

真空圧密工法における FEM 解析結果の活用事例

前田建設工業株式会社 正会員 ○ 福田 淳 平田 昌史
西川 浩二 信田 潤一
中日本高速道路株式会社 正会員 山田 耕一 川井田 実

1. はじめに

舞鶴若狭自動車道若狭工事¹⁾では、軟弱地盤対策として3箇所(三田, 鳥浜②, 気山)の载荷盛土に対して真空圧密工法が適用されている²⁾。著者らは、これら3箇所の载荷盛土に対して拡張マクロ・エレメント法³⁾を用いた二次元 FEM 解析を実施^{4), 5)}しており、動態観測結果を精度良く再現できることを確認している。本研究では、舞鶴若狭自動車道若狭工事で真空圧密工法が適用された载荷盛土に対して、FEM 解析結果を基に変形抑制対策の検討や圧密度・地盤強度の予測、真空ポンプ停止時期の検討を行った事例について紹介する。

2. 周辺地盤の変形抑制対策の検討

真空圧密工法では改良域の側方にも真空圧が作用するため、周辺地盤の側方変形が改良域側へ引き込まれるのが特徴であり、盛土载荷によって押し出される周辺地盤の側方変形を低減させる効果が期待できる。このような周辺地盤の変形について検討を行う場合、FEM 解析は非常に有効な手段である。図-1 は、鳥浜②载荷盛土における地中変位(水平変位)の動態観測結果と FEM 解析結果の比較事例である。鳥浜②载荷盛土では、側方変形対策として一部区間で鋼矢板が10m 打設されている。FEM 解析結果は動態観測の変形傾向をほぼ再現できており、鋼矢板の効果を FEM 解析でも十分再現可能であることが伺える。図-2 は、気山载荷盛土で実施した変形抑制対策の検討事例である。気山载荷盛土は、重要構造物(NHK 電波塔)との近接施工であるため、側方変位が真空圧密による引き込みから、盛土施工による押し出しに転換した時期に、盛土施工を一時中断して地盤の変形抑制対策を検討している。この検討結果によると、深層混合処理による対

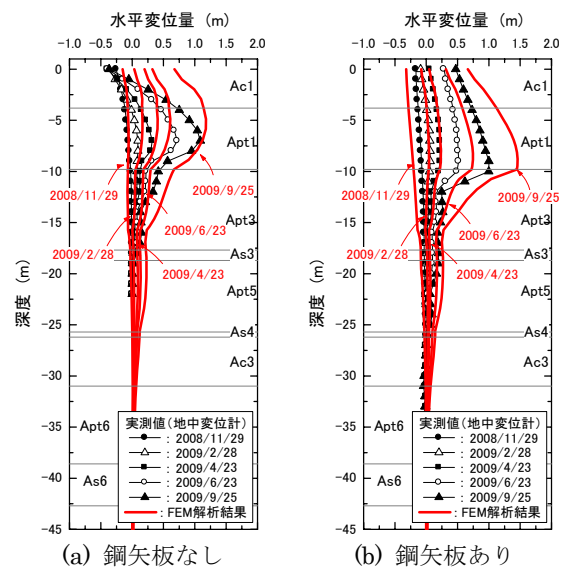


図-1 鳥浜②载荷盛土における地中変位(水平変位)

