

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

鉄道総合技術研究所 正会員 小島 謙一 磯野 純治 松丸 貴樹  
 鉄道・運輸機構 正会員 米澤 豊司 仮屋崎 圭司 丸山 修

1. はじめに

真空圧密工法は気密シートで覆った領域に対して、大気圧で载荷する工法であり、プレロード工法よりも周辺への影響が比較的小さいといわれている。しかし、そのメカニズムや効果評価を行うことは非常に難しく、数値解析を用いてもモデル化の問題から、適切な手法がないのが現状である。

本研究では試験盛土のデータを用いて、有限要素法で評価する際の真空圧密工法のモデル化について検討を行ったものである。

2. 試験盛土概要

試験盛土は熊本平野の南部に位置する九州新幹線熊本車両基地の予定地において施工された。当該箇所では、近接する鹿児島本線（盛土）への施工に伴う変状が懸念されたことから、2種類の試験盛土を施工し、地盤の物性、挙動、対策工法の評価を行った。対策工を行わない時の地盤の評価については、参考文献1)、2)を参照されたい。ここでは、真空圧密とシートパイル工を施工した試験盛土について有限要素解析を実施し、モデル化などの検討を行った。図-1には本現場の地盤柱状図を、図-2に試験盛土の平面図および計測機器の配置を示す。盛土の施工した地盤部に真空圧密工法を適用した。ドレーンは地表面より深度21.5mまで打設（1mの正方配置）した。また、中間に介在する砂層に対する影響を少なくするために盛土のり尻には、鋼矢板（FSP型：長さ9m）を施工した（ただし、1面は縁切り効果の検討を行うため長さ26mとした）。ここではプレロード盛土（真空圧密载荷後）併用し、サンドマット厚さ50cmを含めたプレロード盛土高さは3.5mである。真空圧密は負圧载荷を20kN/m<sup>2</sup>毎に上げていき、最大80kN/m<sup>2</sup>とした。計測管理は、真空圧密部は地表沈下板を13箇所、層別沈下計を5箇所、間隙水圧計を1箇所設置し、周辺地盤は傾斜計5箇所、地表面変位杭80箇所とした。真空圧密工法の施工管理はシート下の負圧計2箇所、沈下計2箇所、熱電対1箇所とした。

試験盛土は熊本平野の南部に位置する九州新幹線熊本車両基地の予定地において施工された。当該箇所では、近接する鹿児島本線（盛土）への施工に伴う変状が懸念されたことから、2種類の試験盛土を施工し、地盤の物性、挙動、対策工法の評価を行った。対策工を行わない時の地盤の評価については、参考文献1)、2)を参照されたい。ここでは、真空圧密とシートパイル工を施工した試験盛土について有限要素解析を実施し、モデル化などの検討を行った。図-1には本現場の地盤柱状図を、図-2に試験盛土の平面図および計測機器の配置を示す。盛土の施工した地盤部に真空圧密工法を適用した。ドレーンは地表面より深度21.5mまで打設（1mの正方配置）した。また、中間に介在する砂層に対する影響を少なくするために盛土のり尻には、鋼矢板（FSP型：長さ9m）を施工した（ただし、1面は縁切り効果の検討を行うため長さ26mとした）。ここではプレロード盛土（真空圧密载荷後）併用し、サンドマット厚さ50cmを含めたプレロード盛土高さは3.5mである。真空圧密は負圧载荷を20kN/m<sup>2</sup>毎に上げていき、最大80kN/m<sup>2</sup>とした。計測管理は、真空圧密部は地表沈下板を13箇所、層別沈下計を5箇所、間隙水圧計を1箇所設置し、周辺地盤は傾斜計5箇所、地表面変位杭80箇所とした。真空圧密工法の施工管理はシート下の負圧計2箇所、沈下計2箇所、熱電対1箇所とした。

3. 検討結果

解析は、真空圧密として各要素に負圧で与えることとした。図-3に実測で得られた過剰間隙水圧を示す。深さ方向に負圧は低減されるものと考えられるが、実測データは非常にばらついており必ずしもそうならない。解析を行うにあたり、地盤の物性については既に地盤改良を行わない盛土での評価を行っているため、ドレーン効果としての透水特性と真空圧密としての負圧の評価について検討を行った。真空圧密のモデルとして

