

軟弱粘土地盤での開削工事における土留め壁変形挙動に関する一考察

土留め 軟弱地盤 設計

J R 西日本  
 銭高組・西松建設特定建設工事共同企業体  
 地域地盤環境研究所  
 地域地盤環境研究所

正会員 ○吉田 晋  
 丸山 達彦  
 山内 雅基  
 国際会員 畠田 孝宏

1. はじめに

J R 東海道線支線地下化・新駅設置事業は、大阪駅北地区の西端地上を南北に走行している東海道線支線を大阪駅側に移設・地下化することにより、鉄道と道路との交差部分の解消を図る工事である。本工事では、開削工法により地下構造物を構築する。過去の大阪平野での開削トンネル工事において、軟弱粘土地盤を開削掘削中に土留め壁の水平変位が設計値を上回る報告がなされており<sup>1)</sup>、本工事でも同様の事象が懸念される。本稿では、軟弱粘土地盤において営業線から離れた先行工区での土留め壁の変形挙動と解析を対比し、後行工区において水平地盤反力係数の影響を検証した結果を報告する。

2. 先行工区における土留め壁の水平変位挙動

営業線から約40m離れた先行工区の掘削断面を図1に示す。上位から

盛土(B層)、沖積粘性土層(Ac1層)、沖積砂質土層(As1層)の下に、層厚約14mの分厚い沖積粘性土層(Ac2層、N値=0~3、粘着力 $c=38\sim107\text{ kN/m}^2$ )が分布する地層構成である。

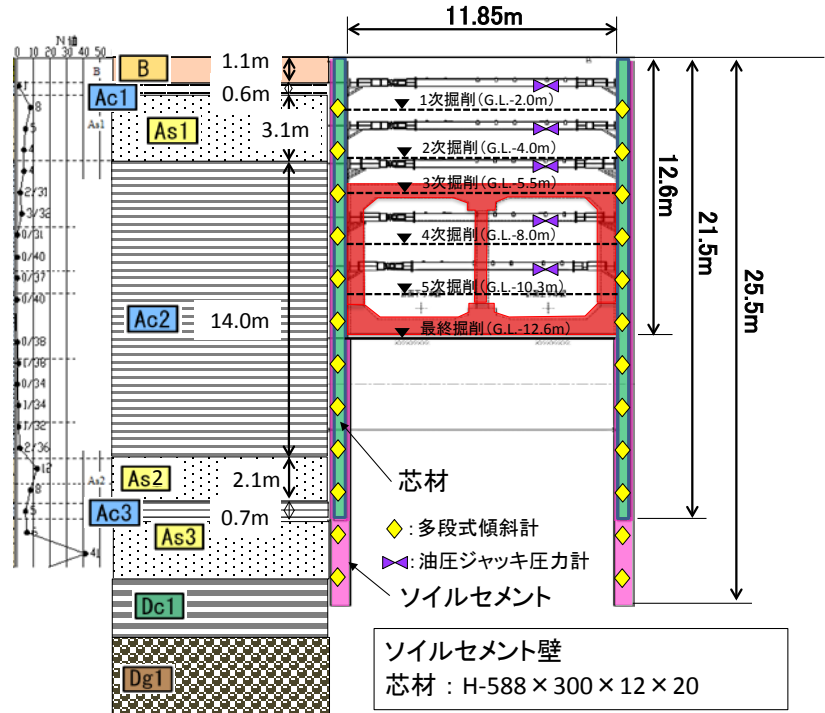


図1 掘削断面(先行工区)

表1 解析に用いた土質パラメーター一覧表

| 土層名   | 層厚 [m] | 平均N値 | 粘着力 $c[\text{kN/m}^2]$ | 内部摩擦角 $\phi[^\circ]$ | 変形係数 $E[\text{kN/m}^2]$ | 水平地盤反力係数 $kt[\text{kN/m}^3]$ |
|-------|--------|------|------------------------|----------------------|-------------------------|------------------------------|
| B     | 1.1    | 15   | 0.0                    | 34.0                 | 37500                   | 9000                         |
| Ac1   | 0.6    | 1    | 22.5                   | 0.0                  | 4365                    | 4190                         |
| As1   | 3.1    | 6    | 0.0                    | 30.0                 | 15000                   | 3600                         |
| Ac2-1 | 3.2    | 3    | 54.0                   | 0.0                  | 4365                    | 4190                         |
| Ac2-2 | 3.0    | 0    | 37.7                   | 0.0                  | 7202                    | 6914                         |
| Ac2-3 | 3.0    | 0    | 57.1                   | 0.0                  | 11596                   | 11132                        |
| Ac2-4 | 3.0    | 1    | 76.5                   | 0.0                  | 17177                   | 16490                        |
| Ac2-5 | 1.8    | 1    | 107.0                  | 0.0                  | 18348                   | 17614                        |
| As2   | 2.1    | 10   | 0.0                    | 30.0                 | 25000                   | 6000                         |
| Ac3   | 0.7    | 5    | 132.0                  | 0.0                  | 16497                   | 15837                        |

