

地盤改良バットレスによる土留め壁の変形抑制効果の解析検証

(株)大林組 技術研究所 正 ○杉江茂彦 正 上野孝之

1. はじめに

ソイルセメント壁を用いた土留め掘削工事例（横浜市南区）¹⁾を3次元地盤 / 地下水連成FEM²⁾で解析し、土留め壁の変形を実測と比較・検証した。また本工事例では採用されなかったが、地盤改良によるバットレスを解析モデル内に種々の形状で模擬し、同構造による土留め壁の変形抑制効果を検証した。

2. 土留め掘削工事の概要と解析モデル

図-1に示すように地表部にはアスファルト塊と砕石から成る埋土層と礫混じりシルト層が堆積している。GL-5m～GL-20m付近までN値=1の極く軟弱な粘土質シルト層が堆積している。それ以深には礫・砂が混じるシルト層がGL-32m付近まで堆積し、その下方にN値=50以上の砂礫層と固結シルト（土丹）層が続いている。土留め壁に大きな変形が見込まれる粘土質シルト層には、関口と太田の提案による弾塑性構成式³⁾を用い、圧密試験の結果を主体に塑性指数による経験則⁴⁾も援用して非線形定数値を与えた。それ以外の層は線形弾性体とし、ポアソン比は0.35、ヤング率はPS検層による値を2分の1に低減させて与えた。主な地盤定数値を図-3に示す。

施工断面を図-1に、掘削部の平面形状と解析の対象領域を図-2に示す。切梁を設けながら順次施工されたドライ掘削ワーク（最終：GL-15m）を実際の施工時間（約4ヶ月）で逐次シミュレートした。ドライ掘削ワークは各次掘削において掘削敷き上の節点の水圧が零になるように全水頭値を拘束して模擬した。ソイルセメント壁内のH形鋼、切梁、中間杭の水平方向の間隔を考慮するために3次元モデルを用いた。

図-3に施工サイトの有限要素モデル（横断面）を最終掘削形状で示す。土留め部材の内、切梁と中間杭の模擬にはトラス要素を用いた。腹起しのH形鋼には使用材と断面二次モーメントが等しいシェル要素を用いて板形状で模擬した。土留め壁のソイルセメント部は線形弾性体（ $E=1000\text{ MPa}$, $\nu=0.35$ ）とし、透水係数 $k=5 \times 10^{-7}\text{ cm/sec}$ を与えた。

