

パラメータ入力によるトンネル3次元モデルの生成に関する研究

国土基盤モデル研究会 正会員 ○城古 雅典

国土基盤モデル研究会 正会員 有賀 貴志

大阪大学大学院工学研究科 環境・エネルギー工学専攻 教授 正会員 矢吹 信喜

1. 目的

3DCAD は非常に有意義なツールにも関わらず、①導入コストが高い、②施工現場では2次元の紙に書かれた図面で十分施工可能である、③操作に対する教育が必要である、④4DCAD、5DCAD に対するカスタマイズは自らプログラミングする必要がある、等の理由により、広く普及していないのが現状である。

本研究は、上記問題点を解消するために、汎用表計算ソフト (Microsoft Excel 以下、Excel と呼ぶ) にパラメータ入力するだけで、フリーソフトの 3DCAD (Google SketchUp 以下、SketchUp と呼ぶ) にトンネル3次元モデルを生成することに対する研究を行うものである。それが実現すれば、3DCAD を直接操作しなくてもモデリングできることにより、3DCAD は広く普及することが期待できるだけでなく、4DCAD、5DCAD へのステップアップ、そして、更なる可能性への期待が広がるため、この基礎的研究は有意義であると考えられる。

2. トンネルを選んだ理由

トンネルを選んだ理由を以下に示す、①モデリングする主要パーツが鋼製支保工、吹付コンクリート、ロックボルト、覆工コンクリートの4種類であり数が少ない、②同じ支保パターンが、トンネル内に点在しながら繰り返し現れる、③地質調査について、山岳トンネルは土被りが厚くボーリング調査ではコストがかかるため、表面探査により行うのが主流であるが、想定地盤により設計した支保パターンと施工時の支保パターンに差が発生するのが通常であり、常に設計変更を行う必要がある、④出来高部分払いが主流となりつつあるため、出来高算出が簡素化できる、⑤国内ではリニア、海外においてもイギリス、アメリカで日本の新幹線が採用される動きもあり、今後もトンネル工事の需要が見込まれる。

3. 3次元モデル生成手順

3次元モデルの生成手順は、①トンネル中心線に関する始点・終点等の座標・標高 (x, y, z)、曲線の種類等の情報を基にトンネル中心線モデルの生成を行い、②鋼製支保工、ロックボルト、吹付コンクリート、覆工コンクリートに関する厚み・長さ・ピッチ等の情報を基に支保パターンの作成を行い、③トンネル中心線上の支保パターンの配置の情報を基に、トンネル中心線モデルと支保パターンのリンクを行い、④③の情報を基に SketchUp 上に3次元モデルの生成結果を表示することで完了する (図1)。

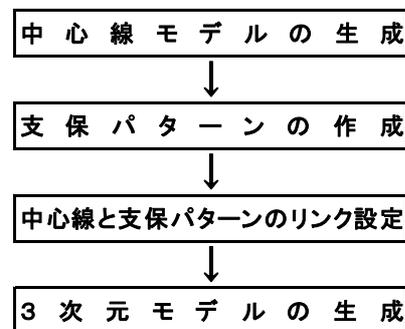


図1 3次元モデル生成手順

4. 実装

1) データ作成

本研究では、トンネルの3次元モデルの生成にあたり、トンネル中心線形、支保パターン、吹付コンクリート・覆工コンクリートの3つのデータを定義し、パラメータ入力によるトンネル3次元モデル生成の実装を行った。3次元モデル生成までの一連の流れを図2に示す。

トンネル中心線モデルは、設計あるいは工事で設定したトンネル中心線諸元に基づき、吹付コンクリートおよび覆工コンクリートの生成に用いるパラメータと、支保パターンの配置に用いるパラメータの2とおりを定義した。特に支保パターンの配置に用いるトンネル中心線モデルは座標、方位角、傾斜角、回転角等で構成するパラメータセット (SupportInsertionPoint) として定義した。

キーワード トンネル, パラメータ入力, 3次元モデル, フリーソフト

連絡先 〒191-0011 東京都日野市日野本町 3-8-3 株式会社コンポート TEL042-507-8594

支保パターンモデルは、ロックボルト、鋼製アーチ等で構成するモデルセットとして定義した。なお、本研究では支保パターンは、SketchUp のモデルグループ (Component Definition) を用いて、ロックボルト、鋼製アーチ等の配置を含めてあらかじめ作成しておくものとした。

吹付コンクリートおよび覆工コンクリートは、トンネル中心線モデルに沿った形状となるため、横断方向の形状設定に必要なパラメータを定義した。

2) パラメータ入力

トンネル中心線モデル、支保パターン、吹付コンクリート等のデータに基づいて、トンネル3次元モデルの生成のためのパラメータを、データごとに設定した入力書式に従って、Excel に入力するものとした。

3) Ruby スクリプト作成

Excel に入力したパラメータを、SketchUp で読み可能な Ruby スクリプトに変換するプログラムを Visual Basic for Applications (以下、VBA と呼ぶ) で作成した。

4) 3次元モデル生成

3次元モデルの生成に必要なメソッド (プログラム処理の手続き) およびパラメータは全て Ruby スクリプトに記述されているため、3次元モデルの生成は Ruby スクリプトを SketchUp に読み込むだけで自動的に行われる。3次元モデルの生成結果を図2に示す。トンネル中心線モデルに沿って覆工コンクリートを生成し、複数の支保パターンをパラメータ入力の条件に従って配置した。

また、図2に示すように支保パターンに応じた色で区別するなどの視覚効果の付加、および必要に応じて3次元モデルを DXF 形式のファイルに出力することも可能である。

5. まとめ

パラメータ入力するだけで、SketchUp にトンネル3次元モデルが生成できることを確認できた。今後は、支保パターンの日当りの進捗量とリンクすることにより工程表の自動作成に対する研究を行う予定である。

参考文献

矢吹 信喜：プロダクト・プロセスモデルによる 4D-CAD の出来高部分払い方式への応用，建設マネジメント研究論文集 Vol.10 2003

