

第3回
東京外環地下水検討委員会

資料

地下水流動保全工法について

- (1) 地下水流動保全工法の設計及び性能評価結果
- (2) 地下水流動保全工法の配置
- (3) 地下水流動保全工法の基本的な施工手順
- (4) 地下水流動保全工法の維持管理方法
- (5) モニタリング計画
- (6) 管理値の考え方

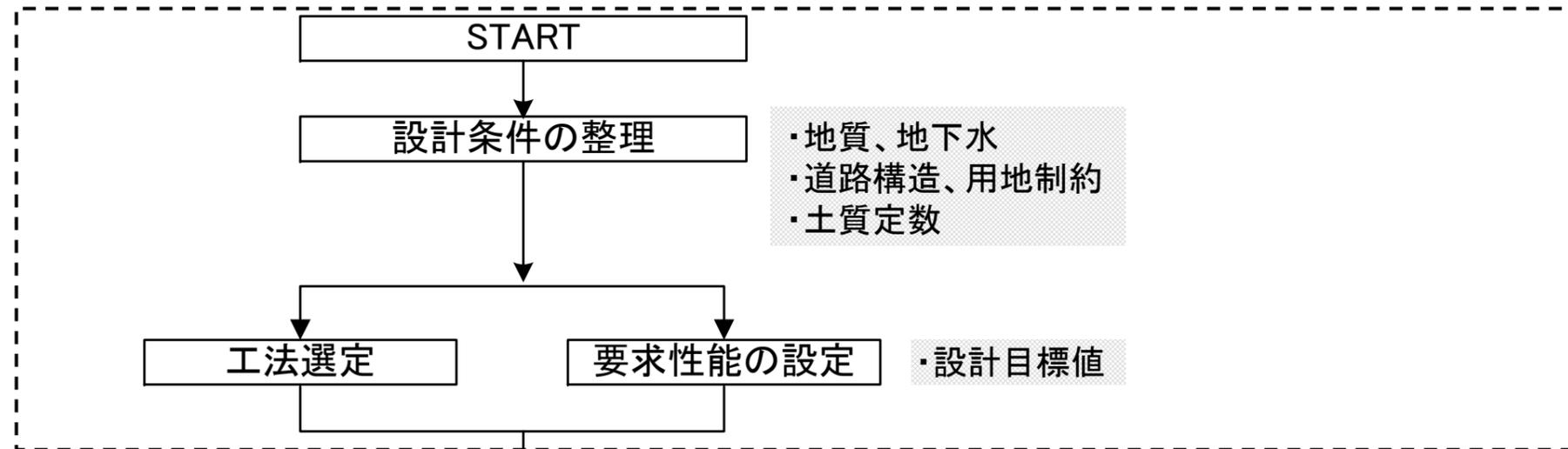
平成26年9月30日

国土交通省関東地方整備局 東京外かく環状国道事務所
東日本高速道路株式会社関東支社 東京外環工事事務所
中日本高速道路株式会社東京支社 東京工事事務所

(1) 地下水流動保全工法の設計及び性能評価結果

○地下水流動保全工法の設計は、図1.1に示す手順で行う。

第2回委員会
審議済内容



第3回委員会
審議内容

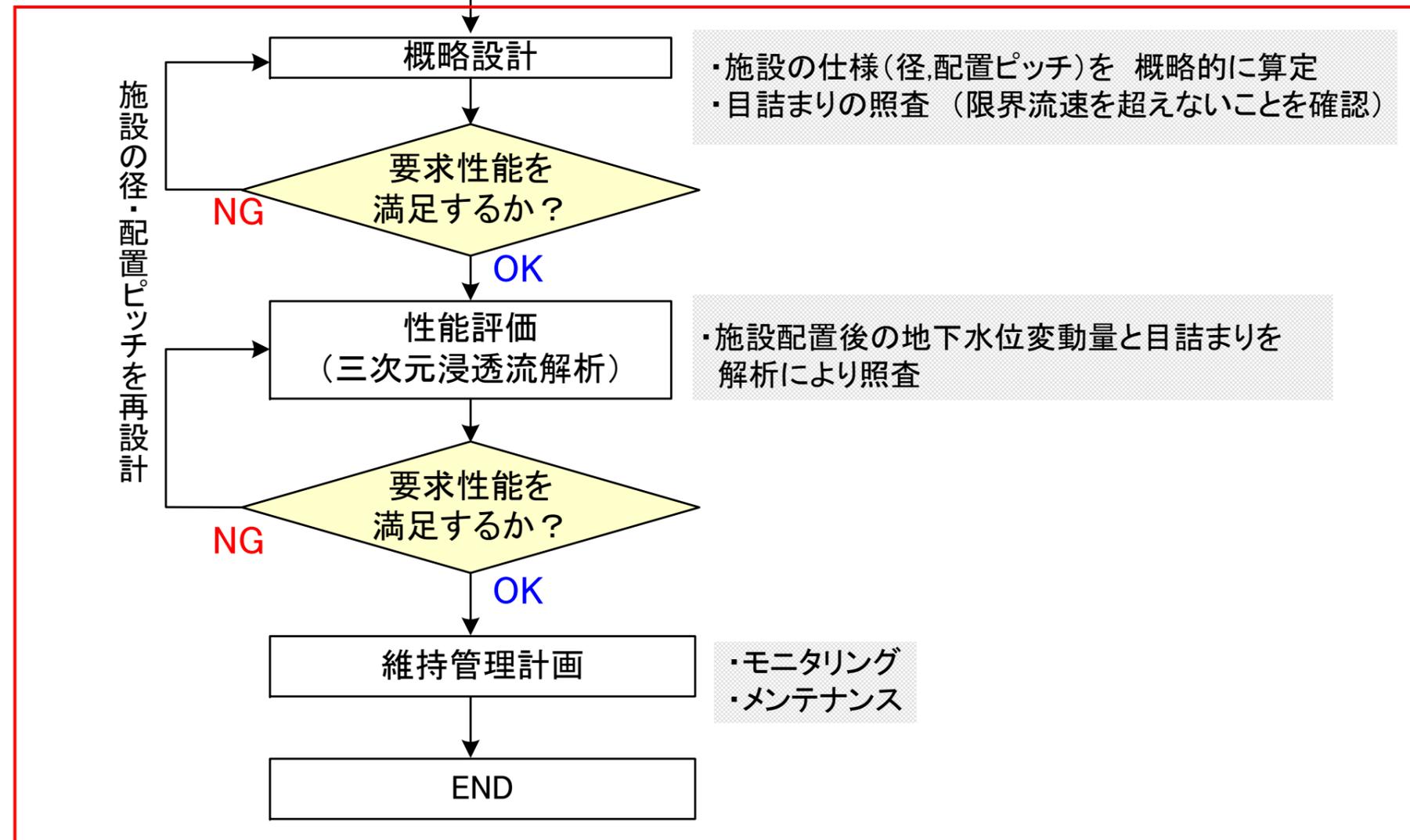
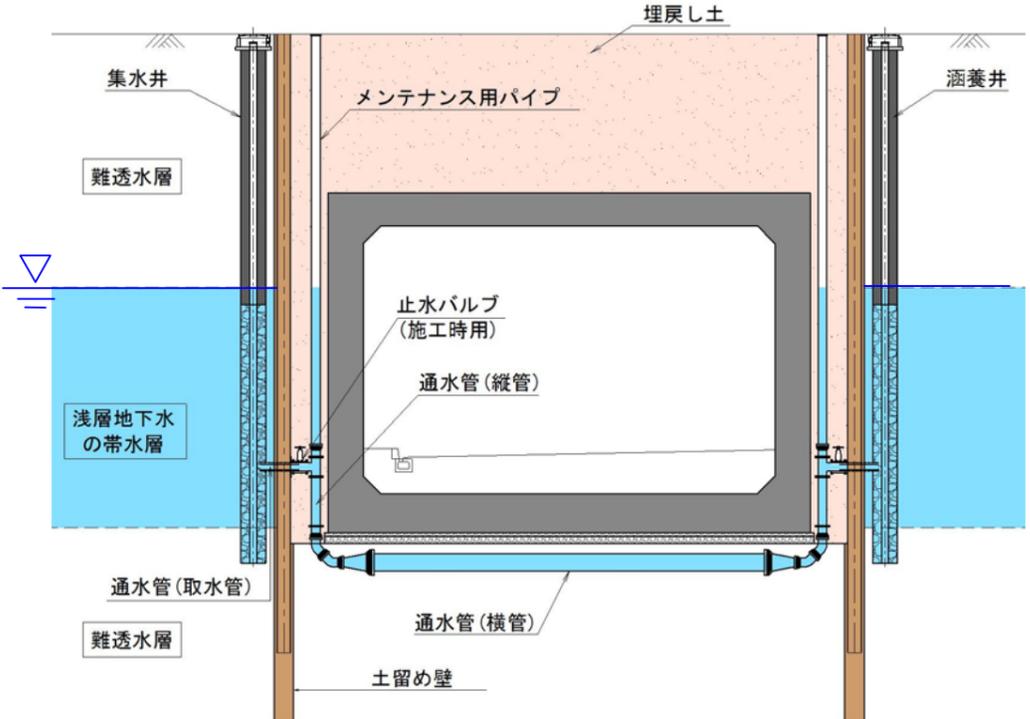
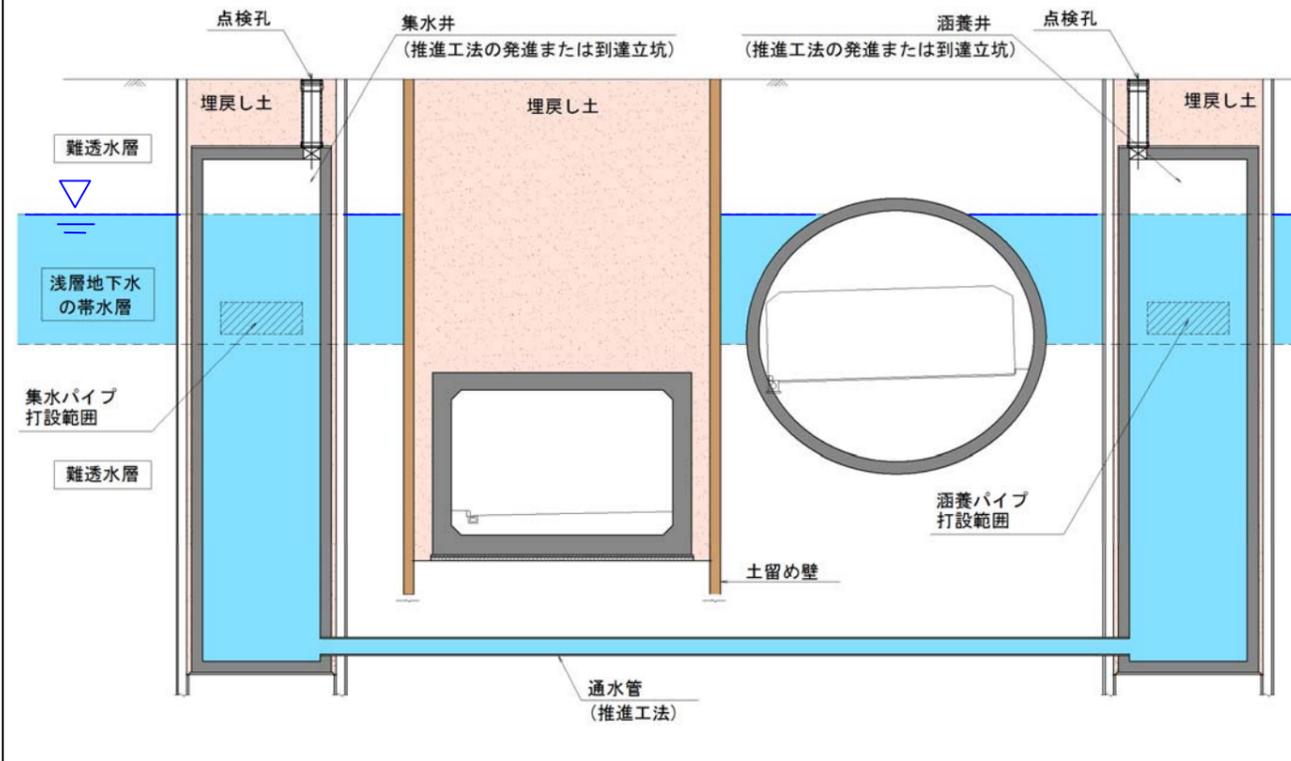


図1.1 地下水流動保全工法の設計フロー

○地下水流動保全工法の基本構造は表1.1に示す2タイプとし、通水管の設置方法に応じて選定する。

表1.1 「集水・涵養井戸」方式

(図はイメージ)

	タイプ1	タイプ2
構造		
対象地域	東名JCT、中央JCT・東八道路IC、青梅街道IC、大泉JCT・目白通りIC	中央JCT・東八道路IC
集水方法	・ 集水井の周囲から地下水を集める	・ 集水パイプから地下水を集める
施工時期	・ 道路構造物と一体的に施工 (開削と並行して井戸と通水管を施工、その後に躯体構築及び埋戻しを行う)	・ 道路構造物の施工時期に制約を受けない
用地	・ 用地が狭い場所でも施工できる	・ 推進工法の発進・到達立坑が必要となり、用地が狭い場所では適用できない
適用	・ 通水管を開削で設置できる場合	・ 通水管を開削で設置できない場合
メンテナンス方法	<井戸>揚水、エアリフト、高圧洗浄など ※地上から器具を挿入 <通水管>高圧洗浄など ※地上から器具を挿入	<井戸+集水ボーリング> 高圧洗浄など ※潜水夫が井戸内に入り作業 <通水管> 高圧洗浄など ※潜水夫が井戸内に入り作業

(1) 地下水流動保全工法の設計及び性能評価結果

○井戸理論を用いて井戸の配置間隔を概略的に求める（概略設計）。

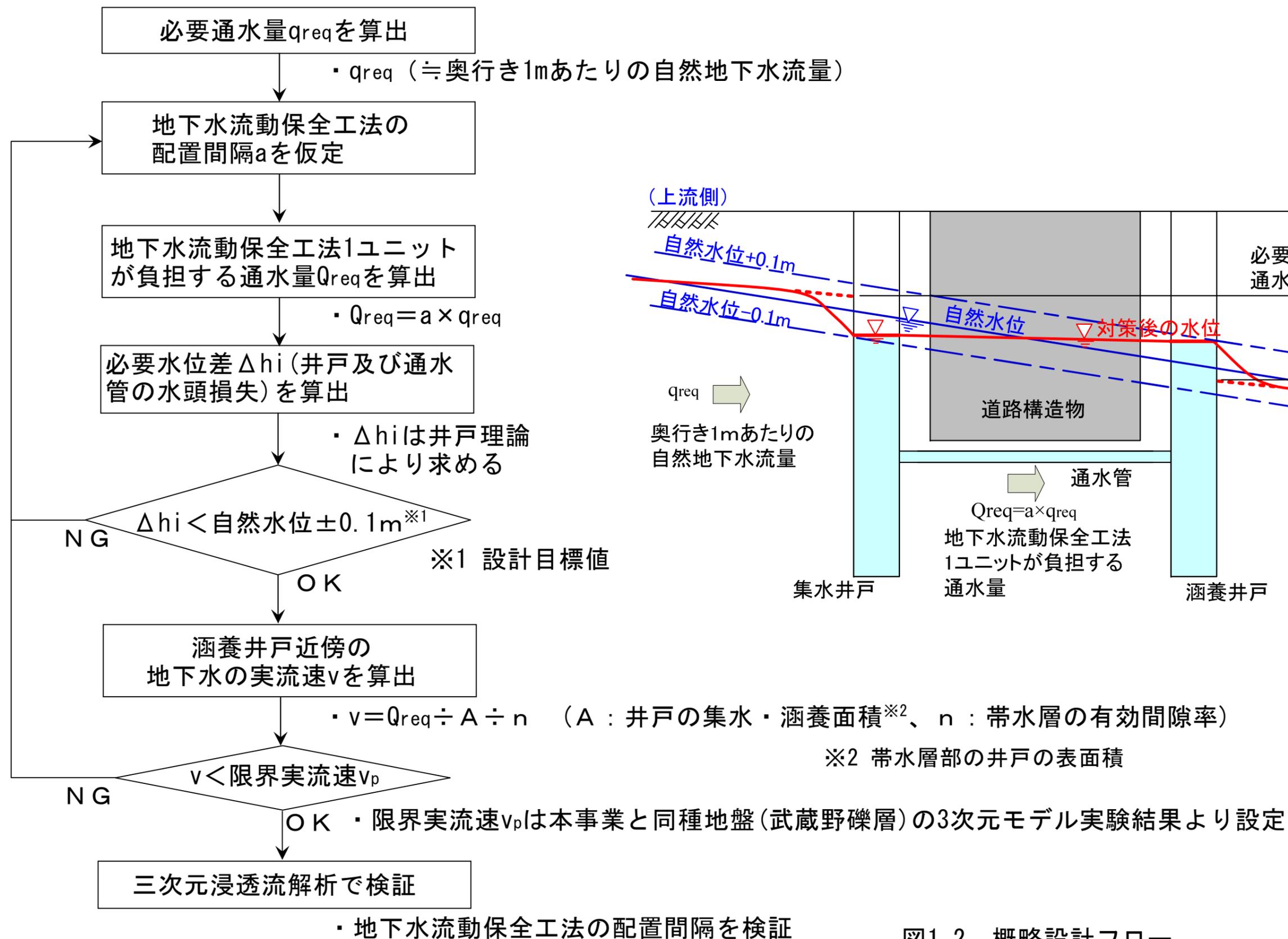
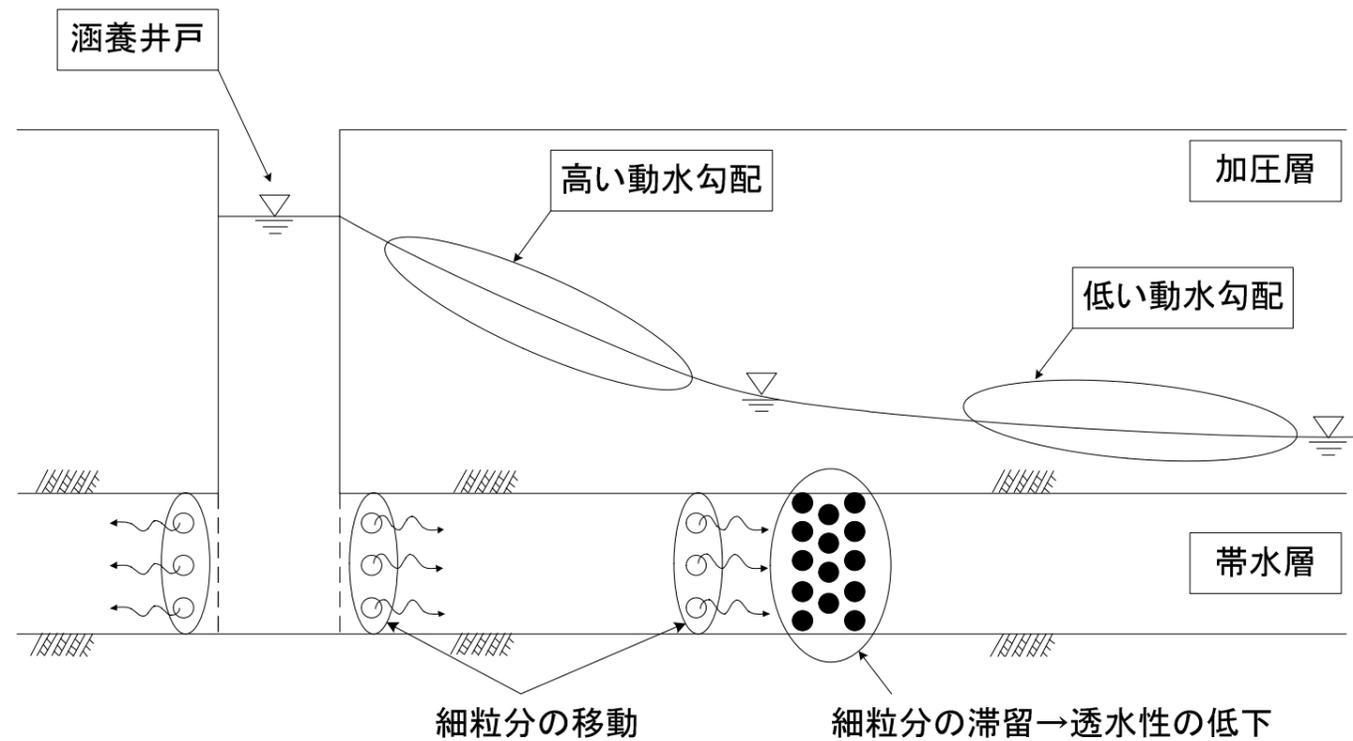


