

令和4年度 第1回 大阪府河川構造物等審議会

**【資料5】 「シールドトンネル工事の安全安心な
施工に関するガイドライン」を踏まえた
対応（調査、設計）**

シールドトンネル工事ガイドライン検討事項

ガイドラインの項目と発注者・施工者の取組

項目	大阪府(発注者)の役割	受注者(施工者)の役割
調査	設計に必要な各種調査を行う。	発注者が行った調査内容の確認、施工に必要な場合は更に詳細調査等を行う。
覆工の設計	構造耐力等を満足するセグメントを設計し、 <u>発注仕様の決定及び工事発注金額の算出に用いる</u> セグメントの選定を行う。	構造耐力等を満足するセグメントを設計し、 <u>工事に使用する</u> セグメントの選定を行う。
シールドの設計	施工条件等を満足するシールド形式、シールドマシーンを設計し、 <u>発注仕様の決定及び工事発注金額の算出に用いる</u> シールド形式、シールドマシンの選定を行う。	施工条件等を満足するシールド形式、シールドマシーンを設計し、 <u>工事に使用する</u> シールド形式、シールドマシンの選定を行う。
施工	契約書、仕様書等において、 <u>施工に必要な検討と適切な施工管理を受注者に義務付ける。</u> <u>受注者が作成する施工計画の妥当性及び実施の確認を行う。</u>	契約書、仕様書等の内容を踏まえ、 <u>施工に必要な検討及び具体的な対策、管理方法等を決定する。</u> <u>施工計画を作成のうえ対策を実施する。</u>
周辺的生活環境への配慮	契約書、仕様書等において、 <u>施工に必要な検討と対策を受注者に義務付ける。</u> <u>受注者が作成する施工計画の妥当性及び実施の確認を行う。</u>	契約書、仕様書等の内容を踏まえ、 <u>施工に必要な検討及び具体的な対策を決定する。</u> <u>施工計画を作成のうえ対策を実施する。</u>

※セグメント、シールド形式及びシールドマシーンは、発注者と受注者で異なることがある。

シールドトンネル工事ガイドライン検討事項

ガイドラインの検討項目

鶴見調節池のシールド工事について、安心・安全な大深度地下シールドトンネル工事を実施するための検討を行います。

鶴見調節池設計の対応内容について整理した結果を示します。

項目		鶴見調節池の検討概要
1	調査	地質調査 文献等の調査及びボーリング調査(約1.7kmの計画区間内の12箇所)を実施し、本計画区間の「地形、地層構成、土質、地下水、可燃性ガス等」の状況を確認しています。
	支障物調査	既存構造物の調査及び他事業の関係者協議を実施し、本計画のシールドトンネルの掘削断面と近接し、支障となる恐れがあった事業「淀川左岸線延伸部事業(国土交通省等)及び清水共同溝事業(大阪市)」について、事業者と協議し支障なく工事ができることを確認しています。
2	2-1覆工の設計	構造耐力を満足し、経済性に優れ、類似工事においても使用実績のある合成セグメントを採用しています。 セグメント幅(1800mm)、セグメント高さ(500mm、セグメントの分割(8分割)、Kセグメントの形状、組立方法(軸方向挿入型)等については、類似工事の実績、製作メーカーへのヒアリングを参考に施工性、安全性に配慮したものを採用しています。
	2-2シールドの設計	シールド形式については、大深度、大断面对策の適用性を確認した上で、施工性、経済性に優れた「泥水式シールド工法」を選定しています。 シールドマシンについては、施工条件、他事例の実績を踏まえ、製作メーカーに確認した上で決定しています。
3	施工	第2回審議会で説明
4	周辺的生活環境への配慮	第2回審議会で説明

1.調査(地質調査、支障物調査)について

地質調査位置

【ガイドライン記載内容】

シールドトンネル工事の地質調査は、掘進対象地盤の地質状況及びその変化を把握するため、地形・地歴等を考慮した上で適切な計画のもとにボーリング調査等を実施すること。

また、地下水の状況及びその変化、可燃性ガスの状況等の必要な調査を実施すること。
注意すべき地質の分布範囲・性状等が不確実なことによる地質リスクに関する情報は、設計及び施工に確実に引き継ぐこと。

- ①工事区間(L=1.7km)において、約170m間隔、12箇所土質調査を実施
- ②シールド通過層は互層であり、各層の地下水位および被圧水頭を確認。地下水質の調査も実施。
- ③施工時の爆発事故の原因となるメタンガスについて調査を実施



図4.2.1 大阪盆地の地質図

(1993年発行の市原光雄著「大阪府誌」大阪盆地の地質図より)

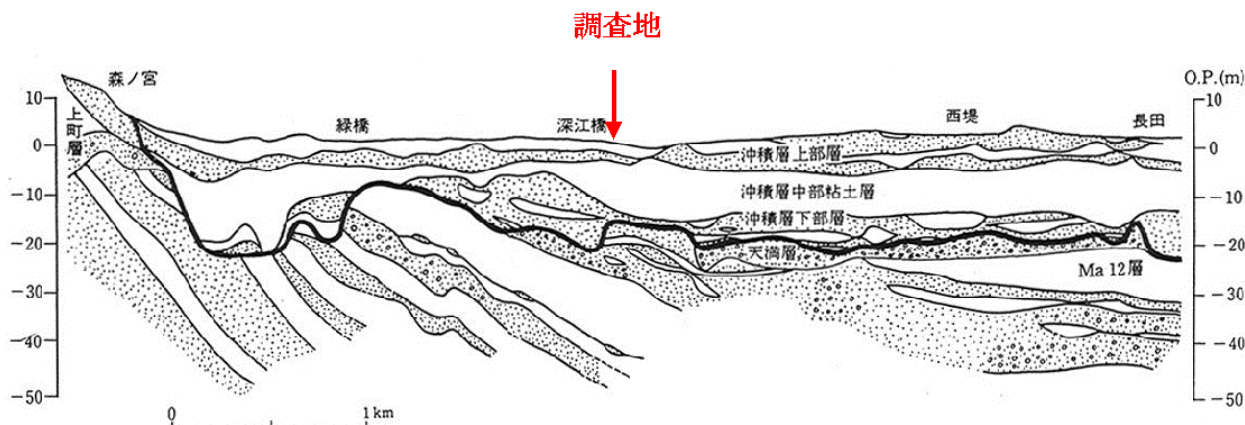


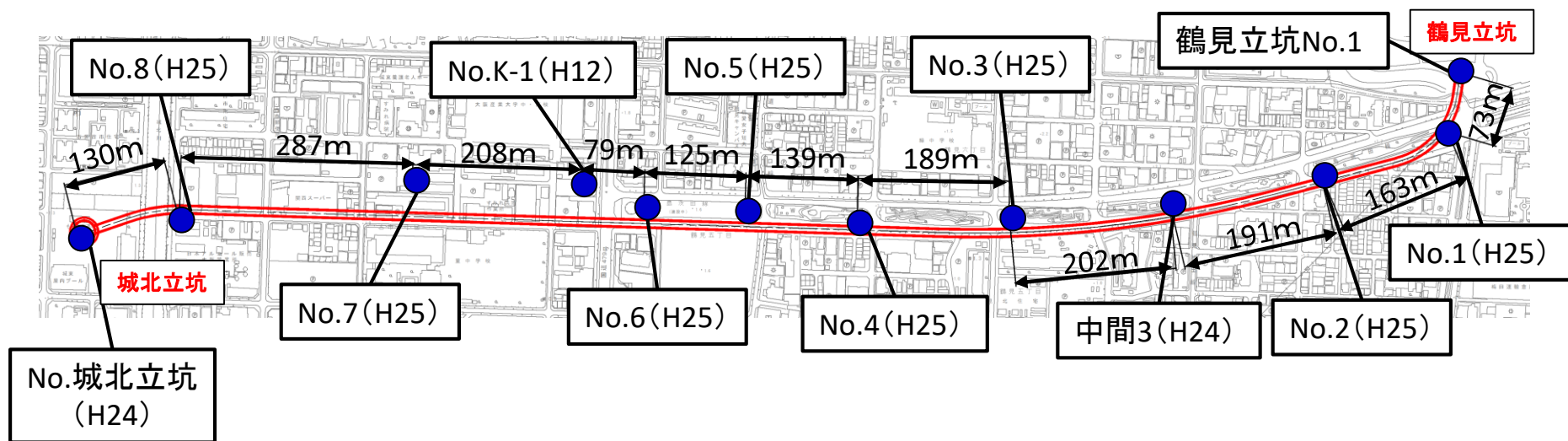
図 4.2.2 東大阪の東西地質断面図

(1987年発行 土質工学会関西支部・関西地質調査業協会 編著 「新編 大阪地盤図」より)

1.調査(地質調査)について

地質調査位置

- 鶴見調節池の12本の土質調査※を実施し、シールド通過土層の土質を確認。
- 土質調査結果により土質定数を設定し、構造計算など詳細設計を実施。



※ 土質調査内容

<原位置試験>

- 標準貫入試験
- 孔内水平載荷試験
- 現場透水試験
- 可燃性ガス試験

<室内試験>

- 溶存ガス分析、遊離ガス分析、水質分析
- 室内土質試験
(密度試験、含水比試験、粒度試験、液性・塑性限界試験、
湿潤密度試験、一軸圧縮試験、三軸圧縮試験、圧密試験)