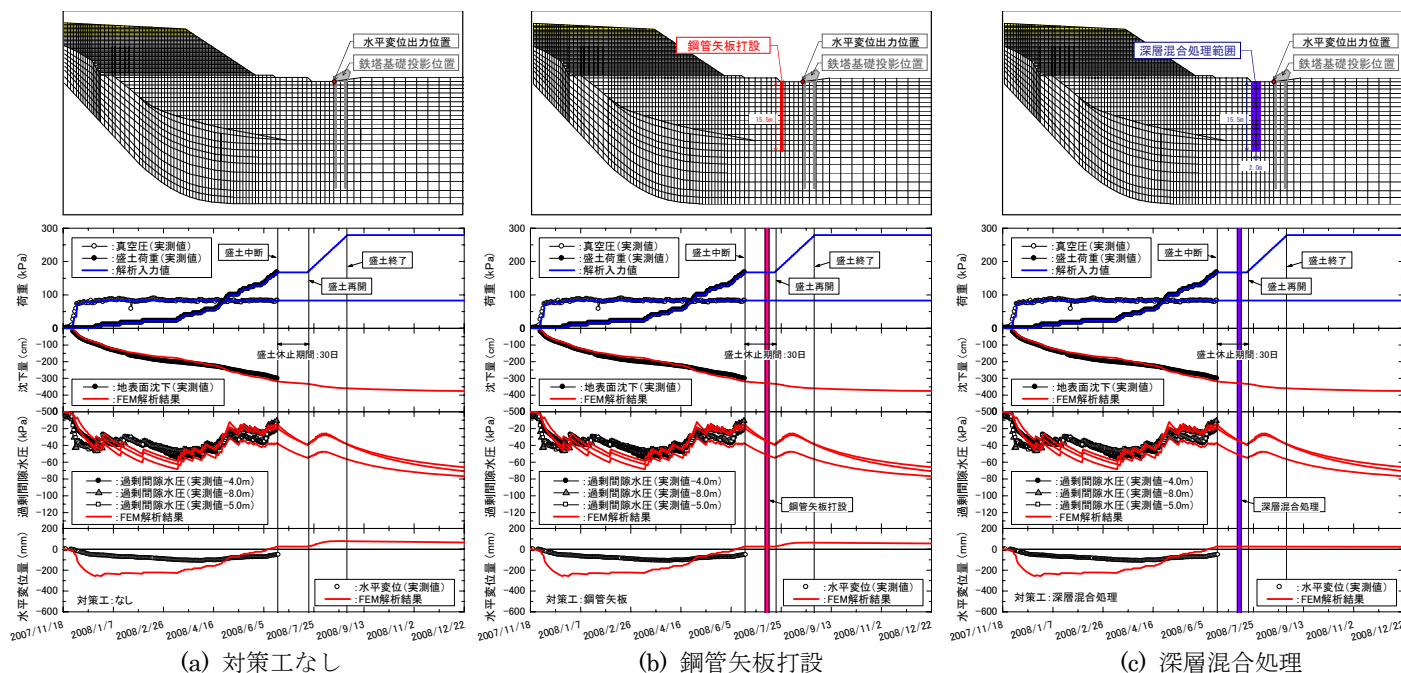


図-2 気山载荷盛土における構造物への影響(水平変位)解析結果

キーワード 軟弱地盤, 真空圧密, 有限要素法

連絡先 〒179-8914 東京都練馬区旭町 1-39-16 前田建設工業(株)技術研究所 Tel 03-3977-2355 Fax 03-3977-2251

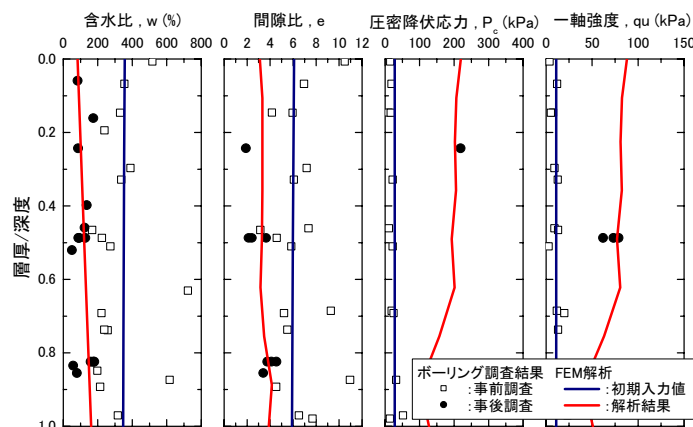


図-3 気山载荷盛土のボーリング結果と解析結果の比較

策が地盤の水平変位抑制に最も効果的である。なお、この FEM 解析結果を用いて別途検討した構造物基礎の変形量は、対策工なしのケースにおいても許容値を十分満たしたため、対策工なしで工事を再開しており、構造物基礎の変形は許容値内で無事施工が終了している。

3. 圧密度と強度増加の予測

拡張マクロ・エレメント法を用いた二次元 FEM 解析では、沈下・変形だけでなく過剰間隙水圧も動態観測結果と一致しており、真空圧密による改良域内の有効応力分布を精度よく再現できていると考えられる。図-3 は、気山地区において実施した FEM 解析結果とチェックボーリング結果を比較した図である。チェックボーリングによる試験数が少なく、深度方向の分布傾向までは把握できていないが、FEM 解析による予測値はチェックボーリングによる試験結果と良く一致しており、FEM 解析によって真空圧密改良域内の圧密度や強度を推定することが十分可能であるといえる。