図1.2 概略設計フロー

(1) 地下水流動保全工法の設計及び性能評価結果

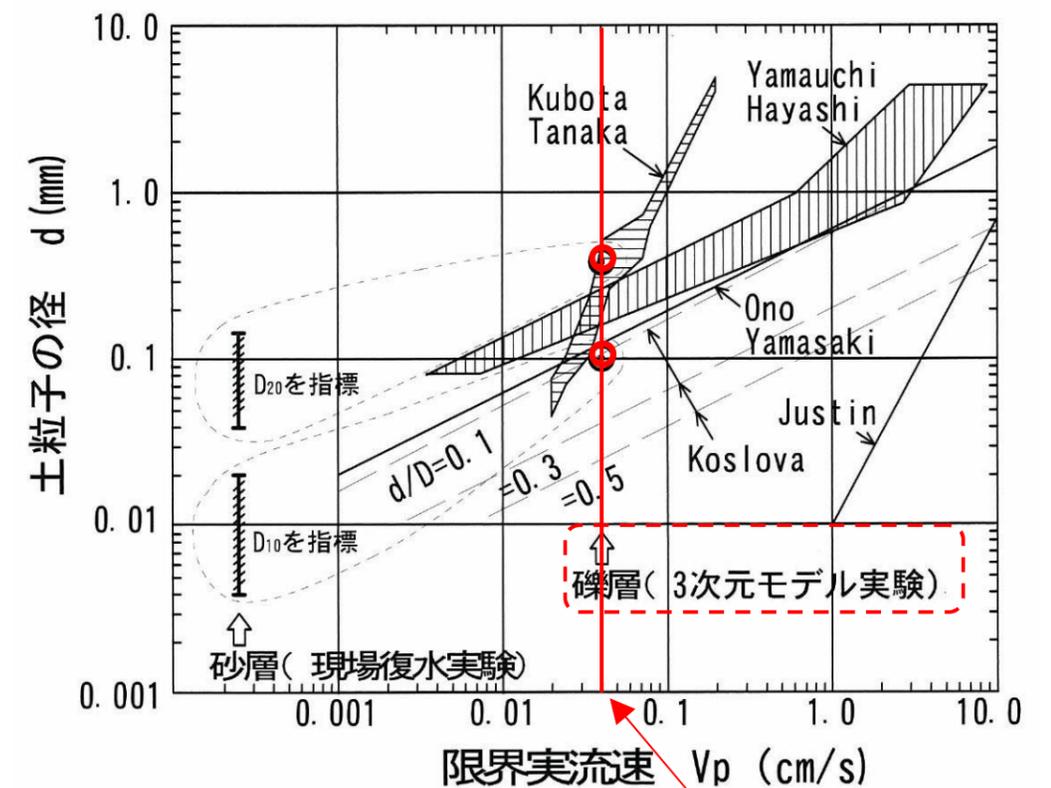
- 地盤の目詰まりは、涵養井戸から地盤に復水される地下水の実流速が地盤の限界実流速よりも大きくなることにより生じる現象である（図1.3）。
- このため、涵養井戸近傍の地下水の実流速が、地盤の限界実流速を超えないように、井戸の配置間隔を決定する。
- 設計で用いる限界実流速は、既往の実験結果（様々な地盤を対象として限界実流速を調査）のうち、本事業と同種地盤（武蔵野礫層）の3次元モデル実験結果より得られた0.04cm/sを採用した（図1.4）。



- 涵養井戸近傍では地盤に復水される実流速が大きい。
- 地盤の限界実流速を上回ると、地盤内の細粒分が移動する。

- 井戸から離れると実流速が小さくなる。
- 地盤の限界実流速を下回ると、移動した細粒分が滞留する。

図1.3 涵養井戸近傍における細粒分移動の概念図
(地下構造物と地下水環境, p41に加筆)



本設計では限界実流速を0.04cm/sとした
(本事業と同種地盤(武蔵野礫層)の3次元モデル実験結果)

図1.4 土粒子の粒径と限界実流速の関係
(地下水流動保全のための環境影響評価と対策, p148に加筆)

(1) 地下水流動保全工法の設計及び性能評価結果

- 概略設計で求めた地下水流動保全工法の配置の妥当性を三次元浸透流解析で検証した。
- 解析領域は各JCT・IC部を切り出し、地下水への影響が及ばないと考えられる十分広い範囲（構造物端部から1.5km四方）とした。
- 解析モデルの自然地下水位は、平成22年度の年間平均水位とした。
- 降水量は、蒸発散量と地表面流出量を差し引いて解析モデルに与えた。
- 透水係数は、地質調査結果と自然地下水位の再現性を考慮して設定した。
- 地下水流動保全工法は次のようにモデル化した。（タイプ1）配置間隔に応じた等価透水係数を設定、（タイプ2）井戸及びパイプ位置に固定流量を設定した。

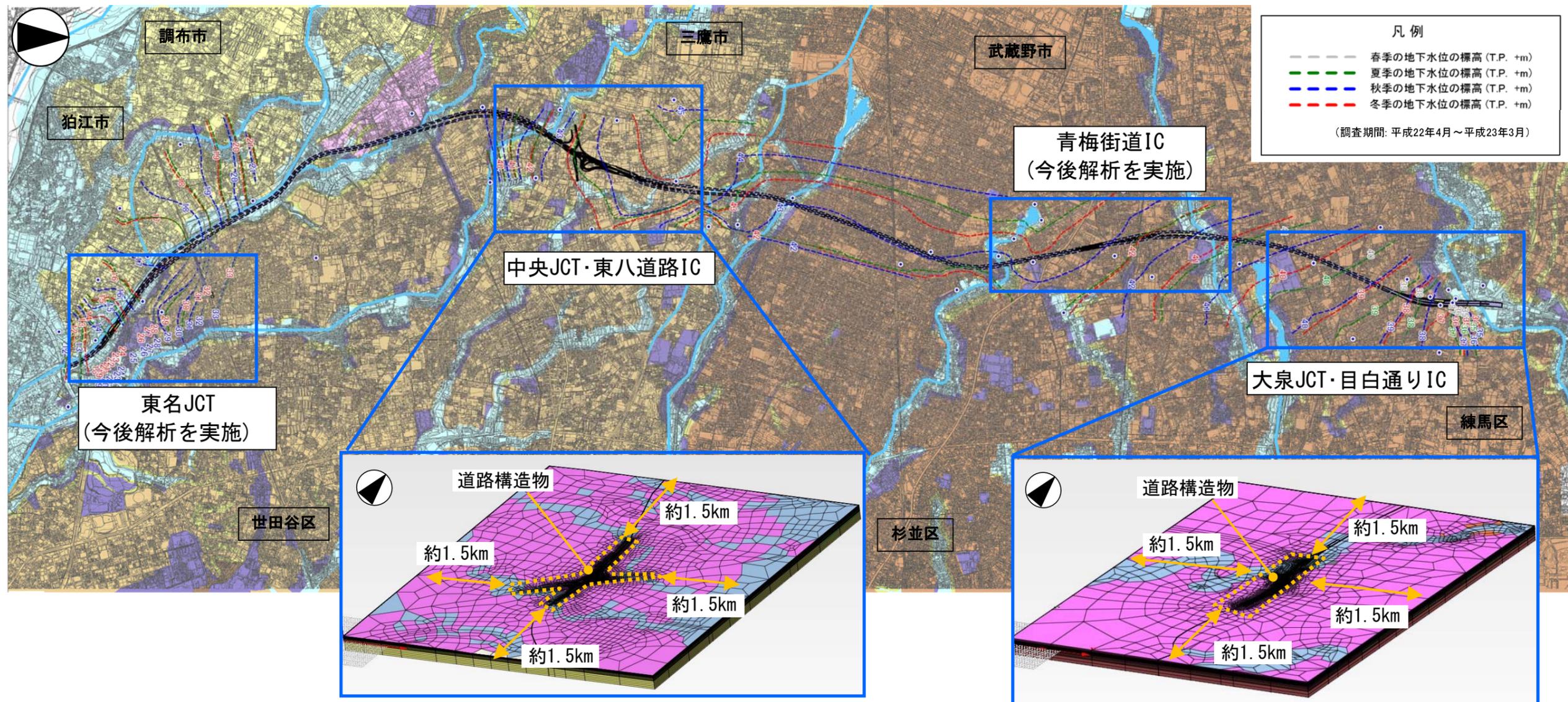
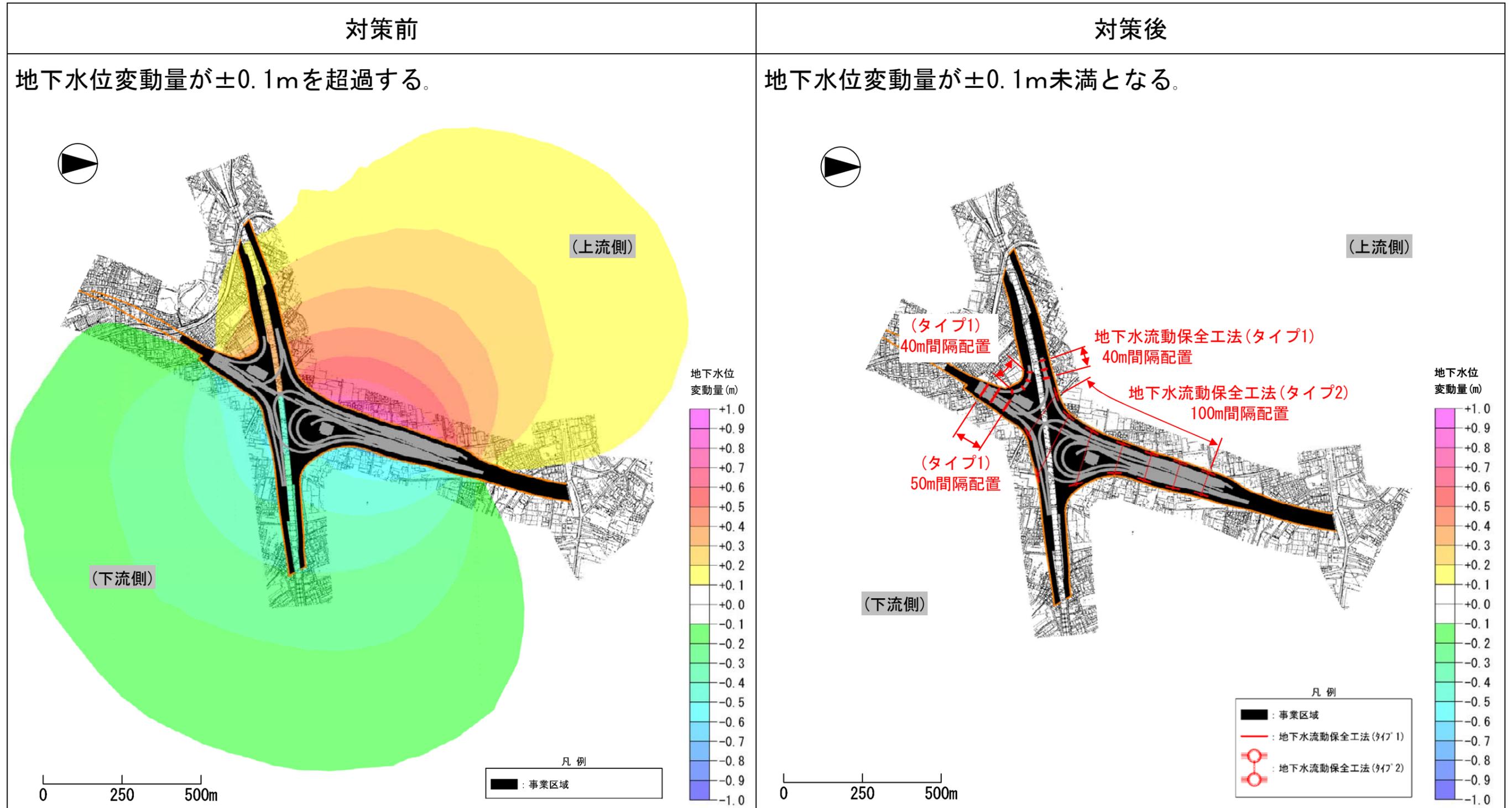


図1.5 三次元浸透流解析モデルの概要

(1) 地下水流動保全工法の設計及び性能評価結果

○中央JCT・東八道路ICは、地下水流動保全工法を40～50m間隔(タイプ1:通水管を開削で設置できる区間)、100m間隔(タイプ2:通水管を開削で設置できない区間)で配置することにより、地下水位変動量が±0.1m未満となる。

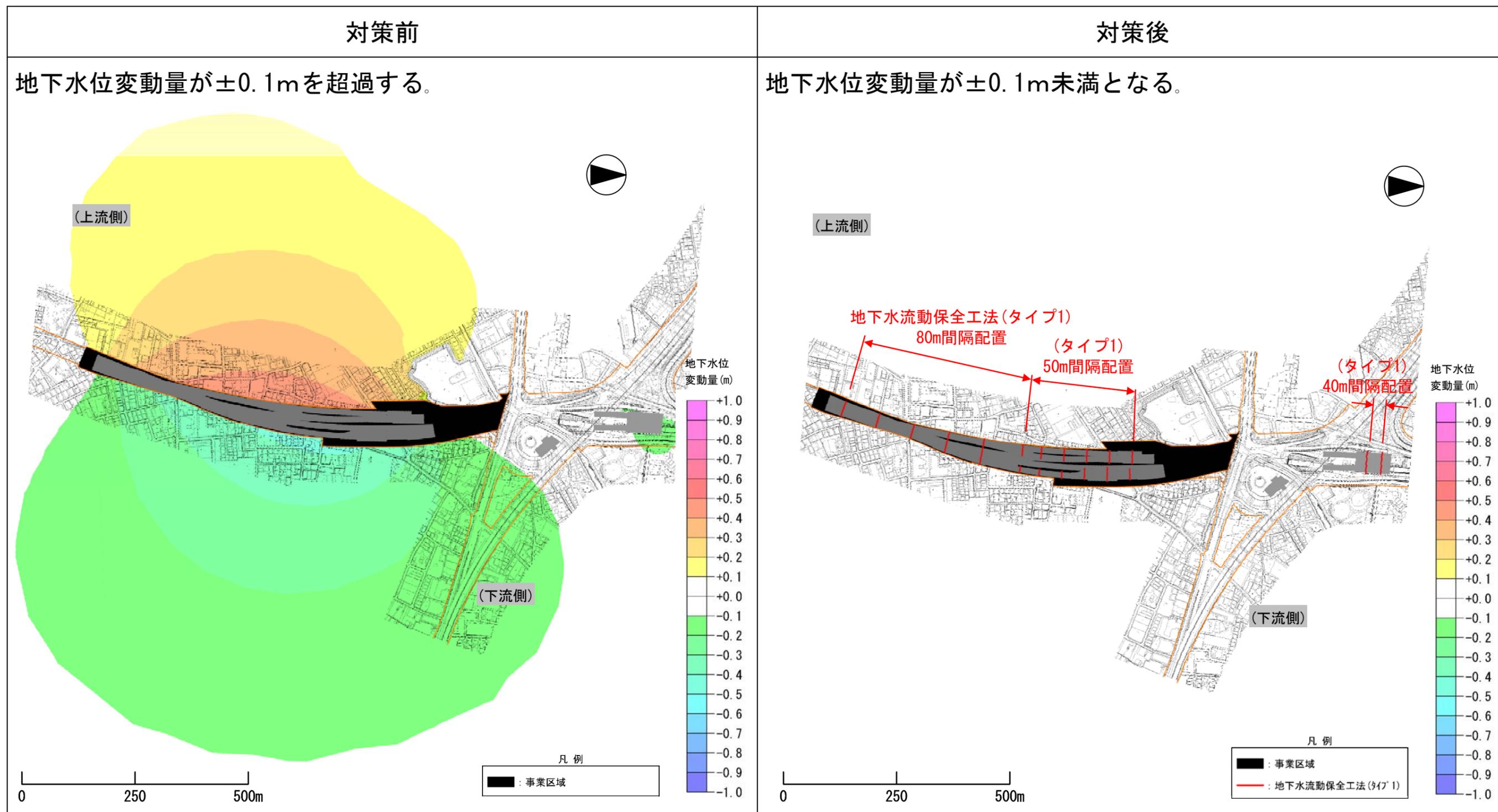
表1.2 構造物完成後の地下水位変動量 (中央JCT・東八道路IC)



(1) 地下水流動保全工法の設計及び性能評価結果

○大泉JCT・目白通りICは、地下水流動保全工法を40～80m間隔（タイプ1：通水管を開削で設置できる区間）で配置することにより、地下水位変動量が±0.1m未満となる。

表1.3 構造物完成後の地下水位変動量（大泉JCT・目白通りIC）



(2) 地下水流動保全工法の配置(中央JCT・東八道路IC)