1.調査(地質調査)について

地質調査位置

【鶴見調節池における地盤条件】

○ シールド掘削地盤

最大粒径30mm、細粒分33.86%~95.85%、砂質土の均等係数はおおむね10以上、粘性土の粘着力は100kN/m²以上と非常に硬い、自立性が高い地盤。

○ 掘削上面の地盤

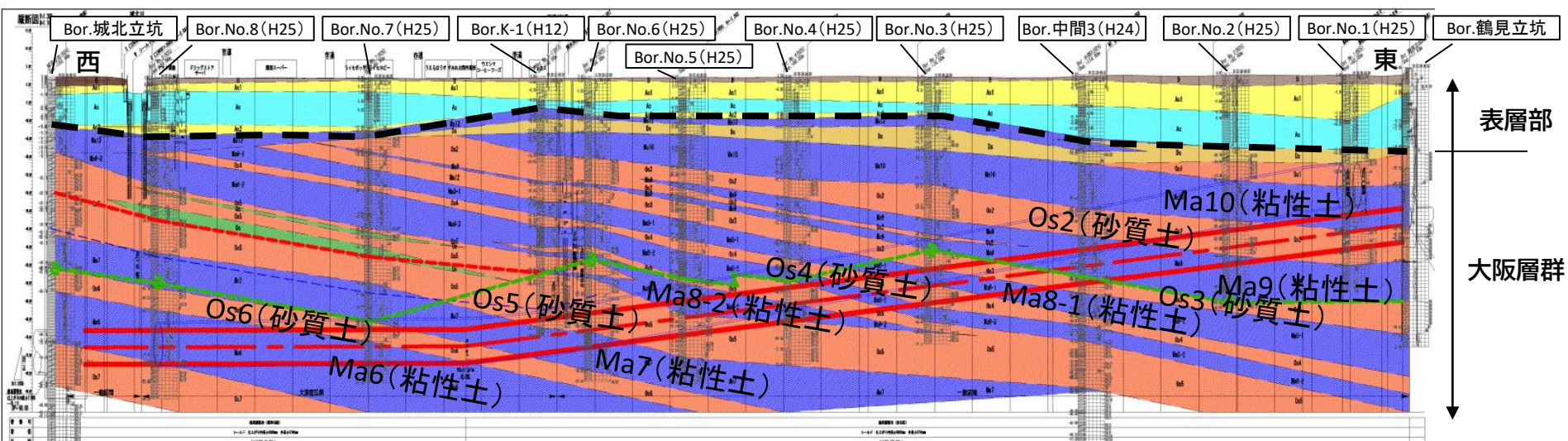
互層であり、表層部には軟弱粘性地盤が分布しているが、シールド掘削層の直上には大阪層群(N値が50以上の非常に密な砂質土と、粘着力が高く、非常に硬い粘性土が東側に深く傾斜する互層地盤)が14~54m分布しており、掘削による地山の緩み等の影響が地表面まで伝達しにくい地盤。

○ 地下水位と被圧水頭

地下水位はGL-1.0mとなっており、大阪層群ではGL-6m付近が被圧地下水位。(Bor No.城北立坑)

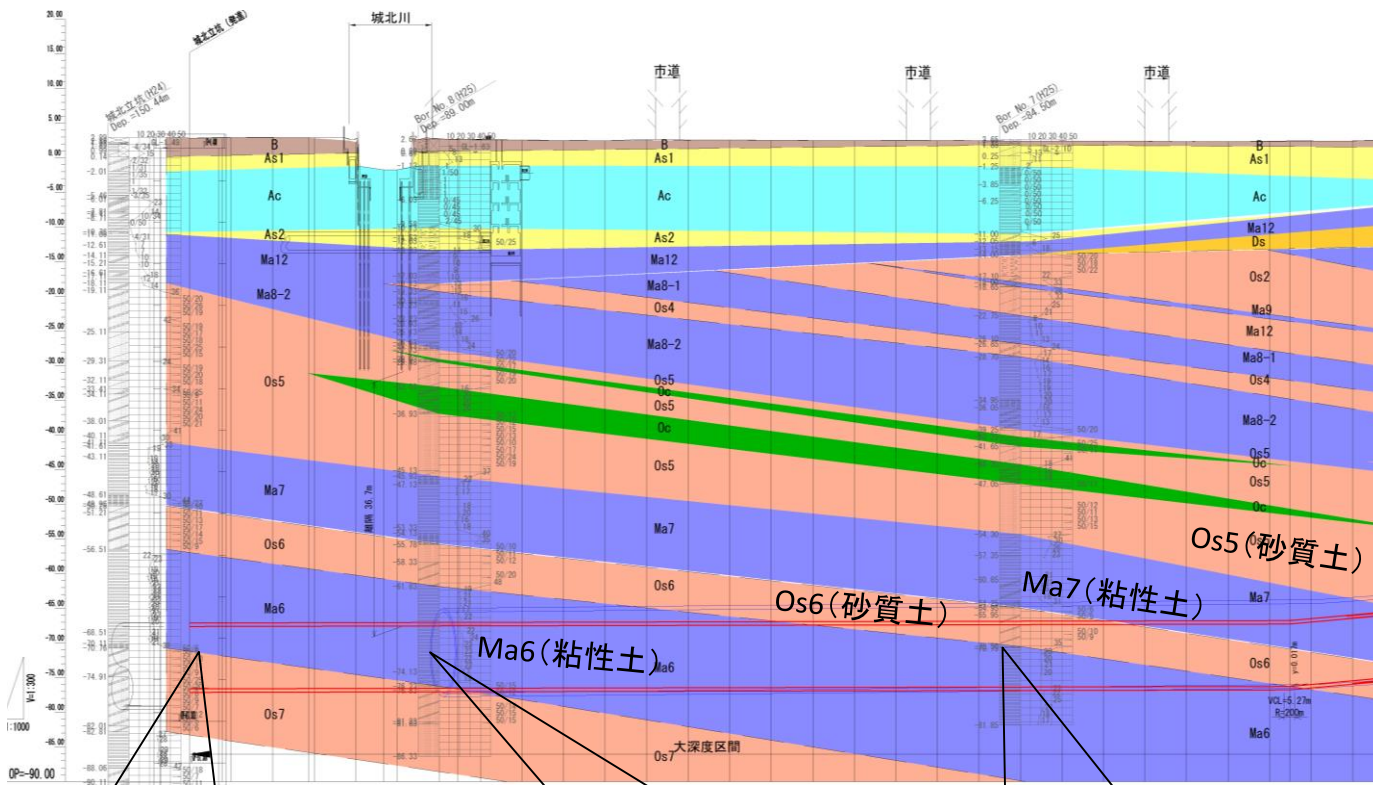
○ メタンガス調査

Bor No.5で2~13ppmのごく微量なメタンガスを検出。



1.調査(地質調査)について

シールド通過地盤



土質記号凡例

地質年代区分	地質区分	土質区分	記号
完新世	盛土	粘性土・砂質土・礫質土	B
	沖積層	第1砂質土層	As1
		粘性土層	Ac
第四紀	洪積層	第2砂質土層	As2
		砂質土層	Ds
	大阪層群	Ma12	Ma12
		第1砂質土層	Os1
		Ma10	Ma10
		第2砂質土層	Os2
		Ma9	Ma9
		第3砂質土層	Os3
		Ma8-1	Ma8-1
		第4砂質土層	Os4
		Ma8-2	Ma8-2
		挟在粘土層	Oc
		第5砂質土層	Os5
		Ma7	Ma7
		第6砂質土層	Os6
Ma6	Ma6		
第7砂質土層	Os7		
Ma5	Ma5		
第8砂質土層	Os8		
Ma4	Ma4		
第9砂質土層	Os9		
Ma3	Ma3		

Bor.城北立坑(H24)

- ・最大粒径9.5mm
- ・通過土層区分
礫分7.54%
砂分58.60%
細粒分33.86%
- ・均等係数10.7(Os7層)
- ・粘着力127kN/m²(Ma6層)

Bor.No.8(H25)

- ・最大粒径4.8mm
- ・通過土層区分
礫分0.02%
砂分4.13%
細粒分95.85%
- ・均等係数10.7(Os7層)
- ・粘着力259kN/m²(Ma6層)

Bor.No.7(H25)

- ・最大粒径4.8mm
- ・通過土層区分
礫分0.64%
砂分28.89%
細粒分70.47%
- ・均等係数10以上(Os6層)
- ・粘着力333kN/m²(Ma6層)

