

新名神高速道路（大阪府域）のトンネル掘削に伴う水環境保全対策の基本方針

新名神トンネル(大阪府域)掘削に伴う地下水流動対策について

1. 基本方針

トンネル掘削によって周辺地域の利水に影響が及ばないように調査・対策を行いながら慎重に施工します。

施工前： 水文・地質調査(河川、沢、湧水、井戸、水田等利水状況調査、土質 等)

施工中： 水文・地質調査

坑内水平先進ボーリング等の前方調査により、多量の湧水が想定され、かつ地表の水環境および周辺利水に影響が出ることが想定される場合は、可能な限り湧水の抑制を図ります。

施工後： 水文調査、機能復旧

※ 地下水について
山の深部の地下水と上部の浅い層の地下水は独立に存在しています。したがって、トンネル土被りの厚い山では基本的に地表近くの水に直接影響が出ることはないと考えています。

2. 影響があった場合の措置

トンネル掘削にあたっては調査・対策を行いながら慎重に施工しますが、万一、河川、沢、湧水、ため池、井戸などの水資源に影響があった場合には、利水状況を勘案し関係者との協議を行いながら、以下のとおり生活用水及び農業用水等水文環境の機能復旧を図ります。

- ① 水道による対応等
- ② 井戸の新設・掘り下げ
- ③ ため池の設置
- ④ トンネル湧水の返水 等

3. 河川交差部で土被りが薄い区間について

河川交差部で土被りが薄い勝尾寺川交差部区間については、断層破碎帯も集中していることにより、表層近くの地下水や河川水のトンネルへの引き込みが懸念されるので、施工中の河川等対策に加え、完成時においてトンネル本体工に非排水構造を採用することを基本とします。

4. トンネル湧水に自然由来の重金属が含まれている場合の措置

施工中も含め、トンネル湧水の処理にあたっては、自然由来の重金属についての水質試験を行い、基準値を満たさない場合には必要に応じて適切に対処します。

5. 希少生物について

・希少動植物の保護については、必要に応じて専門家の意見を伺いながら事前に移植等を行います。
・地下水への影響が想定される沢の植物調査を行ったところ、水辺に依存する希少植物はありませんでした。なお、日本のような降雨が多く湿潤な気候下では、一般に植生は土壌水すなわち降雨の多少に依存していると言われています。

新名神高速道路（大阪府域）のトンネル掘削においては、左記の地下水流動対策の基本方針に基づき慎重に施工を行う。

これを実行するために、先進ボーリングやモニタリング等を用いた地下水情報化施工を採用する。また、トンネル湧水に自然由来の重金属が含まれる場合は、関係法令を順守するとともに、関係機関と協議を行って適切に対処する。

◆地下水情報化施工について

【目的】

施工中に得られる情報（先進ボーリング、モニタリング、坑内状況等）を用いて、水環境への影響を把握し、よりの確な水環境保全の実現を図る地下水情報化施工を採用する。

これにより以下に示す対応が可能となる。

- ①迅速な対策工の提示（水環境保全、施工面）
- ②的確な水環境保全対策の実施
- ③合理的な施工

【運用】

トンネル掘削による水環境の保全は、施工中に得られる情報を的確に収集整理し、対策に反映させる必要がある。

実際のトンネル掘削部の地質は、事前に想定しているものと異なる可能性があることから、トンネル掘削部前方の地質状況を把握する先進ボーリングは極めて重要な情報であり、これを適切に行い有効に活用することにより、迅速かつ的確な対策を実現する。

