

技術紹介

3次元地質モデリングシステム「GEO_Kit」による液状化ハザードマップの作成

～設計計算ソフト「液状化 Calc」を用いた防災シミュレーション～

Creating a liquefaction hazard map using Geology 3D modeling system "GEO_Kit"

萩原 賢司 *1
HAGIWARA Kenji

井長 悠 *2
ICHO Haruka

玉谷 聡 *3
TAMAYA Satoshi

1. はじめに

国土交通省では、BIM/CIM(Building/Construction Information Modeling, Management)を推進しています。BIM/CIM モデルには、「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」「統合モデル」があり、地質・土質モデルは、地質ボーリング柱状図、表層地質図、地質断面図、地層の境界面のデータ等を、3次元空間に配置したモデルです。

3次元地質モデルを作成することで、本体構造物と地質を立体的に把握することが可能となります。各設計段階において地質上の課題やリスクを関係者間で共有することで、追加すべき補足調査や計画立案を円滑に進めることも期待できます。

3次元地質モデルの他、物理・力学特性や解析結果などの属性情報を BIM/CIM モデルとして一元管理し、支持層の状況や圧密や陥没、液状化といった工学的評価を可視化することで、適切で効率的な設計、施工計画に活用できます。

本稿では、地形データと公開されているボーリングデータから3次元地質モデルを作成する GEO_Kit と液状化計算を行う液状化 Calc を連携し液状化ハザードマップを作成するシステムを紹介します(図1)。

3次元地質モデルから計算条件を作成するため、データの整合性が確保された計算を行えます。その計算結果を元に液状化ハザードマップを作成することで広域の液状化危険度を可視化し、危険予知活動、安全対策の向上に活用できます。