1.調査(地質調査)について

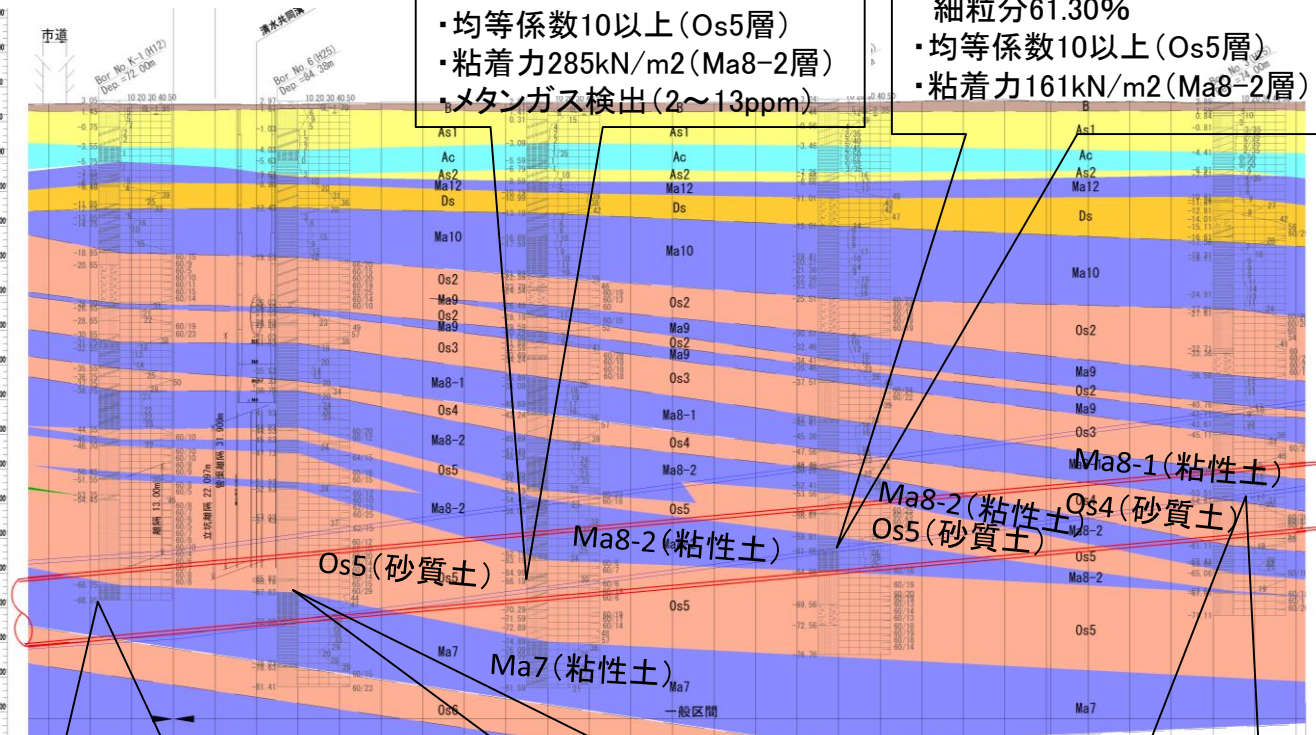
シールド通過地盤

Bor.No.5(H25)

- ・最大粒径9.5mm
- ・通過土層区分
礫分2.95%
砂分19.85%
細粒分77.20%
- ・均等係数10以上(Os5層)
- ・粘着力285kN/m²(Ma8-2層)
- ・メタンガス検出(2~13ppm)

Bor.No.4(H25)

- ・最大粒径19.0mm
- ・通過土層区分
礫分27.00%
砂分11.70%
細粒分61.30%
- ・均等係数10以上(Os5層)
- ・粘着力161kN/m²(Ma8-2層)



Bor.K-1(H12)

- ・最大粒径19.0mm
- ・通過土層区分
礫分1.40%
砂分11.25%
細粒分87.35%
- ・粘着力187kN/m²(Ma7層)

Bor.No.6(H25)

- ・最大粒径19.0mm
- ・通過土層区分
礫分7.52%
砂分46.86%
細粒分45.63%
- ・均等係数10以上(Os5層)
- ・粘着力155kN/m²(Ma7層)

Bor.No.3(H25)

- ・最大粒径4.8mm
- ・通過土層区分
礫分0.57%
砂分60.72%
細粒分38.71%
- ・均等係数10以上(Os4層)
- ・粘着力116kN/m²(Ma8-1層)

土質記号凡例

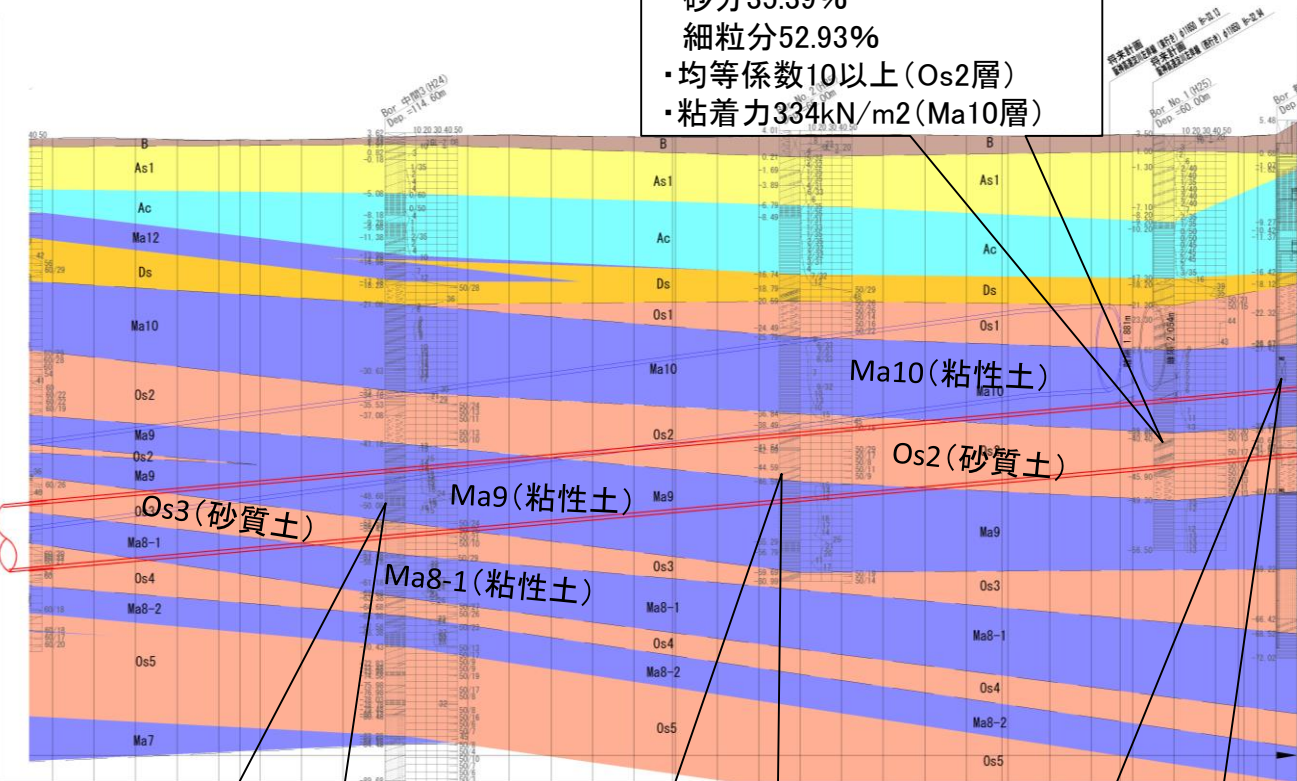
地質年代区分	地質区分	土質区分	記号
完新世	盛土	粘性土・砂質土・礫質土	B
		沖積層	第1砂質土層 粘性土層 第2砂質土層
	洪積層	Ma12	Ma12
		砂質土層	Ds
第四紀	大阪層群	第1砂質土層	Os1
		Ma10	Ma10
		第2砂質土層	Os2
		Ma9	Ma9
		第3砂質土層	Os3
		Ma8-1	Ma8-1
		第4砂質土層	Os4
		Ma8-2	Ma8-2
		挟在粘土層	Oc
		第5砂質土層	Os5
		Ma7	Ma7
		第6砂質土層	Os6
		Ma6	Ma6
		第7砂質土層	Os7
Ma5	Ma5		
第8砂質土層	Os8		
Ma4	Ma4		
第9砂質土層	Os9		
Ma3	Ma3		

1.調査(地質調査)について

シールド通過地盤

Bor.No.1 (H25)

- ・最大粒径30.0mm
- ・通過土層の区分
礫分11.67%
砂分35.39%
細粒分52.93%
- ・均等係数10以上(Os2層)
- ・粘着力334kN/m²(Ma10層)



土質記号凡例

地質年代区分	地質区分	土質区分	記号	
完新世	盛土	粘性土・砂質土・礫質土	B	
	沖積層	第1砂質土層	As1	
		粘性土層	Ac	
洪積層	第2砂質土層	As2		
		Ma12	Ma12	
第四紀	更新世	砂質土層	Ds	
			Os1	
	大阪層群	第1砂質土層	Os1	
			Ma10	Ma10
		第2砂質土層	Os2	
			Ma9	Ma9
		第3砂質土層	Os3	
			Ma8-1	Ma8-1
		第4砂質土層	Os4	
			Ma8-2	Ma8-2
		挟在粘土層	Oc	
		第5砂質土層	Os5	
			Ma7	Ma7
		第6砂質土層	Os6	
			Ma6	Ma6
		第7砂質土層	Os7	
			Ma5	Ma5
		第8砂質土層	Os8	
	Ma4	Ma4		
第9砂質土層	Os9			
	Ma3	Ma3		