地下水情報化施工の運用手順を以下に示す。

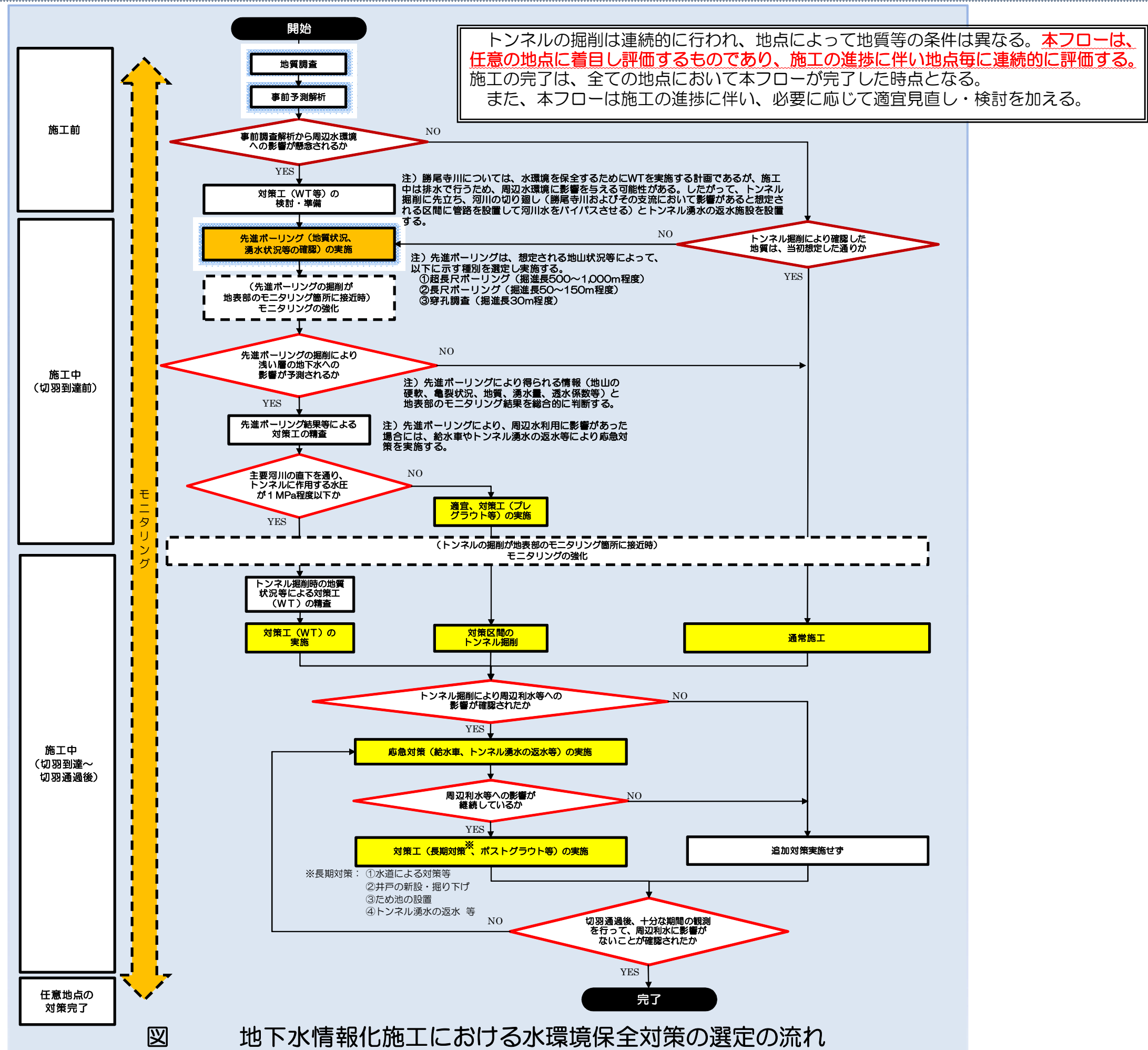
- ・トンネル掘削による水環境への影響を把握するために必要な場所（水利用を行っている地点と、トンネル周辺の水環境を把握する地点）において、モニタリングを実施する。
- ・モニタリングは、施工前から行い（実施可能な項目）、トンネル掘削前の現状を把握し、施工中のモニタリングと比較することにより、トンネル掘削の影響の有無を判断できるように行う。
- ・事前調査により周辺水環境への影響および施工安全性が懸念される地山区間では、先進ボーリングを実施する。
- ・先進ボーリングの種別としては、想定される地山状況等により、超長尺、長尺、穿孔調査を使い分ける。超長尺ボーリングは、掘削の方向を制御しながら 1,000m 程度を高速で掘進できる最新の工法である。
- ・先進ボーリングから得られる情報（地質、湧水状況、周辺のモニタリング結果等）により、トンネル掘削前に影響を予測し、対策の必要性や適切な対策の検討・準備を行う。
- ・対策の実施については、基本的にモニタリングにより影響が確認された後に実施する。ただし、先進ボーリングを行うことで、迅速な対応（対策の実施）を行うことが可能である。

◆トンネル湧水に自然由来の重金属が含まれている場合の措置について

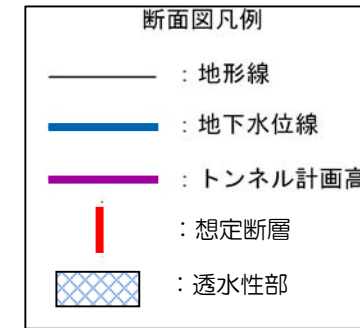
【施工中】トンネル湧水に自然由来の重金属が含まれる場合は、濁水プラント設備に併せて重金属処理設備を設置し、関係法令に従い基準値を満足するように適切に処置を行う。

【施工後】トンネル湧水の重金属濃度等の状況を考慮し、関係機関と協議を行って適切に対処する。

地下水情報化施工における水環境保全対策の選定の流れ



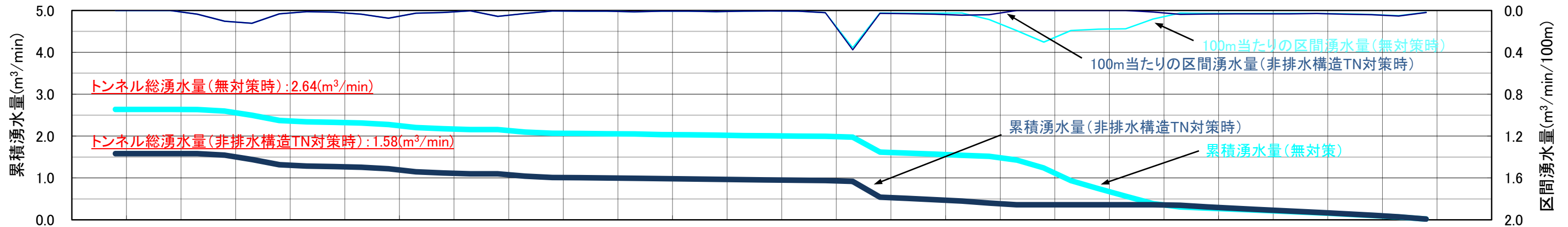
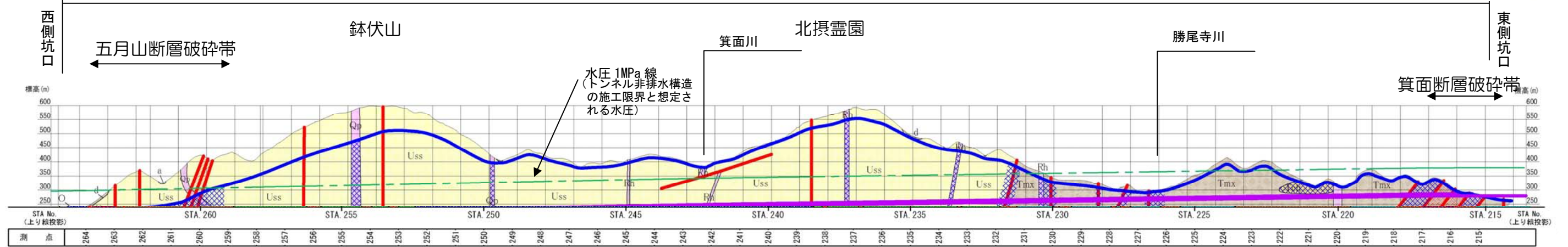
箕面トンネルにおける先進ボーリング種別



