



IMAGEi
Consultant

株式会社
IMAGEi Consultant

イメージアイ コンサルタント

第6回「PLAXIS + tijモデル」プログラムセミナー

2021年11月15日(月)
オンライン

盛土に伴う基礎地盤の変形特性

(株)IMAGEi Consultant 磯部 有作

AF成分とIC成分の設定の違いによる変形の違いをみる

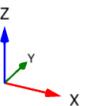
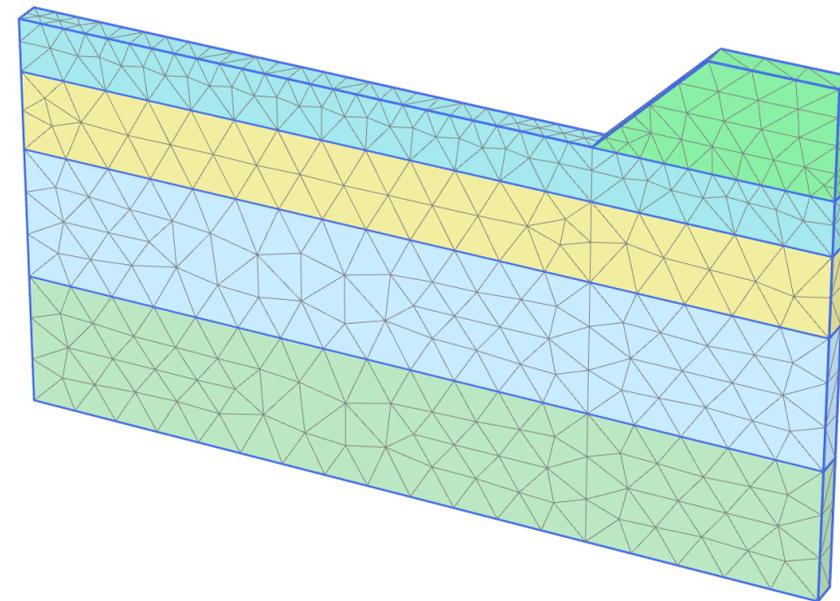
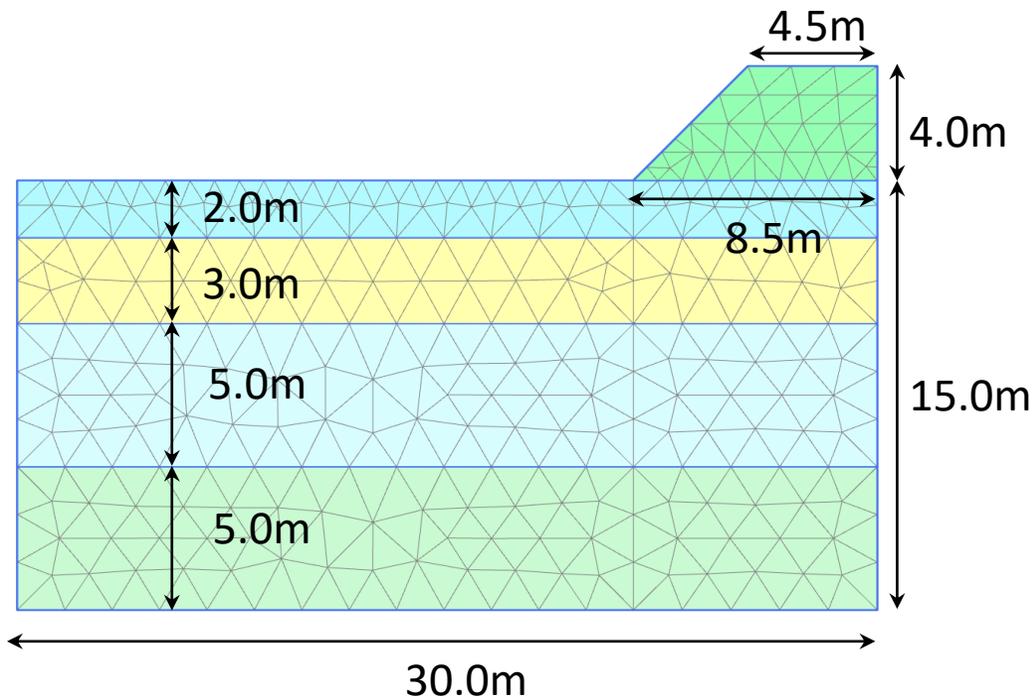
盛土日数：5日（载荷速度としては速い）

盛土完了～放置期間：1000日

基礎地盤：藤ノ森粘土のパラメータ

盛土：単位体積重量15.4 (kN/m³)

PLAXIS3Dを用いているため、奥行きのあるモデルで奥行き方向を拘束した2次元挙動



パラメータ	入力値		
λ	0.090		
κ	0.010		
$N=e_{NC}$ at $p=98\text{kPa}$	0.83		
ν_e	0.20		
β	1.5		
a	100		
k_a	8		
IC成分考慮の有無	Case1 (AF成分のみ)	Case2	Case3
$wgt^{(IC)}$	0.0	1.0	0.5
$powerIC$	0.0	2.0	0.2

※ボンディングは考慮しない検討

塑性ひずみ増分方向の応力経路依存性を二重硬化則を使わずに、単一の降伏曲面の塑性ひずみ増分をtij空間で直交則を満足するAF成分と平均応力の変化による等方的なIC成分に分けられている。

