

軟弱地盤における試験盛土の結果と一考察

中央開発株式会社 鬢 朱里

1. はじめに

当該道路は、軟弱地盤地域に建設される地域高規格道路であり、層厚が約12m程度の軟弱層をセメント系固化材で地盤改良した盛土構造を基本とする。地盤改良工法は、コラムとスラブを併用した「コラム・スラブ工法」が採用され、その対策効果の検証を目的として試験盛土を実施した。また、当該地域には軟弱層以深に更新世の未固結層が50m以上堆積しているため、動態観測では圧力球根に代表される地中応力の伝播を考慮し、地表面変位杭や地表面沈下板、孔内傾斜計の他、層別沈下計と間隙水圧計を設置して観測を行った。

本稿では、層別沈下計の観測結果から明らかとなった更新世の地層に及ぼす影響について報告する。

2. 地盤改良工法と動態観測手法

当該箇所の地盤は図-1に示すとおり、上位から陸成の軟弱粘土層 (Huc)、海成の軟弱粘土層 (Ac) が合わせて約12m程度分布している。そのため、道路盛土 (図-2: 盛土厚8.0m, 盛土幅45m) を安定して施工するにあたって、軟弱粘土層の圧密沈下および側方変位を抑制することが必要であり、対策工法として当該地域において施工実績のあるコラム・スラブ工法を採用した。スラブの仕様は厚さ $t=1.5\text{m}$ 、設計基準強度 $qu_{ck}=800\text{kN/m}^2$ 、コラムは改良径 $\phi 1200$ 、改良率 $a_p=32.6\%$ (千鳥配置@2000)、設計基準強度 $qu_{ck}=700\text{kN/m}^2$ とし、更新統の Ms 層へ着底させた。

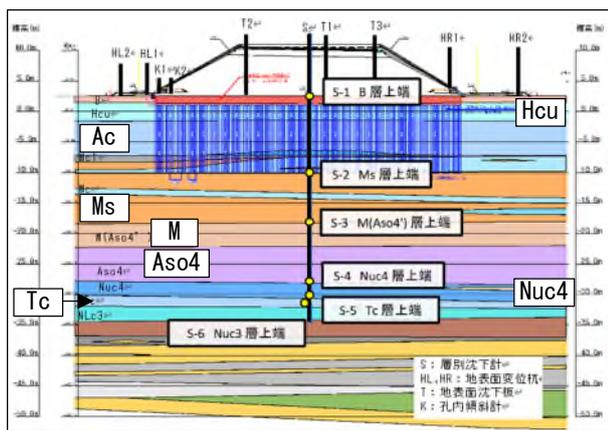


図-1 地質横断面図

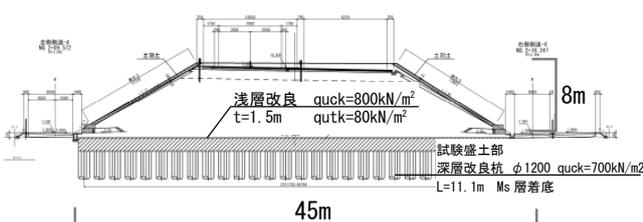


図-2 標準横断面図

また、完新世の軟弱粘土層以深には更新世の未固結な粘土層と砂質土層が互層状に分布している。特に、標高-30m付近の深部には海成層で高圧縮性を有する Tc 層が分布する。

動態観測では、各層の圧縮量を把握することを目的に層別沈下計を設置するとともに、圧縮性の高い Tc 層には間隙水圧計を設置した。層別沈下計を設置した箇所は、B 層上端, Ms 層上端, M (Aso4') 層上端, Nuc4 層上端, Tc 層上端, Nlc3 層上端の計 6 箇所である。

その他、盛土の沈下量や周辺地盤の変位を把握するため、地表面変位杭および地表面沈下板の設置の他、盛土法尻部の地中変位を把握するための孔内傾斜計も設置した。

なお、施工中は松尾・川村の方法や栗原・高橋の方法による安定管理¹⁾を行うとともに、実際の盛土速度を用いた FEM による修正解析を行い、最終沈下量を算出した。

3. 層別沈下計の観測結果

層別沈下計の実測値および解析結果を図-3～図-7、また間隙水圧計の結果を図-8に示す。

図-3に示すとおり全沈下量 (実測値) は、設計上の供用開始時期とする盛土立上りから6ヶ月後 (2022/4/7時点) において12.8cmの沈下が確認される。また、図-4～図-7に示す各地層の圧縮量についても圧密沈下の収束傾向が認められ、残留沈下量30cmを十分に満足すると判断した。