3. 土留め壁の変形の解析結果

(1) 実測との比較

本工事例での切梁と中間杭の間隔（2m, 6m）を考慮するため、図-3の紙面直角方向にメッシュを設け図-4の平断面

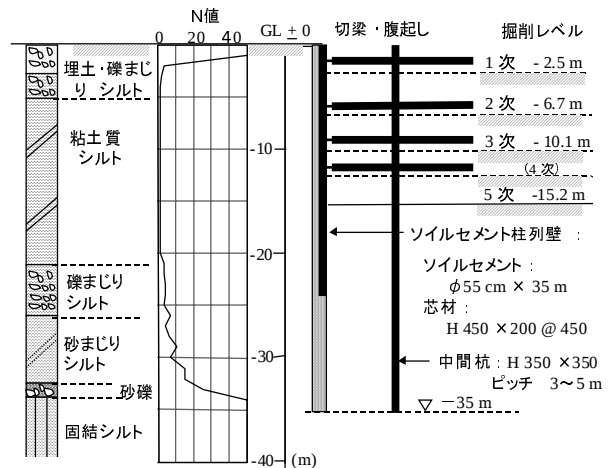


図-1 施工断面の概要

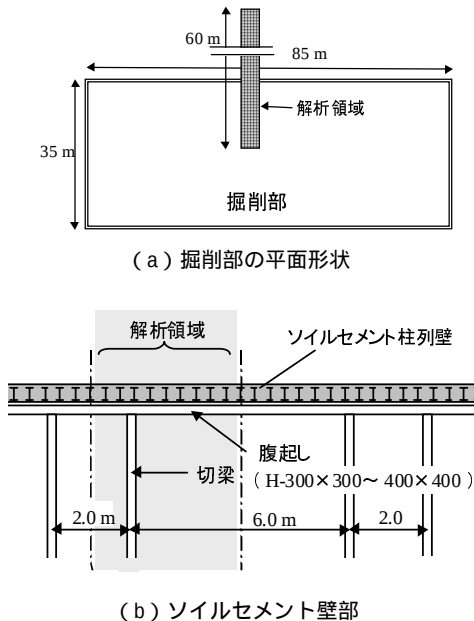


図-2 土留め掘削の平面概要と解析領域

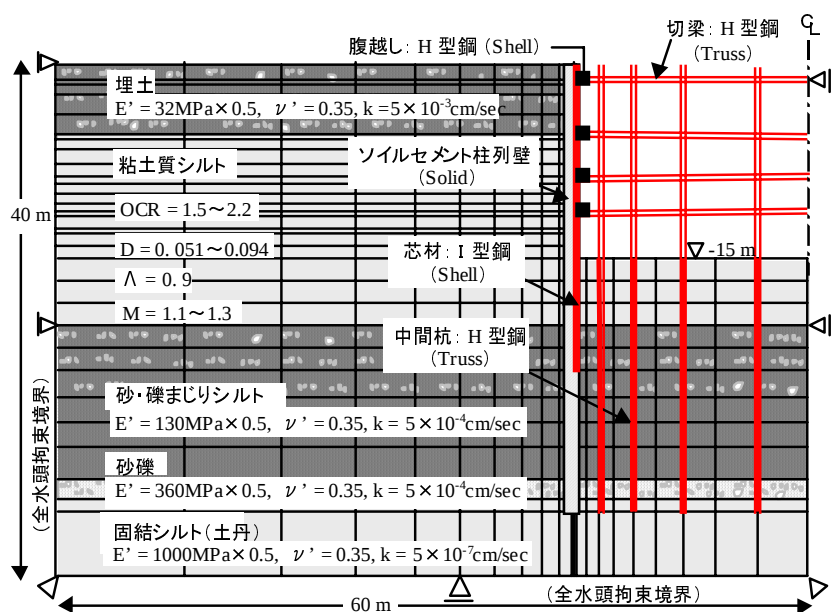


図-3 施工サイトの有限要素モデリング（横断面図）

キーワード：土留め掘削、ソイルセメント壁、壁変形、地盤 / 地下水連成FEM解析、3次元モデル

204-8558 東京都清瀬市下清戸4-640、大林組 技術研究所 土木基礎研究室 tel:0424-95-1097、fax:0424-95-0903

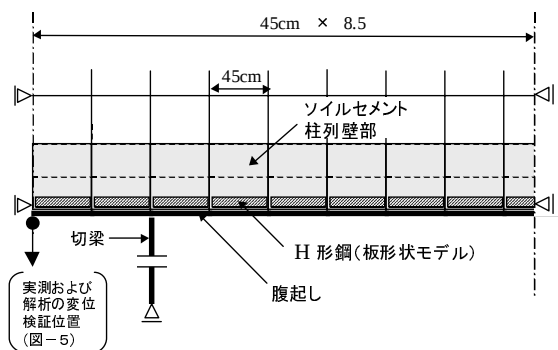


図 - 4 土留め壁近傍の有限要素モデリング（平断面図）

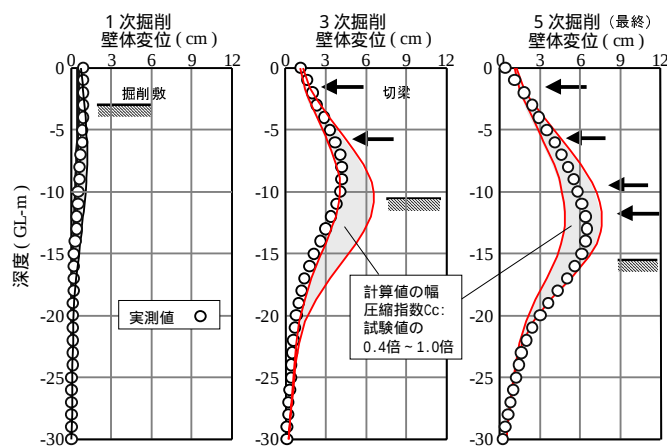


図 - 5 土留め壁の水平変位（実測値の比較）

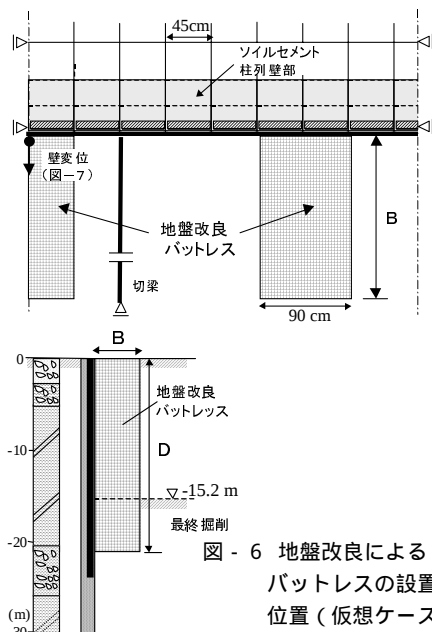


図 - 6 地盤改良によるバットレスの設置位置（仮想ケース）

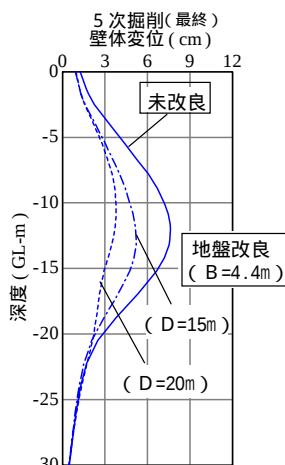


図 - 7 土留め壁の水平変位

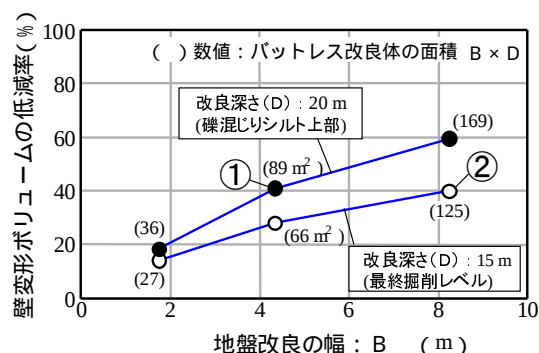


図 - 8 土留め壁の変形ボリュームの低減率

をもつ3次元モデルを用いた。ソイルセメント壁内のH形鋼（45 cm 間隔）には使用材と断面二次モーメントが等しいシェル要素を用いて、板形状で模擬⁵⁾した。壁の水平変位を図 - 5 に示す。薄スミのハンチは関口・太田モデルの定数値をパラメトリックスタディー（圧縮指数 C_c : 試験値の0.4倍~1.0倍）して得た計算値の幅である。ここで圧縮指数 C_c は、小さく（大きく）与えると壁の水平変位、掘削底部と周辺の地盤の変位は小さく（大きく）得られ、施工途中での実測とのフィッティングにおいてハンドルとなりえる。計算値の幅は特に最終5次掘削において実測値（○）とよく整合している。

試みに、本事例を2次元モデルでも解析してみた。ここで切梁・中間杭の剛性は使用部材の剛性を平均的な間隔で除して与えてみた。その結果、壁変位は実測および3次元モデルに比べてかなり小さめの値となった。このような奥行き（水平）方向に変化する土留め構造を2次元FEMでモデル化することにより過小評価となる傾向が得られた⁵⁾。