地質層序表

地質時代	地層名・岩体名	記号	岩相・層相	
新生代	第四紀	a	河床堆積物と崖堆積物の礫・砂・泥	
	更新世	Q	砂礫	
中生代	白亜紀後期	Qp	石英斑岩、花崗斑岩	
		Rh	流紋岩	
		An	安山岩～玄武岩	
	ジュラ紀	花崗複合花崗岩体	Gd	花崗閃緑岩
		砂岩優勢層	Tss	砂岩、砂岩優勢砂岩・頁岩互層
		混在岩	Tmx	頁岩主体で砂岩、緑色岩、チャート等を含む
		チャート	Tch	チャート
		緑色岩	Tcs	緑色岩
		砂岩優勢層	Uss	砂岩、砂岩優勢砂岩・頁岩互層
		頁岩優勢層	Ush	頁岩、頁岩優勢頁岩・砂岩互層
古生代	超丹波帯	Uss	砂岩、砂岩優勢砂岩・頁岩互層	
	猪名川コングレス	Ush	頁岩、頁岩優勢頁岩・砂岩互層	
	混在岩	Tmx	頁岩主体で砂岩、礫岩、凝灰岩等を含む	

箕面トンネル L ≒ 5km



主要河川がトンネル上方に存在する区間	箕面川 (トンネルと並行する区間を含む)		勝尾寺川				
施工安全性が懸念される区間	[Yellow shaded area]		[Yellow shaded area]				
多量湧水が想定される区間	[Pink shaded area]		[Pink shaded area]				
計画している対策工 ※1			トンネル非排水構造 ※2				
先進ボーリング種別の計画	実施済	長尺	超長尺 (削孔先行期間)	長尺	超長尺 (削孔先行期間)	穿孔調査	実施済

※1) 施工前に実施した調査・解析結果から設定。
実際に行う対策工は、施工時に実施する先進ボーリングやモニタリング等により検討を行い、必要に応じて適宜対策を行う。



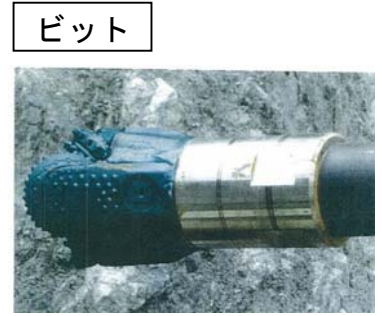
※2) トンネル非排水構造は、トンネル掘削後に構築されるため、トンネル掘削中に影響があった場合に備えて、勝尾寺川の切り廻しおよび、トンネル湧水の返水施設の設置を行う。
なお、非排水構造の実施区間等については、先進ボーリングやモニタリング結果により検討を行い設定する。