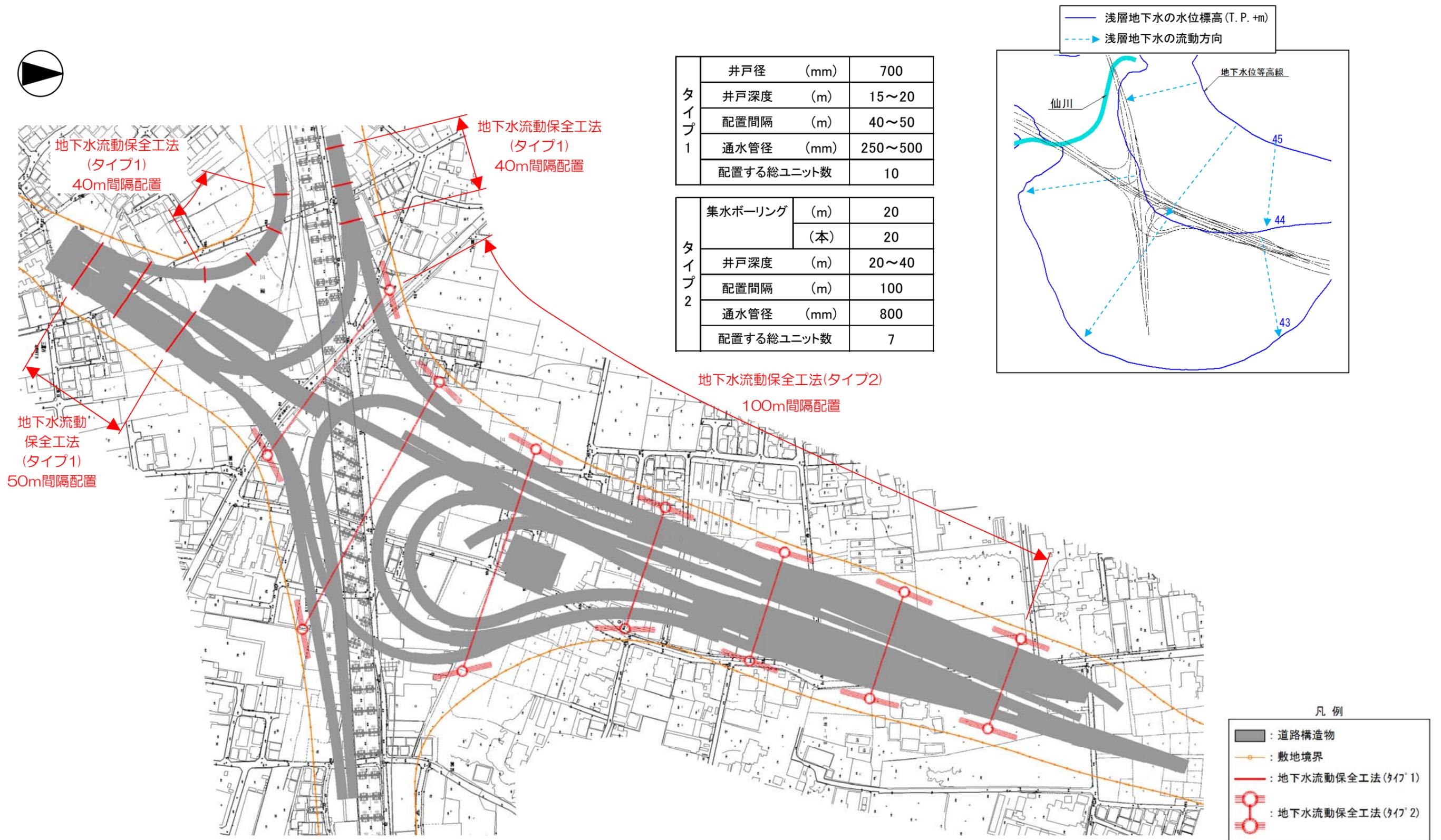
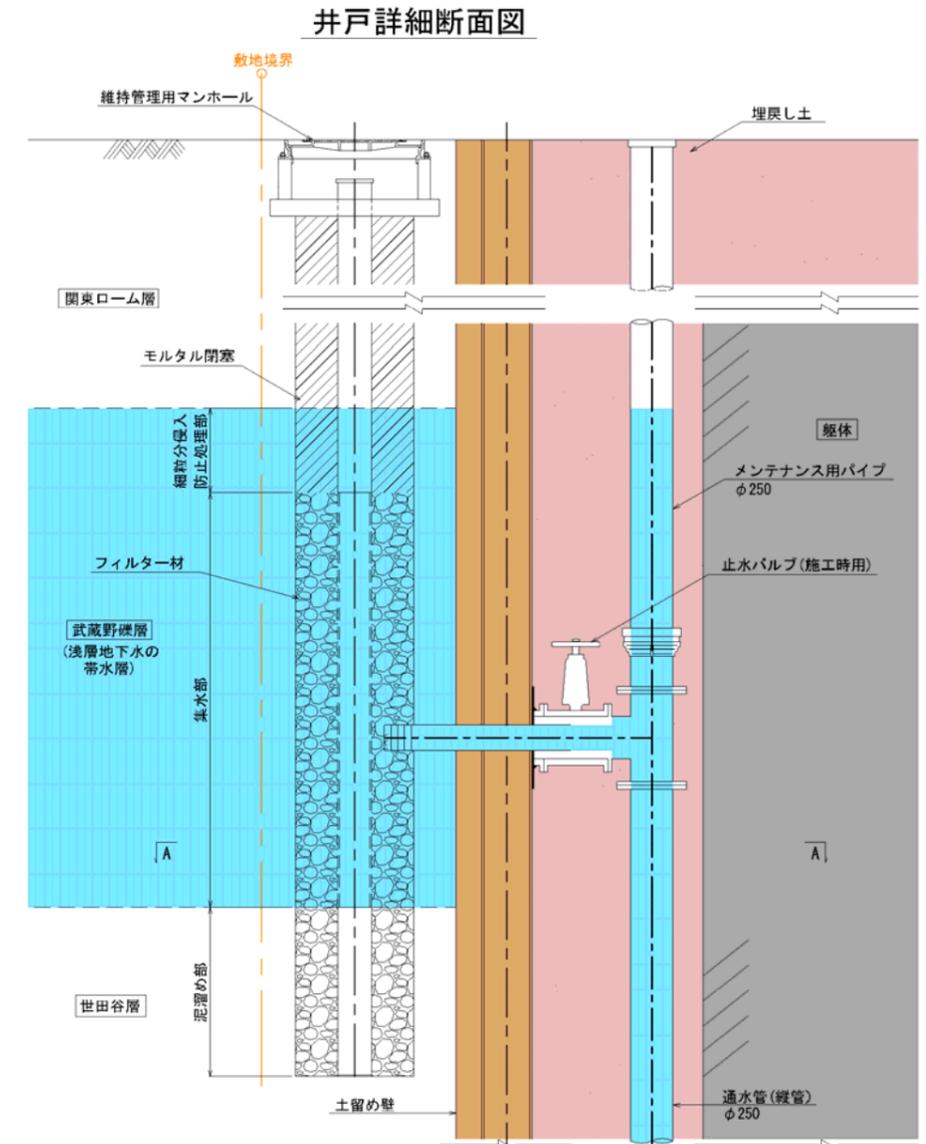
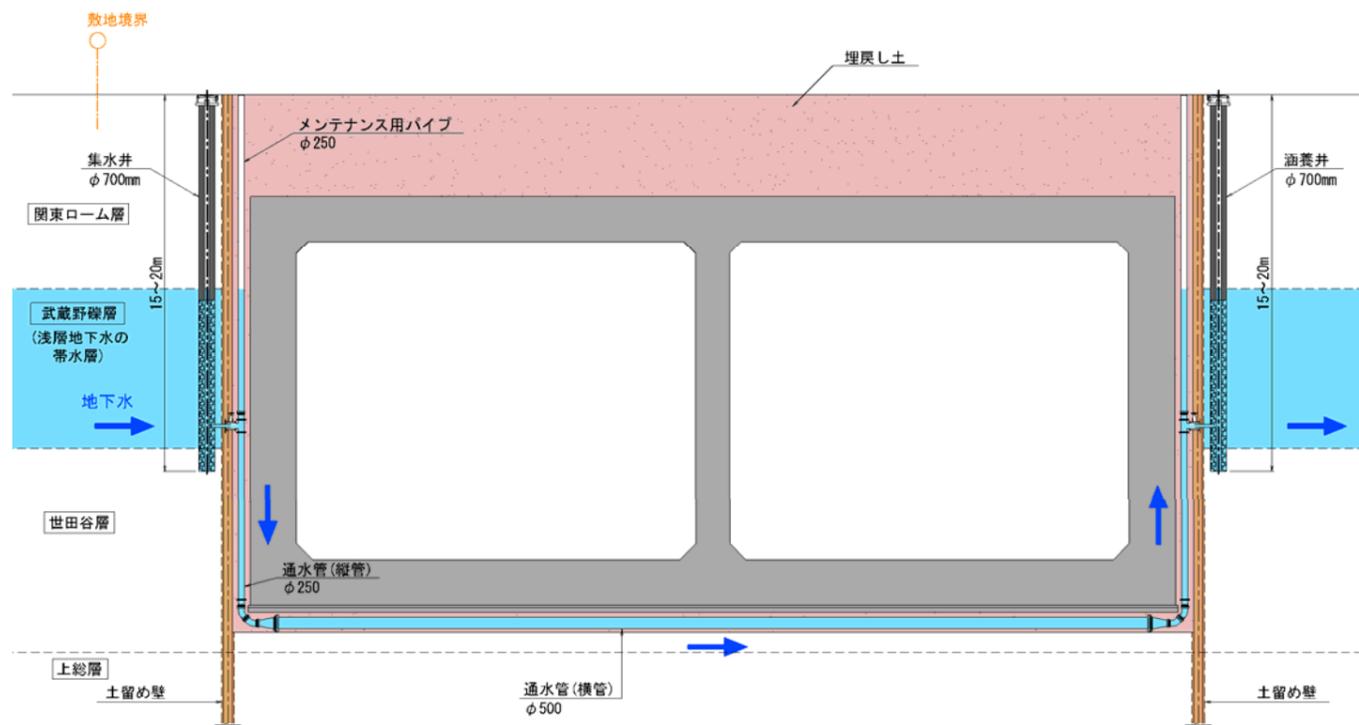


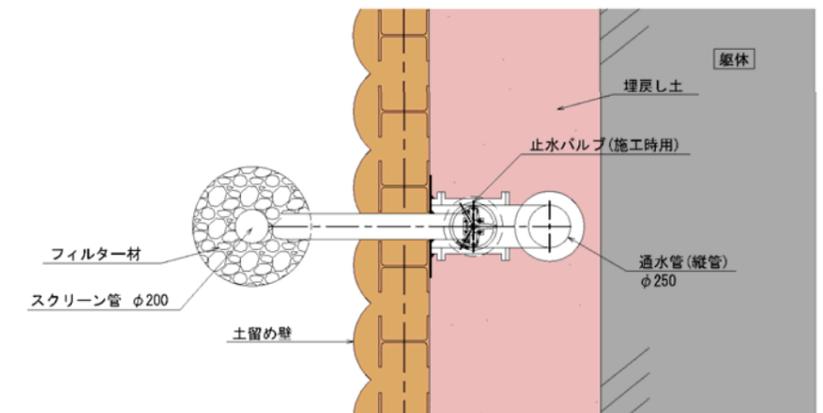
図2.1 地下水流動保全工法配置計画図(中央JCT・東八道路IC)

地下水流動保全工法タイプ1 一般構造図 (中央JCT・東八道路IC)

- 通水管は道路構造物本体の外側に設置する (通水管からの水漏れ等による躯体の損傷を回避する)。
- 井戸径及び通水管径は、通水に必要な径、メンテナンス (揚水ポンプや洗浄ノズル等)、設置スペースを考慮して決定した。
- 管内に空気泡が入らないように、通水管は自然地下水位より下方に設置する。
- メンテナンス用パイプを設置することにより、井戸と通水管を地上からメンテナンスできる構造とする。



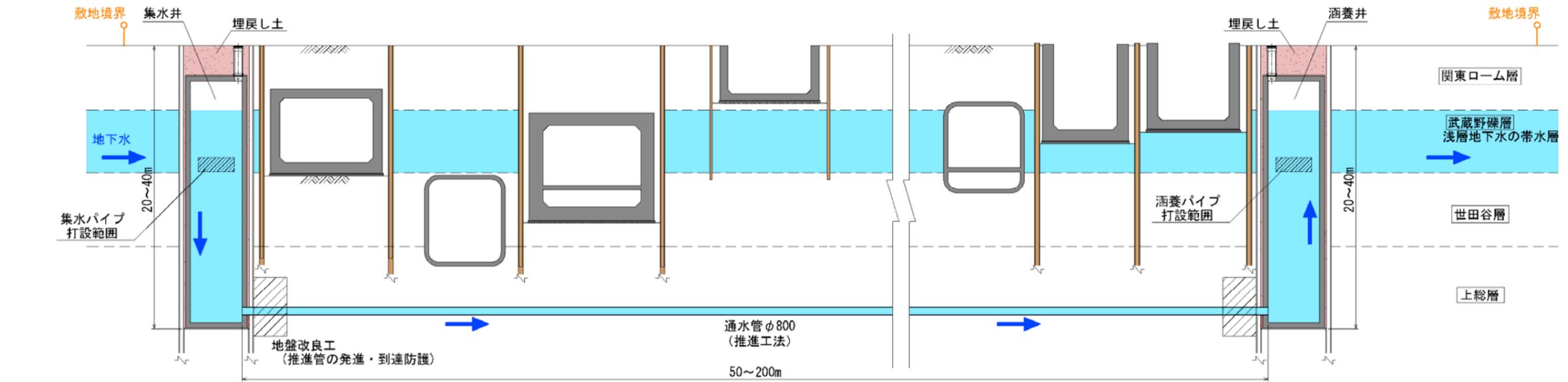
井戸詳細断面図



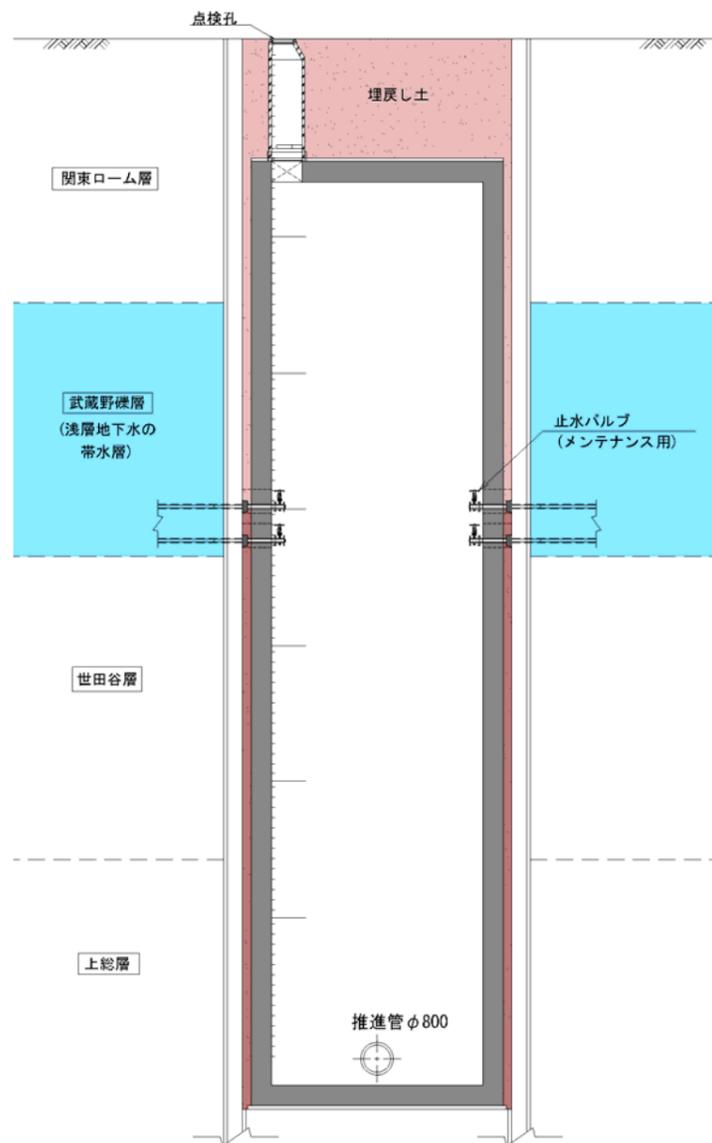
井戸詳細平面図 (A-A)

図2.2 地下水流動保全工法 タイプ1 一般構造図 (中央JCT・東八道路IC)

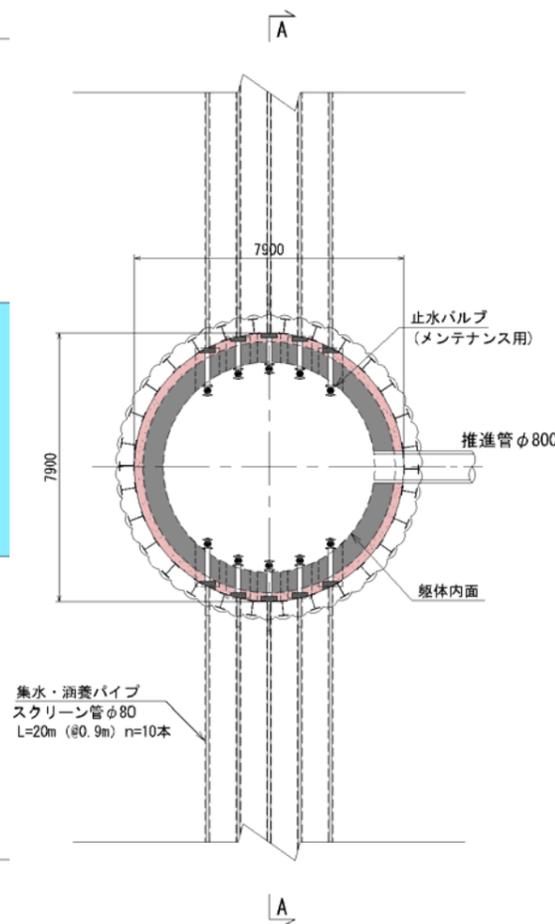
地下水流動保全工法タイプ2 一般構造図 (中央JCT・東八道路IC)



A-A断面



集水・涵養パイプ断面図



- 井戸は、通水管を設ける推進工法の発進・到達立坑から水平方向に集水・涵養パイプを設け、帯水層から集水・涵養する構造とした。
- 通水管は推進工法φ800mmとした（点検時に人の立入りが可能な大きさ）
- 集水・涵養パイプの根元には止水バルブを設け、開閉できる構造とした（施工時及びメンテナンス時に止水できるようにする）。

図2.3 地下水流動保全工法 タイプ2 一般構造図 (中央JCT・東八道路IC)

(2) 地下水流動保全工法の配置(大泉JCT・目白通りIC)

