

令和4年度 第1回 大阪府河川構造物等審議会

【資料3】 大深度地下使用検討部会審議結果

大深度地下使用検討部会(H26-H28)のまとめ

最終答申

○当部会の諮問事項

- ①北部地下河川ルート・構造に関する検討について
- ②大深度地下の特定について
- ③事業施行に伴う環境の保全対策について

(最終答申)

1.寝屋川北部地下河川のルート・構造に関する検討について

将来的な土地利用と社会的な影響、コスト等を検討し、さらに実験的検討を加えた結果、平面ルート及び縦断線形の設定は妥当である。また、必要とする耐力を有する構造であるとともに、水理学的課題に対しては、模型実験を行った結果、解決策を見出すことが可能であることを確認できたため、水理構造物としても妥当である。

2.大深度地下の特定について

ボーリング調査等により支持層を特定しており、大深度地下を適正に設定している。

3.事業施行に伴う環境の保全対策について

地下水や地盤等への影響は軽微であることから、対策は不要である。また、掘削土の処理についても、妥当である。

大深度地下使用検討部会(H26-H28)のまとめ

検討概要

1.寝屋川北部地下河川のルートについて

都市計画決定ルート案と直線ルート案を比較した結果、「案1：都市計画決定 ルート案（大深度）」を採用しています。

2.必要とする耐力を有する構造について

設計荷重について整理を行い、セグメント構造を照査した結果、必要とする耐力を有した構造であることを確認しています。

3.急勾配区間の水理検討結果について

急勾配区間の水理模型実験を実施し、水理的な課題を解決できる減勢工案を決定しています。

4.大深度地下深さについて

ボーリング調査等により支持層を特定し、大深度地下深さを適正に設定しています。

5.「地下水」に対する影響について

地下水解析を実施し、シールド部については影響は軽微であることを確認しています。

6.「施設設置による地盤変位」に対する影響について

シールドの応力解放に対する地盤のFEM解析を実施し、影響は軽微であることを確認しています。

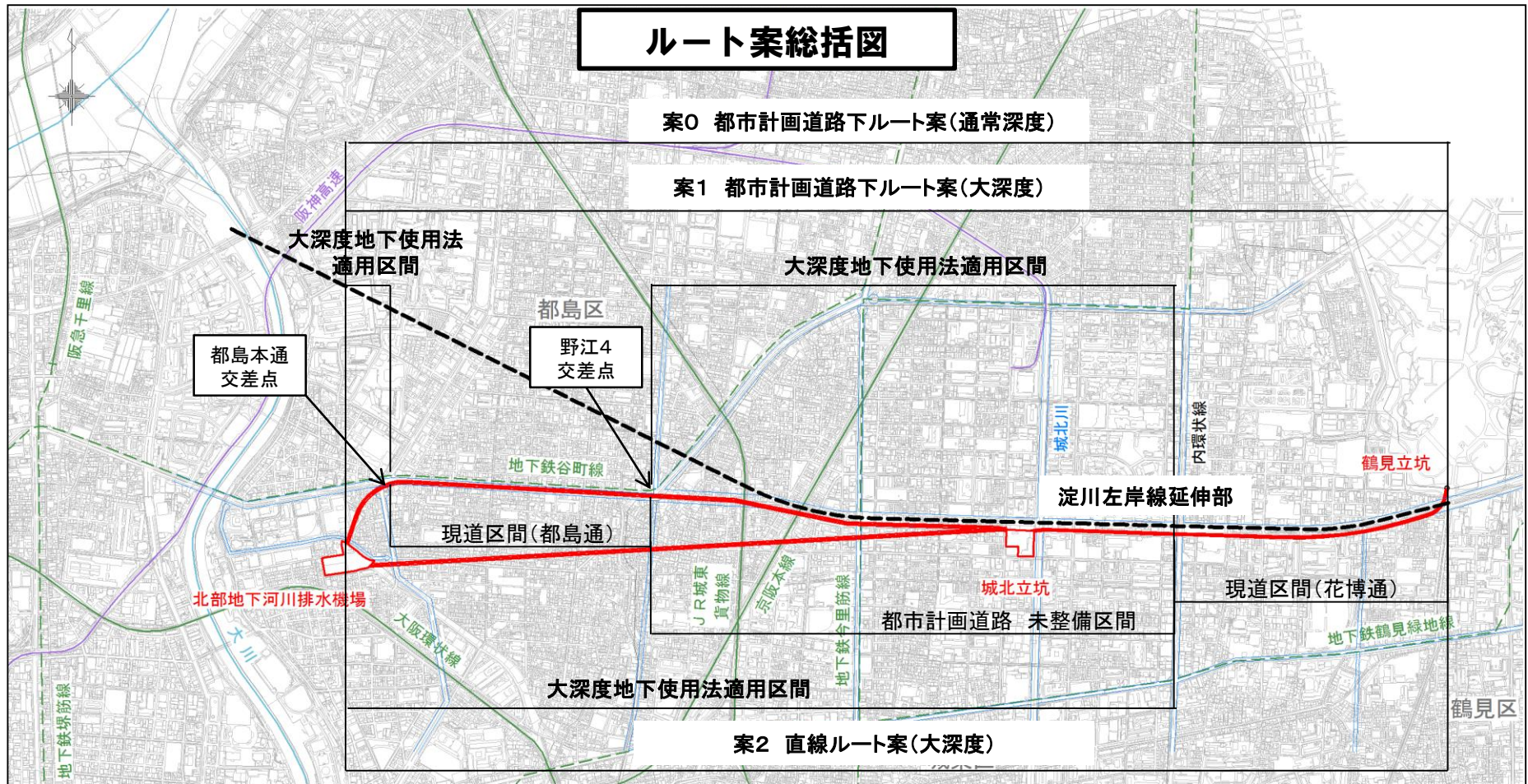
7.掘削土の処理について

掘削土の概略処理量を算出し、処分先と水上ルートと陸上ルートを検討し、環境負荷を低減した運搬方法が採用可能となっています。

1. 寝屋川北部地下河川のルートについて

比較検討ルート案

寝屋川北部地下河川の平面ルート案は、下記3案(案0～案2)を比較検討した結果、「案1 都市計画道路下ルート案(大深度)」で、決定しています。



1. 寝屋川北部地下河川のルートについて

ルート比較の総括

早期の事業実施により費用効果を期待でき、住民等への影響も小さくなる、採用案「案1:都市計画道路下ルート案(大深度)」で決定しています。

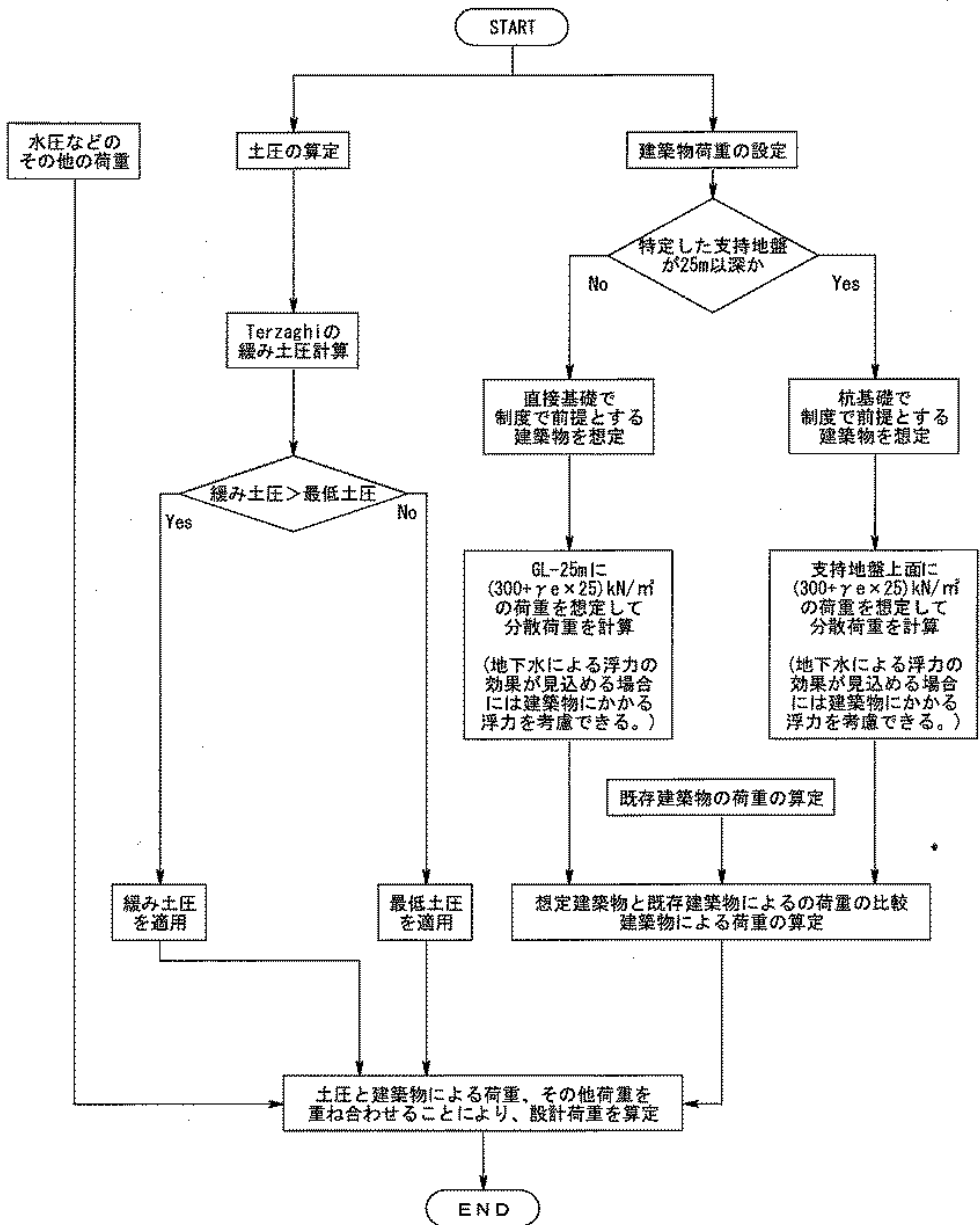
項目	案0:都市計画道路下ルート案 (通常深度)	案1:都市計画道路下ルート案 (大深度)	案2:直線ルート案 (大深度)
住民等への影響検討	<ul style="list-style-type: none"> 都市計画道路の整備が前提 従来の都市計画により、住民に対する一定のコンセンサスが得られており、将来も含めた公共空間を有効に利用する案である 排水機場から「都島本通」交差点までの区間に対して建築制限が適用されている 	<ul style="list-style-type: none"> 都市計画道路が整備されれば、ルート上の現況建物はなくなる 従来の都市計画により、住民に対する一定のコンセンサスが得られており、将来も含めた公共空間を有効に利用する案である 排水機場から「都島本通」交差点までの区間で、建築制限が緩和される 	<ul style="list-style-type: none"> 現状では地下空間を使用できる都市計画道路等の都市施設がないため、ルート上ではすでに高度な土地利用がなされている 今後住民のコンセンサスを得る必要があり、新たに多くの住民が影響を受けることが予想される
既存施設への影響検討	<ul style="list-style-type: none"> 大深度に比べ施設位置が浅いため、影響を与える可能性がある 	<ul style="list-style-type: none"> 既存施設に対して大きく離隔を確保でき、影響は低い 	<ul style="list-style-type: none"> 既存施設に対して大きく離隔を確保でき、影響は低い
