| 資料2 | 令和７年９月３日（水）<br>令和７年度　第１回<br>大阪府河川構造物等審議会 |
| --- | --- |

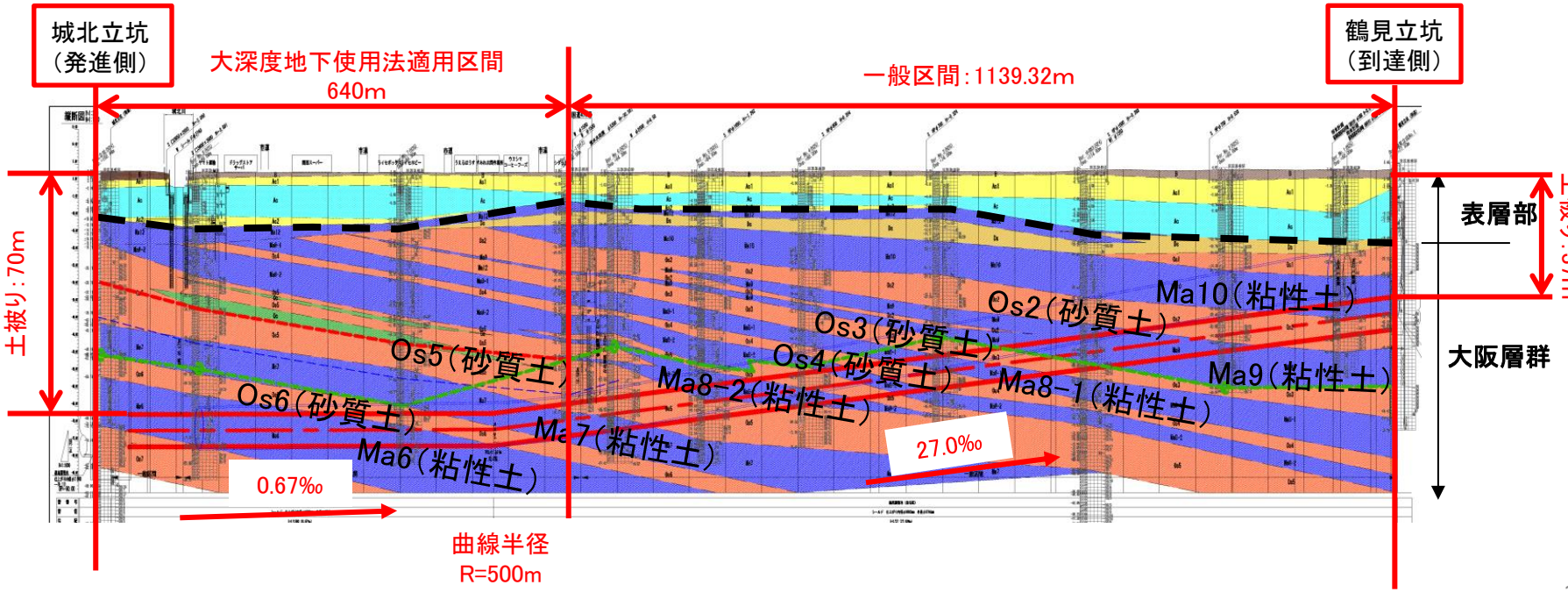
# 令和７年度　第１回
# 大阪府河川構造物等審議会

## 「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」を踏まえた施工計画について

# 1. 工事概要

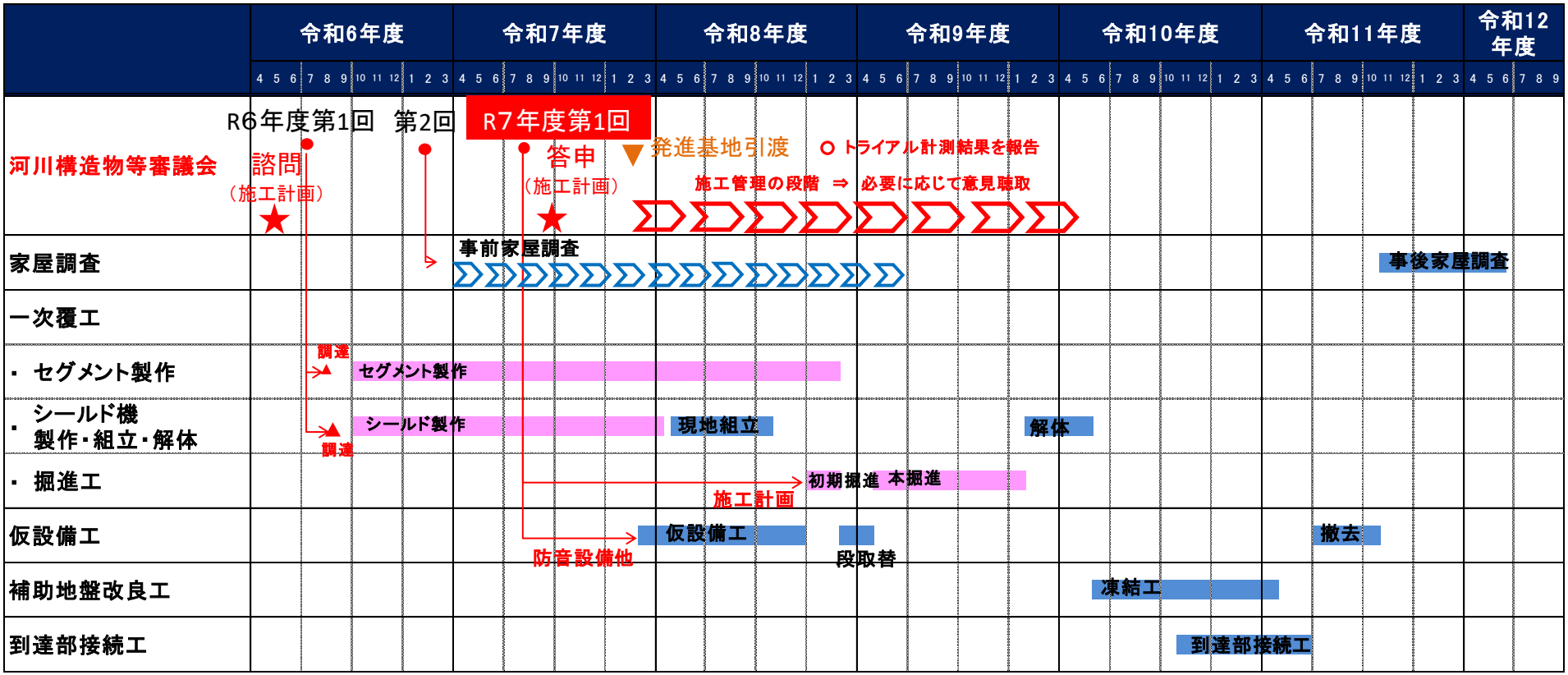
平面図・縦断図

令和6年度第1・2回審議会資料を再掲



# 1. 工事概要

## 工事工程および審議会スケジュールと審議事項



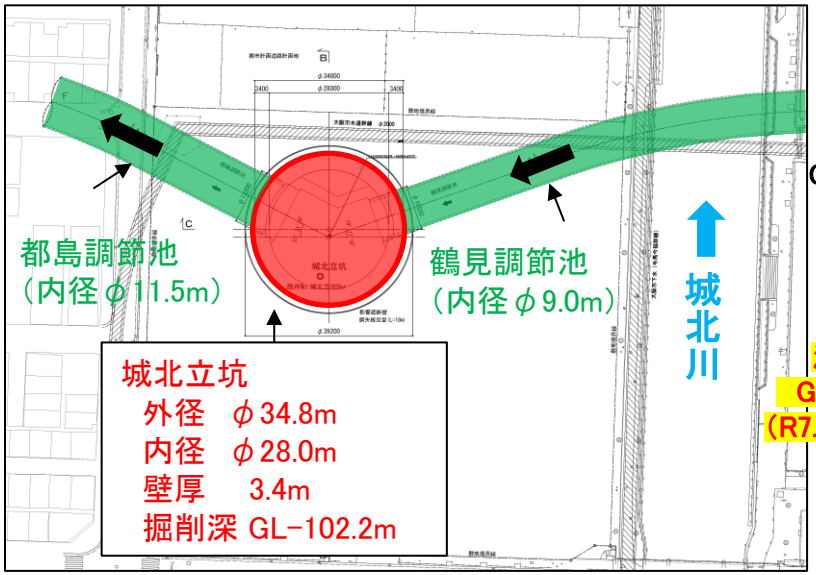

| | R6年度第1回（令和6年7月3日） | R6年度第2回（令和7年2月 28日） | R7年度第1回（令和7年9月3日） |
|---|---|---|---|
| 審議事項 | 1 調査<br>2-1 覆工（セグメント）の設計<br>・セグメント仕様決定<br>2-2 シールドの設計<br>・シールドマシン形式、仕様決定 | 4 周辺の生活環境への配慮<br>・計測計画(地盤変位等)<br>・家屋調査実施範囲 | 3 施工<br>・シールド施工計画<br>4 周辺の生活環境への配慮<br>・騒音・振動対策<br>・住民対応計画<br>今回の審議事項 |

※工程は関係機関協議等により前後する可能性がある。

# 1. 工事概要

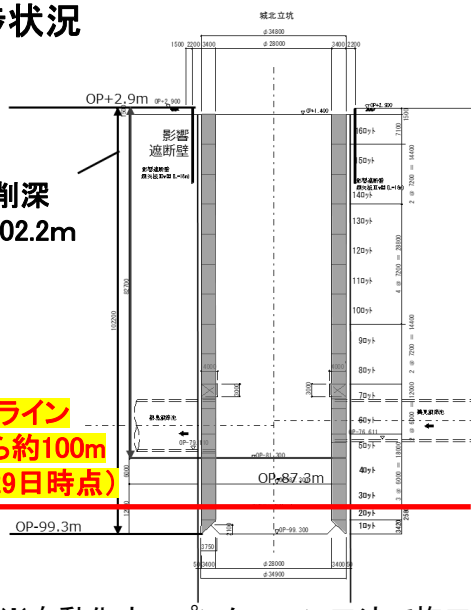
## 城北立坑の進捗状況

### 平面図




※ 黒矢印は水の流れを示す

### 進捗状況




※自動化オープンケーソン工法で施工
※16ロット中16ロット目を施工中

### 現場状況

⇒シールド通過層の掘削残土は、
サンプリングのうえ、地質調査結果との
比較を行い、設計や施工に活用。

### 工程表

引渡し

| 年度 | R6年度 | | | | | | | | | R7年度 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 |
| ケーソン躯体構築 | 14ロット | | | 15ロット | | | | | 16ロット | | | | | | | | | | | |
| 掘削・圧入 | | 14ロット | | | | 15ロット | | | | | | 16ロット | | | | | | | | |
| 水中コンクリート | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 底版コンクリート | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 後片付け | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

# 1. 工事概要

本審議会での審議事項

令和6年度第1回審議会審議事項

| | | |
|---|---|---|
| ① | 覆工の設計 | ・セグメント仕様の決定 |
| ② | シールドの設計 | ・シールドマシン形式、仕様の決定 |

令和6年度第2回審議会審議事項

| | | |
|---|---|---|
| ① | 周辺の生活環境への配慮 | ・計測計画（地盤変位等）の決定<br>・家屋調査実施範囲の決定 |

令和7年度第1回審議会審議事項　本日の審議対象

| | | |
|---|---|---|
| ① | 調査 | ・支障物の調査 |
| ② | 施工 | ・シールド施工計画の決定 |
| ③ | 周辺の生活環境への配慮 | ・騒音、振動対策の決定<br>・住民対応計画の決定 |
| ④ | その他項目 | ・発進防護工<br>・輸送（発進基地、水上） |

# 2. シールドトンネル工事ガイドラインに記載された検討事項

令和7年度第1回審議会の審議項目はガイドラインに記載された検討事項のうち2.調査、4.施工、5.周辺環境への配慮、6.その他の配慮事項における下表の項目とする　※ ガイドライン1. は総則

| 項目 | | 検討事項 | 審議時期 |
|---|---|---|---|
| 2.調査 | 2-1 地質調査 | ・発注者が行った調査内容の確認、施工に必要な場合はさらに照査調査等を行う。 | R6第1回 [済] |
| | 2-2 支障物の調査 | ・発注者が行った調査内容の確認、施工に必要な場合はさらに照査調査等を行う。 | R7第1回[p.12] |
| 3.設計 | 3-1 覆工の設計 | 構造耐力等を満足するセグメントを設計し、工事に使用するセグメントの選定を行う。 | |
| | 3-1-1セグメントの形状・寸法 | | |
| | (1)セグメントの形状・寸法 | ・形状、寸法等の検討 | R6第1回 [済] |
| | (2)セグメントの分割 | ・分割等の検討 | R6第1回 [済] |
| | (3)Kセグメント | ・形状（挿入角度、継手角度）<br>・Kセグメント抜出し防止対策の計画<br>－ 抜出し力の照査（滑剤の塗布等の影響を考慮） | R6第1回 [済] |
| | (4)Kセグメントの挿入代 | ・挿入代 | R6第1回 [済] |

□ 令和7年度第1回審議会の審議項目　＿＿ 特に重要と考える審議項目

# 2. シールドトンネル工事ガイドラインに記載された検討事項

| 項目 | | 検討事項 | 審議時期 |
|---|---|---|---|
| 3.設計 | 3-1-2 セグメントの構造等 | | |
| | (1)セグメントの本体と継手 | ・構造計算の実施<br>－ 土圧、水圧、内水圧、地震時荷重を考慮<br>－ 大深度区間においては建物荷重を考慮<br>－ 淀川左岸線延伸部の併設による影響を考慮<br>・施工時荷重を考慮した構造計算の実施<br>－ テールグリス圧<br>－ 裏込め注入圧/裏込め注入位置<br>－ ジャッキ推力　　など | R6第1回[済] |
| | (2)RCセグメントの鉄筋量 | ・本工事では嵌合方式合成セグメントを使用するため該当しない | ― |
| | (3)RCセグメントのシール溝 | ・本工事では嵌合方式合成セグメントを使用するため該当しない | ― |
| | (4)シールドジャッキ偏心量の影響 | ・テールクリアランスの影響を考慮した安全性の検討 | R6第1回 [済] |
| | (5)シールドの施工計画を考慮したセグメントの設計 | ・施工計画を考慮し、ジャッキ推力、裏込め注入による影響を考慮したセグメント設計を実施する | R6第1回 [済] |
| | (6)急曲線施工に対する対策 | ・急曲線区間の局所的な施工時荷重を考慮したセグメント設計を実施する<br>－ シールドテールとの競り<br>－ テールブラシへの裏込め注入材の浸入、固結 | R6第1回[済] |

□ 令和7年度第1回審議会の審議項目　＿＿＿ 特に重要と考える審議項目

# 2. シールドトンネル工事ガイドラインに記載された検討事項

| 項目 | | 検討事項 | 審議時期 |
|---|---|---|---|
| 3.設計 | 3-2 シールドの設計 | 施工条件等を満足するシールド形式、シールドマシンを設計し、工事に使用するシールド形式、シールドマシンの選定を行う。 | |
| | 3-2-1 シールド形式の選定 | ・安全で施工性に優れたシールド形式の選定<br>（掘削地盤、地下水圧、施工条件を考慮）<br>・適切な管理のための計器の装備<br>（切羽水圧計、流量計、泥水水圧計、密度計、ジャッキストローク計、速度計、油圧計、ガス探知器） | R6第1回[済] |
| | 3-2-2 テールシール | ・テールシール構造<br>－シール段数、テールスキンプレート長<br>・テールグリス材とテールグリス圧の確保方法 | R6第1回[済] |
| | 3-2-3 スクリューコンベヤー | ・本工事では泥水式を採用するため該当しない | ― |
| | 3-2-4 形状保持装置 | ・形状保持装置の検討 | R6第1回 [済] |
| | 3-2-5 電気設備、油圧設備 | ・緊急時にも問題が生じない電機設備、油圧設備の計画 | R6第1回 [済] |
| | 3-2-6 シールドジャッキ | ・ジャッキロッドの変形に対する安全性の検討 | R6第1回 [済] |

□ 令和7年度第1回審議会の審議項目　＿＿＿ 特に重要と考える審議項目

# 2. シールドトンネル工事ガイドラインに記載された検討事項

| 項目 | | 検討事項 | 審議時期 |
|---|---|---|---|
| 4．施工 | | 契約書、仕様書等の内容を踏まえ、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。<br>施工計画を作成のうえ対策を実施する。 | |
| | 4-1 泥水・添加材の調整と管理 | ・泥水品質管理計画 | R7第1回[p.16] |
| | 4-2 切羽圧力の管理 | ・切羽圧力管理計画 | R7第1回[p.20] |
| | 4-3 排土量管理 | ・排土量管理計画 | R7第1回[p.23] |
| | 4-4 裏込め注入工 | ・裏込め注入管理計画 | R7第1回[p.27] |
| | 4-5 線形管理 | ・線形管理計画 | R7第1回[p.32] |
| | 4-6 シールドの姿勢制御 | ・クリアランス管理計画 | R7第1回[p.33] |
| | 4-7 シールドトンネルの浮き上がり | ・テールボイド内のセグメントリングの浮き上がり確認 | R7第1回[p.34] |
| | 4-8 突合せ継手の使用 | ・本工事では嵌合式合成セグメントを採用するため該当しない | ― |
| | 4-9 セグメントの組立とシールドジャッキ操作 | ・セグメント組立時のシールドジャッキの解放パターンの検討 | R7第1回[p.35] |
| | 4-10 テールグリスの管理 | ・テールグリス量、圧力管理 | R7第1回[p.36] |

□ 令和7年度第1回審議会の審議項目　＿＿ 特に重要と考える審議項目

# 2. シールドトンネル工事ガイドラインに記載された検討事項

| | 項目 | 検討事項 | 審議時期 |
|---|---|---|---|
| 4．施工 | 4-11 掘進停止時の対応 | ・長期停止せざるを得ない状況となった場合に備えた対策 | R7第１回[p.37] |
| | 4-12 異常の兆候の早期感知と迅速な対応 | ・トラブルの早期感知と対応方法をルール化した施工計画 | R7第１回[p.39] |
| | 4-13 シールドトンネル内の作業従事者の避難 | ・作業従事者の避難基準 | R7第１回[p.40] |
| 5．周辺の生活環境への配慮 | | 契約書、仕様書等の内容を踏まえ、施工に必要な検討及び具体的な対策を決定する。<br>施工計画を作成のうえ対策を実施する。 | |
| | 5-1 周辺の生活環境への影響のモニタリング | ・地表面モニタリング<br>・地下水位計測<br>・騒音・振動計測<br>・家屋調査の実施範囲（※ガイドラインには記載がないが追加で検討） | R6第2回[済] |
| | 5-2 騒音・振動対策 | ・発進基地の防音ハウス計画<br>・掘進時の騒音・振動低減策 | R7第１回[p.42] |
| | 5-3 情報提供 | ・住民等への情報提供計画 | R7第１回[p.46] |
| | 5-4 トラブル時の住民等への対応 | ・　〃 | R7第１回[p.47] |
| 6．その他の配慮事項 | 6-1 記録及びその活用 | ・各種データのとりまとめ、保管方法 | R7第１回[p.48] |
| | 6-2 新技術の活用 | ・新技術の活用 | R7第１回[p.49] |

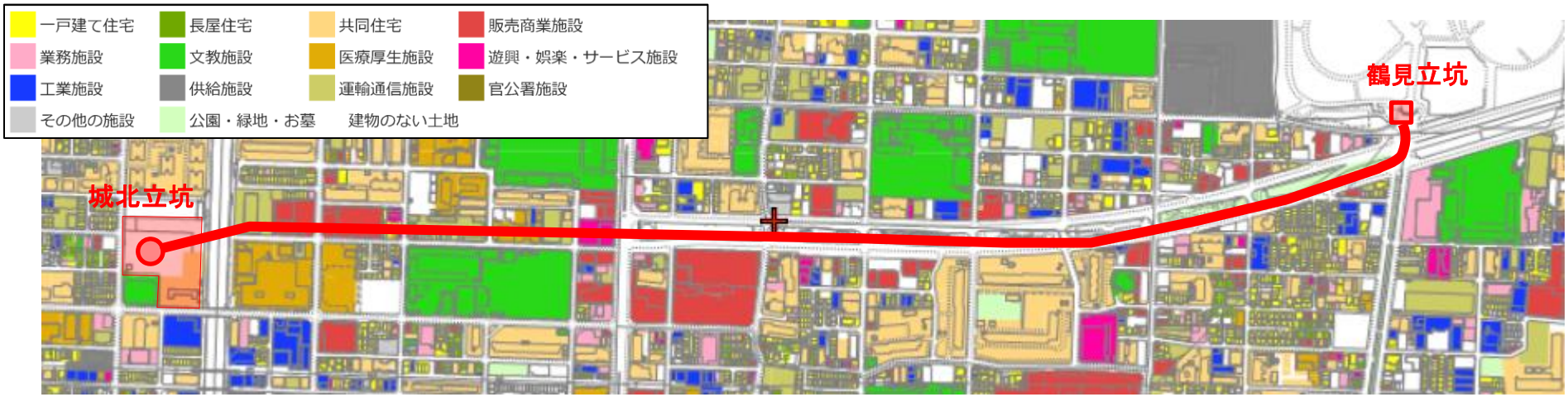
□ 令和7年度第1回審議会の審議項目　　特に重要と考える審議項目

# 3. 工事区間の周辺環境

## 周辺環境について

令和6年度第2回審議会資料を再掲

鶴見調節池の工事区間は、大阪市の東部に位置し、主に共同住宅や一戸建て住宅、商業施設が密集した、都市化が進展した地域になっている。
また、所々に学校施設や医療施設等もあり、工事による周辺環境の悪化を低減する配慮が必要。