図-3 全沈下量

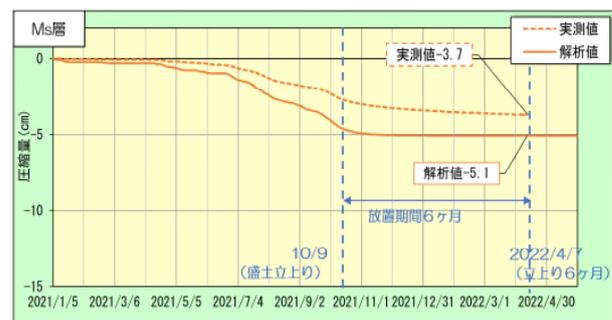


図-4 Ms 層の圧縮量

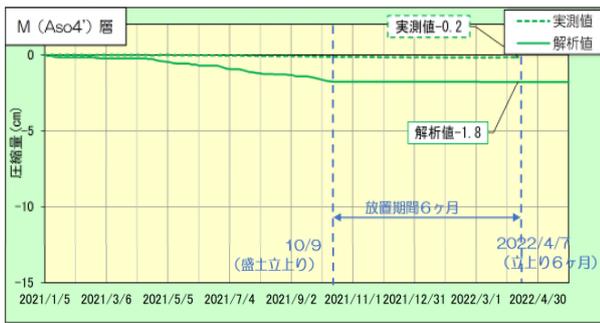


図-5 M(Aso4')層の圧縮量

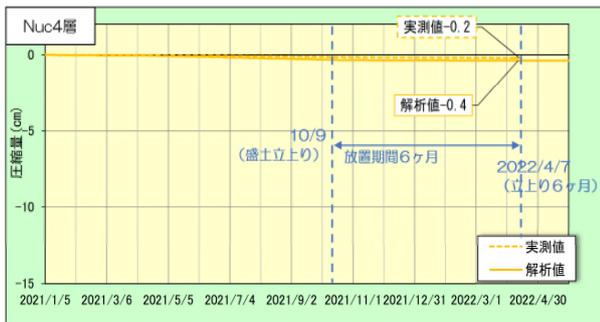


図-6 Nuc4層の圧縮量

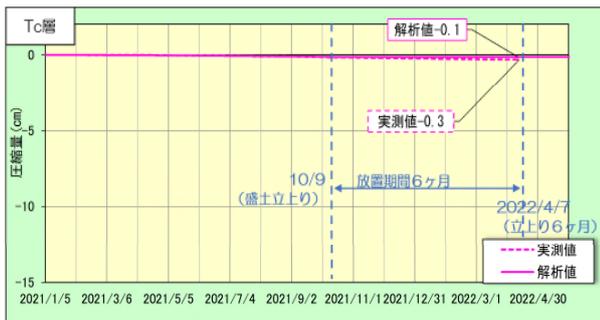


図-7 Tc層の圧縮量

地盤改良以深に分布する更新統の全圧縮量（図-4～図-7の合計実測値）は4.4cm が確認され、図-4に示す地盤改良直下の Ms 層では3.7cm 圧縮が見られ、図-7に示すように標高-30m の深部に分布する Tc 層でも僅かではあるが0.3cm の圧縮が見られた。

また、図-8に示すように Tc 層に設置した間隙水圧計の結果においても、盛土立上りまでは緩やかな間隙水圧の上昇を示し、盛土立上り後は緩やかな間隙水圧の消散が認められ、地中応力が Tc 層まで伝播したことが確認された。



図-8 間隙水圧

FEM による修正解析結果からも、盛土立上りから6ヶ月後の全沈下量は図-3に示すとおり12.8cm となり、実測値との整合が見られた。また、深部に分布する更新統の圧縮量（図-4～図-7：実線）についても実測値と概ね整合する結果が得られた。

4. まとめ

層別沈下計による更新統の観測結果より、標高-10m～-18m の比較的浅部に分布する Ms 層（深度12m～20m）で明確な圧縮が確認され、更に標高-30m～-32m の深部に分布する Tc 層（深度32m～37m）においても圧縮が認められた。図-9に示すように、地中応力は盛土幅の約1.5倍程度伝播するといわれている。試験盛土結果からも盛土幅と同程度の深度まで地中応力が伝播していることが明らかとなった。また、修正解析では深度50mに分布する更新統までモデル化を行ったことで、解析値は実測値と非常に良く整合する結果が得られた。

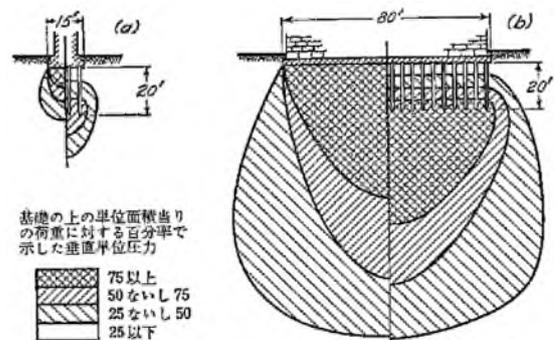


図-9 ペルツァギ・ペックの圧力球根²⁾

以上のことから、更新統の未固結な地層が厚く分布する地域における圧密沈下の検討においては、盛土幅と同程度以上の深部まで詳細な地盤調査を実施し、解析モデルを作成することが望ましい。

《引用・参考文献》

- 1) 社団法人 日本道路協会（2012）：道路土工 軟弱地盤対策工指針（平成24年度版），p. 381-382，丸善株式会社。
- 2) 星埜和，加藤渉，三木五三郎，榎並昭（1970）：新版テルツァギ・ペック 土質力学 応用編，p. 478，丸善株式会社。