

3次元山留め解析の弾性解析と弾塑性解析による特徴

Oct. 27, 2023

竹原 和夫
JIPテクノサイエンス株式会社
解析ソリューション事業部 東京技術営業部

アジェンダ

- ・ 3次元山留め解析の弾性解析と弾塑性解析による特徴
 1. 解析モデルについて
 2. 弾性解析（PLAXISの線形弾性モデル）と弾塑性解析（PLAXIS+tijモデル）の結果について
 3. 「2. 」と弾塑性解析（PLAXISの弾塑性モデル）の結果について

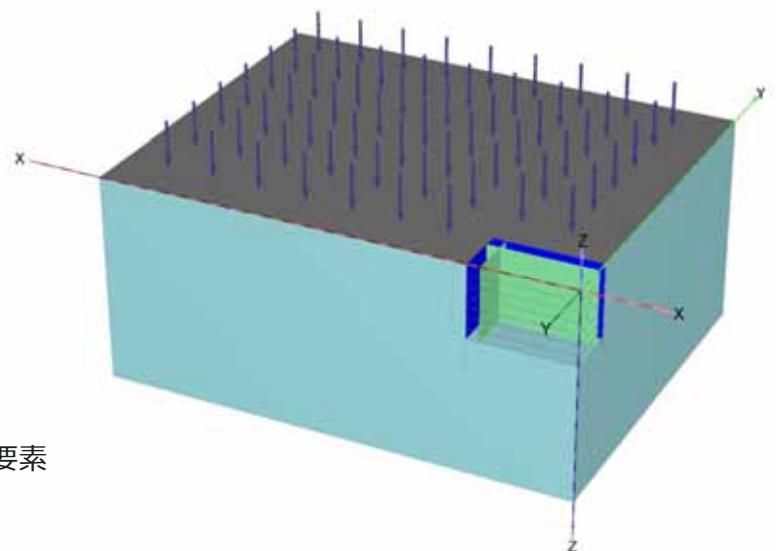
1 . 解析モデルについて

JIPテクノサイエンス株式会社

※参考：PLAXISプログラム体験会資料（2016/7/18）

1 . 解析モデルの概要)

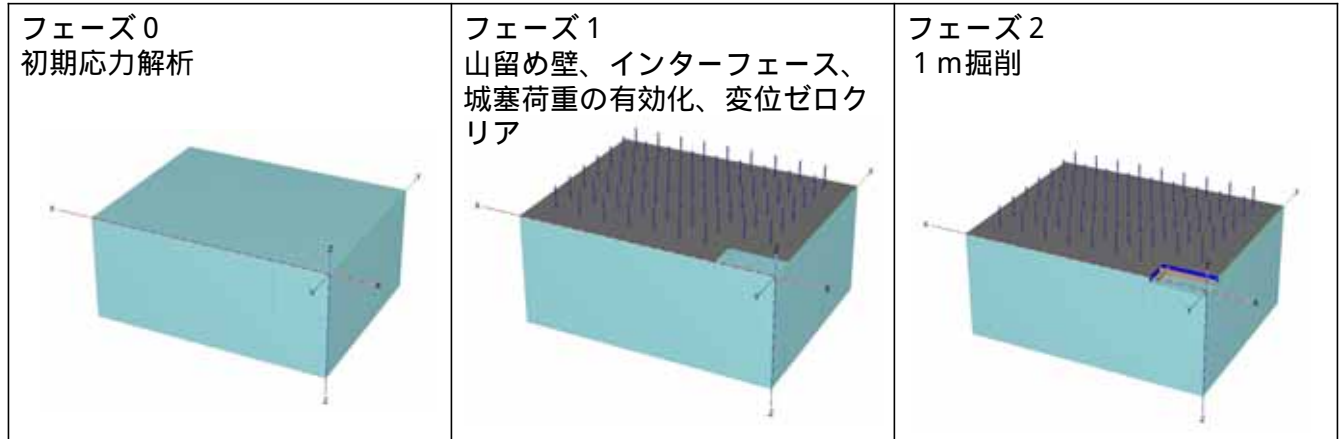
- ・ 掘削範囲：10×20m（モデル化範囲：70×90m）
- ・ 1/4対称モデル
- ・ 掘削深さ：7m
- ・ 段階施工：7段階（1m/段階）
- ・ 山留め壁：板厚1m、高さ10m、根入れ深さ3m
- ・ 上載荷重：20kN/m²
- ・ モデル化 地盤：10節点ソリッド要素
山留め壁：6節点板要素
地盤と山留めの間：12節点インターフェイス要素
- ・ ソフトウェア：PLAXIS 3D 2023.2