キーワード 真空圧密, 有限要素法, モデル, 試験盛土, 計測

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

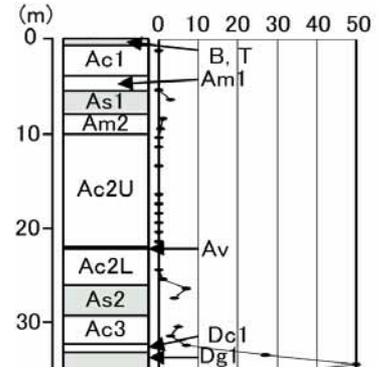


図-1 地盤概要

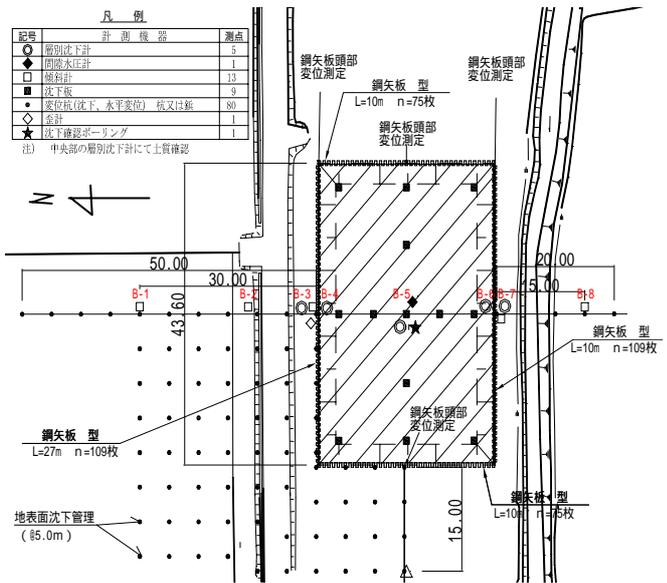


図-2 試験盛土（真空圧密工法適用）

は、実測に伴いモデル化したケースと深さ方向に一定としたモデルについて解析を行った。データがばらついていることから、上部での真空圧を60kPaの場合と70kPaの場合についてモデル化を行った。図-4にモデルの例を示す。ドレーンの効果としては透水係数を層厚とドレーン配置から重み付けを行い、従来の透水係数に対して透水性を向上させた。

図-5, 6は図-4のモデルを用いて計算した結果であり、図-5が深さ方向に一定、図-6は実測に基づいたものである。この結果より、深さ方向に一定としたものの結果が非常に良く実測値を再現していることがわかる。図-7は、深さ方向に一定とした場合の各層毎の沈下量である。いずれの層も実測値とよく整合していることが分かる。深部への真空圧密効果の伝達度合いやドレーン打設による地盤の改良効果の程度が個々のモデルで適切に示すことができた。

4. まとめ

真空圧密工法の変形挙動を有限要素法によりモデル化を行う手法について、実測データを基に検討を行った。過剰間隙水圧分布を変化させ、実測の沈下量との検討を行った。今回は、試験盛土として限られた領域であることもあり、得られた過剰間隙水圧分布を平均化し、深さ方向に一律としたモデルについて高い整合性を得ることができた。

本検討から真空の効果として負圧によるモデル化、透水係数によるドレーンのモデル化が妥当であることが分かった。しかし、これらの効果は地盤の状況、ドレーンの施工状況、気密シートの状態などによって大きく変わると考えられ、载荷の効果が大きく異なることが考えられる。今後はこれらの知見を基本として、実際の現場における予測を行っていく予定である。

参考文献

- 1) 仮屋崎圭司, 米澤豊司, 丸山修, 小島謙一, 松丸貴樹: 軟弱地盤上の大規模盛土構造物の施工における圧密促進工法の検討～試験盛土による効果の検証～, 第21回ジオシンセティクス論文集, pp.53-60, 国際ジオシンセティクス学会日本支部, 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, 2007

