# 軟弱地盤における載荷盛土を伴う真空圧密工法の FEM 解析~その1

前田建設工業株式会社	正会員	○ 西川 浩二	平田 昌史
		福田 淳	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<sup>1)</sup>は、福井県若狭町の4地区(気山地区、鳥浜地区、向笠地区、三田地区)に9箇所の載荷盛土を施工する工事であり、その内の3箇所の載荷盛土に軟弱地盤対策として真空圧密工法が適用されている<sup>2)</sup>.特に向笠地区で真空圧密工法を実施した鳥浜②載荷盛土は、沈下量が10mを超える超軟弱地盤上での施工であった.本研究では、この向笠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

向笠地区(写真-1参照)では3箇所の載荷盛土が施工されており,真空圧密工法は敦賀側の鳥浜②載荷盛土で採用されている.この載荷盛土位置の地盤は、図-1に示したように非常に軟弱な粘性土および腐植土(N値0~1程度)がGL-40m付近まで厚く堆積しているため、プラスチックボードドレーン(1.2m×1.2m正方配置)がGL-34m

まで打設されていた.しかし、その後の検討 から工程に余裕がないことが判明したため 真空圧密工法を追加採用しており,真空圧密 用ドレーンを砂層(As3 層)の上部 GL.-16 ~-20m 付近まで追加で打設している<sup>2)</sup>. 図-2 は、解析に用いたメッシュ図である. 地盤部 分のメッシュは、ボーリング調査結果とプラ スチックボードドレーン打設時のオシログ ラフ分析結果から設定<sup>3)</sup>しており,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 10m を超える大規模な沈下 の影響を考慮した.施工履歴は、1 層 30cm の敷均し・転圧に合わせて盛土要素を追加す ることで表現している. 表-1 は, 解析に用い た材料パラメータである. 材料パラメータは 室内試験結果を基に設定4)しており,盛土お よび砂礫層は線形弾性モデル,粘性土および 腐植土は特異点 5)の影響を考慮して Expanded 関ロ・太田モデル<sup>6</sup>を用いた. 真空





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㈱技術研究所 Tel 03-3977-2355 Fax 03-3977-2251

-467-

		単位体積重量	限界応力比	圧縮指数	非可逆比	ダイレイタンシー係数	先行圧密圧力	静止土圧係数	間隙比	ポアソン比	e-lnkの傾き	透水係数
土質		$\gamma_t$	М	λ	Λ	D	σ <sub>v0</sub>	K <sub>0</sub>	e <sub>0</sub>	ν'	$\lambda_k$	k
		$(kN/m^3)$					$(kN/m^2)$					(m/day)
盛土		18.6		弾性係数 E=11800 (kN/m <sup>2</sup> )							-	8.64E+00
沖積粘土層	Ac1	13.2	1.20	0.614	0.721	0.092	35.7	0.500	3.000	0.333	0.434	3.46E-04
沖積腐食土層	Apt1	11.0	2.00	0.771	0.793	0.068	41.4	0.250	3.500	0.200	0.434	5.18E-04
沖積粘土層	Apt3	12.6	2.00	0.771	0.793	0.080	109.9	0.500	2.800	0.200	0.304	5.18E-04
沖積砂層	As3	18.6	弾性係数 E=9810 (kN/m <sup>2</sup> )							0.333	-	8.64E-01
沖積腐食土層	Apt5	14.0	2.00	0.497	0.739	0.061	200.0	0.250	2.000	0.200	0.304	1.73E-04
沖積砂層	As4	18.6	弹性係数 E=9810 (kN/m <sup>2</sup> )						0.333	-	8.64E-01	
沖積粘土層	Ac3	18.1	1.20	0.141	0.654	0.035	269.3	0.500	1.200	0.333	0.141	2.59E-04
沖積腐食土層	Apt6	13.8	2.00	0.273	0.782	0.043	122.5	0.250	1.500	0.200	0.217	2.59E-04
沖積砂層	As6	19.6	弹性係数 E=11800 (kN/m <sup>2</sup> )							0.333	-	8.64E-01







圧密工法による改良領域は、拡張マクロ・エレメント法<sup>7)</sup>を用いてモデル化している. なお、設計では真空圧密用 ドレーンが打設されていない砂層(As3 層)より下の地盤は、真空圧が作用しないと仮定していたが、動態観測よ り深部の地盤(G.L.-30m付近)においても-50kPa程度の負圧が確認されていることから、解析では地盤深部のプラ スチックボードドレーンに対しても真空圧を一律に載荷している.

#### 3. 解析結果と動態観測結果の比較

図-3 は、地表面沈下計,層別沈下計,間隙水圧計および地中変位計による動態観測結果と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、沈下量、 過剰間隙水圧および水平変位量の解析結果は、動態観測結果と非常によく一致しており、実施したFEM 解析が非 常に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向笠地区の鳥浜②載荷盛土に対して FEM 解析を実施し、動態観測結果の比較を行った事例について紹介した.解析結果は、動態観測による変形量や間 隙水圧を高い精度で再現できており、FEM 解析で設定した地盤や真空圧密のモデル等の有効性が確認できた.

#### 【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:超軟弱地盤上の載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載荷盛土の施工事例,第65回土木学会年次学術講演会(投稿中),2010.3) 久保大輔, 平田昌史,中山泰起,福田淳,山田耕一,川井田実:オシログラフを利用した軟弱地盤における砂層位置の推定,第65回土木学 会年次学術講演会(投稿中),2010.4) 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) 竹山智英,太田秀樹,飯塚敦,Pipatpongsa Thirapong,大野進太郎:関口・太田モデルにおける特異点処理法,第3回地盤工学会,関東支部研究発表会講演集,pp.313-317,2006. 6) 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.407-414,2006.7) 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バーチカルドレ ーン打設地盤のFEM 解析,応用力学論文集,Vol.13(投稿中),2010.