JIPテクノサイエンス株式会社

1. 解析モデルの概要

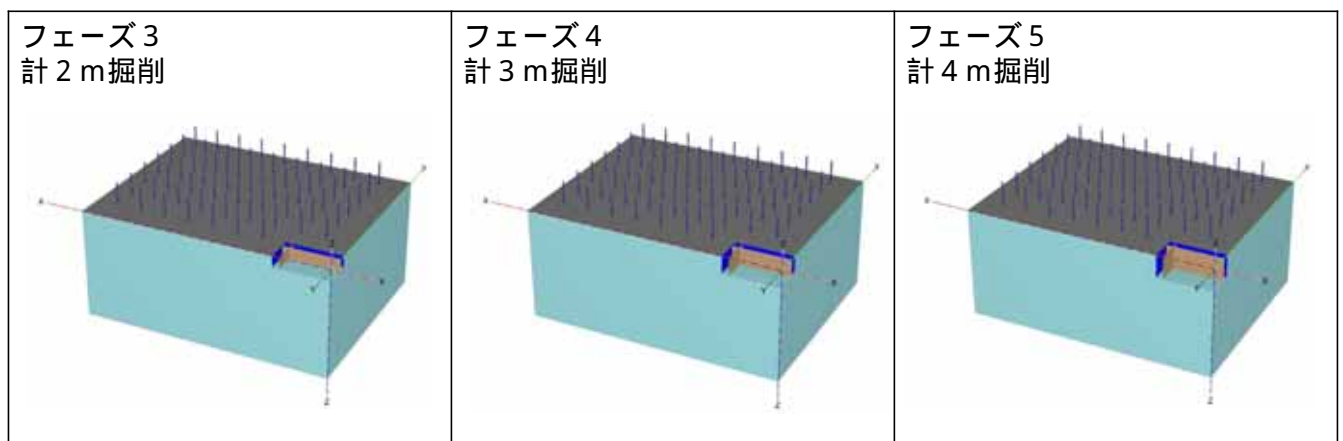
- 解析ステップ (フェーズ0, 1, 2)



JIPテクノサイエンス株式会社

1. 解析モデルの概要

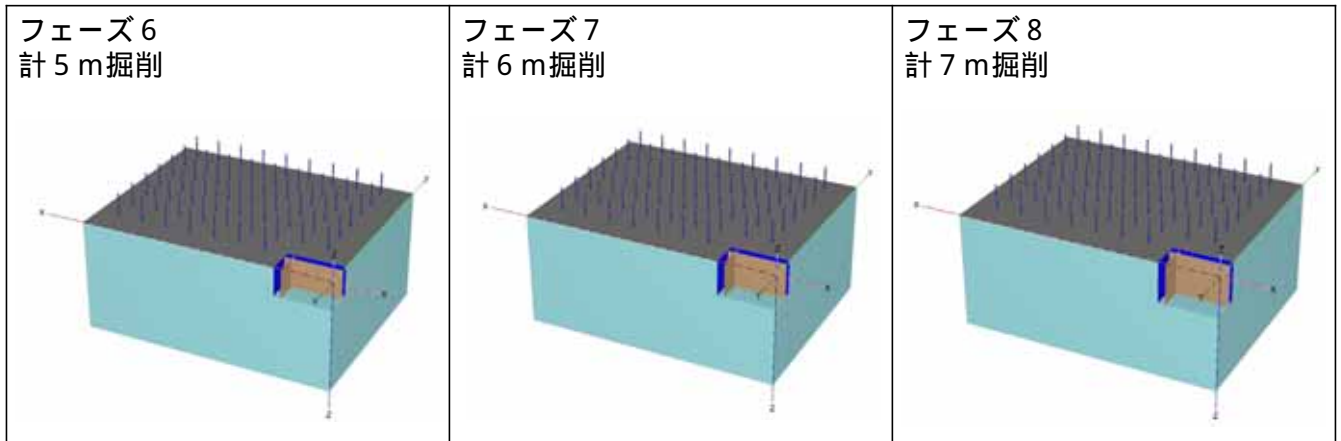
- 解析ステップ (フェーズ3, 4, 5)



