

大阪府河川構造物等審議会
平成28年度 第1回 大深度地下使用検討部会

【「施設設置による地盤変位」に対する影響について】

2-2. 「施設設置による地盤変位」に対する影響について

検討の背景と目的

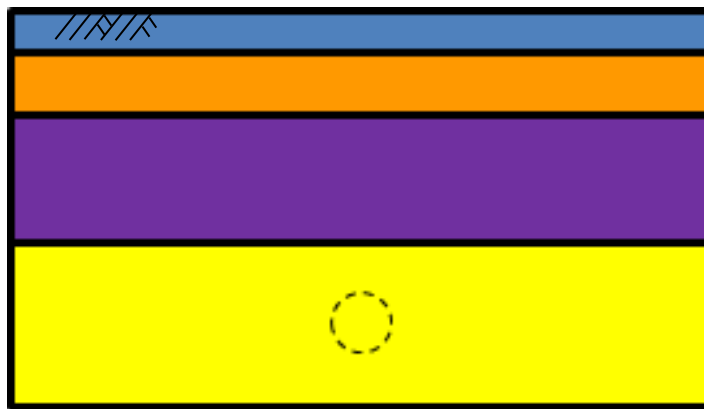
大深度地下使用の認可申請においては、大深度地下の公共的使用に関する基本方針に適合するよう、環境の保全に対する検討を実施する必要があります。ここでは、検討項目の一つである「施設設置による地盤変位」について検討を実施します。

	検討項目	調査・検討方針	環境アセスメントにおける該当項目
1	地下水	三次元浸透流解析による、地下水位・水圧低下による取水障害・地盤沈下、地下水の流動阻害、地下水の水質への影響検討を実施する。	地下水
2	施設設置による地盤変位	地盤変位解析による、施設の設置に伴う地盤の変形・変位の推定、対策工法の検討を実施する。	地盤
3	化学反応	ボーリング調査における土の酸性化試験等に基づき、地下水の弱酸性化、有害ガスの発生、地盤の発熱及び強度低下等について検証を行い、化学反応を生じるおそれのある場合については環境の保全のための措置について検討を実施する。	土壌
4	掘削土の処理	事業特性及び地域特性等の情報により掘削土の概略発生量を対象に調査を行い、環境への影響が著しいものとなるおそれのある場合については、環境の保全のための措置についての検討を行う。さらに、掘削土の搬出経路についても検討する。	廃棄物等
5	その他	特になし	