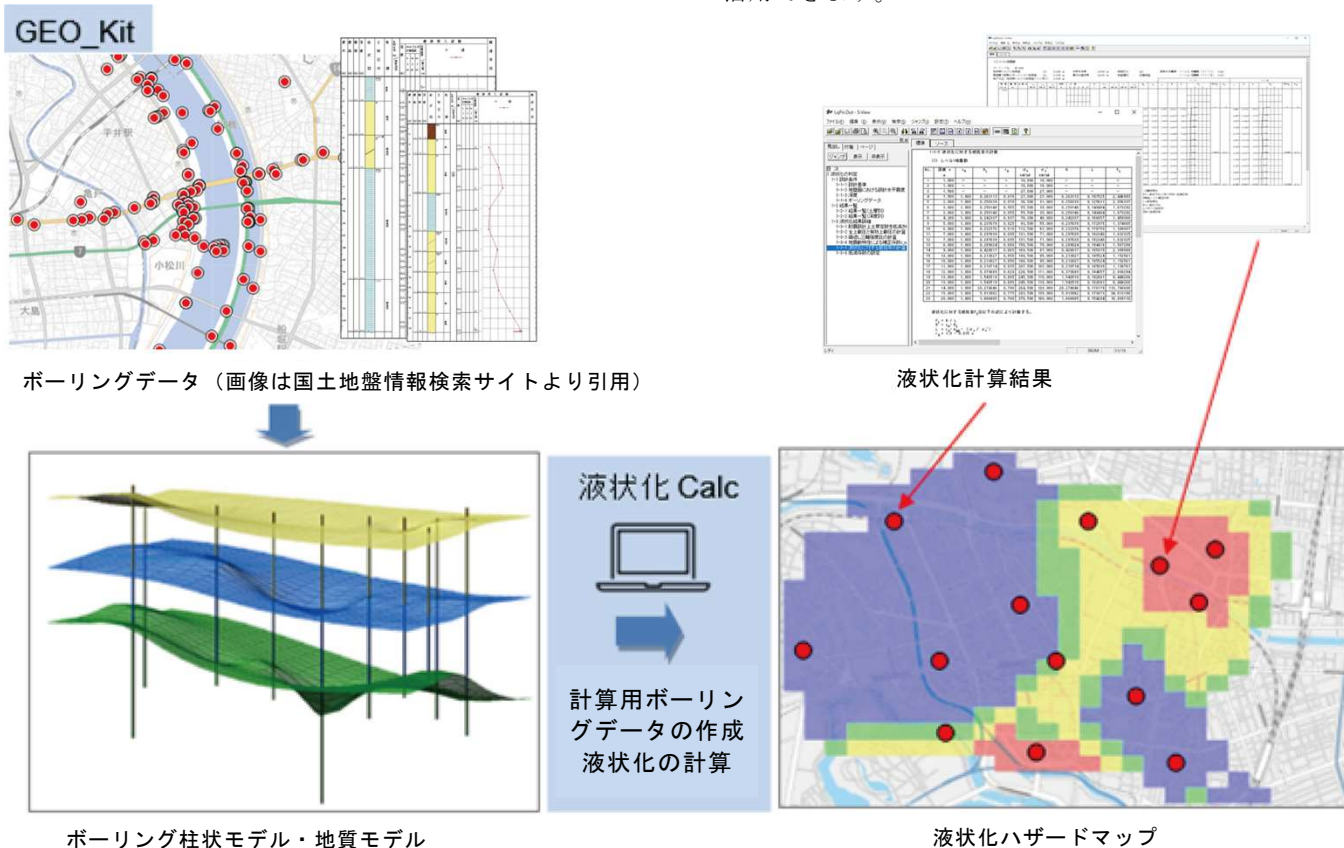


図1 システム概要

*1 川田テクノシステム㈱開発本部開発推進部 係長

*2 川田テクノシステム㈱開発本部先端開発部

*3 川田テクノシステム㈱開発本部先端開発部 課長

2. 機能概要

(1) ボーリング柱状モデル・地質モデルの作成

GEO_Kitは、国土交通省「電子納品に関する要領・基準」の「地質・土質調査成果電子納品要領」に準拠したボーリング交換用データ(XML)をインポートし、ボーリング柱状モデルを作成する(図2)ほか、ボーリング情報に含まれた地質データから、3次元地質モデルと支持層モデルを作成します(図3)。ボーリング柱状モデルには「N値グラフ」が作図でき、坑口標高や緯度経度等の旗上げ作図が可能です。

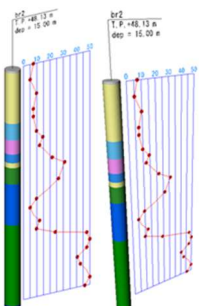


図2 ボーリング柱状モデルとN値グラフ

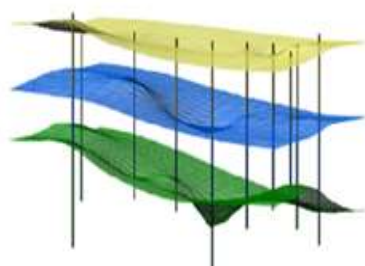


図3 地質モデル

(2) 計算用モデルの作成

GEO_Kit上で、ボーリング柱状モデル(調査結果モデル)の属性情報を参照して地質を分類し、N値から土層境界と土質定数を求めることにより、設計計算用のボーリングデータ(推定・解釈モデル)を作成します(図4)。



(調査結果モデル) (推定・解釈モデル)
図4 計算用モデルの作成

(3) 液状化の計算

液状化の判定は、モデル化した設計計算用のボーリングデータから道路橋示方書・同解説V耐震設計編(2017)に基づいて、その地点の液状化危険度の指標となる液状化指数(PL値)を算出することにより行います。

PL値と液状化危険度²⁾

	PL値による液状化危険度判定
PL=0	液状化危険度は極めて低い。液状化に関する詳細な照査は不要。
0<PL≤5	液状化危険度は低い。特に重要な構造物に対して、より詳細な調査が必要。
5<PL≤15	液状化危険度が高い。重要な構造物に対しては調査が必要。液状化対策が一般的に必要。
15<PL	液状化危険度が極めて高い。液状化に関する詳細な調査と液状化対策は不可避。

複数地点のボーリングデータについて液状化指数の計算を一括実行し、液状化危険度の一覧や詳細計算書の表示を行います。

(4) 液状化ハザードマップの作成

Kriging補間によるPL値の空間的補間を行うことによって、メッシュに分割された面ごとの液状化危険度を求め、液状化ハザードマップを作成します(図5)。

PL値はボーリングデータごとに求められますが、点の情報であるため、地図上に算出されたPL値による液状化危険度の判定ができない領域が生じます。そこで、点情報を空間的に補間し、面的に分布する情報とすることにより、地図に重ね合わせるができるようになります。その補間の手法として、Kriging補間を用います。

Kriging補間は、地質学分野で発達してきた高度な地球統計学的手法で、データの空間的自己相関を考慮した統計的モデルに基づいて空間的補間を行う手法です。ボーリングデータ同士の空間的な配置を考慮することができることから、距離または方向の偏りがある液状化危険度の分布の推定に適した手法です。

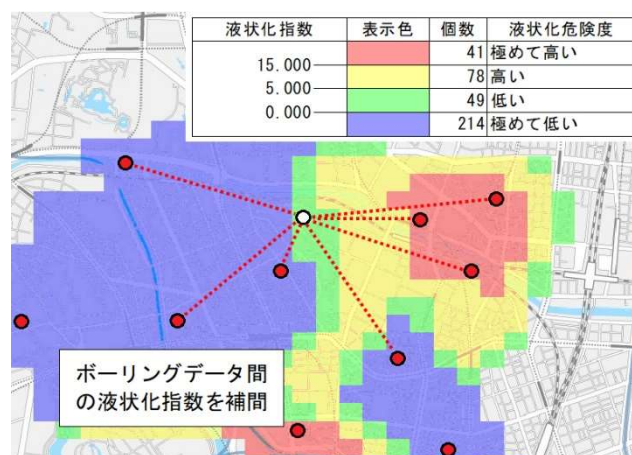


図5 液状化ハザードマップ

3. おわりに

本システムでは、3次元地質モデルから液状化ハザードマップの作成を行いました。今後も沈下量、斜面安定、地下水などの工学的評価を可視化するシステムを開発する予定です。

また、地質モデルは、調査、設計、施工、維持管理まで追加調査によるボーリング情報が付加され、詳細なモデルへ更新されます。建設生産プロセスの各段階における地質情報を更新・管理することで、地質に関する事業リスクを低減するシステムを提案していきます。

参考文献

- 1) 公益社団法人 日本道路協会：道路橋示方書・同解説V耐震設計編，pp.110-112，pp.110-112，2017.11.
- 2) 岩崎敏男，龍岡文夫，常田賢一，安田進：地震時地盤液状化の程度の予測について，土と基礎，Vol.28，No.4，pp23-29,1980.