JIPテクノサイエンス株式会社

1. 解析モデルの概要

- 解析ステップ (フェーズ6, 7, 8)



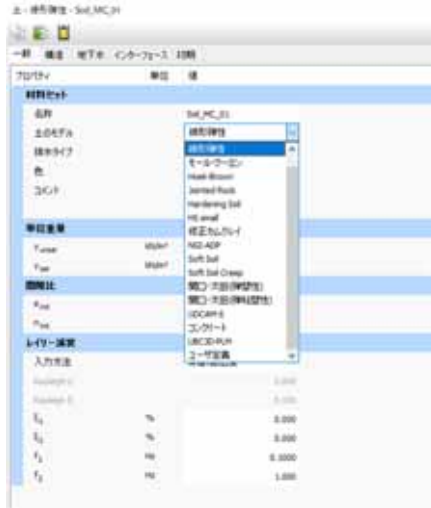
JIPテクノサイエンス株式会社

2. 弾性解析 (PLAXISの線形弾性モデル) と 弾塑性解析 (PLAXIS+tijモデル) の結果について

JIPテクノサイエンス株式会社

PLAXISの線形弾性モデルについて

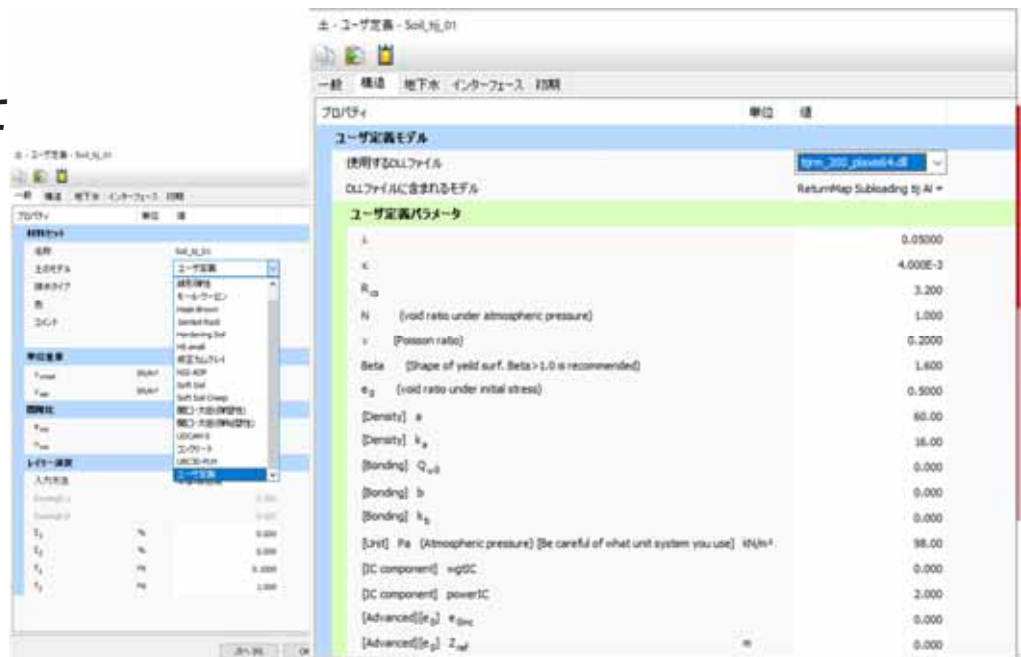
- 土のモデルで「線形弾性」を選択
- E, ν , γ を入力



JIPテクノサイエンス株式会社

PLAXIS+tijモデルについて

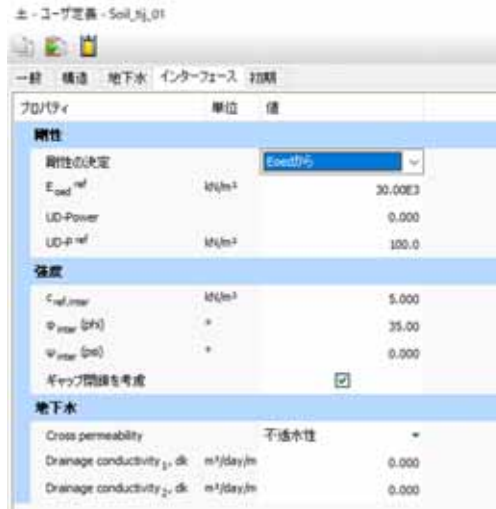
- 土のモデルで「ユーザ定義」を選択
- 使用するDLLファイルで「tijrm_200_plaxis64.dll」(陰解法)を選択
