有機質土の間に砂層が挟在する地盤での真空圧密工法の圧密効果の確認

東日本高速道路　正会員　加藤　真司
八千代エンジニヤリング　正会員　○牧　岳志
中央開発　岩田　賢
東日本高速道路　稲荷　優太郎
東日本高速道路　正会員　安川　義行

１．はじめに

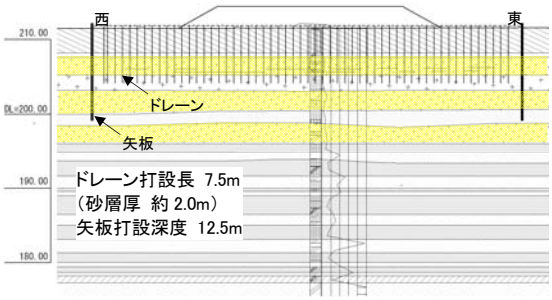
東北中央自動車道　南陽高畠 IC～山形上山 IC 間の起点側約 3km は，周囲を水田に囲まれた軟弱地盤地帯「白竜湖軟弱地盤」を通過する．この白竜湖軟弱地盤には，高含水比の高有機質土が全域に堆積し，その下位に有機質土，粘性土および砂質土が互層状に 100m を超える厚さで堆積している [1)]．

当該区間では，沈下促進，地盤の安定確保，周辺地盤への影響抑制および長期沈下の低減に有効な軟弱地盤対策工として，真空圧密工法を併用した低盛土を計画したうえ，真空圧密工法の改良効果を確認することを主な目的として，3 工区に分けて試験盛土を施工して観測を継続している．

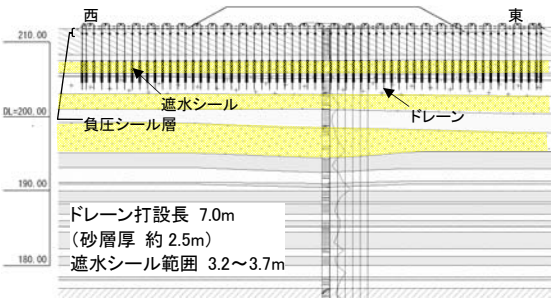
２．地質の概要

試験盛土を計画した区間の地盤は，表層より高有機質土（Apt）と有機質粘土（Apc）が 10m 程度の厚さで堆積しており，両層の間と Apc の下方には，砂質土（As）と粘性土（Ac）の互層地盤が形成され，地表面から 15m 付近まで続いている．この下位には更新統の有機質土，粘性土，砂質土が 100m 以上の厚さで堆積しており，基盤岩は確認できていない．

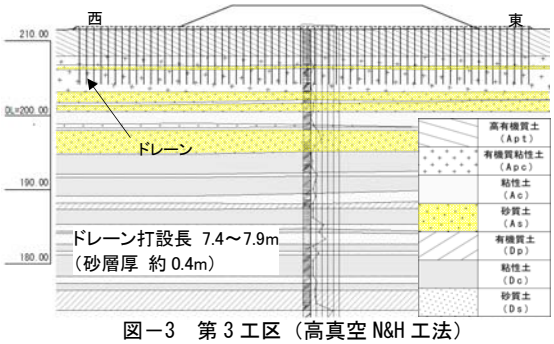
表層部に堆積している Apt の自然含水比は 400～1000%以上，湿潤密度は 1.0g/cm^3 に近く，強熱減量も最大 90%で大きな圧縮性を示す．また，更新統の有機質土の自然含水比は 45～350%，粘性土についても 35～200%と比較的大きな値である．