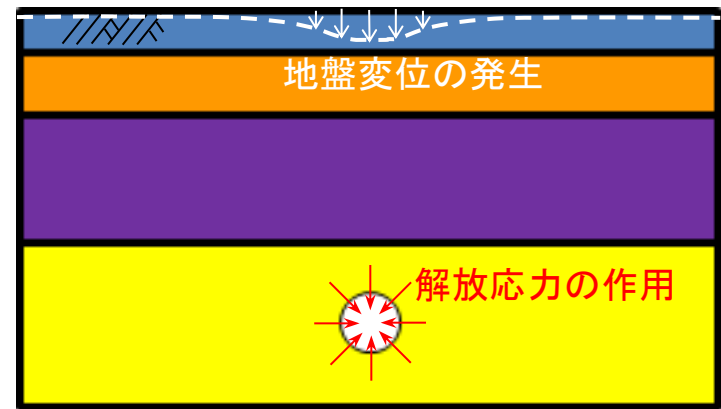
2-2. 「施設設置による地盤変位」に対する影響について

地盤変位解析手法と手順

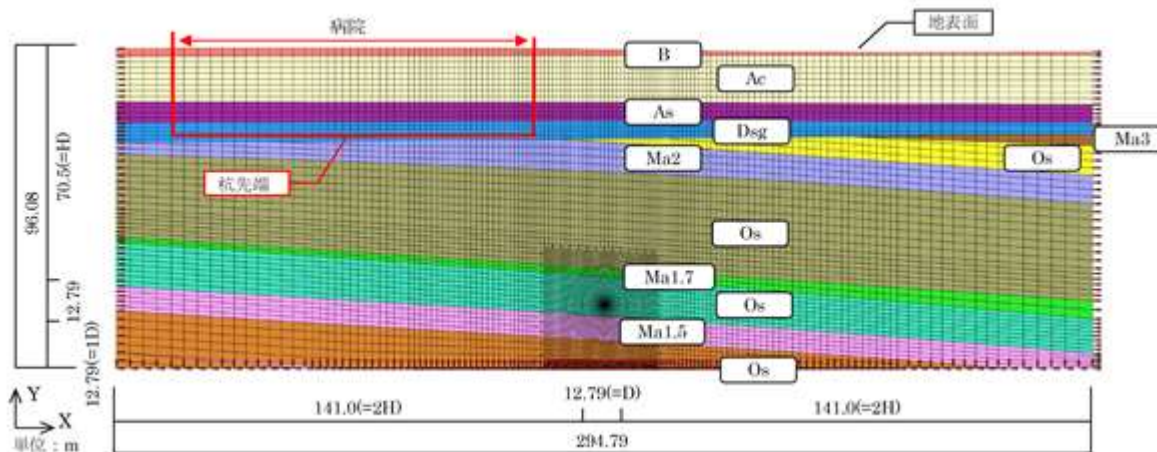
地盤変位解析は、横断方向断面を対象とした2次元FEM解析(弾性解析)により行うこととし、まず掘削前の初期応力解析(ステップ①)を行い、続いて掘削(解放応力)時の地盤変位の算出(ステップ②)を行います。



