

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

前田建設工業株式会社 正会員 ○ 洞 防人 平田 昌史
 西川 浩二 外岡 広樹
 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は、福井県若狭町の4地区に9箇所の载荷盛土を施工する工事¹⁾であり、真空圧密工法は3箇所の载荷盛土に対して適用されている²⁾。本研究では、気山地区および三田地区で実施した真空圧密工法に対して、2次元の土-水連成 FEM 再現解析を実施し、動態観測結果との比較を行った事例について紹介する。

2. 解析対象位置および解析条件

気山地区(写真-1)では、近接する既設構造物(NHK電波塔)への影響を抑制する目的で、真空圧密工法を採用した。気山地区の地盤は、図-1に示すように非常に軟弱な腐植土が基盤の傾斜に沿って厚く堆積しており、この腐植土層に対して真空圧密用ドレーン(0.7m×0.7m 正方配置)をGL-4~-12m まで打設している。三田地区(写真-2)では、近接河川(鳥羽川)や後工程への影響を考慮して真空圧密工法を採用している。三田地区は、図-2に示すように軟弱な粘性土・腐植土の間に砂礫層が介在した地盤であり、真空圧密用ドレーン(1.2m×1.2m 正方配置)を、GL-10m まで打設している。図-3 および図-4 は、FEM 解析に用いたメッシュ図である。盛土部分のメッシュは、盛土施工厚まで盛土形状を引き伸ばすことで沈下の影響を考慮し、1層30cmの敷均し・転圧に合わせて盛土要素を追加することで、施工を詳細に再現した。盛土および砂礫層は線形弾性モデル、粘性土および腐植土は Expanded 関口・太田モデル³⁾でモデル化している。表-1 および表-2 は、FEM 解



写真-1 気山地区における载荷盛土

写真-2 三田地区における载荷盛土

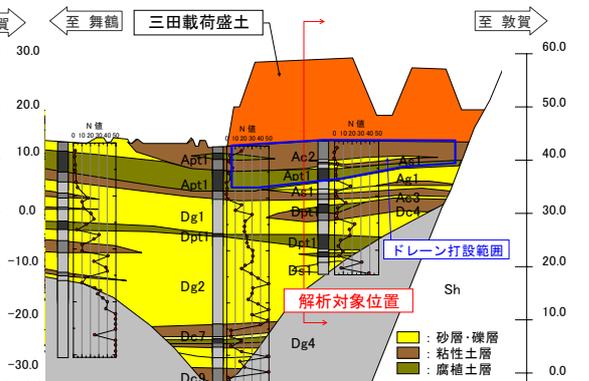
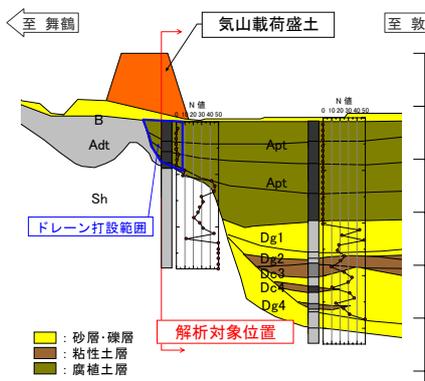


図-1 地質想定縦断面図(気山地区)

図-2 地質想定縦断面図(三田地区)

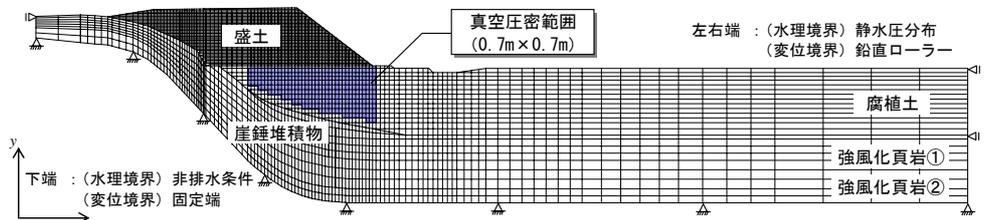


図-3 解析に用いたメッシュ図(気山地区)