土 - ユーザ定義 - 粘性土4

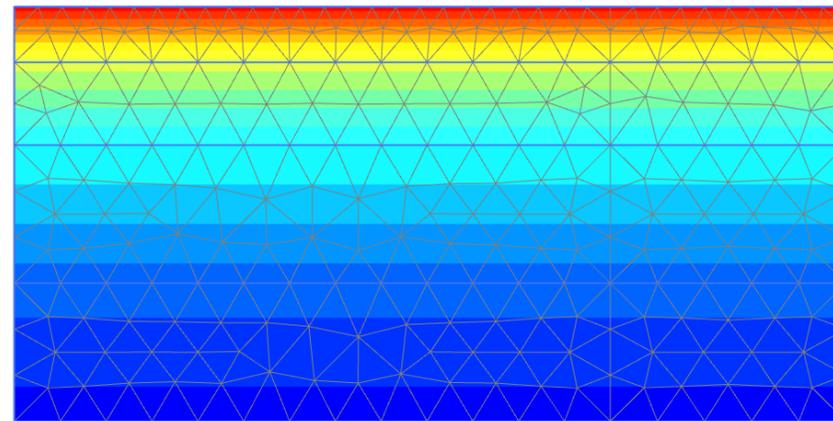
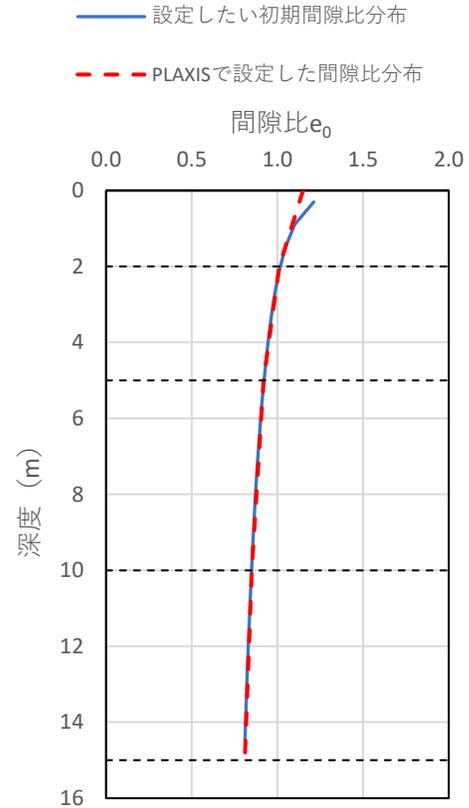
一般 パラメータ 地下水 インターフェース 初期

プロパティ	単位	値
ユーザ定義モデル		
使用するDLLファイル		tij118plaxis64.dll
DLLファイルに含まれるモデル		NoTension/Subloading tij AF+I
パラメータ		
λ		0.09000
κ		0.01000
R_{cs}		3.500
N (void ratio under atm)		0.8300
ν (Poisson ratio)		0.2000
Beta (Shape of yeild surf.)		1.500
e_0 (void ratio under initial)		0.8100
[Density] a		100.0
[Density] k_a		8.000
[Bonding] Q_{s0}		0.000
[Bonding] b		0.000
[Bonding] k_b		0.000
[Unit] Pa (Atmospheric pre: kN/m ²)		98.00
[IC component] wgtIC		1.000
[IC component] powerIC		2.000
[Advanced] SplitStrainFlag (0.000
[Advanced][e_0] e_{0inc}		8.000E-3
[Advanced][e_0] Z_{ref} m		0.000
高度設定		
非排水挙動		

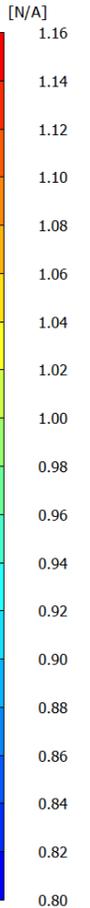
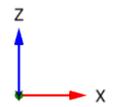
基本設定

初期間隙分布の基本設定

(1) 正規圧密状態の作成 K0=0.5



初期間隙比分布

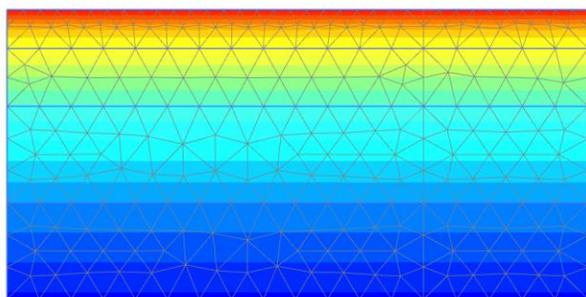
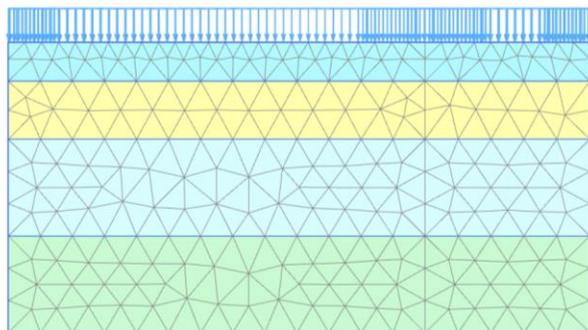


[NoTension/Subloading tij AF+IC(Alt2.)] e_0 (void ratio under initial) (縮尺 0.500 倍)

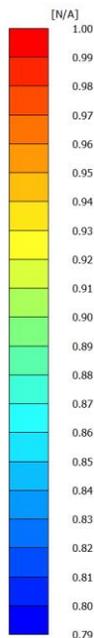
最大値 = 1.150 N/A (要素 212 at 節点 1845)

最小値 = 0.8100 N/A (要素 1667 at 節点 442)

(2) プレロード (プレロード後除荷)
低拘束圧の地表面付近を過圧密状態にする



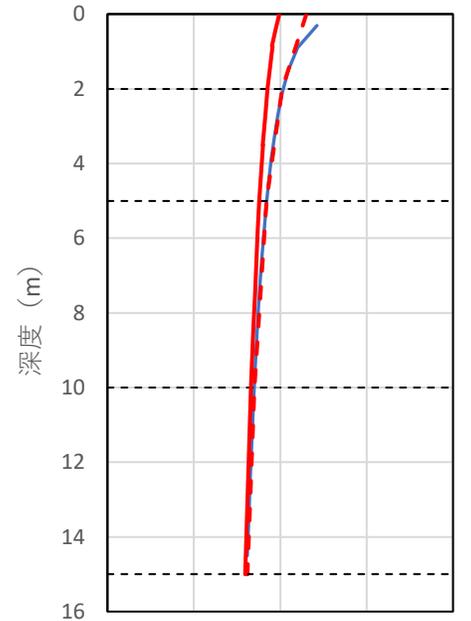
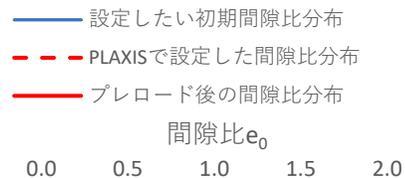
プレロード後の間隙比分布