構造検討	<ul style="list-style-type: none"> 縦断的な勾配急変箇所がなく、大深度に比べ水理的に優れる 大深度に比べ施設位置が浅いため、維持管理性及び立坑の施工性において優位 	<ul style="list-style-type: none"> 大深度区間への接続箇所縦断的な急勾配区間が生じるため、減勢対策の検討が必要 立坑深度が深くなるため、維持管理性及び施工性において案0より劣る 	<ul style="list-style-type: none"> 大深度区間への接続箇所縦断的な急勾配区間が生じるため、減勢対策の検討が必要 立坑深度が深くなるため、維持管理性及び施工性において案0より劣る
事業費検討	<ul style="list-style-type: none"> 事業費は大深度に比べ安価 当面事業着手が困難であり、浸水被害軽減による便益の発生が遅く、費用効果が低くなる <p>(B/C=1.44)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 事業費は大深度のため高価 早期の事業着手が可能と予想されることから、浸水被害軽減による便益の発生が早く、費用効果が最も高くなる <p>(B/C=1.60)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 事業費は大深度のため高価 早期の事業着手が可能と予想されることから、浸水被害軽減による便益の発生が早く、費用効果が比較的高くなる <p>(B/C=1.56)</p>
総合評価	<ul style="list-style-type: none"> 浅い深度での埋設のため、水理的評価、維持管理性、施工性について大深度案と比べ優位 都市計画道路の一部で整備見通しが立っていないため、事業への早期着手は困難 	<ul style="list-style-type: none"> 都市計画決定済ルートのため、住民等の理解が得られやすく、事業への早期着手が可能で、事業効果は最も高い 将来的に直上に建物が建設される恐れがなく、管理面で優れる 	<ul style="list-style-type: none"> 新規ルートのため、新たに住民等の理解を得る必要があるが、事業効果は比較的高い ルート直上には複数の建築物が存在。周辺には高層マンションや天然温泉の深井戸等もあり、今後もルート上に建設される恐れがある

採用

2. 必要とする耐力を有する構造について

シールドセグメントの耐力計算

構造物に作用させる設計荷重は、大深度地下制度において想定される、土圧と建築物荷重を考慮します。



設計荷重の算定フロー

2. 必要とする耐力を有する構造について

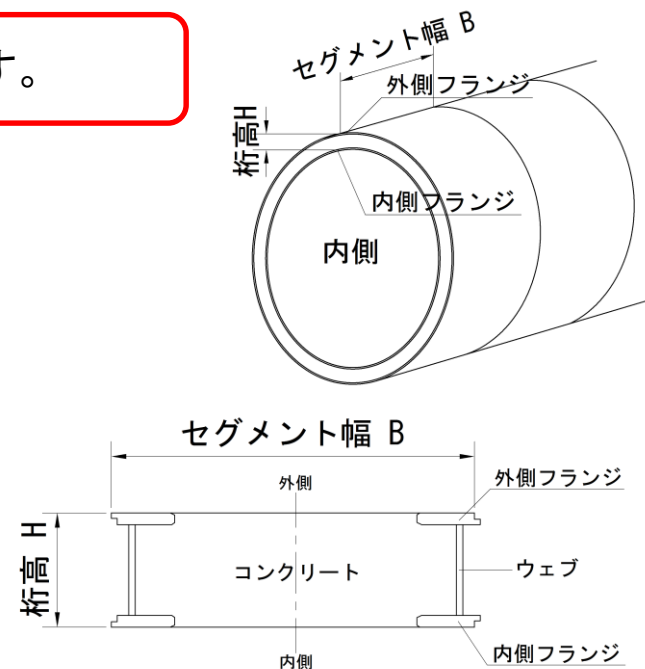
シールド構造の設定

シールドセグメントの仕様は、実績を踏まえ、決定しています。

①セグメント種別: 合成セグメント(嵌合方式)

(参考)地下河川等におけるシールドセグメントの採用実績

名称	セグメント種類	セグメント形状 外径×厚さ×幅	竣工 年度
神田川地下調節池Ⅰ期	RC	13700×600×1200mm	H9
寝屋川北部地下河川(古川)	合成(嵌合方式)	8240×370×1200mm	H14
寝屋川南部地下河川(久宝寺)	合成(嵌合方式)	7400×250×1200mm	H14
神田川地下調節池Ⅱ期	合成(嵌合方式)	13200×350×1500mm	H16
外郭放水路	RC/合成(DRC)	11800×600×1200mm	H18
寝屋川北部地下河川(北島)	合成(鋼製)	5900×250×1200mm	H23



②セグメント内径: 都島調節池 内径φ11.5m、鶴見調節池 内径φ9.0m

③セグメント桁高: セグメント桁高500mm、セグメント幅1,100mm

④使用材料: 鋼材SM490、コンクリート設計基準強度42.0(N/mm²)

※鋼材の許容曲げ応力度=210(N/mm²)

※鋼材の許容せん断応力度=120(N/mm²)

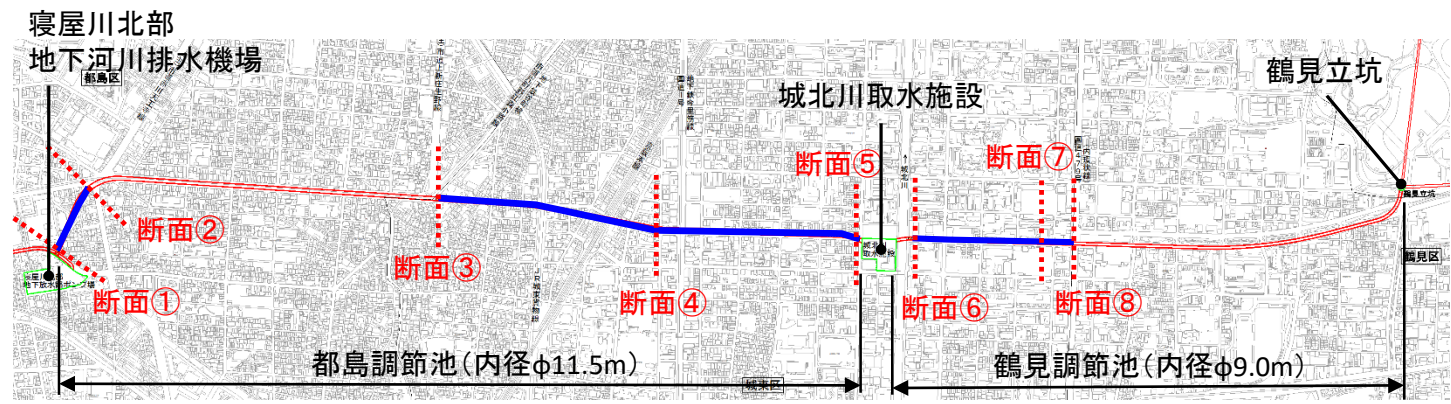
※コンクリートの許容圧縮応力度=16(N/mm²)