超長尺先進ボーリングの概要

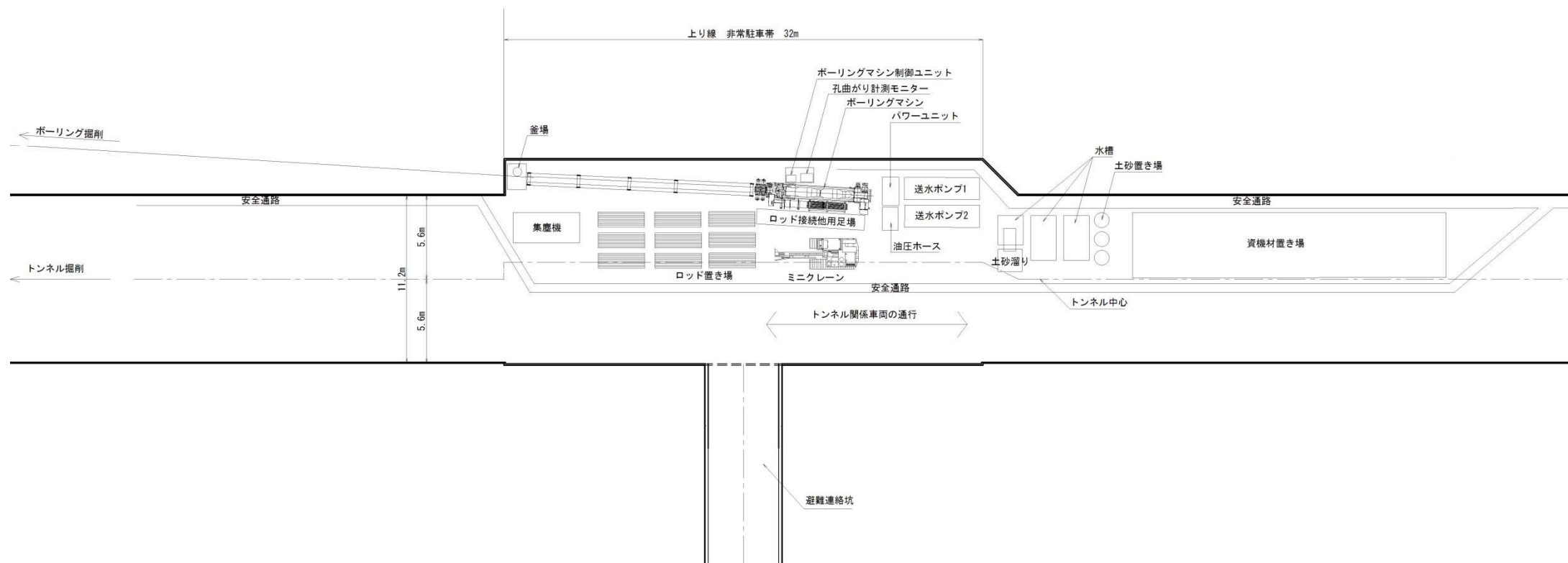
◆超長尺先進ボーリングについて

- ・超長尺先進ボーリングは、掘削方向を制御しながら、高速で1,000m程度を掘削できるコントロールボーリングを採用する。
- ・従来、トンネル坑内から水平先進ボーリングは実施されてきたが、①トンネル施工速度を大幅に上回る速度での掘削が困難、②計画路線に沿う掘削が困難等の問題があった。コントロールボーリングは、これらの問題を解決した最新鋭の工法である。
- ・掘削方向の制御は、掘削ツールに孔曲がりを計測するセンサーを内蔵しており、直進と曲げを使い分けながら、随時方向を修正して掘進することができる。
- ・掘進速度は、トンネル施工速度に対して極めて速く掘削することができるため、対策工等の検討に十分な時間を確保できる。

◆コントロールボーリングの作業全景（実施例）



◆コントロールボーリングの掘削位置と資材配置図



◆掘進方向を制御する仕組み

[直進掘削の場合]



ロッドを回転させると、ベントサブからビットまでの先端部全体が円すい形を描くように回転し、直進方向に掘削する

[方向制御掘削の場合]



先端のビットだけを回転させて、ベントサブの曲がった方向に掘削する

勝尾寺川周辺における水環境保全対策の方針

◆トンネル掘削に伴う水環境保全対策について

- ・勝尾寺川付近については、トンネル掘削に伴う地下水流動予測結果から、周辺水環境への影響が懸念されるため、以下の対策を実施する計画である。
 - ①トンネルの非排水構造の構築（トンネルに地下水を流入させない）
 - ②勝尾寺川の切り廻し（河川の影響範囲に水路を仮設し、河川水をバイパスさせる）
 - ③トンネル湧水の返水施設の設置（対策①②を実施しても影響が確認された場合の準備）
 - ④トンネル湧水の返水（対策①②を実施しても影響があった場合に実施）
- ・上記の計画している対策のうち、②勝尾寺川の切り廻し、③トンネル湧水の返水施設は、対象区間のトンネル掘削前に設置する。なお、①トンネルの非排水構造は、トンネル掘削後に構築する。
- ・万一、①②の対策を実施しても、周辺水環境に影響があった場合には、④トンネル湧水の返水を行うことで、水利用に影響を与えないように勝尾寺川の流量を確保することができる。
- ・勝尾寺川付近以外の土被りが厚い区間については、トンネル掘削等によって浅い層の地下水には影響を与えないことを想定している。ただし、先進ボーリングやモニタリングを利用した地下水情報化施工（前述のフロー図）により、周辺水環境に影響を与えないよう慎重に施工を進め、適切な対策を行う。