出典：マップナビおおさか（R5土地利用情報）

# 4. 調査(支障物調査)について

## 支障物調査(建物)の確認内容

**【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。**

- 現況のルート上には掘削断面に干渉する既存構造物の基礎がないことを平成27年度第1回審議会にて確認済み

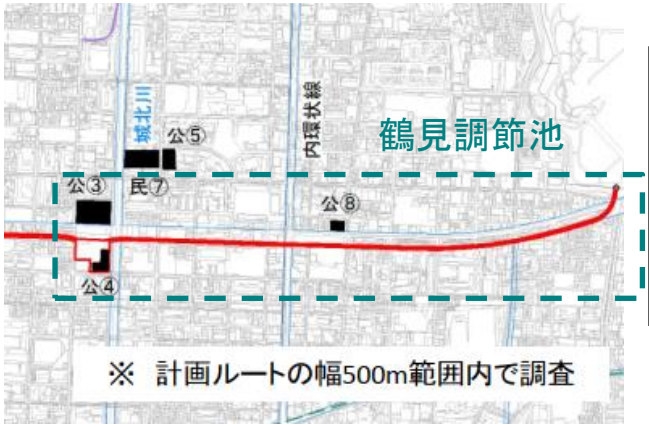


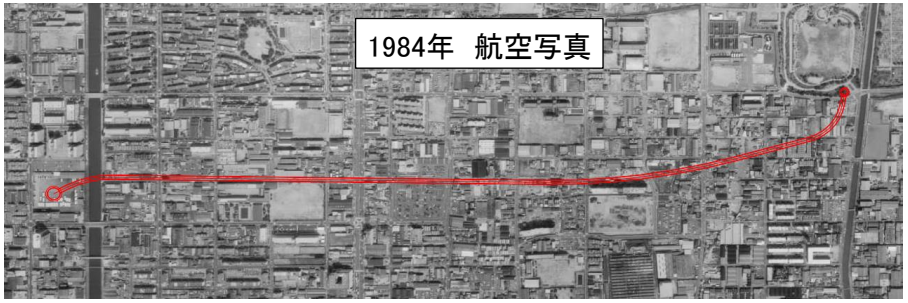

表1 計画ルート近傍に存在する高層建物(10階建以上)

| 区分 | 建物番号 | ビル名称 | 管理対象者 | 地上階数 | 地下深さ |
|---|---|---|---|---|---|
| 公共 | ① | 市立総合医療センター | 大阪市都市整備局 公共建築部 | 19F | GL-10.15m |
| | ② | 市営古市第3住宅 | 大阪市都市整備局 住宅部 | 11F | GL-18.0m (杭長15.0m) |
| | ③ | 市営古市住宅第1.2.3.4.5号館 | 大阪市都市整備局 住宅部 | 11F | GL-25.0m (杭長20～22m) |
| | ④ | 大阪交通局古市職員公舎 | 大阪市交通局 総務部総務担当 | 14F | 4.7 GL-32.0m |
| | ⑤ | 市営古市東住宅2.5号棟 | 大阪市都市整備局 住宅部 | 14F | GL-14.0m (杭長10.5m) |

| 区分 | 建物番号 | ビル名称 | 地上階数 | 地下深さ |
|---|---|---|---|---|
| 民間 | ① | マンション1 | 26F | GL-44.0m |
| | ② | マンション2 | C棟31F D棟35F | GL-54.0m |
| | ③ | マンション3 | 10F | ― |
| | ④ | マンション4 | 11F | ― |
| | ⑤ | マンション5 | 15F | ― |
| | ⑥ | マンション6 | 22F | GL-28.5～29.5m |
| | ⑦ | マンション7 | 10F | GL-12.5m |
| | ⑧ | マンション8 | 15F | ― |

- 平成27年以降に高層建物が新設されていないことを確認

- 国土地理院の航空写真をもとに、花博通りの用地買収前の年代においてルート上に存在した建物を確認した



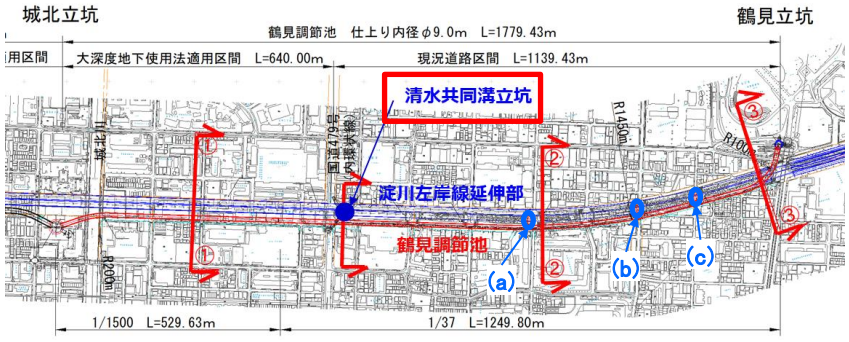

出典:国土地理院 地図・空中写真閲覧サービス

- 1970年代～1980年代においても、ルート上に高層建物は建設されていないことを確認

# 4. 調査(支障物調査)について

## 支障物調査(地下埋設物)の確認内容

- 土被りの大きい地中構造物「清水共同溝」との位置関係を令和4年度第1回審議会にて確認済み



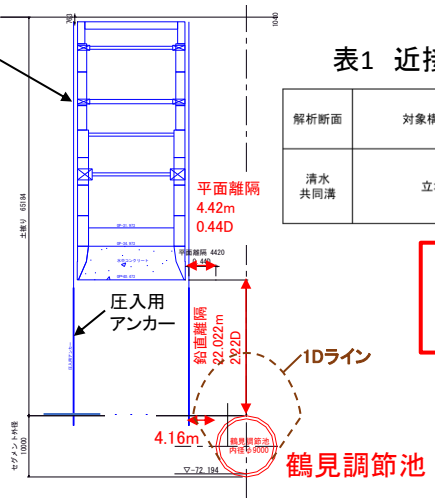



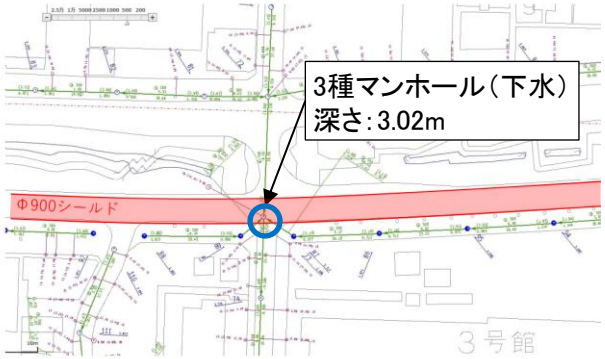

表1　近接対象施設に対する影響の判定結果一覧

| 解析断面 | 対象構造物 | 応力解放率(%) | 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<br>Y方向:2.112mm | 変位量11mm | OK | |
| | | | | X方向:2.28×10⁻⁶<br>Y方向:3.16×10⁻⁶ | 傾き<br>0.003deg | OK | |

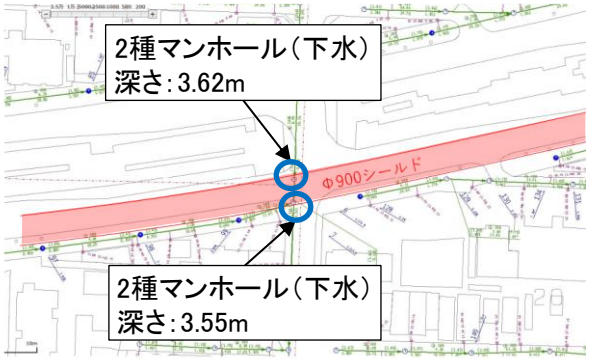
- 変位が許容値以内に収まっていることも確認済み

- ルート直上に存在する地下埋設物を調査し、埋設深さを確認した

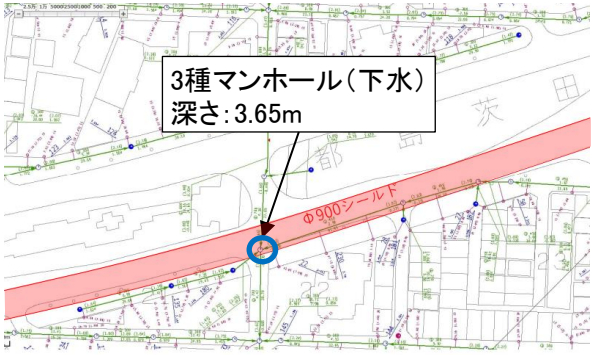
(a) No.11+30付近




(b) No.13+75付近




(c) No.15+15付近




・マンホール設置時の鋼矢板の想定長さ:(マンホール最大深さ3.65m+立坑底盤まで1m)＋根入れ長2倍≒14m＜最小土被り約37m

- 比較的浅い構造物であるため、鋼矢板等の仮設物が残置されていた場合においても支障とはならない

# 5. 施工について

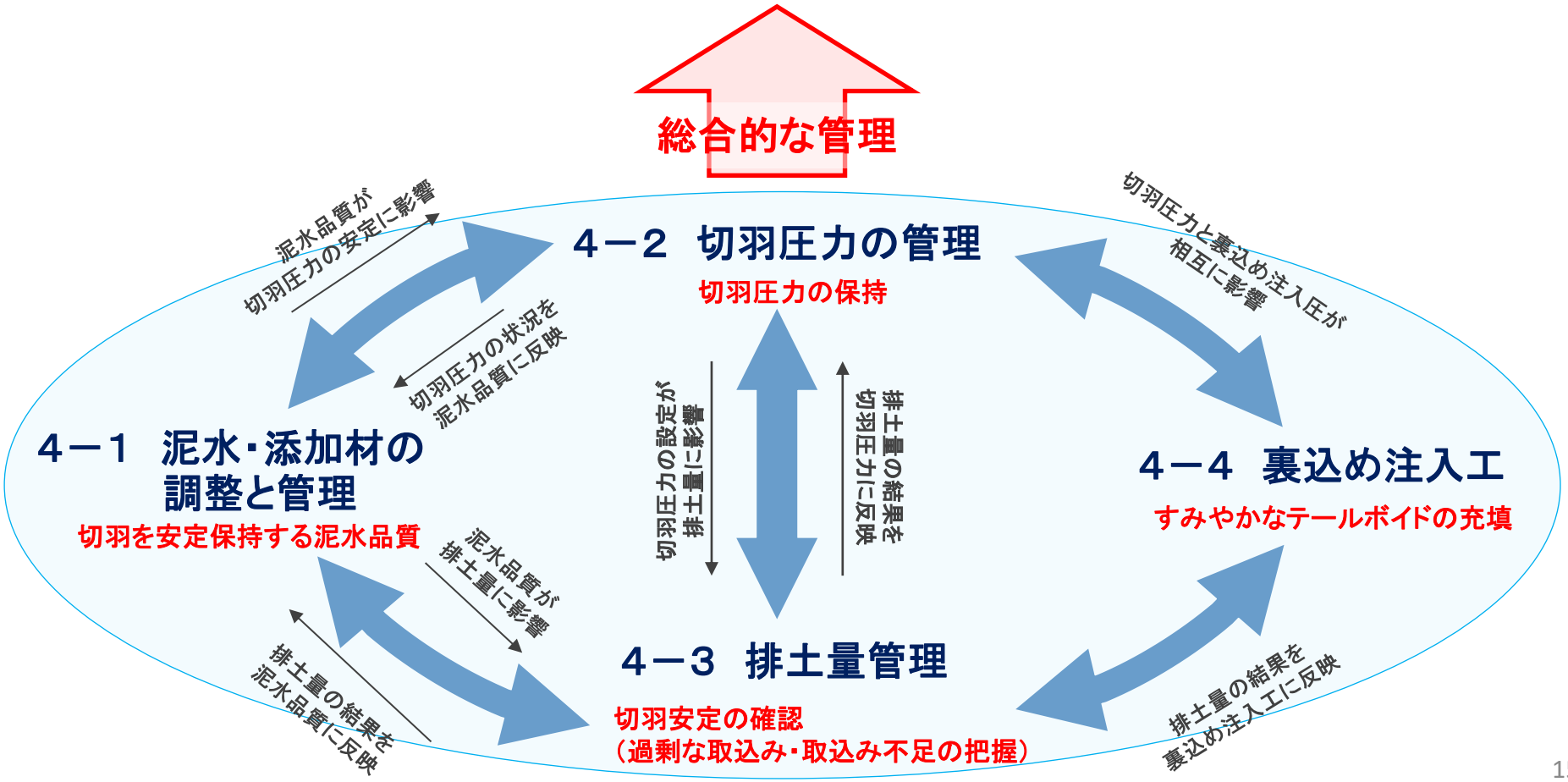
| ガイドライン記載内容 | 対応 | 頁 |
|---|---|---|
| 4-1　泥水・添加物の調整と管理<br>泥水式シールドでは泥水の適切な品質が、切羽を安定させるための前提となることから、地盤の状況に応じ、泥水の比重及び粘性等について所定の品質を確保すること。 | ・砂層の崩壊防止機能、粘土層での設備負荷抑制機能を満たす泥水品質の管理値（初期値）を過去の実績に基づいて設定<br>・シールド発進部付近の掘削土を用いて泥水の事前試験を実施（掘削土による泥水の性状、掘進停止中の想定逸泥量の確認） | [p.16] |
| 4-2　切羽圧力の管理<br>切羽圧力は切羽の安定が保たれるように管理し、切羽圧力等に急激な変動があった場合は、直ちにその原因を究明し、適切に対応すること。 | ・リスクを抽出し、切羽の安定が保たれる管理基準値（初期値）を設定<br>・水圧計を複数配置して、計測値をリアルタイムに監視することで、施工状況の変化を迅速に把握<br>・トライアル計測や本掘進の施工状況に基づく管理基準値の見直し | [p.20]<br>[p.30] |
| 4-3　排土量管理<br>掘進時の土砂の取込み量の管理を適切に行い、過剰な取込みや取込み不足を防止すること。排土量管理においては、精度の維持・向上に取組み、異常の兆候等の早期把握に努めること。 | ・「掘削土量（排泥量−送泥量）」と「掘削乾砂量」の2つの指標で管理<br>・掘進停止中の計測値の推移も管理して、掘進停止時の取込みリスクに対応<br>・「計画掘削土の乾砂量」の採用と直近の掘進実績の統計処理により設定した管理基準を用いることで地盤条件等の変化に対応 | [p.23] |
| 4-4　裏込め注入工<br>裏込め注入はセグメントが早期に安定するように、テールボイドへの確実な充填をすみやかに実施すること。また、裏込め注入工の施工管理は、注入圧と注入量で行うこと。 | ・シールドテール部からの同時裏込め注入方式を採用し、テールボイドへのすみやかで確実な充填を実施<br>・注入量管理と注入圧管理の両方法を併用した総合的な注入管理<br>・実績に基づいた注入量と注入圧の管理基準（初期値）の設定<br>・トライアル計測や本掘進の施工状況に基づく管理基準値の見直し | [p.27]<br>[p.30] |

# 5. 施工について

## 地盤変状防止に関するガイドライン記載項目（4-1～4-4）の位置づけ

地盤変状の防止には、「泥水品質」「切羽圧力」「排土量」「裏込め注入」の各項目の関連性を考慮して総合的な管理を行うことが重要となる

**地　盤　変　状　の　防　止**



# 5. 施工について

## 4-1　泥水・添加物の調整と管理

**【ガイドライン記載内容】**
**泥水式シールドでは泥水の適切な品質、泥土圧シールドではチャンバー内土砂の適切な状態が、切羽を安定させるための前提となることから、地盤の状況に応じ、泥水式シールドでは泥水の比重及び粘性等について所定の品質を確保すること、また、泥土圧シールドでは適切な添加材を混合攪拌して所定の塑性流動性と止水性を満足するようにすること。**

＜本工事の地盤の特徴＞

・互層地盤における大断面掘削となるため、切羽面には砂層と粘土層が同時に出現
・砂層は緊密ではあるが、透水係数がやや高い（$10^{-5}$m/sオーダー）箇所も見られる
・粘土層の塑性指数Ipは概ね30以上で60を超過する箇所もあり、機械設備に付着する可能性もある

＜泥水に求められる機能＞

| ①砂層の崩壊を防止する機能 | ②粘土層での設備負荷を抑制し、切羽不安定化につながる掘進サイクル低下を防止する機能 |
|---|---|
| ・切羽面に不透水性の泥膜を作り、泥水圧を有効に作用させる品質<br>・切羽面からある程度の範囲の地盤に浸透して切羽に粘着性を与える品質 | ・泥水中に浮遊している土粒子を保持して、円滑に運搬し、配管閉塞などを防止する品質<br>・泥水を少ない負荷で円滑に圧送できる品質 |

①②の機能を満たす泥水品質を確保するためには、次頁に示す複数の指標が全て適切な範囲内に収まるように泥水品質を調整する必要がある

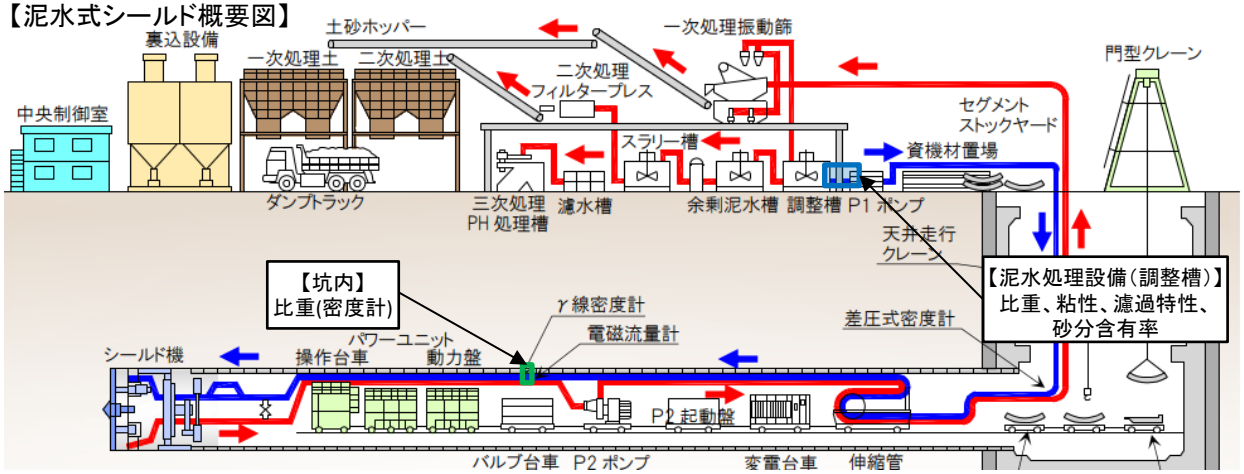
# 5. 施工について

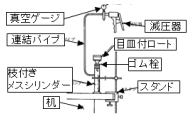
## 4-1　泥水・添加物の調整と管理

＜泥水の品質管理項目と管理値＞

泥水品質の管理値は、過去の実績に基づいて初期値を設定する。
実際の施工にあたっては、逸泥量、排土量、設備負荷を監視しながら、適宜管理値の見直しを行う。

【泥水式シールド概要図】




| 項目 | 比重 | | 粘性 | 濾過特性 | 砂分含有率 |
|---|---|---|---|---|---|
| 計測概要 | <br>密度計 | <br>比重測定器 | <br>ファンネル粘度計 |  <br>減圧方式濾過試験器 | <br>砂分計 |
| | 配管内の泥水を透過したγ線の量を測定することで、泥水の密度を算出する | 一定の体積に対する重量を測定することで、泥水の比重を算出する | 試験容器に入れた一定量の泥水が流出する時間(秒)を測定し、ファンネル粘性として評価する | 試験容器内部を一定時間減圧させて、濾紙を通して泥水を濾過し、脱水量を測定する<br>API試験による測定値の約1/8となる | 水で希釈した泥水を試験容器に入れて静置し、沈澱した砂の量を測定する |
| 効果 | 比重・粘性が高くなると、土留め効果が増大し、掘削土砂の浮力増加に伴い運搬効率が向上する<br>ただし、比重・粘性が高くなりすぎると、流体輸送設備の負荷が増大する | | | 濾過水量が少ないと、泥膜の止水性が向上し、土留め効果が増大する<br>ただし、濾過水量が少なくなりすぎると、泥水処理設備の処理効率が低下する | 砂分が多いと土砂の沈降が生じて配管内やポンプが閉塞する |
| 過去の実績に基づく管理値 | 1.05～1.25 | | 20～35秒 | 10mL程度以下 | 10%程度以下 |
| 計測位置 | 坑内 | 泥水処理設備(調整槽) | | | |
| 計測頻度 | 掘進中(常時) | 各リング掘進前、掘進中 | | 各リング掘進前、掘進中 | 1週間に1回 |

※　ガイドラインp.17の【解説】に記載されている「降伏値」は、目詰め効果が期待できない砂礫地盤において泥水の浸透を抑制し逸泥を防止するため重要であるが、当現場の地盤では目詰め効果が期待できるため管理対象外とする

# 5. 施工について

## 4-1　泥水・添加物の調整と管理

参考資料1　7～9、14頁参照
（泥水試験結果/泥水処理設備）

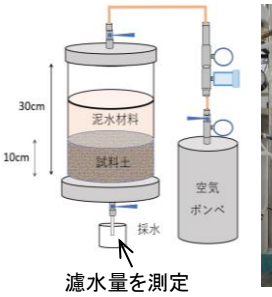
＜事前試験による泥水性状と想定逸泥量の確認＞

- シールド発進部付近の掘削土を用いて泥水試料を作成し、p.17で設定した粘性や濾過特性の管理値を満足する泥水の比重を確認した
  また、補足として逸泥試験（図1）を実施し、セグメント組立中（掘進停止中）の想定逸泥量を確認した