- 豊浦砂のパラメータを利用
- 間隙比 e_0 を0.5とした
- 計算の安定のため、IC成分を0とした



JIPテクノサイエンス株式会社

PLAXIS+ tijモデルについて

- ・ インターフェイスの剛性、強度をモールクーロンモデル
- ・ K0を0.5



JIPテクノサイエンス株式会社

PLAXIS+ tijモデルについて

- ・ インターフェイスの材料モードを「隣接する土」から「カスタム」に変更
- ・ インターフェイスの材料特性はモール・クーロンモデルを利用



デフォルト値



PLAXIS+tijモデル

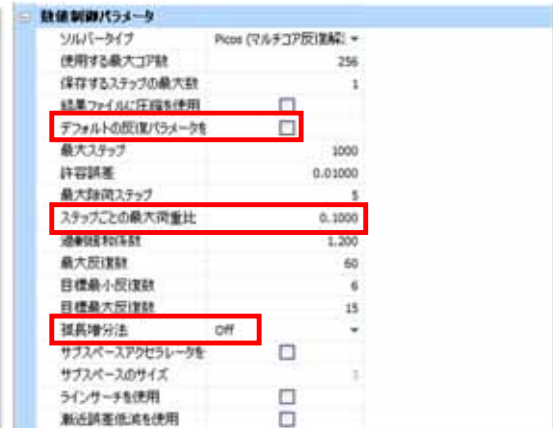
JIPテクノサイエンス株式会社

PLAXIS+tijモデルについて

- ・ 数値制御パラメータを変更
- ・ デフォルトの反復パラメータを利用のチェックを外す
- ・ ステップごとの最大荷重比を0.1にする
- ・ 弧長増分法をOFFにする