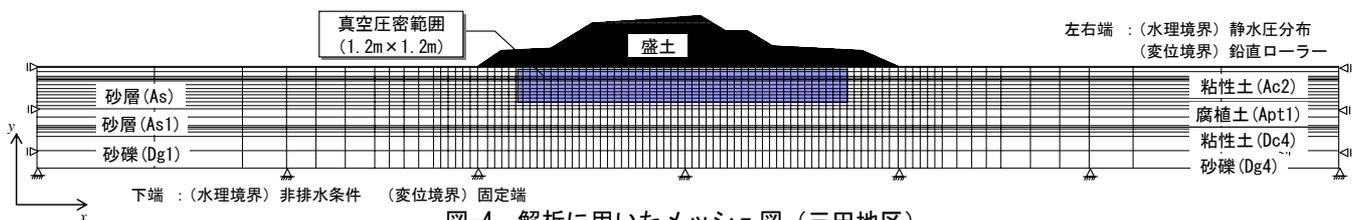


図-4 解析に用いたメッシュ図(三田地区)

キーワード 軟弱地盤, 真空圧密, 有限要素法, 数値解析
 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

表-1 FEM 解析に用いた材料パラメータ一覧 (気山地区)

土質	単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	限界応力比 M	圧縮指数 λ	非可逆比 Λ	ダイレイタンス係数 D	先行圧密圧力 σ_{v0}' (kN/m ²)	静止土圧係数 K_0	間隙比 e_0	ポアソン比 ν'	e-Inkの傾き λ_k	透水係数 k (m/day)
盛土	18.6				弾性係数 E=11800 (kN/m ²)				0.333	-	8.64E+00
沖積腐食土層 Apt	10.8	2.00	1.432	0.818	0.085	27.6	0.250	5.900	0.200	0.781	3.46E-04
崖堆積物 Act	17.7				弾性係数 E=11800 (kN/m ²)				0.333	-	8.64E-04
強風化頁岩①	19.6				弾性係数 E=24000 (kN/m ²)				0.333	-	-
強風化頁岩②	20.6				弾性係数 E=36200 (kN/m ²)				0.333	-	-

表-2 FEM 解析に用いた材料パラメータ一覧 (三田地区)

土質	単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	限界応力比 M	圧縮指数 λ	非可逆比 Λ	ダイレイタンス係数 D	先行圧密圧力 σ_{v0}' (kN/m ²)	静止土圧係数 K_0	間隙比 e_0	ポアソン比 ν'	e-Inkの傾き λ_k	透水係数 k (m/day)
盛土	18.6				弾性係数 E=11800 (kN/m ²)				0.333	-	8.64E+00
沖積粘土層 Ac2	16.4	1.20	0.226	0.712	0.054	50.0	0.500	1.500	0.333	0.226	2.58E-04
沖積砂層 As1	18.3				弾性係数 E=1500 (kN/m ²)				0.333	-	8.64E-02
沖積腐食土層 Apt1	12.3	2.00	1.389	0.836	0.106	70.0	0.250	4.500	0.200	0.477	8.64E-04
沖積礫層 Ag1	19.8				弾性係数 E=14500 (kN/m ²)				0.333	-	8.64E-02
洪積粘土層 Dc1	18.5	1.20	0.130	0.750	0.046	223.0	0.500	0.750	0.333	0.130	2.58E-04
洪積礫層 Dg1	21.7				弾性係数 E=12800 (kN/m ²)				0.333	-	8.64E-01
洪積腐食土層 Dpt1	12.7	2.00	0.434	0.700	0.040	192.0	0.250	2.800	0.200	0.304	5.19E-04
洪積粘土層 Dc4	18.7	1.20	0.156	0.614	0.040	181.0	0.500	1.000	0.333	0.156	2.58E-04
沖積砂層 Dg2	22.1				弾性係数 E=11500 (kN/m ²)				0.333	-	8.64E-01