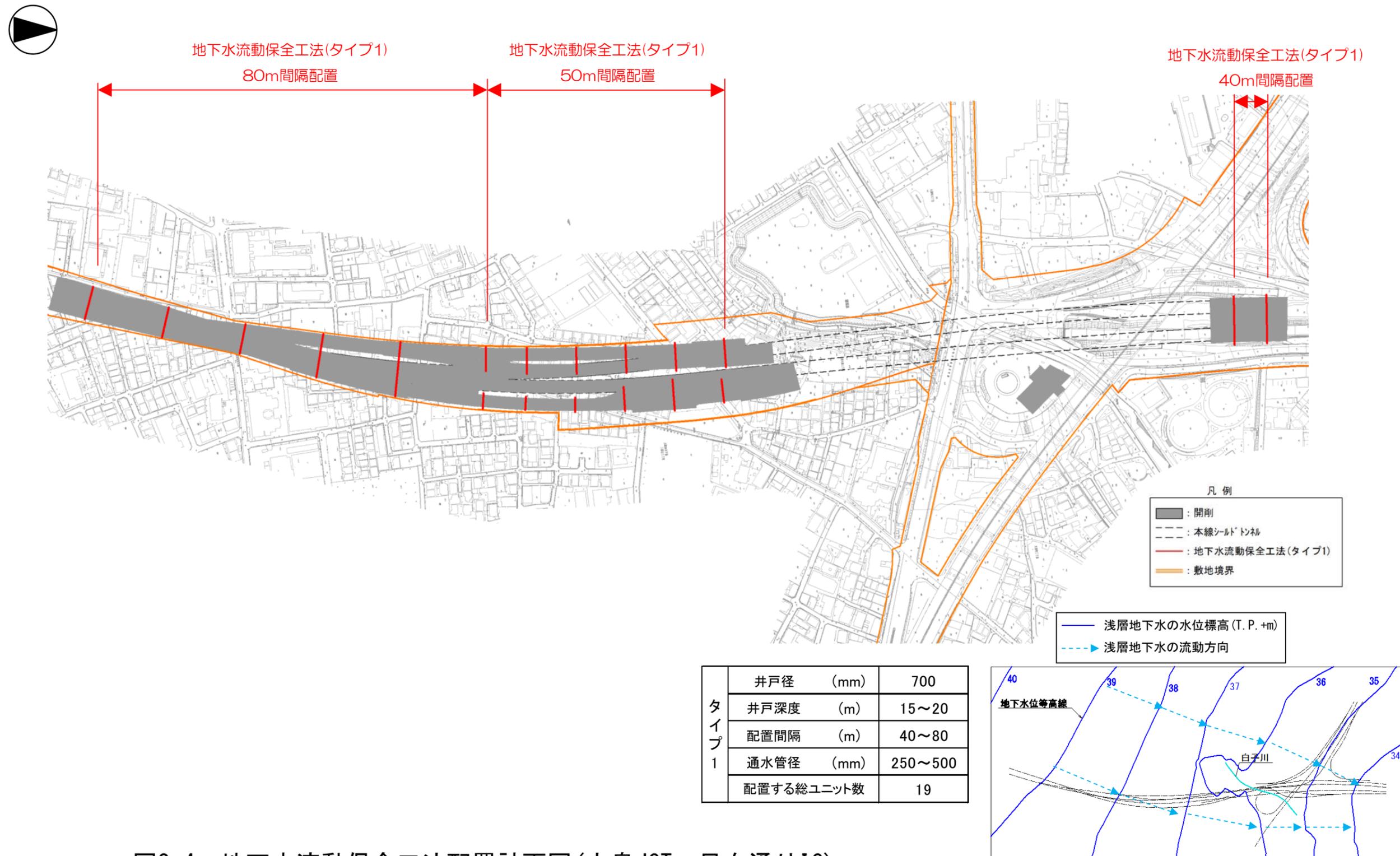
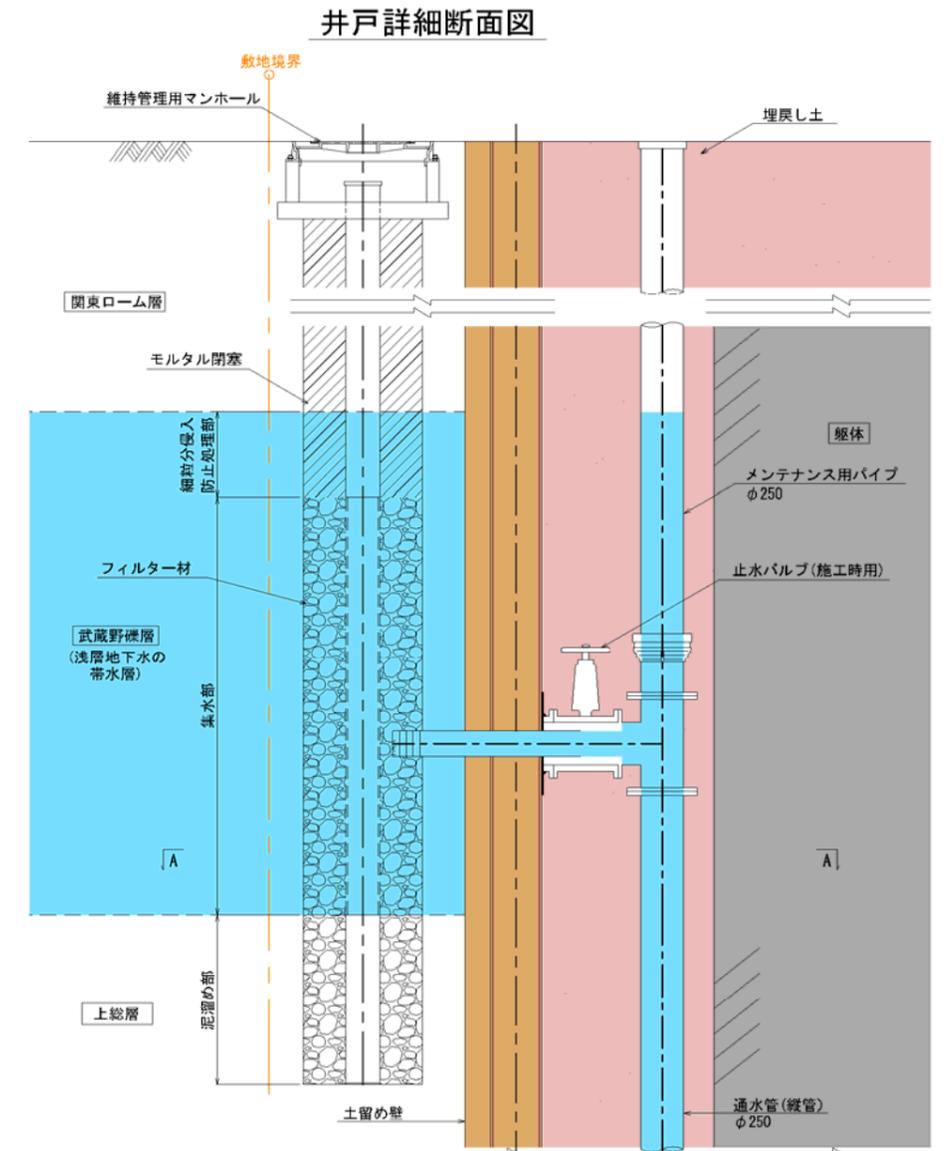
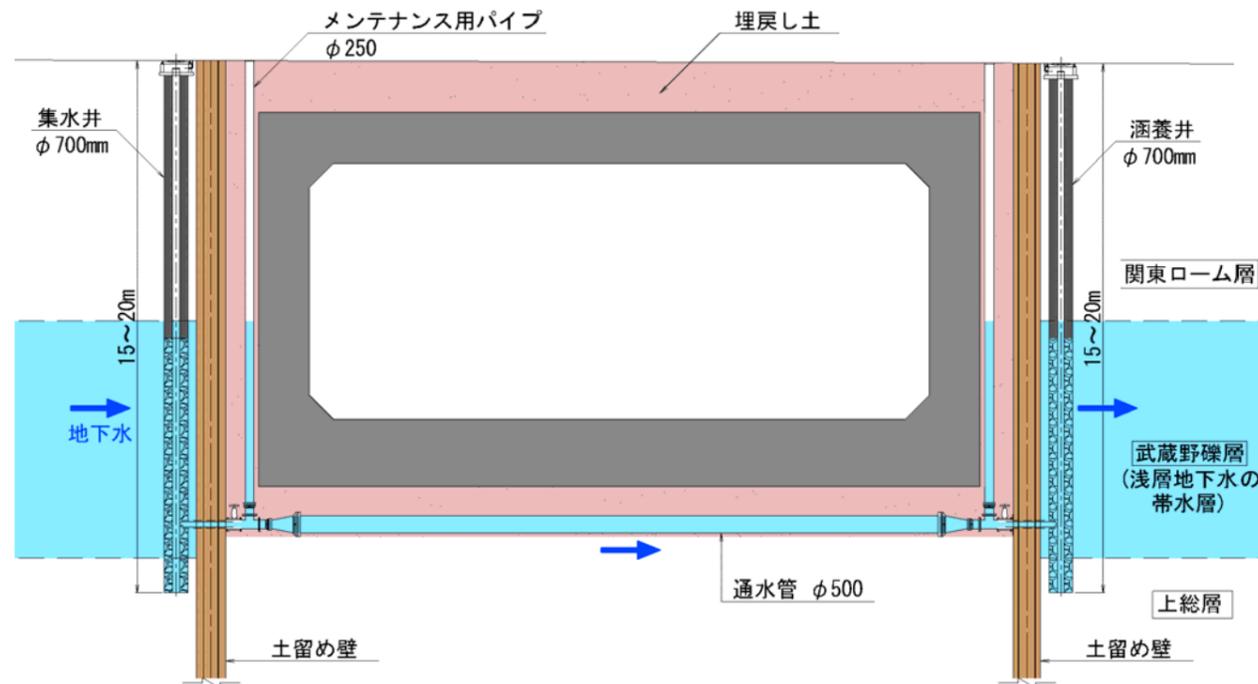


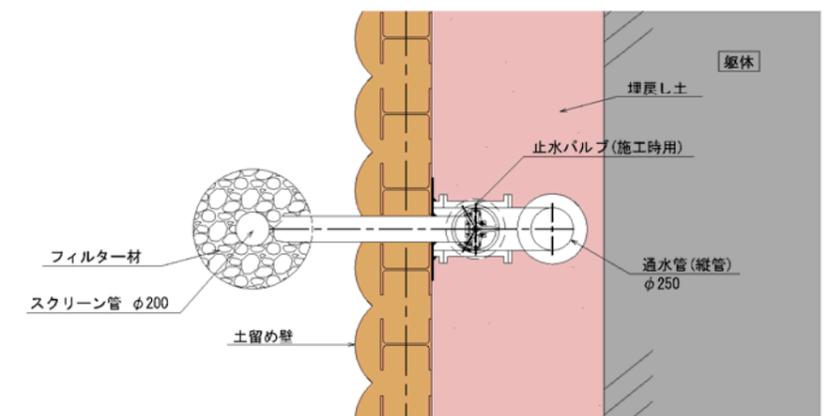
図2.4 地下水流動保全工法配置計画図(大泉JCT・目白通りIC)

地下水流動保全工法タイプ1 一般構造図 (大泉JCT・目白通りIC) : 通水管を躯体下越しで設置する場合

- 通水管は道路構造物本体の外側に設置する (通水管からの水漏れ等による躯体の損傷を回避する)。
- 井戸径及び通水管径は、通水に必要な径、メンテナンス (揚水ポンプや洗浄ノズル等)、設置スペースを考慮して決定した。
- 管内に空気泡が入らないように、通水管は自然地下水位より下方に設置する。
- メンテナンス用パイプを設置することにより、井戸と通水管を地上からメンテナンスできる構造とする。



井戸詳細断面図



井戸詳細平面図(A-A)

図2.5 地下水流動保全工法 タイプ1 一般構造図 (大泉JCT・目白通りIC) : 通水管を躯体下越しで設置する場合

地下水流動保全工法タイプ1 一般構造図 (大泉JCT・目白通りIC) : 通水管を躯体上越しで設置する場合

- 通水管は道路構造物本体の外側に設置する (通水管からの水漏れ等による躯体の損傷を回避する)。
- 井戸径及び通水管径は、通水に必要な径、メンテナンス (揚水ポンプや洗浄ノズル等)、設置スペースを考慮して決定した。
- 管内に空気泡が入らないように、通水管は自然地下水位より下方に設置する。
- メンテナンス用パイプを設置することにより、井戸と通水管を地上からメンテナンスできる構造とする。

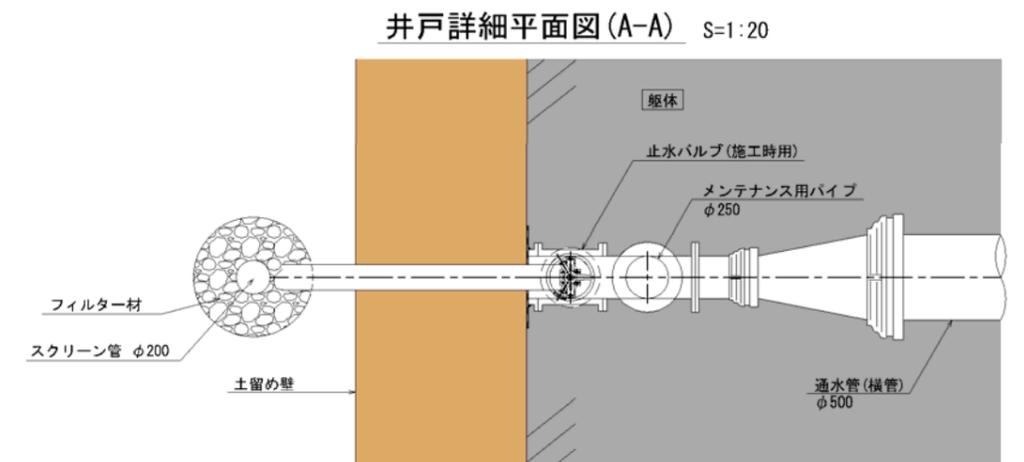
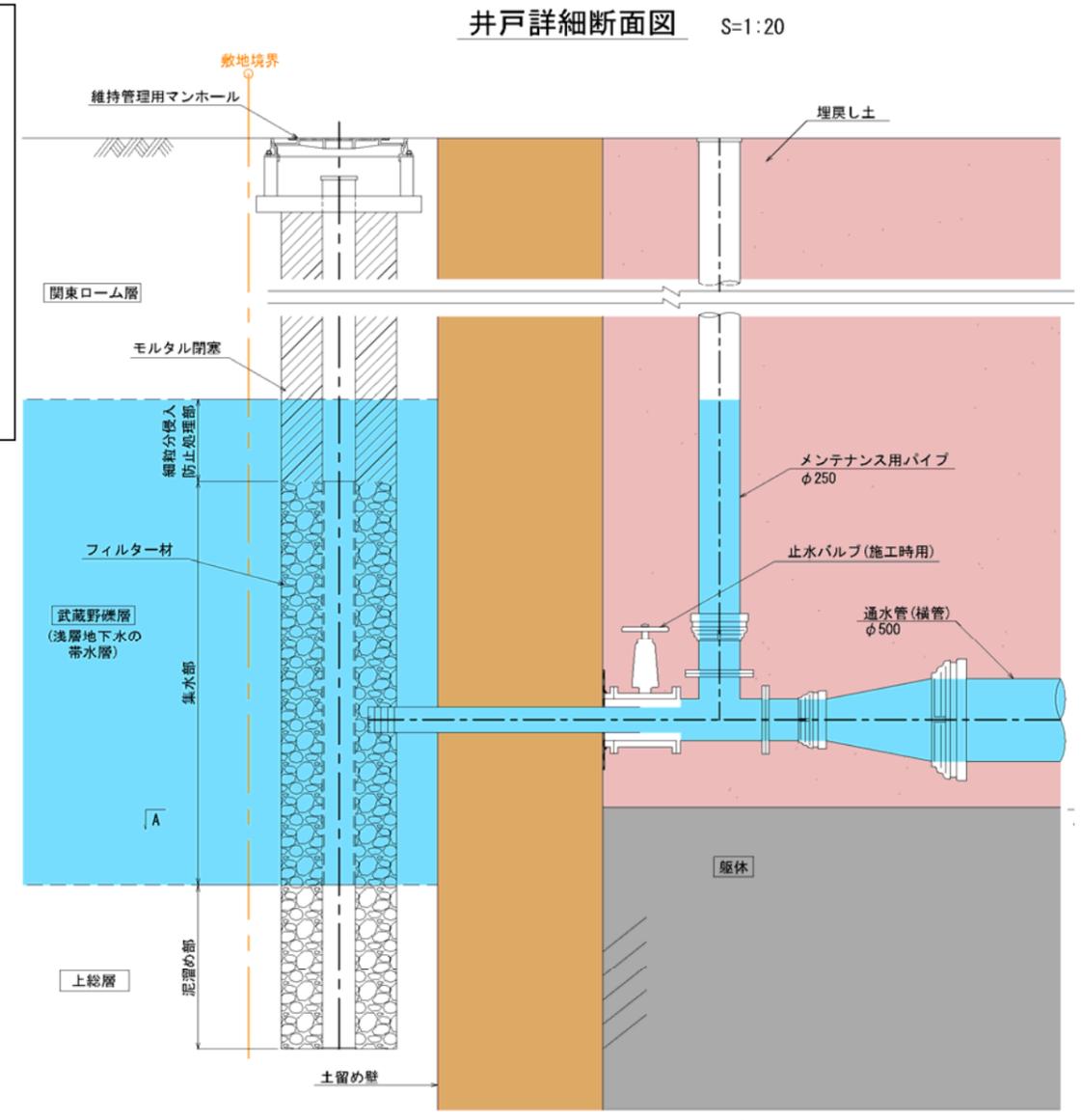
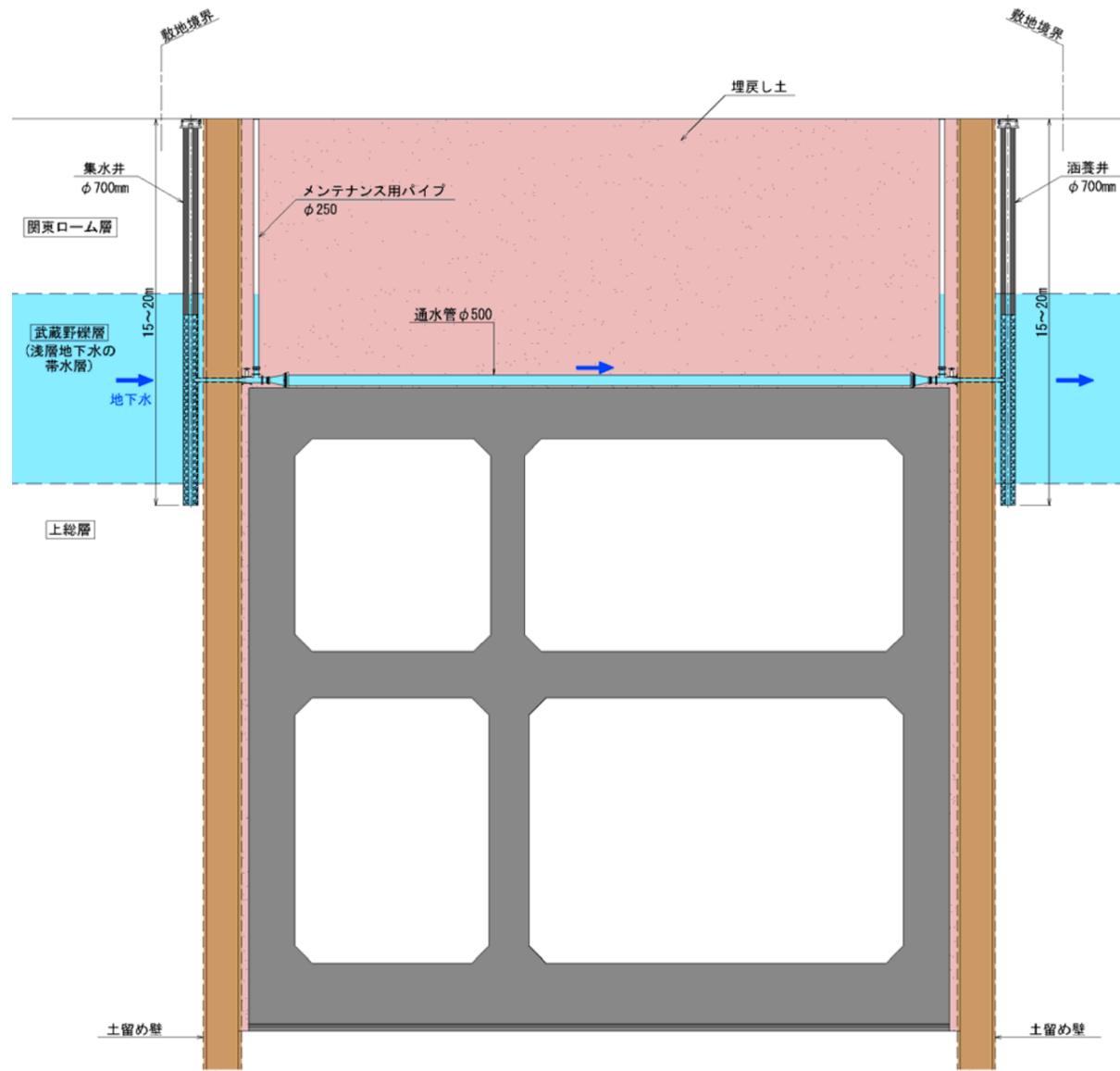
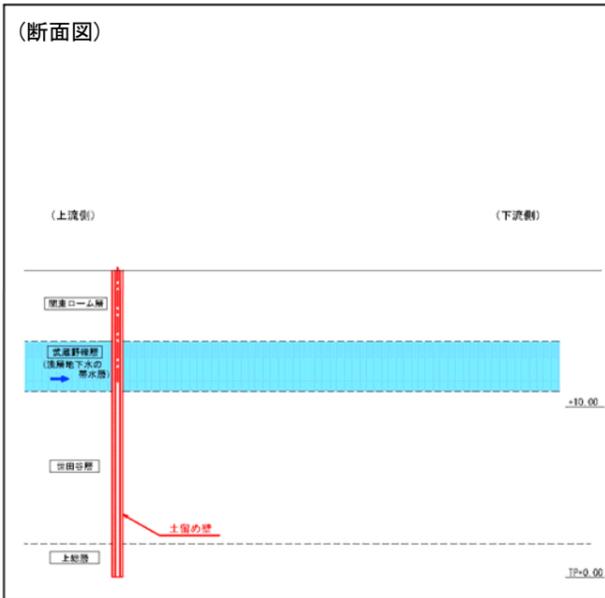


図2.6 地下水流動保全工法 タイプ1 一般構造図 (大泉JCT・目白通りIC) : 通水管を躯体上越しで設置する場合

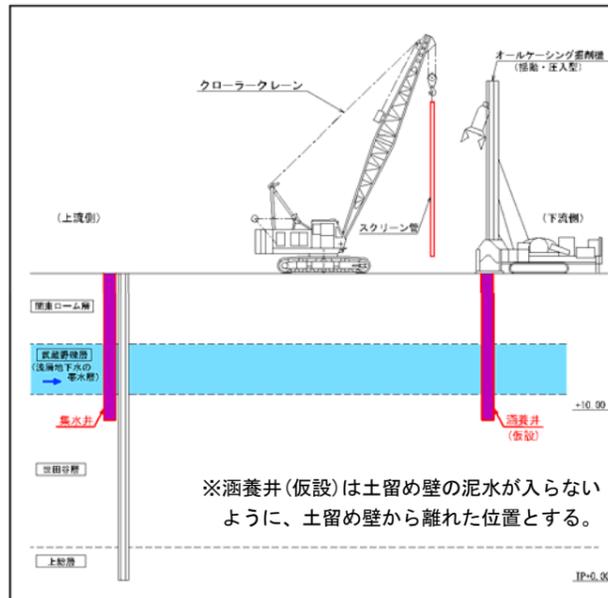
(3) 地下水流動保全工法の基本的な施工手順(タイプ1)

- 地下水流動保全工法(タイプ1)は、道路構造物と一体的に施工する。
- 土留め壁の泥水による井戸の目詰まりを防ぐため、本設の井戸は土留め壁設置後に施工する。
- 土留め壁を片側施工する場合で且つ施工延長が大きい場合、通水管が完成するまでの間は地下水流動が阻害される。このような場合、仮設井戸、仮通水管及び揚水ポンプを用いて施工中の地下水流動を保全する。