Bor.中間3(H24)

- ・最大粒径0.90mm
- ・通過土層区分
礫分0.00%
砂分18.53%
細粒分81.47%
- ・均等係数10.5(Os3層)
- ・粘着力166kN/m²(Ma9層)

Bor.No.2 (H25)

- ・最大粒径9.50mm
- ・通過土層区分
礫分5.59%
砂分59.64%
細粒分34.77%
- ・均等係数7.2(Os2層)
- ・粘着力286kN/m²(Ma9層)

Bor.鶴見立坑No.1

- ・最大粒径30.0mm
- ・通過土層区分
礫分12.14%
砂分33.58%
細粒分54.28%
- ・粘着力185kN/m²(Ma10層)

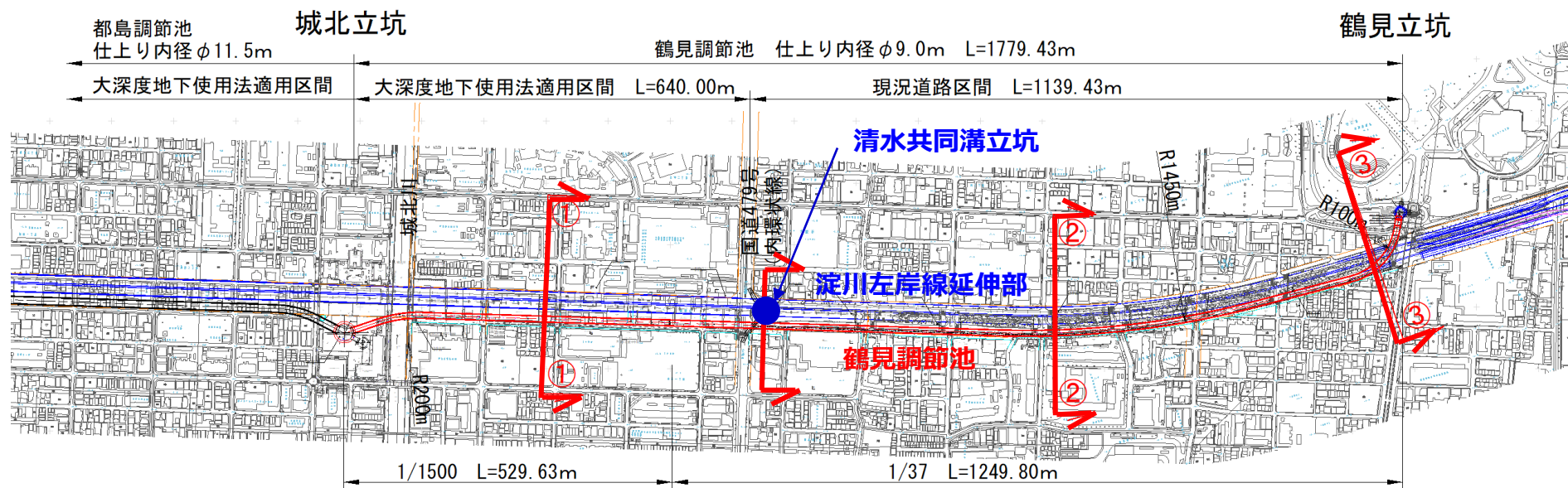
1.調査(支障物調査)について

支障物調査内容

【ガイドライン記載内容】

シールドトンネルの掘削断面において支障となる諸物件を十分に調査した上で、必要な対策を講じること。

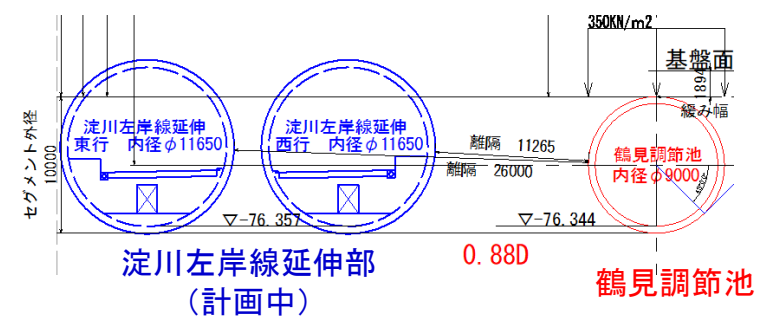
大深度区間で併設する「淀川左岸線延伸部トンネル」および「清水共同溝」との位置関係を確認。
FEMによる影響解析を実施し、問題がないことを確認。



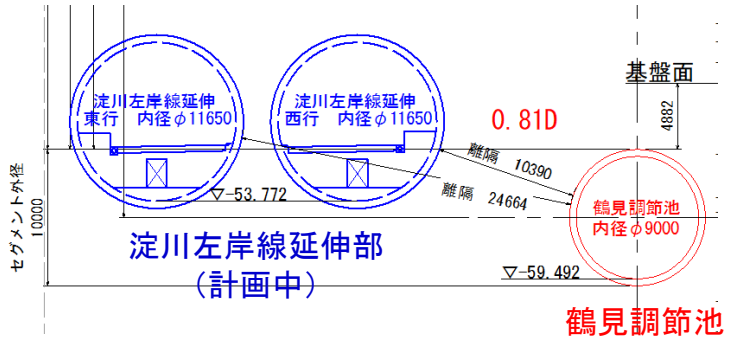
1.調査(支障物調査)について

支障物調査内容

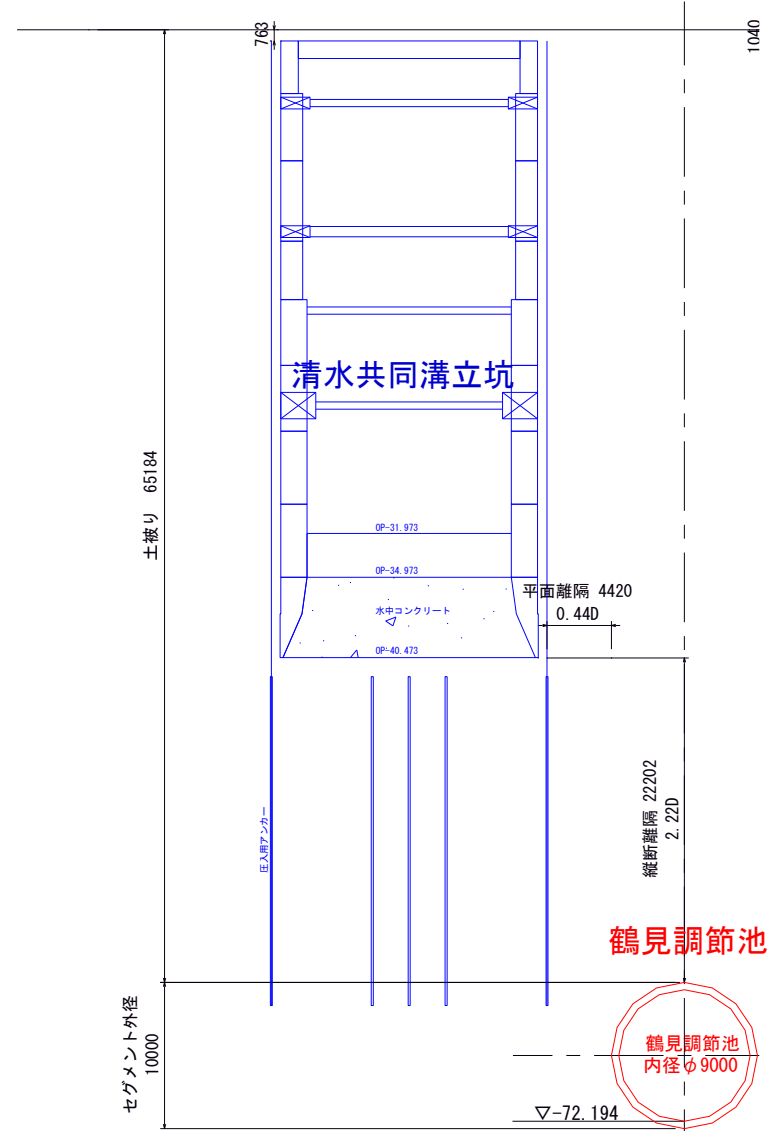
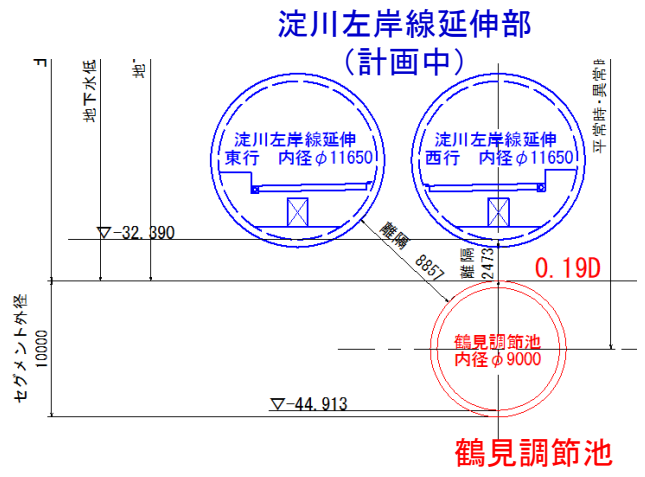
①-①断面図