※本計算は、大深度地下に設置するセグメントが政令で定める以上の耐力を有する構造とすることが可能であることを確認するものであり、実施設計の計算結果については、別途資料5で説明します。

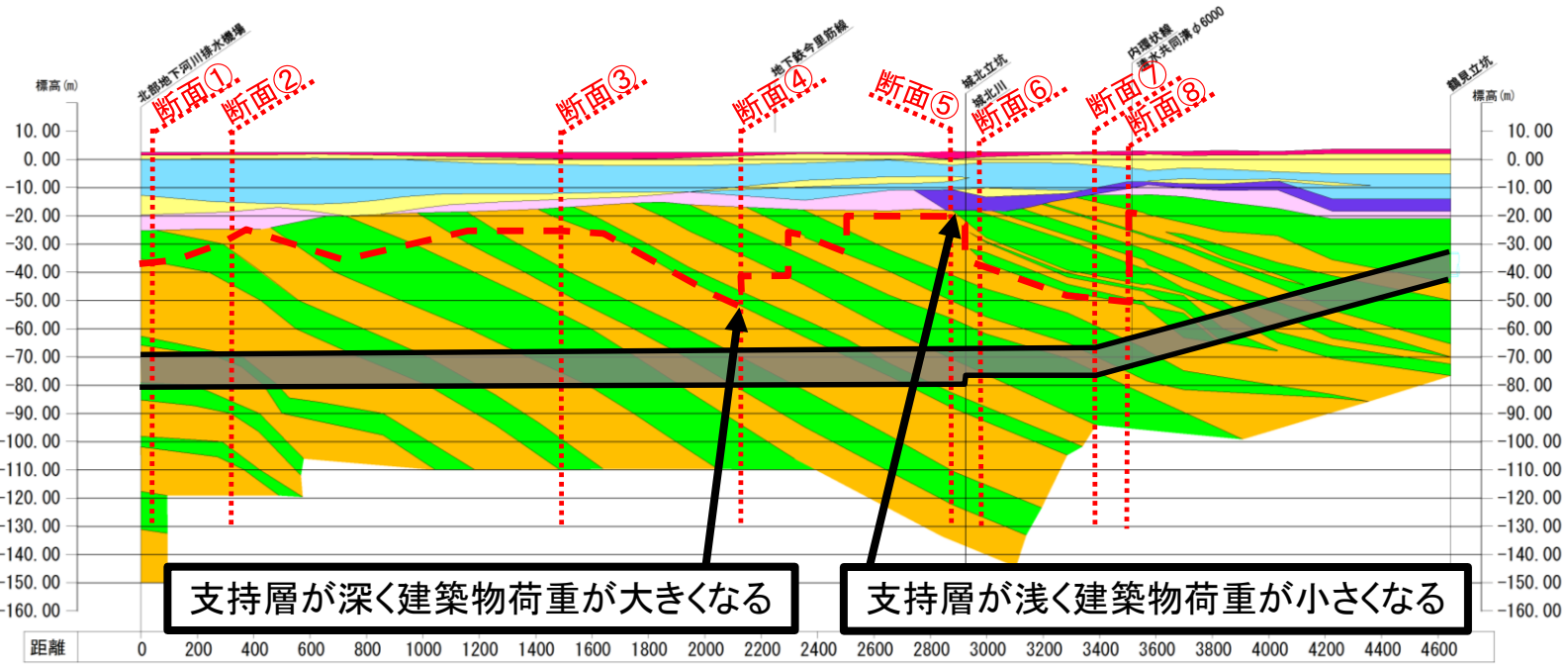
2. 必要とする耐力を有する構造について

照査ケースの決定③
照査断面

照査断面の候補は、管径変化部および勾配変化部とし、8断面を選定しています。



大深度地下使用法
摘要区間



--- 想定支持層線
■ 地下河川

地層名	層相	記号
人口改良土	盛土・埋立土	B
沖積層	砂質土	As
	粘性土	Ac
上部洪積層	砂質土・礫質土	Dsg
	粘性土 (Ma12)	Ma12
大阪層群	砂質土	Os
	粘性土	Oc (Ma)

支持層が深く建築物荷重が大きくなる

支持層が浅く建築物荷重が小さくなる

2. 必要とする耐力を有する構造について

照査ケースの決定④
照査ケースまとめ

土圧・建築物荷重、地下水圧、内水圧を組み合わせ、最も不利になると考えられる4ケースを選定しました。

①土圧＋建築物荷重

土圧＋建築物荷重は、最大となる断面④と最小となる断面⑤を「大・小」の2パターンとして考慮する。

②地下水圧

深層地下水の観測結果(2015.5～2016.3)より、地下水はOP-2.61m～OP-1.08mであるため、観測結果の最大・最小水位を、地下水圧の「高・低」の2パターンとして考慮する。

③内水圧

内水圧を考慮しない空水状態、地盤面まで満水となった満水状態の内水圧、の2パターンを考慮する。
平常水位は両者に内包されるため、照査しない。



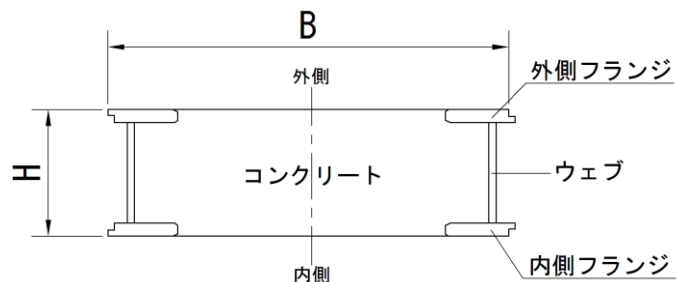
照査ケース	内径	セグメント		土圧＋建築物荷重	地下水圧	内水圧
		桁高	幅			
1	Φ11.5 m	500mm	1,100mm	大 (断面④)	高 (OP-1.08m)	考慮しない (空水状態)
2						
3				低 (OP-2.61m)	地盤面まで考慮 (満水状態)	
4						小 (断面⑤)

