

開削工事の土-水連成弾塑性有限要素解析 Soil-Water Coupled Elasto-plastic FE Analysis of Excavation Works

○若林 孝*, 小鈴健夫**, 村上 章**

WAKABAYASHI Takashi, KOSUZU Takeo and MURAKAMI Akira

1. はじめに

農業農村整備事業で行う開削工事の近接施工対策として、鋼矢板締切りが多く適用されている。鋼矢板型式等対策の意思決定に際しては、経験則に基づく簡易予測法や有限要素法等で、鋼矢板背面の沈下量予測が行われる。しかし、二次元弾性有限要素解析で予測した場合、砂や砂礫地盤では実用上問題ない精度で地表面沈下量を予測できるが、粘性土地盤では地表面沈下量を小さめに表す傾向を確認している。そこで、粘性土地盤での予測精度の向上を目的に、関口・太田モデルを用いた二次元土-水連成有限要素法プログラム DACSAR¹⁾による数値解析を行った。以下では、粘性土地盤を対象にした開削工事の土-水連成弾塑性有限要素解析例を示すとともに、弾性有限要素解析結果と対比し、その適用性を評価する。

2. 実測現場の概要

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。図-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。鋼矢板の規格はIII型で、近接構造物への影響を抑えるため、建物に近接する側の鋼矢板は残置し、反対側の鋼矢板は施工後引抜いた。近接家屋における地盤沈下量の計測位置を図-2に示す。

3. 解析モデルの概要

解析モデルは、左右対称の半断面とした(図-3)。図-4に解析メッシュ図を示す。側方境界までの距離は、掘削の影響を避けるために100mと設定した。下方境界までの距離は掘削幅の3倍以上の地層境界までとした。水理境界は、下方境界と側方境界および鋼矢板壁を非排水境界に、地下水位が位置するGL-3.7mに自由水面を設定した。掘削および埋戻段階の施工面は排水境界(自由水面)とした。

構成モデルとして、粘性土層(Ac1, Ac2)に弾塑性モデルを、砂質土層(As1)礫質土層(Ag1)に線形弾性モデルをそれぞれ用いた。また、鋼矢板と背面地盤の接触面にはジョイント要素²⁾を適用した。解析の物性値を図-5に示す。線形弾性モデルの物性値は、N値からの推定式 $E=700N$ (kN/m²) より求めた。

解析の施工過程を図-6に示す。今回の検討は、

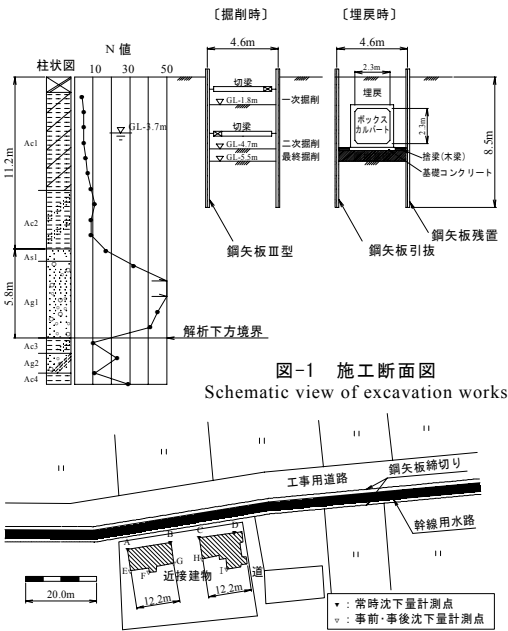


図-1 施工断面図
Schematic view of excavation works

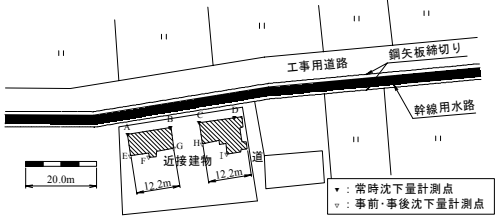


図-2 計測平面図
Location of measurement devices

*日化エンジニアリング Nikka Engineering, Co. **京都大学大学院 Graduate School of Agriculture, Kyoto University
近接施工, 土-水連成解析, 弾塑性解析

掘削～鋼矢板引抜後 16 日目までを対象に解析した。鋼矢板の引抜については、引抜で生じた空隙を充填する方向に地盤が移動すると仮定し、図-4 に示す■節点に鋼矢板断面積の 1/2 相当分 (1cm) の水平方向強制変位を与えた。