デフォルト値



PLAXIS+tijモデル

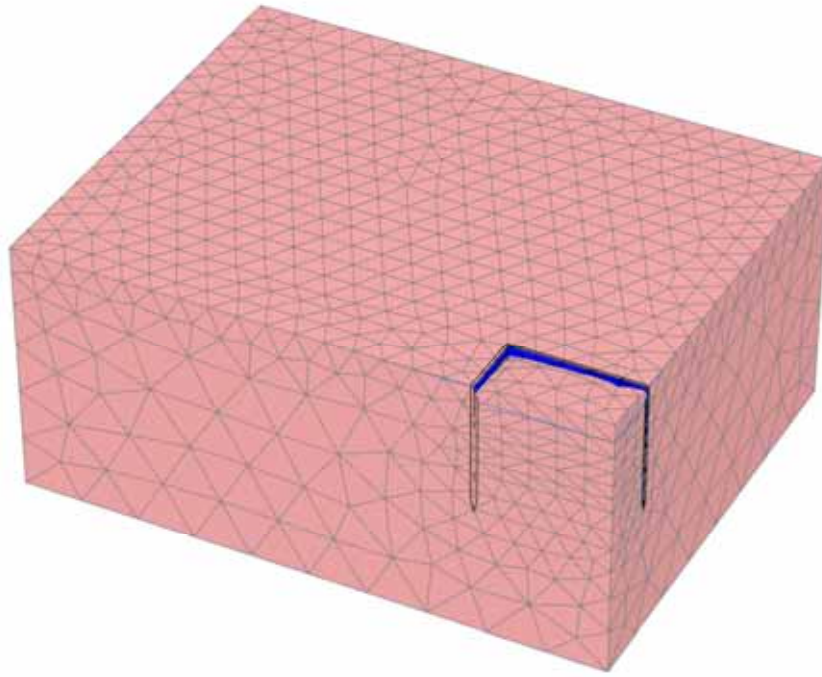
JIPテクノサイエンス株式会社

PLAXIS+tijモデルについて

- ・ PLAXIS+tijモデルでは初期応力解析系のフェーズにモールクーロンモデルを採用
- ・ 掘削ステップからPLAXIS+tijモデルに材料変更

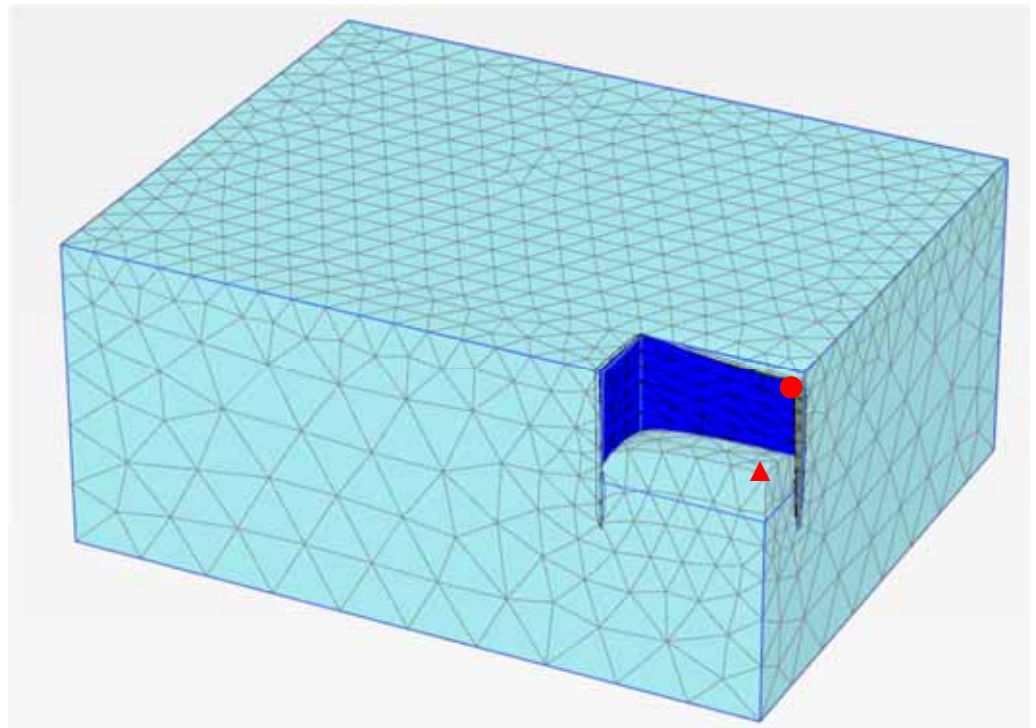
	弾性解析	弾塑性解析
フェーズ0 (初期応力解析)	Linear Elasticモデル	モールクーロンモデル
フェーズ1 (山留め壁、インターフェイス、上載荷重の有効化、変位ゼロクリア)	Linear Elasticモデル	モールクーロンモデル
フェーズ2 (1 m掘削)	Linear Elasticモデル	PLAXIS+tijモデル
フェーズ3 (計2 m掘削)	Linear Elasticモデル	PLAXIS+tijモデル
フェーズ4 (計3 m掘削)	Linear Elasticモデル	PLAXIS+tijモデル
フェーズ5 (計4 m掘削)	Linear Elasticモデル	PLAXIS+tijモデル
フェーズ6 (計5 m掘削)	Linear Elasticモデル	PLAXIS+tijモデル
フェーズ7 (計6 m掘削)	Linear Elasticモデル	PLAXIS+tijモデル
フェーズ8 (計7 m掘削)	Linear Elasticモデル	PLAXIS+tijモデル