ステップ①: 初期応力解析



ステップ②: 解放応力時の解析



2次元FEMモデルの一例

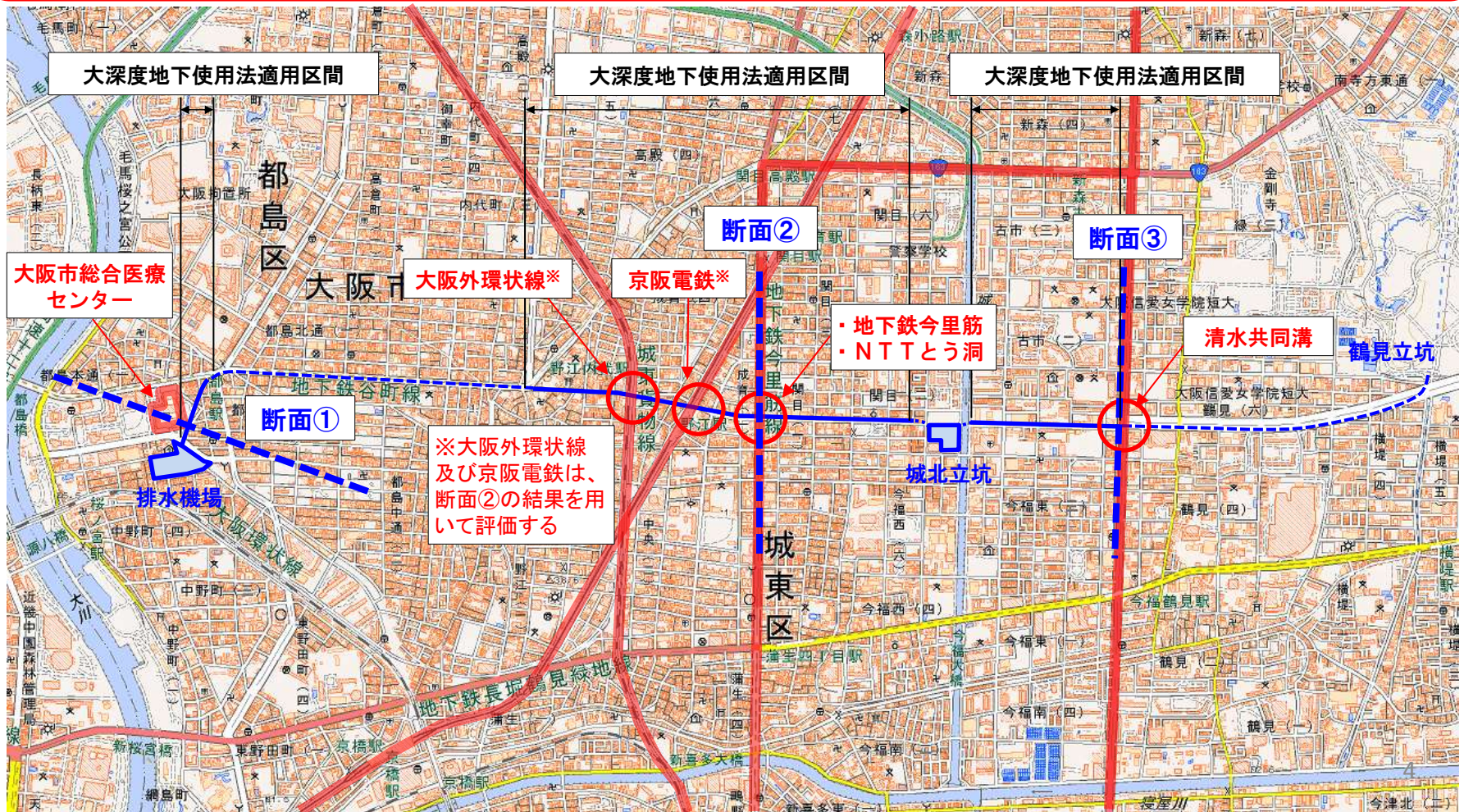
- ・節点数: 約10,000節点
- ・要素数: 約10,000要素

2-2. 「施設設置による地盤変位」に対する影響について

解析断面の選定

解析断面は以下の方針により選定します。

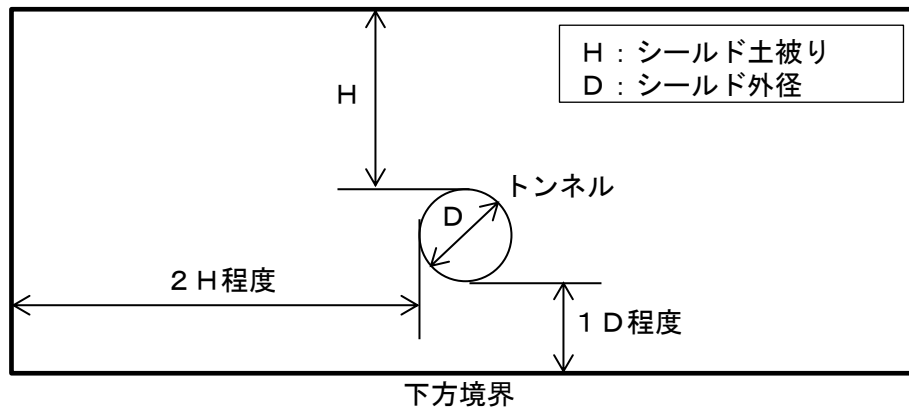
- ①選定対象範囲は、大深度地下使用の法令の適用を受ける区間とする
- ②全体の傾向を把握するために3断面程度選定する
- ③土被りの大きい地中構造物、高層建物への近接箇所とする



2-2. 「施設設置による地盤変位」に対する影響について

解析モデルの設定①

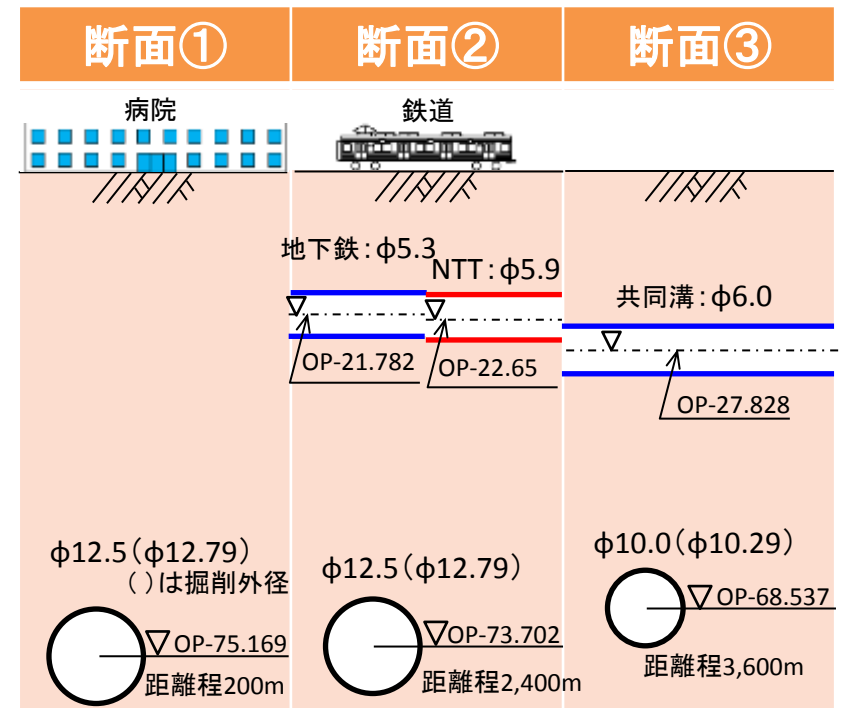
解析領域(モデル化の範囲)については、土木研究所資料に基づき設定します。
地下河川と対象施設の深度については、最も近接する条件で設定します。