表1　泥水事前試験結果

| 項目 | 泥水試料 | | 泥水品質計測値 | | | 逸泥試験結果 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 比重 | CMC添加※1 | 粘性 | 濾過特性 | 判定 | 見かけの透水係数[m/s] | 濾水量[mL] | セグメント組立中の想定逸泥量※2 | |
| 管理値（初期値） | 1.05～1.25 | — | 20～35秒 | 10mL程度以下 | | — | — | 5000L以内 | 判定 |
| ケース① | 1.05 | なし | 20.0 | 13 | NG | $1.62\times10^{-7}$ | 369 | 2712 | OK |
| ケース② | 1.10 | 〃 | 20.8 | 10 | OK | $1.11\times10^{-7}$ | 264 | 1944 | OK |
| ケース③ | 1.15 | 〃 | 22.7 | 7 | OK | $8.91\times10^{-8}$ | 209 | 1533 | OK |
| ケース④ | 1.20 | 〃 | 28.1 | 5 | OK | $6.92\times10^{-8}$ | 172 | 1267 | OK |
| ケース⑤ | 1.25 | 〃 | 77.7 | 3 | NG | $6.00\times10^{-8}$ | 144 | 1060 | OK |
| ケース⑥ | 1.05 | あり | 22.4 | 3 | OK | $1.17\times10^{-7}$ | 184 | 1351 | OK |
| ケース⑦ | 1.10 | 〃 | 28.7 | 2 | OK | $7.53\times10^{-8}$ | 129 | 949 | OK |
| (参考)清水※3 | 1.00 | — | — | — | | $7.54\times10^{-5}$ | — | — | — |

※1　CMC　（ナトリウムカルボキシメチルセルロース）：増粘剤、濾水減量剤
※2　全断面が砂質土の場合として算出（安全側での検討）
※3　試験管理上、作用圧力を下げて実施（5kPa）



| 逸泥試験条件 | |
|---|---|
| 試料土 | 発進立坑の現地掘削土（粘性土、砂質土） |
| 作用圧力 | ［切羽圧力ー地下水圧］の最大値（112kPa）<br>［選定地点：ボーリングNo.8］ |
| 計測時間 | 60分（セグメント組立時間を想定） |

図1　逸泥試験概要

- 比重1.10～1.20（ケース②③④）とすれば、添加材なしで粘性や濾過特性の管理値を満足
- 比重1.05（ケース①）の場合でも、CMCを添加（ケース⑥）することで、管理値を満足
- 泥水の見かけの透水係数は、清水の場合から$10^{-2}$～$10^{-3}$m/sオーダーで低減しており、切羽水圧の地山への作用効果が向上できることを確認
- いずれのケースもセグメント組立中の想定逸泥量は、現設備計画の作泥能力（5m³/h）以下

泥水比重は
1.10～1.20を基本とし、
適宜添加材を併用する

・管理基準を満足する泥水では、セグメント組立中における泥水の分離抵抗性（ブリージング）は問題ないことを確認しているが、長期停止時における分離抵抗性の管理についてはp.38に記載

# 5. 施工について

## 4-1　泥水・添加物の調整と管理

＜粘性土の付着対策＞

粘性土の機械設備への付着を抑制するためには、泥水の比重や粘性が低い方が優位
⇒一方で、切羽安定のためにはある程度比重や粘性を高くする必要があることを踏まえて、以下の付着防止対策を併用する

### 対策概要

シールドに装備する付着対策装置（令和6年度第1回審議会で審議済み）

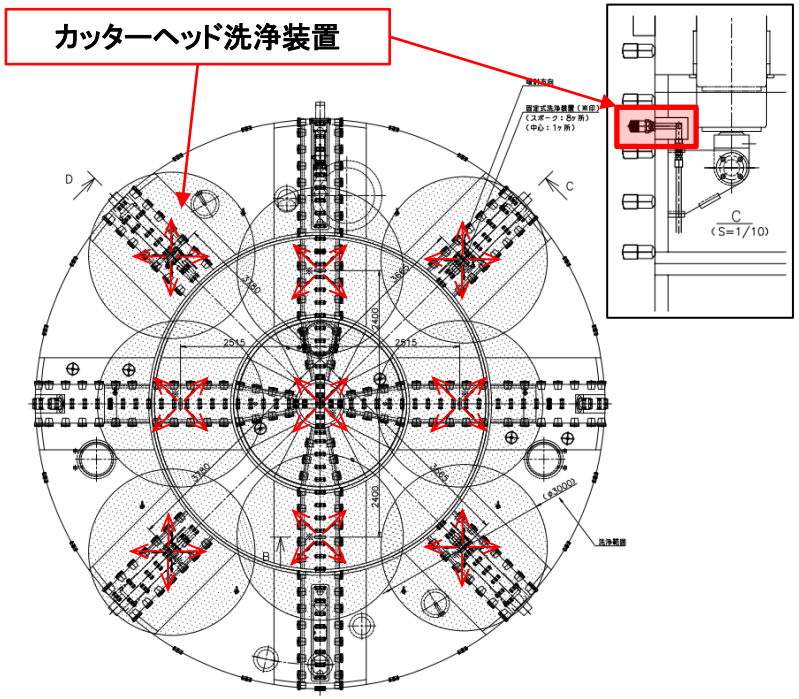



図1　カッターヘッド洗浄装置配置図

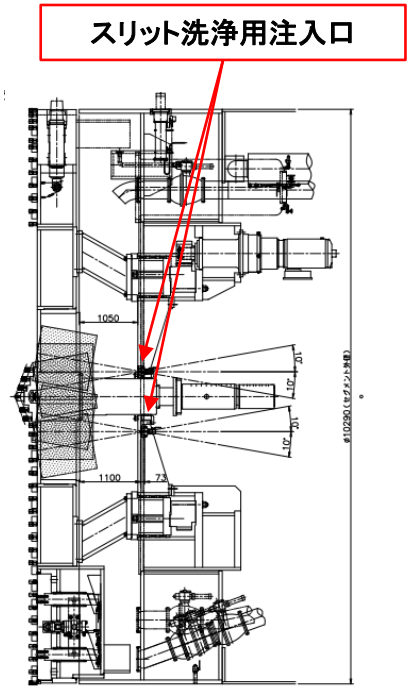



図2　洗浄用注入口配置図

カッターヘッド洗浄装置からの洗浄や、スリット洗浄用注入口にロッドを挿入して高圧水を噴射することで、付着した粘性土を除去する

［実施するタイミング］
面板やスリットおよびチャンバー内への粘性土の付着が想定される場合
（以下の事象が確認された場合に対策の要否を決定する）

［付着発生時に想定される事象］
・推力やカッタートルクの上昇
・隔壁に複数配置した水圧計の計測値の変動
・一次処理ピット内の粘性土の増加や性状の変化

など

# 5. 施工について

## 4-2　切羽圧力の管理

**【ガイドライン記載内容】**
**　切羽圧力は切羽の安定が保たれるように管理し、切羽圧力等に急激な変動があった場合は、直ちにその原因を究明し、適切に対応すること。**

＜管理基準値の設定方針＞

想定されるリスクを抽出し、切羽の安定が保たれる切羽圧力管理基準値（初期値）を設定する

| 想定されるリスク | | 切羽圧力の管理基準値の設定方針 |
|---|---|---|
| 大きな掘削断面に砂層と粘土層が混在し、切羽に局所的な崩壊が生じる | ⇨ | ①切羽全断面の各層において主働土圧（緩み土圧考慮）以上を確保 |
| 砂層の透水性や粘土層の潜在亀裂を通じて切羽に高水圧が作用する | ⇨ | ②地下水圧を考慮（地山からの土圧算定には土水分離を採用） |
| 過大な切羽圧力を設定することで、ボーリング調査孔等を通じた地上への泥水の噴出が発生する | ⇨ | ③噴発圧（泥水比重×土被り分の静水圧）を超過しない |
| 土層変化による逸泥の発生や、流体輸送設備の運転制御により切羽圧力に変動が生じる | ⇨ | ④他工事の実績に基づき、変動圧として20kPaを考慮 |

| 管理基準値（初期値） | |
|---|---|
| 上限値 | 噴発圧－変動圧 |
| 目標値 | 上限値と下限値の中間値 |
| 下限値 | 主働土圧（緩み土圧考慮）＋地下水圧＋変動圧 |

➢ トライアル計測（p.30）により管理基準値の妥当性を検証し、必要に応じて初期値から見直しを行う

・地山の土水圧分布を考慮して管理基準値（初期値）を設定

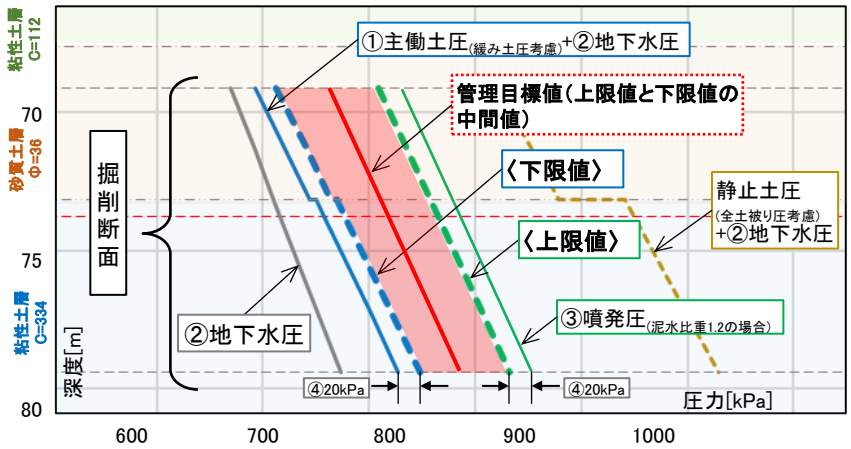



図1　圧力分布グラフイメージ

・8個の水圧計で切羽全面の圧力を計測

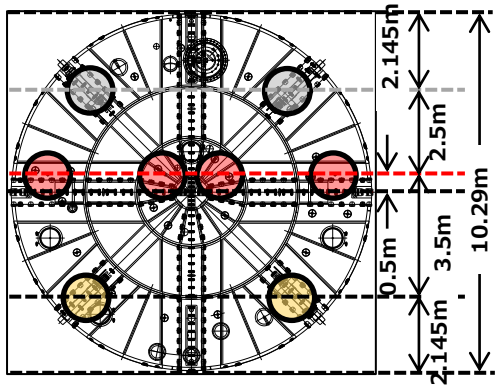



図2 水圧計配置図

# 5. 施工について

## 4-2　切羽圧力の管理

参考資料1　15、16頁参照
（地下水観測）

＜掘進位置の地盤条件に応じてに設定した管理基準値（初期値）＞

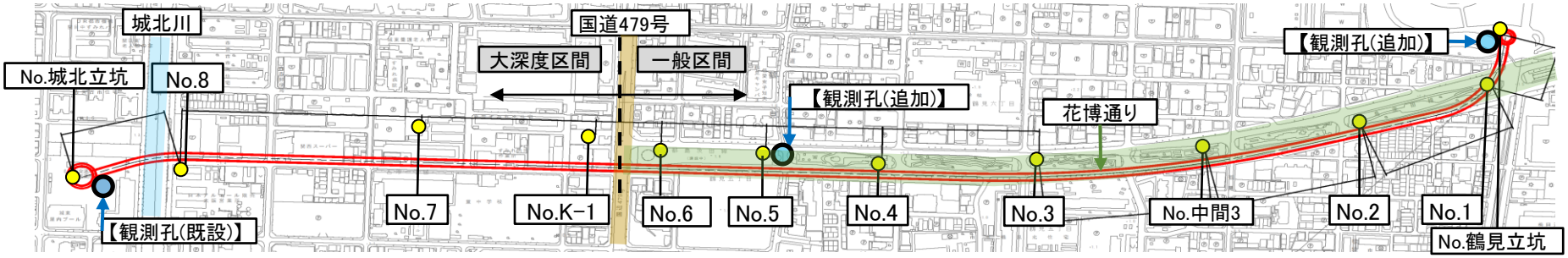



図1　シールド路線平面図

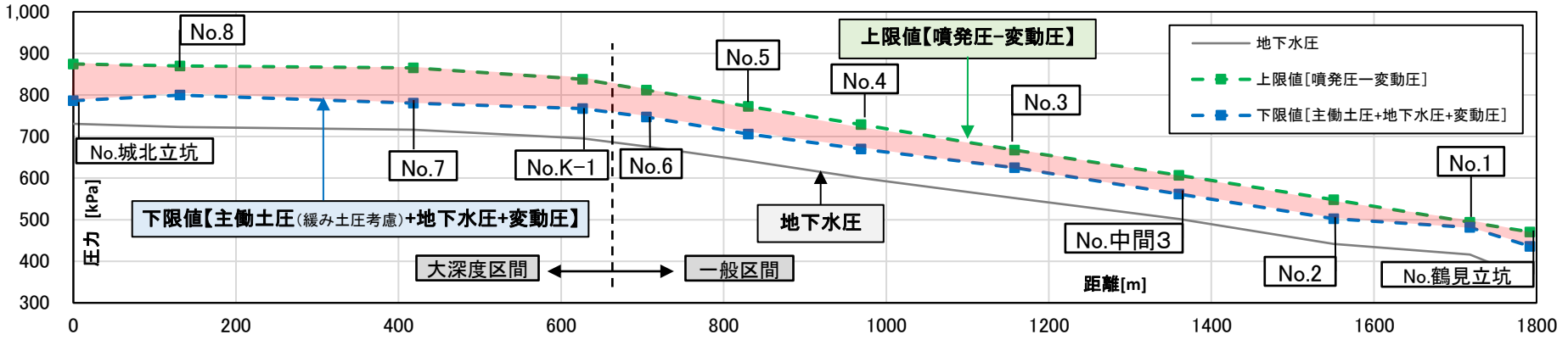



図2　切羽圧力の管理基準値グラフ

・各ボーリング地点の土質調査結果（地下水位と土質定数）をもとに切羽圧力の管理基準値を算定
・地下水位は各観測孔で異なるが2020年10月からの4年8カ月で約0.8m～2.1mの上昇傾向にあるため、切羽圧力の管理基準値には直近で計測した地下水位のモニタリング結果を反映する
（事前土質調査報告書（各ボーリング地点）の地下水位に、観測孔における地下水位上昇分を上乗せして反映）

# 5. 施工について

## 4-2 切羽圧力の管理

参考資料1　10、11頁参照
（切羽圧力の管理フロー/排土量管理フロー）

＜切羽圧力の管理方法＞

複数の水圧計の計測値から切羽圧力分布を把握して、水圧計の目詰まり等による計測誤差の影響を軽減する
また、計測値はリアルタイムに監視することで、施工状況の変化を迅速に把握し、必要に応じて管理基準値を見直す

切羽圧力の変動に迅速に対応するために、リアルタイムおよびリング毎の計測値を監視する

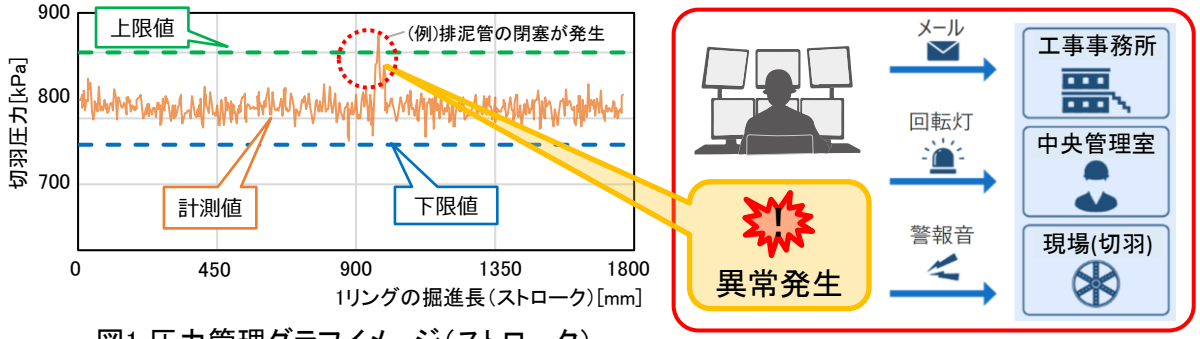



図1 圧力管理グラフイメージ（ストローク）

水圧計を多数配置して、切羽圧力分布や測定誤差の有無を確認する

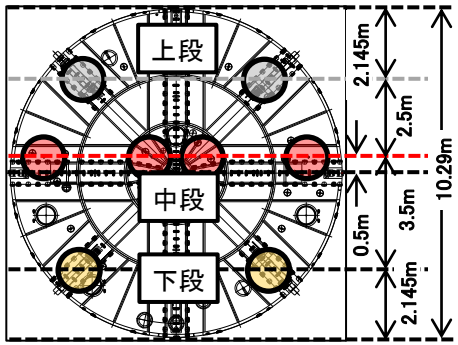



図2 水圧計配置図

地盤変位や掘削土量等の計測結果に基づいて切羽圧力の管理基準値を適宜見直す

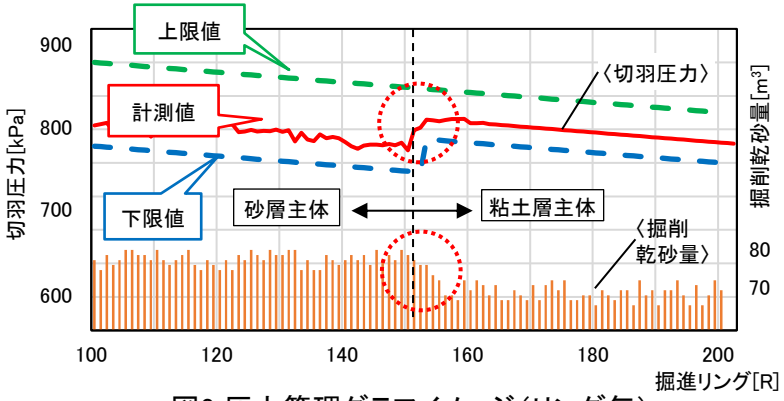



図3 圧力管理グラフイメージ（リング毎）

＜切羽圧力の管理基準値の見直し例＞

事象：土層が砂層主体から粘土層主体へ変化
⇒地山の含水比が変化（上昇）し、乾砂量が低下
⇒土圧係数が変化（上昇）し、土圧が上昇

対応：切羽圧力の下限値を上昇させて排土量を監視しながら掘進を行う

# 5. 施工について

## 4-3 排土量管理

**【ガイドライン記載内容】**
**掘削土の過剰な取込みは、周辺地盤を緩めてシールドの掘進制御を困難にすることや地表面沈下等の周辺環境への影響につながるおそれがある。一方、取込み不足はジャッキ推力が上昇してセグメントに作用する施工時荷重が増大することや地盤隆起等の周辺環境への影響につながるおそれがある。このため、掘進時の土砂の取込み量の管理を適切に行い、過剰な取込みや取込み不足を防止すること。排土量管理においては、精度の維持・向上に取組み、異常の兆候等の早期把握に努めること。**
**排土量管理に関する用語は、以下のとおりであり、単に排土量管理という場合には、排土及び掘削土の土量管理を指す。**
**排土……チャンバーからシールド内に排出した土**
**掘削土……シールド掘進時に掘削した土**
**掘削土の過剰な取込み……シールド掘進時に事前に設定した以上の土をチャンバー内に取込むこと**

＜排土量管理手法の設定方針と対応策＞

シールド掘進に伴う地盤条件や掘進状況等の変化および測定誤差を踏まえて、以下の方針と対応策に基づき掘削土の取込み量を評価する

方針①：複数の指標による管理

方針②：掘進停止時の取込みリスクの考慮

方針③：直近の掘進実績を用いた管理基準の設定

＜地盤条件等の変化および測定誤差＞

・地山の土質定数（含水比、地山真比重）
・計測機器（密度計、電磁流量計）等の測定誤差
・掘削状況 （逸泥の発生、泥水比重、切羽圧力、掘進時間）

＜対応策＞

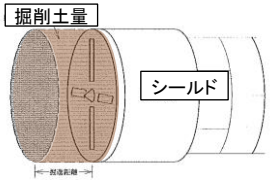
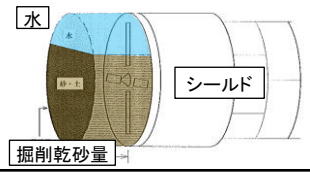
・「掘削土量」と「掘削乾砂量」を用いた管理【p.24】
・掘進停止中も含めた計測値の推移を管理【p.24】
・「計画掘削土の乾砂量」を管理目安に採用【p.25】
・掘進実績の統計処理による管理基準の設定【p.26】

