

真空圧密併用盛土での泥炭地盤の沈下挙動

東日本高速道路(株) 正会員 加藤 真司
 (株)大林組 正会員 ○ 杉江 茂彦 佐々木 徹
 中央大学 正会員 太田 秀樹

1. はじめに

東北中央自動車道の南陽高島IC付近の建設区間では、泥炭が厚く堆積する地盤「白竜湖軟弱地盤¹⁾」が約3kmにわたり続いている。この区間では地盤の安定確保や長期沈下の低減、周辺の水田・畑への影響軽減を図るために真空圧密工法を併用した盛土を計画している。本工事に先立ち、真空圧密工法の負圧の与え方を変えた三つの試験盛土²⁾を実施中であり、地盤改良効果の確認や沈下予測の精度向上のためのデータを蓄積しているところである。

本報では、真空圧密工法による地盤改良域を鋼矢板で囲った試験盛土をとりあげ、当該の泥炭地盤の沈下挙動とFEM解析での再現性、ならびに鋼矢板の効果について述べる。

2. 試験盛土の概要

道路計画線上の白竜湖軟弱地盤の範囲内全域を実施している。湿潤密度と圧密降伏応力の深度分布を図-1, 2に示す。当該地盤では地表より高有機質土Apt層と高有機質粘土Apc層が10m程の厚さで堆積している。両層の間やApc層の下方には砂層・粘性土層が介在しており、沖積層がGL-15m付近まで続いている。特にApt層は湿潤密度が 1.0g/cm^3 に近く、強熱減量も最大90%と極めて軟弱で大きな圧縮性を有している。続く洪積層は有機質土層と粘性土・砂層の互層であり、深度100m以深まで堆積している。盛土後の地盤鉛直応力が圧密降伏応力を越えるのは概ね沖積層までであり、軟弱な沖積層を主な対象として道路盛土建設時の安定確保や供用後の沈下低減等への対策がもとめられている。

試験盛土は道路計画の路線上に約50～60mの離間を置いて三工区(エリア1～3)で実施中であり、各エリアの計画盛土高さは3m、盛土平面は約35m×90mである。本報でとりあげたエリア1の施工状況を写真-1、図-3に示す。同エリアの真空圧密工法と盛土の仕様を以下に示す。

- ・真空圧の荷重方式：高真空N&H工法³⁾
(負圧目標値： 70kN/m^2)
- ・補助工法：鋼矢板を改良域周囲に打設
- ・真空圧の荷重期間：盛土前の先行荷重20日間、盛土施工時・完了後も真空荷重を継続
- ・鉛直ドレーン：打設長7.5m、1mの正方形配置
- ・盛土施工：盛土厚5.6m、施工期間55日間
(平均10cm/日)

3. 真空圧密併用盛土での地盤の沈下挙動

真空圧密を併用した盛土の実施工程、ならびに現場計測で得られた地盤改良域内の地盤の沈下挙動を図-4に示す(計測位置、図-3参照)。ここでは盛土断面の中央とR側の計測値をプロットしている。

真空圧密の開始とともに気密シート内の負圧は増し二日後には目標の負圧値 70kN/m^2 に達した。その後、盛土の施工を行ったが、真空圧荷の期間を通して目標の負圧値は保持された。



写真-1 試験盛土の施工状況 (エリア1)

