

有限要素解析における真空圧密工法を用いた軟弱地盤の長期挙動の検討

鉄道総合技術研究所 正会員 磯野純治 小島謙一 松丸貴樹
 鉄道建設・運輸施設整備支援機構 正会員 清水一郎 飯屋崎圭司 米澤豊司

1. はじめに

九州新幹線熊本総合車両基地は、層厚 30m 近くにおよぶ極めて軟弱な地盤上に建設され、施工に伴う沈下等が重要な課題となっている。また、水路をボックスカルバート構造で盛土内に構築することが計画されており、本体の盛土構造物と同様に沈下の恐れがある。これらの構造物の機能を長期にわたり満たすためには、設計において想定される沈下を考慮する必要がある、精度のよい変形予測が重要となっている。当該箇所では、沈下対策として真空圧密工法およびプレロード工法が計画されており、挙動の把握においては、これらを適切にモデル化する必要がある。特に、真空圧密工法についてはこれまでも多くの検討が行われているが、モデル化が難しい。本研究では、2次元の土/水連成弾粘塑性有限解析法により盛土構築に伴う水路部の長期挙動を把握するため、沈下対策である真空圧密工法のモデル化について検討を行った。

2. 解析対象地盤の概要

当該地の地形は、熊野平野の海拔 5m 以下の平地であり、建設予定地の低地部は主に水田として利用されている。当該地の地盤概要を図-1 に示す。圧密沈下や側方変位については、極めて軟弱である Ac1、Ac2 (U,L) 層の挙動が大きく影響する。

3. 解析条件

解析には、2次元土/水連成有効応力解析コード DACSAR を用いた。解析に用いた有限要素モデル、地盤モデルについては、車両基地盛土の変形解析を実施した際のモデルと同様とした¹⁾。地盤パラメータについては、事前に行われた試験盛土の実測値からフィードバック解析を実施して設定した²⁾。

水路は車両基地の横断方向に設置される計画である。水路の設置概要を図-2 に示す。水路は延長方向において真空圧密工法とプレロード工法を施工するブロックを跨いで設置されるため、ブロック境界では対策工による沈下量の差が水路に影響を与える恐れがある。水路は車両基地盛土構築後に所定の位置まで掘削して設置される計画であり、H.W.L まで水位が上昇しても水路荷重と盛土荷重の差が殆どないことから今回は水路のモデル化を行わずに解析を実施した。

4. 真空圧密工法のモデル化の検討

真空圧のモデル化については、施工範囲に負の間隙水圧を設定することでモデル化した。また、当該現場は中間砂層 (As1) が存在することから、圧密対象層に真空圧を十分に作用させるため、As1 層の上面、下面を遮水し、真空圧を載荷しないモデルとした。真空圧の設定については、事前に当該現場で実施した試験盛土における実測値との評価において、長方形モデル (真空圧を深さ方向に一律に載荷するモデル) の解析値が実測値を精度よく再現することを確認している³⁾。しかし、深いところに存在する Ac2 層等に実測値よりも大きい負圧を設定していること、実際の施工においては、深部におけるドレーンの施工や広範囲にわたる真空圧の施工

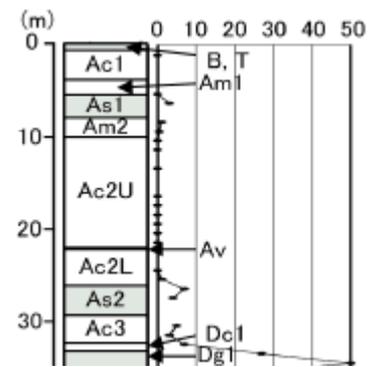


図-1 地盤概要

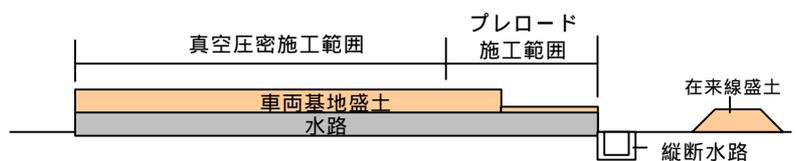


図-2 水路設置概要

キーワード 有限要素法、真空圧密、モデル、圧密沈下

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (財) 鉄道総合技術研究所 Tel:042-573-7261

管理が試験盛土と比較して容易でないことから、真空圧密施工後の長期的な水路の挙動を評価する本解析において、長方形モデルは危険側の設定になる可能性がある。そこで、最大真空圧を 60kPa とし、長方形モデル、台形モデル（深さ 10m まで一律とし、それ以深は線形で低減するモデル）、