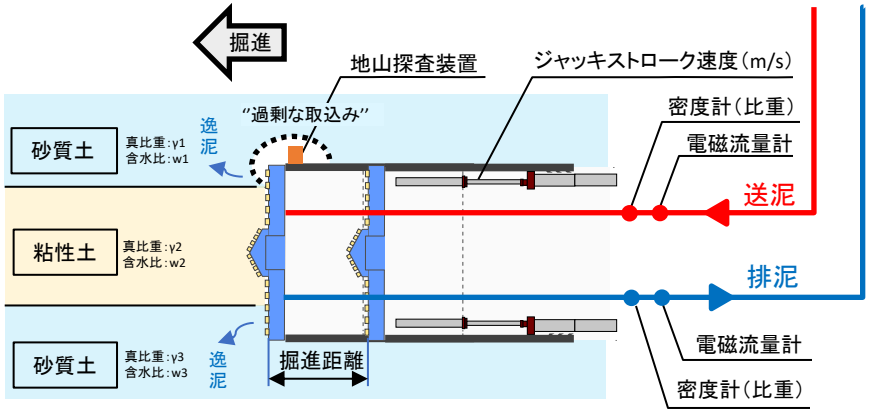
# 5. 施工について

**4-3 排土量管理**　**方針①：複数の指標による管理**　**方針②：掘進停止時の取込みリスクの考慮**

＜排土量管理に用いる指標＞

排土量管理は「掘削土量（排泥量ー送泥量）」と「掘削乾砂量（泥水中の土粒子体積）」の2つの指標を用いて、掘進停止中も含めた計測値の推移を管理する

| 指標 | 定義 | | 計測器 | 理論値 | 計測値 | 評価できる事象 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 掘削土量（排泥量ー送泥量） | シールドが前進した分の土砂の体積($m^3$) |  | ・電磁流量計 | シールド掘削断面積×掘進距離 | 排泥量ー送泥量（掘進停止時も計測） | 湧水や逸泥の有無 |
| 掘削乾砂量 | 掘削土内での土粒子の体積($m^3$) |  | ・密度計<br>・電磁流量計 | 掘削断面の各土層毎の地山真比重および含水率から算出 | （排泥水の乾砂量ー送泥水の乾砂量）の積算（掘進停止時も計測） | 過剰な取込みや取込み不足の有無 |




**掘削土量（排泥量ー送泥量）**

- ジャッキ稼働時及び停止時の掘削土量（排泥量ー送泥量）で管理
- 理論土量（掘削分に見合う土量の計算値）と比較
- 偏差流量（掘削土量ー理論土量[$m^3$/min]）を監視

＋

**掘削乾砂量**

- 全積算乾砂量（ジャッキ稼働時及び停止時のすべての取込み量）で管理
- 直近15リングの施工実績より想定した計画掘削土の乾砂量と比較

→ 掘削土管理の精度を確保

# 5. 施工について

**4-3 排土量管理**　**方針③：直近の掘進実績を用いた管理基準の設定**

掘削乾砂量管理の精度を確保するために、「計画掘削土の乾砂量※1」を乾砂量の目安に採用する

※1 計画掘削土の乾砂量・・・直近の掘進リングの掘削乾砂量データを加工（掘進開始直後のデータを控除し、掘削が安定した区間のデータを使用）して算出した乾砂量

＜掘削乾砂量の管理方法＞

地山の土質定数（含水比、地山真比重）が掘進にともない変化することを踏まえ、直近の掘削乾砂量データをもとに「計画掘削土の乾砂量」を算出し、掘削乾砂量を管理する目安とする

＜「計画掘削土の乾砂量」の算出手順＞

①1リングの20mmあたりの掘削乾砂量データを掘削順にグラフ化する（1リング1.8mより、データ数は約90個）

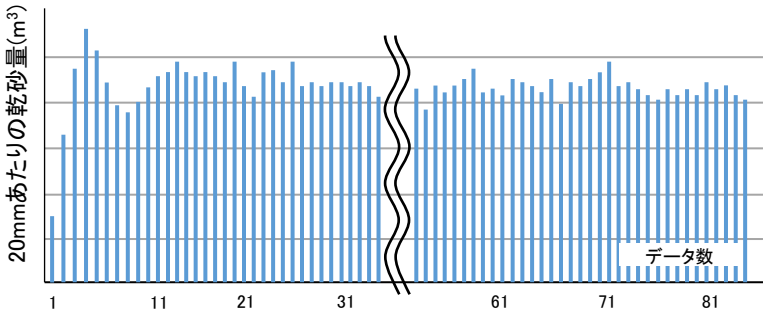



図1 1リングの20mmあたり乾砂量データ（掘削順）

②掘削乾砂量データを昇順に並べ替え、上位下位の25%（22データ）を控除

③中間データを平均し、90倍する

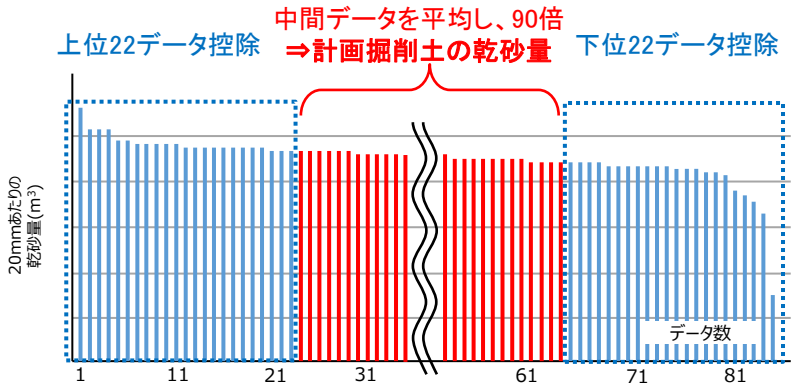



図2 1リングの20mmあたり乾砂量データ（昇順）

- ばらつきを控除してデータに信頼性を付加し、実績データとの比較管理における目安を定めることで、掘削乾砂量管理の精度を確保する
- 掘削乾砂量を「計画掘削土の乾砂量」と比較することで、掘削土の過剰な取込みの有無を判定する

# 5. 施工について

## 4-3 排土量管理

**方針③：直近の掘進実績を用いた管理基準の設定**

参考資料1　11頁参照
（排土量管理フロー）

＜排土量の管理基準＞

**直近の掘進実績の統計処理により設定した管理基準を用いることで地盤条件等の変化に対応する**

| 指標 | 管理基準 | 管理基準の根拠 |
|---|---|---|
| 掘削土量 | 直近15リングの**平均値**に対して<br>【掘進中】　上限値：＋2σ※1<br>　　下限値：－3σ<br>【掘進完了】一次管理値：±2σ<br>　　二次管理値：±3σ | ・直近15リング程度の傾向から次データの期待値（平均値）と標準偏差を求め、管理値に設定する<br>・リアルタイムおよびリング毎に計測値を監視する<br>・ジャッキ稼働時及び停止時の全ての取込量で管理する<br>(※1)「過剰な取込み」が発生するリスクへの対応として上限を安全側に設定<br>(※2)掘進開始直後や掘進途中での計測値の変動を考慮して、管理基準を広く設定するが、掘進完了時では一次管理値以内を目指すように管理する。 |
| 掘削乾砂量【全積算乾砂量】 | 直近15リングの**平均値**に対して<br>【掘進中】　±3σ※2<br>【掘進完了】一次管理値：±2σ<br>　　二次管理値：±3σ | |
| | 直近15リングの**計画掘削土の乾砂量**の平均値に対して<br>【掘進中】　±3σ※2<br>【掘進完了】一次管理値：±2σ<br>　　二次管理値：±3σ | |

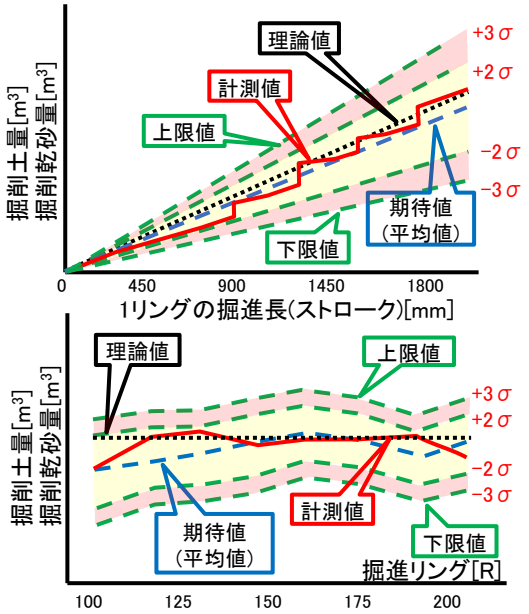



図1 排土量管理グラフイメージ

＜土量管理幅　設定事例＞

| 工事名 | 参照するリング数 |
|---|---|
| 中央新幹線（坂下西） | 15リング |
| 中央新幹線（東百合丘） | 20リング |
| 環状七号地下広域調節池（石神井区間） | 5リング |
| 神奈川東部方面新横浜トンネル | 5リング |
| 東京外環トンネル | 20リング |
| 横浜環状南線公田笠間トンネル | 20リング |
| 谷沢川分水路 | 30リング |
| ガイドライン付録②シールドトンネル工事に関する事例集 | 15～20リング程度<br>20リング<br>10リング以上 |

# 5. 施工について

## 4-4　裏込め注入工

令和6年度第1回審議会にて審議済み

**【ガイドライン記載内容】**
**　裏込め注入はセグメントが早期に安定するように、テールボイドへの確実な充填をすみやかに実施すること。また、裏込め注入工の施工管理は、注入圧と注入量で行うこと。**
**注入量が想定値を大幅に上回った場合、地山の部分的な崩落や空洞形成等も想定されるため、適切な調査を行い、充填等の対応を行うこと。**

＜裏込め注入方式＞

シールドテール部からの同時裏込め注入方式を採用することで、テールボイドへのすみやかで確実な充填を実施する

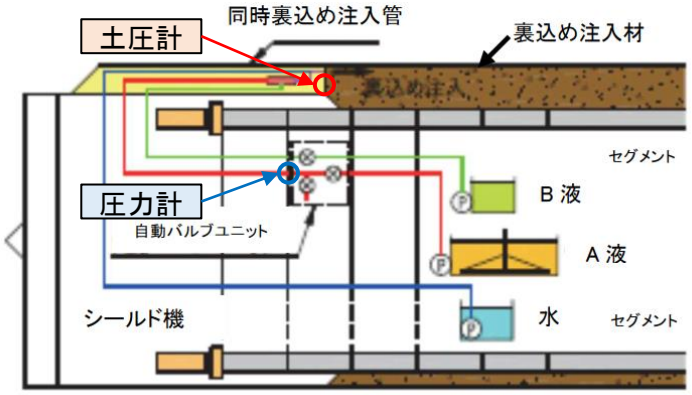



図1　同時裏込め注入方式　イメージ

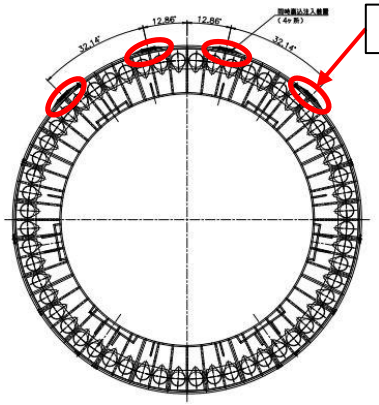



図2　同時裏込め注入装置　搭載位置図

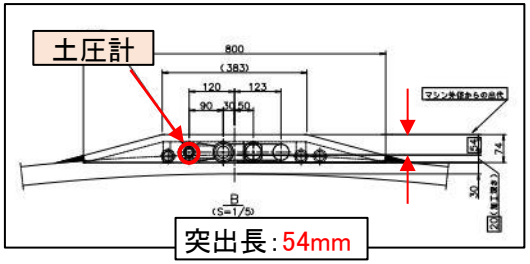



図3　同時裏込め注入装置　断面図

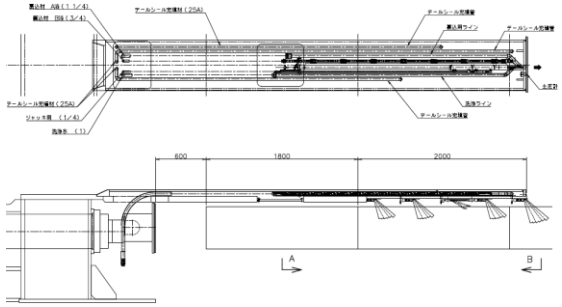


図4　同時裏込め注入装置　構造図

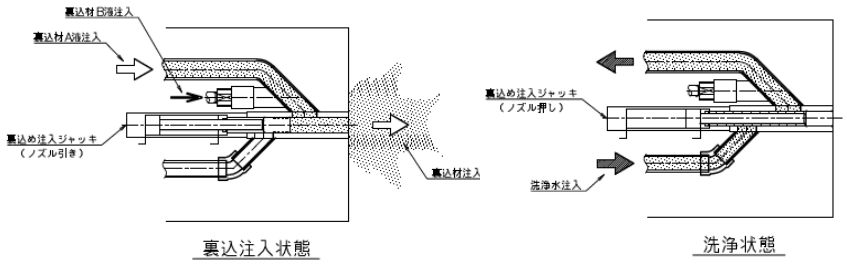



図5 裏込め注入時の先端構造

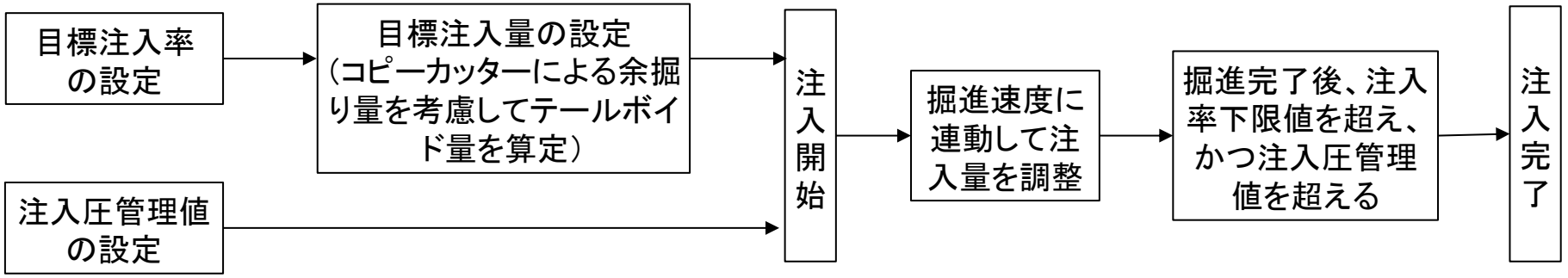
# 5. 施工について

## 4-4　裏込め注入工

参考資料1　12頁参照
（裏込め注入工　管理フロー）

注入量管理と注入圧管理の両方法を併用した総合的な注入管理を行う

＜注入管理フロー＞




＜管理基準の設定＞

| 注入量管理 | 管理基準 |
|---|---|
| 注入率下限値 | 100% |
| 目標注入率 | 130%※1、※2 |

（注入率　＝　注入量　/ テールボイド体積）

※1　「大阪府　令和6年度下水道設計指針【工事編】Ⅰ-6-9頁　表6-1-9割増率」に準拠
※2　初期値は、トライアル計測結果や地盤変位の計測結果、注入状況に基づいて適宜見直しを行う。
※3　注入圧は同時裏込め注入装置に内蔵する土圧計（図1の頂部側）で管理する。

| 注入圧管理 | 管理基準 |
|---|---|
| 注入圧管理値※2 | 土圧計※3位置の高さ相当の切羽圧力+100kPa以上 |

ただし、裏込め注入圧を考慮したセグメント構造の照査結果に基づいて設定した「土圧計位置の高さ相当の地下水圧+(300kPa×80%)」を超えない範囲で管理する

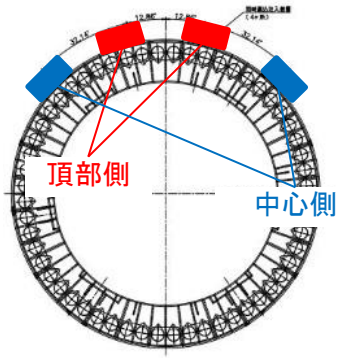



図1　装置配置図

# 5. 施工について

## 4-4 裏込め注入工

参考資料1　12頁参照
（裏込め注入工　管理フロー）

＜掘進位置の地盤条件に応じてに設定した裏込め注入圧の管理基準値（初期値）＞

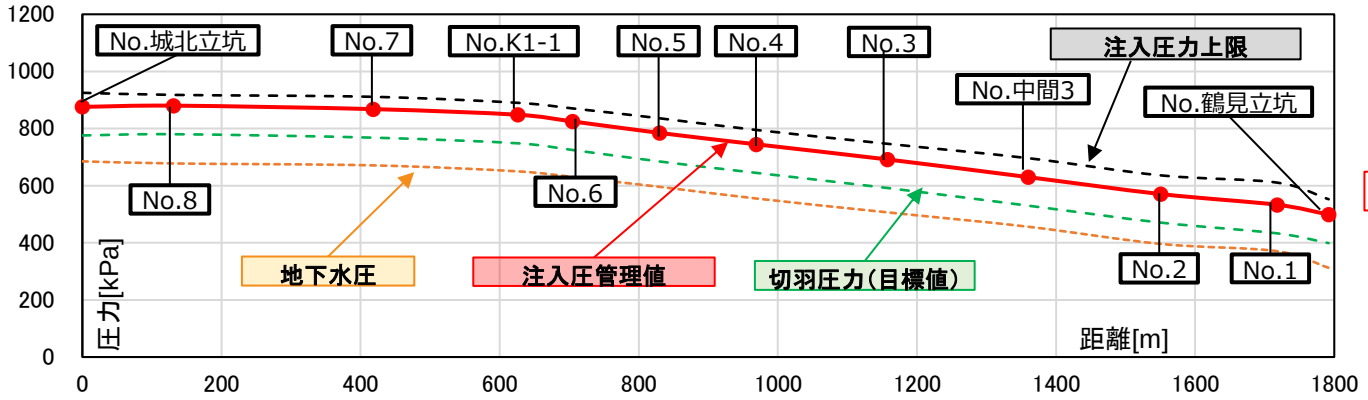



図1　裏込め注入管理値

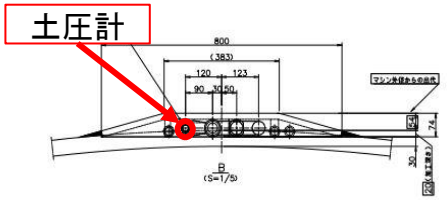



図2　装置拡大図

トライアル計測（p.30）により管理基準値の妥当性を検証し、必要に応じて初期値から見直しを行う

＜裏込め注入の管理方法＞

| 管理項目 | 管理手法 |
|---|---|
| 注入圧 | ・リアルタイムおよびリング毎に監視する<br>・注入圧は同時裏込め注入装置に内蔵する土圧計（図2、図3の頂部側）で管理するが、注入ポンプ（ポンプユニット）の圧力計（p.27 図1）と吐出口の土圧計との関係を事前に把握する |
| 注入量 | ・リアルタイムおよびリング毎に監視する<br>・コピーカッターの余掘り量および範囲、1リングごとの掘進長（ストローク長）に応じて、注入量を調整する |

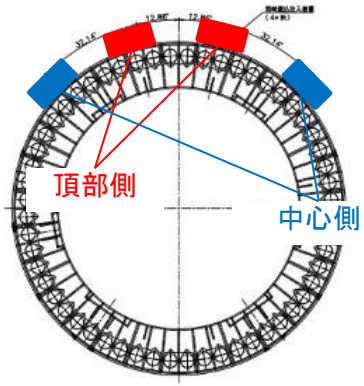



図3　装置配置図

- 地山探査装置により地盤の緩みが確認された場合や、掘削土の過剰な取込みが発生した場合は、注入量を増加させることで地盤の緩みを抑制する。
- 注入量が想定値を大幅に上回った場合は、地上の地盤変状を注視して、対応を検討する。

# 5. 施工について

## トライアル計測結果にもとづく管理基準値の見直し

発進基地内にて、管理基準値（初期値）によりシールド掘進を行い、掘進に伴い生ずる地表面やシールド直上地盤内の変形挙動等を計測し、管理基準値の妥当性の検証と見直しを行う

