

軟弱粘性土地盤上に構築された鉄道盛土の長期沈下予測について(盛土一般部)

西日本旅客鉄道(株) 正会員 ○泉並良二 西田幹嗣
 (株)レールテック 正会員 熊本 清
 中央復権コンサルタント(株) 正会員 中野 尊之

1. はじめに

建設後約 35 年経過した軟弱粘性土地盤上の鉄道盛土は現在でもなお沈下が継続しており、維持管理上の課題となっている。そのため、沈下要因を適切に評価し、今後の沈下量を予測することは、維持管理上重要である。

そこで沈下要因を解明すべく、当該地区で土質調査を実施し地層構成や地盤特性の確認をおこない、それら調査結果と施工当初からの動態観測結果を基に各種検証をおこなった。

本論文では継続的な沈下の主要因である二次圧密に着目して橋台などの構造物周辺部以外の一般盛土部を対象とし、今後の維持管理方法について記述する。

2. 調査地区の概要

調査対象とした盛土の高さは約 7～8m で、地盤は地表面より沖積粘性土層や沖積砂質土層からなる軟弱層が約 10m 以上堆積している(図 1)。既報¹⁾によれば、軟弱地盤対策として河川部をはさみ、起点方でサンドコンパクションパイル工法(以下、SCP 工法)、終点方でサンドドレーンを併用したプレローディング工法(以下、PL 工法)により建設され、前者は盛土を急速施工する必要性から用いられた。また、B 地点は A 地点より沈下速度が少ないものの、付近の盛土上に設けられた小橋台は盛土との不同沈下が生じており、維持管理上課題がある。

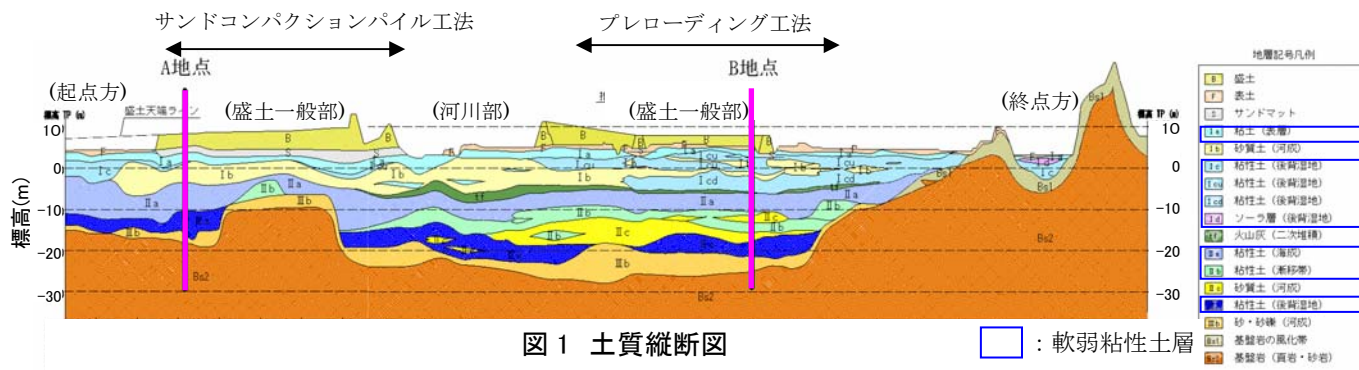


図 1 土質縦断面図

□ : 軟弱粘性土層

3. 現場二次圧密係数の傾向について

SCP 工法の A 地点、PL 工法の B 地点におけるそれぞれの圧密曲線を時間 t の対数で表した(図 2,3)ところ、圧密度が 90%を超えていると考えられることから、二次圧密による現象と推測できる。そこで、式(1)により現場二次圧密係数を算出した。

$$\text{現場二次圧密係数} : \alpha = \log t \text{ の傾き} / \text{軟弱層厚} \dots \dots \dots (1)$$

