

軟弱地盤上の商業施設造成工事における圧密沈下対策

戸田建設株式会社 正会員 赤塚 光洋
 戸田建設株式会社 正会員 ○富田 剛司
 戸田建設株式会社 菅原 一浩

1. 工事概要及び地盤条件

本工事は、埼玉県鷲宮町南部における開発面積 $A=15.6\text{ha}$ の商業施設造成工事であり、軟弱地盤上の盛土が全体面積の 70% を占めていた。当該地盤の特徴は、地表面からの深さ $GL-2 \sim -5\text{m}$ の位置に含水比 $w=300 \sim 600\%$ の腐植土層が分布し、その下部に N 値 $0 \sim 1$ の沖積粘性土層が厚さ $D=13 \sim 16\text{m}$ で堆積していた(図 - 1 参照)。

腐植土層および沖積粘性土層の代表的な $e\text{-log}P$ 曲線を、図 - 2 示す。盛土の施工高さは、沈下相当分を含めると $H=5 \sim 7\text{m}$ であり、最大予測沈下量は $S_f=4.5\text{m}$ であった。

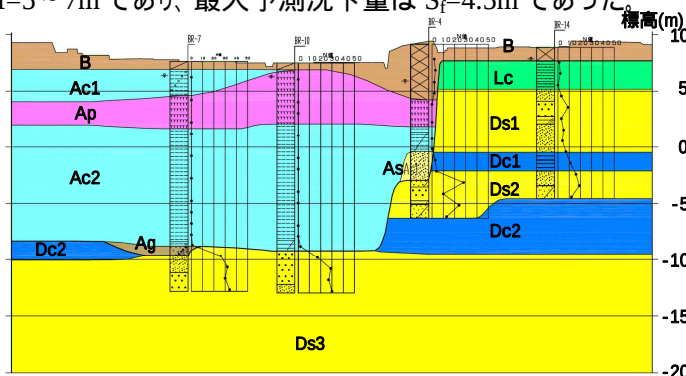
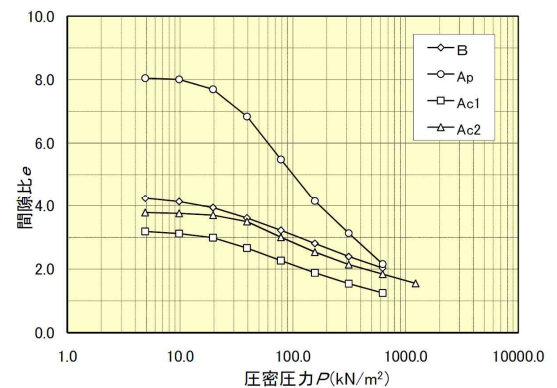


図-1 地質縦断面図

図-2 原地盤の $e\text{-log}P$ 曲線

2. 軟弱地盤上の盛土における技術的課題

当該地盤の腐植土層は、初期間隙比の平均値が $e_0=8.0$ と大きく、圧縮性の高い土質性状を示しており、また、軟弱な沖積粘性土層が厚く堆積していることから、各地層の圧密性状(圧縮量、圧密時間)を適切に把握して圧密沈下対策を検討実施し、残留沈下の発生を確実に防止することが重要であった。また、工事範囲の一部が民家に近接していることから、盛土に伴う周辺地盤の変位を抑制することが最重要課題であった。

3. 試験施工による圧密性状の把握と周辺地盤影響対策の効果検証

(1) 試験施工の目的

室内圧密試験の結果から、盛土に伴う原地盤の残留沈下量が品質目標の $S_r=10\text{cm}$ に達するために必要な盛土の放置期間は、無対策の場合、約 5000 日の長期間に及ぶことが判明した。したがって、残留沈下抑制対策として、プラスチックボードドレーンとプレロード盛土による圧密沈下促進工法を選定し、工程計画における盛土の放置期間を考慮してドレーンの打設間隔($\square-1.0\text{m} \times 1.0\text{m}$)を設定した。また、民家に近接する箇所は、盛土による周辺地盤の引き込み沈下を抑制するため、鋼矢板による縁切り対策を選定した。圧密沈下促進工法と鋼矢板縁切り対策の効果を検証するため、実施工に先立ち試験施工を実施するものとした。