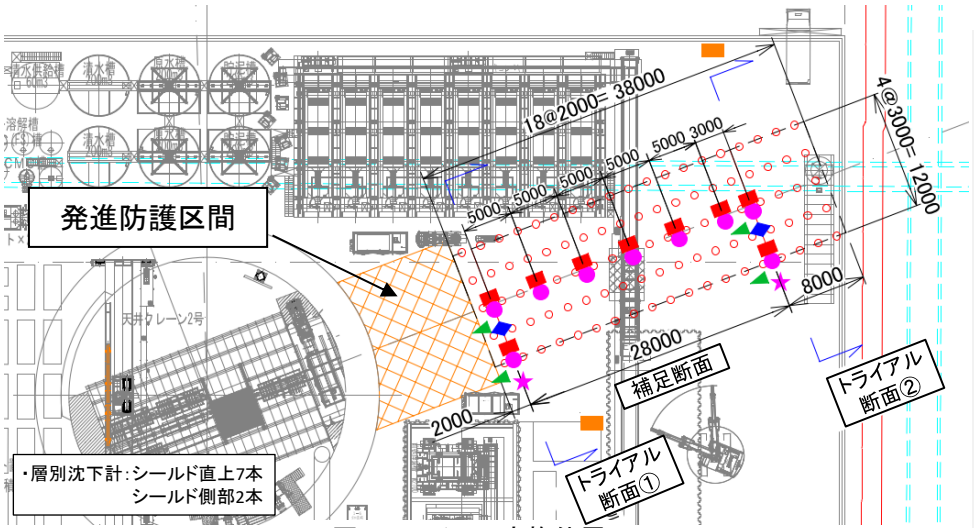



図1　トライアル実施位置

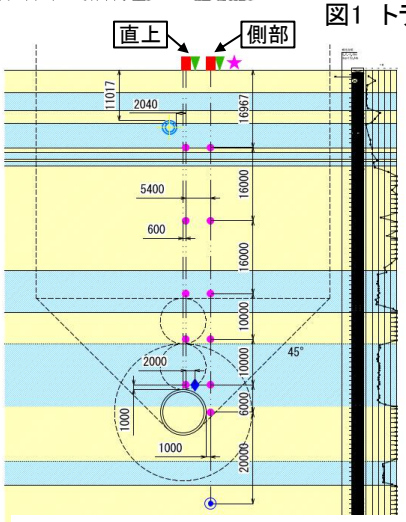



図2　トライアル実施断面図

表1　各断面の計測機器/測点 数量一覧

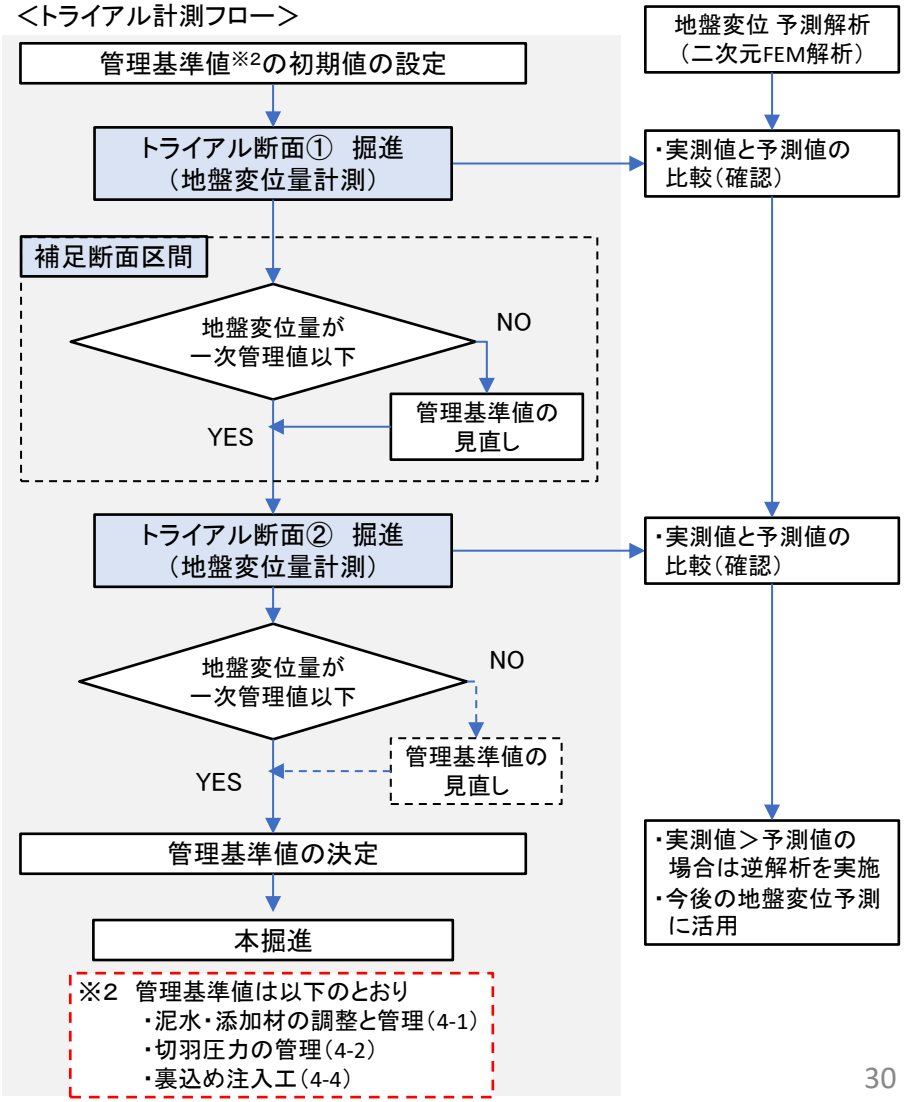
| 凡例 | 計測機器/測点 | 断面①、② | 補足断面 | 計測項目 |
|---|---|---|---|---|
| ● | 層別沈下計(測点) | 直上5+側部6 | 直上1※1 | 地盤内鉛直変位 |
| ■ | 層別沈下計(変位計) | 直上1+側部1 | 直上1 | |
| ◉ | 層別沈下計(不動点) | 側部1 | — | |
| ▼ | 水盛式沈下計 | 直上1+側部1 | — | 地表面鉛直変位 |
| ◆ | 間隙水圧計 | 1 | — | 間隙水圧 |
| ★ | 温度計 | 1 | — | 温度 |

※1　補足断面の層別沈下計（測点）はシールド直上1mの位置とする

表2　地表面変位計測の計測機器/測点 数量一覧

| 凡例 | 計測機器/測点 | 計測箇所数 | 計測項目 |
|---|---|---|---|
| ■ | 自動追尾式ノンプリズムトータルステーション | 2 | 地表面鉛直変位 |
| ○ | 地表面変位測点 | 19×5 | |

<トライアル計測フロー>



# 5. 施工について

| ガイドライン記載内容 | 対応 | 頁 |
|---|---|---|
| 4-5　線形管理<br>線形管理は、要求される線形の誤差の範囲に収まるよう的確に実施する必要があるとともに、線形管理に問題が生じた場合は、急激なシールドの姿勢の変化や過大な余掘りを避け、計画的かつ緩やかに蛇行修正を行うこと。 | ・出来形の自主管理基準を設定<br>・通常の人為測量に加えて、シールド位置の把握ができる2種類のシステム（ジャベルシステム、自動測量システム ）を採用<br>・3次元線形管理システムを用いてシールド線形の将来位置・余掘り量・クリアランスを把握 | [p.32] |
| 4-6　シールドの姿勢制御<br>セグメントの線形とシールドの姿勢を常に監視し、セグメントとシールドのテールとの間に適切なクリアランスが確保できるように管理すること。 | ・テールエンドが確保できるテールクリアランスの管理基準値を設定<br>・テールクリアランス計測結果を計画に反映<br>・ シールド3次元線形管理システムを用いて、テールクリアランスを予測して可視化 | [p.33] |
| 4-7　シールドトンネルの浮上り<br>施工時においては、テールボイド内におけるセグメントリングの浮上りに対して、セグメントの継手や裏込め注入方法を適切に選定し、施工時の安全性を確保するとともに、シールドトンネルの浮上りについての確認を常に怠らないこと。 | ・シールド機テール部からの同時裏込め注入によりテールボイドをすみやかに充填<br>・1リング毎にテールクリアランスを計測 | [p.34] |
| 4-9　セグメントの組立とシールドジャッキ操作<br>セグメントの組立は、“たれ”ができるだけ生じないようにすること。K セグメントを押さえていたジャッキの引抜き操作は特に慎重に行うこと。また、セグメント組立時のシールドジャッキの解放パターンは組立中のセグメントリングの安定性を十分検討した上で選定すること。 | ・セグメント組立時におけるジャッキの解放パターンで、シールドの後退が発生しないことを確認<br>・Kセグメント組立時にエレクターのBセグ押上ジャッキを使用<br>・形状保持装置を使用して直前のセグメントの変形を抑制<br>・ジャッキ解放時のKセグメントの抜出しを防止するために、リング継手の強化、およびKセグメントにPC鋼棒を設置<br>（令和6年度 第1回審議会にて審議済み） | [p.35] |

# 5. 施工について

## 4-5　線形管理

**【ガイドライン記載内容】**
**線形管理は、要求される線形の誤差の範囲に収まるよう的確に実施する必要があるとともに、線形管理に問題が生じた場合は、急激なシールドの姿勢の変化や過大な余掘りを避け、計画的かつ緩やかに蛇行修正を行うこと。**

「規格値」よりも厳しい「自主管理基準値」を設定する

| | 水平方向 | 鉛直方向 |
|---|---|---|
| 規格値 | 50mm | 50mm |
| 自主管理値 ※1 | 40mm | 40mm |

※1　規格値の80%を自主管理値として設定する

通常の人為測量(※2)に加えて、シールド位置の把握ができる2種類のシステム（ジャベルシステム(※3)、自動測量システム(※4)）を用いた線形管理方法を採用する

※2　トータルステーションとレベルを用いて、シールド測量、セグメント測量、基準点測量を職員（線形管理者）が実施する
※3　ジャイロコンパスと水レベル計によりシールドの方位と標高を計測・表示するシステム
※4　自動追尾可能なトータルステーションでシールドに設置したターゲットを掘進中に繰り返し視準してシールドの位置を自動測量するシステム

過大な余掘りを避けた計画的な蛇行修正を行うため、シールド3次元線形管理システムを用いてシールド線形の将来位置・余掘り量・クリアランスを3次元でシミュレーションする

- 蛇行量を規格値内に収めるため、蛇行修正セグメントを準備する

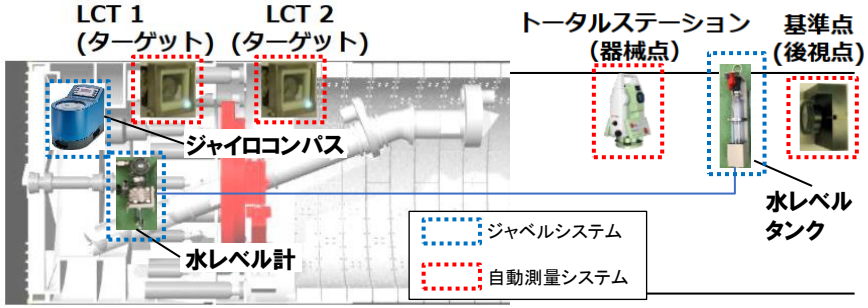



図1シールド位置把握システムイメージ

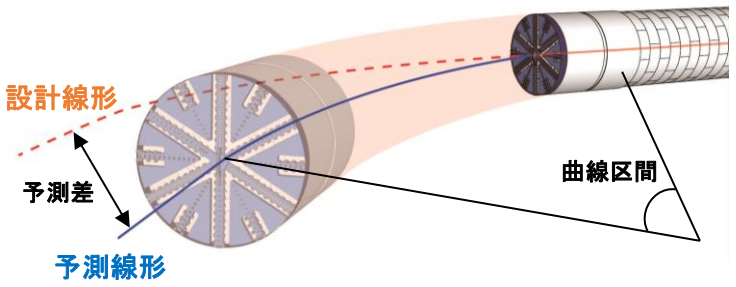



図2 3次元シミュレーションイメージ

# 5. 施工について

## 4-6 シールドの姿勢制御

**【ガイドライン記載内容】**
**セグメントの線形とシールドの姿勢を常に監視し、セグメントとシールドのテールとの間に適切なクリアランスが確保できるように管理すること。**

曲線区間においてもテールエンドクリアランス※1が確保できるテールクリアランスの管理基準値を設定する
テールクリアランス計測結果を計画に反映し、中折れジャッキも併用することでテールとセグメントの競りを抑制する

表1 テールクリアランス管理基準値

| | |
|---|---|
| 設計値 | 55mm |
| 上限値 | 90mm（＝55mm＋35mm） |
| 下限値 | 20mm（＝55mm－35mm） |

・蛇行修正時もテールエンドクリアランスを確保することを考慮して設定

表2 曲線半径一覧

| 曲線半径 | |
|---|---|
| 水平 | 100m |
| | 200m |
| | 1450m |
| 鉛直 | 500m |

表3 テールクリアランス計測頻度

| 計測位置 | 計測頻度 |
|---|---|
| 上下左右 （図2） | 1リング毎（掘進完了時/組立完了時） |

シールド3次元線形管理システムを用いて、将来のテールクリアランスをトンネル全周にわたって予測して可視化し、シールドの進行計画とセグメント割付計画へ反映する

➢ 3次元線形管理システムやテールクリアランスなどの計測結果をもとにテールエンドクリアランス※1を把握し、後端部での競りを防止する

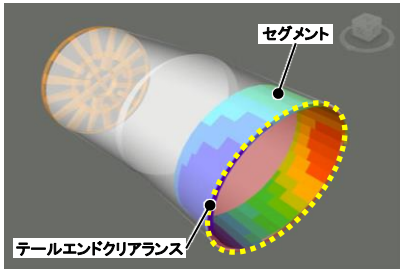
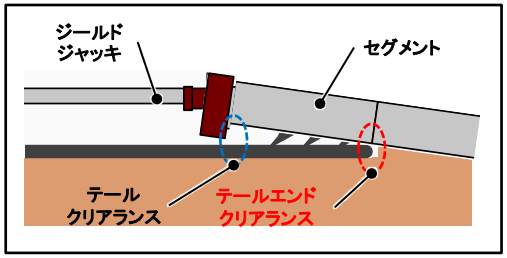



図1 クリアランスの色別表示




※1 シールド後端部でのスキンプレートとセグメントとの隙間

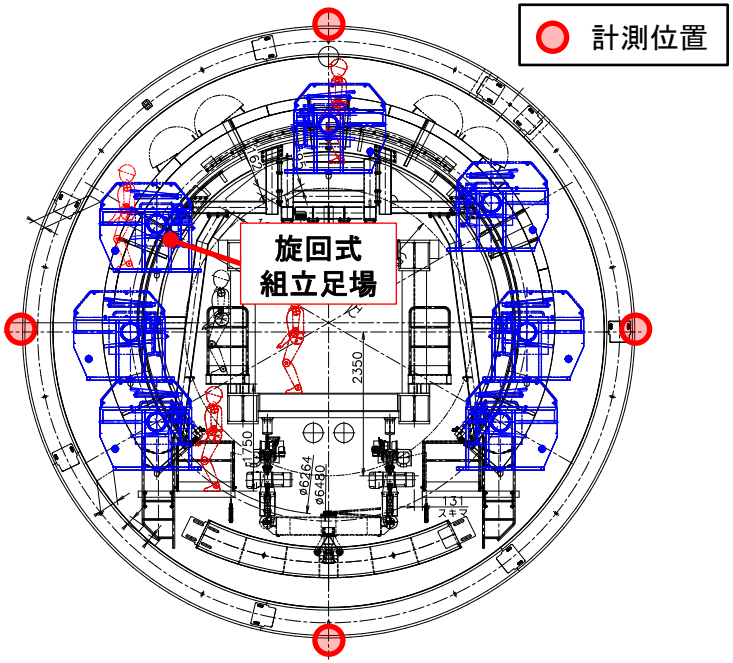



図2 旋回式組立足場 断面図

# 5. 施工について

## 4-7　シールドトンネルの浮上り

**【ガイドライン記載内容】**
**施工時においては、テールボイド内におけるセグメントリングの浮上りに対して、セグメントの継手や裏込め注入方法を適切に選定し、施工時の安全性を確保するとともに、シールドトンネルの浮上りについての確認を常に怠らないこと。**

・シールドテール部からの同時裏込め注入によりテールボイドをすみやかに充填することで、セグメントリングの浮上りを防止する
・1リング毎にテールクリアランスを計測して、管理基準値内に収まることを確認する

＜参考＞

➢ 裏込めの固化状況を考慮して、セグメントの浮上りの影響を確認した

図1　検討モデル図

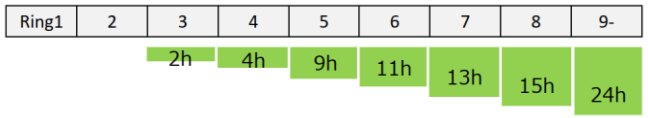


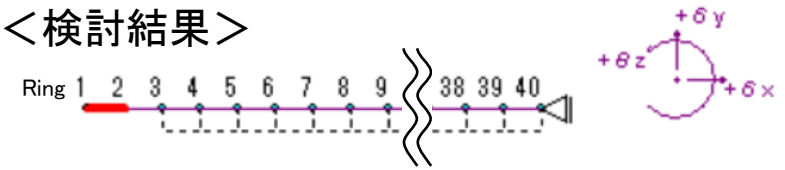

図2　裏込め固化段階イメージ図

＜地盤ばね条件＞
・裏込めの固化状況を、地盤ばねの大きさでモデル化。
・Ring1は施工中、Ring2は裏込め注入前として地盤ばねを考慮しない。
・裏込め注入の変形係数は、
1時間後：2000kN/m$^2$、1日後以降：50000kN/m$^2$と設定した。
・変形係数から地盤反力係数と地盤ばね定数を求めた。

＜荷重条件＞

| | 作用区間 | 荷重 |
|---|---|---|
| 浮力 | 裏込め未固化区間<br>（Ring1はシールド内のため作用しない） | 785.4kN/m |
| セグメント自重 | 裏込め未固化区間 | 390.2kN/m |

＜検討結果＞




| 接点番号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 鉛直変位(mm) | −0.09 | −0.08 | −0.07 | −0.06 | −0.05 | −0.04 | −0.03 | −0.03 | −0.02 |

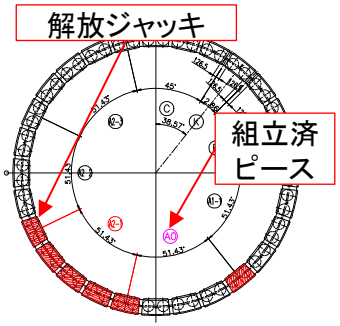
➢ 変位量は最大0.1mm（管理基準値±35mmの0.3%）となり、浮上りの影響はない

# 5. 施工について

## 4-9　セグメントの組立とシールドジャッキ操作

**【ガイドライン記載内容】**
**セグメントの組立は、“たれ”ができるだけ生じないようにすること。K セグメントを押さえていたジャッキの引抜き操作は特に慎重に行うこと。また、セグメント組立時のシールドジャッキの解放パターンは組立中のセグメントリングの安定性を十分検討した上で選定すること。**

セグメント組立時におけるジャッキの解放パターンを検討し、シールドの後退が発生しないことを確認した



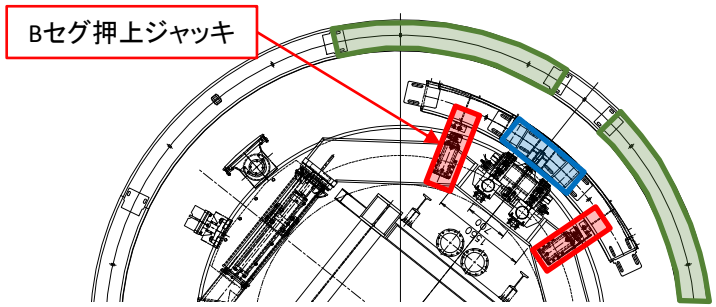

・1ピースの組立に必要な解放ジャッキは最大で28本のうち6本

＜シールド後退の検討結果＞

| | | |
|---|---|---|
| 切羽圧力 | 上限値×断面積 | 68,722kN |
| ジャッキ推力 | 5400kN×(28本−6本) | 118,800kN |
| 判定 | ジャッキ推力＞切羽圧力　OK | |

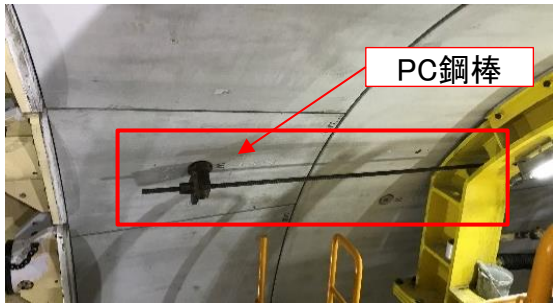
Kセグメント組立時に生じるBセグメントのたれを防止するため、エレクターのBセグ押上ジャッキを使用する

（令和6年度第1回審議会にて審議済み）



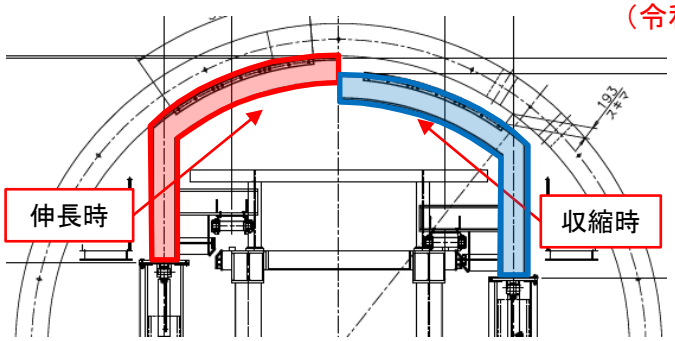

ジャッキ解放時のKセグメントの抜出しを防止するために、リング継手の強化、およびKセグメントにPC鋼棒を設置する

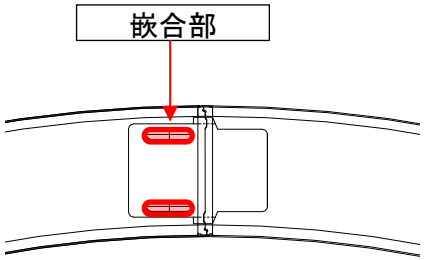
（令和6年度第1回審議会にて審議済み）




セグメント継手の嵌合不能を防止するため、形状保持装置を使用して直前のセグメントの変形を抑制する
1ピースごとの真円度を確保（たれを防止）するため、ジャッキを確実に組立ピースに押し当ててリング継手に目開きが生じていないことを確認した後にエレクターの把持を解除する

（令和6年度第1回審議会にて審議済み）



# 5. 施工について

## 4-10 テールグリスの管理

| ガイドライン項目 | 対応 |
|---|---|
| 4-10 テールグリスの管理<br>テールからの漏水や裏込め注入材の浸入を防止するため、テールグリスは、適切な材料を使用して、掘進前にテールブラシに確実に充填するとともに、掘進中はその量と圧力を適切に管理すること。 | （令和6年度第1回審議会にて審議済み）<br>・自動注入方式を採用する。<br>・圧力計を設けて注入口の圧力を常時監視する。<br>・硬化遅延型のテールグリスを選定する。 |