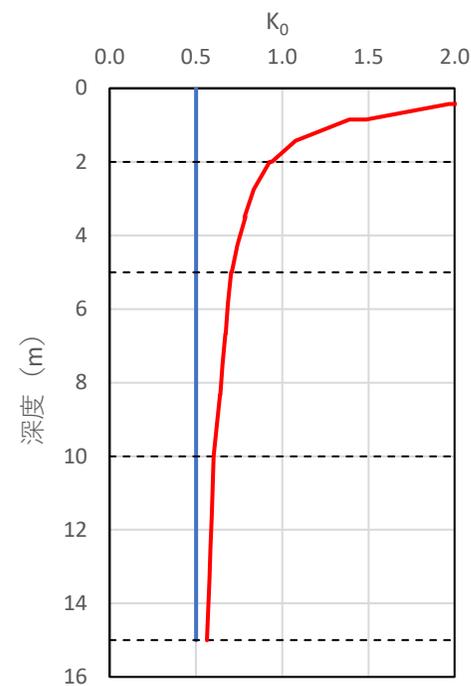
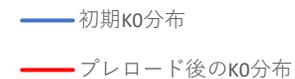
[NoTension/Subloading tij AF+IC(Alt2.)] e(void ratio) (縮尺 5.00 倍)

最大値 = 0.9938 N/A (要素 526 at 節点 556)

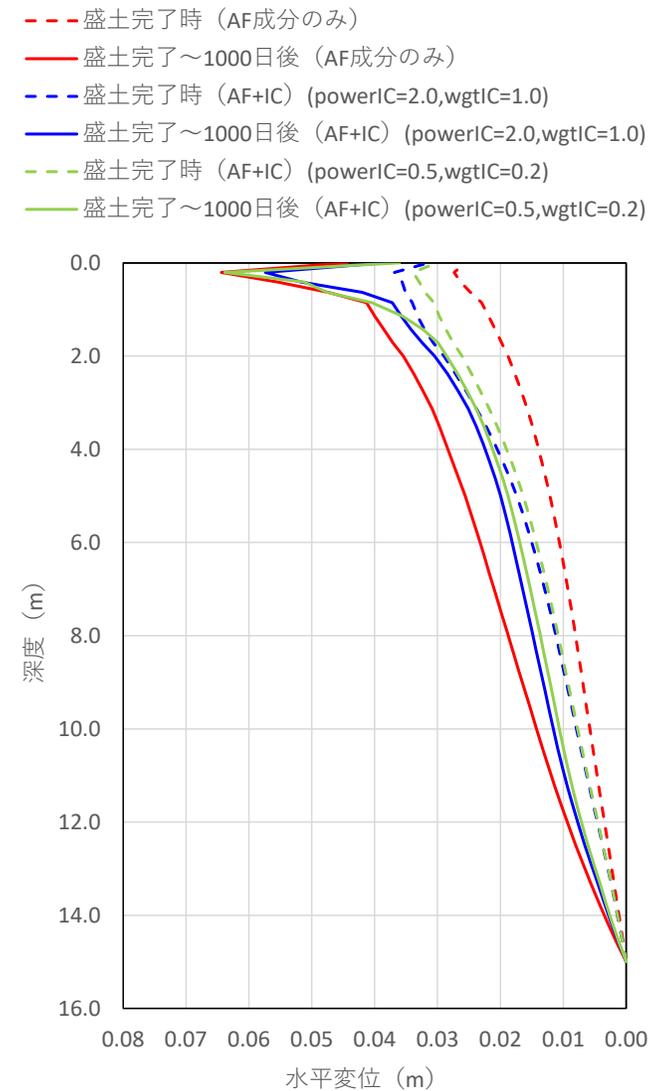
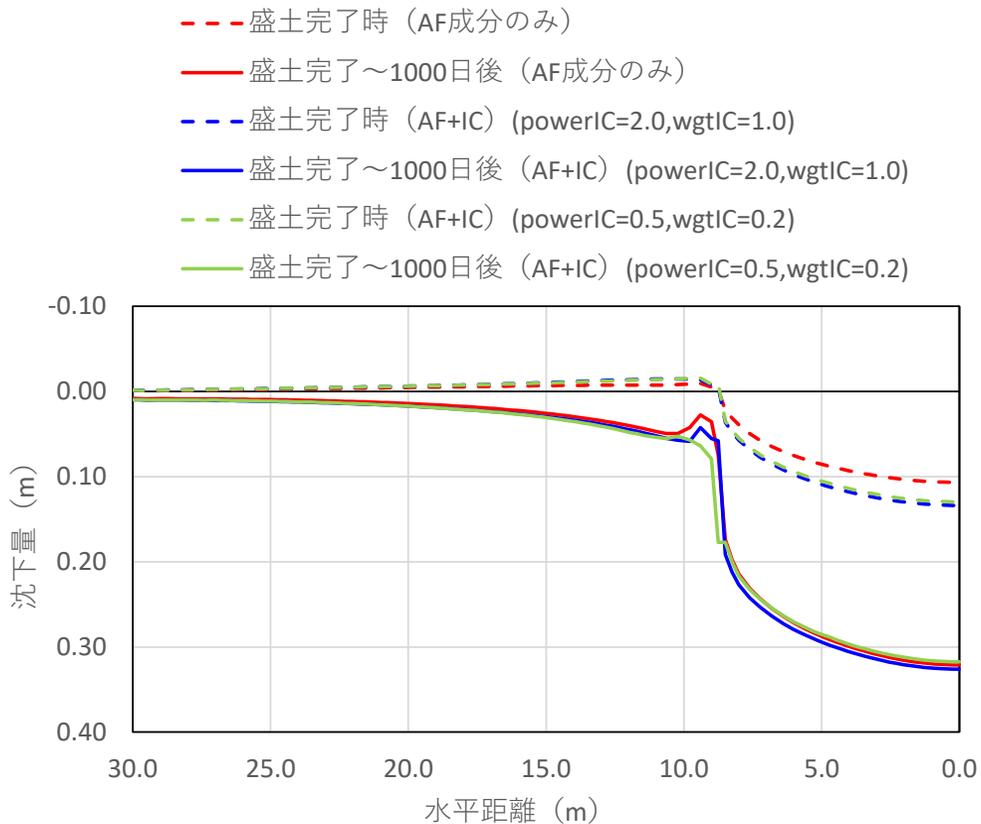
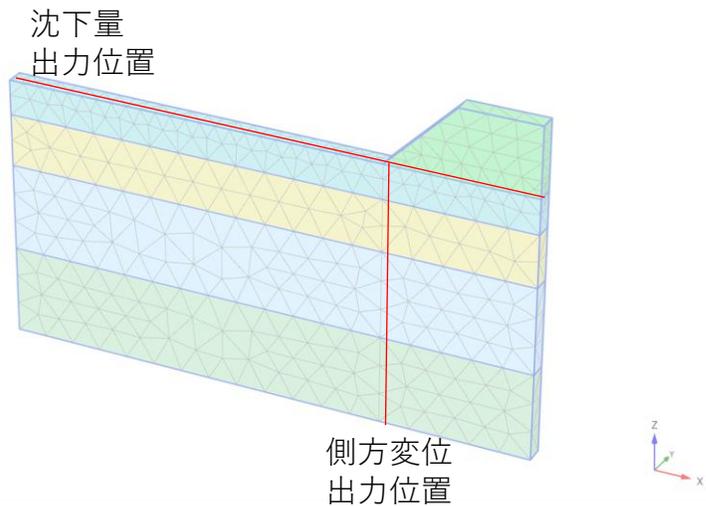
最小値 = 0.7977 N/A (要素 1667 at 節点 2089)



