

圧密沈下計算の CommonMP への適用

(株)日立製作所 ディフェンスシステム社 正会員 ○川戸 渉
 (株)日立製作所 ディフェンスシステム社 三城 徹也

1. 目的

国土技術政策総合研究所が中心となって開発している CommonMP¹⁾は、さまざまな河川流域の水・物質移動の解析モデル（要素モデル）を組み合わせることでシミュレーションが可能なプラットフォームである。CommonMP には、水文・水質データベースからデータを取得するツールや計算結果を地図上に表示する CommonMP-GIS が付属されており、データ共有や計算結果の見える化が可能となっている。

著者らは、地盤沈下の影響の評価・予測を行なう圧密沈下計算を CommonMP 上で実現することで、CommonMP 上で利用可能な他の要素モデルと組み合わせた計算、CommonMP のデータ取得ツールや CommonMP-GIS の活用が可能と考えた。本稿では、地下水位低下に伴う地盤沈下量を計算する CommonMP 上で動作可能な要素モデルを作成し、その評価について報告する。

2. 方法

(1) 計算概要

水循環解析モデル及び CommonMP 上で動作する圧密沈下計算要素モデルを用いた全体計算フローと本稿の範囲を図 1 に示す。本稿の範囲は、地下水位時系列情報を入力し、沈下量時系列情報を出力するまでとする。将来、水循環解析モデルが出力する地下水位時系列情報を入力して計算することを考慮するものとする。使用する水循環解析モデルの候補には、東京大学大学院の登坂博行教授（地圏環境テクノロジー代表取締役会長）により開発された GETFLOWS²⁾がある。GETFLOWS の特徴は、地形、地層構造、降水量、土地利用、水利用等の条件を与えることにより、地表水・地下水の相互作用を考慮した地下水流動が把握できることにある。

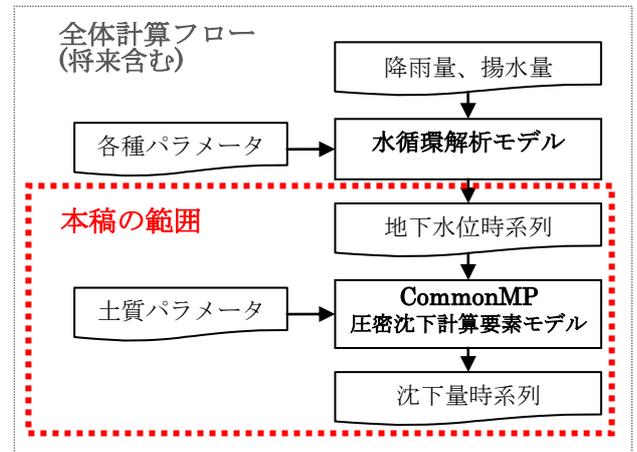


図 1 全体計算フローと本稿の範囲

(2) 圧密沈下計算要素モデルの作成

圧密沈下の計算方法には、Cc 法、 Δe 法、mv 法等があるが、本稿では、Cc 法による圧密沈下計算要素モデルを作成し、その評価を行なった。Cc 法による沈下量 S (m) は、次式³⁾により、計算される。

$$S = \frac{C_c}{1 + e_0} \cdot \log \frac{p_0 + \Delta p}{p_0} \cdot H$$

ここに、 C_c は圧縮指数（無次元）、 e_0 は初期間隙比（無次元）、 p_0 は初期の鉛直有効応力 (kN/m^2)、 Δp は地下水位低下による鉛直有効応力の増分 (kN/m^2)、 H は圧密層の層厚 (m) を示す。

作成した圧密沈下計算要素モデルは、まず、各層に土質パラメータを設定する。次に、地下水位時系列情報を入力し、各層の沈下量を算出する。最後に、各層の沈下量の総和を算出する。これをタイムステップ毎に計算することで、沈下量時系列情報として出力する。CommonMP 計算プロジェクトを図 2 に示す。本プロジェクトが示すように、地下水位時系列情報及び沈下量時系列情報を同時に出力できる仕様とした。これは、計算に用いた地下水位と沈下量が比較できるようにするためである。

キーワード CommonMP, 要素モデル, 地盤沈下, 圧密沈下計算, 水循環解析

連絡先 〒244-0817 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 292 番地 tel: 050-3155-2384 wataru.kawato.jm@hitachi.com

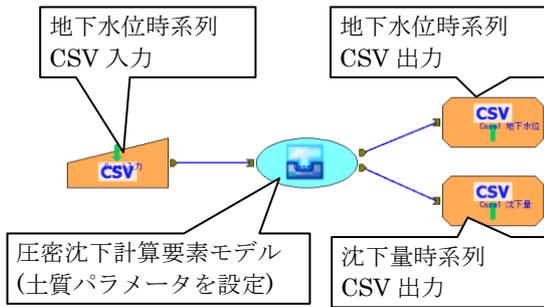


図 2 CommonMP 計算プロジェクト

(3) 計算条件

圧密沈下計算要素モデルに設定する土質パラメータについては、国土技術政策総合研究所が公開している「地下水水位低下工法の効果・影響簡易計算シート⁴⁾」(以下、計算シート)の例題に使用されているパラメータを一部修正し、活用した。

