

III-461 偏土圧が作用する土留の挙動と弾塑性有限要素解析

川崎市下水道局 伊達知見

金沢大学工学部 太田秀樹

佐藤工業（株） 鈴木光男 竹内良司○鍋谷雅司

1. はじめに

土留掘削工事に際し、偏土圧が発生する原因としては、複雑な地下躯体形状による多段の床付面、支持層の傾斜、土留壁剛性の違いなどが挙げられる。偏土圧が生ずると、対面する土留壁の挙動が異なるため、弾塑性法などの梁バネモデルにより解析する場合には、なんらかの工夫が必要となる。一方、有限要素法では、これらの偏土圧を生ずる諸要因は単なる境界条件の設定や材料定数の違いに帰着するため、解析への適用は比較的容易である。

本報告では、上記要因により偏土圧が発生する土留掘削工事について、弾塑性有限要素解析を実施し、計測値と解析値を比較検討しながらその挙動特性の解明および解析手法の適用性について検討している。

2. 地盤および工事概要

工事地点は、川崎市南方の湾岸低地に位置し、掘削平面形状は図-1のようである。土留壁は外周実線部がSMW、内側点線部が親杭横矢板である。掘削深度は上部床付面が約11m、ドット部分の下部床付面が18.5mである。解析は図-2に示すA-C断面で実施した。

A-C付近の土質柱状図および地盤物性値を図-3に示す。深度6～18mにはN値0～3の軟弱なシルト層が堆積しており不安定な地盤である。また、支持層（土丹）上面はAからC、BからDへ向って傾斜しており、A点の上限深度は25m、C点では30mである。

土留壁の長さ、種類、H鋼のピッチなどが異なるため剛性はA、C、Eの順で小さくなっている。支保工はH鋼切梁を5m間隔で設置している。本工事では、各測点における土留壁の挙動を1時間間隔で自動計測し、情報化施工による安全管理が実施された。また、下段掘削時における土留壁Aの受働抵抗確保の目的で、上段床付終了時においてJSG工法による先行地中梁と上部耐圧盤コンクリートの先行打設が行われた。なお、1～3段切梁には、プレロード工法が導入されている。

3. 解析方法

解析手法には、関口・太田による弾塑性構成式と赤井・田村による土／水連成離散化手法を適用した有限要素法を用いている。

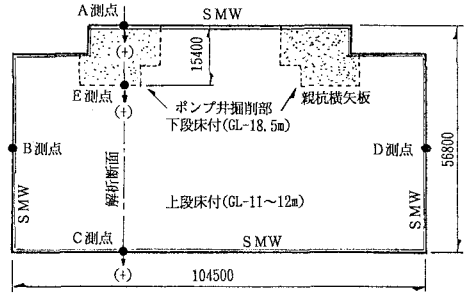


図-1 掘削平面

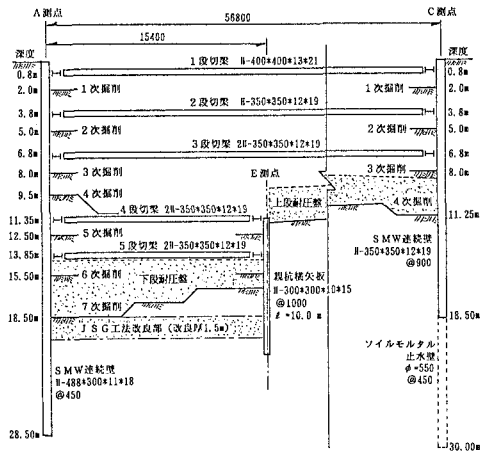


図-2 解析断面

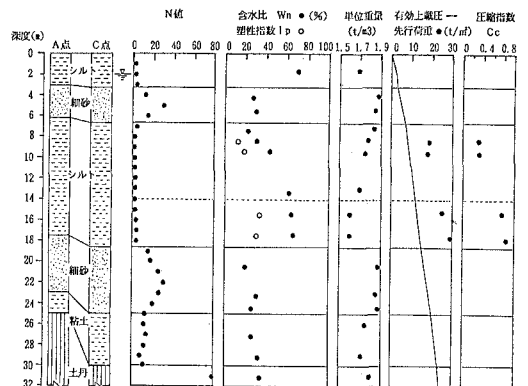


図-3 地盤物性値

解析領域と要素分割および構造系の解析モデルを図-4に示す。SMWと親杭横矢板は単位幅当りのH鋼に相当するビーム材、ソイルモルタル壁は弾性係数 50000t/m^2 、断面2次モーメント 0.00263m^4 のビーム材、切梁は軸剛性1/2のトラス材、JSG改良部は弾性係数 100000t/m^2 の弾性体とした。地盤の弾塑性パラメータは、図-3の物性値と経験的な決定手順¹⁾により求めた。