4. 検討結果

鋼矢板背面地表面沈下量について、施工段階毎の解析値と鋼矢板引抜 16 日後の観測値を図-7 に示す。土-水連成解析結果は、観測点 A～D の地表面沈下量と良く一致した。経過時間と地表面沈下量の関係について、観測点 A～D の平均値と解析値を対比した (図-8)。32 日目 (掘削段階～第 1 段切梁撤去前) までは、解析値が観測値を下回っており、32 日目以降の解析値と観測値は良く一致した。これは、土質試験値が十分に得られていないこと、特に地下水位以上の圧密試験値がなく、地下水位以下の試験値を外挿して求めたことが原因であると考えられる。弾性解析結果をみると、二次掘削段階 (7 日目) までは隆起しており、それ以降沈下に転じている。この原因は、掘削に伴う掘削底面のリバウンド量が過大に評価されたためと考える。その結果、解析値は観測値を大きく下回るものとなった。

5. まとめ

粘性土地盤における開削工事について、土-水連成弾塑性有限要素解析は、弾性解析に比べ精度良く予測できることを確認した。今後は、土質試験値が得られなかった地下水位以上の物性値について、データ同化を用いて物性値の同定を試み、土-水連成弾塑性有限要素解析の適用性を再評価したいと考えている。末筆ながら、神戸大学 飯塚 敦教授には解析データ設定にご助言賜った。記して深謝の意を表します。

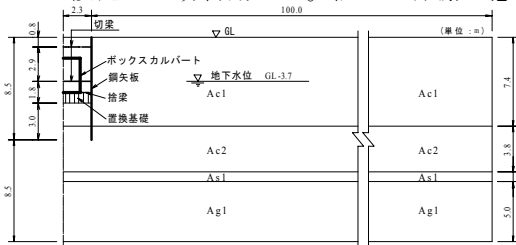


図-3 解析モデル図

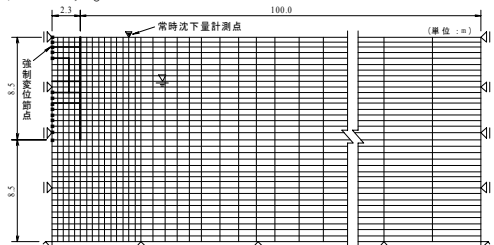


図-4 解析メッシュ図
FE mesh with boundary conditions

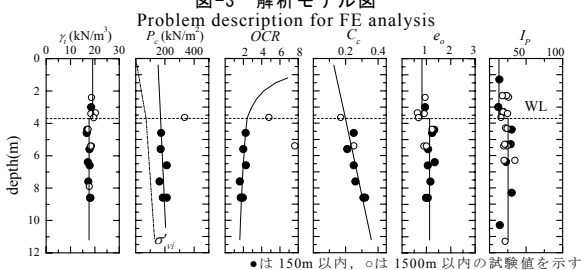


図-5 解析の物性値
Soil profiles

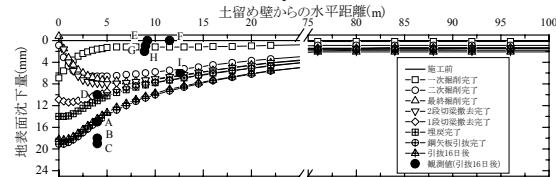


図-7 鋼矢板背面沈下量
Ground settlement behind the sheet pile

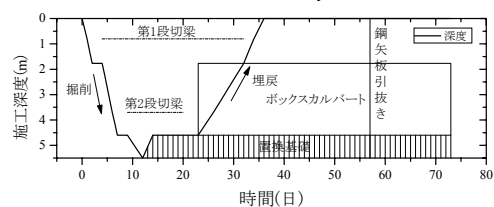


図-6 解析の施工過程
Construction sequences

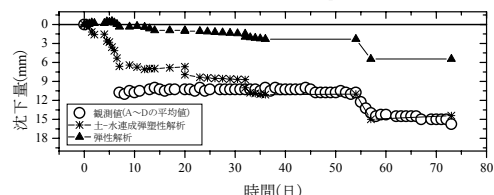


図-8 背面沈下量の経時変化
Time history of ground settlement

■参考文献：1) Iizuka, A. and H. Ohta: A determination procedure of input parameters in elasto-viscoplastic finite element analysis, Soils and Foundations, Vol.27, No.3, pp.71-87, 1987. 2) 本多 隆：山留め FEM 解析におけるジョイント要素の入力データ設定方法，土と基礎，第 46 巻，第 1 号，pp.39-40，1998