図－1　第 1 工区（高真空 N&H 工法に矢板を併用）



図－2　第 2 工区（真空圧密ドレーン工法）



図－3　第 3 工区（高真空 N&H 工法）

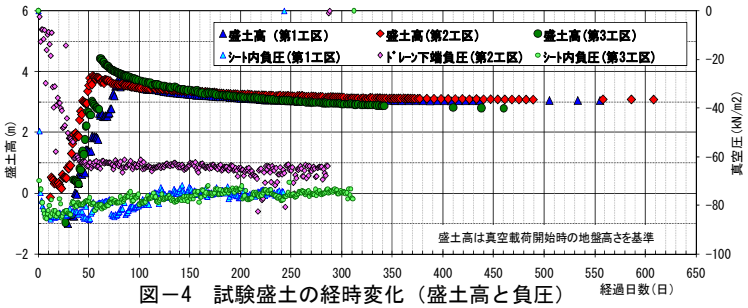
３．試験盛土の状況

試験盛土は真空圧密工法を併用して，約 3 m の計画盛土高で 3 工区に分けて施工した（図-1～図-3）．第 1 工区と第 3 工区が気密シートを用いるタイプの真空圧密工法（高真空 N&H 工法）[2)] で，第 1 工区では鋼矢板を改良範囲外周に打設することで周囲の地盤と縁切りした．第 2 工区ではキャップ式ドレーンを用いるタイプの真空圧密工法（真空圧密ドレーン工法）[3)] を採用し，地表付近の厚さ約 1 m の層（Apt）を上部負圧シール層とした．各工区とも用地境界付近までを改良範囲として，Apt 下層の Apc までドレーンを打設し，真空載荷開始直後から観測している．図-4 に，盛土高と負圧（第 2 工区はドレーン下端，他工区は気密シート直下で測定），図-5 に地表面の沈下量について，それぞれ真空載荷開始日を基準とした経時変化を示した．第 2 工区，第 1 工区，第 3 工区の順に施工しており，盛土 1 層当りの目標仕上り厚は第 1，第 2 工区では 20cm としたが，第 3 工区は 30cm とした．いずれの工区も施工を完了し，第 2 工区は平成 25 年 1 月 30 日，第 1

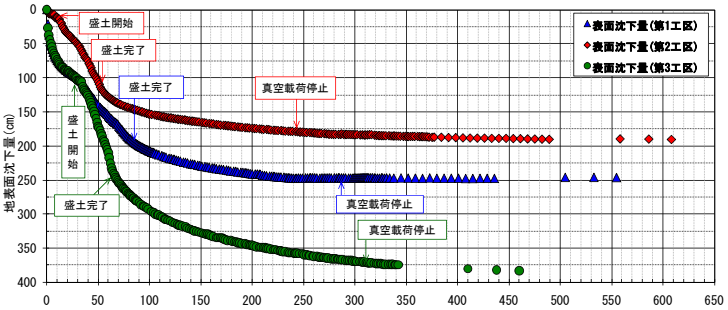
キーワード　軟弱地盤，真空圧密工法，泥炭，盛土，改良効果，圧密降伏応力
連絡先　〒990-2226　山形県山形市西越 42-2 東日本高速道路㈱東北支社山形工事事務所　TEL023-625-8353

工区は 2 月 8 日，第 3 工区は 7 月 22 日に真空載荷を停止している．

第 2 工区の真空圧密ドレーン工法では，真空載荷開始後，負圧が安定しなかったため目標負圧（60kN/m^2）に達するのを待たずに盛土の施工を開始した結果，盛土高さ約 2m，厚さ約 3m で目標負圧に達した．盛土開始に伴い Apt が圧密されて気密性が若干向上したうえ，盛土体そのものが負圧シール層として機能した可能性が高い．なお，平成 25 年 12 月までの沈下量は約 1.9m で真空載荷停止後の沈下速度は 0.02cm/日である．



