

**阪神高速6号大和川線  
水底トンネル等における  
危険物積載車両の通行規制に関する検討**

2019年 11月

阪神高速道路株式会社

# 目次

|                             |        |
|-----------------------------|--------|
| 1. 路線概要/トンネル概況              | ・・・P3  |
| 2. 大和川線トンネルの防災・安全計画         | ・・・P5  |
| 3. トンネル非常用施設の概要             | ・・・P6  |
| 4. 危険物積載車両通行規制等検討の考え方等      | ・・・P12 |
| 5. 道路構造物及び河川堤防への影響          | ・・・P14 |
| 6. 浸水時の避難の安全性確認             | ・・・P16 |
| 7. 代替ルートの有無(当該トンネルが規制された場合) | ・・・P18 |

# 1-1. 路線概要



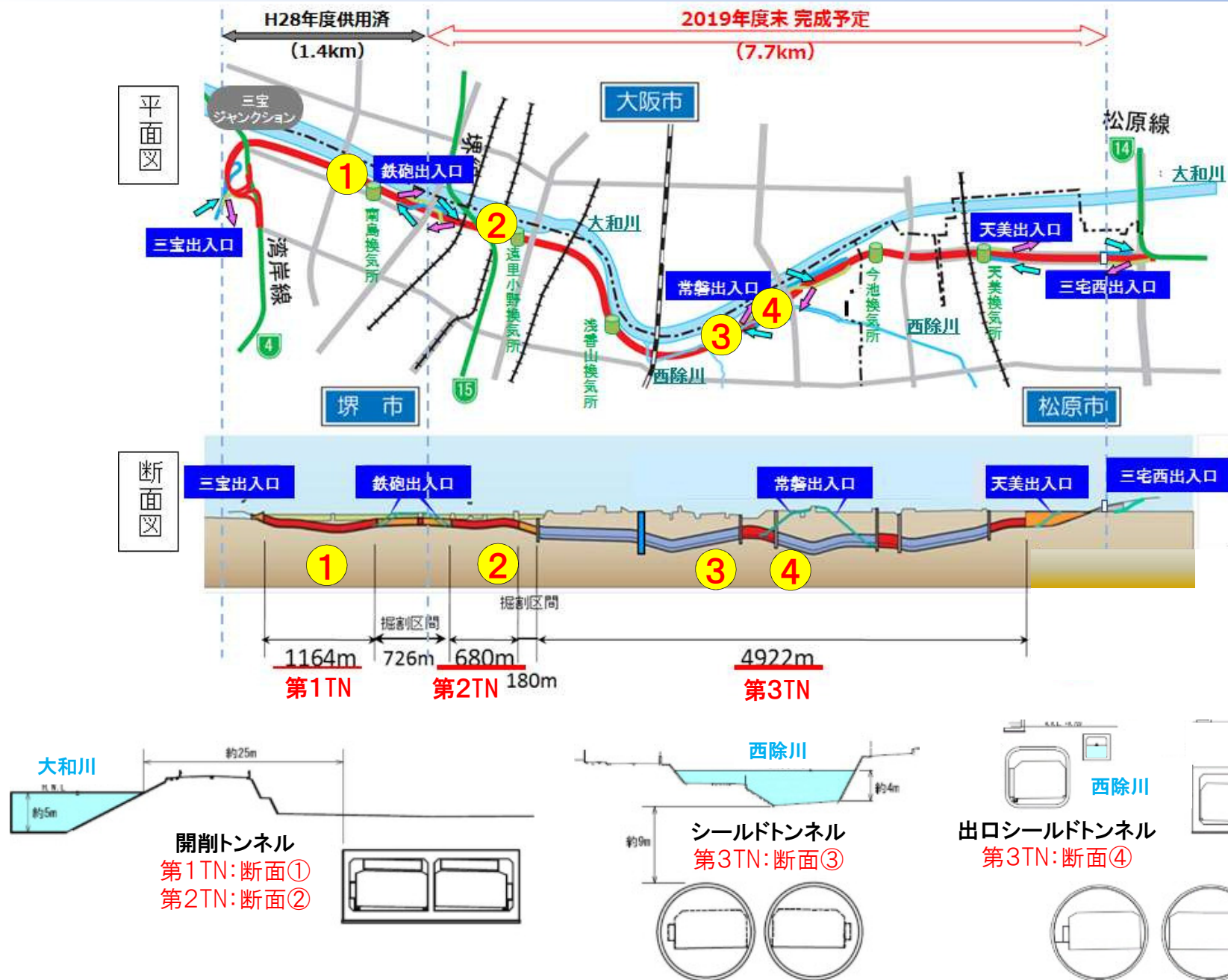
## 整備効果

- ◆ 大和川線の整備により、大阪南部地域において、臨海部と内陸部が高速道路で直結され、大阪湾岸部に発達する工業地帯を含む地域の物流機能が向上する。
- ◆ 東西方向の道路が十分整備されていなかった堺市域と松原市域で、既存幹線道路の渋滞が緩和し、沿道環境の改善が見込まれる。
- ◆ 大阪南部から都心に流入する交通と都心部を通過するだけの交通を分散させることによって、都心部の交通混雑が緩和し、関西都市圏の社会経済活動の活性化が図られる。

## 大和川線の構造概要

- |              |                                                                                                                  |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1) 区間および延長   | : 大阪府堺市堺区築港八幡町～大阪府松原市三宅西の延長9.7kmのうち、約7割がトンネル構造であり、3つのトンネル区間を含む<br>(第1トンネル: 約1.2km、第2トンネル: 約0.7km、第3トンネル: 約4.9km) |
