

## 鉛直ドレーン・真空圧密の改良効果に及ぼす中間砂層の影響

真空圧密 パーチカルドレーン マクロエレメント

名古屋大学 国際会員 ○田代むつみ, 山田正太郎, 野田利弘

学生会員 Nguyen Hong Son

中日本高速道路㈱ 山田耕一, 正会員 高平翔, 国際会員 稲垣太浩

### 1. はじめに

著者らは、別報<sup>1)</sup>に示すように、舞鶴若狭自動車道向笠地区の中間砂層を含むピート地盤への真空圧密工法を併用した盛土載荷の事例を対象として、水～土連成有限変形解析コード **GEOASIA**<sup>2),3)</sup>により再現計算を実施した。この結果、著者らが提案したドレーン内の水圧を未知数にとるマクロエレメント法<sup>4)</sup>は、地盤各層の透水性に応じた間隙水圧の変化や、盛土周辺で広域に発生した沈下も含め、実測結果を概ね再現可能であることを確認した。

本報では、当該地区で行われた鉛直ドレーン打設と真空圧密による地盤改良において、ドレーン改良域を貫く中間砂層が与えた影響を数値解析により検討した結果、中間砂層の存在は盛り立て中の安定増加に寄与したが、この層を通して改良域の外側にも真空圧が伝播したため、周辺地盤を広く沈下させた可能性があることを述べる。

### 2. 解析条件

解析の基本条件は別報<sup>1)</sup>と同様とし、本報ではドレーン改良域を貫く中間砂層の影響を検討するため、図1に示す3種類のケースについて解析を行い比較した。Case0は対象地盤を再現したケースであり、改良域中央を貫く形で2つの砂層(As1, As2層)が存在する。このうち、表層のAs1層は気密シートで2/3の深さまで巻き込まれている。Case1は改良域の外側に遮水壁を設置することを想定して、非排水境界を与えた。またCase2では、As1層As2層をそれぞれ、下部の粘土層(Ac1層、Ac2-1層)に置換し、改良域を貫く中間砂層が存在しない地盤を想定した。各ケースにおいて、別報<sup>1)</sup>の再現解析と同様に、約70kPaで1か月間真空載荷の後、盛土厚8cm/dayの速度で盛土高約8mまで盛土を載荷、その約2か月後に真空を停止して、圧密が終了するまでの一連の解析を実施した。

### 3. 解析結果

#### (1) 中間砂層を通した真空圧の伝播

Case1～3について、周辺地盤の沈下の様子を図2に、また真空圧(負の間隙水圧変化)の分布を図3に示す。再現解析を行ったCase0では、気密シートが巻き込まれていないAs1層の下部と、改良域中間部に存在するAs2層の2つの中間砂層を通して、改良域の外側まで広く真空圧が伝播し、周辺地盤は広く沈下した。一方、遮水壁(非排水境界)を設けたCase1や、改良域を貫く中間砂層が存在しないCase2では、周辺地盤に真空圧は伝わっておらず、盛り立て中には周辺地盤で隆起が発生している。以上より、当該地区の周辺地盤の沈下は、中間砂層を通した真空圧の伝播による。

#### (2) 中間砂層による安定増加

中間砂層の存在が、鉛直ドレーン打設と真空圧密工法による地盤改良に与えた影響を調べるため、Case0とCase2において、(真空圧密を併用せず)鉛直ドレーン(PVD)改良のみの場合と、無処理地盤の場合についても、同様の盛土載荷を行い比較した。表-1に、残留沈下(真空停止時に相当する盛立て終了約2か月後からの沈下量)と、盛立終了時の水平変位の最大値を示す。中間砂層が無いCase2の地盤では、地盤改良を何も行わない場合、図-3に示すように、盛り立て中に盛土を貫く円弧滑りが発生した。すなわち、中間砂層の存在は盛り立て中の安定増加に寄与したことが分かる。鉛直ドレーン打設のみでも、残留沈下の低減に加え安定性の確保に効果はあるが、より周辺変位を低減し残留沈下を小さくするためには、真空圧密を併用することは効果的である。