解析領域の設定方法※

※建設省土木研究所トンネル研究室:トンネル掘削時地盤変位の予測・対策マニュアル(案),土木研究所資料第3232号,平成6年2月

地下河川と対象施設の深度

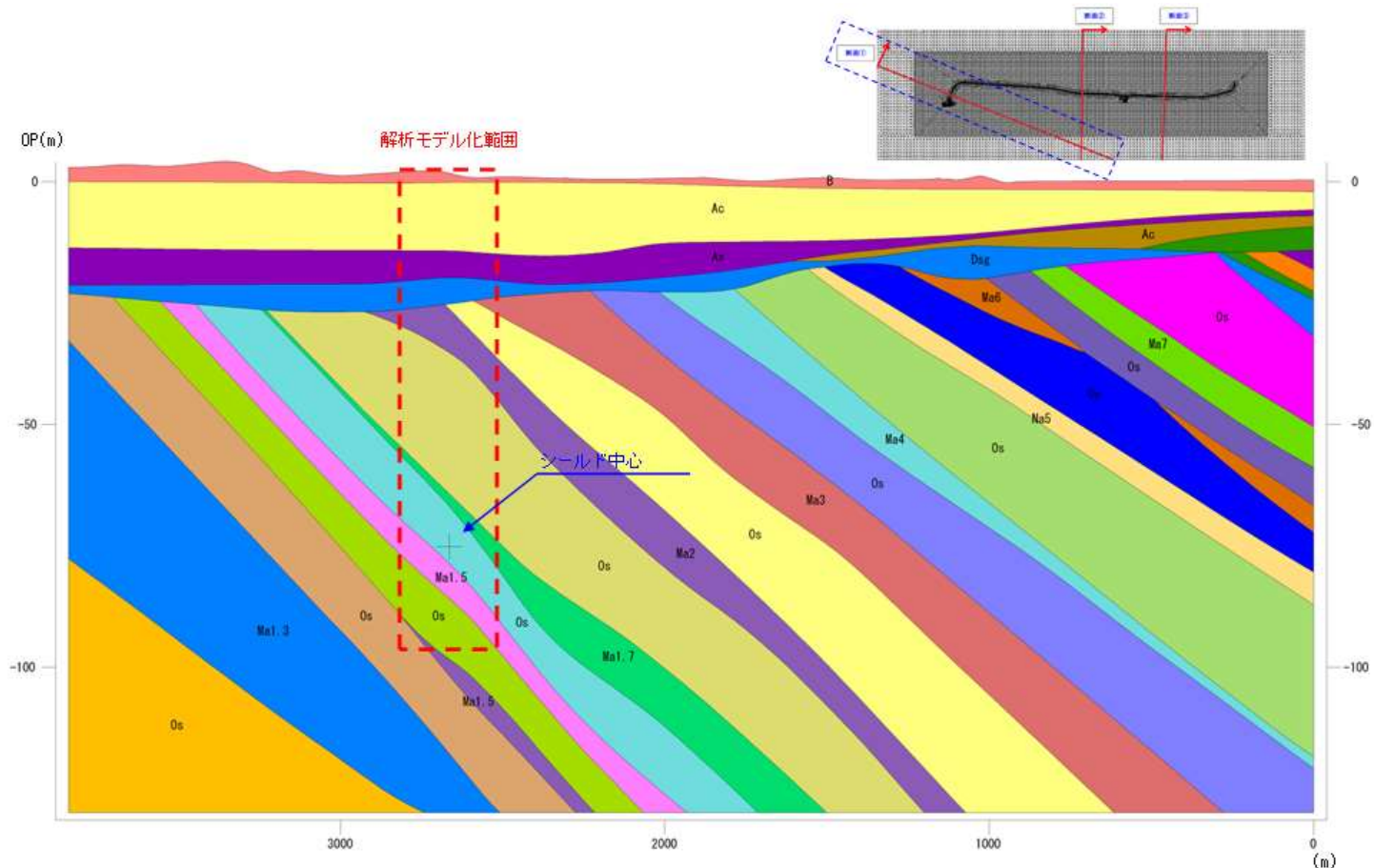


(距離程は排水機場立坑予定位置を起点とした、上流方向への距離を表す)