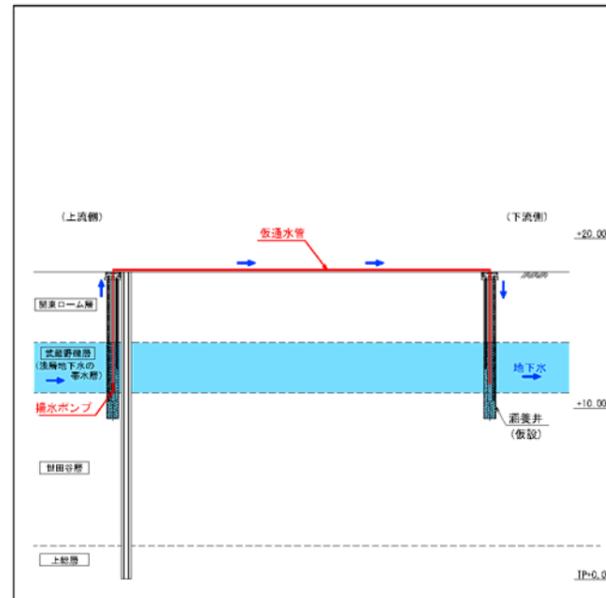
STEP-1: 土留め壁施工



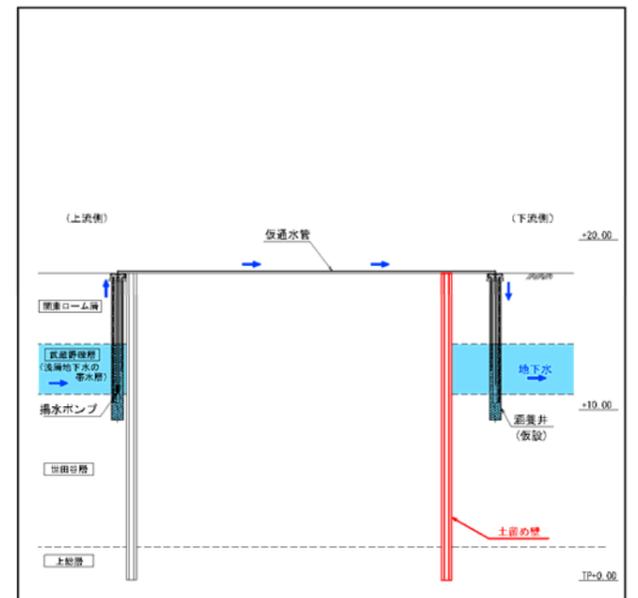
STEP-2: 井戸施工



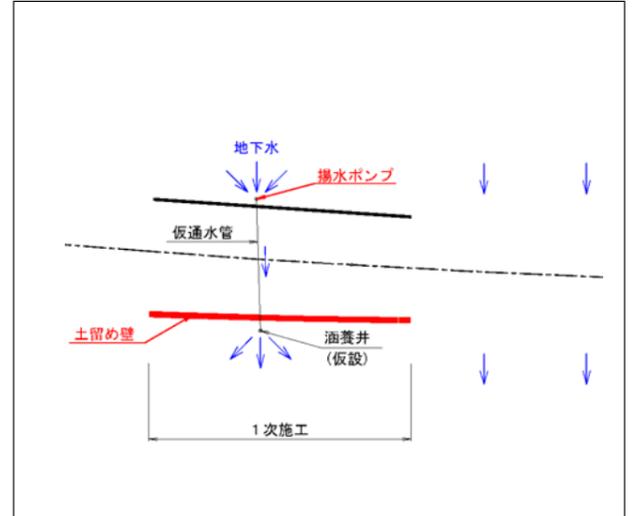
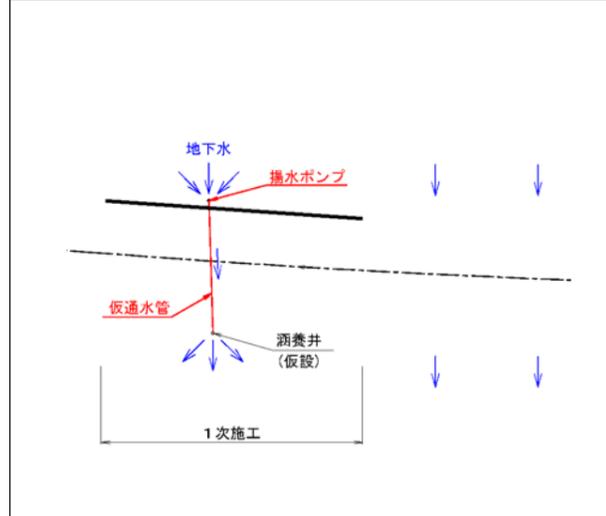
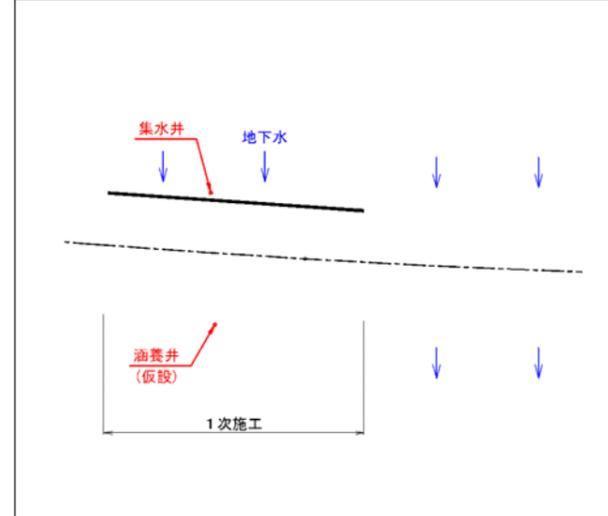
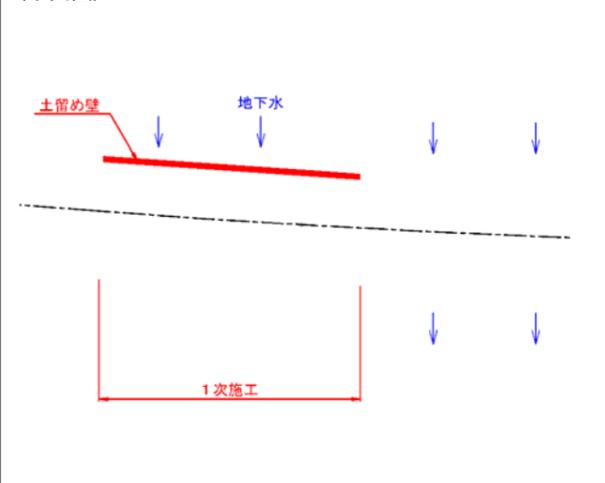
STEP-3: 仮通水



STEP-4: 土留め壁施工 (Step1と反対側の土留め壁)

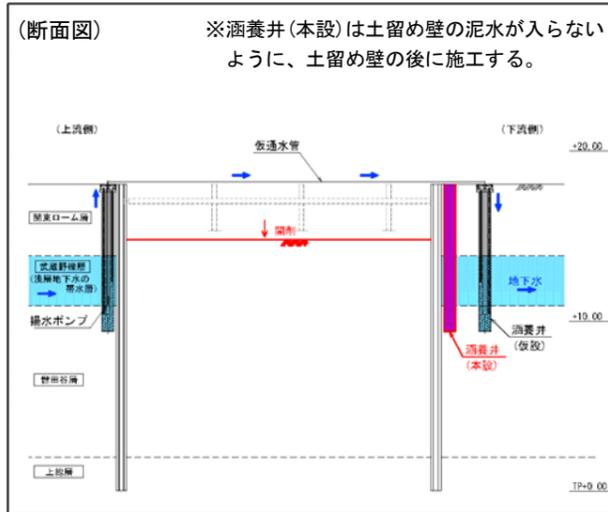


(平面図)

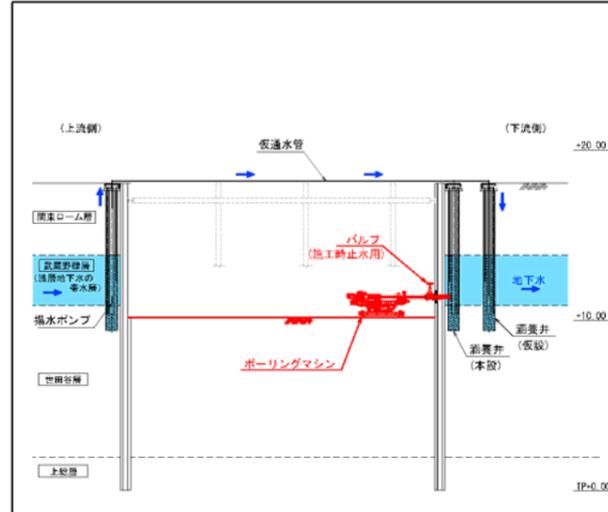


(3) 地下水流動保全工法の基本的な施工手順(タイプ1)

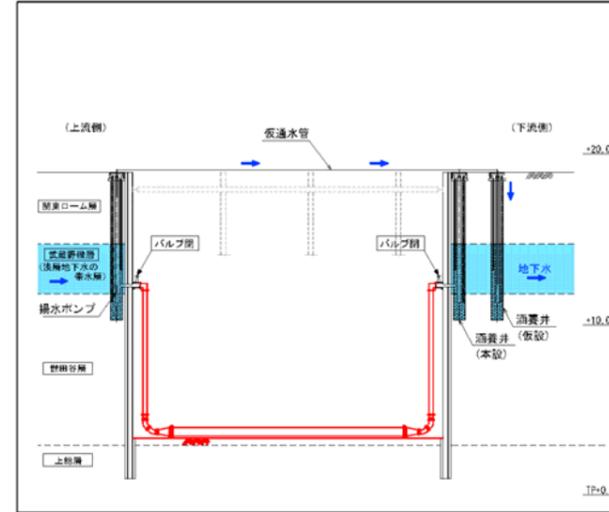
STEP-5: 涵養井(本設)施工、開削



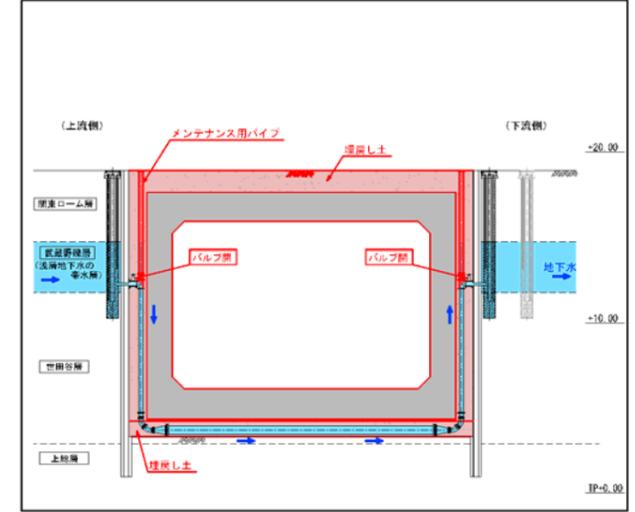
STEP-6: 開削、水平ボーリング



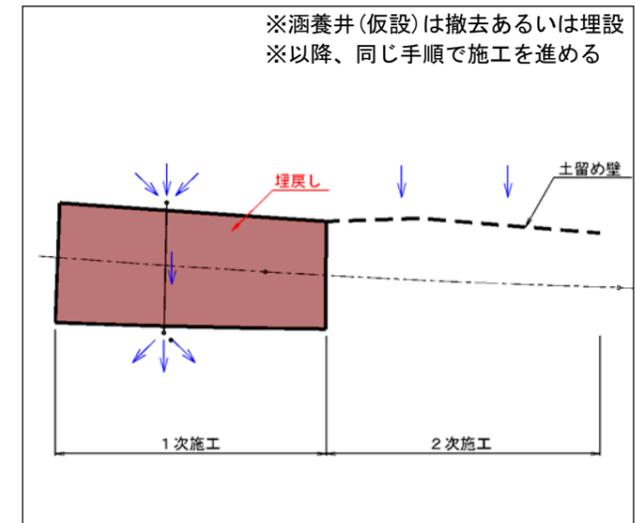
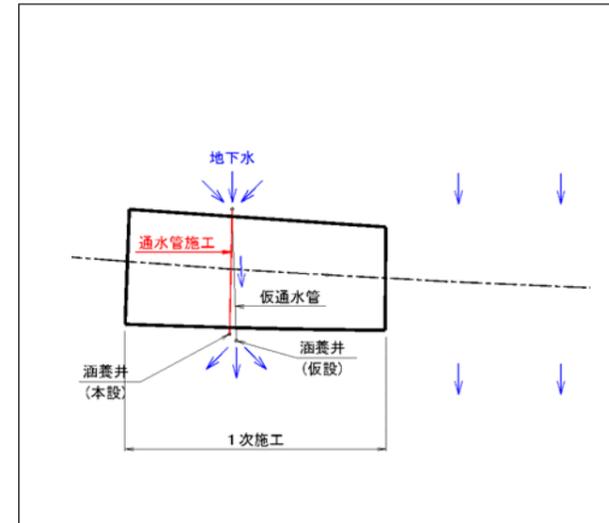
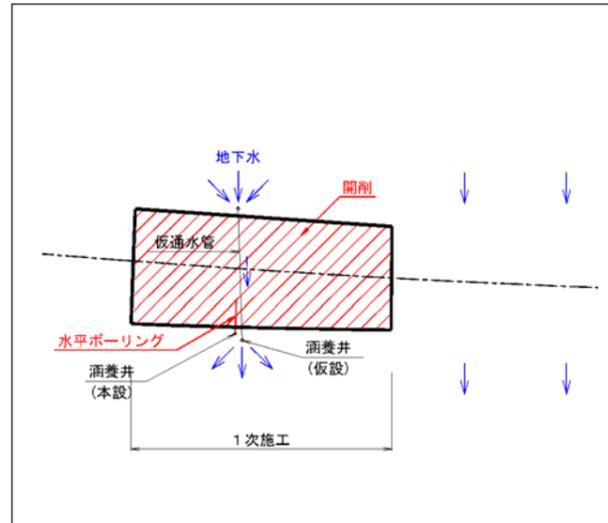
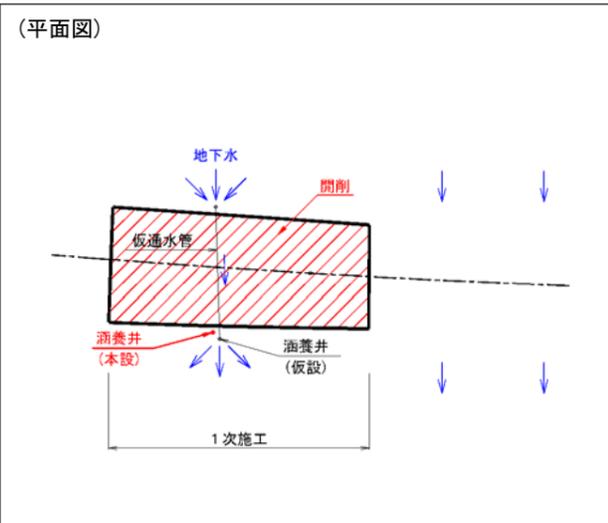
STEP-7 開削終了、通水管施工



STEP-8: 通水開始、道路構造物施工、埋戻し



(平面図)

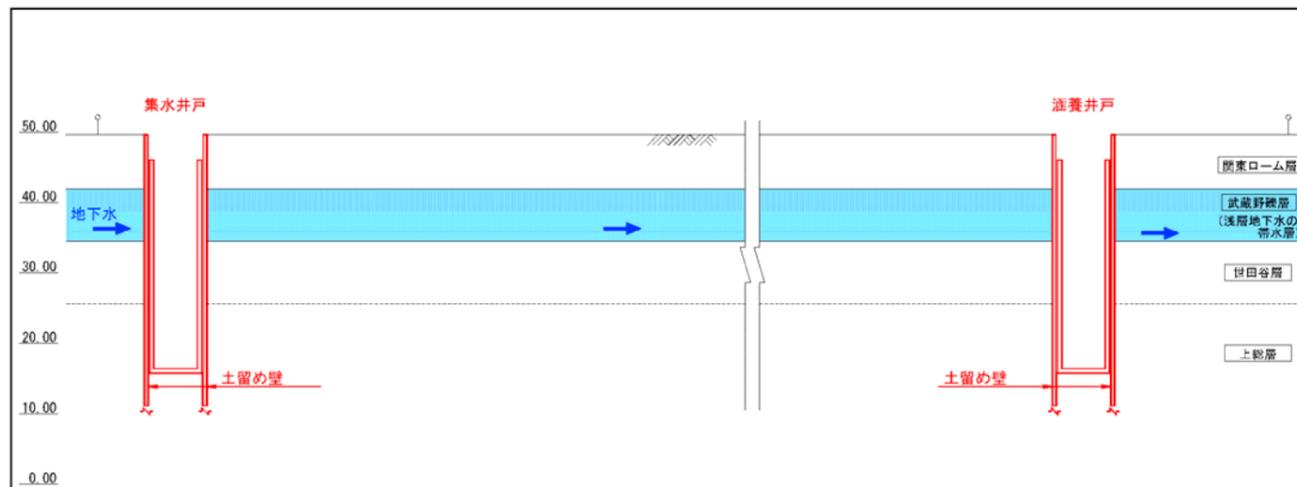


(3) 地下水流動保全工法の基本的な施工手順(タイプ2)