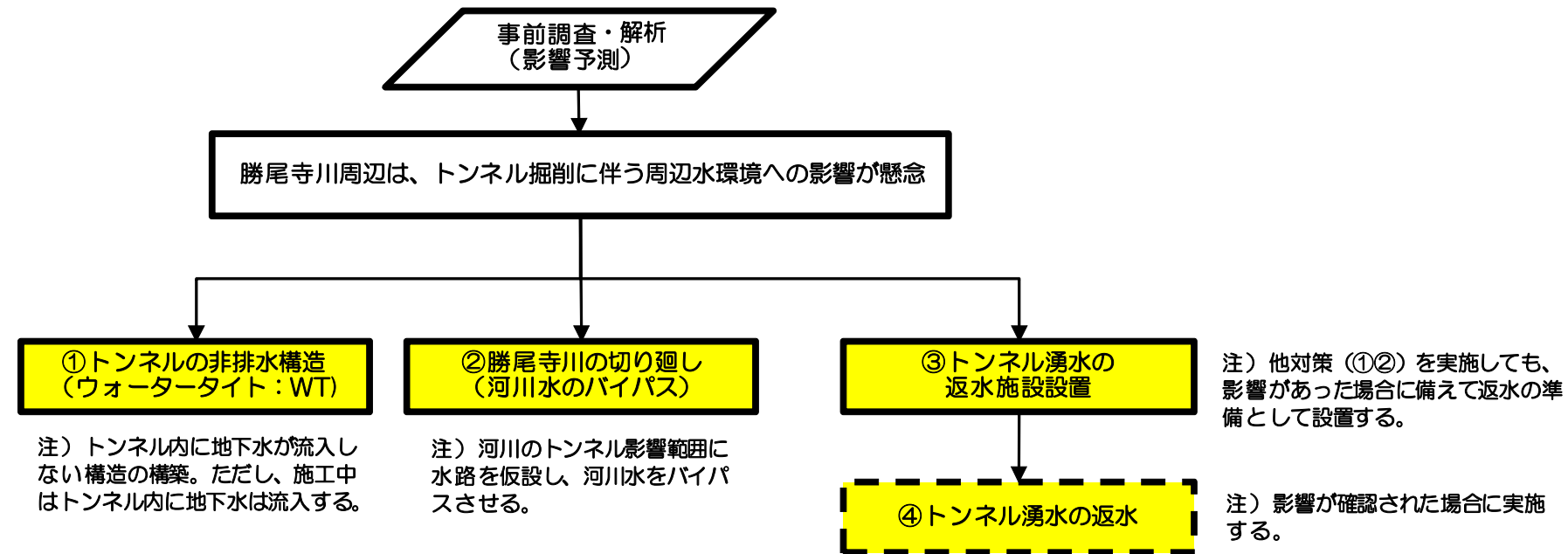
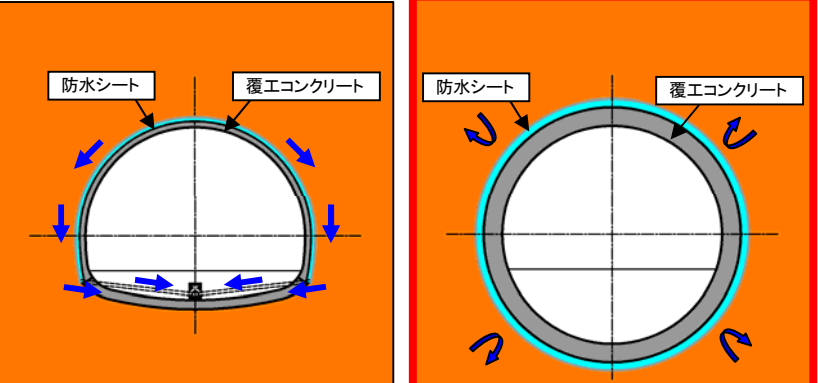
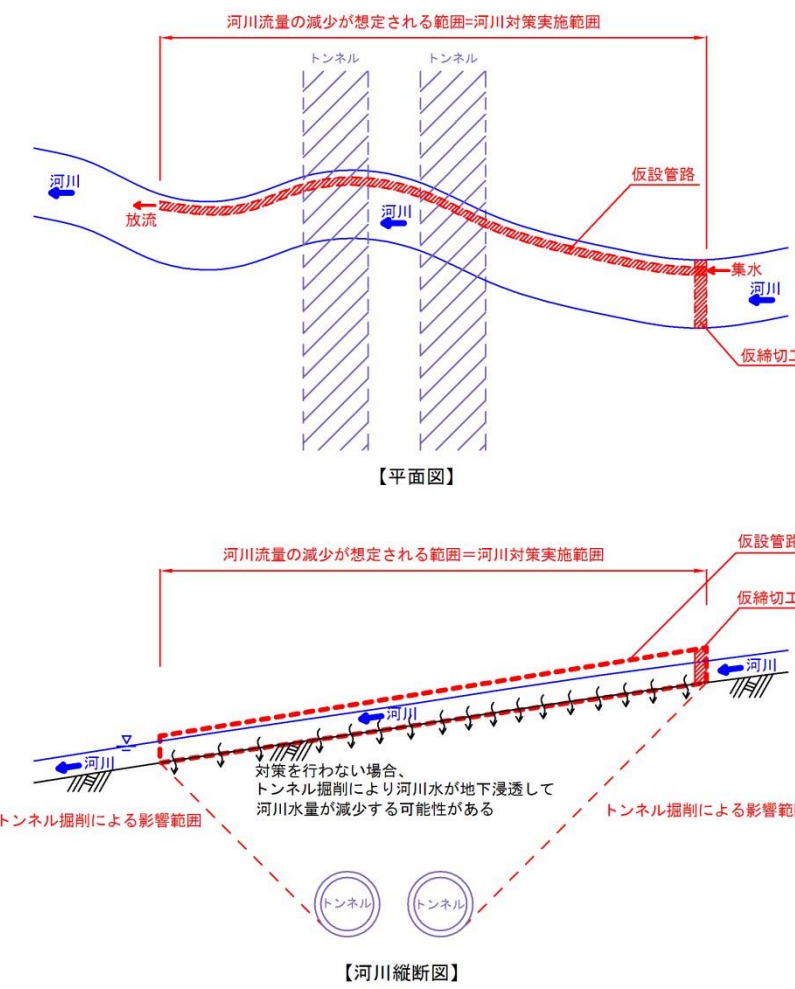