2. 必要とする耐力を有する構造について

照査結果とまとめ

大深度地下使用認可申請に必要な上面に建築物を考慮した耐力を有する構造であることを確認しています。

【セグメント構造参考図】



セグメント桁高 $H=500\text{mm}$
セグメント幅 $B=1,100\text{mm}$

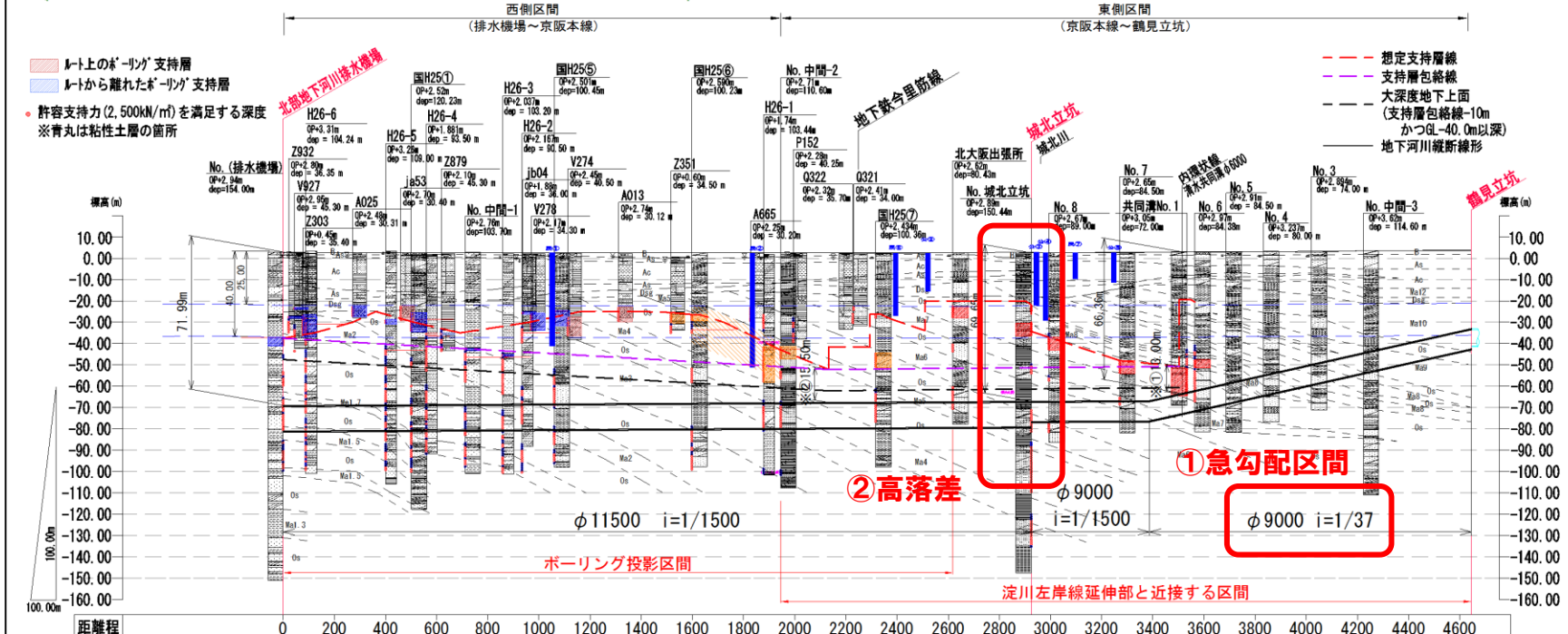
計 算 結 果					(正)引張 (負)圧縮	判定	
照査ケース	1	2	3	4	許容値 (N/mm^2)		
照査部材	発生応力度 (N/mm^2)						
正 曲 げ	コンクリートの圧縮応力度 σ_c	12.2	12.3	9.6	6.1	16	OK
	内側フランジの応力度 σ_{sf}	4.5	6.8	106.8	73.0	210	OK
	外側フランジの応力度 σ_{sf}	-182.9	-183.9	-143.4	-91.2	210	OK
負 曲 げ	コンクリートの圧縮応力度 σ_c	11.1	11.1	7.7	4.8	16	OK
	内側フランジの応力度 σ_{sf}	-166.4	-166.6	-116.0	-71.7	210	OK
	外側フランジの応力度 σ_{sf}	-39.4	-37.8	34.0	23.8	210	OK
ウェブのせん断応力度 τ_{sw}	22.1	22.4	30.9	21.7	120	OK	

※本計算は、大深度地下に設置するセグメントが政令で定める以上の耐力を有する構造とすることが可能であることを確認するものであり、詳細設計の計算結果については、別途資料5に明記しています。

3. 急勾配区間の水理検討結果について

水理検討経緯①

大深度地下深さの決定を踏まえ、地下河川の縦断線形を仮設定した結果、鶴見立坑から城北立坑の区間で約1/37の急勾配が生じます。
 また、地上河川(城北川)からの取水を予定している城北立坑においては、地上河川から約70mの高落差で地下河川に流入することとなります。
 以上2点の水理的課題に対する対応を検討しています。



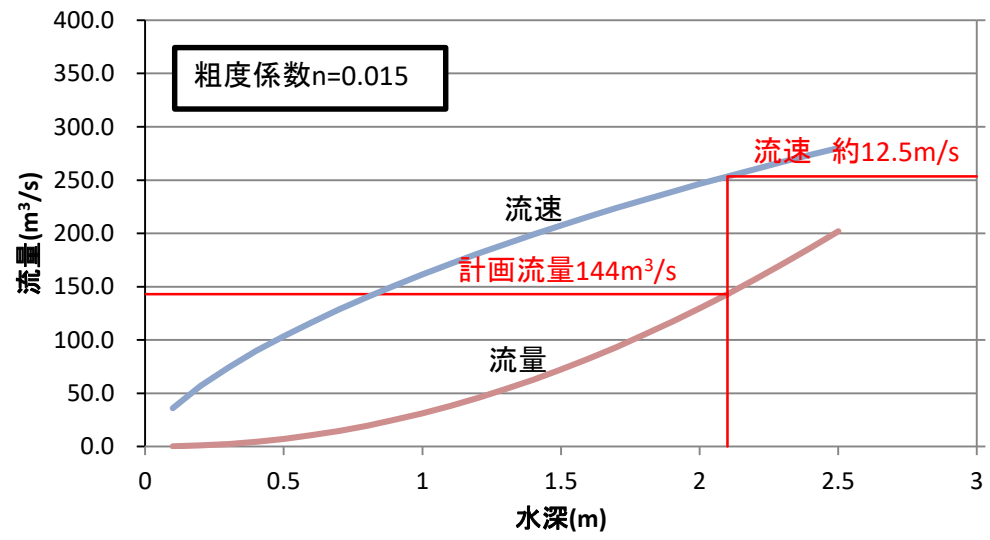
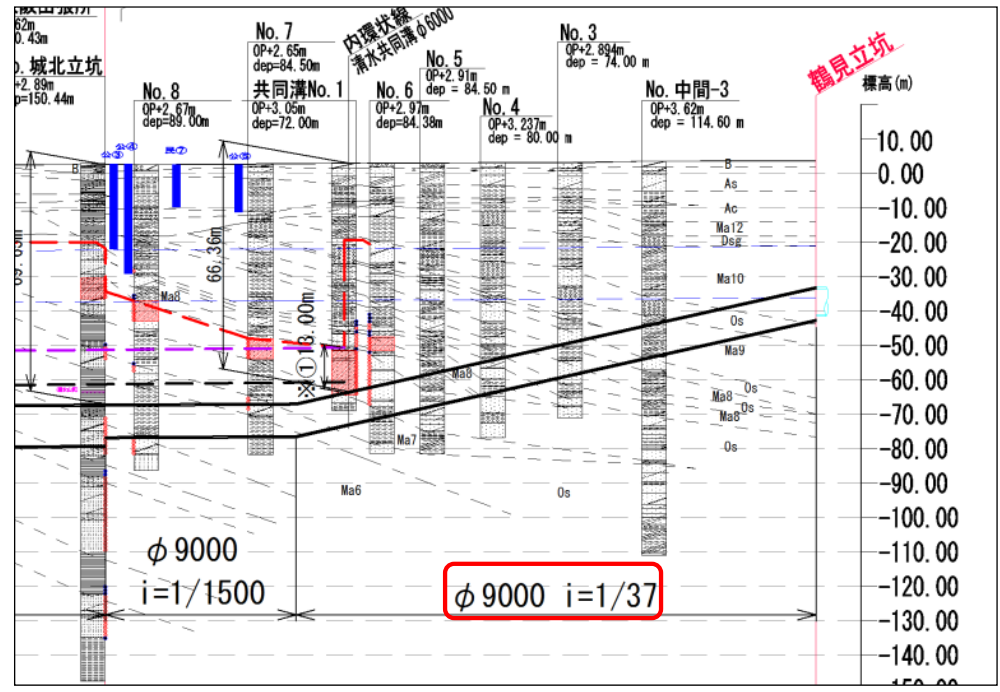
※①: 基礎杭の根入れ2m+内径9.0m+セグメント厚0.5m×2+維持管理等のための離隔1m=13.0m
 ※②: 基礎杭の根入れ2m+内径11.5m+セグメント厚0.5m×2+維持管理等のための離隔1m=15.5m

3. 急勾配区間の水理検討結果について

水理検討経緯②

水理的な問題点のうち、急勾配区間における流速は、計画流量の144m³/sが流下した際に、約12.5 m/sと推定されます(粗度係数n=0.015の場合)。

このような高流速では、管路に対する摩耗や負圧等による損傷の恐れがあることから、トンネル河川の設計流速の上限(7m/sec)を実験の目標値としています。



急勾配区間の諸元	
勾配 i	1/37
総落差 H(m)	34.1
区間延長 L(m)	1,260
内径 (m)	9.0

3. 急勾配区間の水理検討結果について

実験結果の概要(基礎模型実験)