間隙比分布

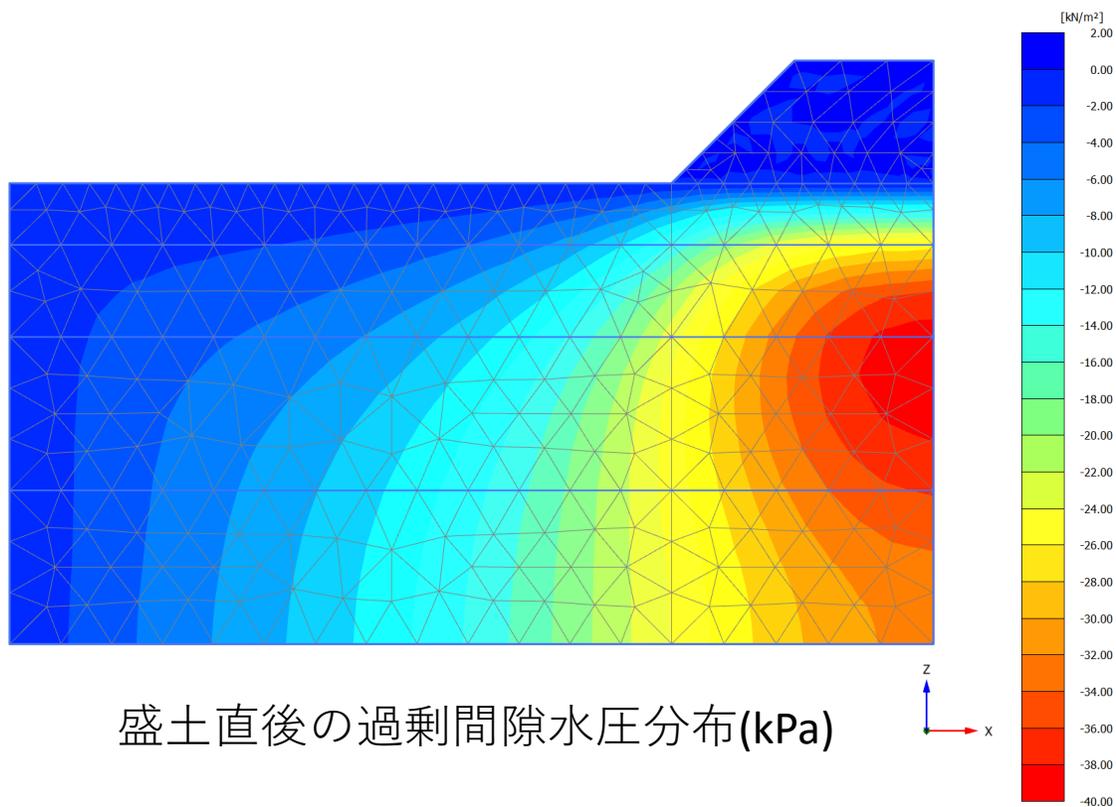


K0分布

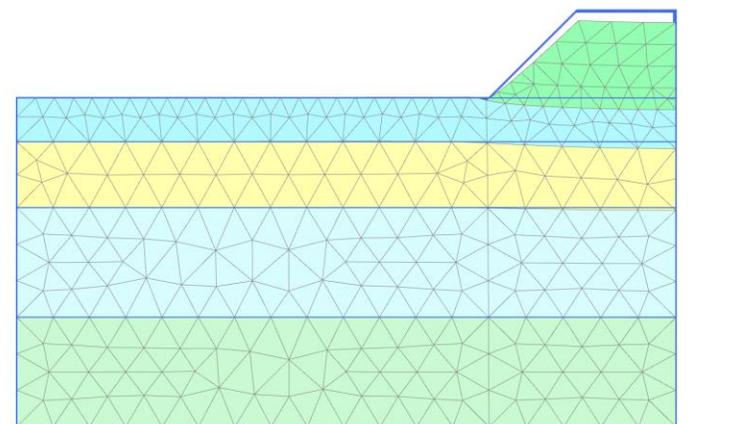


法尻直下の側方変位深度分布

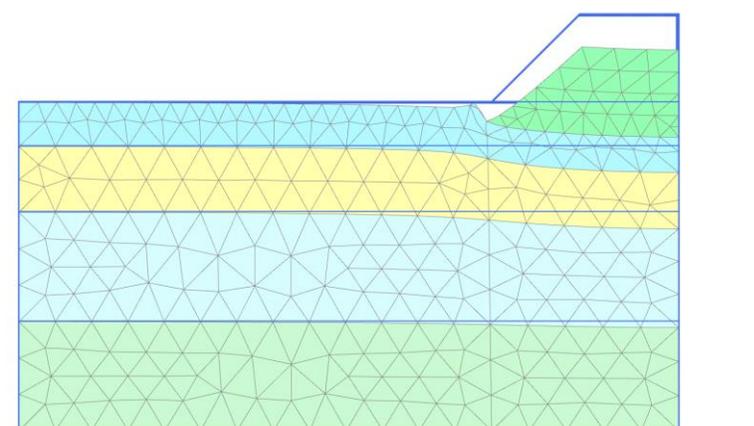
Case1