| 2) 道路区分等     | : 第2種第1級(自動車専用道路)、4車線(片側2車線)、設計速度80km/h                                                                          |
| 3) 交通量(断面)   | : 54,200台/日(三宝JCT～鉄砲; 2020年計画交通量)                                                                                |
| 4) トンネルの防災等級 | : AA級                                                                                                            |

## 1-2. トンネル概況



## 2. 大和川線トンネルの防災・安全計画

### 大和川線の防災・安全の検討経緯と防災体制

- ◆ 大和川線の防災・安全については、学識経験者・行政・事業者からなる「大和川線トンネル防災安全委員会」において、全区間の各断面に対する排煙シミュレーション等の検討結果を踏まえた「防災計画※」について審議をおこない、防災施設の配置、運用等を方針決定している。  
(※交通制御、情報提供、換気運用、非常用施設配置、避難・消火・救助活動についての計画)
- ◆ 防災体制は、24時間有人監視体制の交通指令台の監視・指揮のもと、トンネル内に設置するカメラ設備等※で発災を認知すれば、各警報表示板や文字情報板による文字情報、ラジオ放送や拡声放送設備による音声情報で避難を促すとともに、出入口等の端末部で流入・流出制御を実施する。  
(※カメラ設備はトンネル内すべてを確認可能な間隔で設置し、避難通路内にも設置)
- ◆ また、必要に応じて水噴霧設備や排煙設備を用いるほか、阪神高速※と警察や消防と密に連絡・連携し、避難・消火・救助等の活動をおこなう。  
(※大和川沿線に、交通管理基地と維持補修基地を新たに整備)

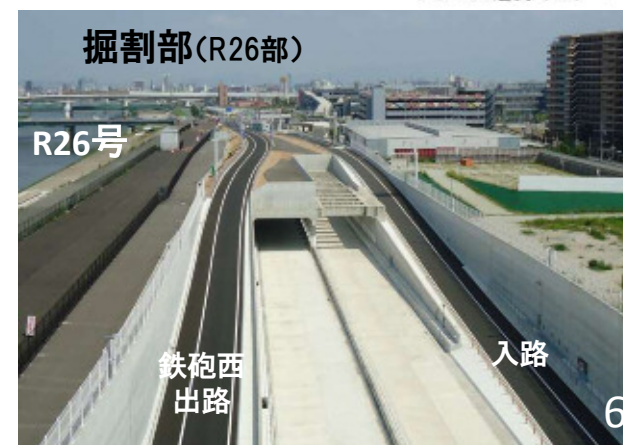
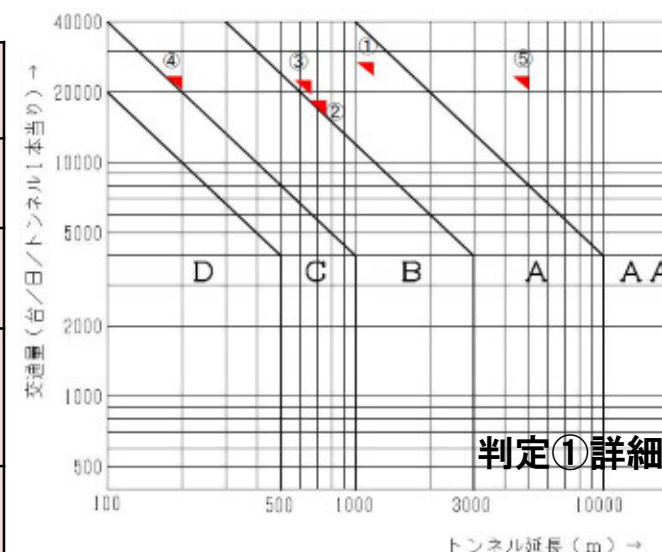