急勾配区間の複数案の減勢工の水理模型実験により、流速が7m/s以下となる有効な減勢工案が確認できた状況となっております。



ケース(I) 対策工なし



ケース(V) 栈粗度改良案1



ケース(III) 階段工改良案1



ケース(X) 栈粗度改良案2-3

4. 大深度地下深さについて

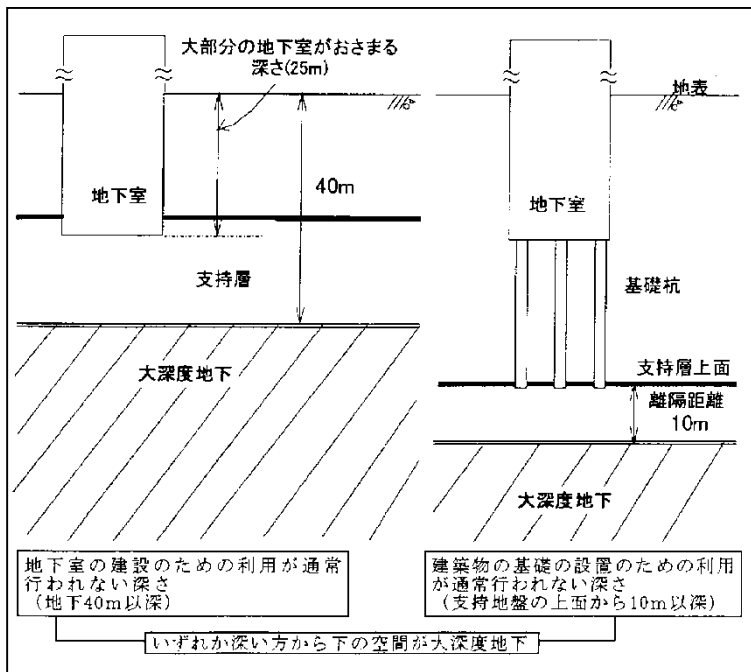
大深度地下の特定方法の概要

「大深度地下使用技術指針・同解説※」の大深度地下特定方法に準拠しています。

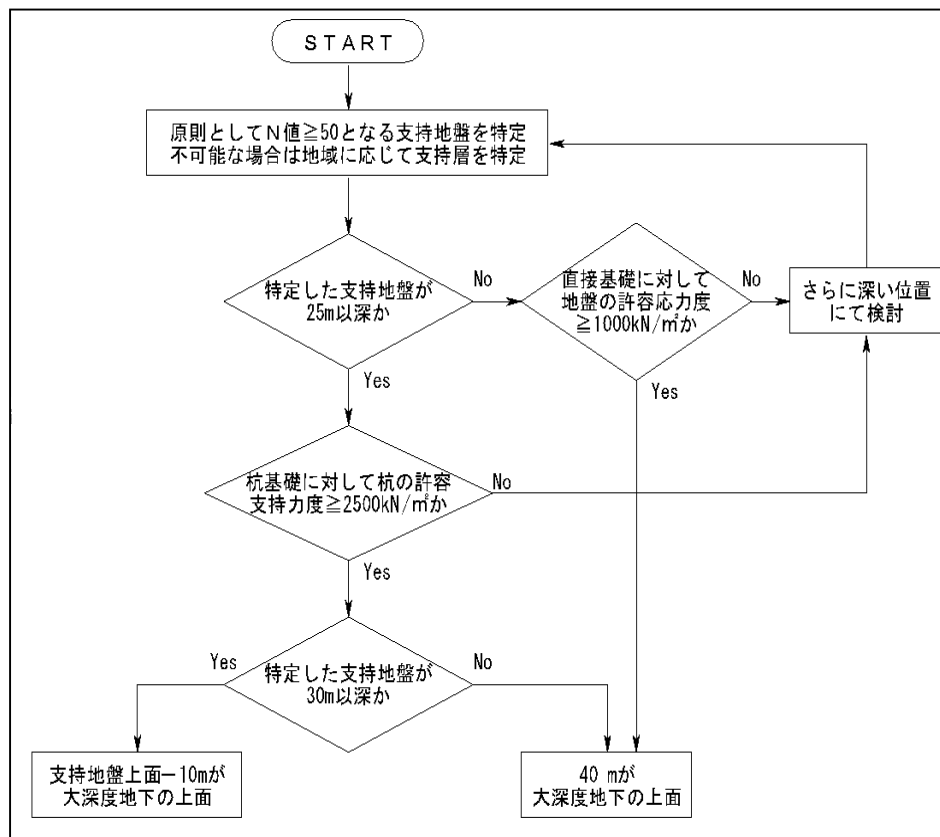
※国土交通省 都市・地域整備局 企画課 大深度地下利用企画室 発行

大深度地下の深さを特定するためには、建築物の地下室及び基礎ぐい設置状況、支持地盤の位置を特定することが必要となります。

支持地盤の位置を特定するためには、土質調査等によりN値(50以上)及び地盤の物性値を用いた定量的な判別が必要となります。



大深度地下の定義

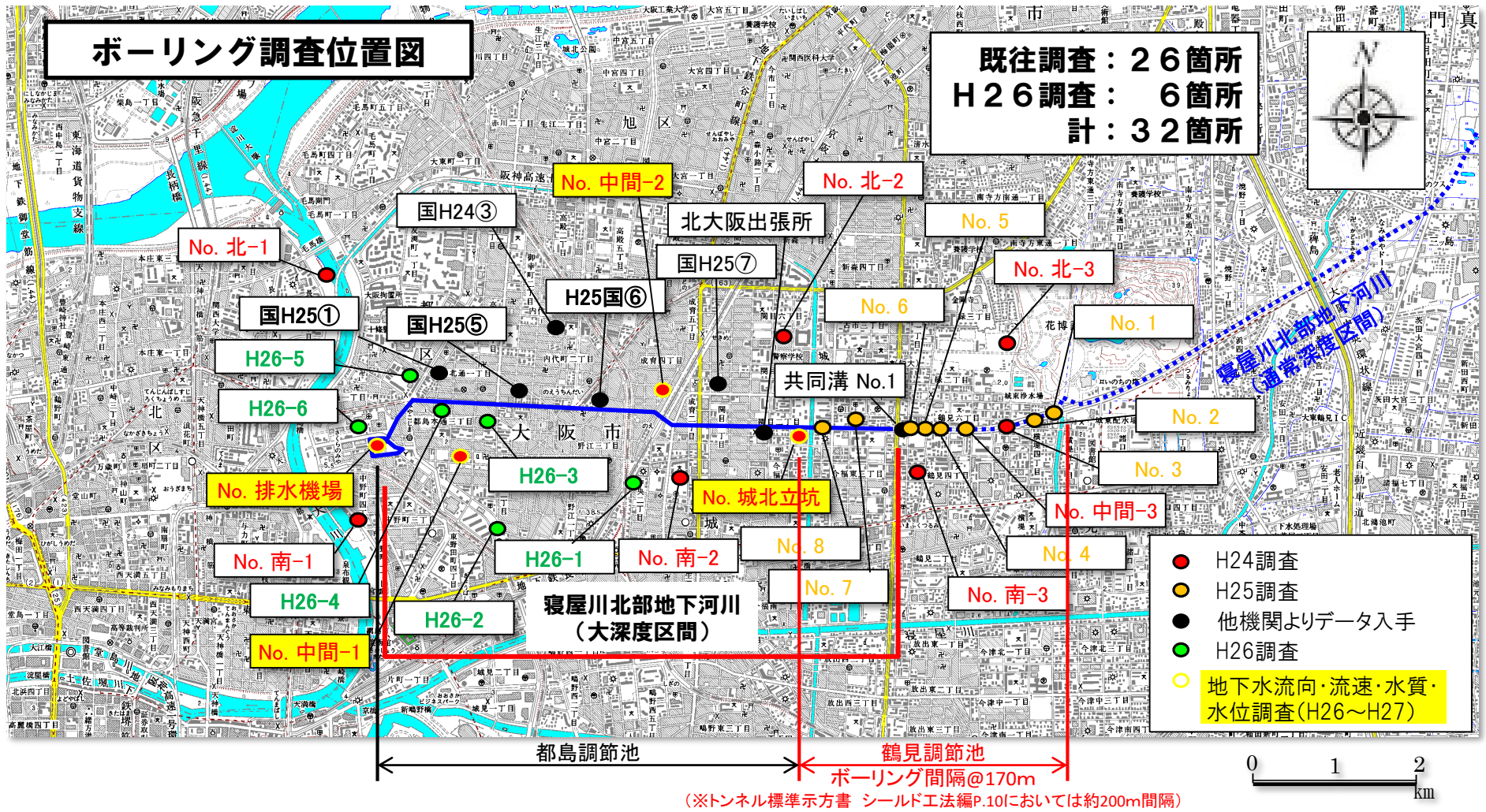


支持地盤位置及び大深度地下の上面の判定フロー

4. 大深度地下深さについて

ボーリングデータ①

大深度地下深さを決定するには、計画ルート上での想定地層断面図を作成する必要があるため、既往のボーリングデータに加えて、平成26年度に6カ所で追加ボーリング調査を実施しています。

