

腐植土地盤での盛土事例の解析と真空圧密併用効果の検証（その2） —真空圧密併用効果の検証—

(株)大林組 技術研究所 正会員 ○杉江 茂彦, 鈴木 和明

1. はじめに

腐植土を含む軟弱地盤上の盛土は、地盤の安定確保や残留沈下の低減などの課題を有し、従来ゆっくり時間をかけて施工される難しい工事の類である。近年では、腐植土上での難易度の高い盛土においても工期の短縮が求められ、主に道路事業の分野では真空圧密工法^{例えば1)}の併用が一般的になってきている。本報文では、同題（その1）²⁾での盛土事例の解析シミュレーションに続き、盛土施工への真空圧密工法の併用効果を土/水連成FEM解析（使用コードGRASP3D³⁾）で検証したので報告する。

2. 真空圧密工法の併用を想定した盛土施工の解析モデル化

真空圧密併用盛土の地盤挙動を盛土速度と真空圧載荷の停止時期を複数かえて試算した。有限要素モデルを図-1に示す。

(1) 地盤のモデル化

同題（その1）では腐植土層と粘性土層から成る高含水の軟弱地盤を対象に、堤体盛土で生じた地盤の挙動を修正関口・太田モデル⁴⁾でシミュレートできることを確認した。ここで沈下・間隙水圧の計測値とのフィッティングでは、圧密試験から設定された同モデルの定数値に修正を要した。本報の解析検証では修正後の定数値を用いることとした。

(2) 真空圧密工法併用の盛土施工のモデル化

前報の盛土事例は盛土（厚さ 7.0m）を3段階に分けて3年がかりで施工されたものであった。情報化施工の結果、各期の盛土に約2ヶ月を要し、盛土速度は3~4.8cm/日（平均3.7cm/日）と緩速となった。また各期の盛土には地盤の安定化を図るために押え盛土の形状が設けられた。

本報のケーススタディーでは、通常真空圧密工法の併用による盛土施工で計画されることが多い短期・一気の盛土施工（厚さ 7.0m）を想定し、盛土速度に10cm/日、20cm/日、40cm/日の3ケースを設定した。盛土形状は図-1に示す押え盛土を排した客土の低減を図る形状とした。真空圧密工法の真空圧の載荷には、気密シート式とキャップ式の二つの方式があるが、これらを模擬して、基礎地盤の地表部に載荷真空圧（ -70kN/m^2 ）に相当する水頭値（ -7m ）を与えた。

3. 真空圧密併用盛土の安定管理

松尾・川村の安定管理図（ $S-\delta/S$ 図、 S ：盛土中央の原地盤地表沈下、 δ ：盛土法先の地表側方変位）での軌跡を図-2に示す。真空圧密併用盛土の解析ケーススタディーの結果に加えて、段階盛土（真空圧密なしでの実施施工）の実測値（白丸）もプロットしている。実測値の軌跡は沈下（ S ）が1mを超えたあたりから直上し、破壊基準線（ $Q/Q_f=1.0$ ）に到達している。この期間ではすでに側方変位が収束しており、圧密によると考えられる沈下が継続していたため、同管理図の安定指標と矛盾が生じた。