2-2. 「施設設置による地盤変位」に対する影響について

解析モデルの設定②

地盤のモデル化にあたっては、別途実施している地下水浸透流解析との整合を図るため、3次元地下水浸透流解析モデルから選定断面位置における地層構成を切り出して、2次元モデルを作成します。



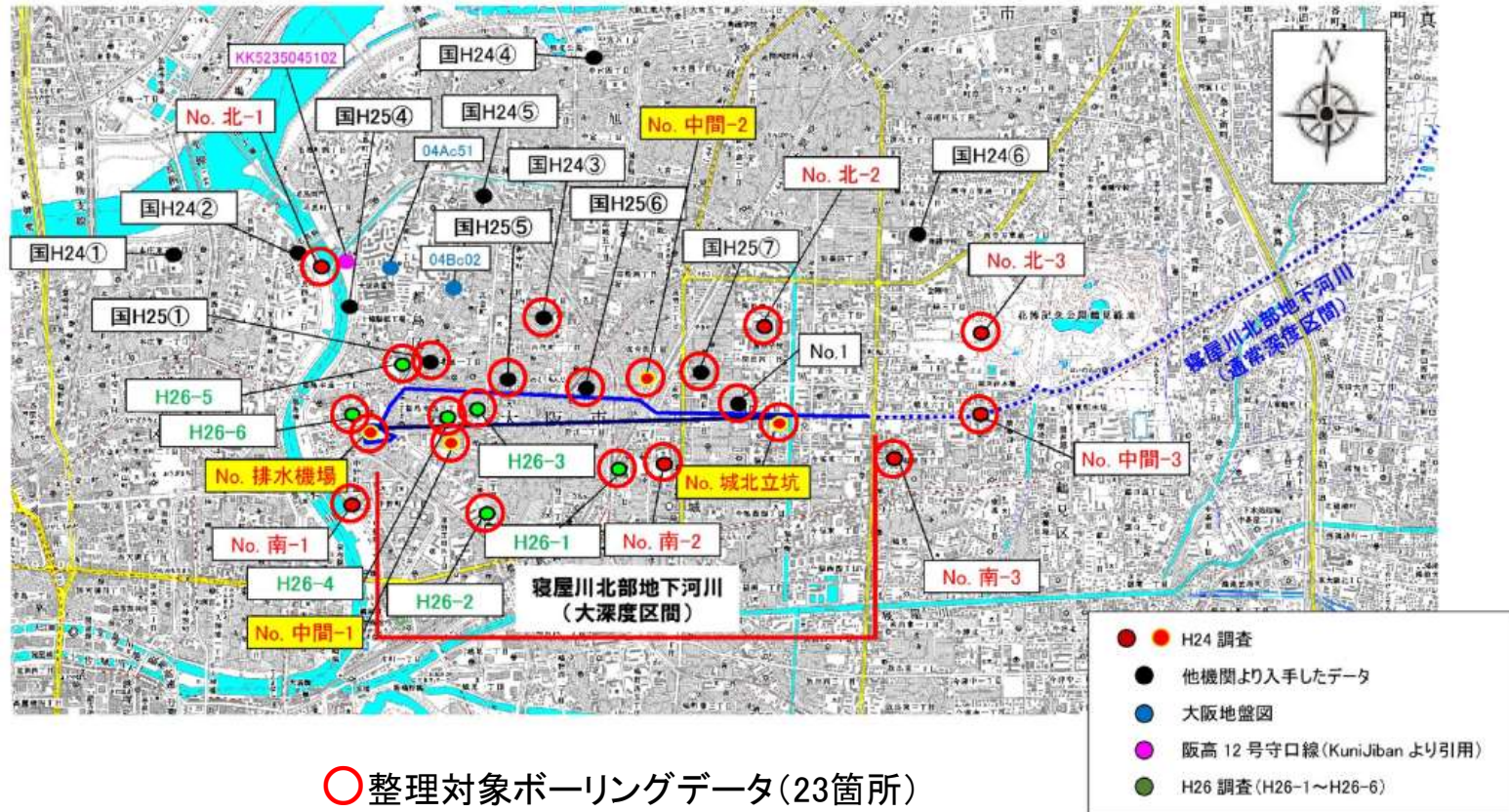
選定断面位置の地層構成の一例(断面①)