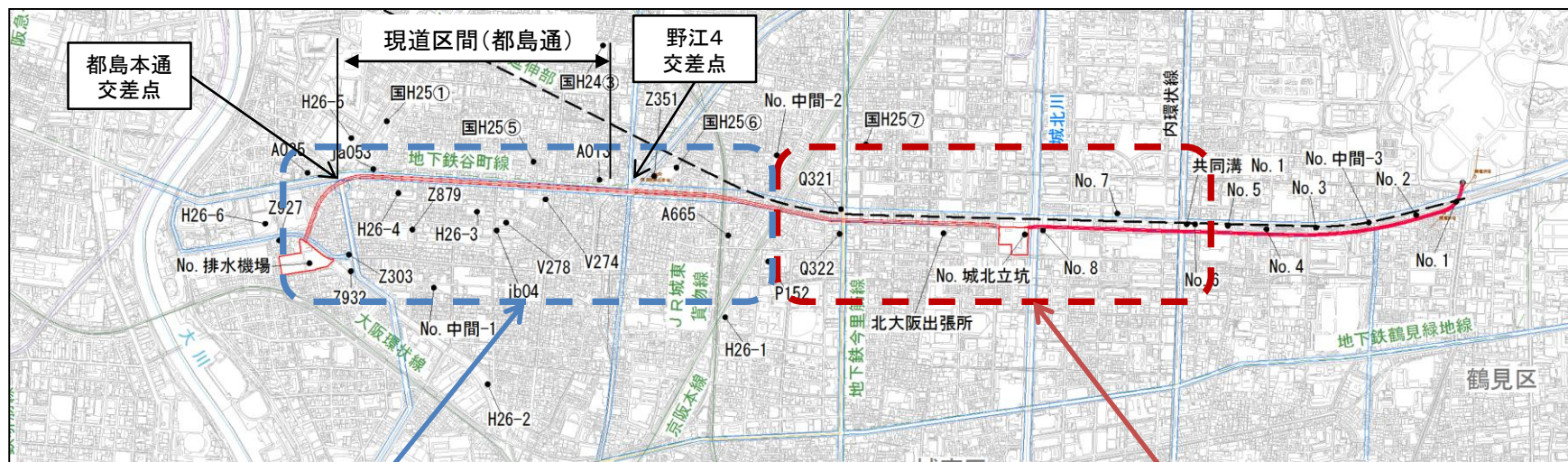


4. 大深度地下深さについて

手法②における支持層・大深度地下深さの検討区間の設定

※手法②: 想定地層断面図上で地層の層厚に基づき支持層・大深度地下深さを設定

京阪本線交差部付近より東側はボーリングデータのバラつきが少なく、想定地層断面図を用いた支持層の評価を行うこととし、西側は支持層等高線図に基づく評価を行っています。



西側区間(京阪本線～排水機場):
ボーリングデータが計画ルート上に存在しない区間

↓
支持層等高線図より支持層を設定する。
(第1回部会における評価結果を採用)

東側区間(内環状線～京阪本線):
ボーリングデータが計画ルート上に連続して存在する区間

↓
想定地層断面図を用いて、層厚を考慮して想定支持層線を決定する。

4. 大深度地下深さについて

地層の下面標高等高線図

各ボーリング地点における各地層下面標高の等高線図を作成しています。
大阪層群が南東方向に傾斜していることが確認できます。

地層の下面標高等高線図



例1:大阪層群Ma2下面標高

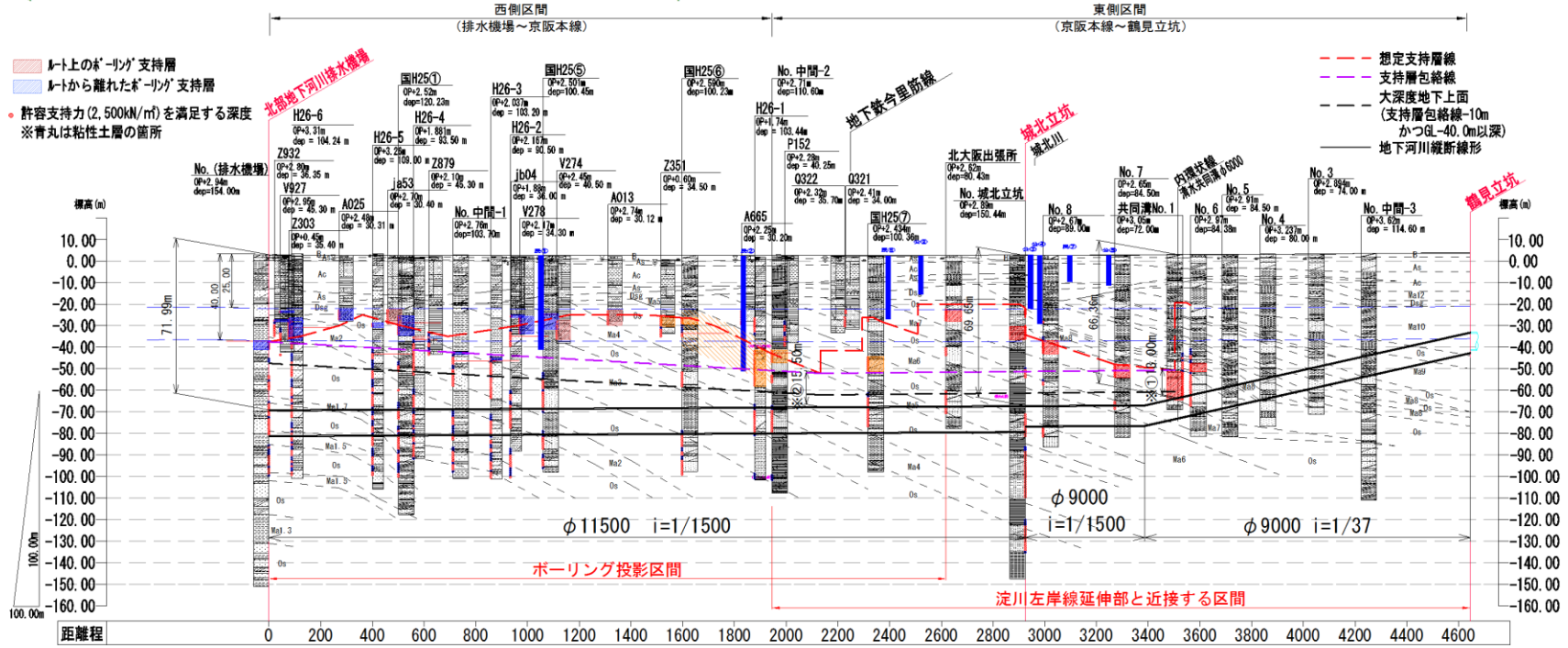
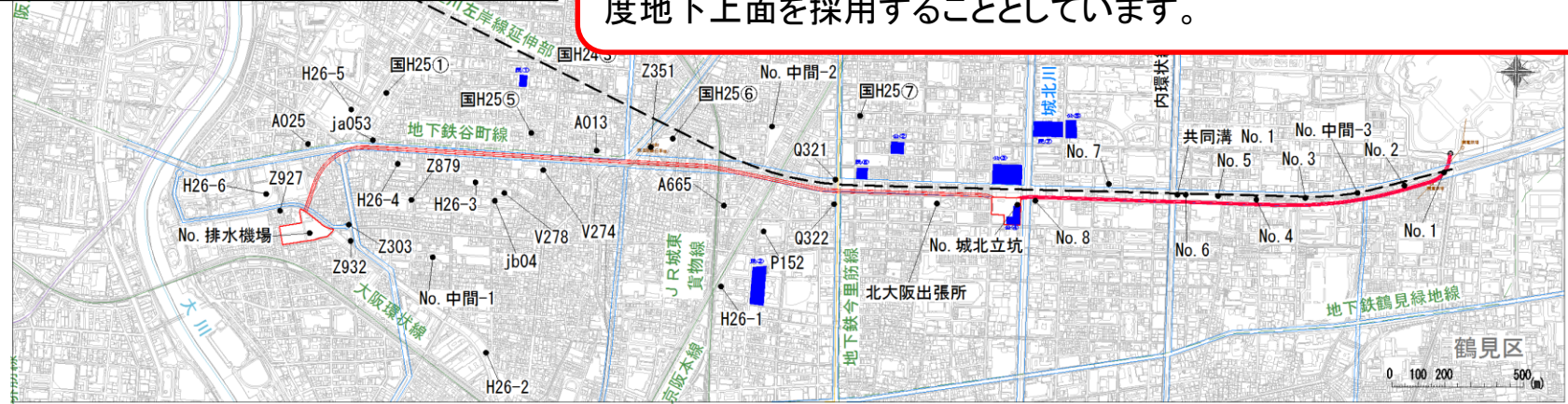


例2:大阪層群Ma3下面標高

4. 大深度地下深さについて

大深度地下使用認可申請において採用する大深度地下深さ

権利障害の程度がより小さく、構造物にとってはより安全側になることから、大深度地下使用の認可申請においては、以下に設定した大深度地下上面を採用することとしています。