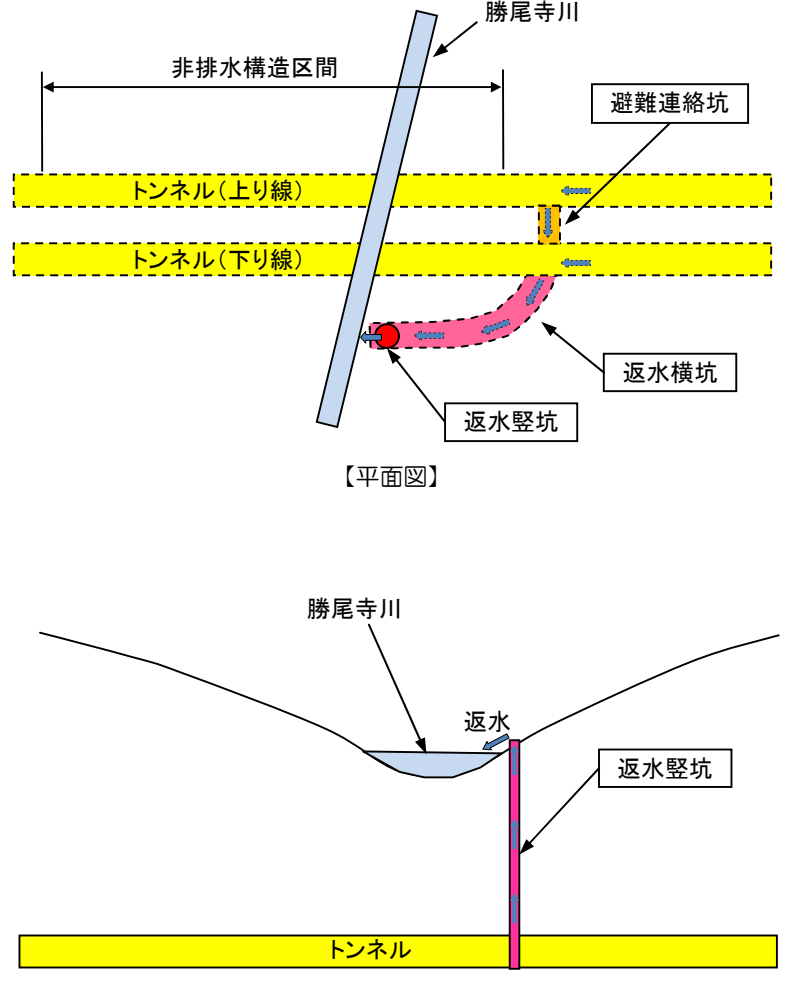
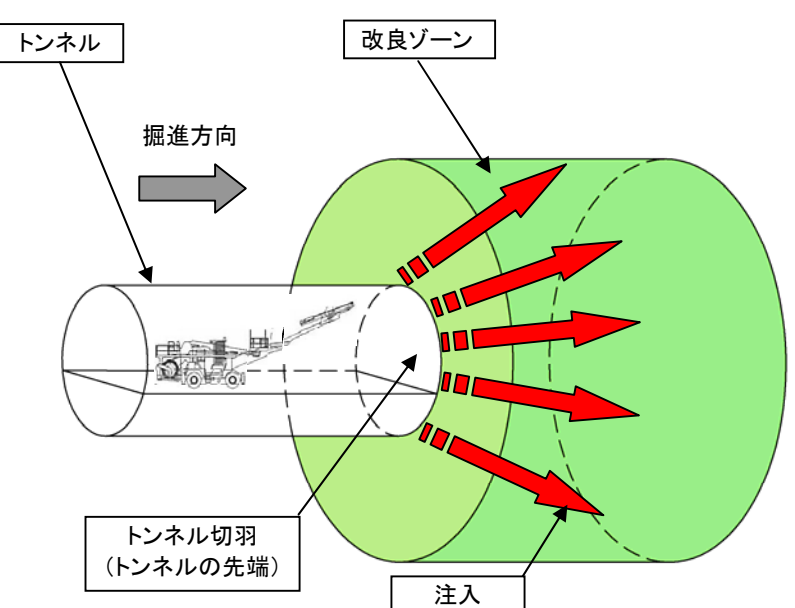
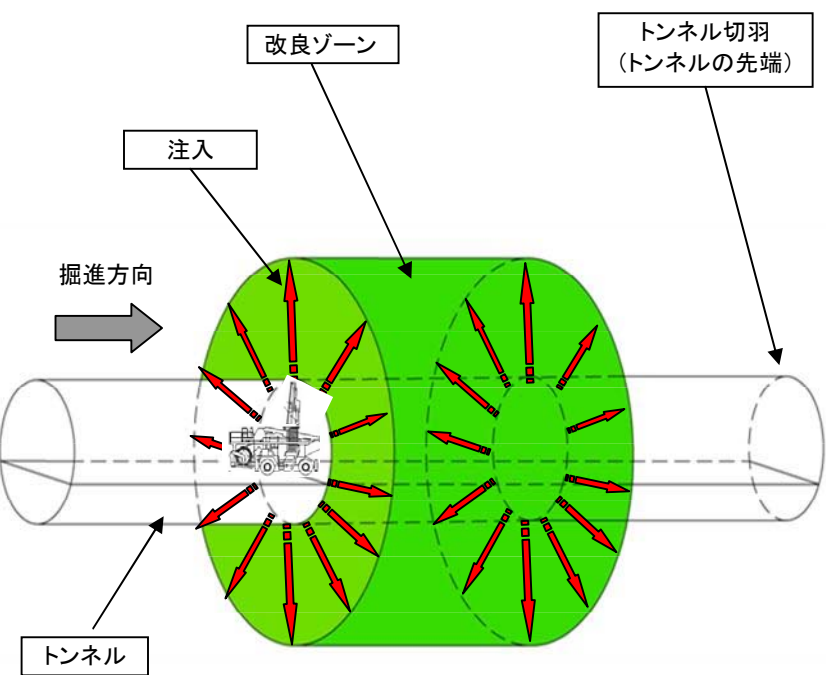