2-2. 「施設設置による地盤変位」に対する影響について

地盤条件の設定

地盤条件の設定にあたっては、ルート近傍の既往のボーリングデータ(23箇所)の土質試験結果を整理した上で、試験結果を優先的に採用することとし、試験結果のないものは一般値の採用や工学的判断により設定します。

ボーリング調査位置図



2-2. 「施設設置による地盤変位」に対する影響について

土質定数の設定基本方針

項目	設定方針
N値	<ul style="list-style-type: none"> ・地層ごとの平均値 ・Os層は一律50
単位体積重量 γ_t	<ul style="list-style-type: none"> ・室内土質試験による湿潤密度ρの平均値 $\times g$ $\gamma_t = \rho \cdot g$ (g:重力加速度)
せん断強度定数 C, ϕ	<ul style="list-style-type: none"> ・三軸圧縮試験結果の平均値 ただし、砂質土: $c=0$ 粘性土: $\phi=0$
変形係数 E	<ul style="list-style-type: none"> ・孔内水平載荷試験結果の平均値、試験結果のないものはE50の平均値
静止土圧係数 K_0	<ul style="list-style-type: none"> ・砂質土: $K_0 = 1 - \sin\phi$ ・粘性土: 土木学会によるN値とK_0の関係表より
ポアソン比 ν	<ul style="list-style-type: none"> ・$\nu = K_0 / (1 + K_0)$

解析用土質定数一覧

土質記号	N値	単位体積重量	粘着力	内部摩擦角	変形係数	静止土圧係数	ポアソン比	摘要
		γ_t (kN/m ³)	C (kN/m ²)	ϕ (°)	E (kN/m ²)	K ₀	ν k ₀ /(1+k ₀)	
B	5	19 [※]	0	25 [※]	1,200	0.58	0.37	As1相当
As	12	18.9	0	30 [※]	6,000	0.50	0.33	As2相当
Ac	2	16.6	39	0	2,200	0.70	0.41	
Ma12	8	17.6	236	0	39,400	0.50	0.33	変形係数EはE50の平均値
Dsg	38	21 [※]	0	40 [※]	28,800	0.36	0.26	
Ma10	11	16.0	178	0	26,600	0.50	0.33	変形係数EはE50の平均値
Os Ma10の下	50	20 [※]	0	35 [※]	21,300	0.43	0.30	
Ma9	17	16.3	270	0	46,600	0.50	0.33	変形係数EはE50の平均値
Os Ma9の下	50	20 [※]	0	35 [※]	45,400	0.43	0.30	
Ma8	21	16.4	238	0	46,200	0.50	0.33	γ_t, C, E はMa9とMa7の平均
Os Ma8の下	50	17.8	0	35 [※]	81,700	0.43	0.30	
Ma7	23	16.6	205	0	45,900	0.50	0.33	変形係数EはE50の平均値
Os Ma7の下	50	20 [※]	0	35 [※]	91,500	0.43	0.30	
Ma6	21	16.6	257	0	66,000	0.50	0.33	変形係数EはE50の平均値
Os Ma6の下	50	20 [※]	0	35 [※]	118,000	0.43	0.30	
Ma5	24	16.2	315	0	63,100	0.50	0.33	変形係数EはE50の平均値
Os Ma5の下	50	18.8	0	35 [※]	124,000	0.43	0.30	
Ma4	28	16.6	424	0	167,000	0.50	0.33	孔内水平載荷試験値過大につきE50採用
Os Ma4の下	50	19.7	0	35 [※]	140,000	0.43	0.30	孔内水平載荷試験値過大につきE0=2800N採用
Ma3	27	16.9	403	0	100,000	0.50	0.33	孔内水平載荷試験値過大につきE50採用
Os Ma3の下	50	18.3	0	35 [※]	66,400	0.43	0.30	
Ma2	27	17.4	379	0	115,000	0.50	0.33	
Os Ma2の下	50	17.9	0	35 [※]	101,000	0.43	0.30	
Ma1.7	37	17.7	376	0	151,000	0.50	0.33	
Os Ma1.7の下	50	18.6	0	35 [※]	109,000	0.43	0.30	
Ma1.5	42	17.4	578	0	72,000	0.50	0.33	
Os Ma1.5の下	50	19.3	0	35 [※]	113,000	0.43	0.30	
Ma1.3	42	16.5	955	0	229,000	0.50	0.33	変形係数EはE50の平均値
Os Ma1.3の下	50	20 [※]	0	35 [※]	142,000	0.43	0.30	