三角形モデル（最大 60kPa で深さ方向に線形で低減するモデル）の 3 種類で試計算を実施し検討を行った。各モデルの概要を図-3 に示す。3 種類のモデルにおける水路設置時の沈下量および、水路設置 5 年後の残留沈下量を図-4 に示す。台形モデル、三角形モデルでは水路設置時、5 年後まで概ね同様に沈下しているのに対して、長方形モデルについては、圧密沈下に大きく寄与する Ac2 層まで大きな負圧を設定していることから、水路設置時の沈下量が他のモデルよりも 20cm 程度大きくなっており、水路設置後の残留沈下量が小さくなる傾向にある。この結果から、長方形モデルは水路設置後の残留沈下量を解析する際には危険側の設定になる。そこで、台形モデル、三角形モデルの 2 種類において水路設置 100 年後までの長期にわたる解析を実施し残留沈下量の比較を行った。解析結果を図-5 に示す。100 年後までの挙動として、三角形モデルの沈下量が若干大きいものの、両者ともほぼ差がないことから、試験盛土での間隙水圧分布、実際の施工性等を考慮して本解析においては台形モデルを採用することとした。

5.まとめ

真空圧密工法を施工した軟弱地盤の長期挙動を評価するため、真空圧密工法のモデル化の検討を行った。試験盛土の実測値との比較では、長方形モデルでの解析値が実測値を精度よく再現していた。しかし、予測にあたっては実際の施工精度、既往のデータから長方形モデルでは危険側の設定となることから、ここではモデルの違いによる感度を評価した。検討の結果、本解析では実際の間隙水圧分布に近い台形モデルで真空圧をモデル化し解析することとしたが、今後は実施工の計測値も評価に加え、より精度の高いモデル化の手法を検討していく予定である。

参考文献

- 1)松丸貴樹、小島謙一、米澤豊司、丸山修、青木一二三:有限要素解析における砂層を挟んだ地盤での真圧密工法の評価、第 42 回地盤工学研究発表会、地盤工学会 2006
- 2)小島謙一、松丸貴樹、米澤豊司、丸山修、青木一二三、仮屋崎圭司:試験盛土を用いた軟弱地盤の変形解析における地盤物性の評価、第 42 回地盤工学研究発表会、地盤工学会 2006
- 3)小島謙一、磯野純治、松丸貴樹、米澤豊司、仮屋崎圭司、丸山修:真空圧密工法の施工時の挙動と解析におけるモデル化に関する検討、第 62 回年次学術講演会、土木学会 2007 (投稿中)

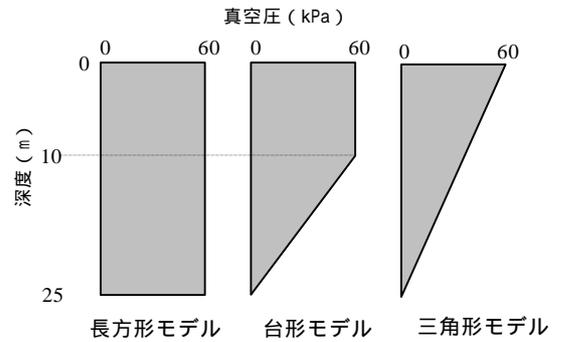
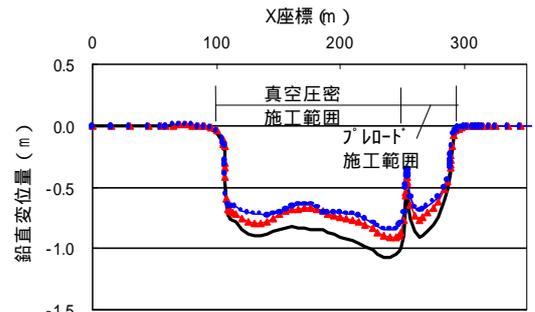
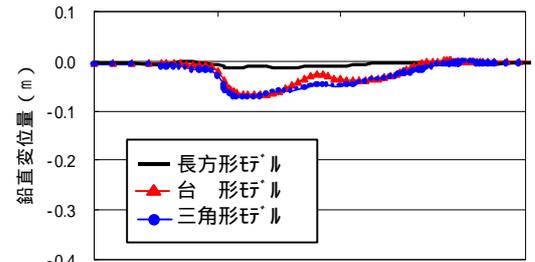


図-3 真空圧のモデル



(1) 水路設置時の沈下量



(2) 水路設置から 5 年後の残留沈下量

図-4 各モデルの沈下量

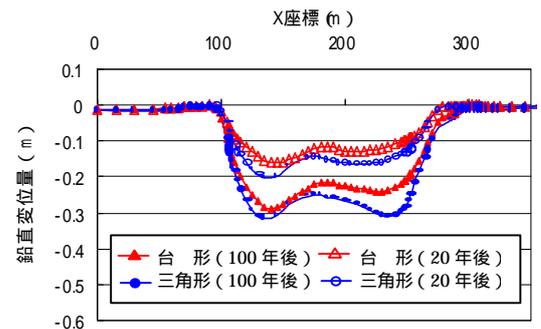


図-5 台形と三角形モデルの比較