図－4 試験盛土の経時変化（盛土高と負圧）



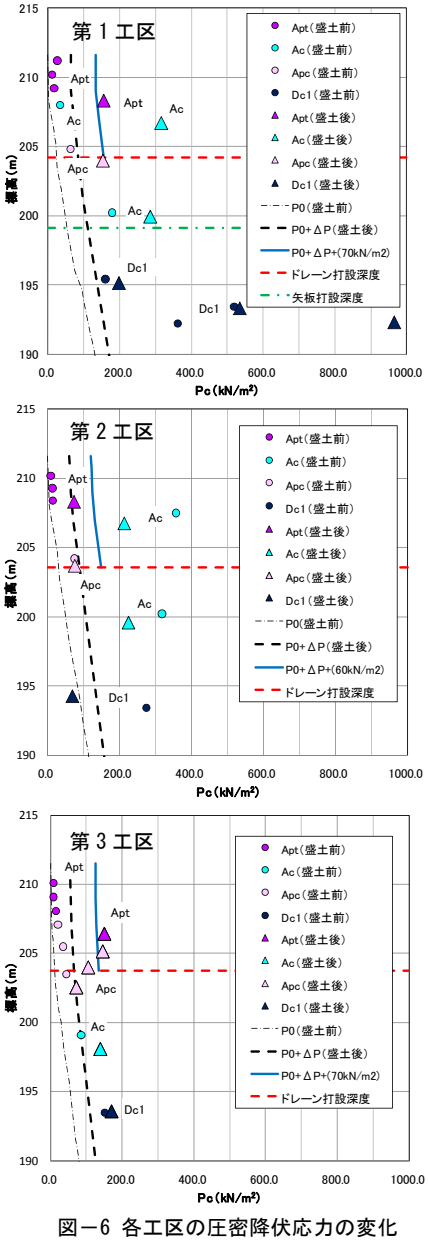
図－5 試験盛土の経時変化（地表面沈下量）

第 1，第 3 工区の高真空 N&H 工法では，真空載荷開始から 2 日程度で目標負圧（70kN/m^2）に達したが，その後初期載荷期間（20 日間）[2] を確保したうえで盛土を開始した．初期載荷期間中は両者に地表面沈下量の推移の差がなかったが，盛土開始後は第 3 工区の方が速く沈下しており，平成 25 年 12 月までの沈下量も，第 1 工区の 2.46m に対し第 3 工区は 3.84m と大きい．第 1 工区は Apt と Apc の合計層厚が 6.1m であるのに対し，第 3 工区は 8.15m で当該工法の改良効果が出やすい層が厚いため，沈下量に差が生じたうえ，盛土 1 層当りの目標仕上がり厚の違いも影響した可能性がある．なお，真空載荷停止後の沈下速度は，第 1 工区はゼロであるが，第 3 工区は 0.08cm/日である．

４．圧密降伏応力の変化

各工区とも真空載荷停止後（第 1，2 工区は停止から概ね 5 ヵ月後，第 3 工区は停止直後）に，コアを採取して圧密降伏応力を測定し，試験盛土施工前に採取したコアの測定結果と比較した（図-6）．第 1 工区では，矢板を打設した深度までの範囲で圧密降伏応力が顕著に増加しており，同じ工法で沈下量の大きい第 3 工区（矢板併用なし）に比べても圧密降伏応力の増加傾向が大きい．第 2 工区では，Apt が若干増加した程度に留まった．

なお，盛土施工前後のコア採取位置は，約 10m の離隔があるが，採取試料の物理的性質を比較して同一層のものであると判断した．



図－6 各工区の圧密降伏応力の変化

５．おわりに

今回の結果から，当該の地盤のようにドレーン打設深度の範囲に砂質土が挟在する場合には，改良範囲の周囲を矢板で囲むことで，圧密降伏応力が顕著に増加する可能性が高いものと考える．特に橋台背面など供用後の沈下を強く抑制する必要がある場合には，真空圧密工法の改良範囲の周囲を矢板等の遮蔽物で囲む等の補助工法の併用が有効となる可能性が高い．

参考文献

1）平野覚三・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
2）真空圧密技術協会：高真空 N&H 工法技術資料，2011
3）真空圧密ﾄﾞﾚｰﾝ工法研究会：真空圧密ﾄﾞﾚｰﾝ工法技術資料，2011