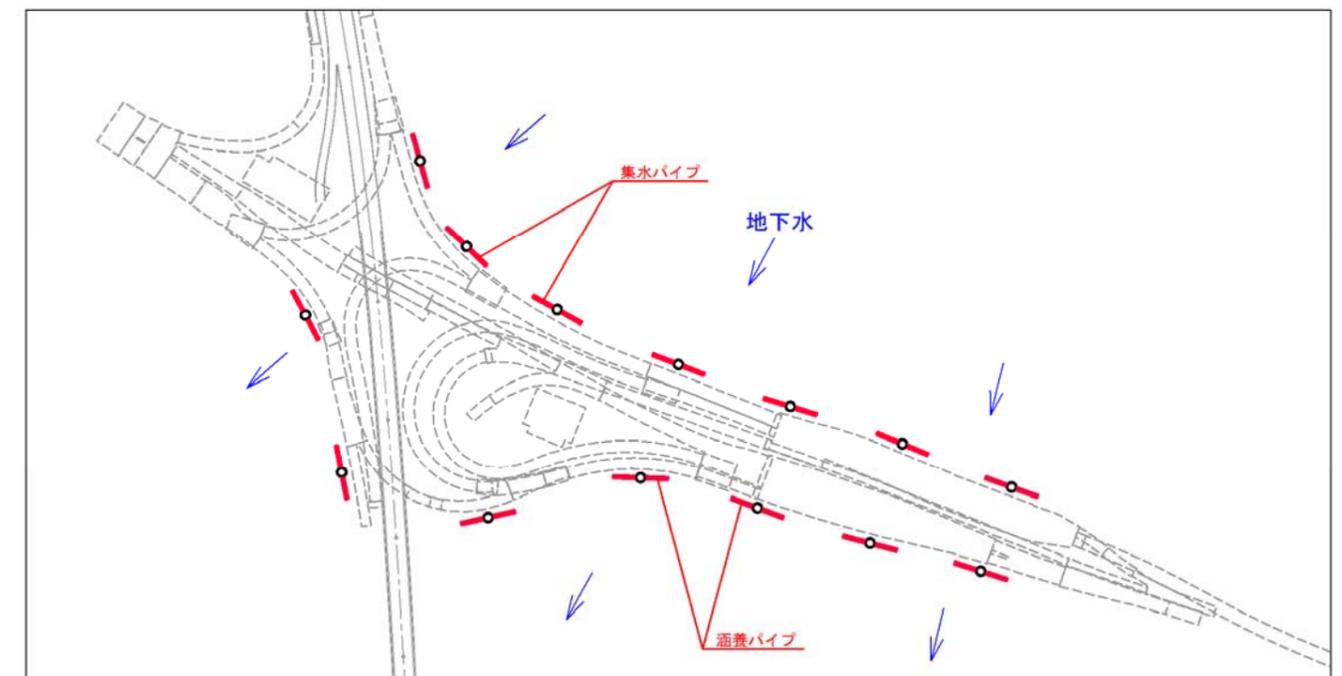
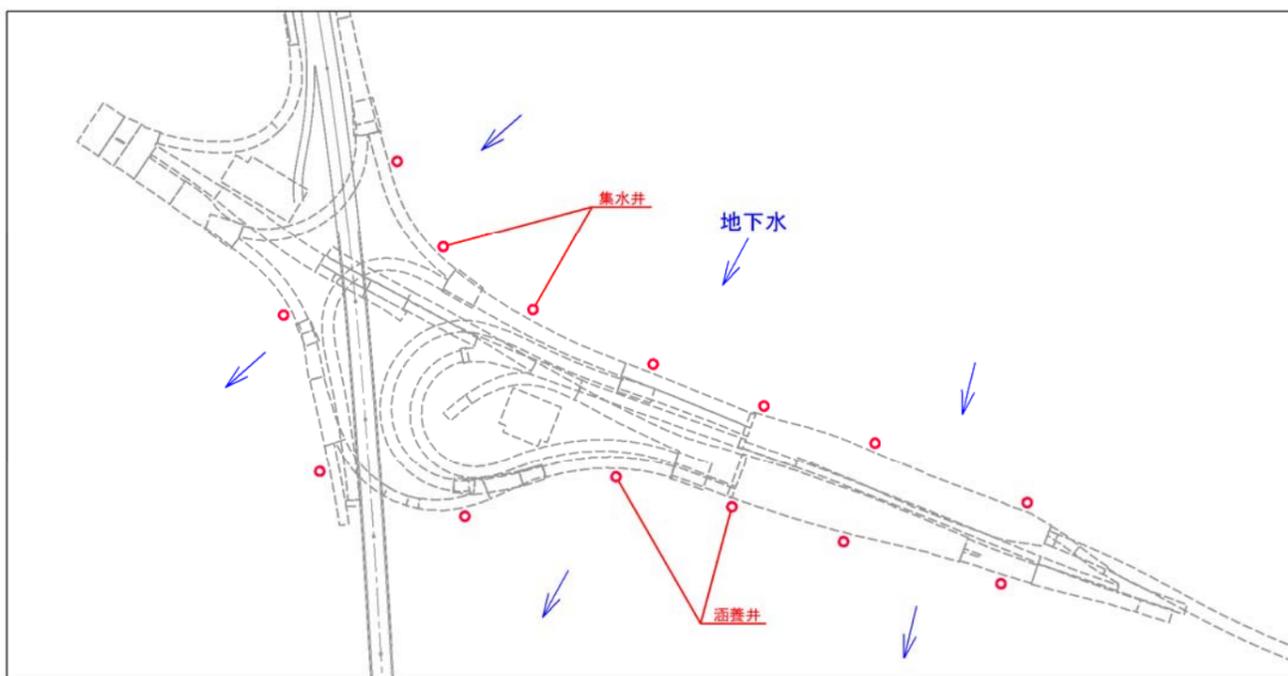
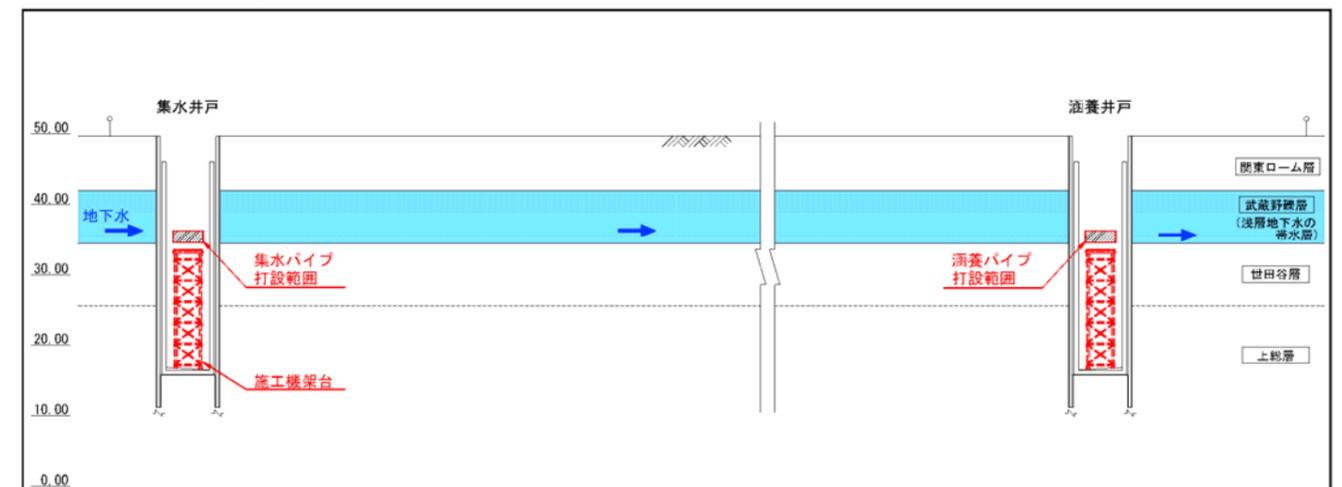
＜①地下水流動保全工法を道路構造物よりも先に施工する場合＞

○地下水流動保全工法(タイプ2)を施工して通水を開始した後に、道路構造物を施工する。

STEP-1: 井戸施工



STEP-2: 集水・涵養パイプ施工

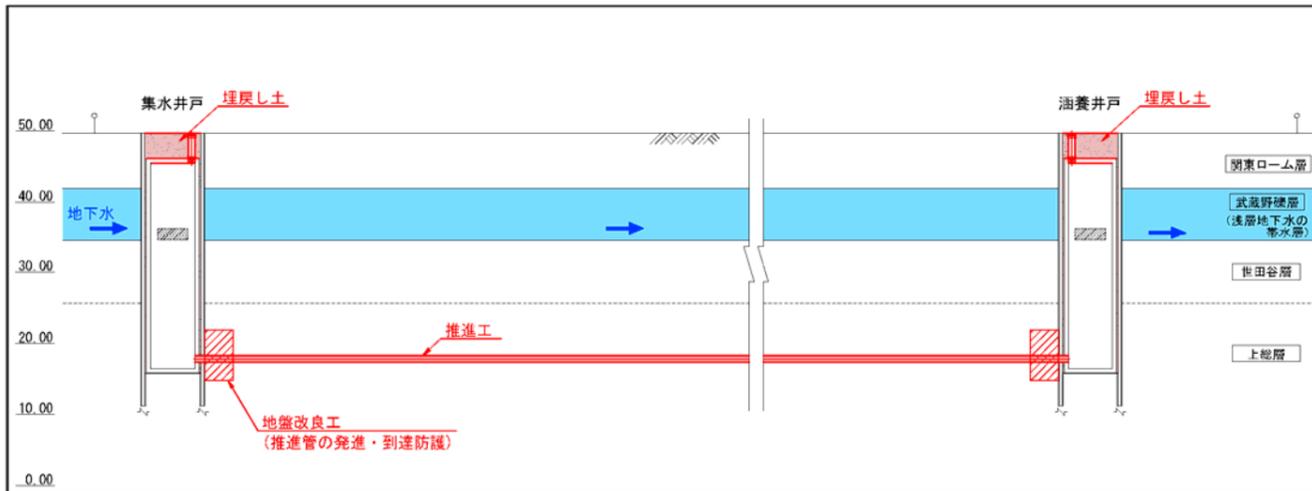


※井戸自体は幅が小さいため、地下水流動は阻害しない。

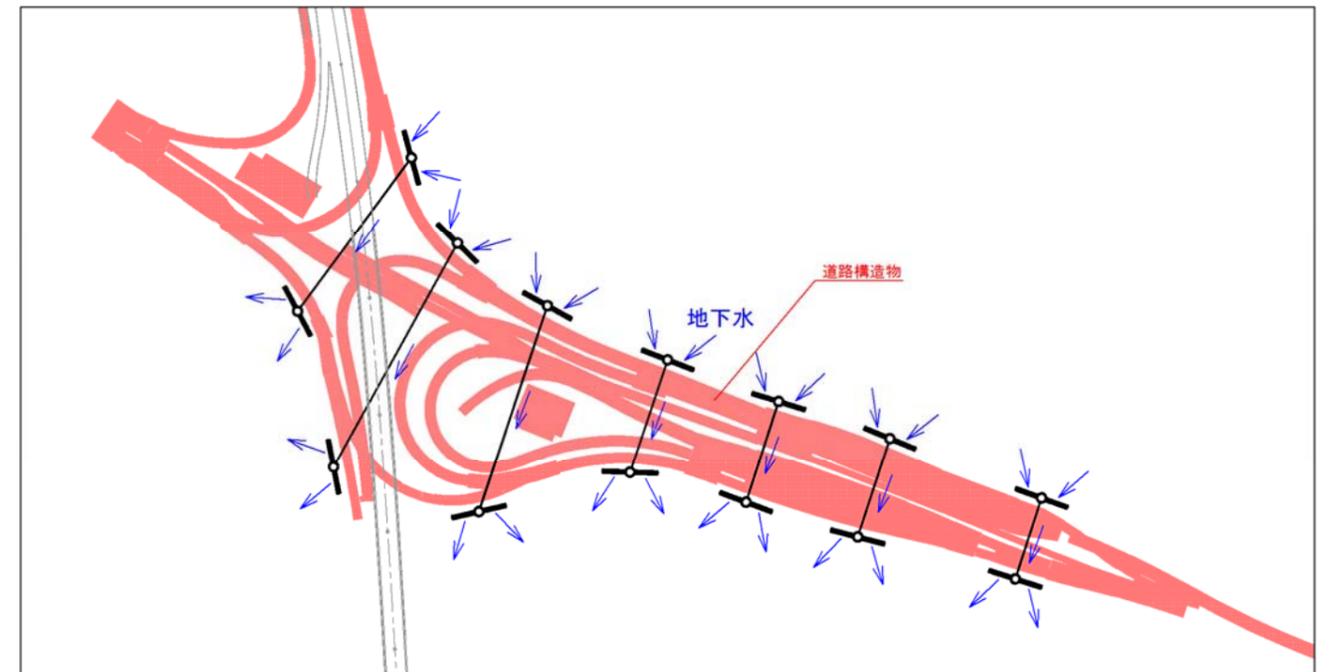
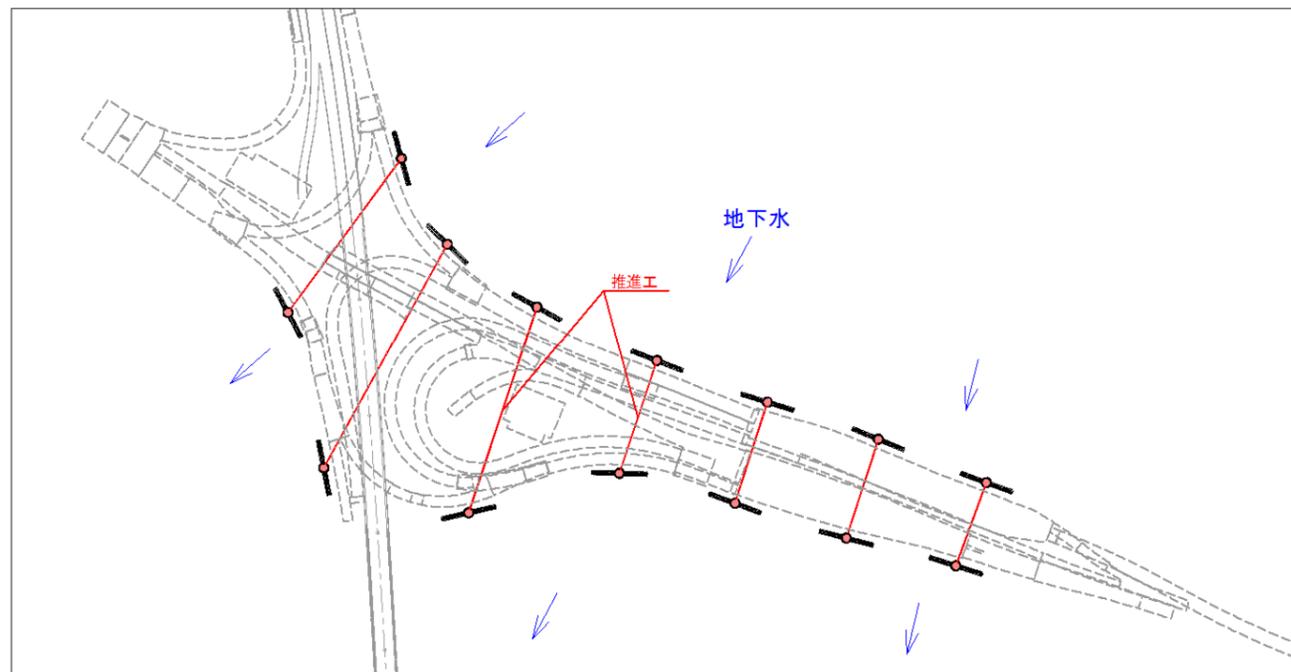
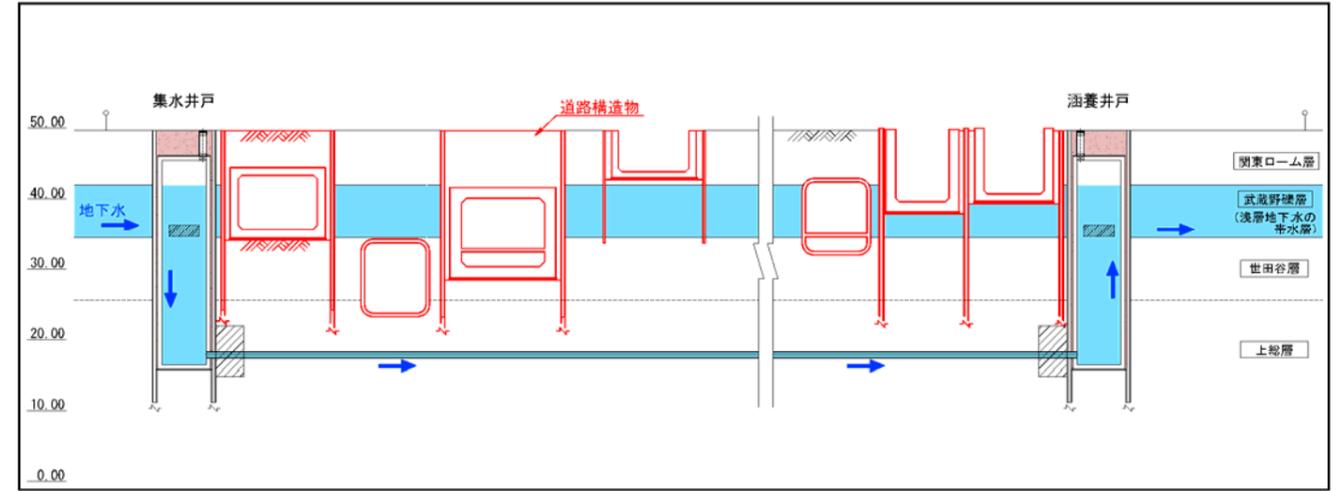
(3) 地下水流動保全工法の基本的な施工手順(タイプ2)

<①地下水流動保全工法を道路構造物よりも先に施工する場合>

STEP-3: 推進工、埋戻し



STEP-4: 通水開始、道路構造物施工

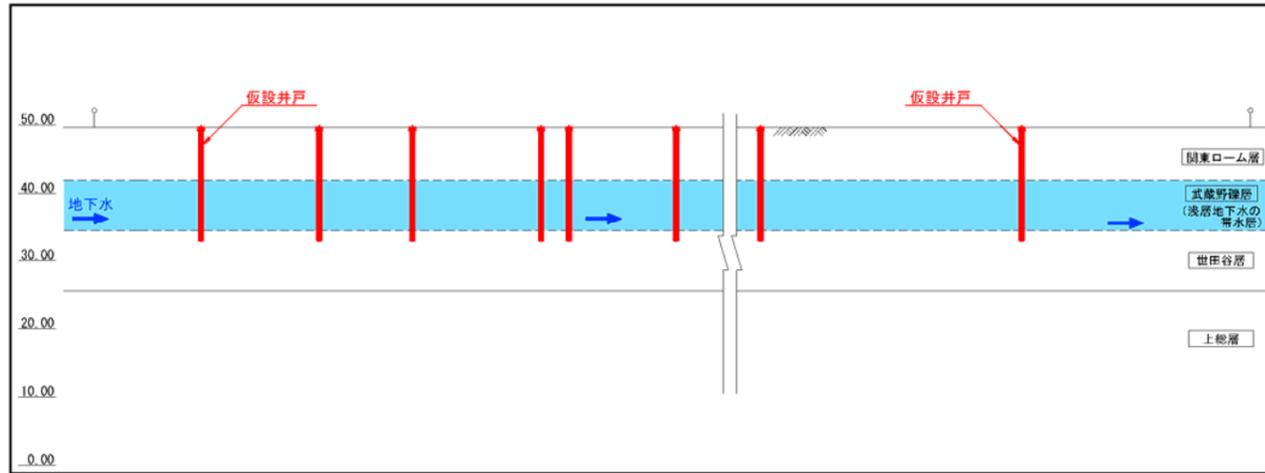


(3) 地下水流動保全工法の基本的な施工手順(タイプ2)

