

## 周辺地盤影響抑止工法の3次元FEM解析による検討

竹中土木 正会員 津國 正一  
 土木研究所 正会員 堤 祥一  
 清水建設 正会員 川崎 廣貴  
 大成建設 正会員 堀越 研一

### 1. はじめに

側方流動による周辺地盤への影響を抑止できる工法の効果が、遠心模型実験<sup>1)</sup>で確認されている。遠心模型実験では盛土の荷重条件と周辺地盤モデル化範囲が模型寸法による制約を受けるため、実施工に近い条件と断面の盛土を対象に、盛土の沈下と周辺地盤の変状を抑止する効果を、3次元FEM解析で検討した。

### 2. 解析モデルと地盤パラメータ

解析モデルを図-1に示す。盛土高さ7mの断面に対して奥行き方向3.6mをモデル化し、境界条件によってA-A断面の改良杭配置が連続している地盤をモデル化している。盛土の下は地表面のせん断強度 $C_u=9.6\text{kPa}$ 、地表面-19.8mで $C_u=40.4\text{kPa}$ となる強度分布に設定した軟弱地盤で、関口・太田モデルでモデル化した。その下の支持層はヤング率 $E=56\text{Mpa}$ に設定し、弾性要素でモデル化した。改良土は一軸圧縮強度 $q_u=1\text{Mpa}$ 、 $E=170\text{Mpa}$ の弾性要素。盛土直下は引張り強度 $100\text{kN/m}$ の敷網材を弾性板要素でモデル化した。

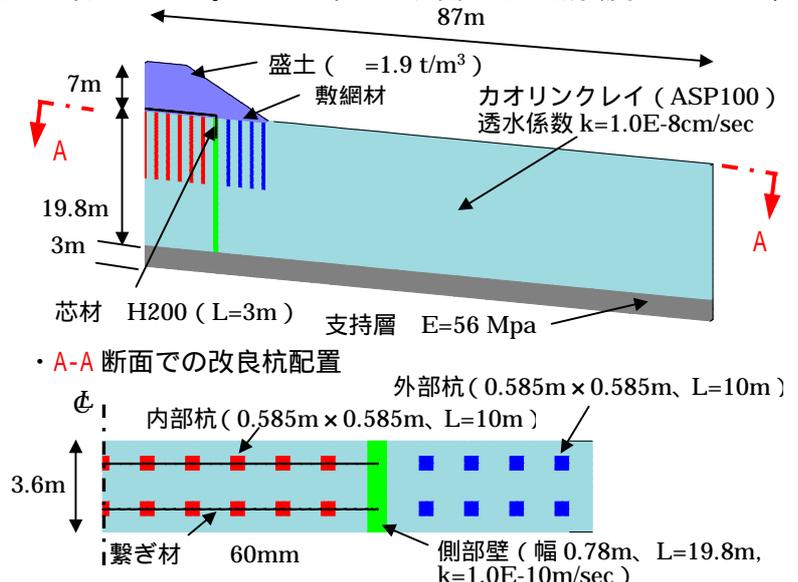


図-1 解析モデル (CASE-1)

1.8mピッチで配置した内部杭と外部杭の改良率は10%である。未改良の更地地盤( $k_0=0.5$ )の初期応力状態から、盛土の自重を70日間で荷重した後、30年後まで放置した。用いた解析コードはMuDIAN<sup>2)</sup>である。

### 3. 解析結果

表-1に解析ケースと解析結果の一覧を示す。図-2は盛土天端沈下量時刻歴の比較を示している。未改良地盤のCASE-0では最終沈下量が2227mmで、圧密沈下が4年近く続くのに対して、繋ぎ材があるCASE-1の最終沈下量は320mmで、CASE-0と比較して沈下量は大幅に低減され、圧密沈下も1年程度で収束している。繋ぎ材がないCASE-2の最終沈下量が377mmで、CASE-1と比べて18%増加している。図-3に示す繋ぎ材に発生する軸力の最大値は241kNで、盛土の圧密沈下が収束する1年後には繋ぎ材に発生する軸力も収束していることから、CASE-1とCASE-2の