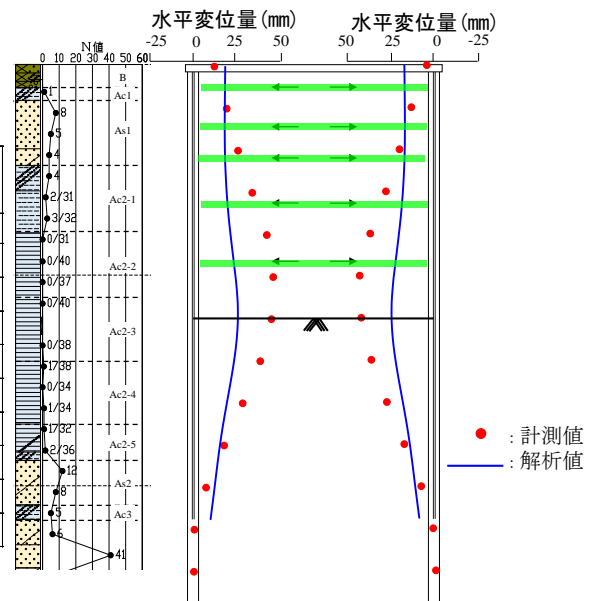


図2 土留め壁水平変位の解析値との対比

A study on Deformation Behavior of Retaining Walls at Excavation of Soft clay Ground : Susumu Yoshida (West Japan Railway Company), Tatsuhiko Maruyama (The Zenitaka Corporation・Nishimatsu Construction Co., Ltd. Joint Venture), Masaki Yamauchi and Takahiro Konda (Geo-Research Institute)

掘削幅は 11.85m，最終深度は GL-12.6m であり，土留め壁は ECO-MW 工法<sup>2)</sup>による壁長 25.5m のソイルセメント壁を採用し，5 段の切梁を架設する．土留め壁の水平変位や切梁軸力を把握するため，土留め壁に多段式傾斜計(地表面より鉛直方向 2m ピッチに配置)を，切梁に油圧ジャッキ圧力計を設置して計測を行った．

また，各掘削時の土留め壁水平変位量を土留め弾塑性法を用いて解析した．解析に用いた土質パラメータを表 1 に示す．なお，Ac2 層は層厚が厚く，深度により粒度組成が異なることから，5 層に分割して解析を行った．

最終掘削時における土留め壁の水平変位量に関する計測値と解析値との対比を図 2 に示す．計測値は，最終掘削底面よりも少し上部で最大値(約 47mm)となる弓形変形になったのに対して，解析値は，最終掘削底面付近で最大値(約 26mm)となった．両者の変形モードは類似した弓形であったが，最大変位量が倍近く異なる状態であった．これは，本現場を代表する Ac2 層の水平地盤反力係数を適切に評価できていないことが原因の 1 つとして考えられる．つまり，設計時における水平地盤反力係数を過大評価していた可能性と，土留め壁の変形量増大に伴って掘削側地盤が乱されたことによる水平地盤反力係数の低下が可能性<sup>3)</sup>として考えられる．

### 3. 逆解析による地盤反力係数の再評価と後行工区への適用

ここでは，計測値である土留め壁水平変位量と切梁軸力から，土留め弾塑性法を用いた解析のうち土留め作用圧はそのままとして，水平地盤反力係数を同定する逆解析<sup>4)</sup>を最終掘削時において実施した．逆解析により推定した水平地盤反力係数を表 2 に示す．逆解析の結果，本現場を代表する Ac2 層(表 2 着色部分)の水平地盤反力係数は，約 7000~17000 kN/m<sup>3</sup>から 1500~5000 kN/m<sup>3</sup>まで低下する結果になった．