②-②断面図



③-③断面図



1.調査(支障物調査)について

支障物調査内容

FEM解析を行う際の応力解放率は、シールド掘進時の実際の地山状況を加味し、切刃圧作用時解放力と切刃前面解放力を合わせた値により解析を行い、問題がないこと確認。

近接対象施設に対する影響の判定結果一覧表

解析断面	対象構造物	応力解放率 (%)	地表面	構造物		判定	摘要
			発生変位	解析結果	管理値		
清水共同溝	立坑	13	-3mm	X方向: 1.074mm Y方向: 2.112mm	変位量11mm	OK	
				X方向: 2.28×10^{-6} Y方向: 3.16×10^{-6}	傾き 0.003deg	OK	
断面①-①	鶴見調節池先行 淀川左岸線延伸部後施工	12/13	-1mm	鶴見調節池の応力 最大4.05%増	セグメントの 応力照査	OK	応力開放率 鶴見: 12% 淀川: 13%
	淀川左岸線延伸部先行 鶴見調節池後施工	12/13	-1mm	鶴見調節池の応力 最大3.97%増	セグメントの 応力照査	OK	
断面②-②	鶴見調節池先行 淀川左岸線延伸部後施工	13	-3mm	鶴見調節池の応力 最大7.13%増	セグメントの 応力照査	OK	
	淀川左岸線延伸部先行 鶴見調節池後施工	13	-3mm	鶴見調節池の応力 最大7.14%増	セグメントの 応力照査	OK	
断面③-③	鶴見調節池先行 淀川左岸線延伸部後施工	12/13	-2mm	鶴見調節池の応力 最大5.49%増	セグメントの 応力照査	OK	応力開放率 鶴見: 12% 淀川: 13%
	淀川左岸線延伸部先行 鶴見調節池後施工	12/13	+1mm	鶴見調節池の応力 最大6.66%増	セグメントの 応力照査	OK	

※応力開放率は、阪神高速道路(株):シールドトンネル設計マニュアル(H23.2)を準拠

※清水共同溝の管理値は、社団法人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)を準拠

2-1.覆工設計について

覆工の設計

※セグメントについては、施工者決定後に変更になる可能性があります。

【ガイドライン記載内容】

セグメントの形状・寸法の決定にあたっては、構造計算のほか、類似工事等の実績も参考にして検討すること。
 セグメントの分割は、リングとしての構造的な安定性、製作性、施工性のほか、Kセグメントの安定性に配慮して決定すること。

セグメントの形状・寸法、分割数、Kセグメントは、土質条件、土被り等の荷重条件及び地震時荷重の構造耐力を満足し、類似工事等の実績を参考に安定性、施工性、経済性により決定。

項目	一般部		考え方
セグメント径	外径φ10,000mm、内径φ 9000mm		流下能力、セグメント高さによる
セグメント高さ (厚さ)	500mm(外径比=5.0%) (外径比=セグメント高さ/セグメント外径)		合成セグメントの場合、一般に3~6%の例が多い※ ¹ メーカーヒアリング※ ² による実績は2.5%~4.5%
セグメント幅	1800mm		メーカーヒアリング※ ² による 同規模(外径φ8000mm超※ ³)実績は1200mm~1800mm
セグメントリングの分割数	8分割		大断面トンネルでは、6~10分割が多い※ ¹ 工場からの運搬効率から分割数を決定※ ⁴
Kセグメント	挿入方向	軸方向挿入型	メーカーヒアリング等からKセグメントの安定性、組立時の損傷防止等を考慮して挿入角度を設定
	挿入角度	8度	
	継手角度	無し	
	挿入代	600mm	他工事の実績よりセグメント幅の1/3を設定
セグメント種別	合成セグメント (特殊型鋼+鉄筋・無筋コンクリート)		地下河川の採用実績があり、経済性に優れている。

※¹ トンネル標準示方書[シールド工法編](土木学会)2016年より
 ※² 採用した合成セグメントの製造が可能なメーカー(3社)を対象に実施
 ※³ 13件の実績(うち、セグメント幅1800mmの実績は4件<全て外径φ10000mm以上)>
 ※⁴ 1ブロックの最大重量を10t※⁵と考え、運搬車両(25tトレーラー)1台で2ブロックの運搬を想定。
 セグメント1リング分の重量72.5t÷10t=7.25≒8分割とした。
 ※⁵ 積載荷重25t/2ブロック=12.5t/ブロック ⇒ 付属金具等の重量が加わるため、セグメント本体の最大重量を10tに設定

2-1.覆工設計について

覆工の設計

鶴見調節池と同規模(外径φ8,000以上)のセグメント形状・寸法

	施工年度 (年)	外径 (mm)	桁高 (mm)	幅 (mm)	セグメント 種別	継手種別	用途	製造業者	セグメント 高さ/外径	備考
平成8	1996	8240	370	1200	NM	嵌合	地下河川	新日鉄住金	4.5%	寝屋川北部地下河川 古川調節池
平成11	1999	9800	250	1200	NM	嵌合	鉄道	新日鉄住金	2.6%	
平成12	2000	9800	250	1200	NM	嵌合	鉄道	新日鉄住金	2.6%	
平成15	2003	13200	350	1500	NM	嵌合	貯留	新日鉄住金	2.7%	
平成17	2005	10600	250	1500	NM	嵌合	道路	新日鉄住金	2.4%	
平成23	2011	12230	300	1800	NM	嵌合	道路	新日鉄住金	2.5%	大和川線
平成24	2012	12230	300	1800	NM	嵌合	道路	新日鉄住金	2.5%	大和川線
平成24	2012	8010	255	1600	NM	嵌合	貯留	新日鉄住金	3.2%	
平成20	2008	12300	400	1800	HB	鋼製ガイド式継手サンクイック	道路	JEF	3.3%	
平成23	2011	10600	300	1800	HB	鋼製ガイド式継手サンクイック	貯留	JEF	2.8%	
平成29	2017	13070	520	1200	HB	鋼製ガイド式継手サンクイック	道路	JEF	4.0%	
平成27	2015	12400	450	1500	HB	鋼製ガイド式継手SB継手	道路	JEF	3.6%	
平成21	2009	12300	400	1500	SBL	水平スライド式継手SP継手	道路	IHI	3.3%	

(参考)

NM(New Mechanically-jointed Segments) 日本製鉄株式会社

HB(Hybrid Segments) JFE建材株式会社

SBL(Steel Beam Lining)株式会社IHI建材工業

(出典:メーカー3社に対して実績調査結果)

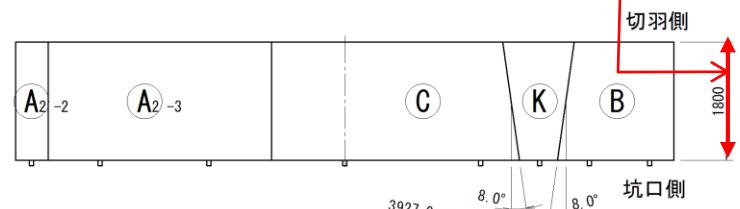
2-1.覆工設計について

覆工の設計

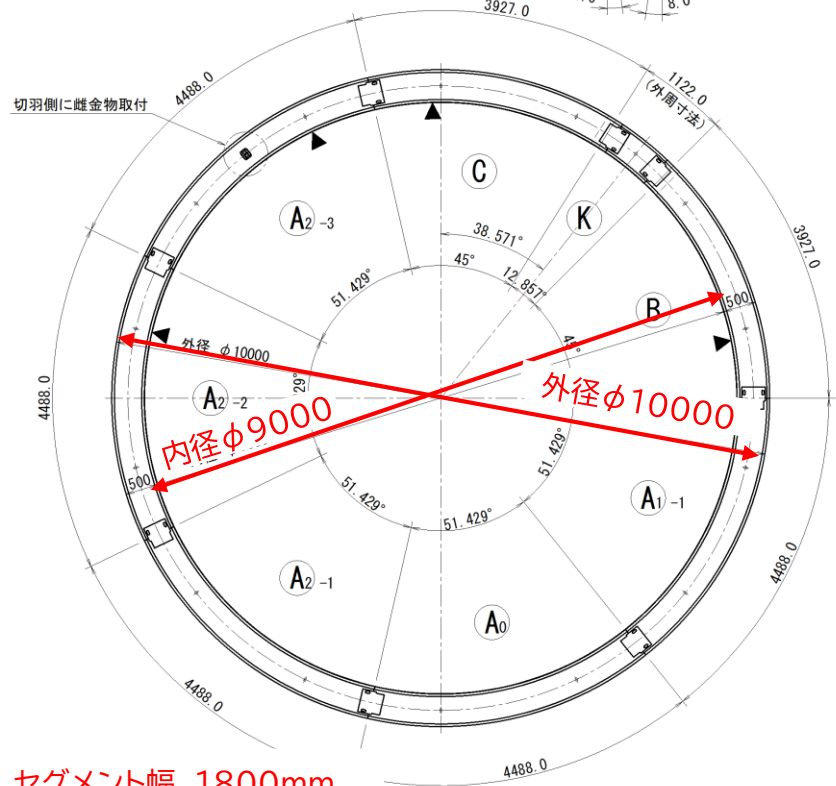
合成セグメント構造図 Aタイプ(1)