JIPテクノサイエンス株式会社



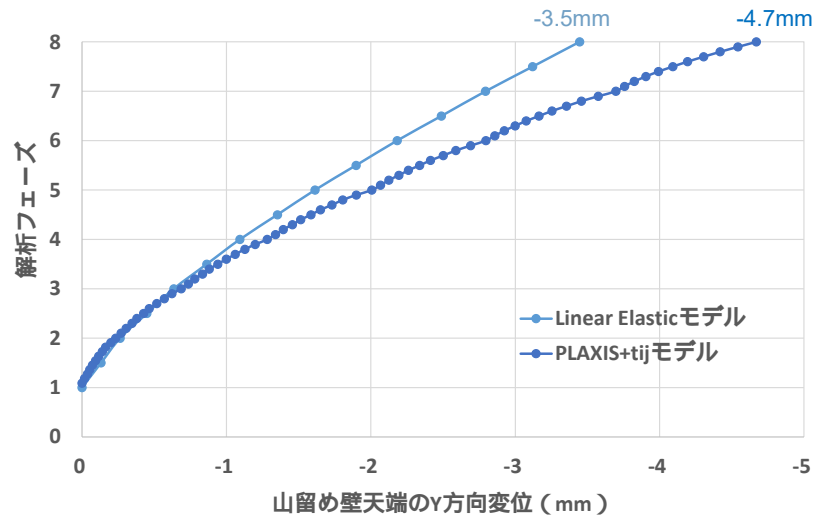
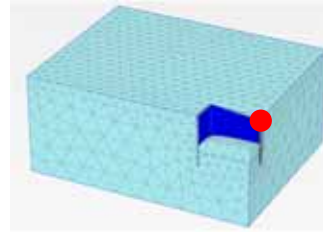
解析結果の整理

- ①山留め壁天端
節点変位 ●
- ②最終根切り底面
節点変位 ▲



解析結果（その1）

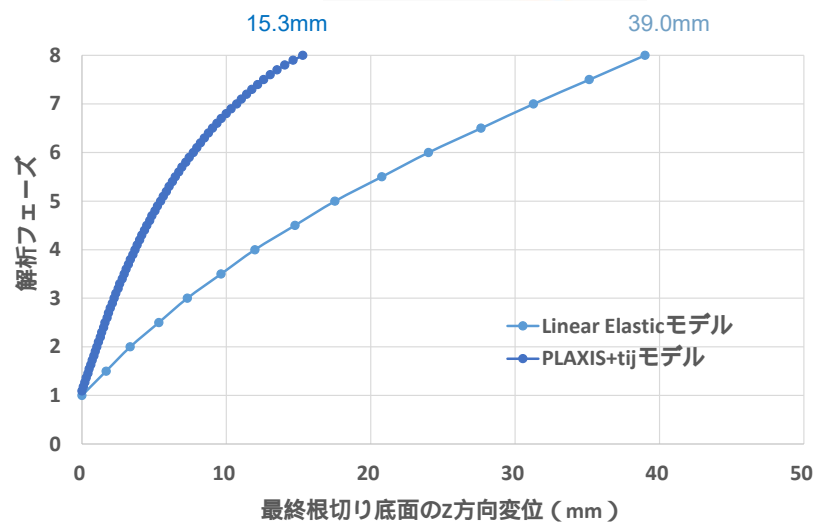
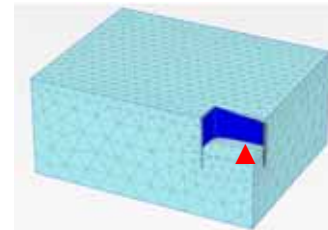
- ・ 横軸
山留め壁天端のY方向変位 (mm)
- ・ 縦軸
解析フェーズ番号
- ・ 最終ステップの変位量
Linear Elastic < PLAXIS+tij