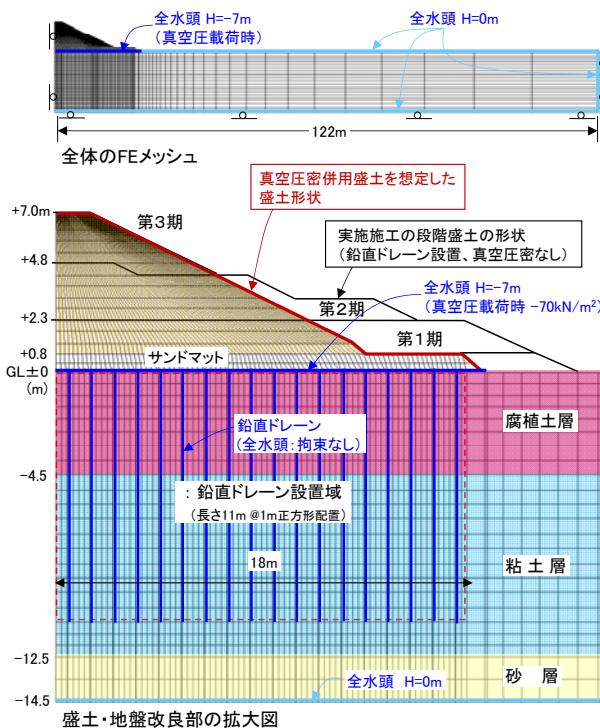


図-1 有限要素メッシュと変位・排水境界条件

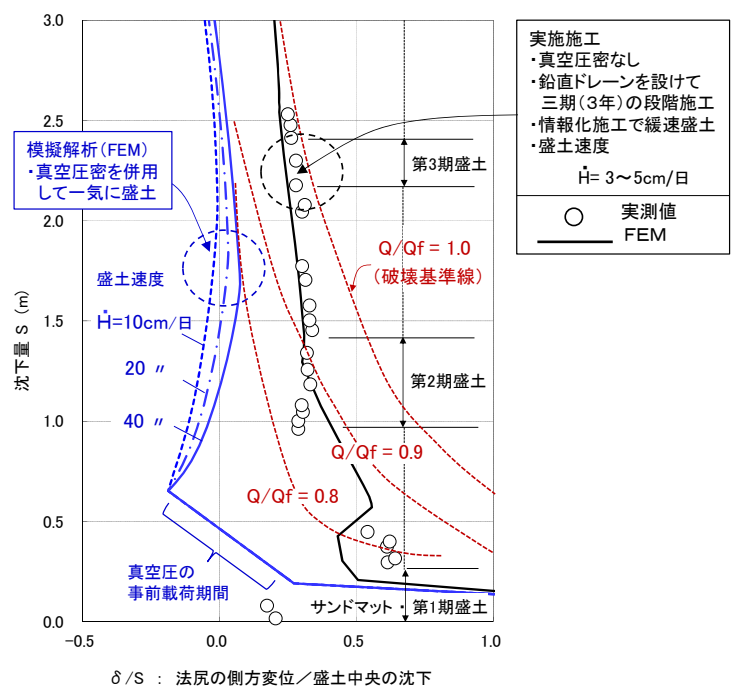


図-2 松尾・川村の安定管理図での沈下と側方変位の軌跡

キーワード：腐植土、盛土、真空圧密工法、沈下、安定、有限要素法解析

連絡先：〒204-8558 東京都清瀬市下清戸4-640 (株)大林組技術研究所 地盤技術研究部 TEL：042-495-1097

真空圧密併用盛土の解析ケーススタディーの軌跡は左側に大きくシフトしており、同様の施工による現場ではこのような軌跡が得られる場合が多い。真空圧密併用を想定していない時代に提案された $S-\delta/S$ 図の適用にはさらに研究が必要であると考ええる。図-3 は過剰間隙水圧の経時変化を示したものである。真空圧密併用盛土に推奨されている安定管理の管理値（工事区周辺への配慮の必要性の有無による①、②の2パターン）¹⁾を加えている。真空圧密併用盛土の解析ケーススタディーでは、盛土速度を40cm/日と相当な高速施工に想定した場合においても、地盤のせん断破壊域は図-4に示すように盛土の法尻付近に限定され、全体的なすべり破壊には至る状況は得られていない。図-3 では盛土完了時点の少し後に過剰間隙水圧がピークを示しているが①、②の管理値に対して余裕がある。真空圧密併用盛土では、客土とそのストックヤードの条件整備が必要であるが、盛土速度を高めた施工が可能であると考ええる。