図 勝尾寺川付近で計画している水環境保全対策

トンネル掘削に伴う水環境保全として実施予定の対策工（勝尾寺川周辺を対象とした対策）

対策工種別	トンネルの非排水構造（ウォータータイト）	河川水の切り廻し（河川水のバイパス）	トンネル湧水の返水施設						
<p>対策工の概要（目的と方法）</p>	<p>トンネル周囲に防水シートを敷設することにより、トンネル内に地下水が流入しない構造にする。ただし、非排水構造を構築するまでのトンネル掘削中は、トンネル内に地下水は流入することから、周辺地下水を低下させる可能性があるが、非排水構造の完成後、周辺地下水は現状に回復する。</p>	<p>勝尾寺川近傍で計画しているトンネルの非排水構造は、施工中はトンネル内に地下水が流入するため、勝尾寺川の流量が減少する可能性がある。よって、勝尾寺川の流量に影響を与えないように、トンネル掘削による影響の可能性がある河川区間に管路を設置し、河川水をバイパスさせる。</p>	<p>周辺水環境に影響の可能性がある勝尾寺川近傍では、トンネルの非排水構造や河川水の切り廻しを行うが、万が一、それでも影響が発生した場合に備えて、トンネル湧水の返水施設を準備する。返水施設は、地上部へ返水する竖坑と、竖坑とトンネルをつなぐ横坑からなり、返水は勝尾寺川に放流する。</p>						
<p>対策工の概念図</p>	<p>トンネル全周に肉厚の防水シート（厚さ2mm）を敷設し、水が漏れないようにする。また、トンネルに作用する水圧に耐えられるように、通常の馬蹄形断面を円形とし、覆工を厚くする。</p> <table border="1" data-bbox="439 861 1181 955"> <tr> <td>トンネル形状：馬蹄形</td> <td>トンネル形状：円形</td> </tr> <tr> <td>防水シート：上部のみ(0.8mm)</td> <td>防水シート：全周(2.0mm)</td> </tr> <tr> <td>覆工：0.3~0.4m程度</td> <td>覆工：0.4~0.9m程度</td> </tr> </table>  <p>【通常の排水構造】 【非排水構造（箕面トンネル）】</p> <p>トンネルの標準的な断面</p>	トンネル形状：馬蹄形	トンネル形状：円形	防水シート：上部のみ(0.8mm)	防水シート：全周(2.0mm)	覆工：0.3~0.4m程度	覆工：0.4~0.9m程度	 <p>【平面図】</p> <p>【河川縦断面図】</p>	 <p>【平面図】</p> <p>【トンネル縦断面図（河川横断面図）】</p>
トンネル形状：馬蹄形	トンネル形状：円形								
防水シート：上部のみ(0.8mm)	防水シート：全周(2.0mm)								
覆工：0.3~0.4m程度	覆工：0.4~0.9m程度								
<p>適用</p>	<p>技術的限界から、トンネルに作用する水圧が1MPa（水深100m相当）程度以下の区間に採用する。河川交差部でトンネル土被りが薄く透水性が高いと想定される勝尾寺川近傍で採用する計画である。対策範囲は、事前調査で設定しているが、先進ボーリング結果等により検討を行い、適切な範囲に設定する。</p>	<p>勝尾寺川において実施する。切り廻し水路の設置は、勝尾寺川近傍のトンネル掘削を行う前に行う。切り廻し水路は仮設であり、トンネル工事の完了時には、水路を撤去する。ただし、河川に影響が残る場合はトンネル湧水の返水を行い、勝尾寺川の流量を確保する。</p>	<p>勝尾寺川において実施する。返水施設の設置は、勝尾寺川近傍のトンネル掘削を行う前に行う。返水は、勝尾寺川の流量に影響が認められた場合に行う。また、施工中に影響が発生して返水を行っても、非排水構造を構築した後に、地下水水位が回復して勝尾寺川への影響がないことを確認した場合は、返水を終了する。</p>						

トンネル掘削に伴う水環境保全として実施予定の対策工（全トンネルを対象とし、適宜対策）

対策工種別	プレグラウト (切羽前方のトンネル周囲の地盤改良)	ポストグラウト (切羽通過後のトンネル周囲の地盤改良)	代替策 (短期対策、長期対策)
<p>対策工の概要 (目的と方法)</p>	<p>周辺水環境に影響を与えないように、トンネル湧水を抑制するために、地盤の透水性を低下させることを目的に、トンネル周囲の地盤を改良する。地盤に注入する材料は、恒久性のある材料を使用する。 プレグラウトとは、トンネルの掘削をしていない切羽前方に対して行うものである。</p>	<p>周辺水環境に影響を与えないように、トンネル湧水を抑制するために、地盤の透水性を低下させることを目的に、トンネル周囲の地盤を改良する。地盤に注入する材料は、恒久性のある材料を使用する。 ポストグラウトとは、トンネル掘削済みの区間に対して行うものである。</p>	<p>トンネル掘削に当たっては、調査・対策を行いながら慎重に施工を行うが、万が一、周辺利水に影響があった場合は、利水に必要な水を供給するために、まず応急対策を行い、他の対策工を実施しても回復しない場合には、長期対策を実施する。 代替策の方法については、利水状況を勘案し、関係者との協議を行いながら、地点毎に実施する。</p>
<p>対策工の概念図</p>	<p>切羽前方（トンネル未掘削区間）のトンネル周囲を地盤改良して、トンネルを掘り進める。</p>  <p>プレグラウトの概念図</p>	<p>トンネル掘削後（切羽後方）に、トンネル周囲を地盤改良する。</p>  <p>ポストグラウトの概念図</p>	<p>【応急（短期）対策】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・給水車 ・トンネル湧水の返水 等 <p>【長期対策】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水道による対応等 ・井戸新設、掘り下げ ・ため池の設置 ・トンネル湧水の返水 等
<p>適用</p>	<p>先進ボーリング結果により、周辺利水等に影響が懸念される場合、必要に応じて適切な対策区間を設定し実施する。</p>	<p>事前調査解析で周辺水環境に影響がないと想定した区間において、トンネル掘削で確認した地質が想定と異なり、周辺利水等に影響が確認された場合、必要に応じて実施する。対策区間は、実際のトンネル掘削で確認した地質状況等により適切に設定する。</p>	<p>モニタリング結果から、トンネル掘削による利水への影響が確認された場合に実施する。</p>

箕面トンネルにおけるモニタリングデータの公開

◆データ公開の地点

公開するモニタリングデータは、図に示す通り地下水位および河川流量について9地点 13 データと、トンネル湧水量を予定している。ただし、状況により地点の変更や追加を行うこともある。