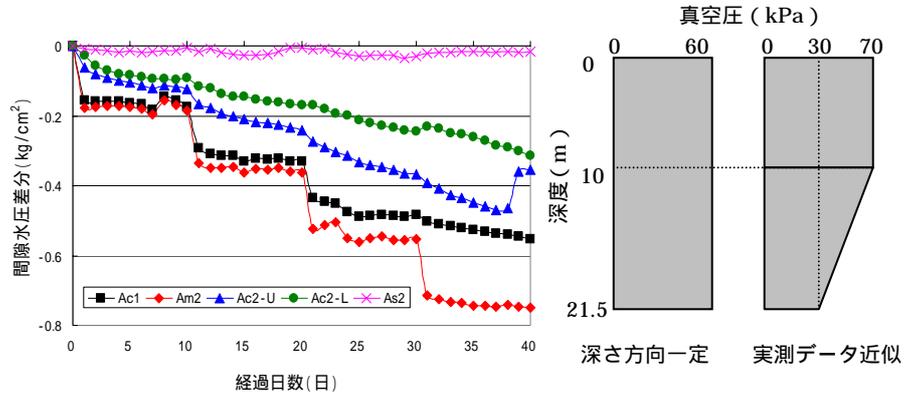


図-3 各層の間隙水圧差分

図-4 真空圧のモデル化例

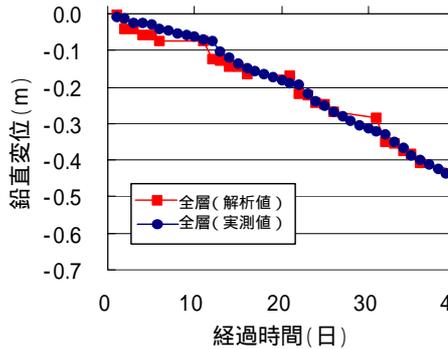


図-5 盛土の沈下量(一定)

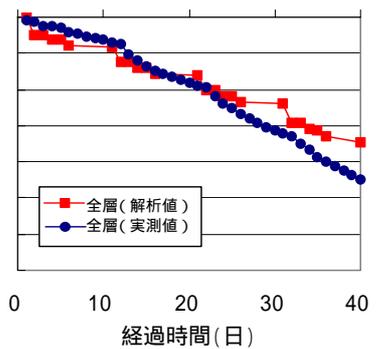


図-6 盛土の沈下量(実測)

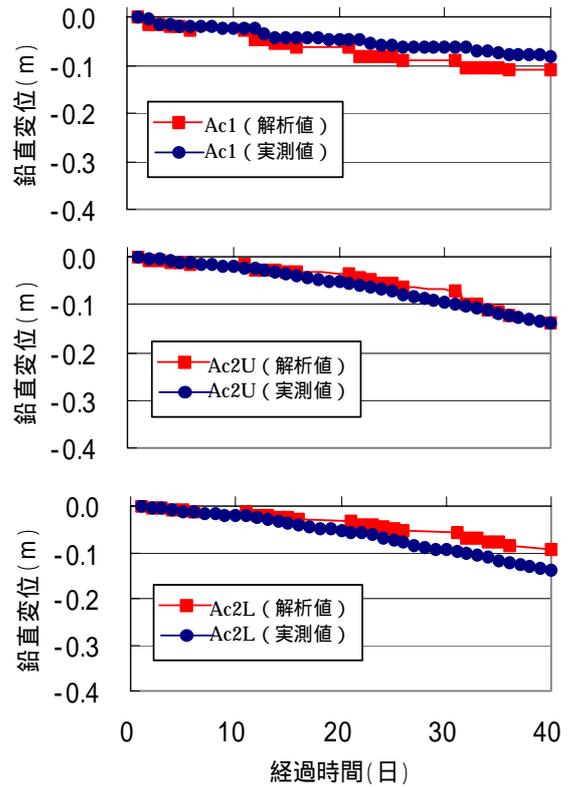


図-7 各層の沈下量