## 3.1 大和川線 トンネル非常用施設の概要

大和川線のトンネル防災等級は、個々のトンネル(掘割部も評価)について、国の基準に準拠して等級を評価した上で、構造特性を踏まえた独自検討<sup>(注)</sup>によって、各トンネルの等級を上位に引き上げて決定している。

(「1本のトンネル」として決定ではなく、「個々の判定の結果」が「AA」となっている)

| 構造種別                   | 第1トンネル<br>①                     | 掘割②<br>(R26部)                      | 第2トンネル<br>③                     | 掘割④<br>(ストラット部)                    | 第3トンネル<br>⑤                    |
|------------------------|---------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| [延長,交通量]<br>(m),(千台/日) | [1,164, 27]                     | [726, 19]                          | [680, 22]                       | [180, 22]                          | [4,922, 23]                    |
| 判定①                    | A                               | (A)                                | A                               | (B)                                | AA                             |
| 判定②                    | <u>AA</u><br>分合流部あり<br>(鉄砲西出入口) |                                    | <u>AA</u><br>分合流部あり<br>(鉄砲東出入口) |                                    | <u>AA</u><br>分合流部あり<br>(常磐出入口) |
| 判定③                    |                                 | <u>AA</u><br>トンネルと<br>連続する<br>明かり部 |                                 | <u>AA</u><br>トンネルと<br>連続する<br>明かり部 |                                |



(注) 大和川線トンネル防災安全委員会・審議内容(報告書)より

判定① 「道路トンネル非常用施設設置基準(昭和56年4月21日建設省都市局長、道路局長通達)」に準拠

判定② 分合流のあるトンネル、見通しの悪いトンネルは1階級上位の級として決定。

判定③ トンネルと連続・近接する掘割部(明かり部)は、前後のトンネル等級と合わせる。

## 3.2 大和川線 トンネル非常用施設の概要(一覧)

すべてのトンネル区間をAA等級として修正決定した上で、一部施設については、AA等級トンネルとして必要な設備を、さらに充実させた内容で整備。

|      |                            | トンネル(掘割区間)名 |    |      |    |      | 上段：阪神高速基準(大和川線の採用値) 下段：国基準[H31.3]<br>(※)赤文字は、国基準以上の設備配置となるものを示す |
|------|----------------------------|-------------|----|------|----|------|-----------------------------------------------------------------|
|      |                            | 第1TN        | 掘割 | 第2TN | 掘割 | 第3TN |                                                                 |
| 通報設備 | 通報型通話設備<br>(非常電話)          | ◎           | ◎  | ◎    | ◎  | ◎    | 【阪神】基準は100mを標準(大和川：同左)                                          |
|      |                            |             |    |      |    |      | 【国】：200m以下                                                      |
|      | 操作型通報設備<br>(押ボタン式<br>通報装置) | ○           | ◎  | ○    | ○  | ◎    | 【阪神】：基準は50mを標準(大和川：同左+ランプTN部は25m間隔で設置)                          |
|      |                            |             |    |      |    |      | 【国】：50mを標準                                                      |
|      | 自動通報設備<br>(火災検知器)          | ○           | —  | ○    | —  | ○    | 【阪神】：基準は25mを標準(大和川：同左相当の機能を満足する間隔で配置)                           |
|      |                            |             |    |      |    |      | 【国】：火災検知能力等を考慮して定める                                             |
| 警報設備 | 非常警報設備<br>(入口警報板)          | ○           | ○  | ○    | ○  | ○    | 【阪神】：基準は坑口手前150～200m付近に設置(大和川：同左)                               |
|      |                            |             |    |      |    |      | 【国】：トンネル構造等の条件および視認性を考慮して定める                                    |
|      | 非常警報設備<br>(補助板)            | ○           | ○  | ○    | ○  | ○    | 【阪神】：非常駐車帯および出路分岐部に設置(大和川：同左)                                   |
|      |                            |             |    |      |    |      | 【国】：トンネル構造等の条件および視認性を考慮して定める                                    |
|      | 火災表示板                      | ◎           | ◎  | ◎    | ◎  | ◎    | 大和川：非常警報装置等を補完する目的で、補助板の中間150～200m間隔に設置                         |
|      |                            |             |    |      |    |      | 【国】：規定なし                                                        |
| 消火設備 | 消火器                        | ○           | ○  | ○    | ○  | ○    | 【阪神】：基準は50mを標準(大和川：同左)                                          |
|      |                            |             |    |      |    |      | 【国】：50mを標準                                                      |
|      | 消火栓設備<br>(消火栓)             | ○           | ○  | ○    | ○  | ○    | 【阪神】：基準は50mを標準(大和川：同左)                                          |
|      |                            |             |    |      |    |      | 【国】：50mを標準                                                      |

