるように努めていきたい。

参考文献

1) 国土交通省：BIM/CIM 活用ガイドライン(案)[第 5 編 道路編], pp21-22, 2023 年 3 月
2) 小林純 他：BIM/CIM モデルへの属性情報付与作業に対する省力化の試み, 土木学会第 78 回年次学術講演, VI-829, 2023