解析では、1～4次掘削（プレロード導入）、JSGおよび上段耐圧盤施工、5～7次掘削、下段床付面捨てコン打設、5段切梁撤去、下段耐圧盤施工、4段切梁撤去までの施工段階を考慮した。

4. 計測値と解析値の比較および考察

各施工段階における土留壁の変形およびモーメントの計測値を図-5、解析値を図-6に示す。上段掘削時は黒塗り記号、下段掘削時は白抜き記号、下段切梁撤去時は+、*記号で分類した（凡例は図中）。

計測、解析値ともに2次掘削時において、土留壁Aは掘削側、土留壁Cは背面側へ変形している。これは土留壁Cの剛性が土留壁Aに比較して小さいため、プレロード時に偏土圧が生じたためと考えられる。その後、4次掘削までは、土留壁Aより土留壁Cの方が若干大きな変形を生じながら推移している。この傾向も、計測値、解析値に共通であり、土留壁Cの相対的な剛性の弱さと支持層の深さが原因と考えられる。下段掘削に入ると、計測、解析値ともに土留壁Cの変位は少なくなり、土留壁Aの変位増分は5、6次掘削が同程度で、7次掘削では掘削下面がJSG改良部となるため減少している。土留壁Eでは、変形、モーメントともに解析値の方が大きいものの傾向は一致している。また、解析値では土留壁AのJSG改良部に大きな曲げ抵抗がみられるが、計測値にはこの傾向はなく、解析では改良効果を適切

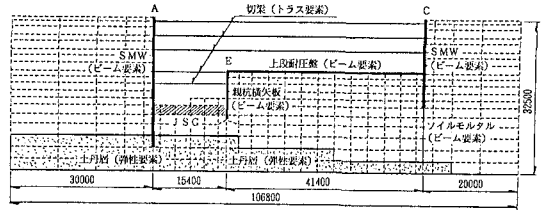


図-4 解析モデル

に評価できていないようである。下段切梁撤去については、解析値では切梁撤去による解放力が上段耐圧盤のビーム材を介して作用するため土留壁Cは掘削側に変形しているが計測値では顕著な変化がみられない。

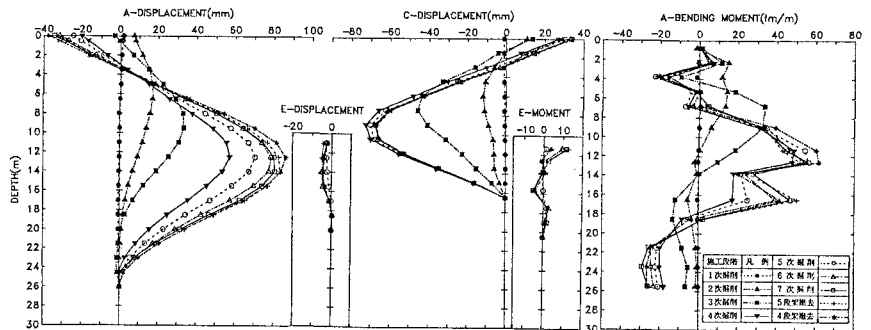


図-5 土留壁の挙動計測結果

5. おわりに

偏土圧の生ずる非対称土留掘削問題にFEM解析を適用した結果、定性的な挙動予測あるいは、計測値解釈の補助的な利用という意味合いでは、その簡易さから十分実用的であることがわかった。

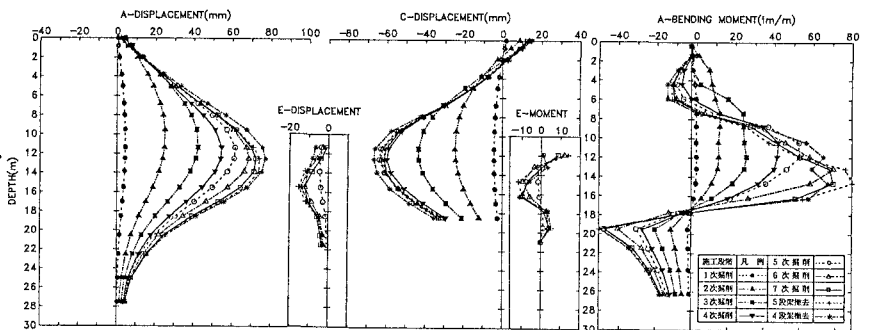


図-6 土留壁の挙動解析結果

<参考文献> 1) 鍋谷雅司、矢田敬、太田秀樹：生石灰杭改良地盤の弾塑性FEM掘削解析、土木学会第44回年次学術講演会, pp. 904-905, 1989.