

地下水位変動に伴う軟弱粘土の圧密遅延トラブルと対策（現象の概要および対策編）

鴻池組 技術部 正会員 ○國富 和眞
 鴻池組・上の組 JV 森本 達司

鴻池組 技術部 正会員 久松 伸一
 鴻池組 技術部 上代 真之輔

1. はじめに

本工事は、軟弱な砂層と粘土層が合計 10m 程度の厚さで堆積した地盤上に、高さ 3.9m の宅地造成盛土を建設するものである。軟弱地盤対策（液状化対策、圧密促進）としてグラベルコンパクションパイル（GCP）工法を採用し工事を進めたが、所定の期間内に圧密が収束しない箇所が発生し、原因調査および圧密促進対策を実施した。本報告では、圧密遅延の状況と原因調査の概要および採用した圧密促進対策について述べる。

2. 圧密遅延現象の概要

当該盛土位置の断面模式図を図-1 に示す。圧密対象層は apt（腐植土）層と am（沖積粘土）層で、それぞれの圧密特性は図-2 のとおりである。am 層下位の砂質土層の地下水位は現地盤面高（TP+3.55m）よりやや高い水位が盛土施工前に確認されていた。盛土は旧田圃跡に盛土厚さ 3.9m 程度で造成した。本工事では、as1 層深度まで打設した GCP で液状化防止および圧密促進兼用の対策を行い、盛土外周は周辺影響（変位）防止のための固化改良（深層混合処理）を行っている。

盛土の進行状況と実測沈下量の測定結果を図-3 に、双曲線法による沈下収束判定（将来沈下予測）を行った結果を図-4 に示す。計画放置期間（30 日）の「盛立て直後データ」で沈下収束を判定したところ、圧密度 $U=64\%$ 、残留沈下量 $S_r=20\text{cm}$ で許容目標値（ $U \geq 90\%$ 、 $S_r \leq 10\text{cm}$ ）に到達しなかったため、放置期間を延長して沈下挙動を監視した。ところが、図-4 に示すように、盛土等の荷重条件が変化していないにもかかわらず、時間の経過とともに双曲線パラメータ推定ラインの勾配が緩くなる現象が発生した。勾配が緩くなった「近況データ」で沈下収束判定を行うと、将来沈下予測の沈下曲線が変化し（図-3）、圧密度や残留沈下量は目標値に近づく気配が全くみられない状態になった。