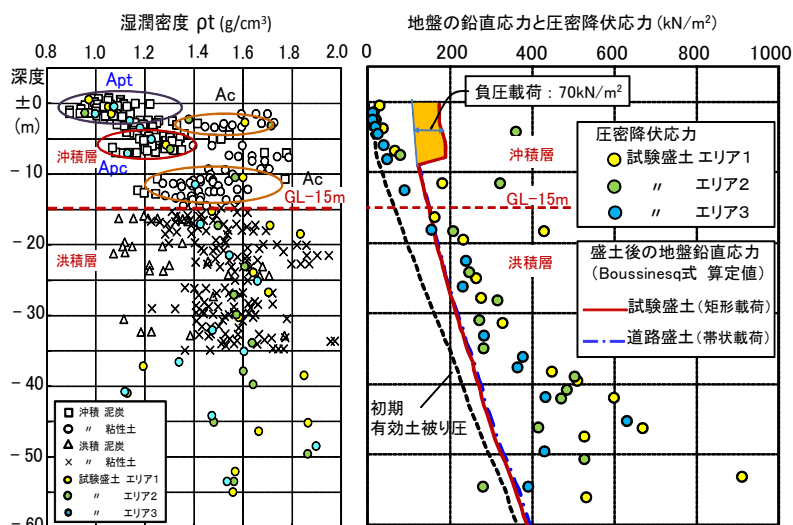


図-1 湿潤密度

図-2 地盤の鉛直応力と圧密降伏応力

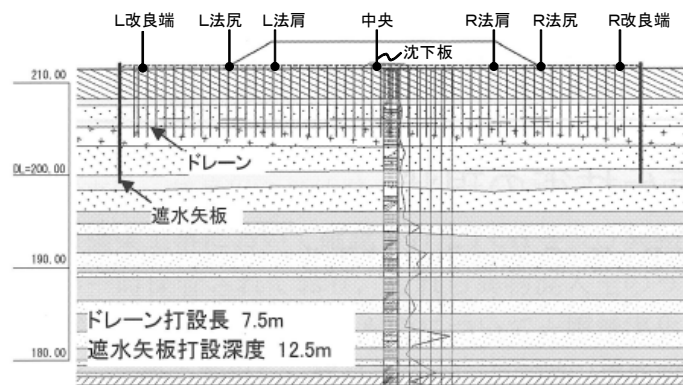


図-3 試験盛土の断面概要 (エリア1)

キーワード：泥炭、真空圧密工法、盛土、沈下、有限要素法解析

連絡先：東京都清瀬市下清戸4-640 TEL：042-495-1097 FAX：042-495-0909

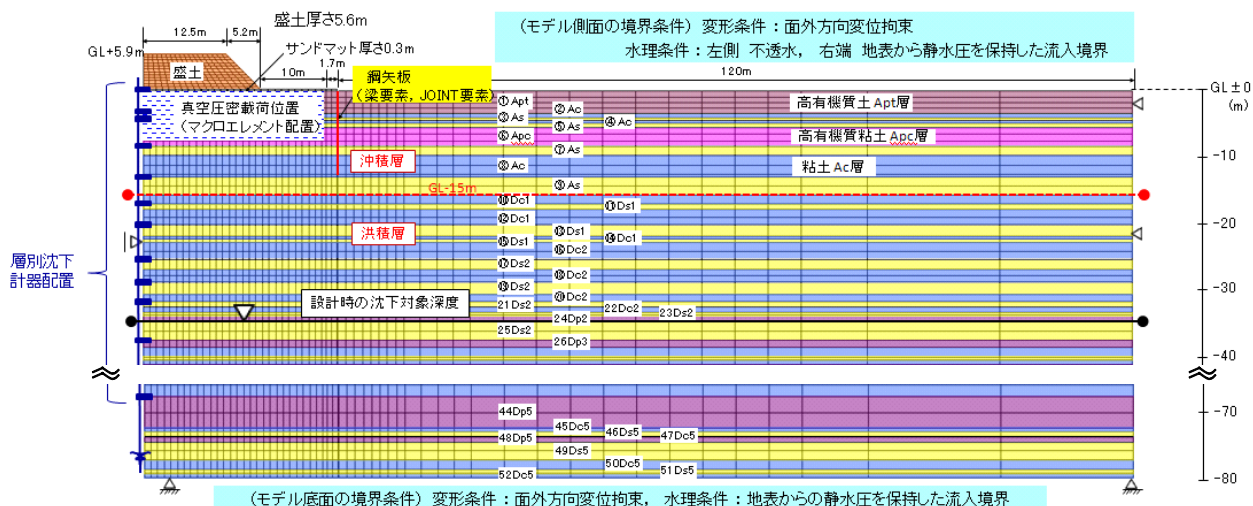


図-5 真空圧密併用盛土のFEM解析モデル (試験盛土 エリア1)

盛土開始前の負圧荷重では改良域の各部の地表で1m程度の沈下が生じ、圧密が均等に進んでいることが確認された。盛土開始後に各位置で荷重条件に応じた沈下が生じ、盛土完了から3ヵ月以降は沈下が鈍化傾向を示した。負圧荷重の停止により各部にリバウンドが生じ、特に地盤改良域の端部で顕著であった。

土/水連成FEM解析(コード: DACSAR⁴⁾)で施工過程をシミュレートした結果を図-4に加えている。解析モデルの概要は図-5に示す通りである。ここで、有機質土と粘性土の圧密・せん断挙動の非線形の模擬には関口と太田の提案による弾塑性モデル⁵⁾を用いた。鋼矢板の模擬には梁要素を用い、鋼矢板と地盤の境界面のすべり・剥離の条件はGoodman型のJOINT要素で与えた。また鋼矢板を遮水壁として模擬した。