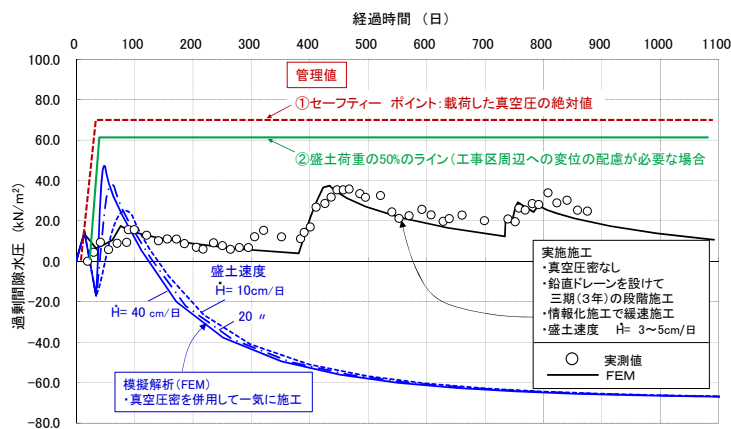


図-3 過剰間隙水圧に着目した真空圧密併用盛土の安定管理

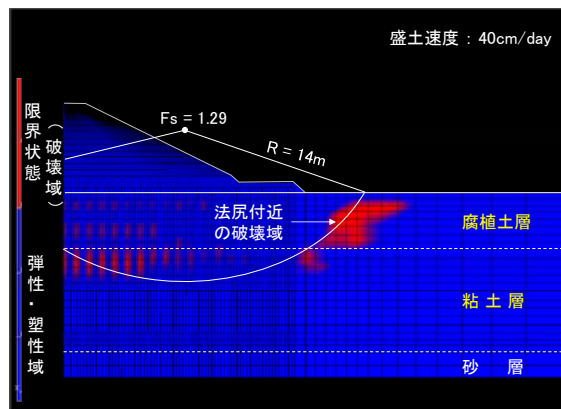


図-4 盛土下の地盤の破壊域の分布状

3. 真空圧密併用盛土の施工仕様と沈下挙動

盛土中央での原地盤地表の沈下時間曲線を図-5に示す。ここでは盛土速度で比較している。真空圧密併用による一気に盛土を想定したケース（真空圧を継続载荷）では、真空圧载荷なしの鉛直ドレーン圧密だけで数年に分けて段階施工された実施施工の場合に比べて、沈下の収束時間が半分程度に短縮されている。また盛土速度を10cm/日から40cm/日に速めても沈下の収束時間には大きな差が生じていない。

図-6では盛土速度が10cm/日の場合について真空圧载荷の停止時期を変えて地表の沈下時間曲線を比べている。真空圧の停止時期が早い盛土完了後30日のケースでは停止後にわずかな沈下の増加を伴いながら最小の沈下量に収束している。真空圧の停止時期をこれより先送りしたケースでは停止後にリバウンドが生じている。真空圧を継続载荷したケースでは载荷を停止したケースに比べて大きめの値で収束しており、ここでは実施施工の場合と同程度の沈下量となっている。沈下量の収束点は载荷する真空圧の大きさ、深度範囲、停止時期によって収束点が変わるものと考えられる。

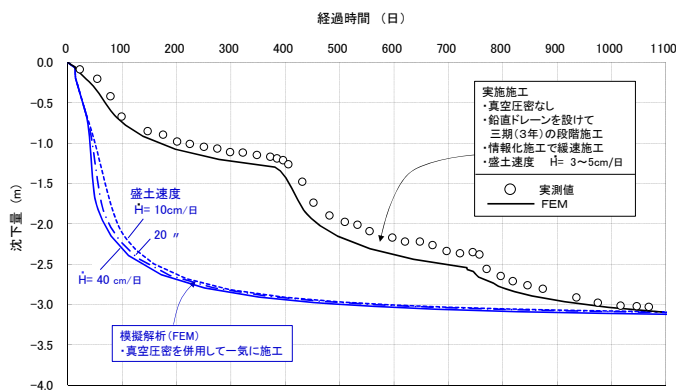


図-5 盛土速度と沈下～時間曲線

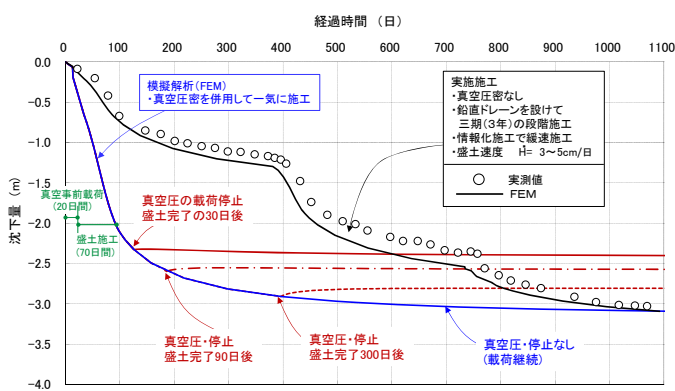


図-6 真空圧载荷の停止時期と沈下～時間曲線

4. おわりに

同題（その1）では腐植土軟弱地盤での盛土の事例についてFEMによる解析シミュレーションの結果を述べた。（その2）では真空圧密併用盛土の解析スタディーにより、真空圧载荷による圧密時間の短縮効果ならびに真空圧载荷の停止時期が沈下の発生量に影響を与えることが検証された。用いた解析法や検証結果を同様工事の設計・施工の合理化、安全に役立てたい。

「参考文献」

- 1) 真空圧密技術協会：高真空N&H工法技術資料, 2013
- 2) 杉江, 鈴木：腐植土地盤での盛土事例と真空圧密併用効果の検証（その1）, 土木学会第69回年次, III部門, 2014
- 3) Ohta, H., Iizuka, A., Omote, Y., Sugie, S.: 3-D analysis of soil/water coupling problems using elastoviscoplastic constitutive relationships, Proc. 7th ICCMAG, pp. 1191-1196, Vol. 2, 1991
- 4) 大野, 飯塚, 太田：非線形コントラクタンシー表現式を用いた土の弾塑性構成モデル, 応用力学論文集, Vol. 9, pp. 407-414, 2006