

コラムリンク工法の遠心模型実験に対する二次元FEM解析

大成建設 正 ○松井 秀岳 正 石井 裕泰 正 堀越 研一
 土木研究所 正 堤 祥一
 清水建設 正 川崎 廣貴 竹中土木 正 津國 正一

1. はじめに

軟弱粘土地盤上の盛土に伴う沈下安定対策として、浮杭形式や低改良化による経済的な深層混合処理工法が提案されている。しかしながら家屋近傍など、周辺への影響に厳しい制限が設けられた場所においては、地盤の側方流動、引き込み沈下に対して更なる配慮が求められる場合もある。筆者らは、経済的かつ効率的に周辺地盤への影響を抑制する工法として、杭式改良と壁式配置を併用した地盤改良形式（以下、コラムリンク工法と称する）を提案し、模型実験・試験施工を含めた検討にあたっている。本報では、遠心模型実験を対象に実施した二次元 FEM 解析による検討結果について報告する。

2. 解析モデル

遠心模型実験では、まず、含水比を 85% に調整したカオリン粘土を、遠心場 (60G) において 41.8kPa のサーチャージを付与した状態（真鍮棒を敷設）で圧密した。圧密完了後、一旦 1G 場で改良壁、改良杭を設置し、再度遠心場 (60G) において過剰間隙水圧が消散するまで放置した後、サンドホッパーを用いて盛土を載荷した。少量の砂で載荷圧を確保するため、盛土材にはジリコン砂（密度 3.41g/cm³）を用い、約 40 秒で盛立を完了した。

解析では、上記手順により作成したコラムリンク工法のケース（図 1）に加え、比較ケースとして実施した低改良率浮杭形式（図 2）に対して、対称性を考慮した実換算寸法の半断面モデルを用いた。カオリン粘土に対しては修正 Cam-Clay モデルを適用し、模型地盤の準備にあたっての履歴を考慮の上、盛土載荷時の応力状態、過圧密比を初期条件として設定した。盛土は実験相当分（盛土中央で約 100kPa）を分布荷重に換算し、実験での載荷時間を実換算した 1.67

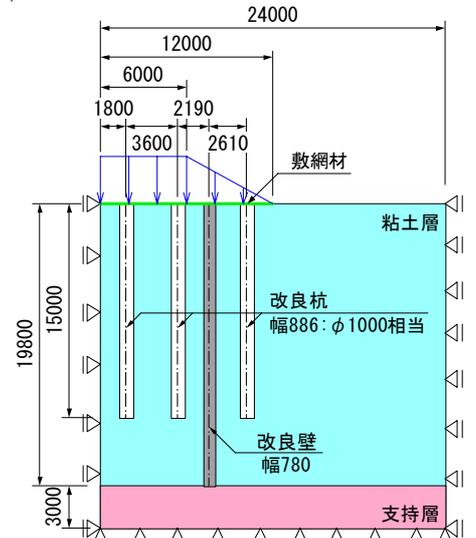


図 1 解析モデル（コラムリンク工法）

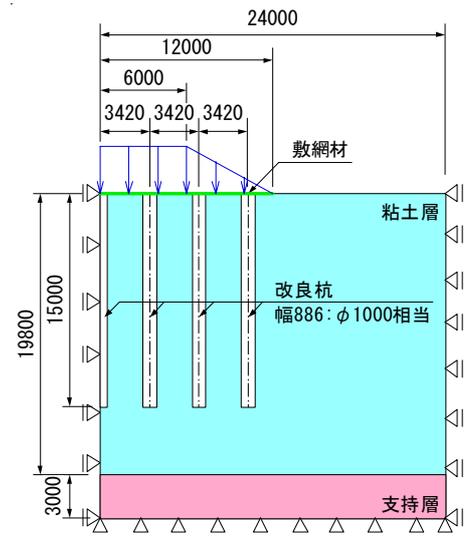


図 2 解析モデル（低改良率浮杭形式）

表 1 解析物性値の一覧

分類	適用モデル	単位体積重量 γ kN/m ³	透水係数 k_x, k_y cm/sec	圧縮指数 C_c	限界応力比 M	—	ポアソン比 ν
粘土	修正 Cam Clay	16.37	1.0×10^{-6}	0.632	0.93	—	0.35
分類	適用モデル	単位体積重量 γ kN/m ³	透水係数 k_x, k_y cm/sec	ヤング係数 E 注1) kN/m ²	粘着力 c' kN/m ²	内部摩擦角 ϕ' deg.	
支持層	Mohr-Coulomb	19.00	1.0×10^{-3}	56,000	5.0	30.0	0.25
改良壁	Mohr-Coulomb	17.47	1.0×10^{-10}	320,000	500.0	0.0	0.20
改良杭	Mohr-Coulomb	17.47	1.0×10^{-7}	$320,000 \times \alpha$	500.0	0.0	0.20

注 1) α : 奥行き方向の改良率（改良率に応じて、改良杭のヤング係数を低減。）

キーワード 深層混合処理, 地盤改良, 2次元 FEM, 遠心載荷試験

連絡先 大成建設・技術センター (〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 TEL 045-814-7217)

日で地表面部にあたえ、そのまま放置した。なお、解析領域下端・側部は、実験条件に準じて非排水境界を設定した。

表 1 に解析で用いた物性値の一覧を示す。改良壁、改良杭については、遠心実験の材齢に合わせて実施した一軸圧縮試験、三軸圧縮試験から物性を決定した。

4. 解析結果

図 3 に、コラムリンク工法の解析で得られた変位コンター図を示す。側部壁を境に盛土直下での変位が卓越する傾向にあり、盛土周辺の変位抑制を意図した効果が確認できる。