先行工区での逆解析結果を後行工区の掘削断面に適用し，後行工区における最終掘削時の土留め壁水平変位について対比した結果を図 3 に示す．原設計に基づく解析値に比べて，逆解析によって得られた水平地盤反力係数を用いた解析値は，より計測値の変形モードおよび変形量を適切に表現できることが確認できた．特に，掘削底面以深の土留め壁水平変位分布については，後者の解析値は計測値の挙動を的確に示している．なお，地表面付近の両者の挙動の違いについては，覆工桁による土留め壁水平変位の抑制が原因の 1 つとして考えられる．

### 4. おわりに

得られた知見を以下に示す．

- (1) 先行工区における土留め壁水平変位量と切梁軸力に基づいて逆解析を実施した結果，土留め壁水平変位量が大きい粘性土層の箇所について，水平地盤反力係数が小さくなる傾向にあった．
- (2) 本結果を隣接した後行工区に適用した結果，解析値は計測値をより精度よく表現できており，特に，本現場を代表する分厚い軟弱粘性土層においてこの傾向が顕著であることを確認した．

### 参考文献

- 1) 太田 拓，伊藤 博幸，柳川 知道，譽田 孝宏，橋本 正：現場計測結果に基づいた山留め設計法に関する一考察，第 42 回地盤工学研究発表会講演概要集，pp.1451-1452，2007．
- 2) 西田 智一：環境負荷低減型ソイルセメント連続壁工法の事例：ECO-MW 工法，基礎工，Vol.33，No.5，pp.66-68，2005．
- 3) 岸尾 俊茂，太田 拓，橋本 正，譽田 孝宏，齊藤 悦郎，小林 範之：逆解析に基づく大阪地盤の土留め作用側圧と地盤反力係数，土木学会論文集，No.560，VI-34，pp.107-116，1997．
- 4) 杉山 敏幸，水谷 淳，熊谷 紳一郎：ファジィ理論を用いた山留め壁変位の実測値と予測値の整合性判定プロセスのモデル化，土木学会論文集，No.480，VI-21，pp.147-155，1993．

表 2 水平地盤反力係数の推定(最終掘削時)

| 土層名   | 層厚 [m] | 水平地盤反力係数 $k_h$ [kN/m <sup>3</sup> ] |       |
|-------|--------|-------------------------------------|-------|
|       |        | 原設計                                 | 逆解析   |
| B     | 1.1    | 9000                                | 8400  |
| Ac1   | 0.6    | 4190                                | 1000  |
| As1   | 3.1    | 3600                                | 8300  |
| Ac2-1 | 3.2    | 4190                                | 3800  |
| Ac2-2 | 3.0    | 6914                                | 1500  |
| Ac2-3 | 3.0    | 11132                               | 3000  |
| Ac2-4 | 3.0    | 16490                               | 5000  |
| Ac2-5 | 1.8    | 17614                               | 25000 |
| As2   | 2.1    | 6000                                | 15000 |
| Ac3   | 0.7    | 15837                               | 10000 |

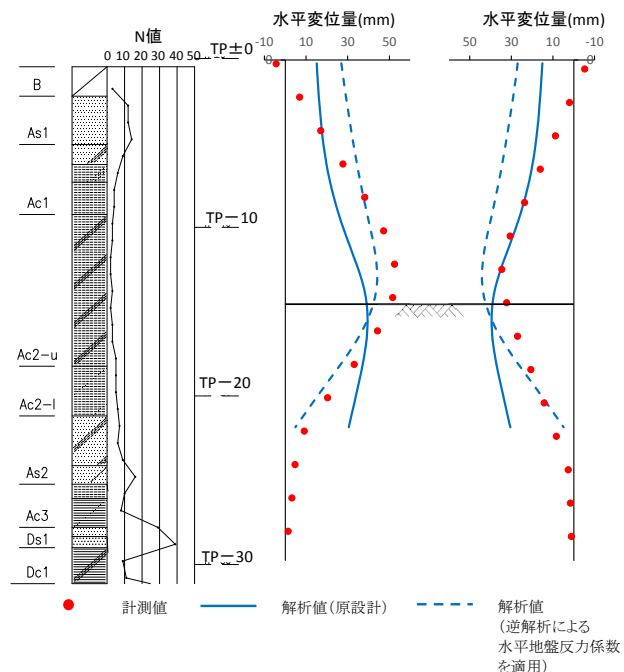


図 3 後行工区への適用