

Ⅲ-B175 土留め掘削における実測挙動と3次元解析結果の比較事例

(株)大林組 技術研究所 正 杉江茂彦 正 上野孝之
正 秋野矩之 正 崎本純治

1. はじめに

大阪市内でおこなわれた建物基礎の掘削工事例¹⁾について、3次元地盤/地下水連成FEM解析²⁾を実施し、土留めと地盤の種々の実測結果との比較を行なっている。本報では、土留め壁の挙動についての比較結果を報告するものである。近接施工をとまなう掘削工事でもとめられる周辺構造物への影響予測、ならびに土留め壁の挙動予測への同解析法の適用性の検証ならびに応用技術の向上を目的としている。

2. 工事概要と有限要素モデリング

対象地盤は高塑性の沖積粘土（梅田粘土層）が厚く堆積している。正規圧密を示しN値が2から6と軟弱である。大きな変形が見込まれる同層と土留め壁の根入れ部の洪積粘土層には関口と太田の提案による弾塑性構成モデル³⁾を用い、与えた定数値を表-1に示す。それ以深の洪積粘土層、ならびに沖積・洪積の各砂層は弾性体扱いとし、PS検層の結果をもとに変形係数Eを設定するとともに、ポアソン比に0.35を用いた。

土留め、ディープウェルならびにドライ掘削施工の概要を図-1、2に示す。床付け（GL-24m 辺り）までの掘削

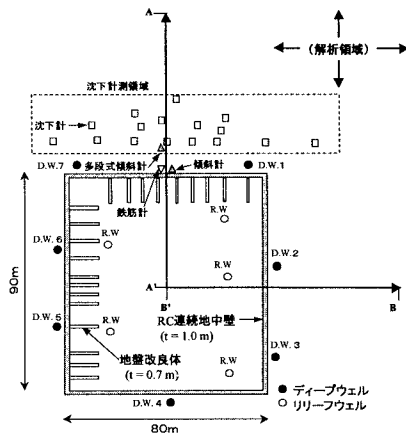


図-1 施工平面と計測計器配置の概要

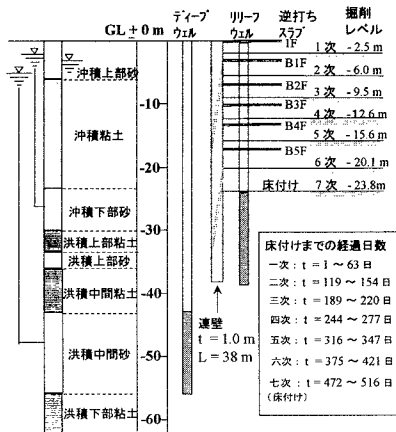
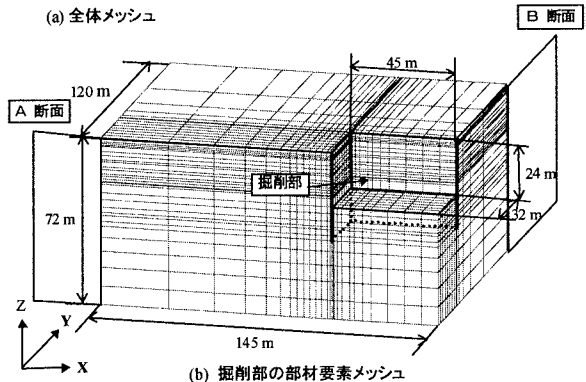


図-2 土留めと地下水処理井戸の概要

表-1 粘土地盤の非線形定数値

深さ (m)	Cc	e ₀	φ'	ポアソン比 ν	K ₀	過圧密比 OCR	k (cm/sec)
沖積粘土 -6 ~ -18	0.40~1.01	1.20~1.65	23	0.36~0.38	0.57~0.62	1.0	2 × 10 ⁻⁷ ~ 8 × 10 ⁻⁷
-18 ~ -24	0.52	1.21~1.25	25	0.36	0.57	1.7	4 × 10 ⁻⁷ ~ 7 × 10 ⁻⁷
洪積上部 -30 ~ -34	0.45	1.00	26	0.36	0.57	2.0	2 × 10 ⁻⁷
洪積中間 -36 ~ -43	0.45~0.48	0.94~0.97	29	0.34~0.36	0.52~0.57	2.5	8 × 10 ⁻⁸ ~ 2 × 10 ⁻⁷

(a) 全体メッシュ



(b) 掘削部の部材要素メッシュ

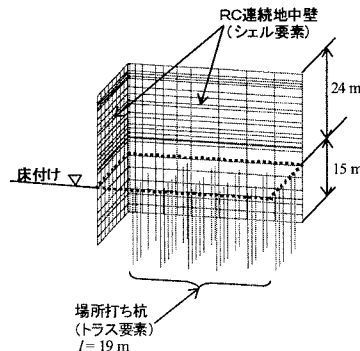


図-3 有限要素メッシュ

キーワード：土留め、掘削、地盤変形、部材力、有限要素法解析

204-0011 東京都清瀬市下清戸4-640、大林組 技術研究所 土木第2研究室 tel:0424-95-1097、fax:0424-95-0903

施工は7段階に分けておこなわれ、逆打ちスラブとの交互施工を約500日で完了している。最終掘削段階で懸念された洪積中間砂層の被圧による盤ぶくれ対策には、土留め外周部設置のディープウェルで水頭を約6.0m (GL-9.0mまで) 下げて対応している。解析ではこれらの施工条件を逐次考慮しながら非定常で追跡した。ここで、砂層の透水係数は現場透水試験の結果にもとづいている。地盤の4分の1の領域を対象に設けた地盤とRC土留め連壁、ならびに場所打ち杭の有限要素メッシュを図-3に示す。同図には示めていないが、6段設けられた逆打ちスラブ床版の模擬には、土留め壁と同様にシェル要素を用いた。