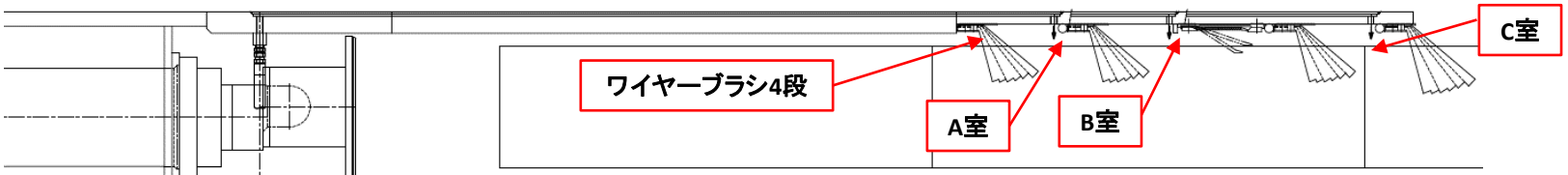



図1 テールシール断面図

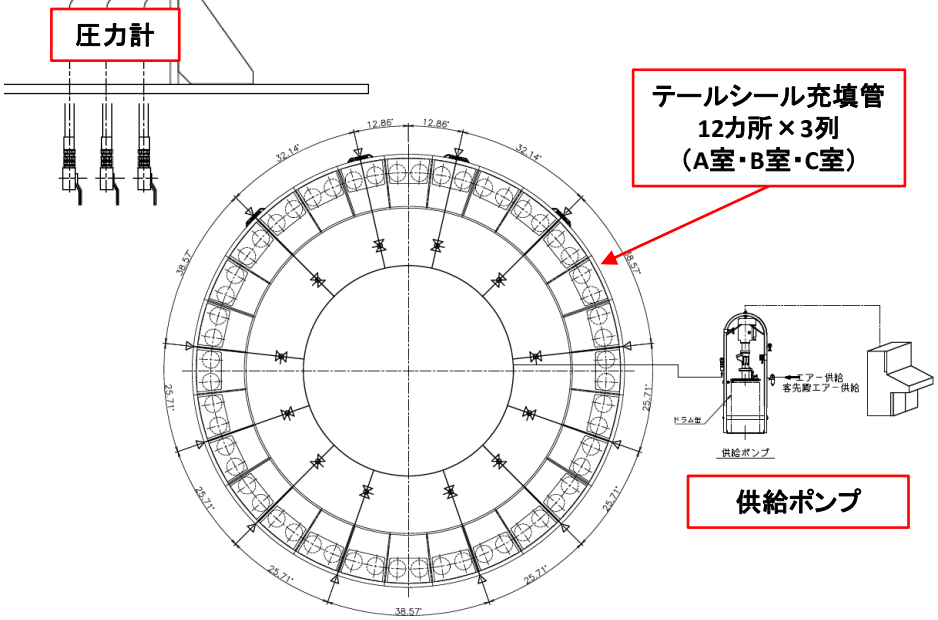



図2 テールシール構造図

| 仕様 | 用途 |
|---|---|
| 自動給脂装置 | テールグリスをテールシール各3室へ自動注入する |
| 圧力計の設置 | 注入口の圧力を常時監視し、テールシール内の圧力を確実に保持する |
| 充填管の分岐 | 急曲線区間の施工等でテールボイドの偏りが生じた場合にも、圧力低下した箇所へ個別に注入することで、均一にテールグリスを供給する |
| 硬化遅延型のテールグリスの選定 | 裏込め材が万が一テールブラシ内に侵入しても、硬化を遅らせることで、テールブラシの止水性能の低下を防止する |

# 5. 施工について

## 4-11　掘進停止時の対応

**【ガイドライン記載内容】**
**　切羽の不安定化のおそれがある長時間の掘進停止は、セグメント組立、休工、段取り替え、夜間の掘進制限等やむを得ない場合を除きこれを極力回避すること。また、停止する場合には、掘進再開時も含め、切羽の安定を図ること。**

掘進停止時に想定されるリスクと対策内容を以下に示す。

| | 想定されるリスク | | 対策内容 | |
|---|---|---|---|---|
| ① | 地盤変状の発生 | 逸泥等による切羽圧力の低下 | 切羽圧力の管理 | ・切羽保持装置を使用して切羽圧力を保持し、リアルタイムで監視する |
| | | 泥水品質の低下に伴う切羽保持能力の低下 | 泥水品質の管理 | ・事前に逸泥試験を行い、停止時を想定した泥水性状と逸泥量を確認し、想定逸泥量に対応可能な作泥設備を選定する【p.18】<br>・チャンバー内泥水採取装置にて停止時の泥水品質を確認し、必要に応じてCMC（増粘剤等）の添加やチャンバー内の泥水循環を実施する【p.38】 |
| | | 調整槽内の泥水が不足することによる切羽保持の不可 | 泥水残量の管理 | ・泥水の累計逸泥量および逸泥速度、調整槽内の泥水量を確認する<br>・各計測値が管理値を超過した場合はアラートを発信して工事従事者が迅速に対応できるような体制を整備する |
| | | 振動等による地盤の緩み | 振動等による地盤の緩み防止 | ・原則として長期停止中のカッター回転は行わない |
| | | 地盤変位の把握の遅れ | 地盤変位の監視 | ・自動計測により地盤変位を監視する |
| | | 影響の大きい構造物の変位や干渉による対応不可 | 停止位置の配慮 | ・原則として地下埋設物の直下での停止を避ける |
| ② | 掘進再開時の不具合 | 地山の締付けによる前進不能 | ・余掘り部へ滑材を注入し、締付けを防止する | |
| | | 推力・カッタートルク等の上昇 | ・低い掘進速度で掘進を再開し、推力・カッタートルクの負荷を低減する | |
| | | 停止時の掘削土の過剰な取込み | ・排土量（掘削乾砂量）を監視し、過剰な取込みが確認された場合は裏込め注入量を増加する<br>・地山探査装置により地山の緩みが確認された場合は、裏込め注入量を増加する | |

# 5. 施工について

## 4-11　掘進停止時の対応

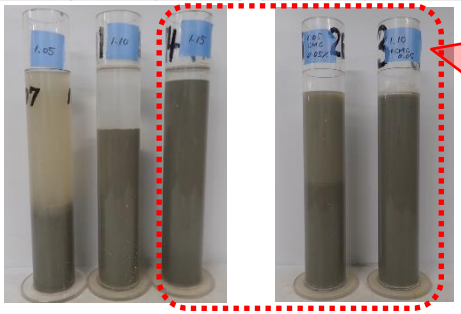
参考資料1　14頁参照
（流体輸送フロー）

＜泥水品質の低下に伴う切羽保持能力の低下の防止対策＞

・長期停止前には、泥水の分離抵抗性が期待できるように、比重の調整やCMC添加等の対応をとる
・長期停止期間中には、チャンバーの上側と下側から泥水を採取して分離・沈降状況を確認する
・採取した泥水品質が管理基準値を逸脱した場合や、逸泥の増加傾向が確認された場合には、チャンバー内の泥水攪拌対策や泥水品質向上対策を実施する

| 比重(CMCなし) | | |
|---|---|---|
| 1.05 | 1.10 | 1.15 |

| 比重(CMC添加) | |
|---|---|
| 1.05 | 1.10 |



比重調整やCMCの添加により、2日経過後も泥水の分離・沈降を抑制可能

図1　泥水分離状況（2日後）

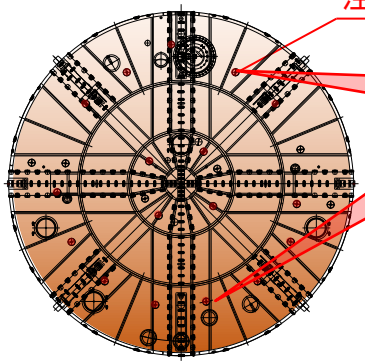
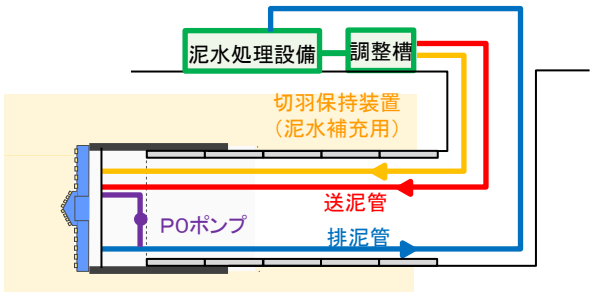



図2 泥水採取用注入口配置図

表1 チャンバー内泥水の分離・沈降対策

| 対　策※1 | | | | 概　要 | 対策実施可能時期 初期掘進休暇（2日） | 対策実施可能時期 段取り替（2カ月程度） | 対策実施可能時期 本掘進休暇（最大10日） | 参考資料1 14頁 参照図 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 一次 | 切羽圧力保持 | | | 切羽保持装置で送泥して切羽圧力を保持 | ○ | ○ | ○ | 図-2 |
| 一次 | 泥水品質向上 | 泥水補充※2 | | 濃度の高い良液をチャンバーに補充 | ○ | ○ | ○ | 図-2 |
| 一次 | 泥水品質向上 | CMC添加※2 | | CMCをチャンバーに添加 | ○ | ○ | ○ | 図-2 |
| 二次 | チャンバー内泥水攪拌 | 泥水循環※3 | P0ポンプ | P0ポンプで泥水を機内循環させる | ○ | — | ○※4 | 図-3 |
| 二次 | チャンバー内泥水攪拌 | 泥水循環※3 | 送排泥配管 | 地上からチャンバーまで泥水を循環<br>段取り替期間は配管切断のため使用不可 | ○ | — | ○※4 | 図-3 |
| 二次 | チャンバー内泥水攪拌 | 泥水循環※3 | 代替ラインを設置 | 停止時の泥水循環専用のラインを仮設置 | — | ○ | — | 図-4 |
| 二次 | チャンバー内泥水攪拌 | カッター回転※5 | | カッターに装備した攪拌翼で泥水を攪拌 | ○ | — | ○ | — |

［ 泥水配管ルート図 ］

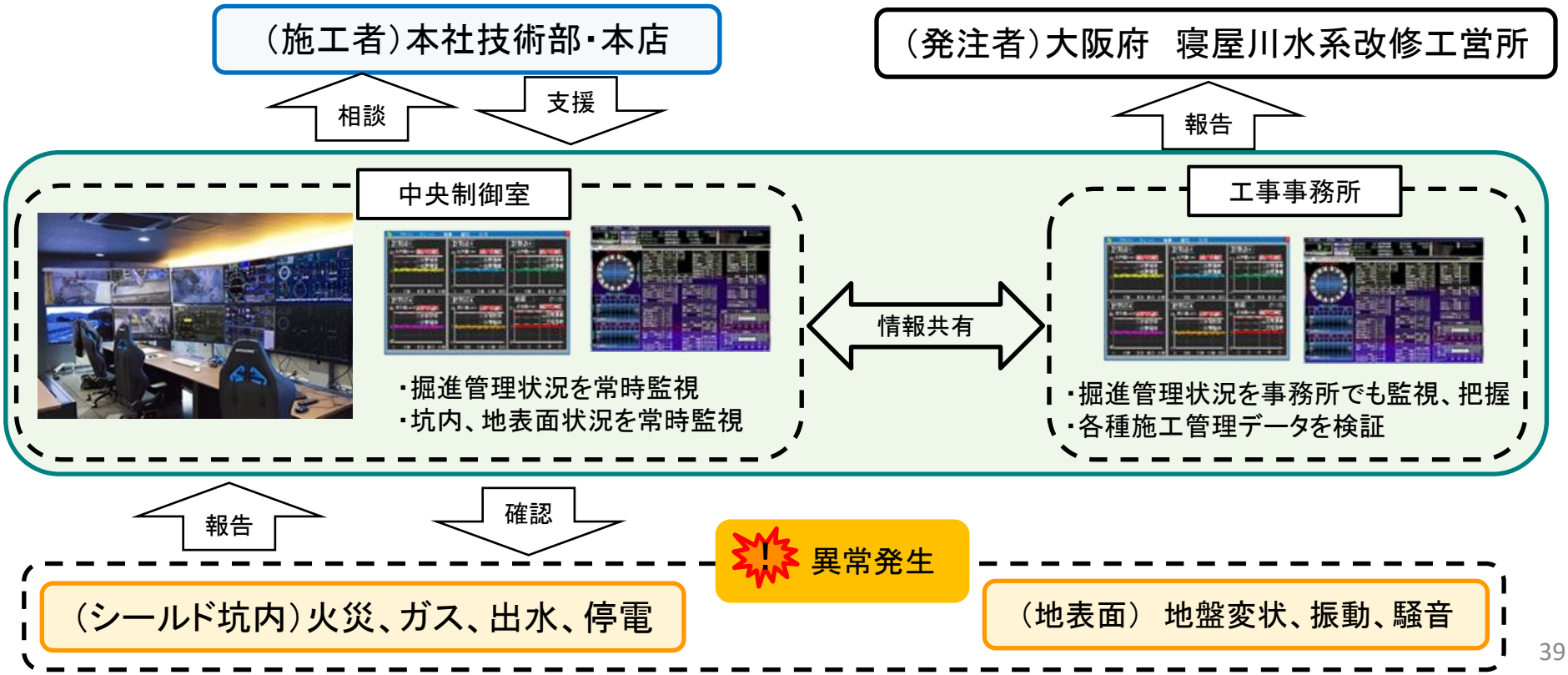



※1　主に一次対策を実施し、必要に応じて二次対策を追加で実施する
※2　セグメント組立時の逸泥量等をもとに対策の要否を決定
※3　泥水循環による切羽の洗堀を抑制するため、流速を下げるとともに、循環時の乾砂量も計測する
※4　P0ポンプでの対応を基本とし、泥水の入替が必要な場合には送排泥配管による循環を実施する
※5　カッター回転に伴う振動等の発生に配慮して、実施は最小限とする

# 5. 施工について

## 4-12　異常の兆候の早期感知と迅速な対応

| ガイドライン記載内容 | 対応 |
|---|---|
| 4-12　異常な兆候の早期感知と迅速な対応<br>複数の項目を総合的に計測・分析し、異常の兆候の早期感知に努め、確認された場合には、速やかに関係者間で共有しその解消に努め、対策を検討し講じること。情報共有等の対応をあらかじめルール化して関係者間で共有しておくこと。<br>　重大なトラブルが発生した場合に、直ちにシールドを停止し応急対策を実施すること。その上で、必要に応じて有識者に意見を求め、追加の調査を実施し、発生要因を明らかにするとともに、それを踏まえた対策を講じること。 | ・異常時の対応方法をルール化し、施工中に得られた計測値等を常に監視し、総合的に分析・評価することで、異常の兆候の早期感知に努める。<br>・切羽圧力、排土量、推力、カッタートルク等の急激な変動等、異常の兆候が確認された際は、速やかに施工者から発注者へ報告し、関係者間で課題や解決事例等の情報共有を図るとともに、発生要因を明らかにし、兆候の解消に努める。 |

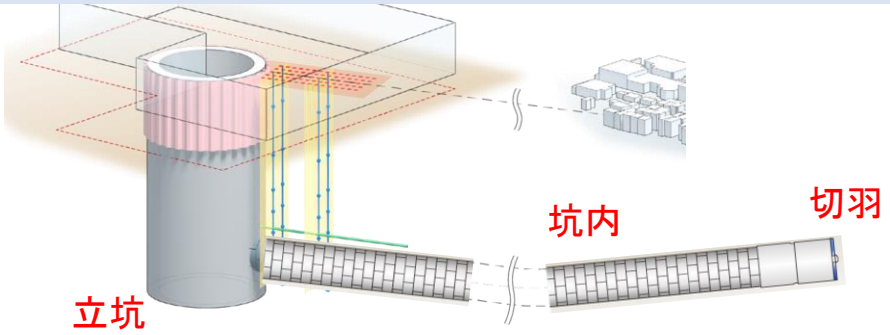


# 5. 施工について

## 4-13 シールドトンネル内の作業従事者の避難

**【ガイドライン記載内容】**
**出水等の事故が発生した場合におけるシールドトンネル内の作業従事者の避難基準を定め、遅滞なく適切な避難が行えるようにすること。**

| 基本安全対応 |
|---|
| ・各対象事象の避難基準や避難経路を、避難訓練や日々の危険予知活動で周知<br>・入坑管理システムにより、入坑者情報を把握<br>・坑内通信通話システムにより、緊急事象での連絡環境を整備<br>・予備電源を設置することで停電に伴う操作不能を防止<br>・アキュムレータを設置することで予備電源喪失時でも配管バルブの強制閉鎖を実施 |




| | 対象事象 | 避難基準 | 対策概要 |
|---|---|---|---|
| ① | ガスの発生等 | メタン濃度：1.5vol%以上(労働安全衛生規則) | ・ガス検知器を100m間隔で配置することでガス発生を早期発見<br>・自動計測により異常値を検知した場合は警報発令<br>・切羽作業員人数分の空気呼吸器を常備 |
| | | 一酸化炭素：50ppm以上(日本産業衛生学会)<br>硫化水素：10ppm以上(酸素欠乏症等防止規則)<br>酸素濃度：18%未満(酸素欠乏症等防止規則) | ・ガス検知器で自動計測を行い異常値を検知した場合は警報発令<br>・切羽作業員人数分の空気呼吸器を常備 |
| ② | 出水 | 即退避 | ・安全通路を2mの高さに配置することで出水時の移動が可能<br>・定員15人以上のエレベーター（分速50m級）を2台設置することで、立坑下での待ち時間を削減<br>⇒立坑下作業員は30人以下を想定しているので1回で退避が可能<br>⇒1.5～2分で地上への避難が可能<br>・立坑下に簡易救命胴衣、舟を常備 |
| ③ | 火災 | 初期消火により消火できない場合 | ・消火設備の配置　・呼吸用保護具等の配置<br>・可燃物の取扱い場所指定 |

# 6. 周辺の生活環境への配慮について

## 「周辺地域の安心の確保」のための主な取り組み

| ガイドライン記載内容 | 対応 | 頁 |
|---|---|---|
| 5-2　騒音・振動対策<br>住宅地等の市街化された地域におけるシールドトンネルの施工にあたっては、施工に起因する騒音・振動の低減に努めること。 | 【発進基地】<br>・令和4年度第2回審議会にて発注時仕様でも発進基地での騒音対策の目標値を満足していることを確認済み<br>・騒音及び振動を低減する追加対策を実施<br><br>【路線】<br>・振動発生要因に対する低減対策を実施 | [p.42] |
| 5-3　情報提供<br>地域の安心を確保するために、シールドトンネル工事の掘進状況と併せ、住民等への適切な情報提供を行っていくことが望ましい。 | ・地域、住民の方々がいつでも工事情報を確認できる環境を整備することで、事業理解を促進 | [p.46] |
| 5-4　トラブル時の住民等への対応<br>重大なトラブルや事故が発生し、住民等への影響が懸念される場合、必要な措置を行い、影響を最小限とするよう努めること。 | ・重大なトラブルや事故の発生時には関係機関と連携してお知らせや対応を実施 | [p.47] |

# 6. 周辺の生活環境への配慮について

## 5-2　騒音・振動対策

**【周辺の生活環境への影響のモニタリング】**
**住宅地等の市街化された地域におけるシールドトンネルの施工にあたっては、施工に起因する騒音・振動の低減に努めること。**

- 令和4年度第2回審議会にて発注時仕様でも発進基地での騒音対策目標値を満足していることを確認済み

〈騒音対策〉

防音ハウスを設置した場合

〈超低周波音対策〉

防音ハウスを設置した場合

1．騒音対策目標値（大阪市騒音規制基準）

単位：dB

| 区域 | 時間区分 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 朝 | 昼 | 夕 | 夜 |
| | 6～8 | 8～18 | 18～22 | 22～6 |
| 第２種区域 | 50 | 55 | 50 | 45 |
| 第３種区域 | 60 | 65 | 60 | 55 |

2．超低周波音対策目標値（環境省の低周波問題対応の手引き）

表 7-31　低周波音による物的苦情に関する参照値

| 1/3 ｵｸﾀｰﾌﾞﾊﾞﾝﾄﾞ中心周波数（Ｈｚ） | 5 | 6.3 | 8 | 10 | 12.5 | 16 | 20 | 25 | 31.5 | 40 | 50 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1/3 ｵｸﾀｰﾌﾞﾊﾞﾝﾄﾞ音圧レベル（ｄＢ） | 70 | 71 | 72 | 73 | 75 | 77 | 80 | 83 | 87 | 93 | 99 |