表-1 解析ケースと解析結果一覧表

	CASE-0 (未改良)	CASE-1 (繋ぎ材あり)	CASE-2 (繋ぎ材なし)
上: 断面図 下: 平面図			
赤色: 内部杭 緑色: 側部壁 青色: 外部杭			
盛土高さ	7.0 m	7.0 m	7.0 m
内部杭長	-	10.0 m	10.0 m
外部杭長	-	10.0 m	10.0 m
側部壁長	-	19.8 m	19.8 m
芯材 H-200	-	3.0 m	-
敷網材	バラリンク100L	バラリンク100L	バラリンク100L
盛土沈下量 盛立終了(70日後)	933 mm	230 mm	264 mm
盛土沈下量 最終(30年後)	2227 mm	320 mm	377 mm
のり尻10m位置での 鉛直変位	408 mm	12 mm	16 mm
のり尻10m位置での 水平変位	678 mm	35 mm	47 mm
繋ぎ材の最大軸力 (kN)	-	241	-
敷網材の最大引張り力	35.632 kN/m (35632 kN/m <sup>2</sup> )	6.193 kN/m (6193 kN/m <sup>2</sup> )	14.341 kN/m (14341 kN/m <sup>2</sup> )

キーワード: 深層混合処理、地盤改良、変状抑止、3次元FEM  
 連絡先: (株)竹中土木技術・生産本部 (〒270-1395 千葉県印西市大塚1-5-1 TEL 0476-47-1700 FAX 0476-47-7744)

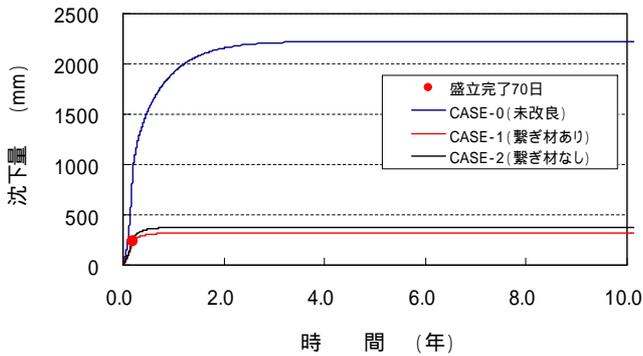


図 - 2 盛土天端の沈下量時刻歴図

盛土沈下量の差が繋ぎ材による盛土の沈下抑止効果に相当すると考えられる。

図 - 4 に示す CASE-1 の残留変形図からも、側部壁の遮断効果によって盛土の沈下が抑えられているのが分る。また A-A 断面の残留変形図から、法尻付近では改良杭と地盤は同じような挙動を示し、改良部分と未改良部分で変形量に殆ど差が生じていないことが分る。

図 - 5 は CASE-1 の鉛直変位コンター図である。盛立完了時点で周辺地盤の隆起量が最も大きくなっているが、地表面の隆起量は殆どの地点で 30mm 以下に抑えられている。また 30 年後の鉛直変位量も小さく抑えられていることから、CASE-1 の改良パターンは周辺地盤の変位抑止効果が大きいことが確認できた。

図 - 6 は改良土に発生する最小主応力のコンター図を示しており、側部壁には断面が破壊するような大きい引張り応力が発生していないことが確認できる。これは盛土上載圧の効果によって引張り応力の発生が抑えられるためである。また Mohr-Coulomb 則から求まる側部壁の局所安全率は 1 を超えている。

4. まとめ

側部壁の遮断効果は、盛土の沈下量抑制と周辺地盤の変位抑制に対して効果があり、側部壁に挿入した芯材で繋ぎ材を引張ることにより効果が高まる。

謝辞 本研究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、ご協力いただきました関係各様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：周辺地盤への影響を抑制できる地盤改良工法の遠心模型実験による検討、第60回土木学会年次講演会、投稿中、2009