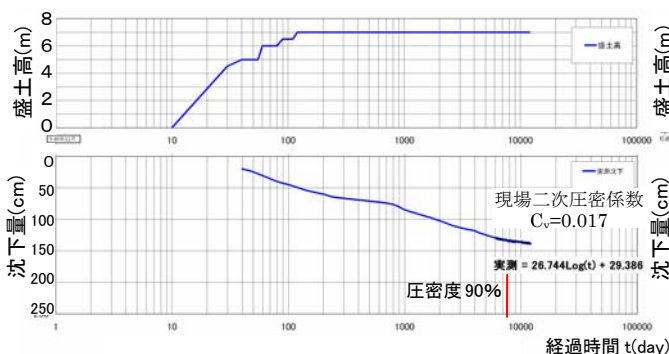


図 2 A 地点実測圧密曲線

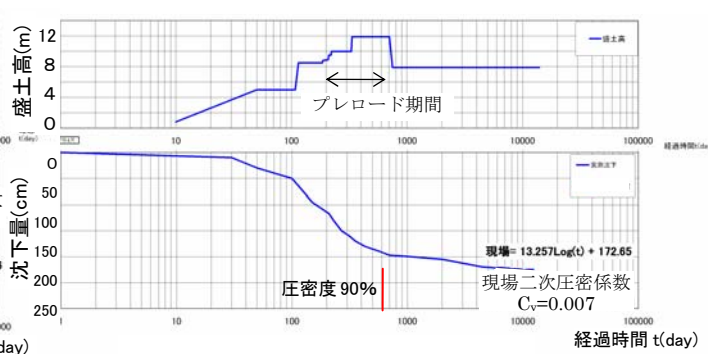


図 3 B 地点実測圧密曲線

キーワード 軟弱地盤 二次圧密 長期沈下 鉄道盛土

連絡先 〒532-0011 大阪市淀川区西中島 5-4-20 中央ビル 2F 西日本旅客鉄道株式会社 構造技術室

この結果, A 地点と B 地点とでは二次圧密係数が約 2 倍の差となり, 沈下速度に違いがある. ここで, A 地点と B 地点の粘性土に関する物性値の差を検証した(図 4). これによると物性値は標高ごとにほぼ同様な分布傾向にあり, 各地点の物性値に有意差は見られない. 以上により, A 地点と B 地点の沈下速度に差が生じた要因のひとつとして, 施工された軟弱地盤対策工の違いが考えられる.

4. 各土層における土質定数を考慮した沈下解析

一般部での沈下予測を行うため, 各土層における土質定数を考慮した沈下解析を実施した. 解析に際し, 標準圧密試験により各土層毎の二次圧密係数を求めた. 一例として, B 地点の IIa 層においては二次圧密係数が圧密降伏応力を超えると飛躍的に大きくなる傾向にあり(図 5), 他の土層も同様の傾向であった.

現場二次圧密係数は各土層毎の沈下量が包括され, 全体的なものとなっている. 解析では, 土層毎に定めた二次圧密係数による各土層の沈下量を合計し, 土層全体としての二次圧密係数(以下, 全体二次圧密係数)を算出したところ沈下量は実測値と概ね整合した(図 6).