図-4の解析値は盛土中央の計測値と整合を試みた逆解析の結果であるが、各位置の沈下量を概ね再現することができた。また改良域周囲の鋼矢板の有無による比較計算では沈下挙動の差は僅かであった。

4. 工事区周辺の地盤の沈下状況と鋼矢板の効果

盛土横断での地表沈下の分布を図-6に示す。盛土完了から3ヵ月経過した時点での値である。比較のために、鋼矢板の囲いを設けなかった試験盛土エリア3の計測値も加えている。この工区ではエリア1と同様に高真空N&H工法が採用した。

エリア1とエリア3ともに、地盤改良域の内側と外側の境界に段差が生じ、両側の地盤で沈下量に大きな差が生じた。また鋼矢板による沈下の遮断効果も確認

できた。FEM解析においても、先に述べたモデル化により改良域の境界付近の挙動が再現できたが、JOINT要素を用いないケースでは境界位置の段差や沈下の遮断を再現することはできなかった。

5. おわりに

試験盛土で得られた地盤挙動や補助工法の対策効果等の知見、ならびにFEM解析で行った現象再現の試行結果を今後の本体盛土の設計・計画に役立てていきたい。

「参考文献」

- 1) 平野寛三・近野和則・高坂敏明・太田秀樹: 東北地方の内陸盆地に分布する軟弱地盤への道路計画, 地盤工学会誌, Vol.58, No.7, PP.14-17, 2010
- 2) 加藤真司・佐々木徹: 東北中央自動車道南陽高島～山形上山間における軟弱地盤対策試験施工, 地盤工学会誌, Vol.61, No.2, PP.34-35, 2013
- 3) 真空圧密技術協会: 高真空N&H工法技術資料, 2011
- 4) Iizuka, A. and Ohta, H.: A determination procedure of input parameter in elastoviscoplastic finite element analysis, Soils and Foundation, Vol.27, No.3, pp.71-87, 1987
- 5) Sekiguchi, H. and Ohta, H.: Induced anisotropy and time dependency in clay, 9th ICSMFE, Proc., Specialty session 9, pp.229-239, 1977

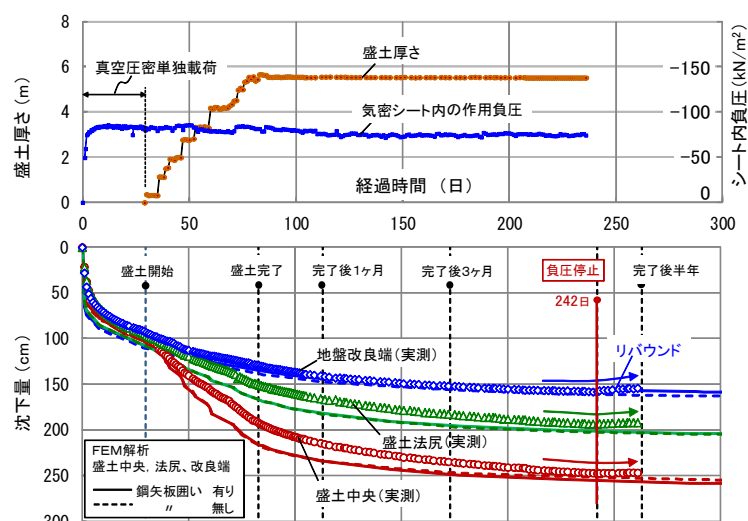


図-4 地盤改良域内の地表沈下～時間関係(試験盛土 エリア1)

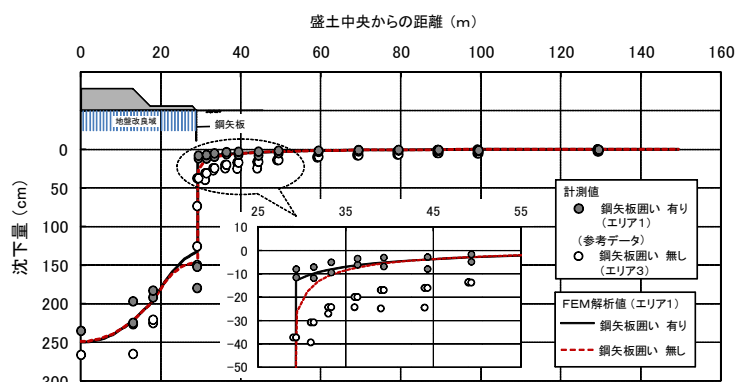


図-6 盛土横断面での地表沈下の分布(盛土完了から3ヵ月経過時)