地下水水位時系列情報は、複数のケースで比較検証できるように Case 1, 2 を設定した(表 1)。ここで示す地下水水位は、地表面から鉛直下向きの距離である。

表 1 地下水水位時系列の計算ケース

	初期 地下水水位	低下後 地下水水位	時系列の 期間
Case 1	1.0m	1.5m	55 年間
Case 2	1.0m	4.0m	55 年間

(4) 検証方法

圧密沈下計算要素モデルの計算結果を検証するために、上記計算シートの Cc 法の計算結果との比較を行なった。計算シートに設定した土質パラメータ、入力した地下水水位時系列情報は、沈下計算要素モデルに用いたものと同じ値とした。

3. 結果と考察

地下水水位低下量と最終沈下量 (CommonMP 及び計算シートで計算した値) を表 2 に、沈下量計算結果 (CommonMP 及び計算シート) の時系列グラフを図 3 に示す。CommonMP による沈下量の計算結果と計算シートによる沈下量計算結果は、ほぼ同等の値であることが確認できた。

表 2 地下水水位低下量と最終沈下量

(CommonMP 及び計算シートで計算した値)

	地下水水位 低下量	最終沈下量 (CommonMP)	最終沈下量 (計算シート)
Case 1	0.5m	5.8cm	6cm
Case 2	3.0m	29.3cm	29cm

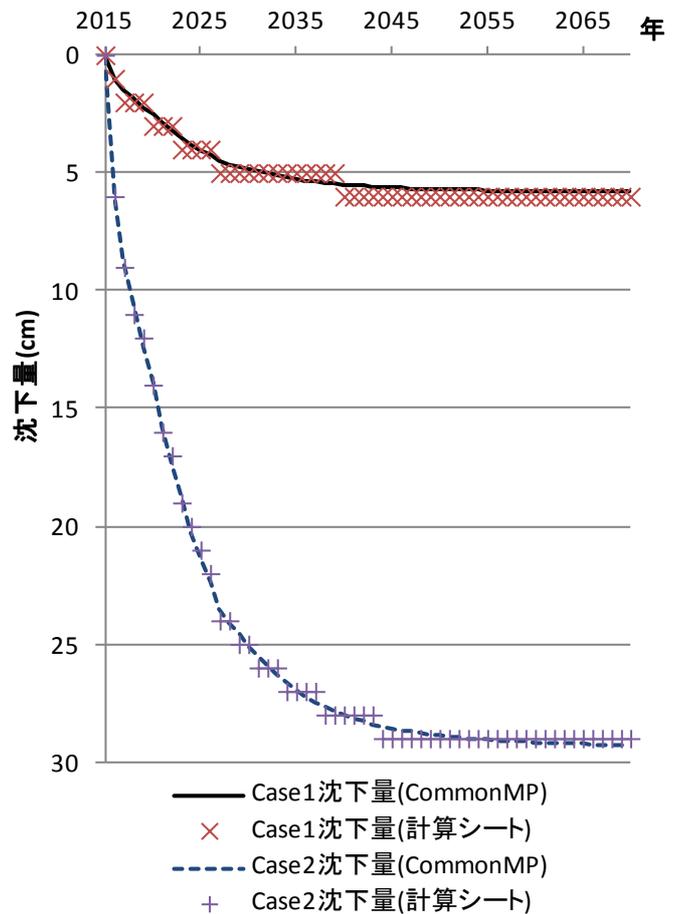


図 3 CommonMP と計算シートの沈下量計算結果の時系列グラフ

4. おわりに

本稿では、圧密沈下計算の CommonMP への適用について報告した。作成した圧密沈下計算要素モデルが CommonMP 上で動作できることを確認できた。

CommonMP 上で地盤沈下量の評価を行なうためには、GETFLOWS の出力結果を用いた計算の実施、GETFLOWS 等の水循環解析モデルから受け渡される地下水水位時系列情報のファイルフォーマットの標準化、2次元空間へ拡張した計算、CommonMP-GIS 上での見える化等が今後の課題となる。

参考文献等

- 1) CommonMP Web サイト : <http://framework.nilim.go.jp>
- 2) H. Tosaka, et al.: Fully Coupled Formulation of Surface flow with 2-Phase Subsurface Flow for Hydrological Simulation, Hydrological Processes, 14(2000), pp.449-464
- 3) 日本道路協会: 道路土工 軟弱地盤対策工指針(平成 24 年度版), (2012), pp.49-53
- 4) 地下水水位低下工法の効果・影響簡易計算シートのダウンロードサイト: <http://www.nilim.go.jp/lab/jbg/takuti/downloads.html>