2)塩見忠彦、吉澤睦博、鬼丸貞友、津國正一：地盤と構造物の非線形性を考慮した構造解析システムの開発、竹中技術研究報告、No.54、p.1-8、1998

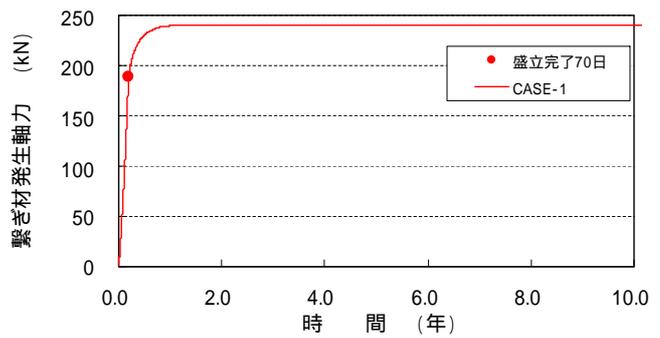
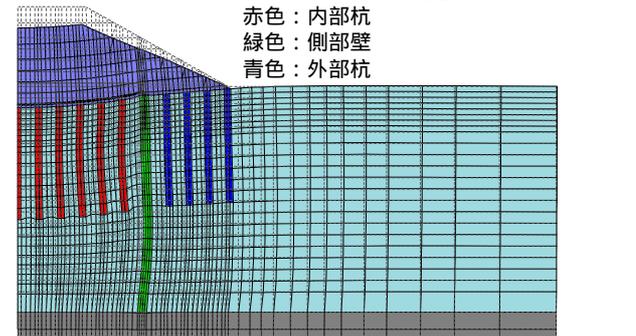


図 - 3 繋ぎ材軸力の時刻歴図 (CASE-1)



・ A-A 断面 変形スケール 0.1m

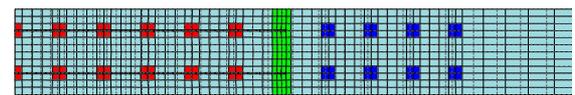
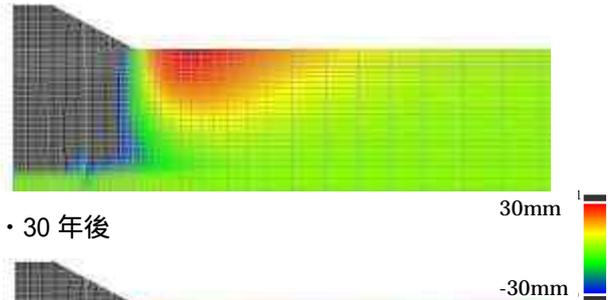


図 - 4 残留変形図 (CASE-1)

・ 盛立完了時点 (70 日後)



・ 30 年後



図 - 5 鉛直変位コンター図 (CASE-1)

盛土中心方向

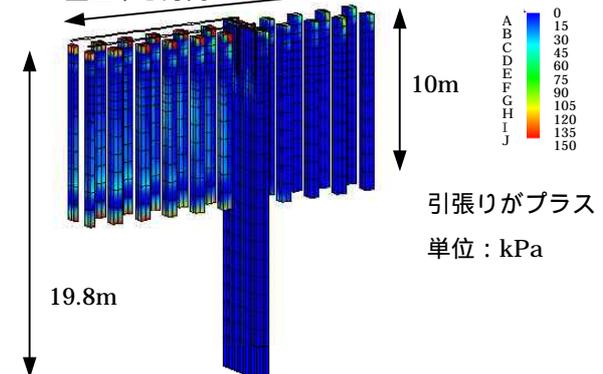


図 - 6 改良土の最小主応力コンター図 (CASE-1)