外径φ10000 (内径φ9000) × (鋼製桁495+防食代5) × 幅1800 フランジ40 × 165
(大深度区間用)

セグメント配置図

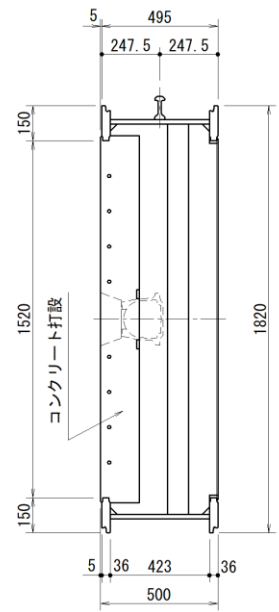
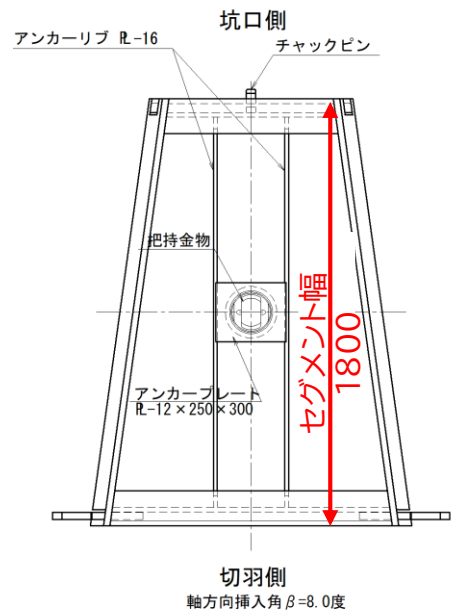
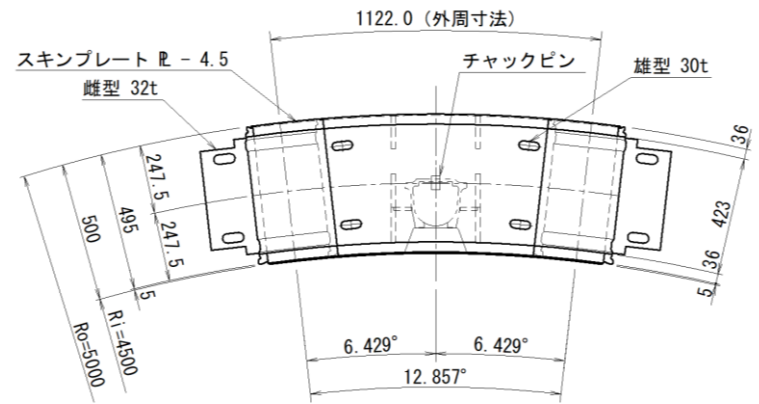


セグメント幅
1800



セグメント幅 1800mm
分割数 8分割

K型セグメント S=1/15



2-1.覆工設計について

覆工の設計

【ガイドライン記載内容】

3-1-2セグメントの構造等 (1)セグメントの本体と継手

セグメントの本体と継手は、完成時の安全性の確認はもとより、施工状況を考慮した設計を行い、万一の場合にも重大なトラブルや事故につながらないように安全性の確保に配慮すること。

地盤条件、地下水位、供用後の内水位、大深度地下の建築荷重、上載荷重より、土圧、水圧、内水圧に対する構造耐力を満足するセグメント構造計算を決定しています。

また、地震時(レベル1地震動、レベル2地震動)の荷重に対する構造耐力も満足していることを確認しています。

荷重条件と照査の組み合わせ

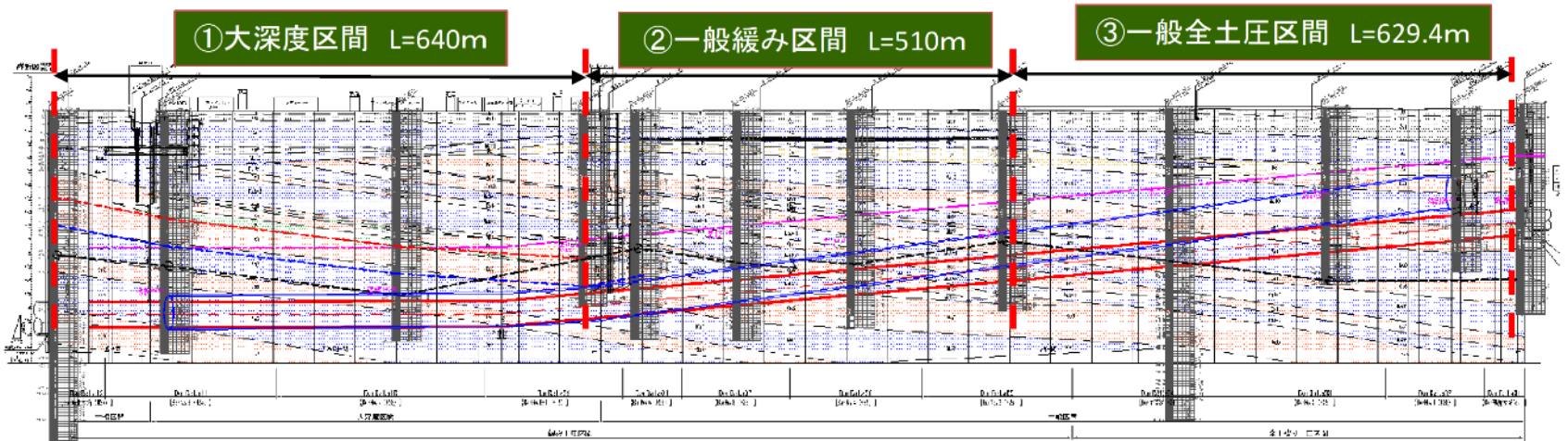
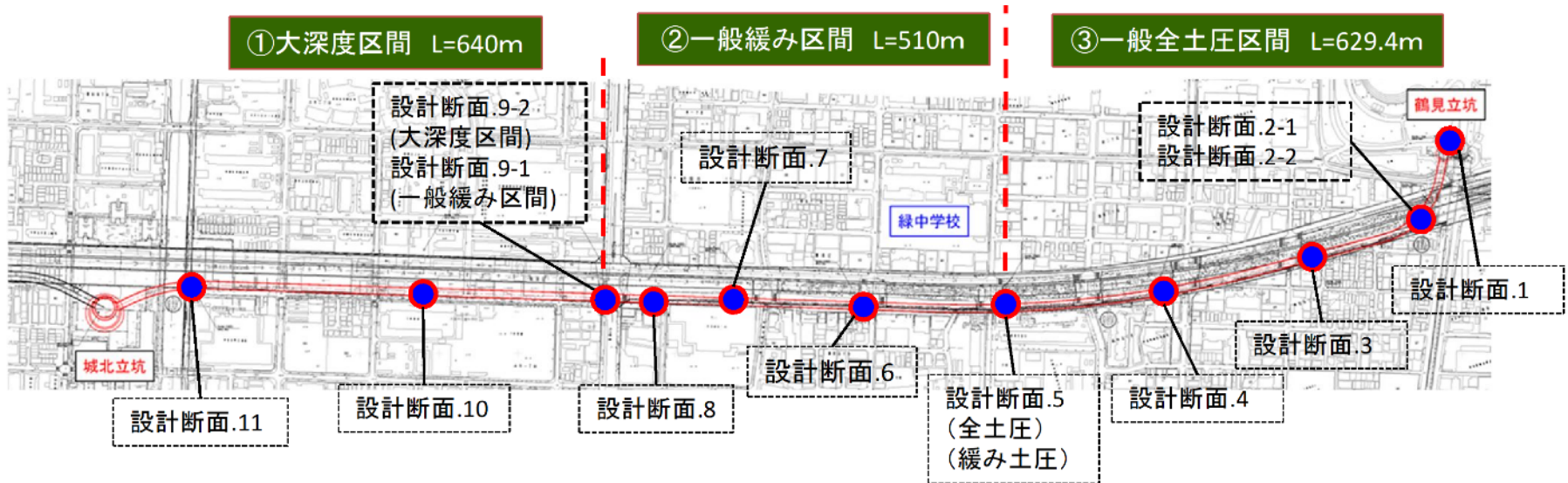
		①大深度区間	②一般緩み区間	③一般全土圧区間
条 件		土被り：大 土質：硬質地盤	土被り：大 土質：硬質地盤	土被り：中 土質：軟弱地盤
土圧の考え方		土水分離		
鉛直土圧	土圧大	緩み土圧と最低土圧の大きい値 最低土圧：1D	緩み土圧と最低土圧の大きい値 最低土圧：1.5D	全土圧
	土圧小	0.175D	0.175D	0.175D
内 水 圧		平常時・異常時共に城北立坑部の地盤高 OP+2.90m (路線内の最低地盤高)		
外 水 位	最高地下水位	地表面水位の最高値 OP+2.30m		
	最低地下水位	観測水位と地表面水位の最低値 OP-4.06m		
建 物 荷 重	考慮する	考慮しない	考慮しない	
上 載 荷 重	緩み土圧で考慮されている	緩み土圧で考慮されている	10kN/m ²	
水 平 土 圧		鉛直方向土圧に側方土圧係数を乗じる		