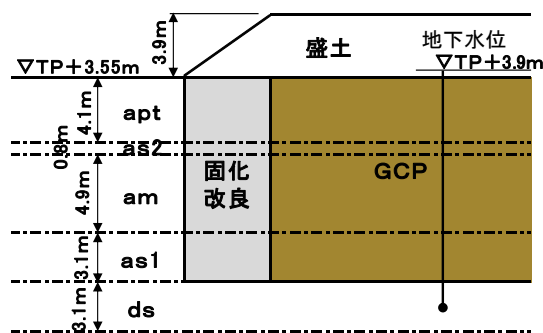


図-1 盛土・地層断面模式図

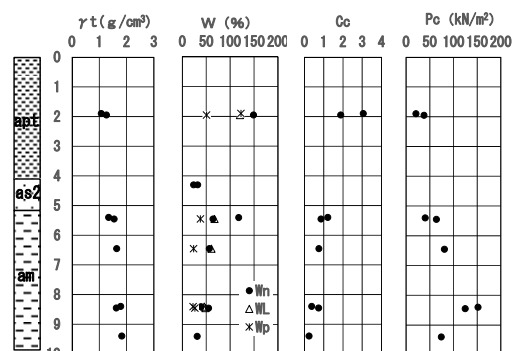


図-2 土性図（粘土層）

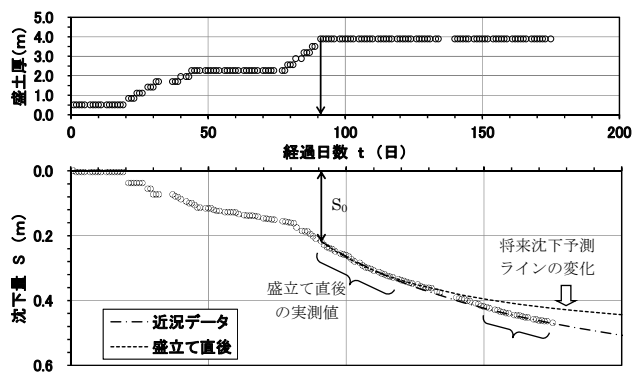


図-3 盛土の進行と実測沈下量

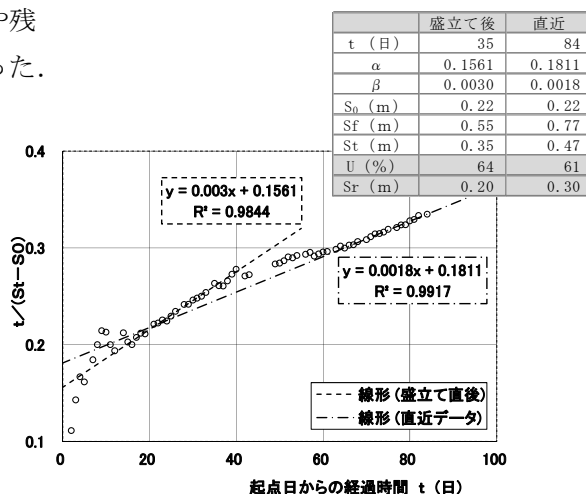


図-4 双曲線法による沈下予測結果

キーワード 圧密遅延、双曲線法、地下水位変動、スーパーウェルポイント工法

連絡先 〒136-8880 東京都江東区南砂 2-7-5 (株) 鴻池組 土木事業本部技術部 TEL 03-5617-7791

3. 地盤調査による原因の推定

盛土前後で実施した圧密試験による圧密降伏応力 P_c の変化を図-5に示す。 P_c 値は apt 層でやや増加, am 層でほぼ同等の値であった。盛土後の有効土被り圧との比較では, 有効応力増分に相当する圧密が進行していない状態が確認でき, apt 層でその傾向が顕著となっている。また, 図示していないが, 三成分コーン貫入試験結果によっても, 粘土層位置の間隙水圧が現状の地下水位における静水圧分布を超過し, 圧密途中の状態が確認できた。

図-6 は, am 層下位の砂質土 (as) 層の地下水位観測結果である。観測直後の as 層の地下水位は TP+4.7m 付近であり, 盛土前の水位より約 0.8m 高い。また, その水位は徐々に低下する傾向が見られる。

本工事の GCP (改良柱) は粘土層上下の透水層を連結していることから, as 層の地下水位変動は圧密沈下量や速度に影響を及ぼすと考えられる。双曲線法のパラメータ推定ラインが変化したのは, 一旦高くなった as 層の地下水位が低下し, 盛土の有効応力が変化 (増加) したことが要因の一つと考えられる。

4. 対策工の検討と実施

今回の現象は as 層の高い地下水位に原因があると考え, 対策工にはスーパーウェルポイント (SWP) による地下水位低下工法を採用し, 対策範囲に 1 本の SWP を設置した (図-7)。

地下水位低下時の沈下曲線を図-8 に示す。地下水位低下に伴って沈下量が増加する状況がよくわかる。双曲線法により沈下収束判定を行うと, 20 日程度で許容目標値に達し, 期待通りの対策効果が得られた。双曲線法による最終沈下量は 0.68m で, この値は別編「解析編」に示す FEM 圧密沈下解析 (再現解析) の結果におおむね一致している。