JIPテクノサイエンス株式会社

解析結果（その2）

- ・ 横軸
最終根切り底面のZ方向変位 (mm)
- ・ 縦軸
解析フェーズ番号
- ・ リバウンド量
Linear Elastic > PLAXIS+tij



JIPテクノサイエンス株式会社

3. 「2.」と弾塑性解析（PLAXISの弾塑性モデル）の結果について

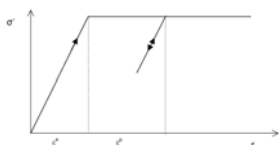
※参考：PLAXISプログラム体験会資料（2016/7/18）

PLAXISの弾塑性モデルについて

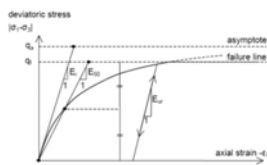
- ・MC, HS, HSsmallは右表に準じた
- ・Rinterは考慮せず、Rigidとした

剛性および剛性低下に関するパラメータ

Analyses	Material Model	E_{ref} (or E_{50}^{ref} or E_{oed}^{ref}) (MPa)	E_{ur}^{ref} (MPa)	p_{ref} (kPa)	m [-]	G_0 (MPa)	$\gamma_{0.7}$ [-]
1	MC	30	-	-	-	-	-
2	HS	30	90	100	0.5	-	-
3	HSsmall	30	90	100	0.5	150	2×10^{-5}