ケース	管内の状態	土圧		地下水位		内水圧	自重	地盤反力
		大	小	最高	最低			
1	空水の状態	○		○			○	○
2	空水の状態	○			○		○	○
3	満水の状態	○			○	○	○	○
4	満水の状態		○		○	○	○	○

※準拠図書：「内水圧が作用するトンネル覆工構造設計の手引きH11.3(先端建設技術センター)」、「下水道施設の耐震対策指針と解説2014(日本下水道協会)」、「下水道施設耐震計算例-管路施設編-2015(日本下水道協会)」、「大深度地下使用技術指針・同解説H30.3(国土交通省)」

2-1.覆工設計について

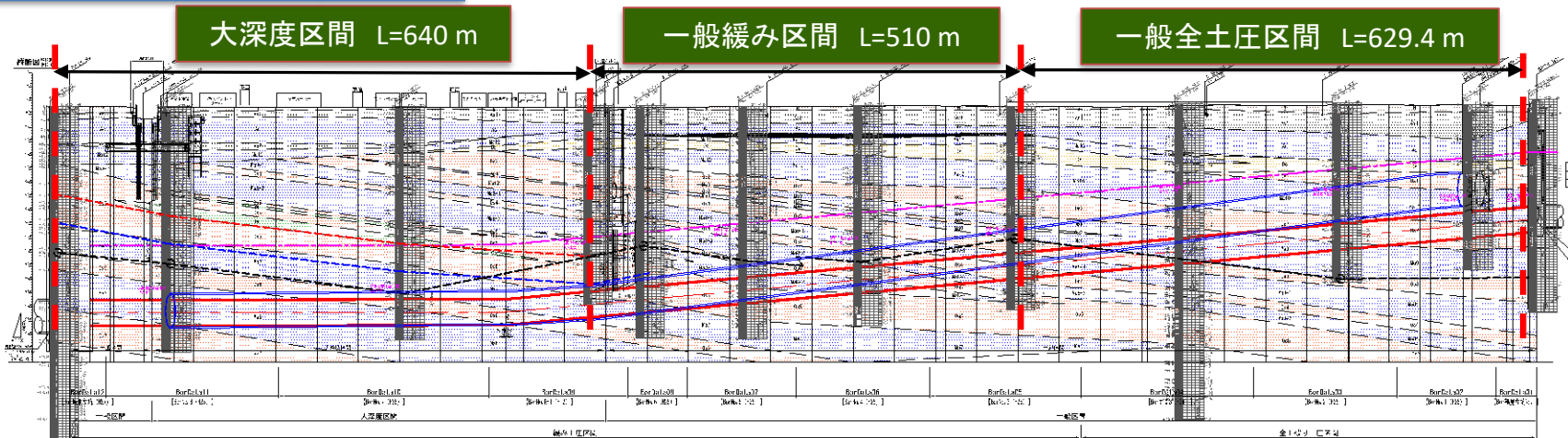
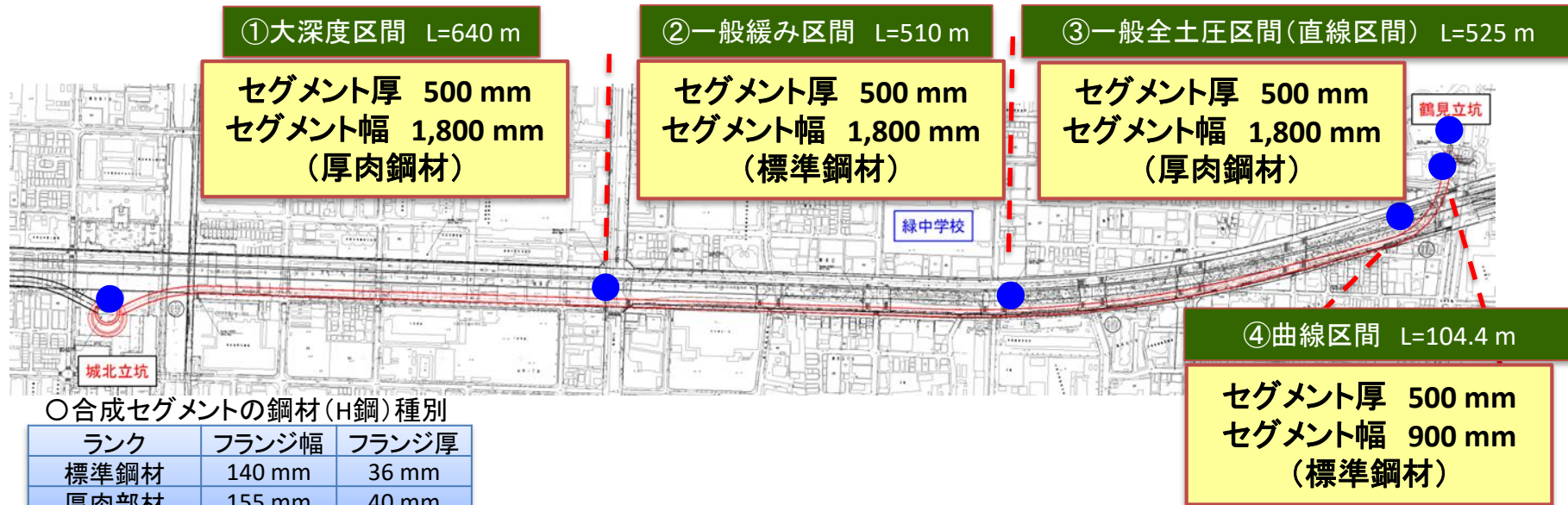
覆工の設計



2-1.覆工設計について

覆工の設計

- 区間①②③ = セグメント厚 500mm、セグメント幅 1,800mm(一般部)
 区間 ④ = セグメント厚 500mm、セグメント幅 900mm(曲線部)



2-2.シールド設計について

シールド形式の選定

【ガイドライン記載内容】

安全性の確保と周辺環境への影響の最小化を最優先とし、切羽の安定を保つことができるよう、掘削地盤への適応性を十分に検討すること。

それに加え、断面形状及び寸法、施工延長、トンネルの土被りや地表の状況、工事用地等の諸条件を考慮し、経済的に施工できることも含め、総合的な観点でシールド形式を選定し、それに応じた設計を行うこと。

シールド形式については、大深度、大断面对策の適用性を確認した上で、施工性、経済性に優れた「泥水式シールド工法」を選定。

シールドマシンについては、施工条件、他事例の実績を踏まえ、製作メーカーに確認した上で決定。

■ シールド形式の検討条件

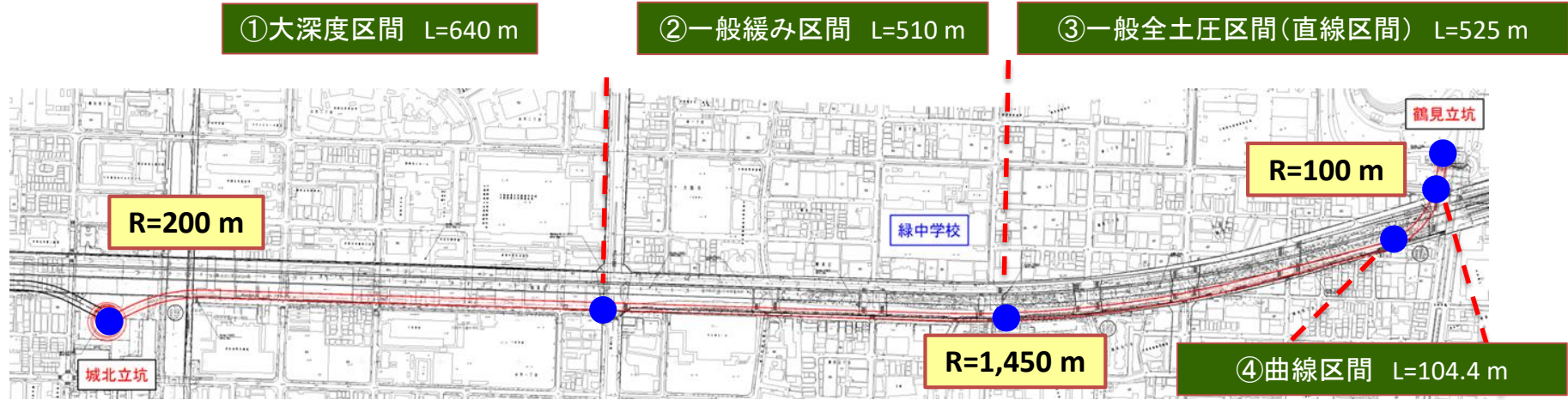
仕上内径	9,000 mm
施工延長	1,779.4 m(路線延長)
曲線	水平曲り R=200 m、1,450 m、100 m 垂直曲り R=500 m(CL=13.51 m)
縦断勾配	1/1,500、1/37(上り掘進)
セグメント	合成セグメント、(外径 10,000mm/幅 1,800mm、900mm(R=100m) Kセグメント:軸方向挿入形(挿入代600mm)
土被り	70.03m~36.66m
シールド掘削地盤	砂質土、粘性土 最大粒径30mm
地下水位	最高地下水位: OP+2.30m
マシン中心の地下水圧	0.744MPa~0.403MPa