※はNEXCO設計要領第1集による土質定数の一般値を採用したものである

2-2. 「施設設置による地盤変位」に対する影響について

応力解放率の設定

応力解放率の設定にあたっては、シールド形式として泥水式を選定することとし、大阪周辺での既往の泥水式シールド工事における解析用応力解放率の事例を整理するとともに、JRの設計施工標準に示された応力解放率算定式より算定した応力解放率を踏まえ、一律10%を採用します。

泥水式シールド工事における解析用応力解放率の設定事例

工事名	トンネル径(m)	土被り(m)	応力解放率(%)	
			事前検討	逆解析
神戸市営地下鉄海岸線栄町工区	5.44	20	25	6
大津放水路トンネル	2.6	27	15	8
大阪国道下シールドの沈下解析(東天満)	7	18	—	9.5
大阪国道下シールドの沈下解析(東梅田)	7	17	—	8.5
大阪国道下シールドの沈下解析(淀川)	7	36	—	13
共同溝工事A(断面①)	7.9	25	10	9
共同溝工事A(断面②)	7.9	25	10	10
共同溝工事B(断面①)	7.9	28	10	5
共同溝工事B(断面②)	7.9	28	10	3
寝屋川南部地下河川久宝寺調節池シールド	7.56	25	15	6

応力解放率の算定手順

$$\begin{aligned}(\text{計算に用いる解放応力}) &= (\text{補正係数}) \times [(\text{原地中応力}) - (\text{泥水圧})] \\ (\text{応力解放率}) &= (\text{計算に用いる解放応力}) / (\text{原地中応力}) \times 100\% \\ \text{※補正係数} &: \text{実測値とよくあう係数で、一般に35\%を使用}\end{aligned}$$

東日本旅客鉄道(株): 近接工事設計施工標準, 2003より

応力解放率の算定結果

	応力解放率算定値(%)
断面①	9
断面②	9
断面③	8



以上のことから、解析に用いる応力解放率は、一律**10%**とする

2-2. 「施設設置による地盤変位」に対する影響について

許容変形量の設定

影響検討対象施設の許容変形量については、管理基準値の事例調査や、一部の施設に対しては施設所有者にヒアリングを行って設定します。

許容変形量の整理結果

対象構造物	シールド工法における管理基準値の事例	摘要
建物	・沈下量: 25mm ・傾斜角: 1/1000	文献1)より
道路	・40mm	文献2)より
鉄道(軌道)	・3~13mm	文献2)より
地下鉄	・8mm	文献2)より
通信施設(NTT)	・15mm(1次管理値)	文献2)より
共同溝	・10~12mm	文献2)より