3. 土留め壁の挙動と考察

各掘削段階の土留め壁の水平変位を図-4に示す。凡例にしたがい実測値を○印で示す。砂層の変形係数Eを変化させて得られた計算値を3本の線で示している。実線はPS検層からえられた変形係数Epsをそのまま用いた結果、破線・点線はそれぞれEpsを0.5倍、0.2倍した値を用いた結果である。PS検層からえられる変形係数Epsは微小ひずみレベル（ 10^{-6} 付近）での値であり、地盤本来（変形前）の値を近似するものとして、ここで規準に選んでいる。実線・破線が実測値との整合が良く、定量的な表現には、少なくともEpsの0.5倍以上の値を必要としている。実務上この程度の表現ができれば予測情報としては活用できるものと思われる。既往研究⁴⁾では掘削時の床付け砂地盤の変形係数として、Epsの0.3から0.7倍程度の逆解析値が得られている。逆解析の対象が本研究とはちがっているが、Epsに与えるべき補正の幅は比較的近い。土留め壁の鉛直方向の曲げモーメントを図-5に示す。曲げモーメントが最大となる深度が掘削段階の進捗とともに下に移動している。図-4の水平変位と対応した動きである。解析結果においても同様の傾向が示されている。図-6に土留め壁の鉛直曲げモーメントのコンターを示す。掘削域の隅角部とその他の部位では曲げモーメントの生じかたが異なっている。3次元的な変形拘束効果の現われと考えられる。一般に、隅角部付近の土留め挙動が計測されることはあまりなく、実測においてもこのような傾向がいくつか確認されれば、土留めの仮設計の再考につながるのではないかと考える。

図-4, 5の凡例

実測値	○
FEM (E: 砂層の変形係数)	—
E=Eps(PS検層)	—
E=Eps × 0.5	---
E=Eps × 0.2	----

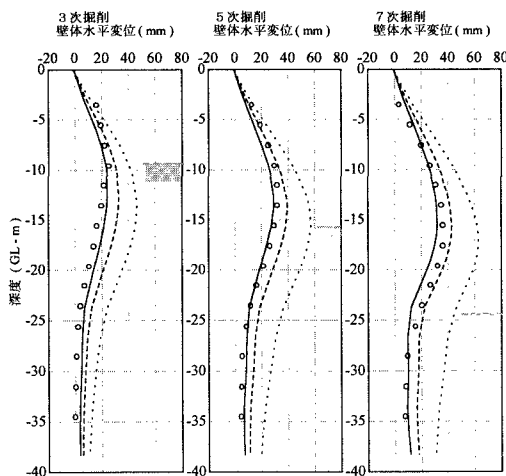


図-4 土留め壁の水平変位

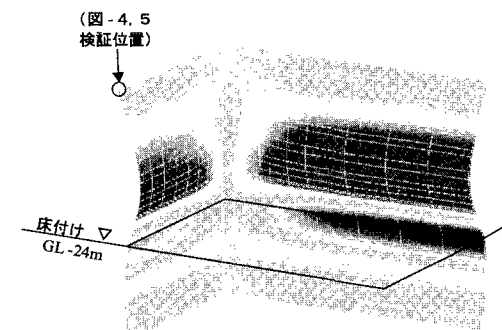


図-6 土留め壁の鉛直曲げモーメントコンター
(濃色部モーメントが大、変形は150倍に強調して表示)

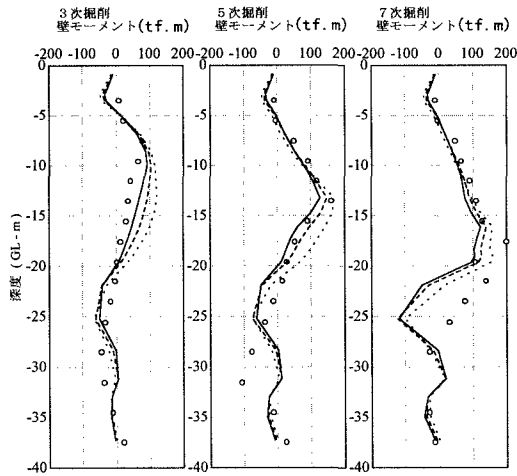


図-5 土留め壁の鉛直曲げモーメント

(参考文献) 1) 上野孝之・水口謙：大規模建築施工例、基礎工、Vol. 21, No. 7, pp. 97-101, 1993. 7月号 2) 杉江茂彦：実務分野における三次元土/水連成FEM解析の利用状況、地盤工学会誌「土と基礎」pp. 11-14, 1995. 7月号 3) Sekiguchi, H and Ohta, H: Induced anisotropy and time dependency in clay, 9th ICSMFE, Proc. Specialty session 9, pp. 229-239, 1977 4) 龍岡・木幡・金・渋谷：原位試験・室内試験・逆解析による土と岩の変形係数、東大生研、生産研究、第44巻10号、pp. 36-50, 1992