■ シールドマシンの設備仕様条件

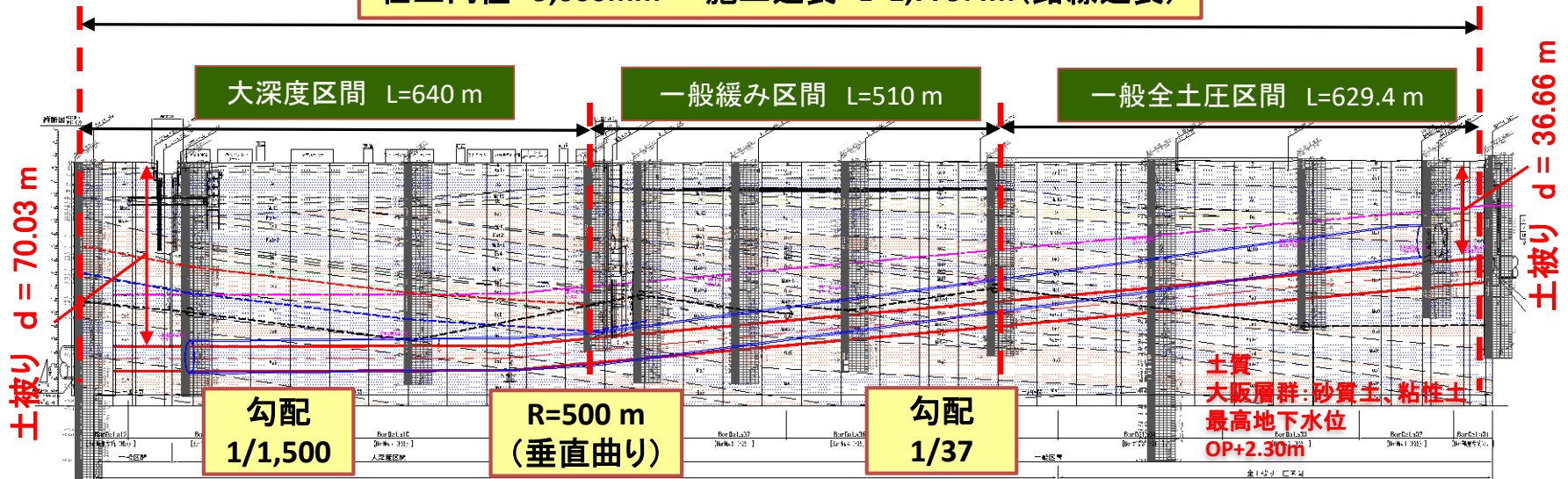
形状保持装置(上下拡張式)、テールブラシ4段+緊急止水装置、同時裏込め注入装置

2-2.シールド設計について

シールド形式の選定



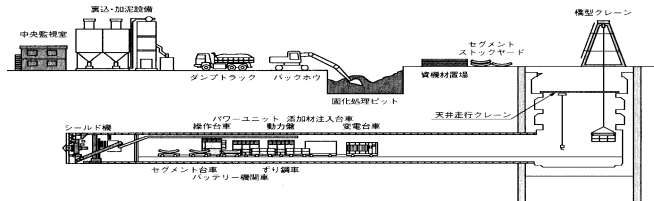
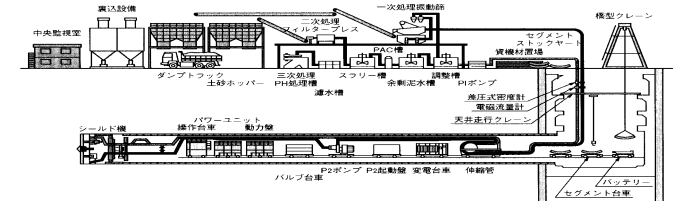
仕上内径 9,000mm 施工延長 L=1,779.4m(路線延長)



2-2.シールド設計について

シールド形式の選定

※ 類似工事の実績はシールド工法技術協会のシールド実績表を集計
 ※ シールド形式については、施工者決定後に変更になる可能性があります。

		泥土圧式シールド	泥水式シールド
工法概念図			
切羽安定機構		泥土圧により地山の土圧および水圧に対抗する。 スクリーコンベアの排土機構により、切羽圧と排土量を調節	泥水圧により地山の土圧および水圧に対抗する。 切羽面に不透水性の泥膜を形成し泥水圧を有効かつ均等に作用させる
可燃ガス対策		土砂圧送設備 テールシールド 4段 同時裏込め注入 換気計画、ガス検知器	土砂流体輸送 テールシールド 4段 同時裏込め注入 換気計画、ガス検知器
大深度・大断面対策	掘削制御 (切羽の安定制御)	切羽安定対策として、スクリーコンベア等排土機構・掘進速度に応じた排土量管理、掘削土砂の流動性や止水性を保つための添加剤選定と注入量等、大口径カッターチャンパー内の塑性流動化を図るための高度な切羽安定制御が必要	○ 切羽安定に最も有効な泥水の物性(比重、ろ過特性、粘性、砂分含有率等)の調整、切羽土水圧に対抗した泥水圧の調整保持が必要 なお、地山崩壊を防止するなど面板が切羽安定の保持機能も有している
	高水圧対策	最大水圧0.74MPaに対するスクリーコンベアの必要長は40m以上となる。 曲線区間のセグメントへの干渉を避けるため、分割及び中折れ式のスクリーコンベア設備が必要。	△ 循環設備の圧力管理により水圧に対抗するため、高水圧下においても標準の設備で対応が可能。
	掘削土排出対策	発達立坑の深さ(H=82.7m)では、立坑内の垂直圧送が困難 発達立坑での掘削土の搬出のため、掘削土の固化処理設備、垂直ベルトコンベア設備が必要。	△ 発達立坑の深さ(H=82.7m)でもm標準設備で対応可能(流体輸送)
	施工環境	立坑内で掘削土の固化処理を行うため、粉塵や騒音対策の設備(困)が必要。	△ 掘削残土は流体輸送により坑外まで圧送されるため、粉塵の発生が無く施工環境は良い。
	シールドマシン設備対策	テールシールド:4段+緊急止水1段 形状保持装置:上下拡張式 NOMST切削用専用ビットの装着	
	セグメント搬入計画	立坑内の掘削土排土設備(垂直ベルトコンベア)の設置により、セグメントの搬入スペースが狭くなるため、 専用の搬入設備(セグメントリフト)が必要。	△ 標準のクレーン設備による搬入が可能
類似工事実績	セグメント外径10m以上の実績 46 件 土被り70m以上の実績 11 件 地下水圧0.7MPa以上の実績 13 件	○ セグメント外径10m以上の実績 62 件 土被り70m以上の実績 24 件 地下水圧0.7MPa以上の実績 20 件	
施工ヤード	地上プラントが少なく発達ヤードは泥水式に比べ小さい	○ 泥水処理プラント設置スペースが必要となり発達ヤードは泥土圧式より大きくなる。 (本工事の現場で発達ヤードが確保できるため問題とならない。)	(△)
近接影響対策	シールドの掘進に合わせてシールドスキンプレートの外側にうけつけた注入管から裏込めを行う(同時裏込め注入)ことにより、沈下影響を採用減に抑える。		
残土処分	残土処分量 産業廃棄物 162,601 m3 産業廃棄物 11tダンプトラック (1日7時間で計算) 154 台/日 22 台/時間 運搬車両の通行台数は泥水式と同程度。	○	残土処分 一般残土(固化処理不要) 64,951 m3 産業廃棄物(二次処理土) 104,401 m3 一般残土 11tダンプトラック 61 台/日 9 台/時間 産業廃棄物 11tダンプトラック 79 台/日 11 台/時間 運搬車両の通行台数は泥土圧式と同程度。
経済性	シールドマシン 41.1 億円 地上プラント他設備 31.6 億円 セグメント 162.0 億円 残土処分 37.6 億円 施工費他 7.7 億円 約 280 億円	△	シールドマシン 38.4 億円 地上プラント他設備 35.0 億円 セグメント 162.0 億円 残土処分 27.2 億円 施工費他 7.1 億円 約 270 億円
総合評価	大深度・大断面の施工実績がある。 高水圧対策(曲線区間の対応)、発達立坑内の掘削土排出対策、粉塵騒音対策、セグメント搬入対策が必要となるため、泥水式シールドよりも高くなる。	△	大深度・大断面の施工実績がある。 通常のシールド設備により、高水圧対策や発達立坑内の掘削土排出対策、粉塵騒音対策、セグメント搬入対策が対応可能であるため、泥土圧式シールドよりも安い。 発達ヤードは泥土圧式シールドよりも大きくなるが、本工事では必要な発達ヤードが確保できる。