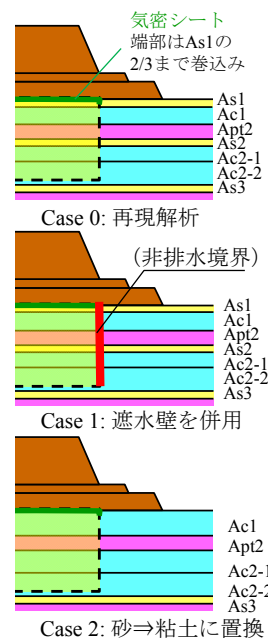


図1 比較ケース

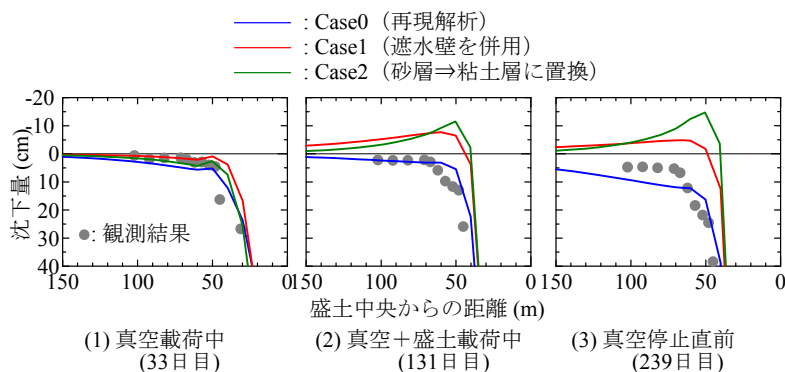
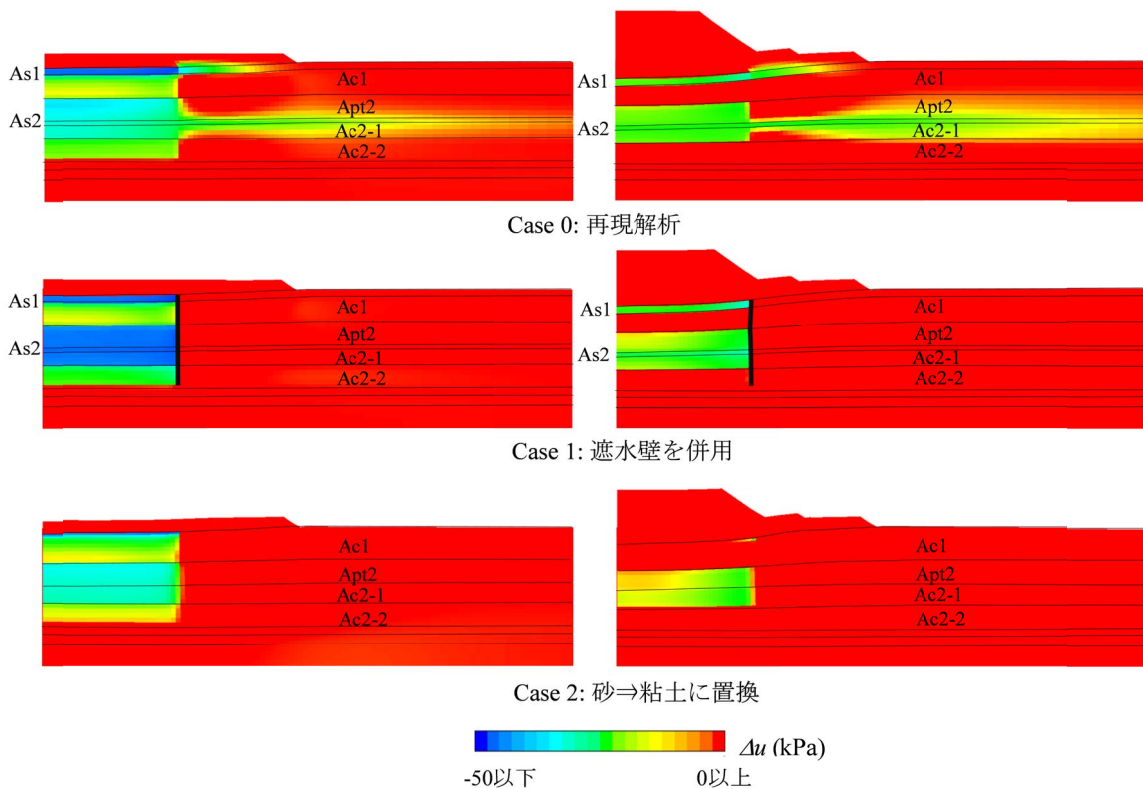


図2 周辺地盤の沈下



(1) 真空荷中 (33 日目)

(2) 真空+盛土荷中 (131 日目)

図 2 真空圧 (負の間隙水圧変化) の分布

表 1 残留沈下と水平変位の最大値

	地盤条件	地盤改良の種類	変形量 (cm)		
			Case 0	Case 2	Case 0
残留沈下 真空停止 (盛立終了 約2か月後 から)	中間砂層 有り	真空+PVD PVDのみ 無処理	36	61	197
	中間砂層 無し	真空+PVD PVDのみ 無処理	73	98	×滑り破壊
水平変位 最大値 (盛立終了時)	中間砂層 有り	真空+PVD PVDのみ 無処理	43	66	80
	中間砂層 無し	真空+PVD PVDのみ 無処理	52	104	×滑り破壊

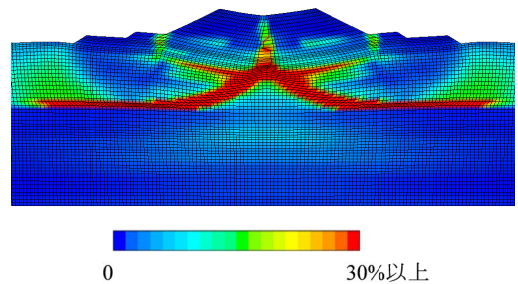


図 3 せん断ひずみ分布  
(Case 2、無処理地盤の場合)

### 3. まとめ

本報で対象とした地盤のように、鉛直ドレーン改良域に中間砂層が存在する場合には、真空圧密を併用することで盛土周辺の地盤を広域にわたり沈下させる可能性があるため注意が必要である。なお、今回は紙面の都合上省略したが、表層が極端に軟弱な地盤を除けば、鉛直ドレーン単独であってもドレーンピッチを密にすることで、安定性の確保と残留沈下の低減には効果があることを、別途行った数値解析により確認している。事前の土質調査により軟弱層の特性や中間砂層の有無等を正しく把握し、地盤条件に応じて地盤改良工法の種類(真空圧密の併用の有無など)とその仕様(ドレーンピッチや打設深度)を適切に選定することが重要であると考えられる。

#### 参考文献

- 1) Nguyen et al. (2014): Evaluation for improvement effect by vertical drains/vacuum consolidation based on mass-permeability concept or proposed macro-element method, 本誌
- 2) Asaoka and Noda (2007): All soils all states all round ..., Int. Workshop on Constitutive Modeling, Hong Kong, China, pp.11-27.
- 3) Noda et al. (2008): Soil-water coupled finite..., S&F, **48**(6), pp.771-790.
- 4) 山田ら(2013): ドレーン内の水圧を未知数にとるマクロエレメント法による..., 第 48 回地盤工学研究発表会, 496.