(2) 試験施工の概要

試験盛土の平面形状は、軟弱地盤の層厚を考慮して一辺 50m の正方形形状とし、盛土高さは実施工の $h=5.5\text{m}$ とした。原地盤の沈下量は盛土中央とのり肩に沈下板を設置して経時変化を観測した。縁切り鋼矢板の打設長は、洪積砂層に着底する $L=18\text{m}$ と中間層に留まる $L=13\text{m}$ の 2 種類とし、着底深度の違いによる縁切り効果を検証するものとした。試験施工の概要を図 - 3 に示す。

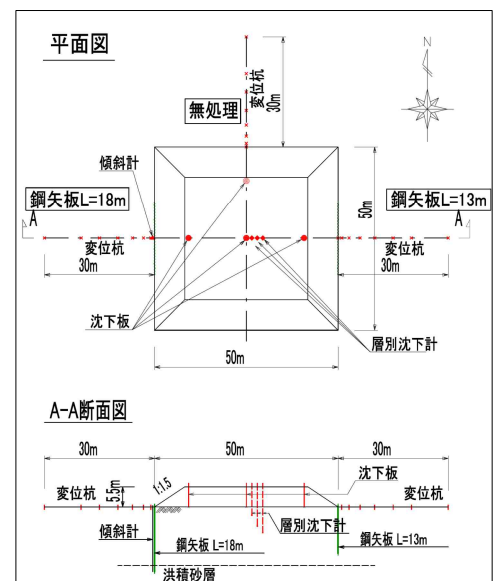


図-3 試験施工計画平面図

キーワード：造成工事、軟弱地盤、圧密沈下、腐植土

連絡先：戸田建設(株) 本社土木技術営業部 〒104-8388 東京都中央区京橋 1-7-1 TEL03-3535-6453

(3)試験施工の結果

試験盛土中央部における原地盤沈下量の経時変化を、設計用圧密定数に基づく計算値と比較して図 - 4 に示す。最終沈下量は、計算値の $S_f=2.97\text{m}$ に対し、実測値は $S_f=3.47\text{m}$ であり、17%の差異であった。これは、各地層の設計圧密定数を全ボーリングデータ(19 箇所)を平均化して設定したことが差異の原因と考え、実施工にあたっては、各ボーリングでそれぞれの圧密定数を設定して最終沈下量を推定し、計画盛土高に反映させるものとした。また、残留沈下量が $S_r=10\text{cm}$ に達する盛土の放置期間は 150 日間必要となり、必要放置期間を確保する盛土工程計画とした。

縁切り鋼矢板による周辺地盤の引き込み沈下抑制効果を図 - 5 に示す。盛土のり尻から 6.0m 離れた位置での沈下量は、鋼矢板を洪積砂層まで打設した ($L=18\text{m}$) 箇所で 8mm、中間層で留めた($L=13\text{m}$) 箇所で 260mm であり、縁切り鋼矢板は洪積砂層まで打ち込むものとして、近接民家への引き込み沈下抑制対策として採用した。