AF成分のみ($wgt^{(IC)}=0.0$, $power^{IC}=0.0$)

盛土直後の過剰間隙水圧分布(kPa)

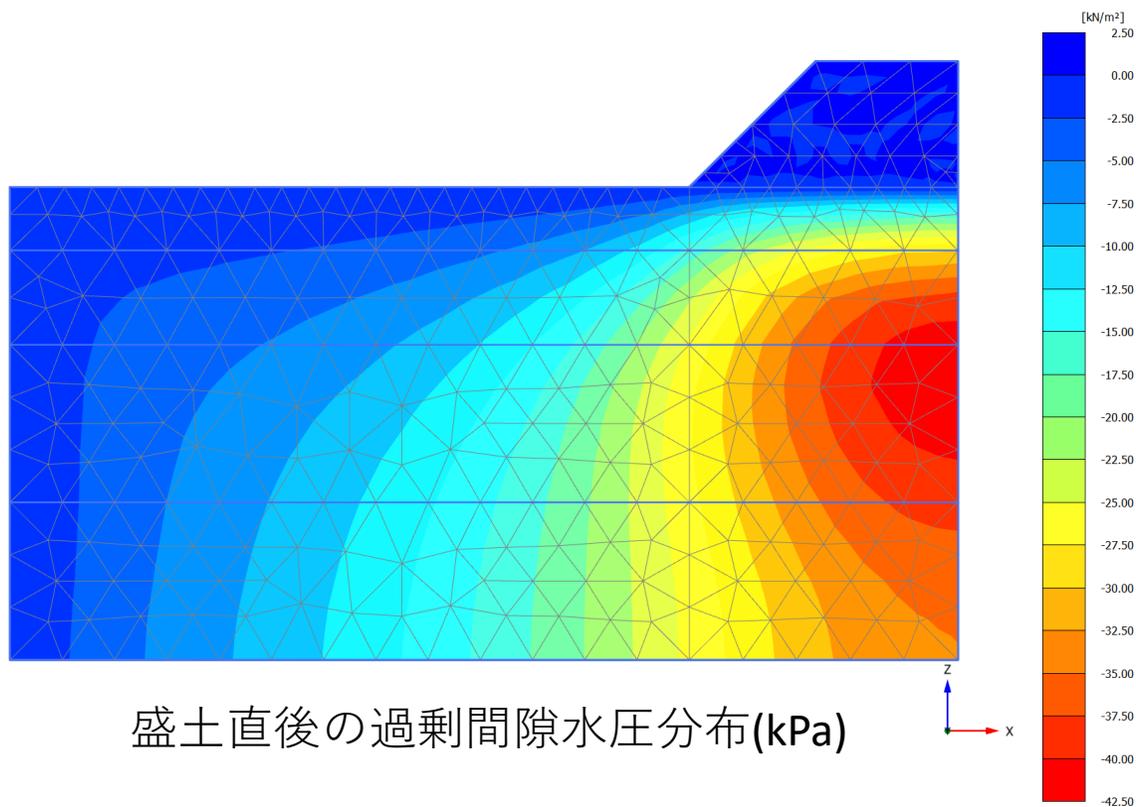


盛土直後の変形図 (表示倍率5倍)

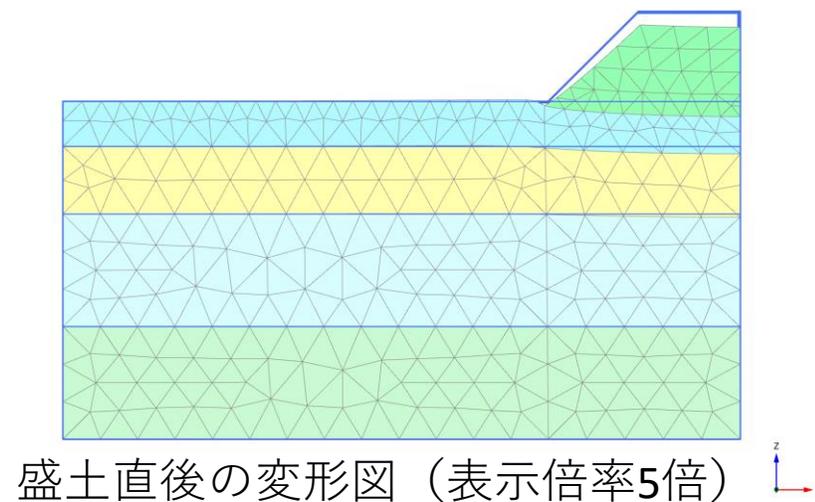


過剰間隙水圧消散後の変形図 (表示倍率5倍)