4. 真空ポンプ停止時期の検討

真空圧密工法は、地盤にプラスチックボードドレーンを挿入し、真空ポンプを使って強制的に排水することで圧密を促進させる工法である。このため真空ポンプの稼働日数（真空圧の稼働日数）が、改良地盤の品質（圧密度や強度増加）や工程・コストに大きな影響を与えることになる。図-4 は、鳥浜②载荷盛土において実施した真空ポンプ停止時期の検討事例である。FEM 解析結果から、盛土施工後の真空圧稼働期間は 75 日（技術資料⁶⁾による最短稼働期間）で沈下量は圧密度 95% を満足し、十分に圧密が促進されると判断できる。図-5 は、検討後に計測した動態観測結果を図-4 にオーバープロットしたものである。沈下量および過剰間隙水圧の実測値は、FEM 解析による予測結果とほぼ一致しており、実施工では検討通り盛土施工終了から 75 日後に真空ポンプを停止した。

5. まとめ

本研究では、舞鶴若狭自動車道若狭工事で真空圧密工法が適用された载荷盛土に対して、FEM 解析結果を基に変形抑制対策の検討や圧密度・地盤強度の予測、真空ポンプ停止時期の検討を行った事例について紹介した。今回紹介した事例のように、精度の高い FEM 解析結果を用いることで、真空圧密工法に関するさまざまな予測や検討が可能である。特に実施した FEM 解析結果は、真空圧密改良域の有効応力状態を精度良く再現できていることから、これまで検討が困難であった施工中の安定性評価や施工管理への応用も十分可能であると考えられる。

【参考文献】

- 1) 信田潤一, 平田昌史, 松本公一, 並川武, 山田耕一, 川井田実: 超軟弱地盤上の载荷盛土施工における変形抑制対策とその効果, 第 65 回土木学会年次学術講演会(投稿中), 2010.
- 2) 山田耕一, 川井田実, 信田潤一, 平田昌史, 西川浩二, 小嶋一聡: 真空圧密工法を用いた超軟弱地盤における载荷盛土の施工事例, 第 65 回土木学会年次学術講演会(投稿中), 2010.
- 3) 平田昌史, 清水英樹, 福田淳, 山田耕一, 川井田実: 拡張マクロ・エレメント法を用いたパーチカルドレーン打設地盤の FEM 解析, 応用力学論文集, Vol.13(投稿中), 2010.
- 4) 西川浩二, 平田昌史, 福田淳, 信田潤一, 山田耕一, 川井田実: 軟弱地盤における载荷盛土を伴う真空圧密工法の FEM 解析～その 1, 第 65 回土木学会年次学術講演会(投稿中), 2010.
- 5) 洞防人, 平田昌史, 西川浩二, 外岡広樹, 山田耕一, 川井田実: 軟弱地盤における载荷盛土を伴う真空圧密工法の FEM 解析～その 2, 第 65 回土木学会年次学術講演会(投稿中), 2010.
- 6) 真空圧密技術協会: 高真空 N & H 工法—改良型真空圧密工法—技術資料, 2004.

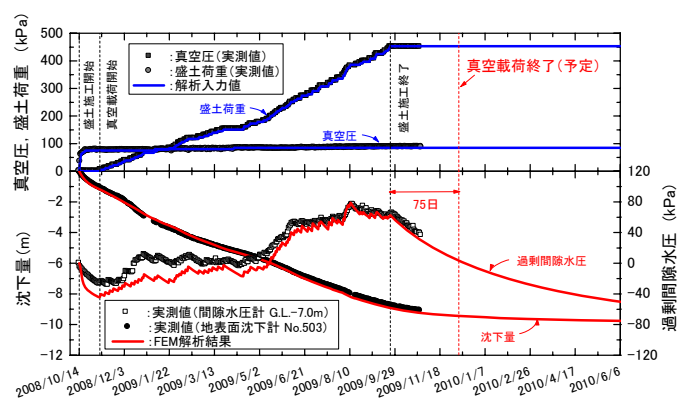


図-4 鳥浜②载荷盛土における真空ポンプ停止時期

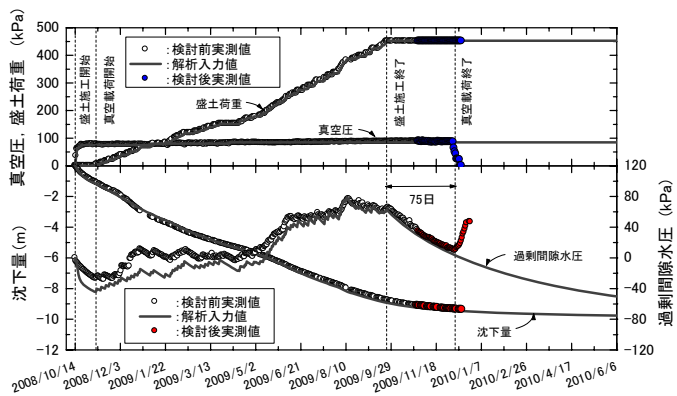


図-5 鳥浜②载荷盛土における検討後の動態観測結果