

開削工事を対象にした近接施工のリスク評価 Risk Evaluation for Neighboring Work of Excavation

○若林 孝*, 村上 章**, 珠玖隆行***

WAKABAYASHI Takashi, MURAKAMI Akira and SHUKU Takayuki

1. はじめに

近接施工の際には、設計段階でどの程度の被害が予測され、対策を施せばどの程度の効果が期待できるかを定量的に評価した上で対策の意思決定を行うことが重要となる。そのためには、近接施工で想定される被害を逐次予測しながら対策を更新する手法が必要である。そこで、近接施工の管理基準値としてリスクに着目し、シミュレーションモデルと観測データを組合せるデータ同化に基づくリスク評価手法を提案する。ここでは、鋼矢板締切りによる開削工事を対象とし、シミュレーションモデルには土-水連成弾塑性有限要素解析(以下、「土-水連成 FEM」という)を、データ同化には粒子フィルタを用いた。

2. 実測現場とシミュレーションモデルの概要¹⁾

本工事は、徳島県吉野川下流域に位置する用水路の開削工事である。**Fig.1**に施工断面を示す。土留め工の形式は、切梁式鋼矢板である。次に、解析モデルと境界条件を **Fig.2**に示す。解析には二次元土-水連成 FEM プログラム DACSAR²⁾を用いた。構成モデルは、粘性土(Ac1, Ac2)に弾塑性モデルを、砂質土(As1)・礫質土(Ag1)に線形弾性モデルを用いた。解析では施工過程を忠実に再現し、掘削から埋戻完了後 18 日目(掘削開始から 54 日目)までを対象に解析した。

3. 地盤挙動のデータ同化³⁾

データ同化は、事象に関する観測値を用いて、数値シミュレーションモデルの条件やパラメータを補正することで、予測精度の向上を図る手法である。データ同化には種々の手法が提案されているが、状態変数の確率密度関数を「粒子」と呼ばれる多数の離散サンプルで近似する時間更新アルゴリズムを有する粒子フィルタを適用し、逐次同定で得られる確率分布に着目してリスク評価を試みる。具体的には、以下の手順による。 1) 土質試験値が得られていないなど地盤挙動に対する不確実性の高いパラメータをデータ同化の同定対象パラメータに選定し粒子を生成する、2) 粒子フィルタを実施し

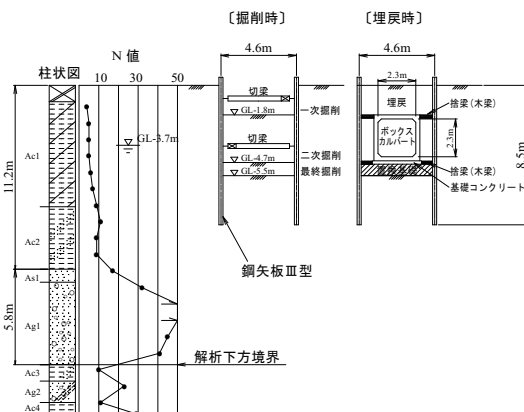


Fig.1 施工断面図

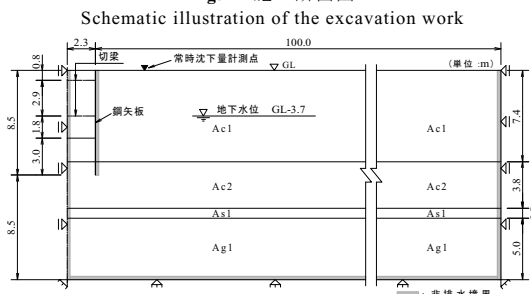


Fig.2 解析モデル・境界条件
Cross section and the boundary conditions

*日化エンジニアリング Nikka Engineering, Co. Ltd., **京都大学 Kyoto University, ***岡山大学 Okayama University
Key word: 近接施工, リスク評価, データ同化

ラメータを同定する, 3) 同定パラメータを用いた解析を実施し解析結果と実測値を比較する。ここで, 比較の対象には **Fig.2** に示す計測点の実測値を用いた。粒子フィルタの同定パラメータは, 土質試験値が欠測していた地下水位以浅の地盤定数に着目し, 地表面沈下への影響度が高い過圧密比 OCR と非可逆比 Λ を選定した。地盤定数のバラツキを表すため, 各パラメータの粒子を $6 \leq \text{OCR} \leq 20$, $0.6 \leq \Lambda \leq 0.9$ の範囲で一様乱数により発生させた。粒子数 (S_n) は 200 個と設定し, 2 つのパラメータは無相関と仮定した。