(注) ○(国基準と同等の設備を設置)、◎(国基準以上の設備を設置)

|        |                           | トンネル(掘割区間)名 |    |      |    |      | 上段：阪神高速基準(大和川線の採用値) 下段：国基準[H31.3]<br>(※) <b>赤文字</b> は、国基準以上の設備配置となるものを示す                                                                         |
|--------|---------------------------|-------------|----|------|----|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |                           | 第1TN        | 掘割 | 第2TN | 掘割 | 第3TN |                                                                                                                                                  |
| 避難誘導設備 | 誘導表示設備                    | ○           | ○  | ○    | ○  | ○    | 【阪神】：50mの間隔で設置(大和川：同左)<br>【国】：トンネル延長、避難通路の有無等を考慮して定める                                                                                            |
|        |                           |             |    |      |    |      |                                                                                                                                                  |
|        | 避難情報提供設備<br>(ラジオ再放送設備)    | ○           | ○  | ○    | ○  | ○    | 【阪神】トンネル内に誘導アンテナを敷設(大和川：同左/トンネル全線)<br>【国】トンネル利用者に任意の情報提供が可能な方式(車内及び車外への提供を考慮)                                                                    |
|        |                           |             |    |      |    |      |                                                                                                                                                  |
|        | 避難情報提供設備<br>(拡声放送設備)      | ◎           | ◎  | ◎    | ◎  | ◎    | 【阪神】非常駐車帯、避難連絡坑内、坑口に設置<br>(大和川：上記 <b>含む全線+ランプ部には専用の拡声放送設備を設置</b> )<br>【国】トンネル利用者に任意の情報提供が可能な方式(車内及び車外への提供を考慮)                                    |
|        |                           |             |    |      |    |      |                                                                                                                                                  |
|        | 避難通路                      | ○           | ○  | ○    | ○  | ○    | 【阪神】分合流を有する都市トンネルでは300mを標準(大和川：200～300m)<br>【国】トンネル延長、交通方式、排煙設備の有無等、避難する利用者の安全性を考慮                                                               |
|        |                           |             |    |      |    |      |                                                                                                                                                  |
|        | 排煙設備                      | ○           | —  | ○    | —  | ○    | 【阪神】火災時の避難環境確保、通常時の換気方式等に留意して計画<br>【国】常時の換気方式、交通方式、縦断線形等を考慮                                                                                      |
|        |                           |             |    |      |    |      |                                                                                                                                                  |
| その他の設備 | 給水栓設備<br>(給水栓)            | ◎           | ◎  | ◎    | ◎  | ◎    | 【阪神】両坑口とトンネル内は200mの間隔で設置(大和川：同左)<br>【国】両坑口付近に設置を標準。必要に応じて非駐車又は避難通路入口付近にも設置                                                                       |
|        |                           |             |    |      |    |      |                                                                                                                                                  |
|        | 給水栓設備<br>(送水口)            | ○           | —  | ○    | —  | ○    | 【阪神】両坑口に設置(大和川：同左)<br>【国】設置する場合は、両坑口付近に設置することを標準。                                                                                                |
|        |                           |             |    |      |    |      |                                                                                                                                                  |
|        | 水噴霧設備                     | ○           | —  | ○    | —  | ○    | 【阪神】放水範囲を50m以上確保(大和川線：同左)<br>【国】放水区間は50m以上                                                                                                       |
|        |                           |             |    |      |    |      |                                                                                                                                                  |
|        | 無線通信<br>補助設備              | ◎           | ◎  | ◎    | ◎  | ◎    | 【阪神】トンネル内に漏洩同軸ケーブル等と付帯装置を設置<br>(大和川：同上/トンネル全線 <b>+滑り台式避難通路内にも設置</b> )<br>【国】漏洩同軸ケーブル等とこれに付帯する装置で構成                                               |
|        |                           |             |    |      |    |      |                                                                                                                                                  |
|        | 監視設備<br>(トンネル防災<br>監視カメラ) | ◎           | ◎  | ◎    | ◎  | ◎    | 【阪神】設置間隔150～200mを標準とし、トンネル内全線及び坑口付近を監視<br>(大和川：設置間隔70m程度 <b>+避難通路内にも監視カメラ、<br/>停止・低速・渋滞等を自動検出する「突発事象検出システム」</b> )<br>【国】トンネル内全線及び坑口付近を監視できるものとする |
|        |                           |             |    |      |    |      |                                                                                                                                                  |