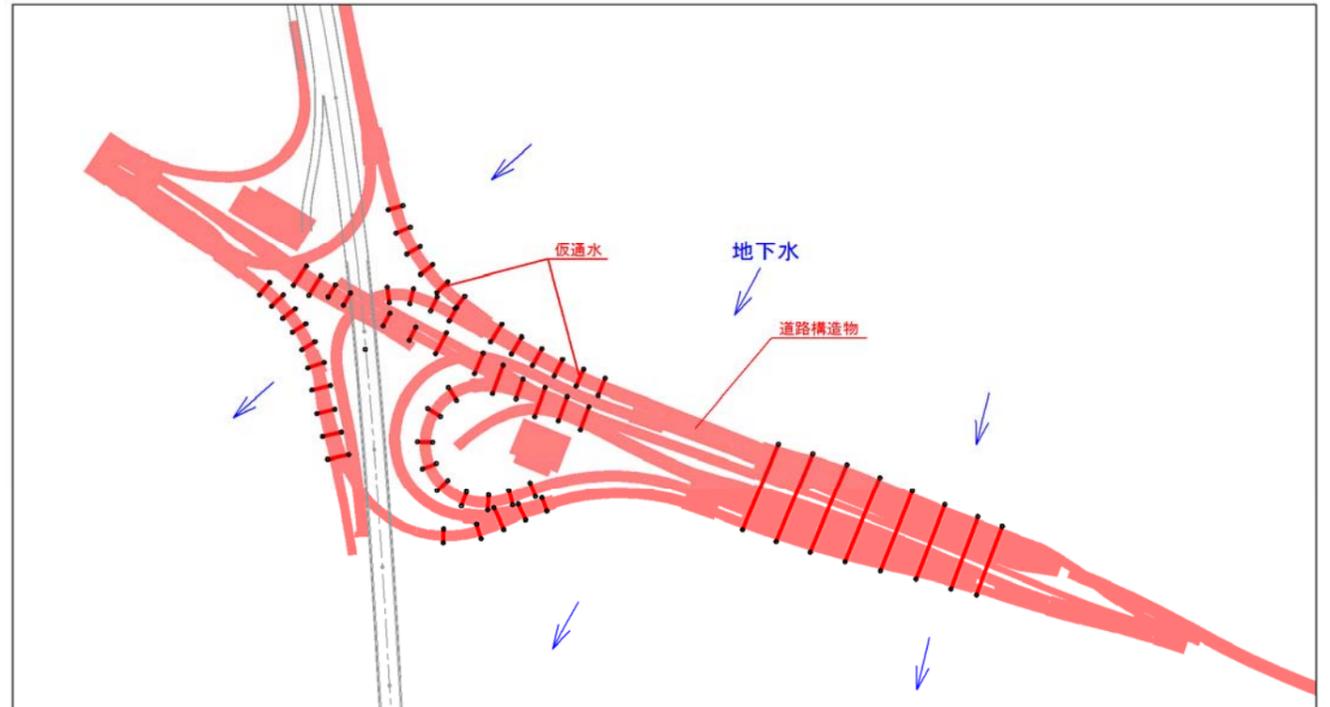
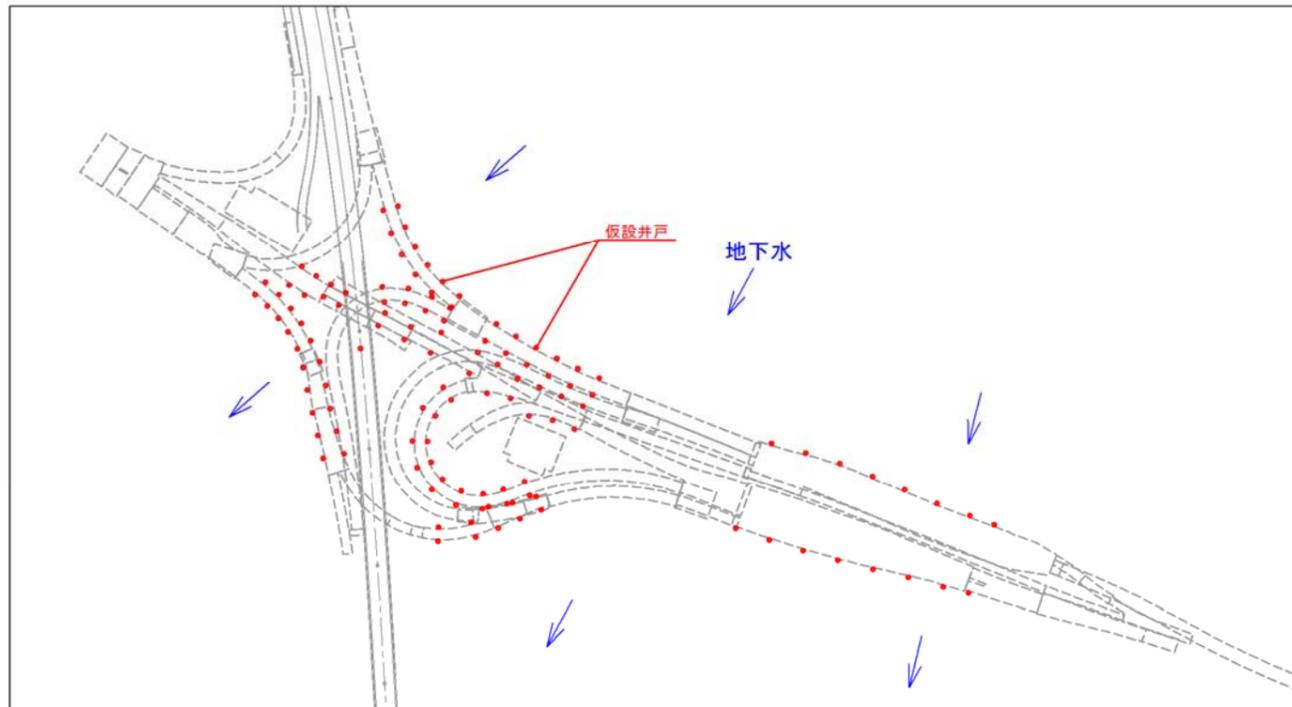
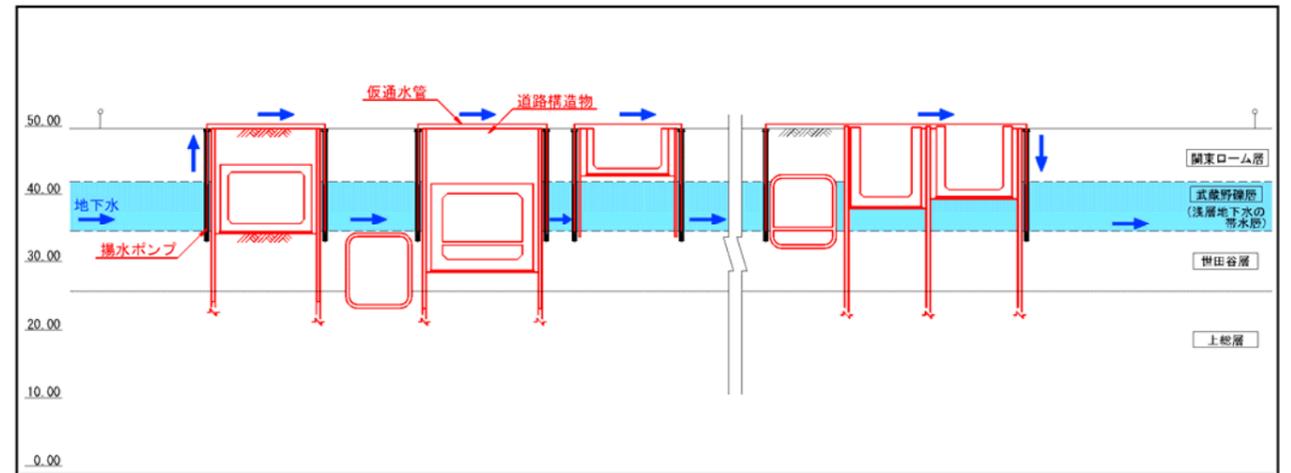
<②地下水流動保全工法を道路構造物よりも後に施工する場合>

○地下水流動保全工法(タイプ2)を道路構造物よりも後に施工する場合、仮設井戸、仮通水管及び揚水ポンプを用いて施工中の地下水流動を保全する。

STEP-1: 仮設井戸施工



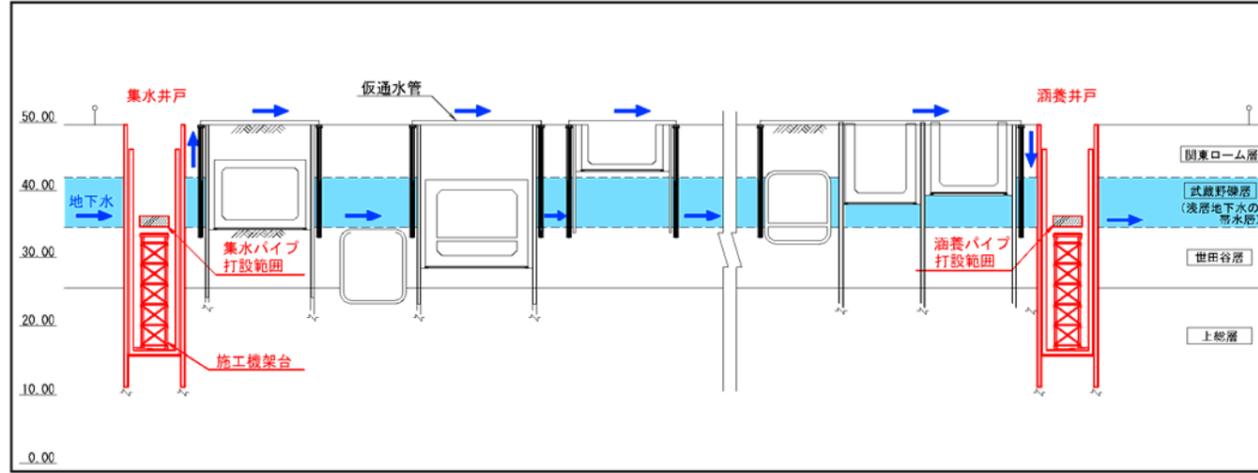
STEP-2: 仮通水、道路構造物施工



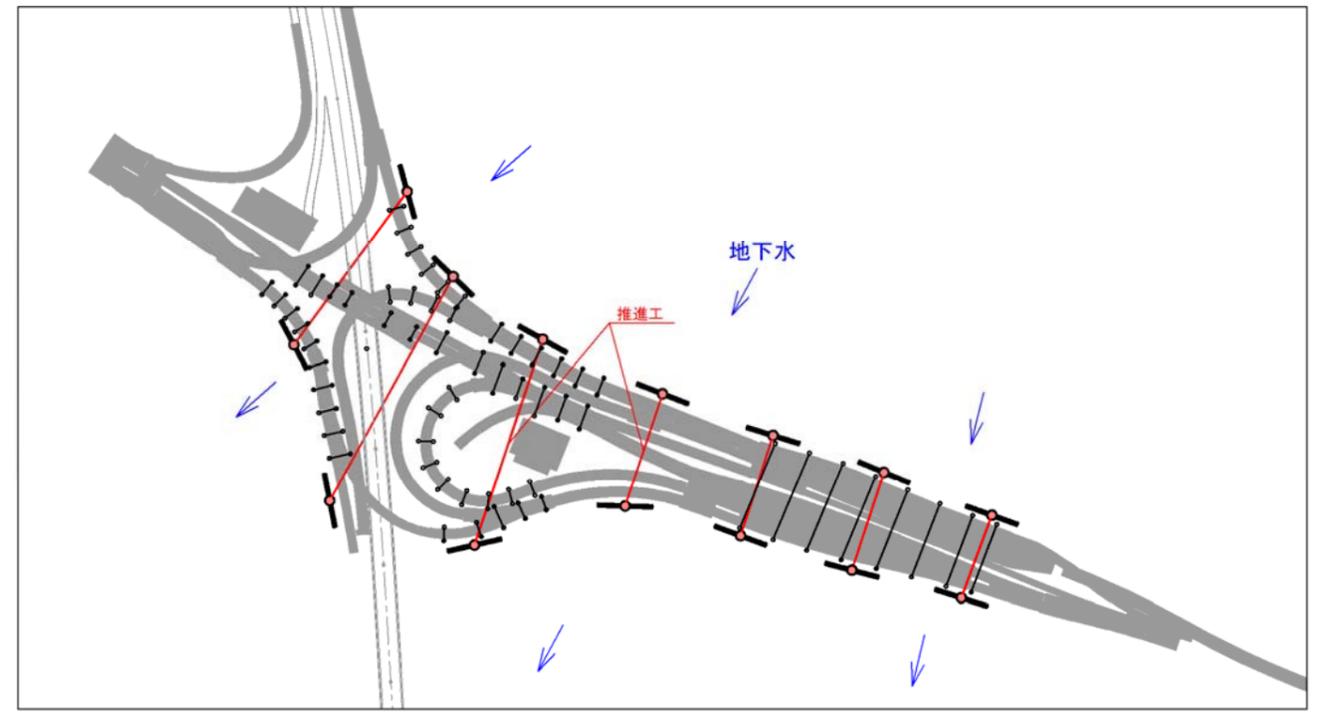
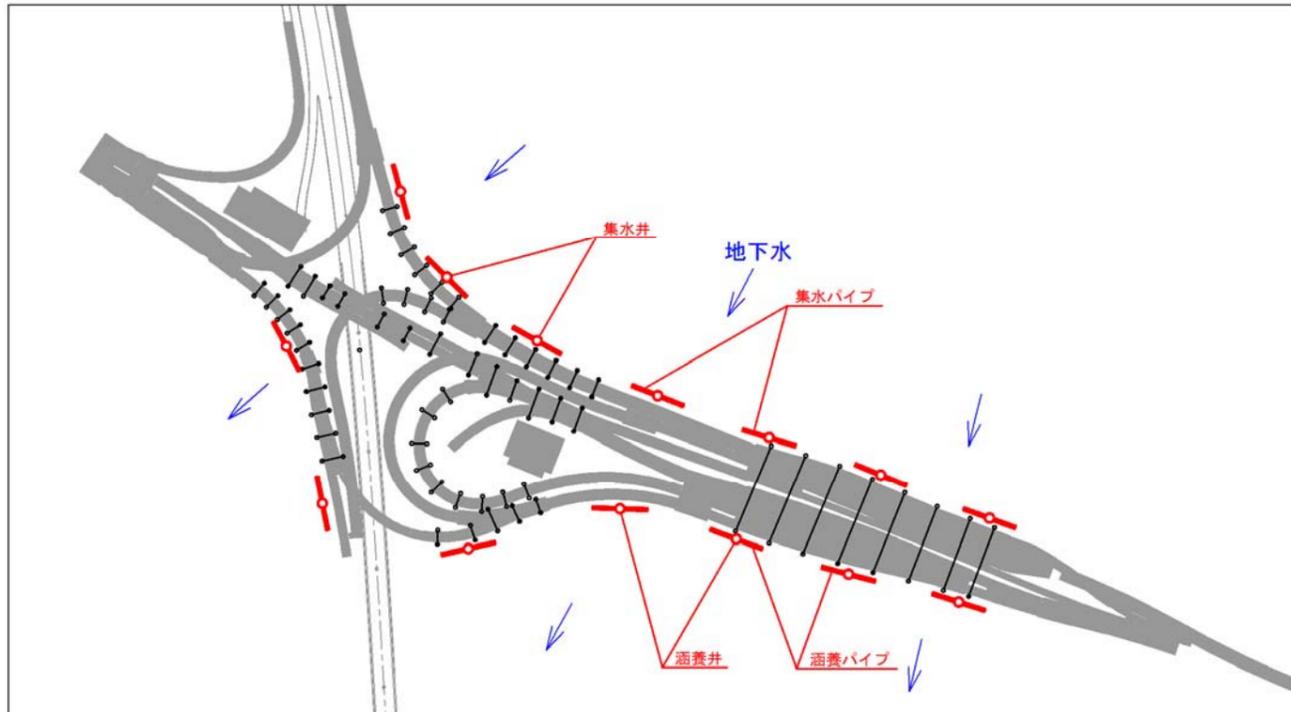
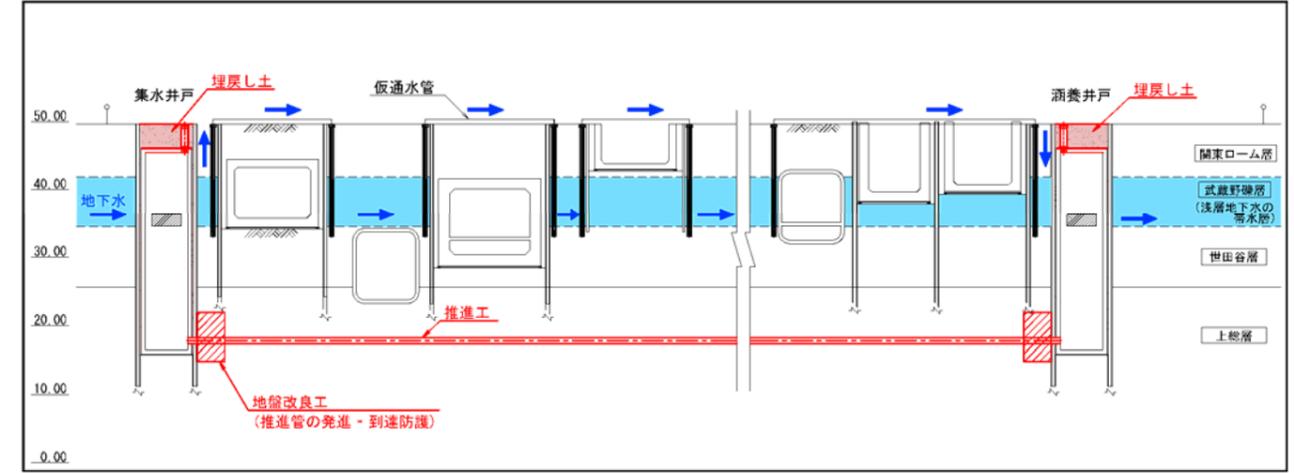
(3) 地下水流動保全工法の基本的な施工手順(タイプ2)

<②地下水流動保全工法を道路構造物よりも後に施工する場合>

STEP-3: 井戸施工、集水・涵養パイプ施工

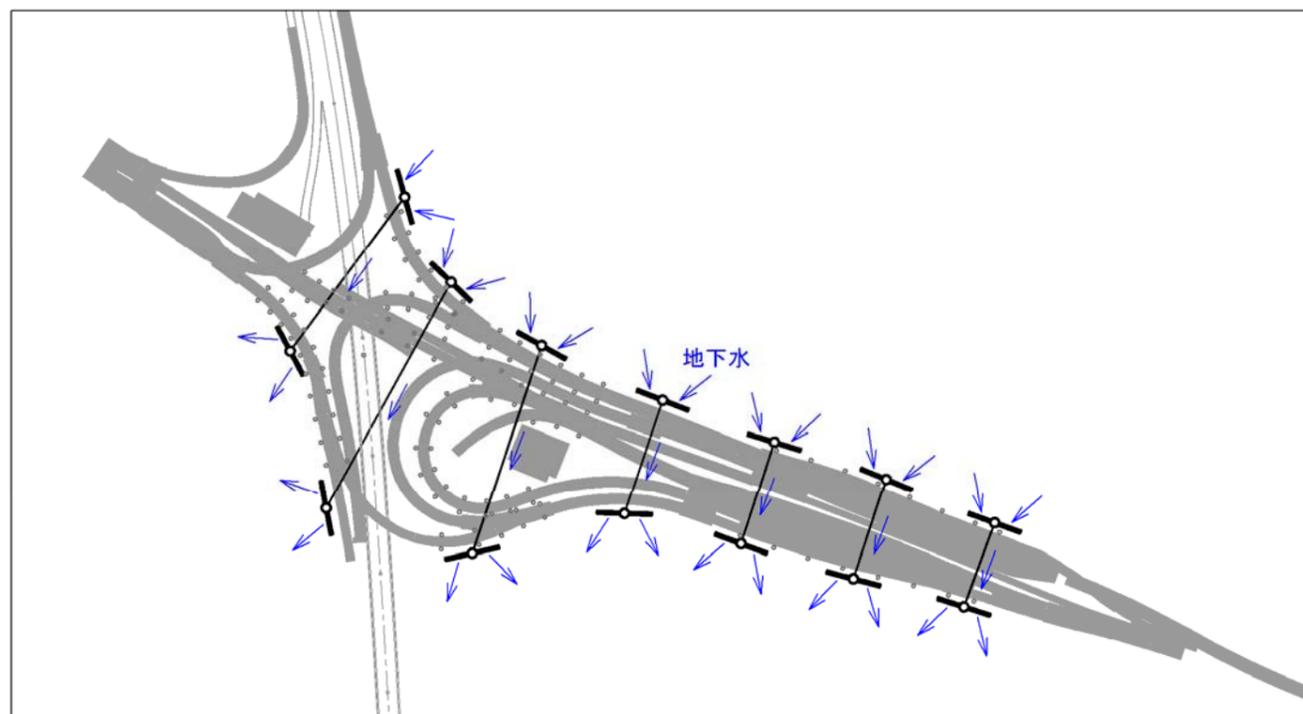
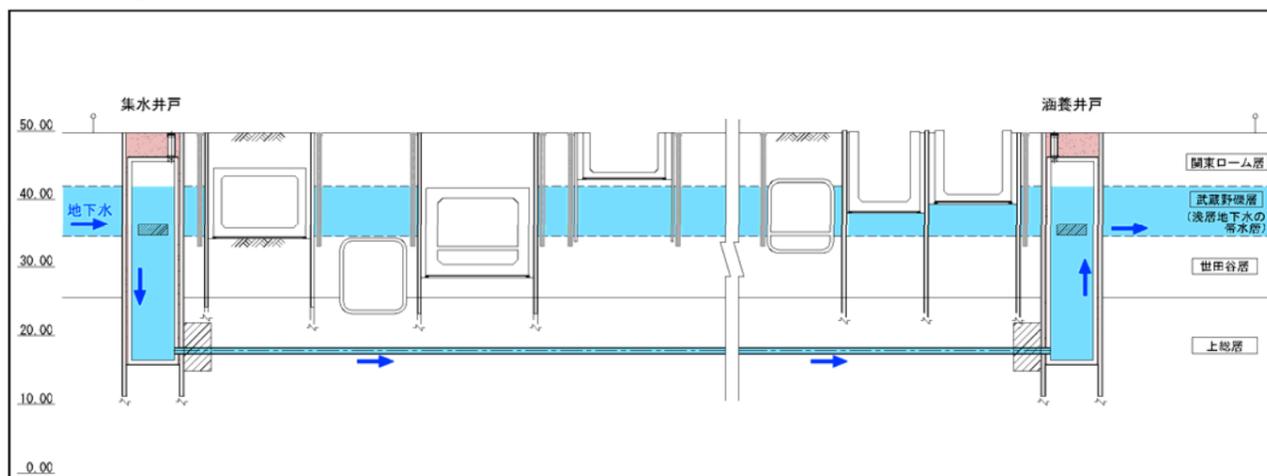