(2) 地盤改良によるバットレスの変形抑制効果

本工事例では採用されなかったが、地盤改良によるバットレスを図 - 6 のように櫛状に配置した場合の土留め壁の変形抑制効果を解析で検証してみた。バットレスの厚さを90cmで固定し、幅Bを概ね2m, 4m, 8mの3ケース、深さDを15m（最終掘削敷きレベル）、20m（下部の礫まじりシルト層の上端レベル）の2ケース、総計6ケースとした。ここでは関口・太田モデルの圧縮指数 C_c は圧密試験値をそのまま与えた。図 - 7 は最終の5次掘削時の壁変位である。バットレスの有無で比較している。特に $D=20$ mのケース（バットレスを深部の礫混じりシルト層まで根入れ）で壁変位が小さくなっている。図 - 8 はバットレスによる壁の変形ボリュームの低減率を示したものである。図中の（ ）の数値はバットレスの改良面積（ $B \times D$ ）である。バットレスの幅Bが増すことにより壁変形の低減率は大きくなっている。また図中（ ）は（ ）に比べてバットレスのボリュームが小さいが壁変形の抑制効果は優れている。地盤条件や地下条件に応じて改良幅と根入れ深さの値を適切に選定し、壁の変形抑制・経済施工に寄与することを示している。

2) Ohta, H., Iizuka, A., OMOTE, Y. and Sugie, S.: 3-D analysis of soil/water coupling problems... , Proc. 7th Int. Conf. Computer Methods and Advances in Geomechanics, Vol.2, pp.1191-1196, 1991 3) Sekiguchi, H and Ohta, H.: Induced anisotropy and time dependency in clay, 9th ICSMFE, Tokyo, Proc. Specialty session 9, pp.229-239, 1977 4) Iizuka, A and Ohta, H.: A determination procedure of input parameters in elasto-viscoplastic finite element analysis, Soils and Foundations, Vol.27, No.3, pp.71-87, 1987 5) 杉江・石井・上野: ソイルセメント柱列壁による山留め壁の3次元有限要素法解析、第37回地盤工学研究発表会、2002