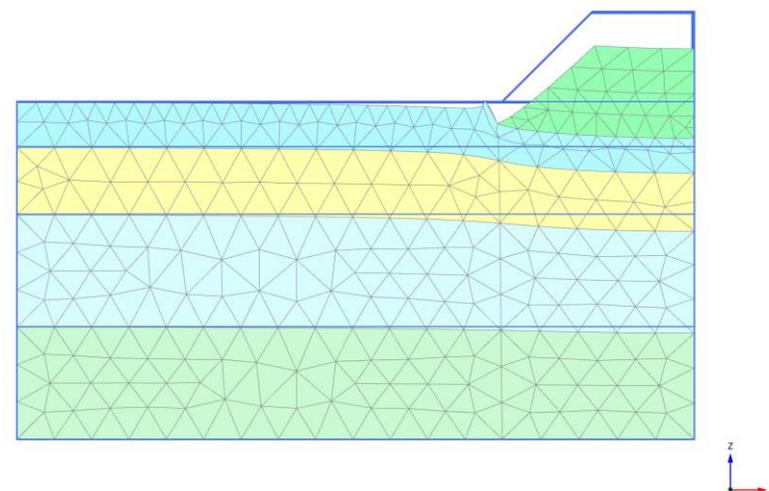
Case2

AF+IC ($wgt^{IC}=1.0$, $powerIC=2.0$)

盛土直後の過剰間隙水圧分布(kPa)

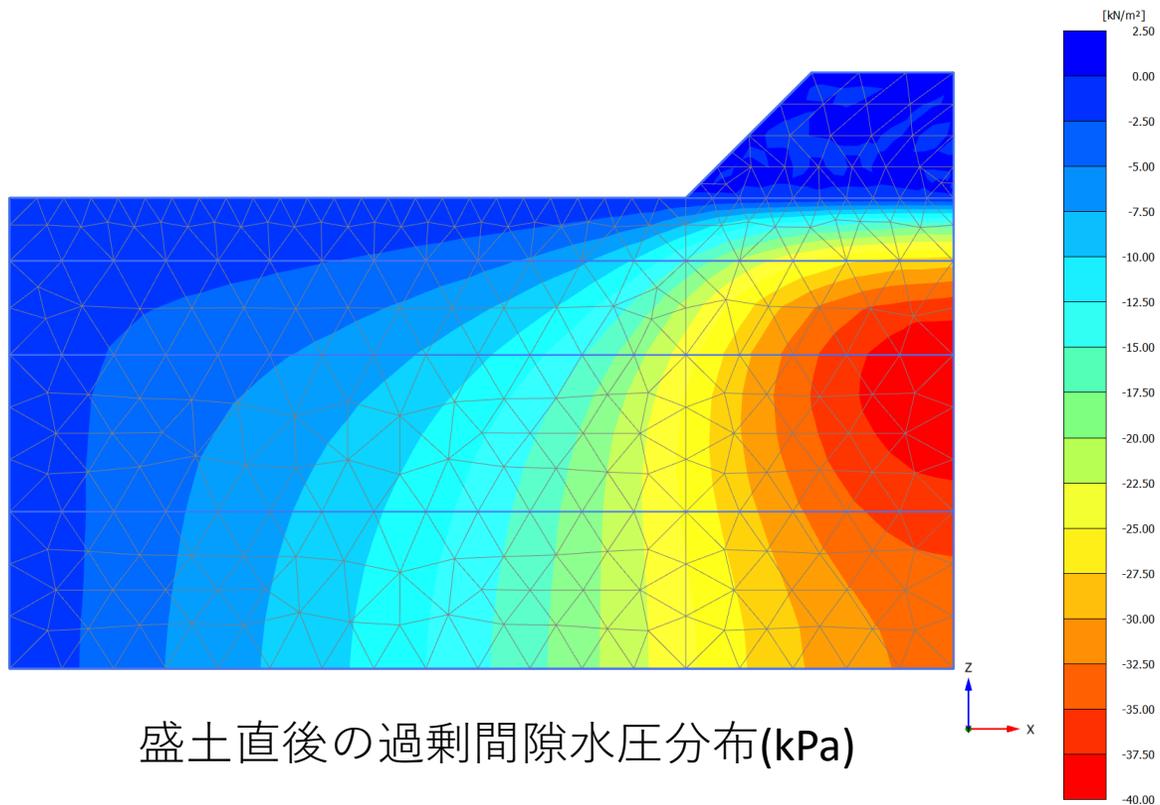


盛土直後の変形図 (表示倍率5倍)

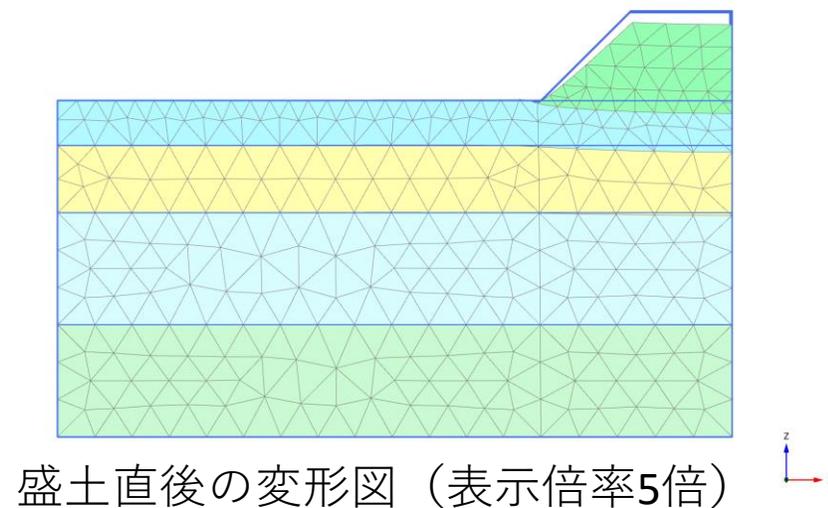


過剰間隙水圧消散後の変形図 (表示倍率5倍)