STEP-4: 推進工、埋戻し



(3) 地下水流動保全工法の基本的な施工手順(タイプ2) ＜②地下水流動保全工法を道路構造物よりも後に施工する場合＞

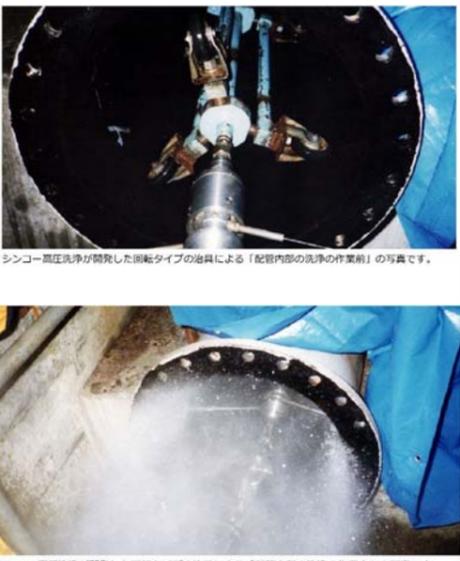
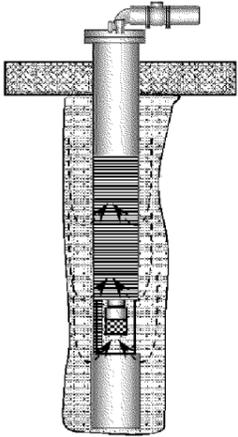
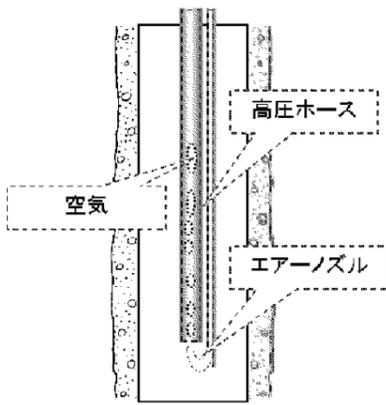
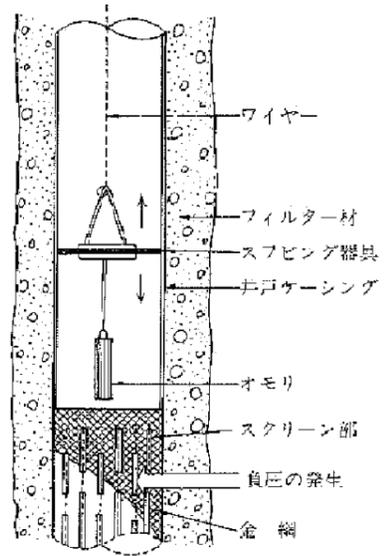
STEP-5: 通水開始



(4) 地下水流動保全工法の維持管理方法

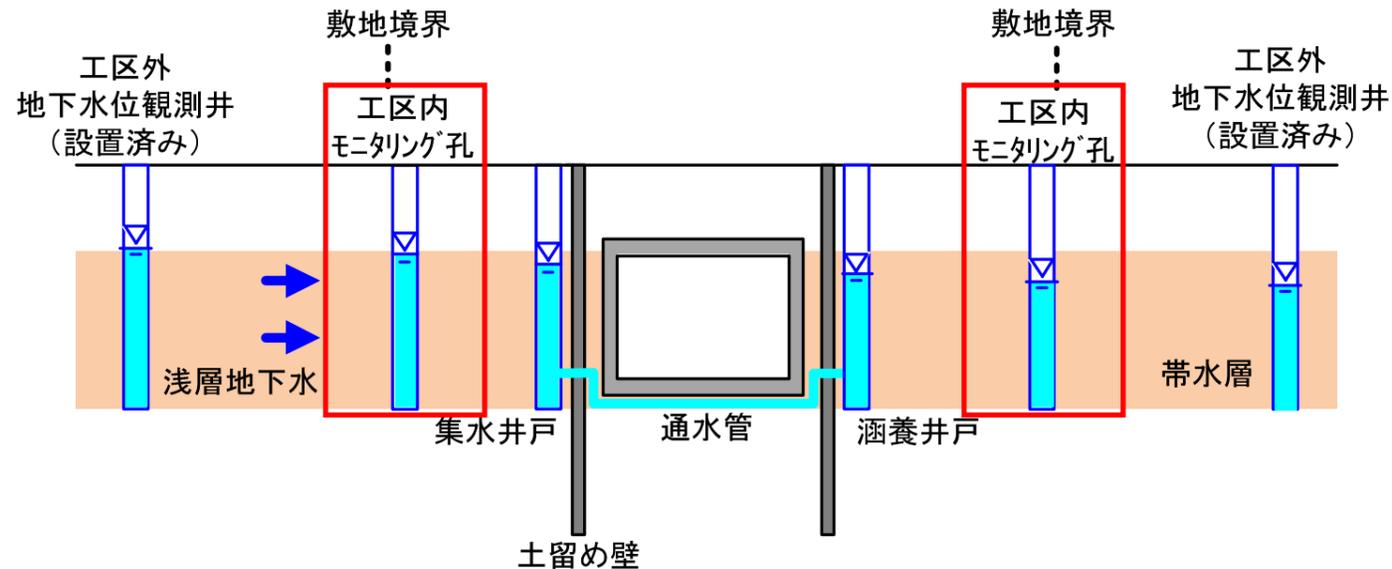
- 目詰まりによる地下水流動保全工法の機能低下が確認された場合、メンテナンスを行う。
- 目詰まりによる機能低下の原因と状況、今後の新技術を踏まえて適切な方法を選定する。

表4.1 地下水流動保全工法の日詰まりに対するメンテナンス方法

対象	井戸、通水管	井戸	井戸	井戸
メンテナンス方法	<p>高圧洗浄法</p>  <p><small>シンコー高圧洗浄が開発した回転タイプの器具による「配管内部の洗浄の作業前」の写真です。</small></p> <p><small>シンコー高圧洗浄が開発した回転タイプの器具による「配管内部の洗浄の作業中」の写真です。</small></p>	<p>揚水による洗浄</p> 	<p>エアリフト法</p>  <p>高圧ホース</p> <p>空気</p> <p>エアノズル</p>	<p>スワビング法</p>  <p>ワイヤー</p> <p>フィルター材</p> <p>スワビング器具</p> <p>井戸ケーシング</p> <p>オモリ</p> <p>スクリーン部</p> <p>負圧の発生</p> <p>倉網</p>
	概要	<ul style="list-style-type: none"> ・洗浄管からジェットを吹き出して洗浄し、洗浄水を汲み上げて目詰まり物質を取り除く 	<ul style="list-style-type: none"> ・揚水して目詰まり物質を汲み上げる ・井戸全体の洗浄は不可 	<ul style="list-style-type: none"> ・パイプから空気を送り込みながら揚水して目詰まり物質を汲み上げる ・小口径の井戸(φ200mm未満)に適している

(5) モニタリング計画(基本的な考え方)

- 地下水流動保全工法の効果及び通水機能を検証するため、敷地境界付近にモニタリング孔（浅層地下水）を設ける（図5.1, 工区内モニタリング孔）。
- 工区内モニタリング孔の水位が異常を示した場合、地下水流動保全工法の機能低下状況及び原因を把握するために、集水井戸、涵養井戸の地下水位差を確認する。



	目的	モニタリング項目	
		施工中	施工後
工区内モニタリング孔	敷地境界付近の地下水流動保全工法の効果の検証※1	敷地境界付近の地下水位	同左
	地下水流動保全工法の通水機能の検証※2	敷地境界付近の上流側, 下流側の地下水位差	同左
工区外地下水位観測井 (設置済み)	周辺地域の地下水流動保全工法の効果の検証※1	周辺地域の地下水位	同左
集水井戸、涵養井戸	水位異常時の通水機能低下状況及び原因の把握	集水井戸と涵養井戸の地下水位差	同左

※1 地下水流動保全工法の効果の検証：事業実施により周辺地域の地下水位に変動が生じていないかを確認

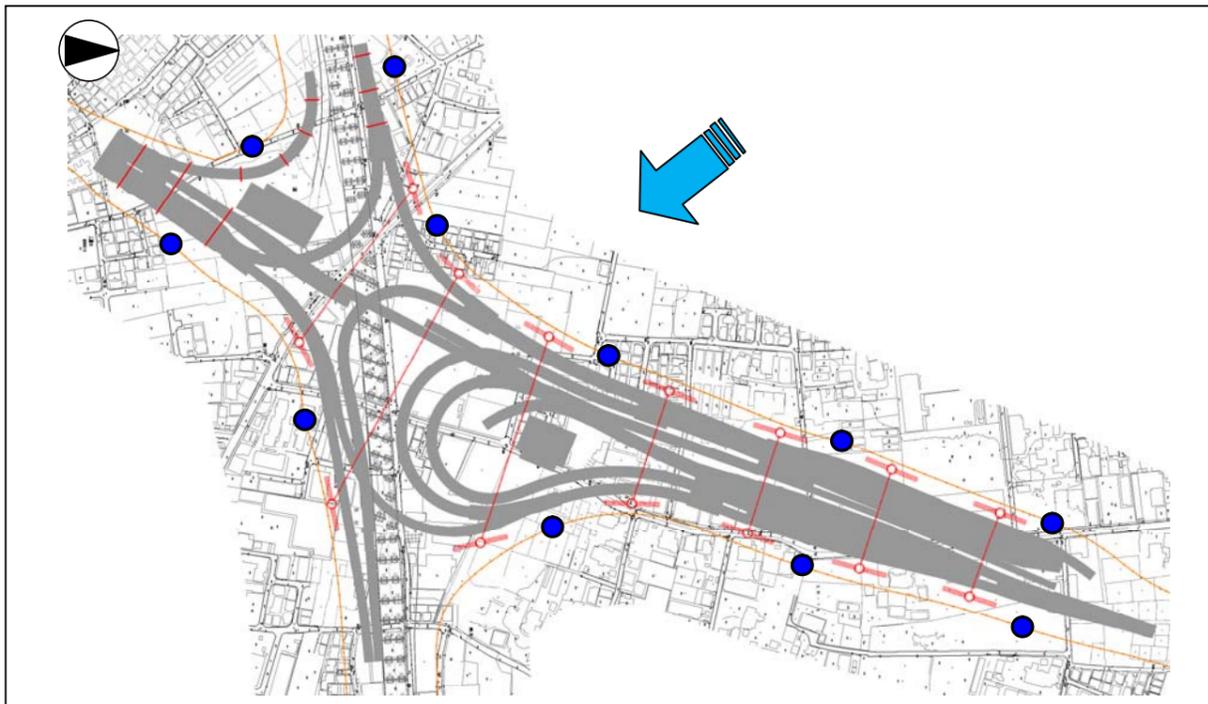
※2 地下水流動保全工法の通水機能の検証：集水・涵養井戸及び通水管が機能しているかを確認

図5.1 モニタリングの概要

(5) モニタリング計画(工区内モニタリング孔の配置)

- 工区内モニタリング孔の設置間隔は、地下水流動保全工法の効果及び通水機能を適切に把握できるような設置間隔とした。
- 工区内モニタリング孔は工事前に設け、自然地下水位変動を把握する。
- モニタリング期間は、施工後に地下水位が概ね安定するまでの期間を観測する。

中央JCT・東八道路IC



大泉JCT・目白通りIC

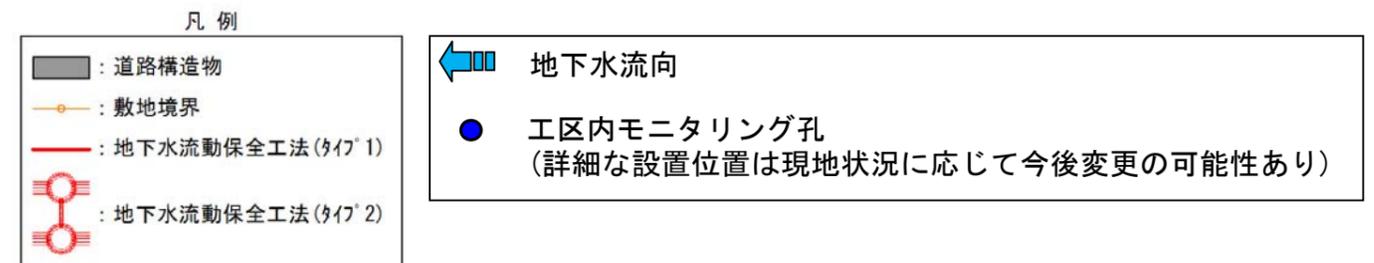
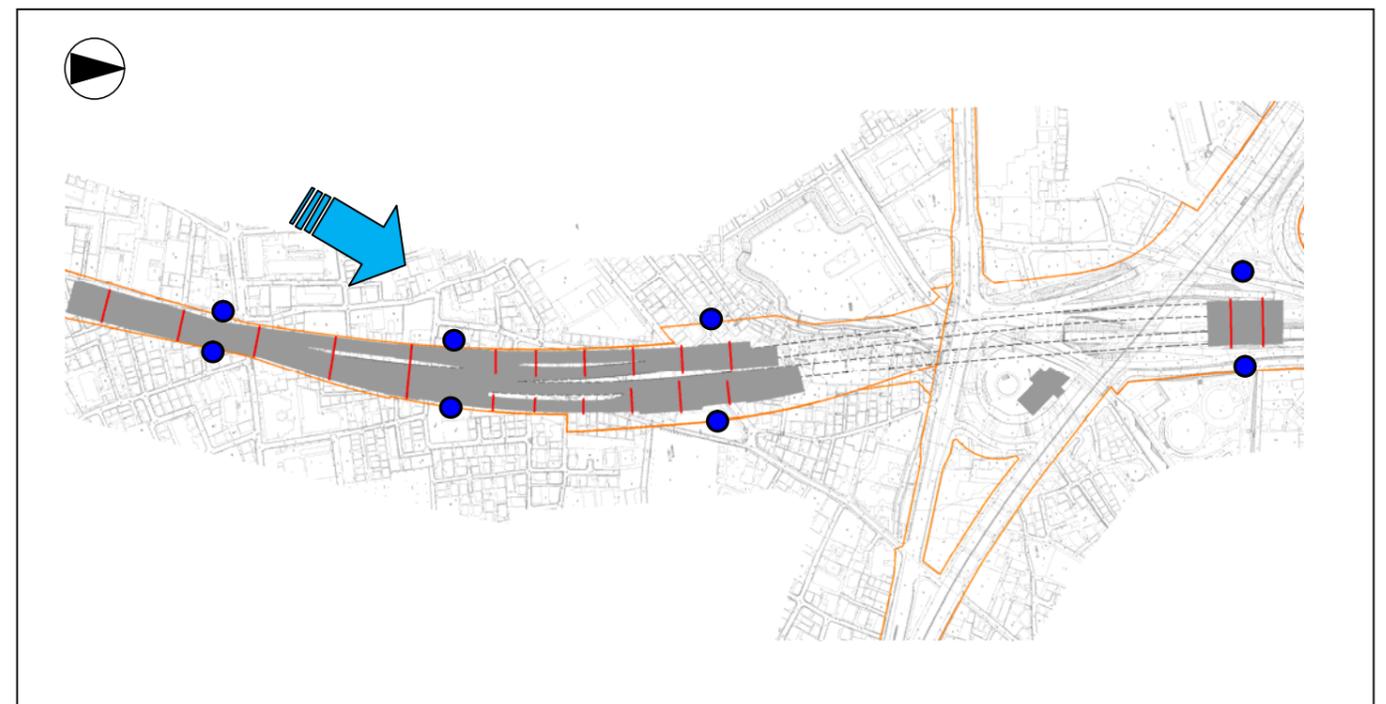


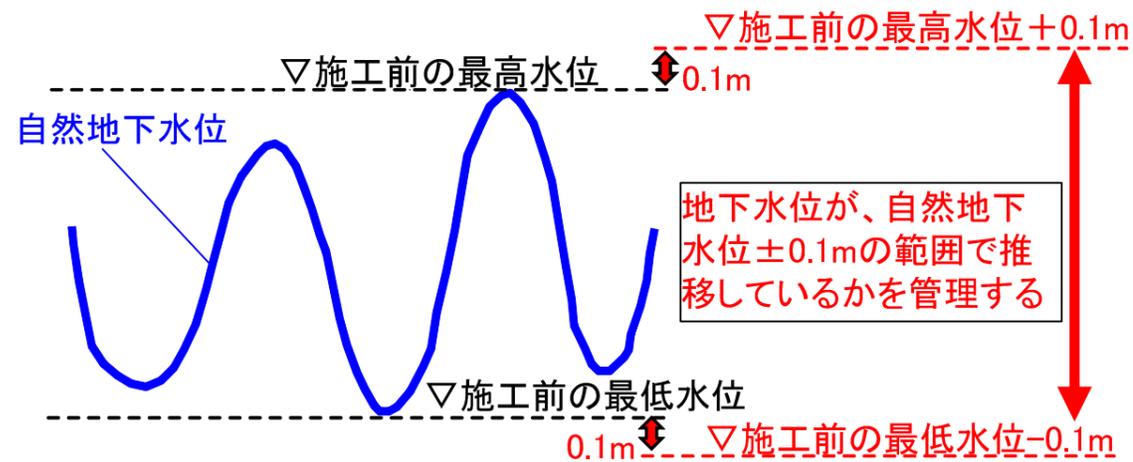
図5.2 工区内モニタリング孔の配置計画

(6) 管理値の考え方

- 管理値とは、地下水流動保全工法の効果と通水機能を検証するために設定する値。
- 工区内モニタリング孔及び工区外地下水位観測井の観測値に対して設定する。
- 管理値は、①地下水位、②上下流の地下水位差の2項目とし、いずれか一方が管理値を超過した場合は原因究明を行い、必要に応じて対策を検討していく。

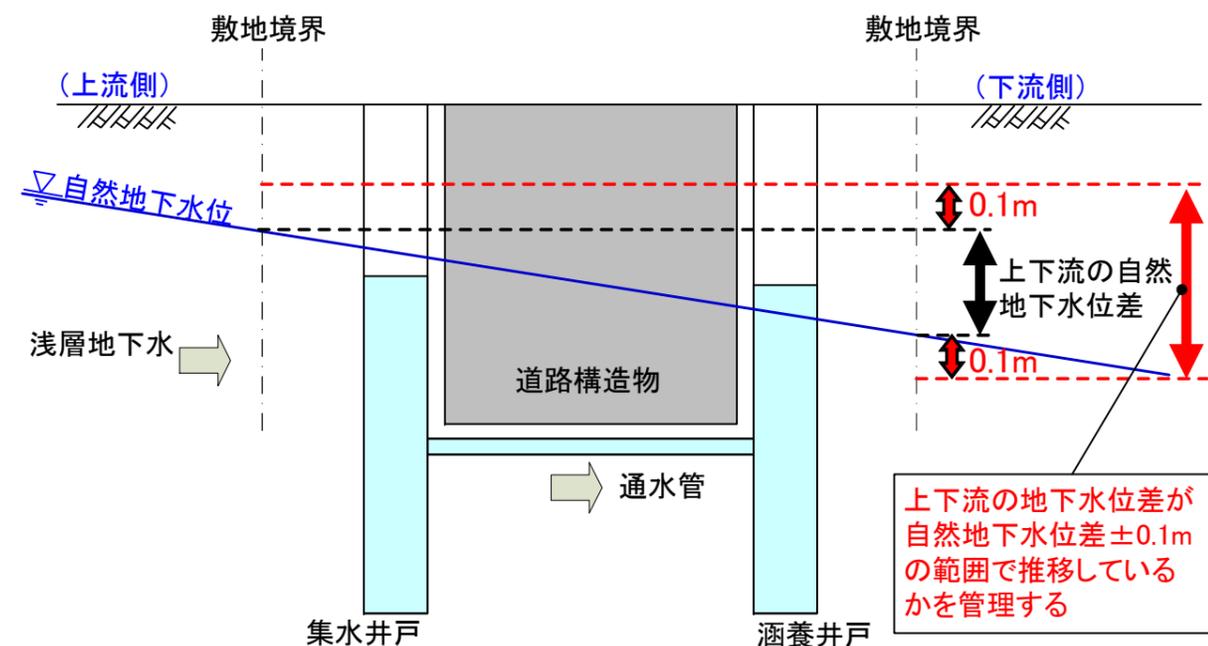
【① 地下水位】

：地下水流動保全工法の効果を検証する^{※1}
(工区内モニタリング孔及び工区外地下水位観測井で管理)



【② 上下流の地下水位差】

：地下水流動保全工法の通水機能を検証する^{※2}
(工区内モニタリング孔で管理)



※1 地下水流動保全工法の効果の検証：事業実施により周辺地域の地下水位に変動が生じていないかを確認

※2 地下水流動保全工法の通水機能の検証：集水・涵養井戸及び通水管が機能しているかを確認