図 4 に、遠心模型実験終了段階での地表面沈下量分布を、コラムリンク工法、低改良率浮杭形式それぞれについて示す。図中の実験値は、模型地盤断面に設置したターゲットの変位量を、側面ガラスを通して読み取ったものである。両ケースで、盛土直下の鉛直変位については実験値に近い分布が得られているが、低改良率ケースの法尻付近に見られた隆起が、解析では再現されていない。

図 5 には、盛土法尻位置における水平変位の深度分布を、同様に実験値とともに示す。遠心実験のうちコラムリンク工法での水平変位はわずかであったが、解析では、両ケースで優位な差は見られなかった。今回、実際の三次元配置を二次元に置き換えて評価を試みたが、水平方向の挙動をはじめとした再現性の向上には課題が残されていると言える。

5. まとめ

遠心模型実験を対象とした二次元 FEM 解析を実施した結果、鉛直挙動については概ね再現することができたが、水平挙動の再現性向上にはモデル化などに課題があることがわかった。今後取得予定の試験施工データの検証を含め、二次元 FEM による評価の有効性について、引き続き検討を進めていく予定である。

謝辞 本報告は土木研究所と民間 13 社で実施している「側方流動対策としての地盤改良技術に関する共同研究」の成果の一部であり、御協力いただきました関係各位に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 堤祥一, 小橋秀俊, 澤松俊寿: コラムリンク工法の遠心模型実験による検討, 第 61 回土木学会年次講演会, 投稿中, 2010
- 2) 新川直利, 堤祥一, 川原実, 川崎廣貴: 熊本・宇土道路における側方流動対策としてのコラムリンク工法の試験施工, 第 61 回土木学会年次講演会, 投稿中, 2010

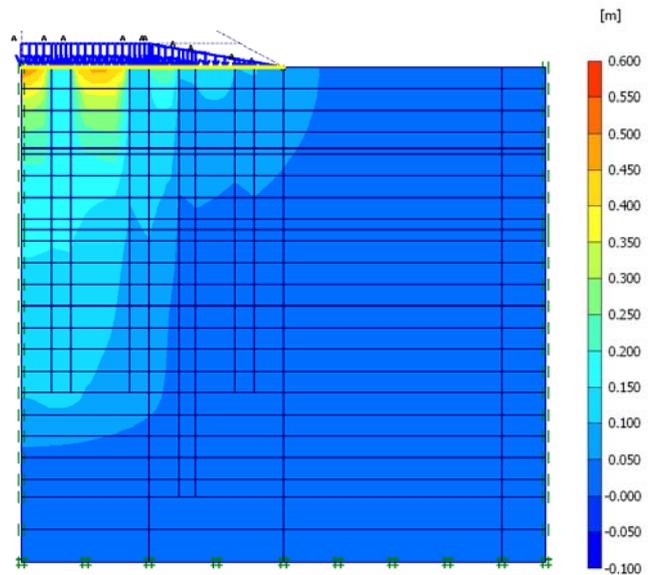


図 3 変位コンター図 (コラムリンク工法)

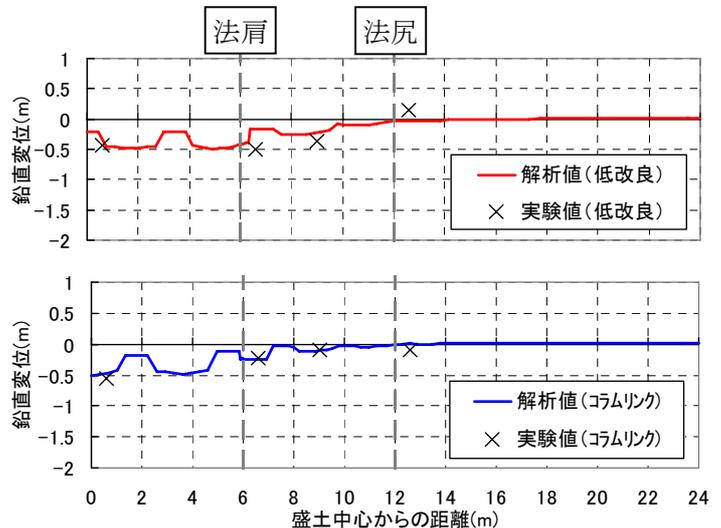


図 4 地表面鉛直変位 (負: 沈下)

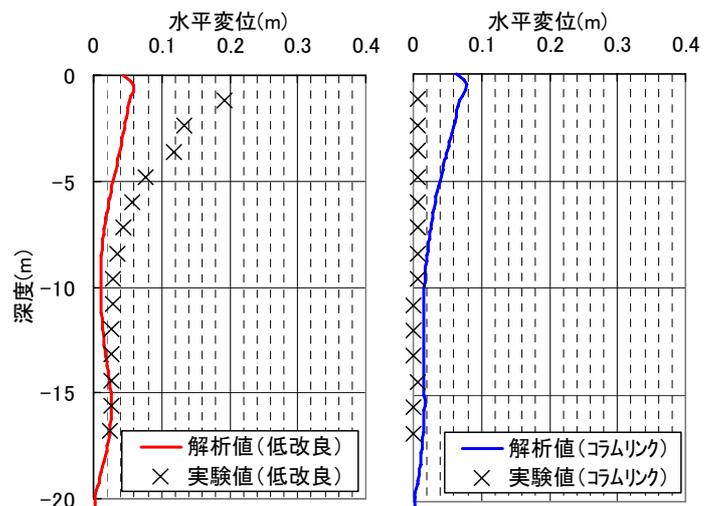


図 5 盛土法尻位置の水平変位深度分布