対策範囲に近接した住宅建設区域 (図-7) への影響防止のため, 住宅側に送気管を用いて as 層内の圧力調整を行った。as 層内の水位低下による減圧を低減させることで影響の緩和を図った。図-9 は地下水位低下中の as 層の地下水位変動である。住宅側の地下水位低下量 (k-3) は他の観測点と比べて少なく, 影響低減効果が確認できる。また, 地表面沈下の測定結果より, 住宅側地盤の沈下がないことを確認した。

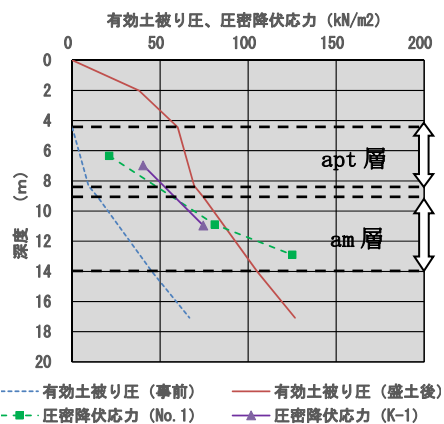


図-5 圧密降伏応力 P_c

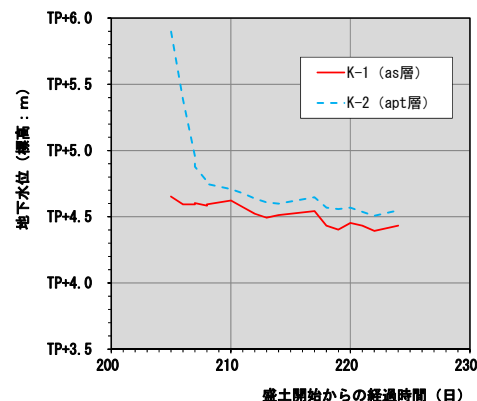


図-6 地下水位の測定結果

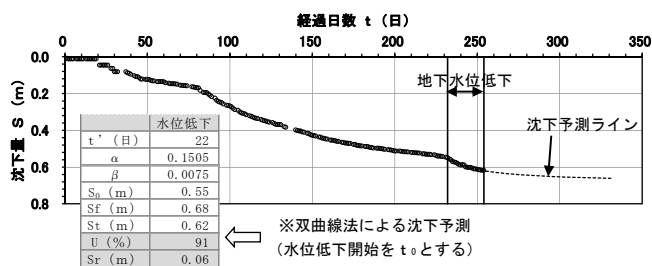


図-8 地下水位低下時の沈下曲線

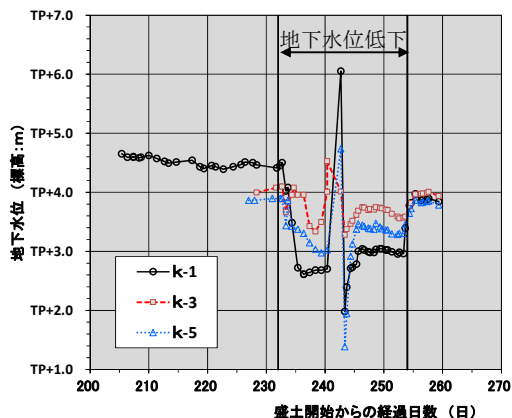


図-9 地下水位の低下状況 (観測井)

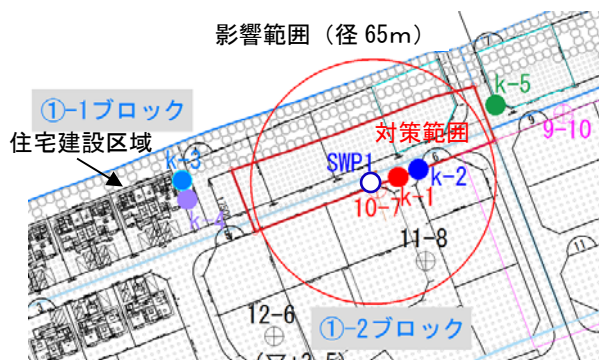


図-7 対策工 (SWP) 概要