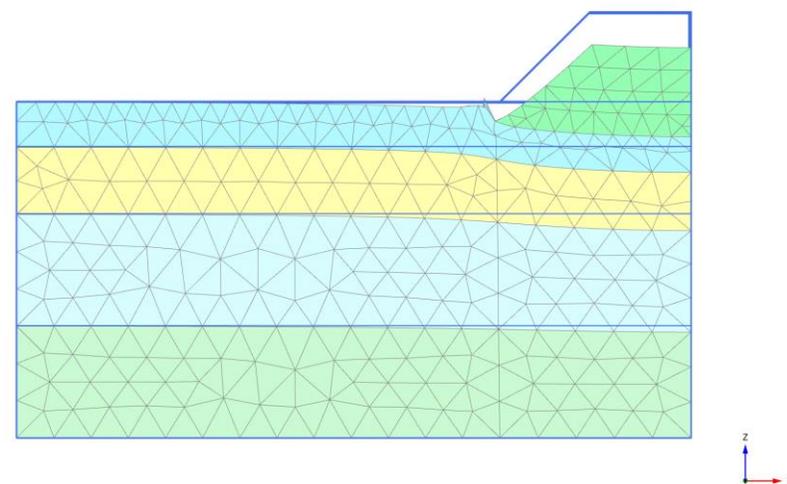
Case3

AF+IC ($wgt^{IC}=0.2, powerIC=0.5$)

盛土直後の過剰間隙水圧分布(kPa)



盛土直後の変形図 (表示倍率5倍)



過剰間隙水圧消散後の変形図 (表示倍率5倍)

参考
解析コード「FEMtij-2D」と比較
16th ARC, A simple method to describe stress path dependency of plastic flow

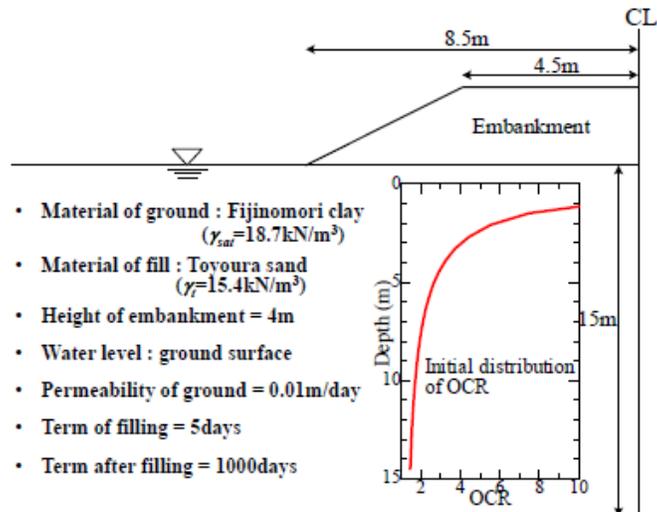


Fig. 9 Layout for the simulation of embankment

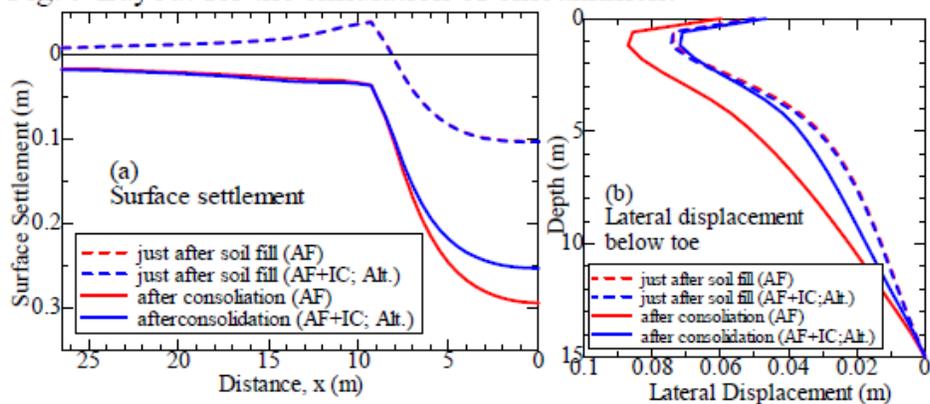
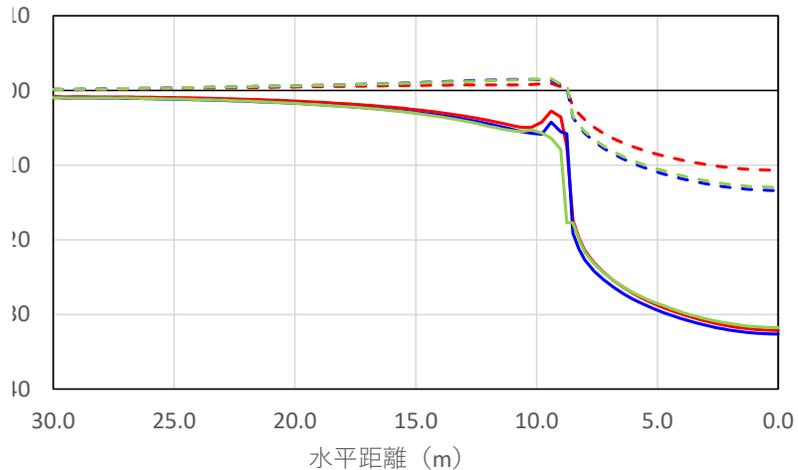
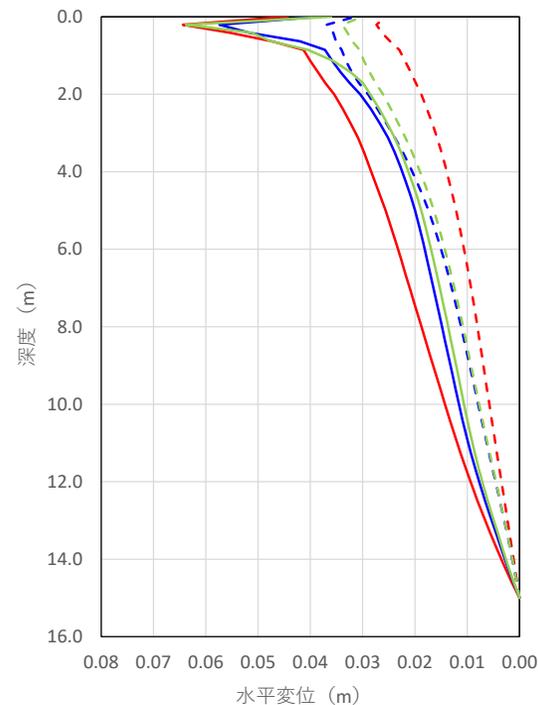