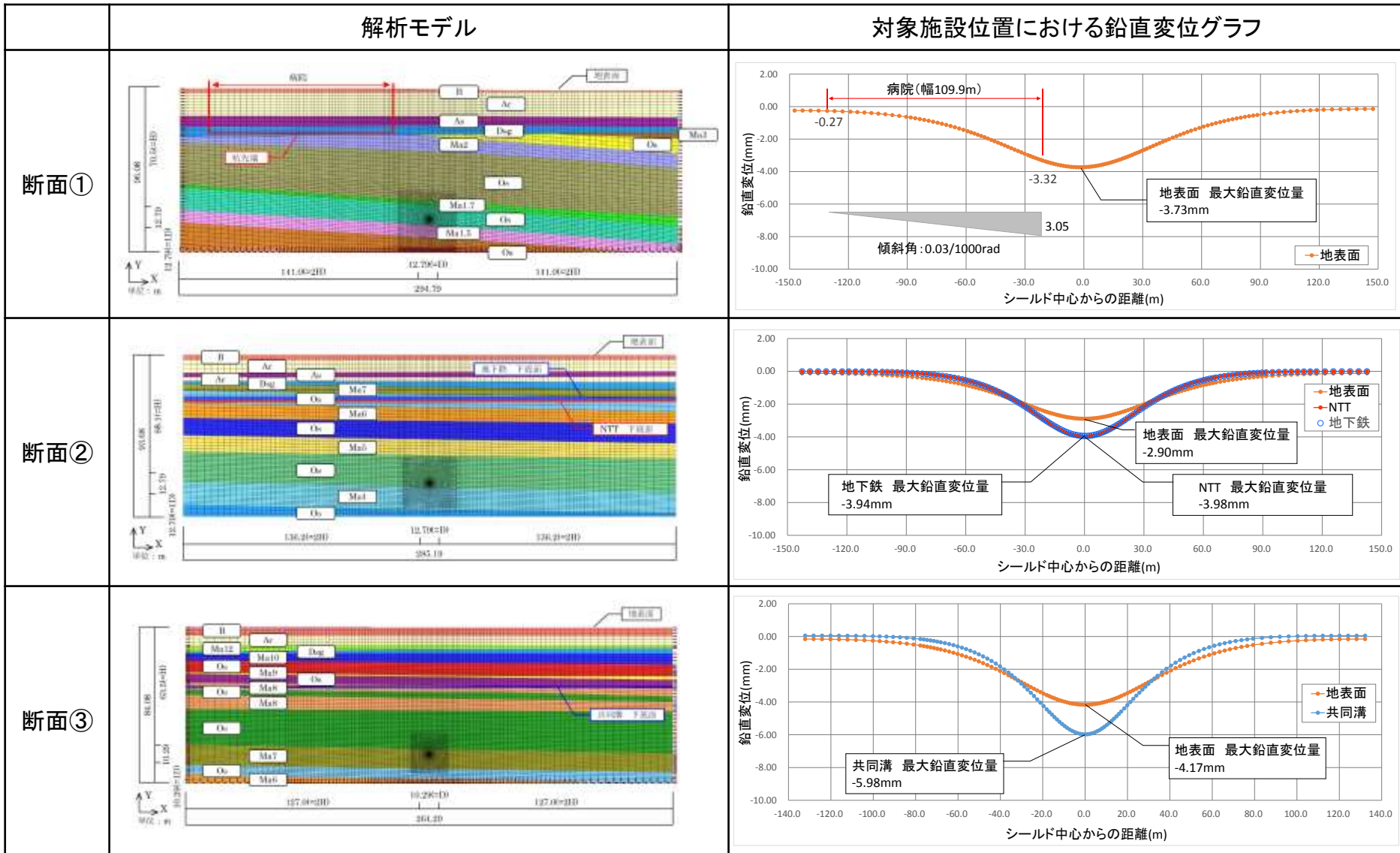
参照文献

- 1) 芳賀保夫: 建物の許容沈下量, 土と基礎, 1990. 8
- 2) (社)日本トンネル技術協会: 地中構造物の建設に伴う近接施工指針, 平成11年2月

2-2. 「施設設置による地盤変位」に対する影響について

FEM解析結果

地盤変位解析結果を示します。



2-2. 「施設設置による地盤変位」に対する影響について

近接対象施設への影響の判定結果

いずれの断面においても影響検討対象施設の変位は許容値以内に収まっており、事業実施による影響は極めて小さいと考えられます。

近接対象施設に対する影響の判定結果一覧

解析断面	対象構造物	応力解放率 (%)	発生変位		許容値 または 管理値	判定	摘要
			地表面	構造物下面			
断面①	大阪市立 総合医療センター	10	3.73mm	—	25mm	OK	
		10	0.03/1000	—	1/1000rad	OK	傾斜角
断面②	大阪外環状線	10	2.90mm	—	3mm	OK	
	京阪電鉄	10	2.90mm	—	3mm	OK	
	地下鉄今里筋線	10	2.90mm	3.94mm	8mm	OK	
	NTTとう道	10	2.90mm	3.98mm	15mm	OK	
断面③	清水共同溝	10	4.17mm	5.98mm	10mm	OK	

※網掛けの変位が照査用変位を示す

※許容値または管理値は工事前の近接協議により確認するものとする