4. 粒子フィルタによるリスク評価

粒子フィルタによる確率分布の経時変化を **Fig.3** に示す。観測値の得られていない設計段階では, モンテカルロシミュレーションにより確率分布が得られるが, 施工時の観測データを得るのに伴い, 確率分布の更新されることがわかる。このような沈下量(被害量)に対する確率分布が得られれば, 次式によりリスク額を計算することができる。

$$R(n) = \sum_{i=1}^n P_i C_i \quad (1)$$

ここに, $R(n)$: リスク額, C_i : 被害額, P_i : 被害の生起確率。

一方, 被害額は, **Fig.4**⁴⁾の沈下量と補償費の関係から予測することができる。**Fig.5** は, 掘削開始から施工完了までのリスク額の経時変化を表したものである (以下に示すリスク額の単位は, 延床 100m² 当たり)。設計時のリスク額は, 491 千円と評価されていたにもかかわらず, 観測値を得ることでリスク額は変動し, 54 日目には 597 千円となった。

5. まとめ

土-水連成 FEM と粒子フィルタを組合せることにより, 設計段階, 及び施工過程で逐次リスク評価が行えるため, 適切な施工法への変更が可能となることを示した。

■参考文献 1) 若林 孝・小鈴健夫・村上 章(2011): 開削工事の土-水連成弾塑性有限要素解析, 農業農村工学会大会講演会講演要旨集, 420-421. 2) Iizuka, A. and Ohta, H. (1987): A determination procedure of input parameters in elasto-viscoplastic finite element analysis, *Soils and Foundations*, 27(3), 71-87. 3) 珠玖隆行・西村伸一・村上 章・西村有希・藤澤和謙(2011): データ同化に基づいた信頼性解析法による土構造物の性能照査, 地盤工学ジャーナル, 6(3), 415-426. 4) 若林 孝・永木隆介(2011): 近接施工の意思決定手法, 水土の知, 79(10), 44-45.

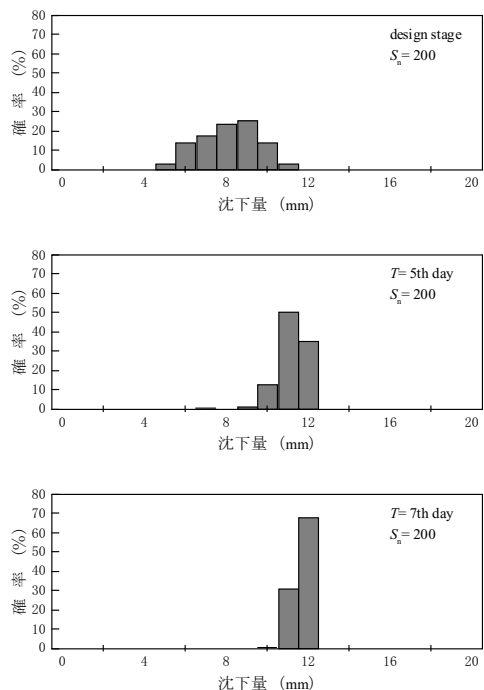


Fig.3 確率分布の経時変化
Probability density functions of the settlement

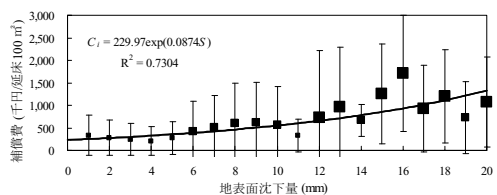


Fig.4 地表面沈下量と建物の補償費
Relations of compensation costs of quantity of settlement and buildings

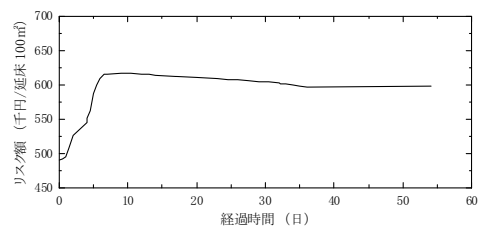


Fig.5 リスク額の経時変化
Time evolution of risk cost