- 土上の'リング'支持層
- 土から離れた'リング'支持層
- 許容支持力(2,500kN/m)を満足する深度
- ※青丸は粘性土層の箇所

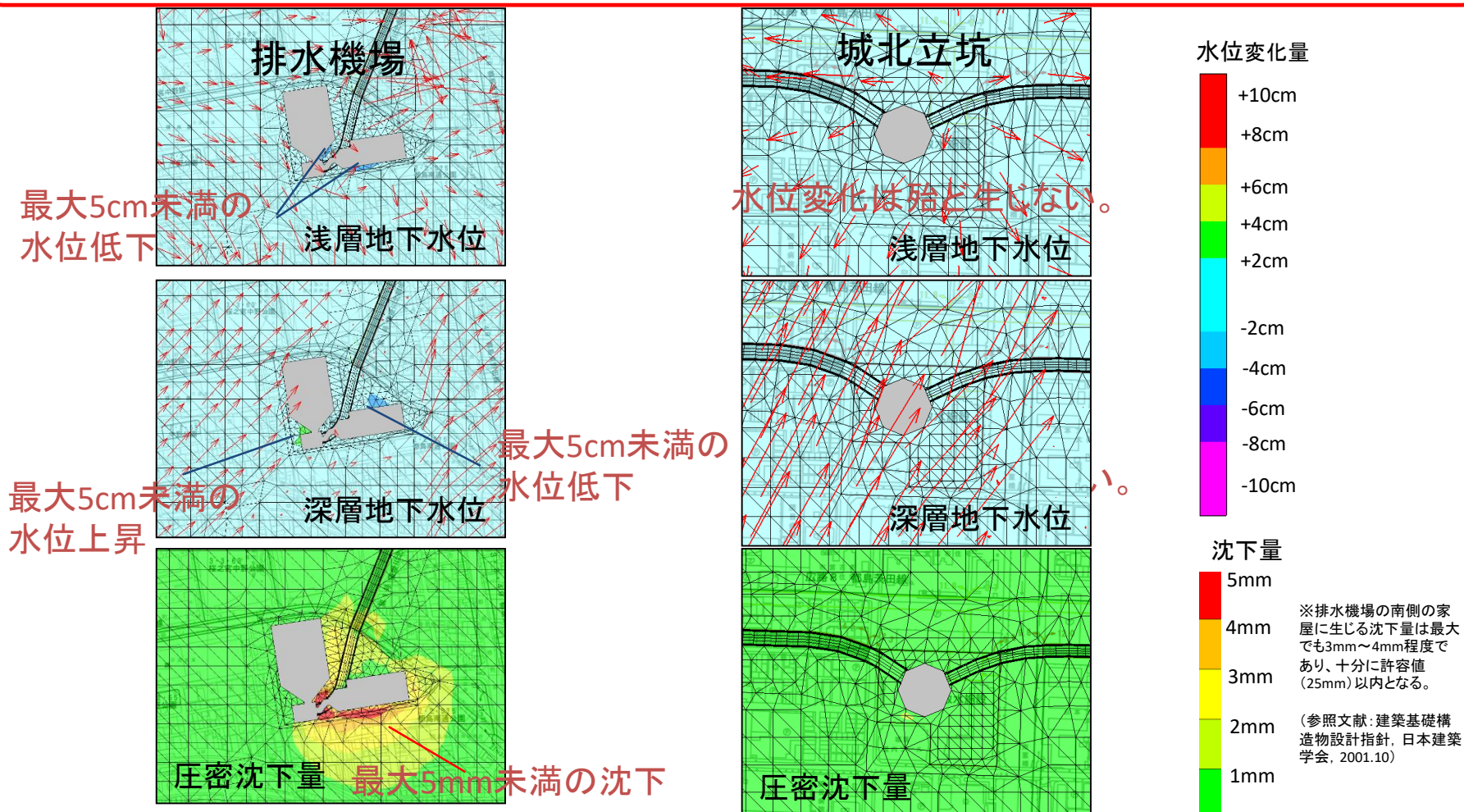
- - - 想定支持層線
- - - 支持層包絡線
- - - 大深度地下上面 (支持層包絡線-10m かつGL-40.0m以深)
- - - 地下河川縦断線形

※①: 基礎杭の根入れ2m+内径9.0m+セグメント厚0.5m×2+維持管理等のための離隔1m=13.0m
 ※②: 基礎杭の根入れ2m+内径11.5m+セグメント厚0.5m×2+維持管理等のための離隔1m=15.5m

5. 「地下水」に対する影響について

地下水解析-地下水影響解析結果(浅層・深層地下水位への影響)

地下水解析モデルを用いた影響解析の結果、浅層および深層地下水位の変化は殆ど生じません。排水機場の近傍では、流動障害により5cm未満の微小な水位低下で収まります。水位低下量を用いて、圧密沈下量の算定を行った結果、シールド部は、殆ど沈下はなく、排水機場と城北立坑の近傍において、局所的に5mm未満の沈下が生じるのみとなっています。



5. 「地下水」に対する影響について

地下水のモニタリングの実施

地下水の水位変化や環境基準不適合項目に関する水質のモニタリングを実施中です。
現在、城北立坑の築造工事中ですが大きな変化はなく、今後も施工による影響を確認することとしています。

箇所： 全ての観測井戸 (4箇所、全22孔)

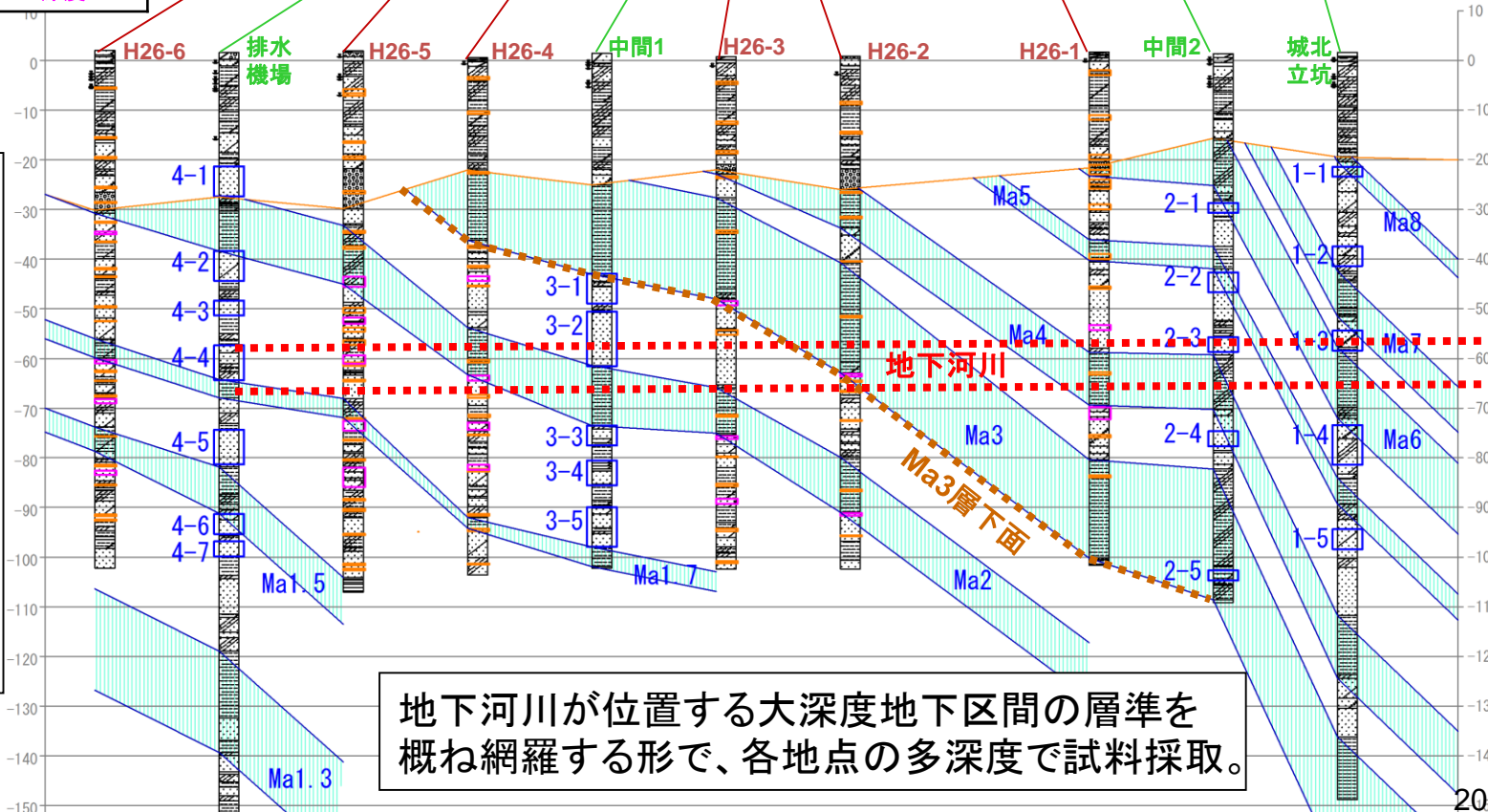
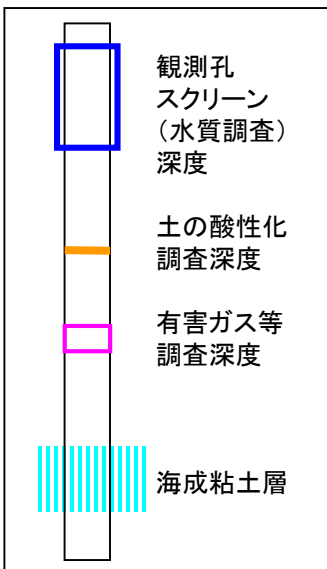
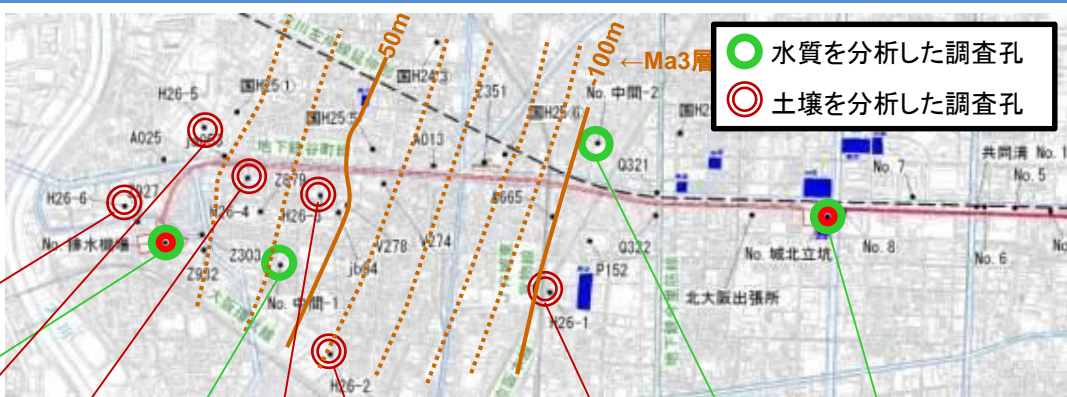
期間： 城北立坑着手1年前(実施中)～シールド施工完了後1年間(予定)