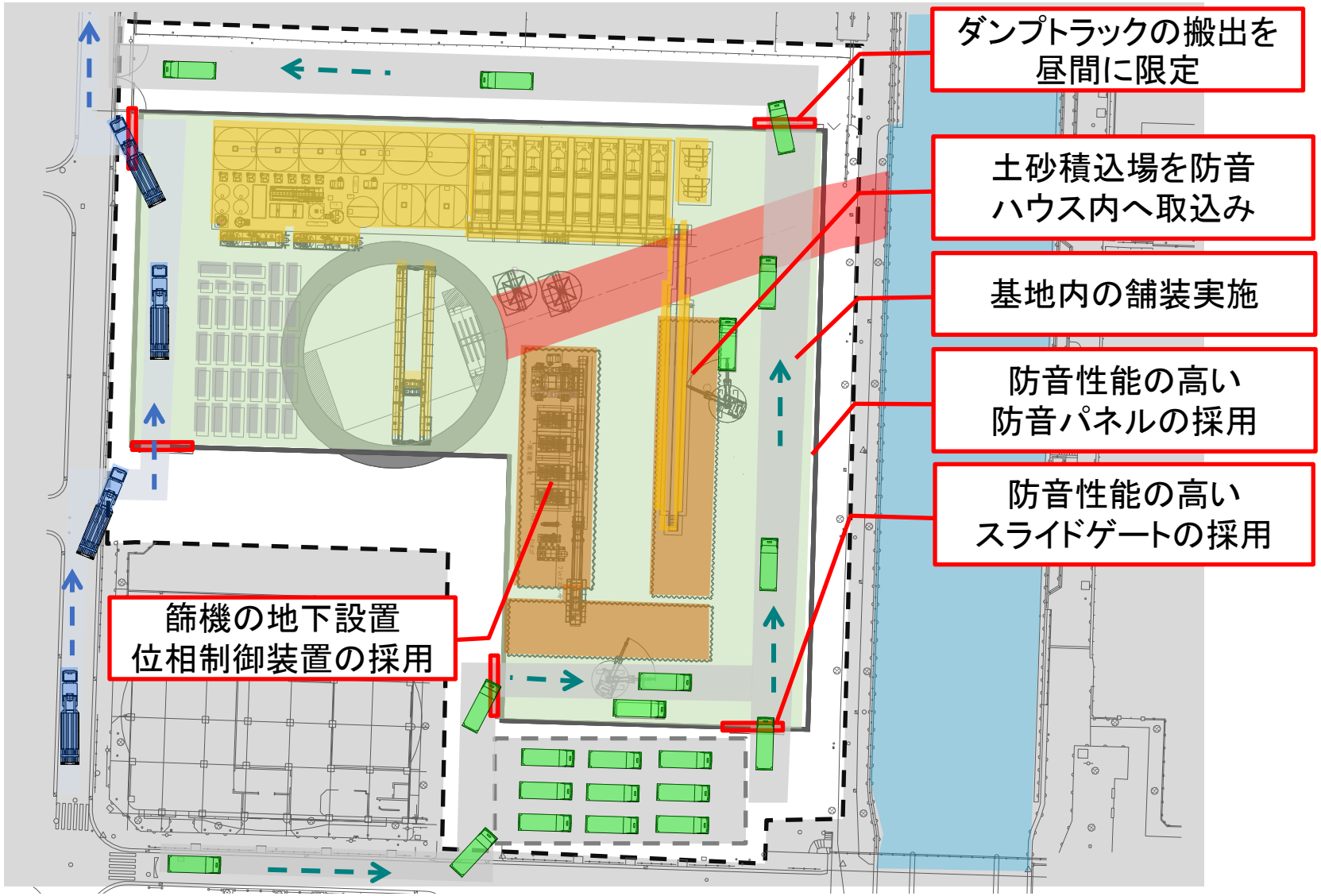
施工中の追加騒音・振動対策を以下に示す。

| 対策概要 |
|---|
| ・防音性能の高い防音パネルの採用、防音性能の高いスライドゲートの採用<br>・篩機の地下設置、位相制御装置の採用<br>・土砂積込場を防音ハウス内へ取込み<br>・基地内の舗装実施<br>・ダンプトラックの搬出を昼間に限定 |

# 6. 周辺の生活環境への配慮について

## 5-2 騒音・振動対策

＜発進基地の騒音・振動への追加対策＞



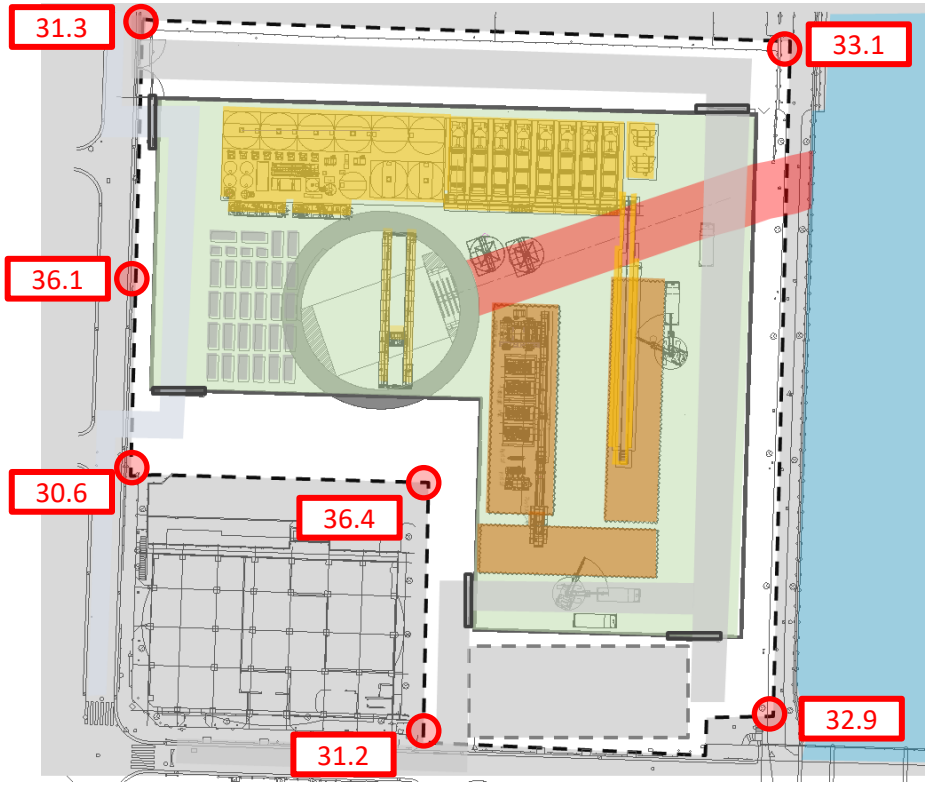
# 6. 周辺の生活環境への配慮について

## 5-2　騒音・振動対策

＜発進基地の騒音予測結果＞

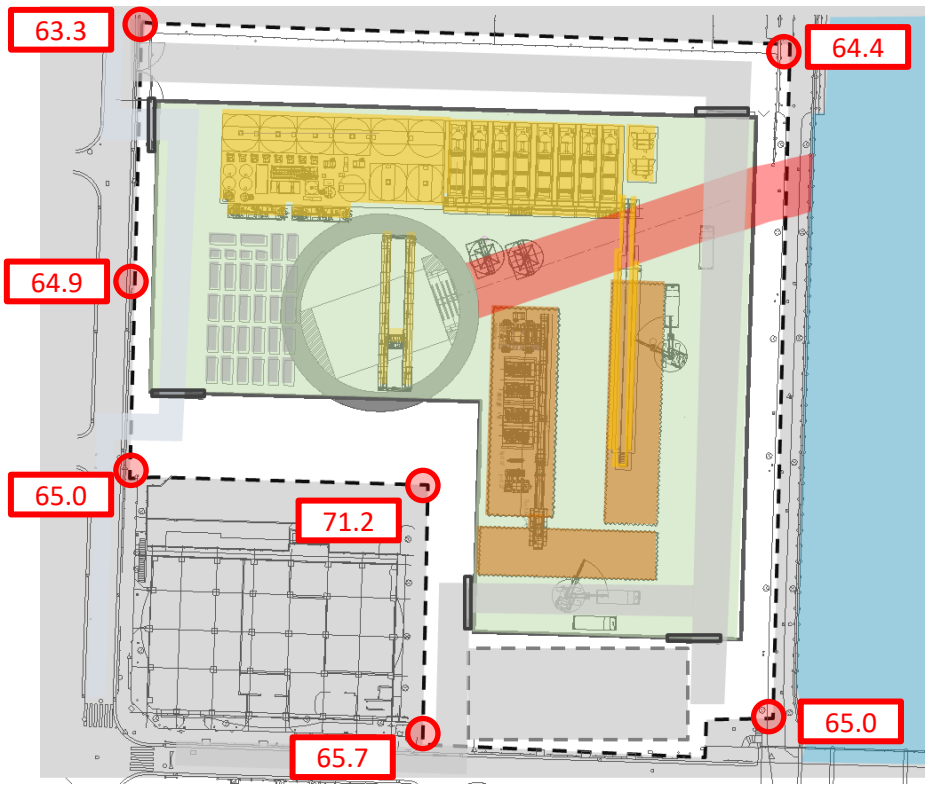
- 実際に施工する発進基地の設備計画においても敷地境界で対策目標値を下回っていることを確認

〈騒音対策〉




- 敷地境界において騒音対策目標値（夜間45dB）を満足していることを確認

〈超低周波音対策〉



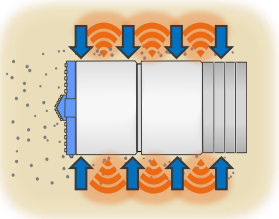
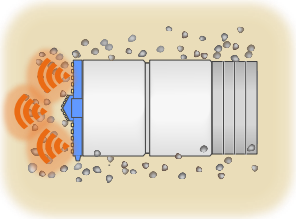
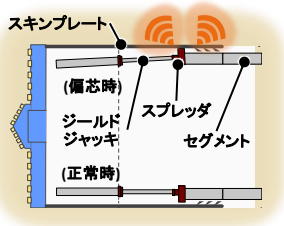

- 敷地境界において超低周波音対策目標値（77dB）を満足していることを確認

# 6. 周辺の生活環境への配慮について

## 5-2 騒音・振動対策

＜振動対策＞

発進基地・路線それぞれに振動要因に応じた振動対策を実施する

<table>
<tr><th></th><th>対象箇所</th><th>対策概要</th></tr>
<tr><td>①</td><td>発進基地</td><td>・篩機の地下設置<br>・場内車両ルートの舗装<br>・ダンプトラックの搬出を昼間に限定</td></tr>
<tr><td>②</td><td>路線</td><td>
<table>
<tr><th>項目</th><th colspan="2">スキンプレートと周辺地盤の摩擦に伴う振動</th><th>カッターによる地山切削に伴う振動</th><th>スプレッダとスキンプレートの競りに伴う振動</th></tr>
<tr><td>概要</td><td>振動要因①<br>砂地盤によるシールド胴体の締付け</td><td>振動要因②<br>急曲線施工や蛇行修正時のスキンプレートと地山の接触</td><td>振動要因③<br>礫等の切削時の衝撃</td><td>振動要因④<br>微細な製作・取付誤差で生じるシールドジャッキの偏芯が、ジャッキ伸長に伴い増大し、先端に取り付けたスプレッダがスキンプレート側に押し付けられて、競りが発生</td></tr>
<tr><td></td><td>  </td><td> </td><td>  </td><td> 
</td></tr>
<tr><td>掘進管理における対応策</td><td colspan="2">・シールド外周のオーバーカット部分に滑剤を充填<br>・掘進速度の低下により推力を低減</td><td>・掘進速度の低下により推力を低減</td><td>・各ジャッキの偏芯状況の確認<br>・ジャッキの当て替え※によるスプレッダ位置の修正<br>※ 掘進途中でいったんジャッキを緩め、スプレッダ位置を修正して偏芯を取り除いたのち、再掘進する作業</td></tr>
</table>
・シールド機内の振動計測により上記対策の効果を確認しながら掘進を行う
</td></tr>
</table>

# 6. 周辺の生活環境への配慮について

## 5-3　情報提供

**【周辺の生活環境への影響のモニタリング】**
**地域の安心を確保するために、シールドトンネル工事の掘進状況と併せ、住民等への適切な情報提供を行っていくことが望ましい。**

地域、住民の方々がいつでも工事情報を確認できる環境を整備することで、事業理解を促進する

実施を予定している情報提供（案）

### SNSの活用（ホームページの開設）

### 広報誌等への掲載

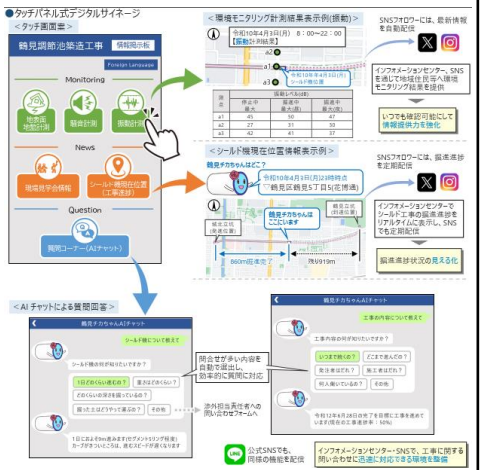
### 見学会の開催

### 振動・騒音測定結果の表示

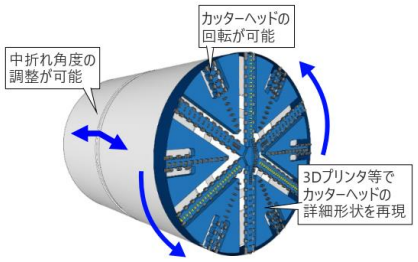
### インフォメーションセンターの活用

＜音声付き動画による説明＞

＜デジタルサイネージ＞




＜シールド機の模型＞



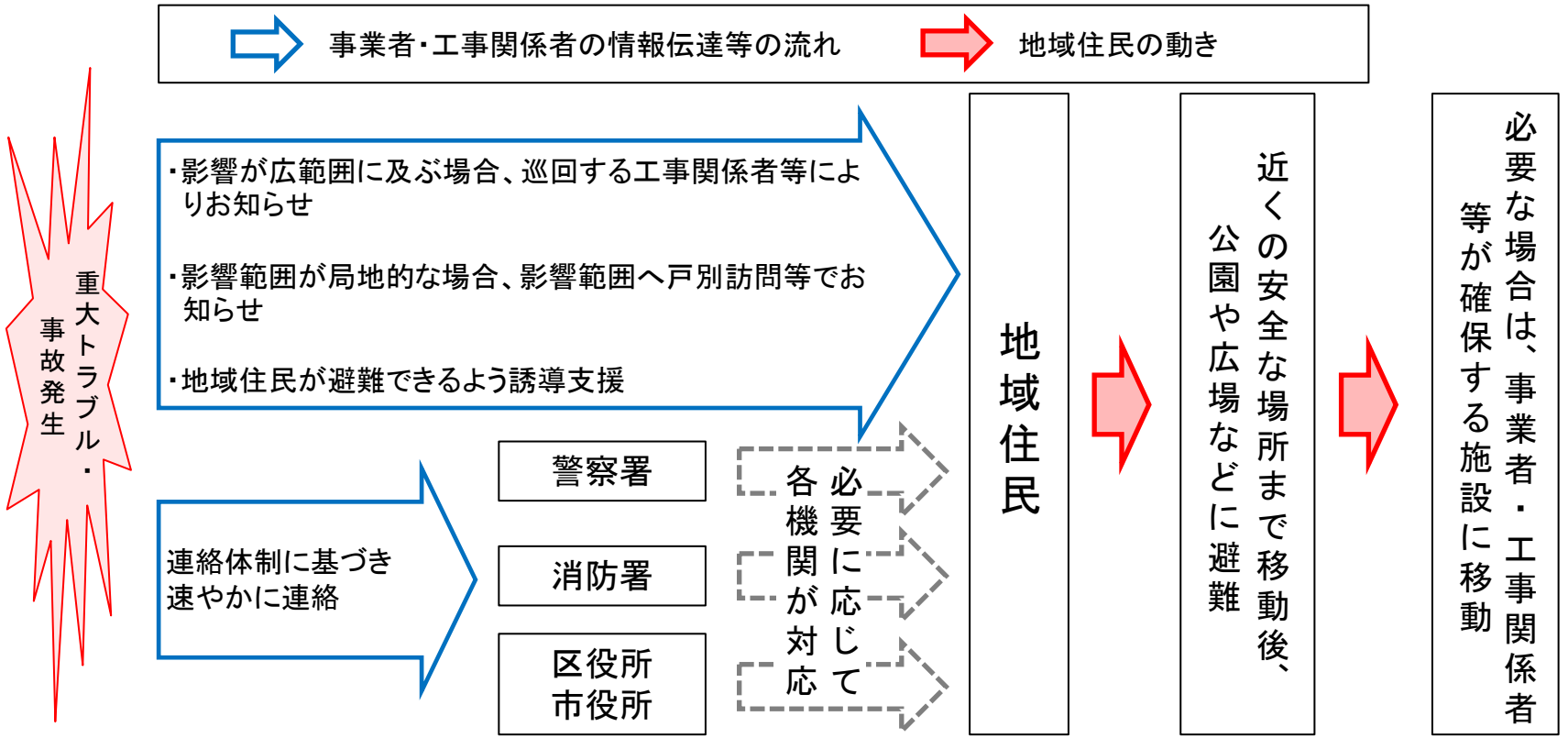

＜VR体験＞

# 6. 周辺の生活環境への配慮について

## 5-4 トラブル時の住民等への対応

**【周辺の生活環境への影響のモニタリング】**
**重大なトラブルや事故が発生し、住民等への影響が懸念される場合、必要な措置を行い、影響を最小限とするよう努めること。**

重大なトラブルや事故の発生時には関係機関と連携して下記のとおりお知らせや対応を行う




・地域住民への工事説明会の際に、相談窓口をお知らせする
・ホームページで情報を発信する

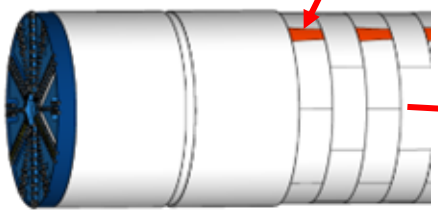
# 7. その他の配慮事項について

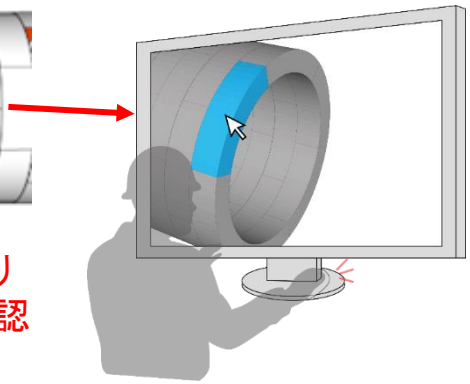
## 6-1　記録及びその活用

| ガイドライン記載内容 | 対応 |
|---|---|
| 6-1　記録及びその活用<br>調査・設計・施工において得られる各種データは、今後のシールドトンネルの調査・設計・施工のみでなく、供用後のシールドトンネルの維持管理においても重要であるため、とりまとめ・保管の上、維持管理主体も含め、いつでも活用できるようにしておくこと。 | ・シールド掘進管理データ、地質データ、セグメント情報等の各種属性情報を記録、保存する。<br>・記録、保存した各種データを3次元モデルに統合する。<br>⇒3Dモデルに紐づけた施工状況データの資料検索を効率化<br>維持管理において劣化・損傷原因の究明と対策工選定の最適化<br>地下埋設物や他工事計画における発注時の適切な対策工の検討 |

掘進管理データ

データを3Dモデルに記録





各種データのCIM化により
竣工後も施工データを確認

記録情報（例）

入出力される属性情報(出来形他)

| No. | 分類 | 項目名 |
|---|---|---|
| 1 | リング識別子 | リング番号 |
| 2 | セグメント計測データ | セグメント種類 |
| 3 | | 設計座標 X |
| 4 | | 設計座標 Y |
| 5 | | 設計高さ Z |
| 6 | | 実測座標 X |
| 7 | | 実測座標 Y |
| 8 | | 実測高さ Z |
| 9 | | 水平偏差 |
| 10 | | 垂直偏差 |
| 11 | | 累積距離 |
| 12 | | 方位角 |
| 13 | | 面角度 |
| 14 | マシン先端・マシンテール計測データ | 設計座標 X |
| 15 | | 設計座標 Y |
| 16 | | 設計高さ |
| 17 | | 実測座標 X |
| 18 | | 実測座標 Y |
| 19 | | 実測高さ |

属性情報(その他)

| No. | 項目名 |
|---|---|
| 1 | セグメント番号 |
| 2 | 組立日 |
| 3 | 製造メーカー |
| 4 | セグメント製造番号 |
| 5 | セグメント製造日 |
| 6 | 特記 |

# 7. その他の配慮事項について

## 6-2 新技術の活用

**【周辺の生活環境への影響のモニタリング】**
**シールドトンネル工事の更なる安全性の向上と周辺地域の安心の確保のため、また、今後のシールド技術の発展に寄与するため、新技術の開発・活用が重要である。**

「工事中」に活用する予定のシールド技術を以下に示す。

| | 技術名 | 対象項目 | 技術概要 | 頁 |
|---|---|---|---|---|
| ① | シールド3次元<br>線形管理システム | 掘進管理/データ管理 | ・余掘り量やクリアランスを立体的に表示することで線形予測、線形修正計画を支援 | [p.50] |
| ② | シールド坑内<br>自動測量システム | 掘進管理 | ・タブレット端末を利用して自動視準トータルステーションを遠隔操作<br>・セグメント測量、マシン測量および坑内基準点・水準点測量の測量を自動化 | [p.50] |
| ③ | シールドAI自動<br>方向制御システム | 掘進管理 | ・シールドの方向修正をAIが判定し、伸ばすべきシールドジャッキを判定することで精度良くシールドを制御 | [p.50] |
| ④ | 車両運行管理システム | 車両運行管理 | ・登録工事車両の現在位置、運行状況をダッシュボード上に集約<br>・車両の入退場予定時間の登録・管理や経路ごとに車両走行台数の上限を設定することで渋滞を防止<br>・運行履歴(経路・車両台数・時間等)の記録 | [p.51] |
| ⑤ | 天井クレーン運転支援 | 安全管理 | ・発進立坑天井クレーンの運転支援によるオペレーターの負担軽減 | [p.52] |
| ⑥ | 積載重量自動計測 | 積載重量管理 | ・車両の積載可能重量および積込作業時の積載量をリアルタイム表示することで車両の過積載を防止 | [p.52] |

# 7. その他の配慮事項について

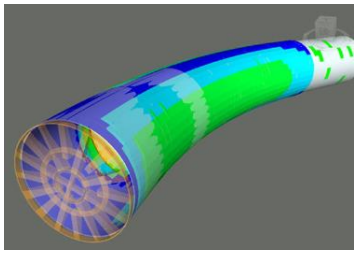
## 6-2 新技術の活用

### ①シールド3次元線形管理システム・・・将来位置予測システム +3次元表示システム

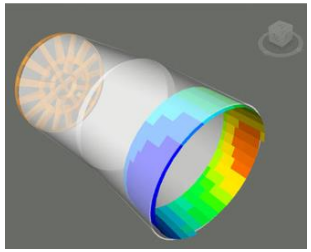
将来位置予測システム
- セグメント将来位置予測
- セグメント割付計画確認
- シールド将来位置予測
- 余掘り・クリアランス確認
- シールド進行計画確認