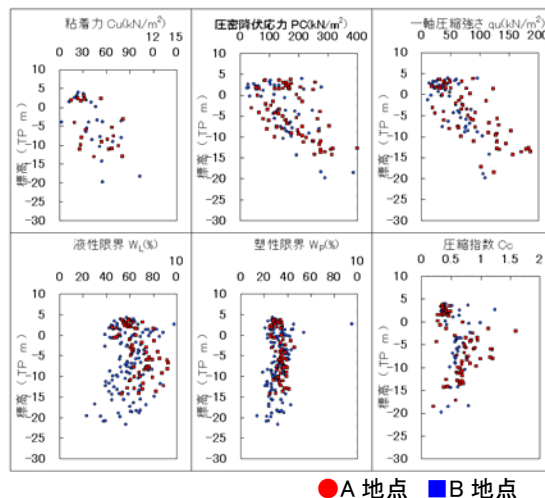


図 4 A, B 地点の物性値

5. 土-水連成弾粘塑性解析による検証結果

構造物周辺での沈下を予測するため, 土-水連成 FEM 弾粘塑性解析を行うこととし, 土層ごとに設定した二次圧密係数に基づき一般盛土部(B 地点)で実測沈下量との整合性を確認した. その結果, 図 7 に示すように盛立過程においては実測値 197cm に対して, 解析値 187cm と 95%の割合であること, 継続沈下においては対数グラフの勾配がほぼ実測値と同様の勾配を示していること, などから沈下観測結果に対してはほぼ整合していると考えられる. 若干の差が生じた原因としては, 軌道整備による継続的な道床の増加やサンドドレーンなどの影響が考えられる.

6. 今後の維持管理について

以上の解析により, 対象とした鉄道盛土の沈下要因は二次圧密であり, 今後も継続的な沈下が予測されるが, 沈下の量としては A 地点でも年間 4 mm 程度であることから, 一般盛土部については, 動態観測を継続するとともに軌道整備により, 維持管理が可能と考える.

7. おわりに

本論文では, 継続沈下の主要因と考えられる二次圧密に着目し, 一般盛土部について各土層毎の二次圧密定数を求めて沈下予測を行い, 今後の維持管理方法について記述した. 今回おこなった FEM 弾粘塑性解析手法により, 橋台付近などの構造物周辺の沈下予測²⁾をおこなったので, 別途報告する.

参考文献

- 1) 渡辺進・伊藤孝之・岩崎高明: 山陽新幹線岡山-博多間における開業直後の土構造物の状態, 鉄道技術研究資料, 1977
- 2) 西田幹嗣・泉並良二ら: 軟弱粘性土地盤上に構築された盛土上小橋台部の長期沈下予測について, 第 64 回土木学会年次学術講演会, 平成 21 年, 投稿中

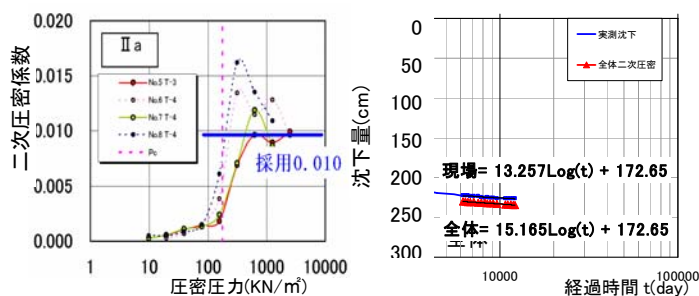


図 5 二次圧密係数と圧密圧力の関係の例 (B 地点)

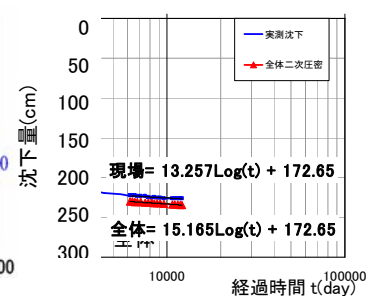
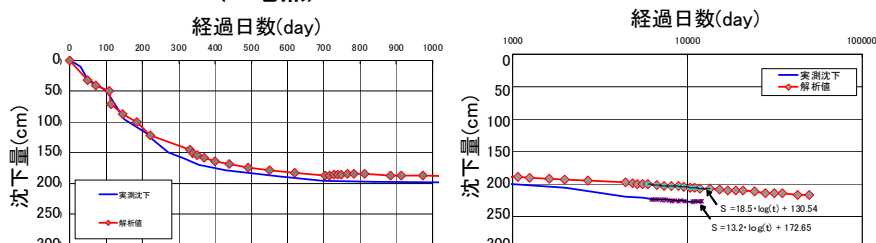


図 6 沈下実測値と一次元圧密による解析値(B 地点)



(a) 盛立過程 (b) 継続沈下
図 7 土-水連成弾粘塑性解析による解析結果