監視項目	計測方法	計測頻度	判定・異状時の対応等
水位・水温	現地機器設置による連続時期記録	連続測定 (記録間隔1時間)	施工前と比較して施行中や施工後に水位や水質の著しい変化が見られる場合、原因究明および工事との因果関係を確認するための調査を行うとともに、必要に応じて改善等を検討する。
環境基準不適合項目 (砒素等)	採水および計量証明事業所での分析試験	4回以上／年 施工中は 1回以上／月	
pH・電気伝導率等	現地における機器測定	4回以上／年 施工中は 1回以上／月	

5. 「地下水」に対する影響について

	1. 水質 (健康)	2. 水質 (酸性化)
No. 排水機場	7深度	7深度
No. 中間1	5深度	5深度
No. 中間2	5深度	5深度
No. 城北立坑	5深度	5深度

	3. 土の酸性化	4. 有害ガス等
H26-1	13深度	2深度
H26-2	11深度	2深度
H26-3	11深度	3深度
H26-4	14深度	4深度
H26-5	20深度	5深度
H26-6	19深度	4深度



地下河川が位置する大深度地下区間の層準を概ね網羅する形で、各地点の多深度で試料採取。

6. 「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ています。

- 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



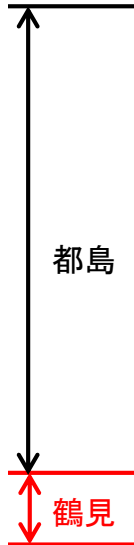
6. 「施設設置による地盤変位」に対する影響について

近接対象施設への影響の判定結果

FEM解析から、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

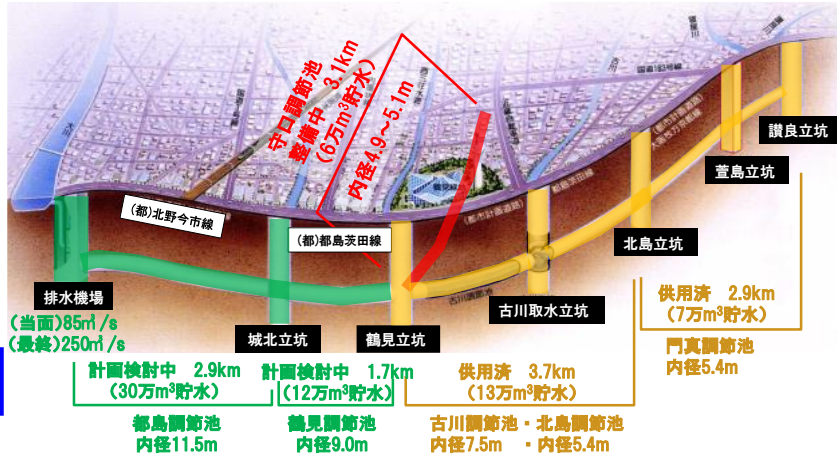
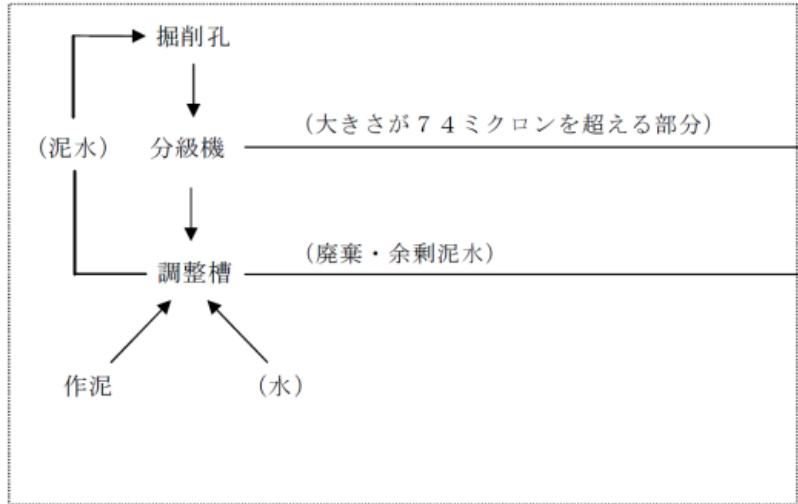
※本資料は、大深度地下使用申請時の検討結果であり、詳細設計時の検討・協議の結果については、別途、資料5に明記しています。

7.掘削土の処理について

汚泥等の概略発生量

掘削土は「土砂(土壌)」と「汚泥(廃棄物)」に区分し、概略発生量を試算し、運搬経路を検討しています。

- 泥水式シールド掘削機に内蔵される分級機から排出される砂・礫粒子が「土砂(土壌)」に区分される。
- 細粒粒子を含む泥水は切羽に循環し、排出される余剰分が「汚泥(廃棄物)」となる。(府産業廃棄物指導課資料より)



・選別により、直径74ミクロンを超える粒子は土砂として取り扱い、それより細かい粒子は、汚泥として取り扱う。

	掘削径	延長	掘削体積	土砂 (土壌)	汚泥 (廃棄物)	合計
鶴見調節池	10.5 m	1,780 m	約15万m ³	約9万m ³	約8万m ³	約17万m ³
都島調節池	13.0 m	2,900 m	約39万m ³	約23万m ³	約18万m ³	約41万m ³
合計		4,680 m	約54万m ³	約32万m ³	約26万m ³	約58万m ³

7.掘削土の処理について

環境への影響①(汚泥)

※掘削土の処理については、大深度地下使用申請のための検討資料です。
鶴見調節池の対応については、安全性、経済性等を考慮のうえ、第2回の審議会で説明します。

汚泥(約26万 m^3)については、環境への影響がないように、適切に処理を行います。

処理(処分)の方法

- 産業廃棄物として適正管理・運搬・処理(中間処理、埋立処分等)。
⇒**処理・受入能力**や**運搬コストと環境負荷の低減**の観点から、
事業実施時の周辺環境も考慮して、処分先を確保

処理(処分)の確認

- 性状に関する試験**を実施し、適切に処理(処分)
- 管理票(マニフェスト)による運搬・処理の管理**を適正に実施。

運搬の方法

- 発生時の**脱水処理**や車両の**漏出防止構造**等により、**積載・運搬中の漏出を防止**。
- 運搬に伴う環境負荷の低減**に留意し、運搬方法・ルートを選定。

7.掘削土の処理について

環境への影響②(土砂)

土砂(土壌:約32万 m^3)については、環境への影響がないように、適切に処理を行います。

処理(処分)の方法

○可能な限り再資源化(工事間利用の促進など)など、最終処分量の縮減を検討

処理(流用)の確認

○ヒ素等の自然由来の重金属等が含まれる場合を想定した処理(流用)。

⇒内容(重金属等溶出、pH等)や頻度の把握。

必要に応じて土壤汚染対策法に基づく処理(中和・不溶化等の処理、管理型処分等)。

運搬の方法

○環境負荷の低減に留意し、運搬方法・ルートを選定

⇒陸上運搬に伴う周辺環境への負荷を低減するため、水上運搬も検討。

⇒重金属溶出土や酸性土が含まれた場合は、飛散・流出等の防止措置を講ずる。