特徴
- 曲線施工や方向修正の際、シールドによる余掘り量やセグメントとのクリアランスの大小を立体的に表示する
- セグメントとシールドとの接触を未然に防ぐことで、セグメントの割れ欠けの発生を防止し、品質の向上に寄与する
- 視覚的に理解しやすい表示画面を採用し、方向修正計画に要する時間を短縮する

3次元モデル表示 → 3次元表示システム



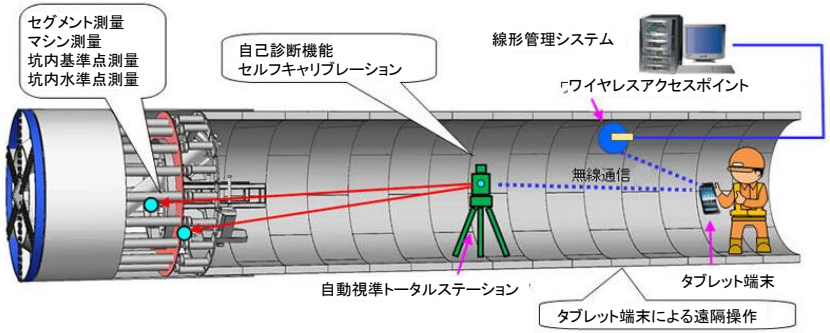
余掘り量の表示例




クリアランスの表示例

### ②シールド坑内自動測量システム・・・タブレット端末を使用した自動測量システム

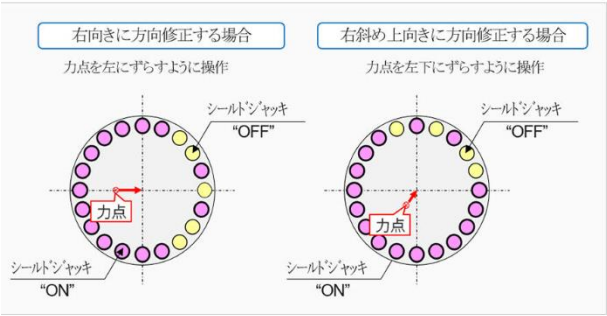
| 特徴 | 詳細 |
|---|---|
| タブレット端末を用いた遠隔操作による自動測量 | タブレット端末にてトータルステーションを遠隔操作することにより測量作業を行うため、1名での測量作業が可能 |
| あらゆる坑内測量へ対応し、生産性を向上 | ・マシン測量に加え、坑内基準点測量、水準点測量、セグメント測量を自動で行う<br>・測量結果の入力作業が省略され、測量時間が短縮されヒューマンエラーを防止する |




### ③シールドAI自動方向制御システム・・・AI判定によるシールドのシールドジャッキ選択システム

〔システムのフロー〕
- (1)推奨力点の演算 過去データの分析
- (2)AI予測力点の演算 機械学習にもとづく算定
- (3)シールドジャッキの選定 演算した力点を再現するジャッキパターンを選定

| 特徴 | 詳細 |
|---|---|
| オペレーターの技能に左右されずに方向制御精度を確保 | オペレーターのジャッキ選択による力点調整をAIに学習させることで、シールドの方向制御を高い精度で行うことが可能 |
| シールドトンネルの品質を確保 | クリアランスの大きさも考慮して力点を判定するため、セグメントのひび割れや漏水が発生するリスクを低減する |
| あらゆるシールド工事に適用が可能 | シールドの形式、大きさや形状、シールドジャッキの本数、製作メーカーによらず、全てのシールドに搭載できる |




方向修正におけるシールドジャッキの操作例

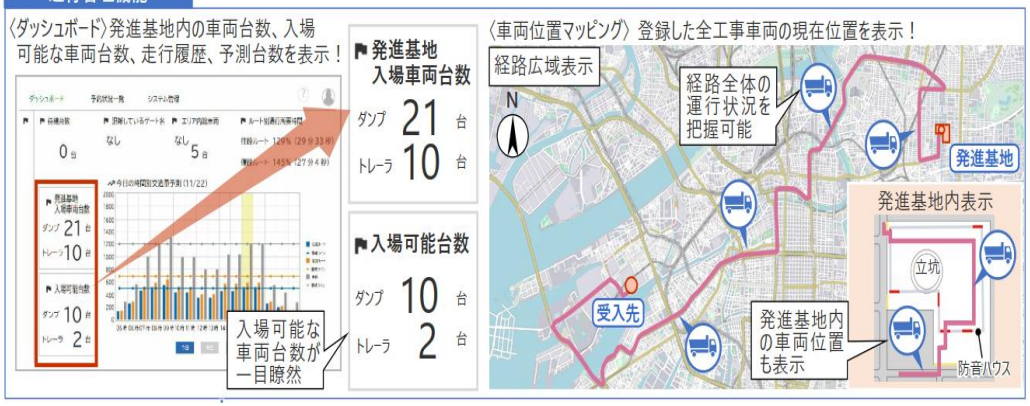
# 7. その他の配慮事項について

## 6-2 新技術の活用

④車両運行管理システム

工事車両の現在位置、台数、運行状況、搬出入予定を正確に把握でき、リアルタイムで連絡調整が可能な工事車両管理支援システムを導入することで、市道内での工事車両の滞留、通行時間超過を防止し、歩行者等の安全を確保する

### 運行管理機能




### 相互通信機能

### 搬入出予定登録機能

〈タイムチャート〉登録した全工事車両の到着予想時刻を表示！

車両の現在位置情報や道路状況から自動計算された到着予想時間をもとに、運行管理者が的確な指示を出せる

### 警告機能

〈市道内での運用例〉

# 7. その他の配慮事項について

## 6-2 新技術の活用

### ⑤天井クレーン運転支援

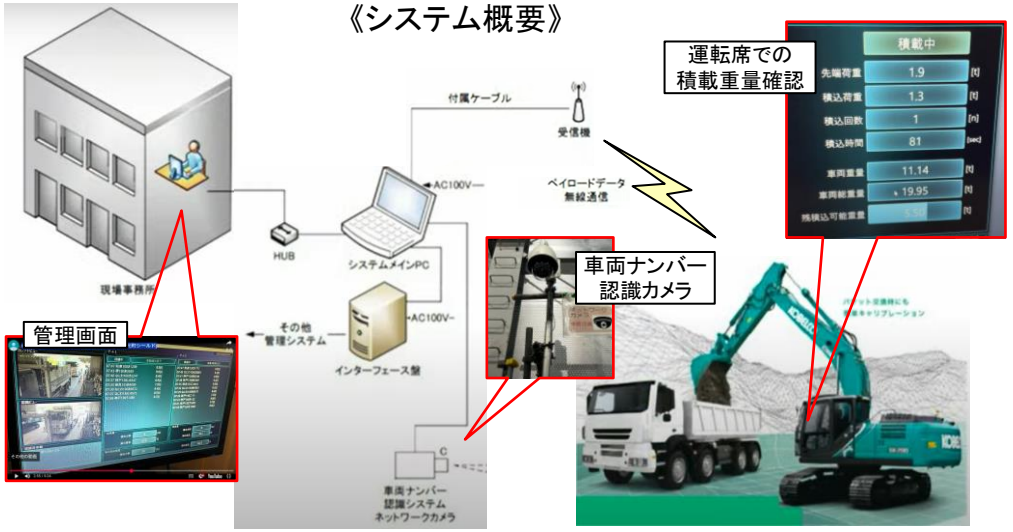
天井クレーンを操作するオペレーターの負担を軽減し、操作ミスの防止による揚重時間の短縮を図るため、天井クレーンの運転支援システムを導入する。

| | |
|---|---|
| 特徴 | ・立坑昇降中における天井クレーンの無線リモコン操作（ボタンの押しっぱなし）を省くことで、クレーン操作の負担が軽減され、吊り荷の監視に集中することができるので、安全性が向上する。 |
| | ・リモコンの操作ミスによる揚重の一時停止と再開を防止できるため、揚重時間の延長が低減される。 |

### ⑥積載重量計測システム

シールド掘削残土のダンプ車への積み込み作業における過積載を防止するために、ペイロードによる積載重量計測システムを導入する。

《システム概要》




《計測フロー》

車両情報の事前登録
↓
現場入場
↓
カメラによる車両認識
（積載可能重量確認）
↓
積込作業
（積込ごとに重量測定）
↓
積込完了
（積載重量確認）
↓
現場退場

| | |
|---|---|
| 特徴 | ・車両の積載可能重量を認識し、積込作業時の積載量をリアルタイムで確認できるため、過積載および過少積載を防止できる<br>・過少積載の防止により、車両の台数を最小限に抑えられる |
| | ・積載量の見える化により、1台当たりの積込回数を最小限に低減できるため、積込時間を短縮できる |
| | ・車両と積み込み重量のデータをシステム上で自動で紐づけできるため、日々の集計作業の負担を軽減できる |

# 7. その他の配慮事項について

## 発進防護工の追加

参考資料1　18～22頁参照
（土質調査結果/発進防護工の検討）

➢ 発進坑口付近で実施した土質調査の結果を踏まえ発進防護の工法を検討した

・大深度・高水圧の条件であり、断面内に透水性の高い砂質地盤があることを考慮すると、エントランスパッキンによる出水防止対策に加えて、地盤改良等による発進防護が必要

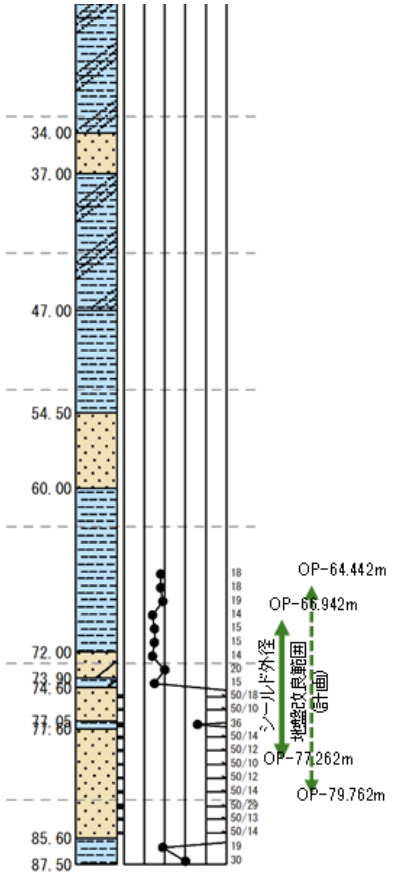



図1　土質柱状図

表1　発進防護工の工法検討比較

| | 薬液注入工 | | 高圧噴射 | | 凍結工法 | | 遮水壁/ディープウェル | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 効果 | 注入材料が土粒子の間隙を埋めることで、遮水性を確保 | ○ | 円柱状の改良体を作ることで、地盤の強度や遮水性を確保 | ◎ | 土中の間隔水を氷結させ遮断壁を構築することで、遮水性を確保 | ◎ | 遮水壁を構築し、内側をディープウェルにより被圧水頭を減圧することで出水を軽減 | △ |
| 当地盤への適用性 | 適用範囲内 | ○ | 適用範囲内<br>大深度での改良体造成に懸念<br>（砂質土N≦200） | △ | 適用範囲内 | ○ | 適用範囲内 | ○ |
| トラブルへの適用性 | 長期にわたり薬液注入効果を持続 | ○ | 長期にわたり薬液注入効果を持続 | ○ | 長期の掘進停止では追加対策が必要 | △ | 揚水による切羽泥水圧への影響について検討が必要 | △ |
| 概算工期 | 6カ月 | ◎ | 7.5カ月 | ○ | 11カ月 | △ | 13カ月 | △ |
| 費用 | ○ | | △ | | △ | | △ | |
| 評価 | ◎ | | × | | ○ | | △ | |

➢ 薬液注入工が想定外のトラブルへの対応がしやすく、工期や工事費においても優位なため最適と判断

# 7. その他の配慮事項について

## 発進防護工の追加

参考資料1　22～26頁参照
（発進防護工の検討）

当工事の改良深さ82.63mまで改良効果が期待できる削孔精度が必要

表1　薬液注入工法の検討比較

| | 二重管ｽﾄﾚｰﾅ工法（複相式） | | 二重管ﾀﾞﾌﾞﾙﾊﾟｯｶｰ工法 | | 二重管ﾀﾞﾌﾞﾙﾊﾟｯｶｰ工法（段掘り工法） | | 急速浸透注入工法 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 概要 | 注入管（Φ40）で削孔し、緩結性薬液を注入することで、土粒子間隙への均質な浸透を図り、地盤を一体固結させ透水性を減少 | | ケーシングΦ96で削孔し、孔内にCBを充填してスリーブ管を挿液型の薬液を注入し、地盤を一体固結させ透水性の減少と強度を増加 | | アウト―ケーシングΦ165で改良上端付近まで先行削孔し、インナーケーシングΦ96で改良下端まで削孔することで削孔精度を確保 | | 土中に削孔径よりも大きなソイルパッカを形成し、注入材を低圧力で注入することにより、より広範囲に浸透・固結を可能とした工法 | |
| 目的 | 地盤強化・止水 | ○ | 地盤強化・止水 | ○ | 地盤強化・止水 | ○ | 液状化対策 | × |
| 改良体直径 | 0.8～1.2m | ○ | 0.8～1.2m | ○ | 0.8～1.2m | ○ | 2.0～4.0m | ◎ |
| 適用土質 | 粘土、シルト及び砂質土全般 | ○ | 粘土、シルト及び砂質土全般 | ○ | 粘土、シルト及び砂質土全般 | ○ | 軟弱地盤 | × |
| 削孔精度 | 1/30～1/50 | × | 1/100（改良深度で80cm程度のズレ） | × | 1/100～200（改良深度で40cm程度のズレ） | ○ | ― | |
| シールド掘進への影響 | 掘進への影響はない | ○ | 掘進への影響はない | ○ | 掘進への影響はない | ○ | 袋体が残置されるためチャンバー閉塞の危険性 | × |
| 評価 | × | | × | | ○ | | × | |

- 当工事の改良深さ82.63mで改良効果が期待できる削孔精度を確保するために二重管ダブルパッカー工法（段掘り工法：アウターケーシング＋インナーケーシング）を採用する

# 7. その他の配慮事項について

## 発進防護工の追加

参考資料1　22～26頁参照
（発進防護工の検討）

発進防護工の施工範囲は、日本グラウト協会の設計資料に定められた延長（立坑～マシン機長＋2m（2リング））に対し、同時裏込注入管がエントランスパッキンを通過し、坑口部に裏込注入が確実に充填されるまでの期間において止水性が確保できる最小限の範囲とする

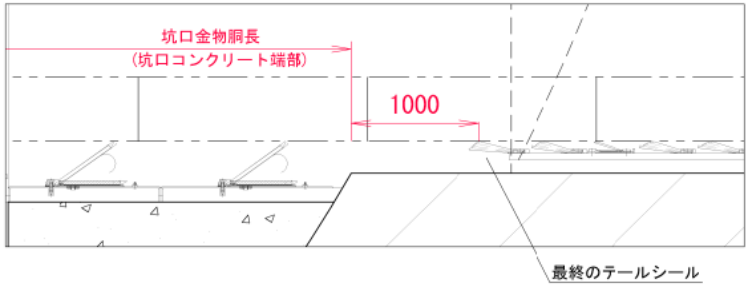



図1　発進防護（平面位置）　検討条件

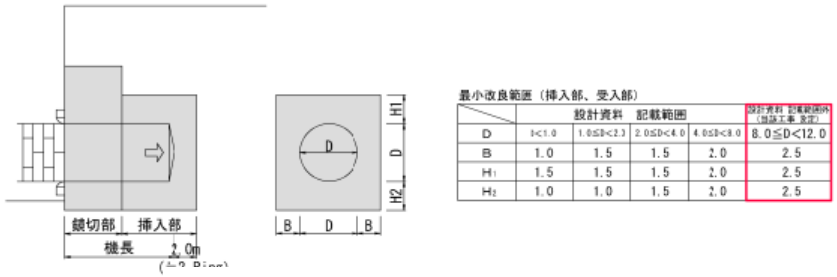



図2　日本グラウト協会　　設計資料

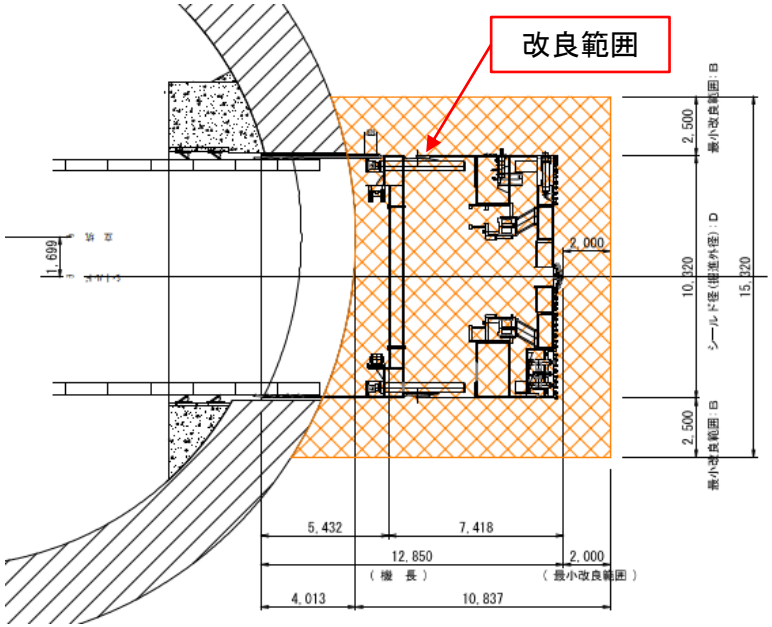



図3　発進防護　平面図

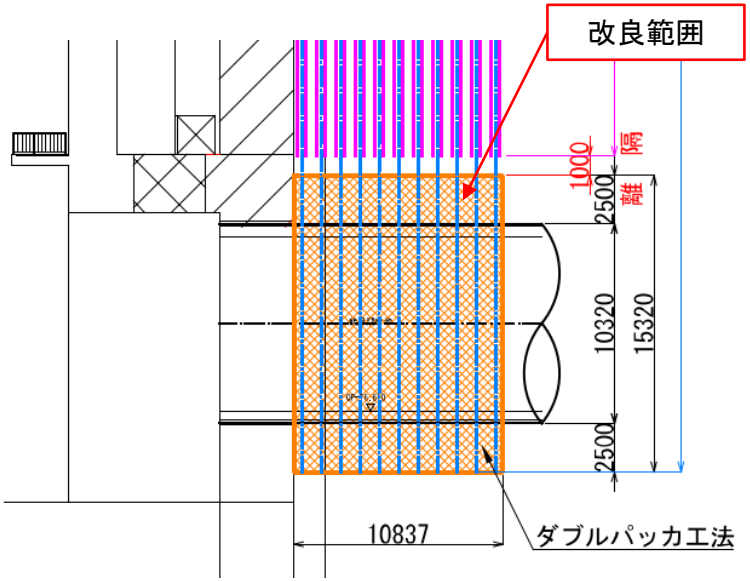



図4　発進防護　断面図

# 7. その他の配慮事項について

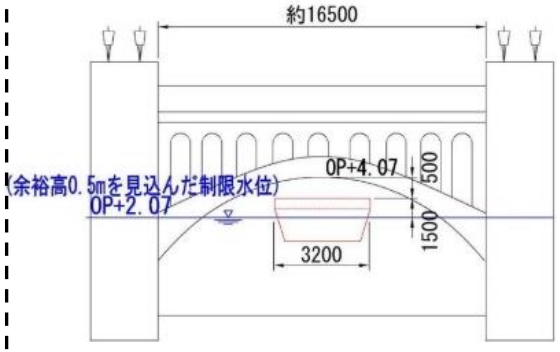
## 参考　掘削土の水上輸送の検討

令和4年度第2回審議会にて発注時仕様は審議済み

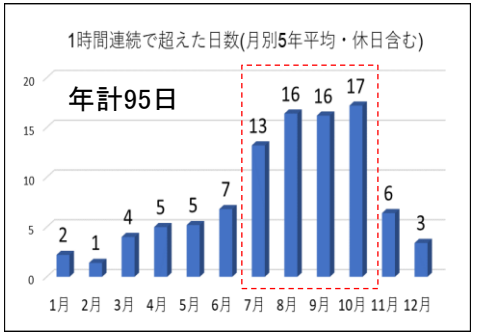
鶴見調節池の工事で発生する掘削残土を水上輸送した場合、ルート上に架かる橋梁の桁下高の制限上、潮位や降雨による水面上昇により輸送が困難となる日が多く発生し、安定して掘削土を搬出することが困難となるため、受注者とも改めて協議したがR4年度第2回審議会での方針を踏襲し、陸上輸送とする

水上輸送する場合の想定運搬ルート

■運航できる制限水位




■運航が休止又は中断する日数




過年度の水位記録から曳船が運航できる制限水位（OP+2.07m）を1時間以上超過する日数を推計した結果、年平均で4日に1度、特に、一年を通して潮位が高く、降雨が多い7月～10月には、2日に1回のペースで航行の中止又は休止が発生する結果となった。

【理由】
・シールドの掘進と掘削土の搬出を一連のサイクルで行うため、掘削土の搬出が不安定になることで、シールド掘進に影響が発生するリスク
・シールドの掘進停止により、切羽の不安定化や、シールドへの固着等が発生するリスク

➢ <u>水上輸送は採用しない</u>