Mohr Coulombモデル



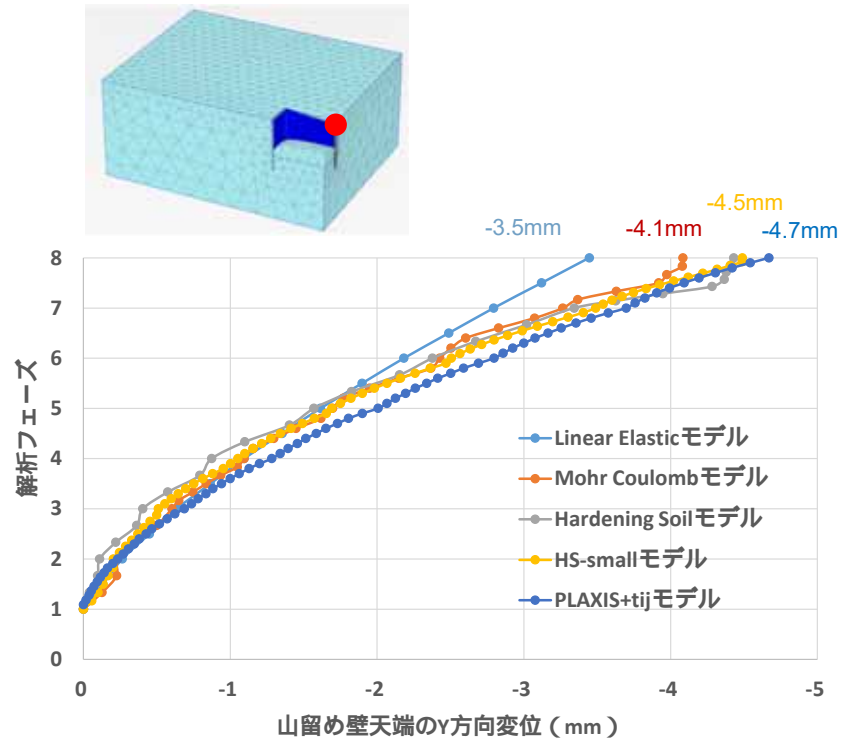
Hardening Soilモデル
HS Smallモデル

強度パラメータと初期状態

Analyses	Material Model	γ (kN/m^3)	c' (kPa)	ϕ' (Deg)	ν (or ν_{ur}) [-]	K_0 [-]	R_{inter}
1	MC	20	5	35	0.3	0.426	0.67
2	HS	20	5	35	0.2	0.426	0.67
3	HSsmall	20	5	35	0.2	0.426	0.67

解析結果（その1）

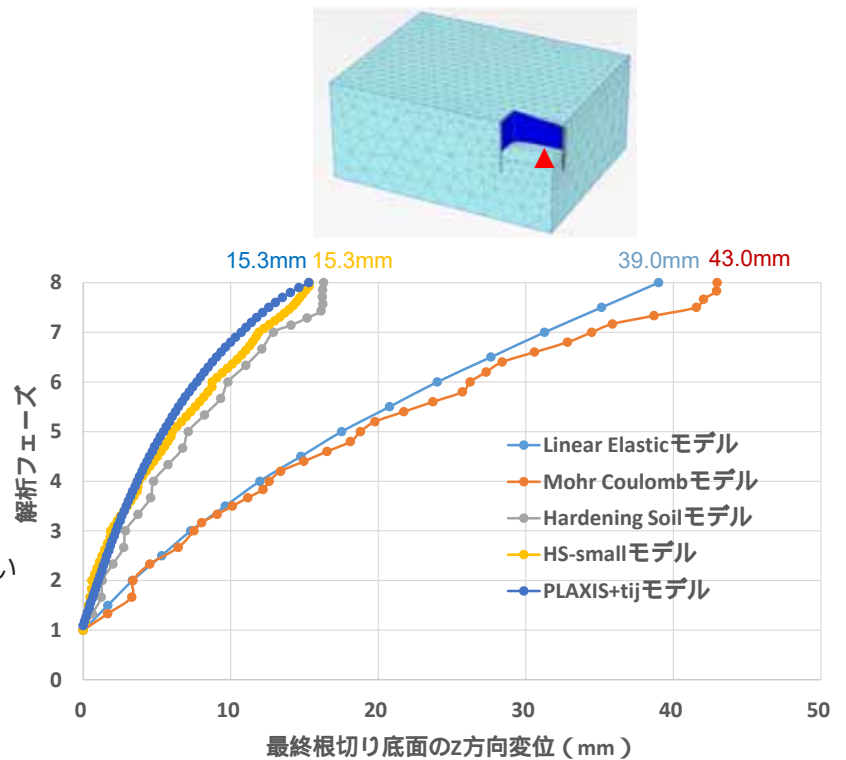
- ・ 横軸
山留め壁天端のY方向変位 (mm)
- ・ 縦軸
解析フェーズ番号
- ・ 変位挙動は全ケースでほぼ同じ
- ・ 最終ステップの変形量は次の通り
LE < MC < HS = HSS < PLAXIS+tij



JIPテクノサイエンス株式会社

解析結果（その2）

- ・ 横軸
最終根切り底面のZ方向変位 (mm)
- ・ 縦軸
解析フェーズ番号
- ・ リバウンド量は、LE、MCが大きい
- ・ HS, HSS, tijのリバウンド量は、LEやMCより小さい
- ・ tijのリバウンド量は、HS, HSSとほぼ同じ



JIPテクノサイエンス株式会社