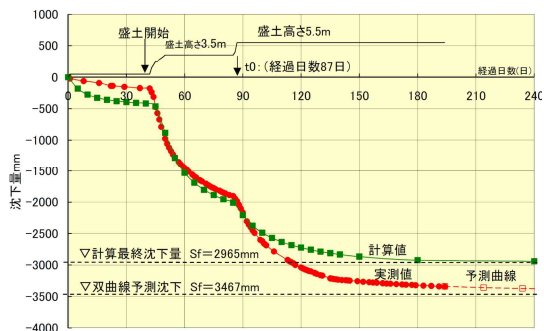


図 - 4 試験盛土における沈下の経時変化

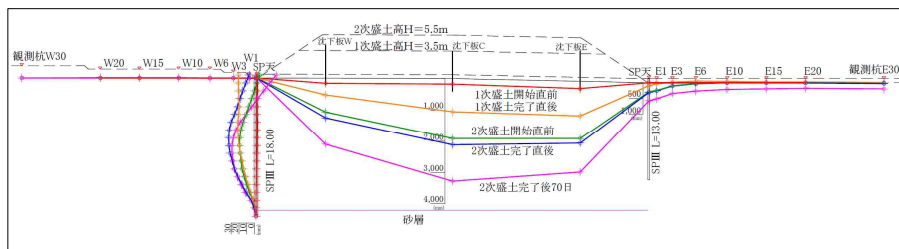


図 - 5 試験盛土における縁切り鋼矢板の効果

4. 実施工時における残留沈下および周辺地盤への影響防止対策

実施工時には、残留沈下および周辺地盤への影響を防止するため、以下の対策を実施した。

(1)動態観測の実施

盛土施工箇所は沈下量を 50m の格子間隔で計測し、残留沈下が 10cm に達したことを双曲線法で確認して、載荷盛土を撤去した。盛土撤去後も沈下計測を継続することで沈下の収束を確認した。民家に近接する区域は、縁切り鋼矢板の民家側に地中傾斜計と地表面変位杭を設置して地盤の水平変位および沈下量を計測した。盛土施工時における民家側地盤(道路部)の最大水平変位量は $x = 15\text{mm}$ 、最大沈下量 $s = 13\text{mm}$ であり、縁切鋼矢板の効果を確認して、盛土施工の継続を判断した。

(2)二次圧密沈下を考慮した載荷盛土量の設定

当該地盤は含水比の非常に高い腐植土が堆積することから将来的な二次圧密による沈下を抑制するため、設計上載荷重 $q=10\text{kN/m}^2$ に余盛り荷重 $q'=10\text{kN/m}^2$ を加えた $Q=20\text{kN/m}^2$ をプレロード盛土で載荷した。余盛り荷重は、盛土完了から 10 年後までの二次圧密沈下量を、盛土放置期間内で先取りするために必要な荷重として設定した。

(3)事後調査による各地層の圧密沈下促進効果の確認

工事着手時の調査ボーリング位置で、載荷盛土撤去後に調査ボーリングを 5 箇所行い、各地層の圧密試験および三軸圧縮試験を実施した。腐植土層の事前および事後調査における $e - \log P$ 曲線を図 - 6 に示す。

事前調査の圧密降伏応力 $p_c = 25.7\text{kN/m}^2$ が事後調査においては $p_c = 114\text{kN/m}^2$ に増加し、載荷盛土撤去後の有効土被り圧に対して過圧密比 $\text{OCR} = 2.0$ の過圧密状態になっていることが確認できた。また、沖積粘性土層の粘着力は、事前調査の $c=12.2\text{kN/m}^2$ に対して、事後は $c=43.9\text{kN/m}^2$ となり、強度増加率が $m = 0.46$ と大きな値を示した。

5. おわりに

現在、造成工事は完了し、圧密沈下は収束しており、圧密沈下促進工法および周辺地盤影響対策は妥当であったと考える。本工事の動態観測データを有効活用し、同種工事へ水平展開することで、より品質の高い造成地盤を築造する考えである。

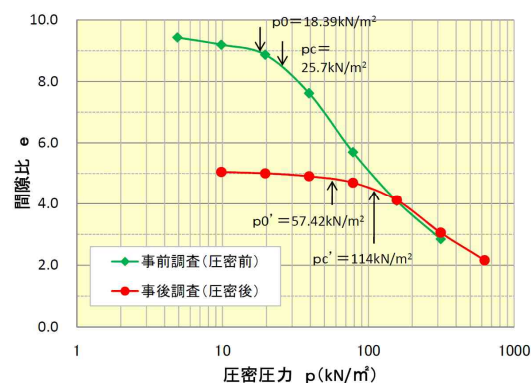


図 - 6 試験盛土付近圧密前後の $e - \log P$ 曲線