◆データの公開方法

モニタリングデータは、西日本高速道路株式会社ホームページにおいて、3ヶ月程度毎に行う予定である。

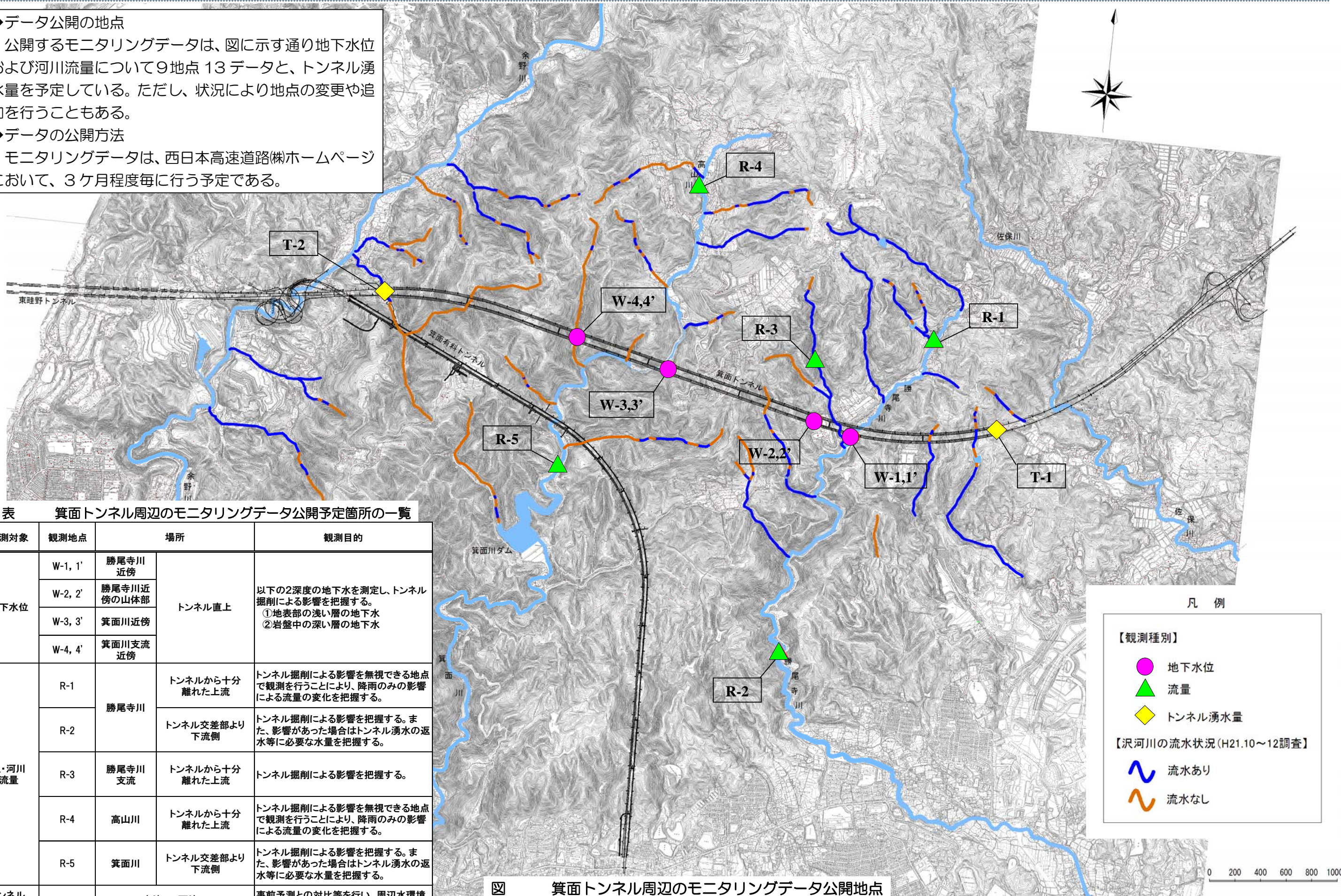


表 箕面トンネル周辺のモニタリングデータ公開予定箇所の一覧

観測対象	観測地点	場所	観測目的	
地下水位	W-1, 1'	勝尾寺川近傍	以下の2深度の地下水を測定し、トンネル掘削による影響を把握する。 ①地表部の浅い層の地下水 ②岩盤中の深い層の地下水	
	W-2, 2'	勝尾寺川近傍の山体部		
	W-3, 3'	箕面川近傍		
	W-4, 4'	箕面川支流近傍		
沢・河川流量	R-1	トンネルから十分離れた上流	トンネル掘削による影響を無視できる地点で観測を行うことにより、降雨のみの影響による流量の変化を把握する。	
	R-2	トンネル交差部より下流側	トンネル掘削による影響を把握する。また、影響があった場合はトンネル湧水の返水等に必要水量を把握する。	
	R-3	勝尾寺川支流	トンネルから十分離れた上流	トンネル掘削による影響を把握する。
	R-4	高山川	トンネルから十分離れた上流	トンネル掘削による影響を無視できる地点で観測を行うことにより、降雨のみの影響による流量の変化を把握する。
	R-5	箕面川	トンネル交差部より下流側	トンネル掘削による影響を把握する。また、影響があった場合はトンネル湧水の返水等に必要水量を把握する。
トンネル湧水量	T-1,2	東坑口、西坑口	事前予測との対比等を行い、周辺水環境への影響を判断する材料の一つとする。	

図 箕面トンネル周辺のモニタリングデータ公開地点