Fig. 10 Simulation results of the base ground of the embankment

- 盛土完了時 (AF成分のみ)
- 盛土完了～1000日後 (AF成分のみ)
- 盛土完了時 (AF+IC) (powerIC=2.0,wgtIC=1.0)
- 盛土完了～1000日後 (AF+IC) (powerIC=2.0,wgtIC=1.0)
- 盛土完了時 (AF+IC) (powerIC=0.5,wgtIC=0.2)
- 盛土完了～1000日後 (AF+IC) (powerIC=0.5,wgtIC=0.2)



- 盛土完了時 (AF成分のみ)
- 盛土完了～1000日後 (AF成分のみ)
- 盛土完了時 (AF+IC) (powerIC=2.0,wgtIC=1.0)
- 盛土完了～1000日後 (AF+IC) (powerIC=2.0,wgtIC=1.0)
- 盛土完了時 (AF+IC) (powerIC=0.5,wgtIC=0.2)
- 盛土完了～1000日後 (AF+IC) (powerIC=0.5,wgtIC=0.2)



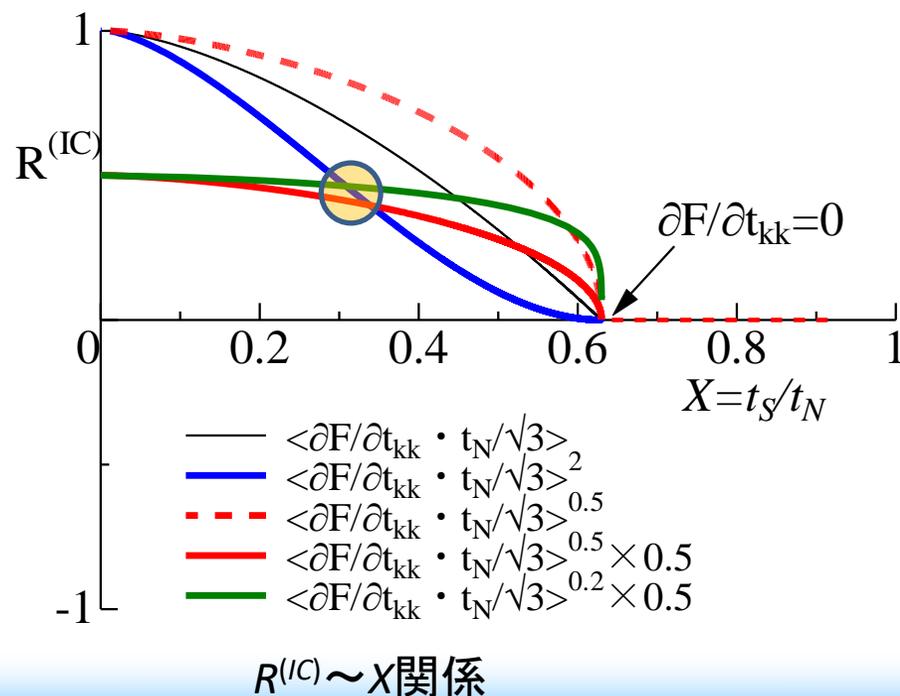
- ✓ 初期状態の作り方が重要である。特に間隙比や K_0 値などに気を付ける必要がある。
- ✓ 今回の事例では、AF成分、IC成分のパラメータの違いによる感度は小さかった。過圧密地盤となっていたため、影響が小さいと考えられる。
正規状態に近い地盤についても今後検討して知見を蓄積していく。
- ✓ 今後の課題として、初期応力の作成について検討する必要がある。
- ✓ 載荷速度の違いによる検討

(これらの課題については、tij地盤解析研究会 WG2：盛土・支持力WGで検討予定)

IC成分の評価法

$$\bullet d\varepsilon_{ij}^p = \underbrace{\Lambda \frac{\partial F}{\partial t_{ij}} - \frac{R^{(IC)}}{h^{p(IC)}} \frac{dt_N}{t_N} \frac{\partial F}{\partial t_{ij}}}_{(AF)} + \underbrace{\frac{R^{(IC)}}{h^{p(IC)}} \frac{dt_N}{t_N} \frac{\delta_{ij}}{3}}_{(IC)} \quad \left(R^{(IC)} = wgt^{(IC)} \left\langle \frac{\partial F}{\partial t_{kk}} \frac{t_N}{\sqrt{3}} \right\rangle^{powerIC} \right)$$

$$\bullet d\varepsilon_v^p = \Lambda \frac{\partial F}{\partial t_{kk}}$$



- IC成分の寄与率によって応力～ひずみ関係がどのように変わるか検討する
- $R^{(IC)}$ が大きいとIC成分の割合が大きくなる
- 正規圧密で(AF)成分だけのケースとIC成分を考慮し $K_0 \approx 0.5$ となる(O印)になる3つのケースとを想定。

Case 1: $wgt^{(IC)}=0$ (AF成分だけ)

Case 2: $wgt^{(IC)}=1.0$ $powerIC=2.0$

Case 3: $wgt^{(IC)}=0.5$ $powerIC=0.5$

Case 4: $wgt^{(IC)}=0.5$ $powerIC=0.2$

- 何れのケースも塑性体積ひずみは同じ
- IC成分は塑性体積ひずみが圧縮の領域だけで考慮