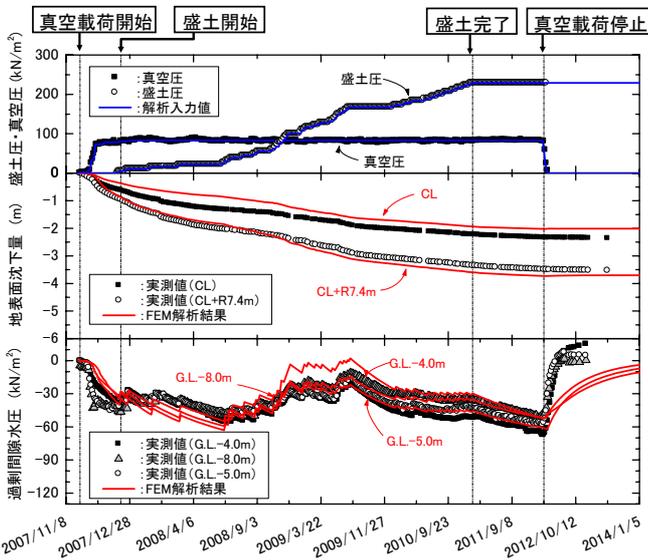


図-5 FEM 解析結果と動態観測結果の比較 (気山地区)

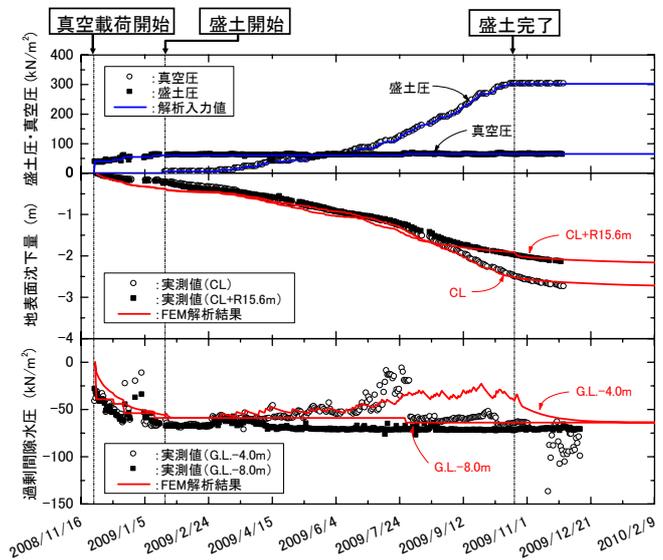


図-6 FEM 解析結果と動態観測結果の比較 (三田地区)

析に用いた材料パラメータであり、室内試験結果を基に設定⁴⁾している。なお、真空圧密工法による改良領域には、拡張マクロ・エレメント法⁵⁾を用いている。

3. 解析結果と動態観測結果の比較

図-5および図-6は、動態観測結果とFEM解析結果を比較した図である。図中のプロットが動態観測結果、赤ラインがFEM解析結果である。これらの図を見ると、地表面沈下量、過剰間隙水圧の解析結果は動態観測結果と非常によく一致しており、実施したFEM解析が高い精度で現場を再現できていることがわかる。

4. まとめ

本研究では、舞鶴若狭自動車道若狭工事において、真空圧密工法を実施した気山地区および三田地区の荷重盛土に対してFEM解析を実施し、動態観測結果との比較を行った事例について紹介した。FEM解析は、動態観測による沈下量や間隙水圧を高い精度で再現できていることが確認できた。

【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: 超軟弱地盤上の荷重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荷重盛土の施工事例, 第65回土木学会年次学術講演会(投稿中), 2010.
- 3) 大野進太郎, 飯塚敦, 太田秀樹: 非線形コントラクタンシー表現式を用いた土の弾塑性構成モデル, 応用力学論文集, Vol.9, pp.407-414, 2006.
- 4) 平田昌史, 福田淳, ドゥバンバオ, 信田潤一, 山田耕一, 川井田実: 腐植土を含む超軟弱地盤における解析パラメータの決定, 第65回土木学会年次学術講演会(投稿中), 2010.
- 5) 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ッ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.