(注) ○(国基準と同等の設備を設置)、◎(国基準以上の設備を設置)



### 3.3 大和川線 トンネル非常用施設の概要(概況図)



火災検知器  
(50m毎)



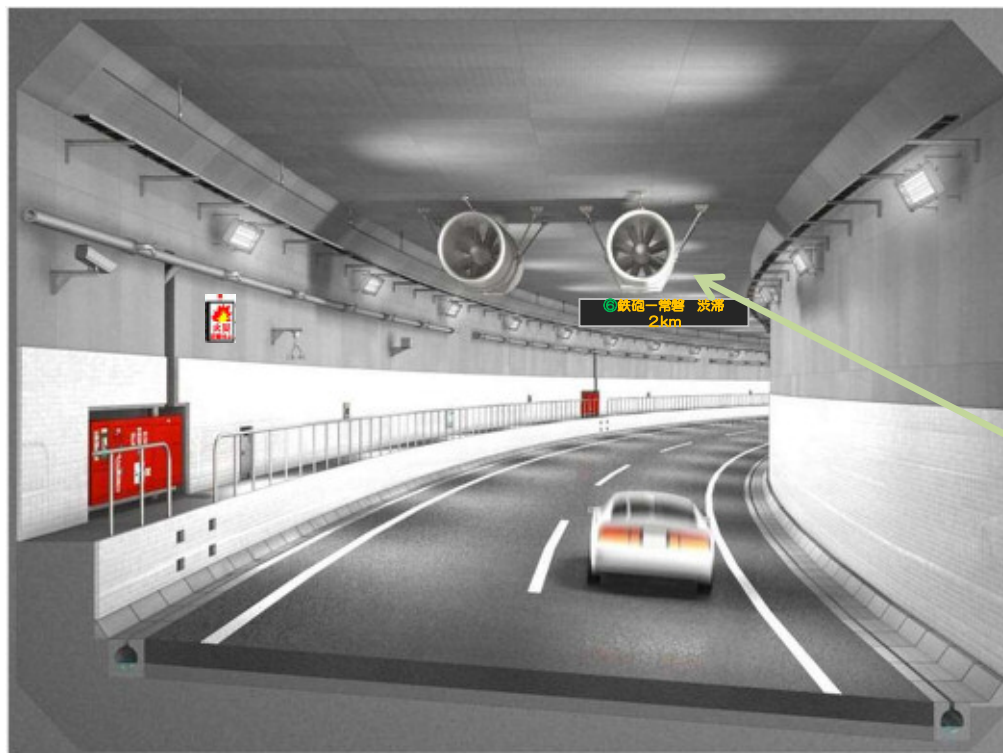
トンネル内警報板  
(非駐帯部、出口分岐部)



トンネル火災表示板  
(非駐帯中間部)



トンネル入口警報板



誘導表示板  
(50m毎)

排烟設備  
(ジェットファン)

非常電話  
(100m毎)

押しボタン式通報装置  
(50m毎)



消火器  
(50m毎)

消火栓  
(50m毎)

#### 設備区分

通報・警報設備

消火設備

避難誘導設備

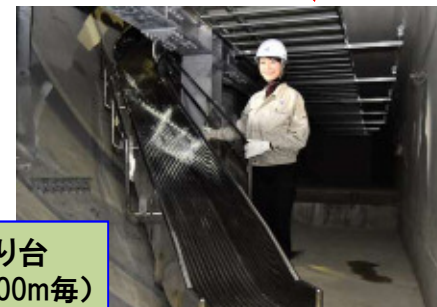
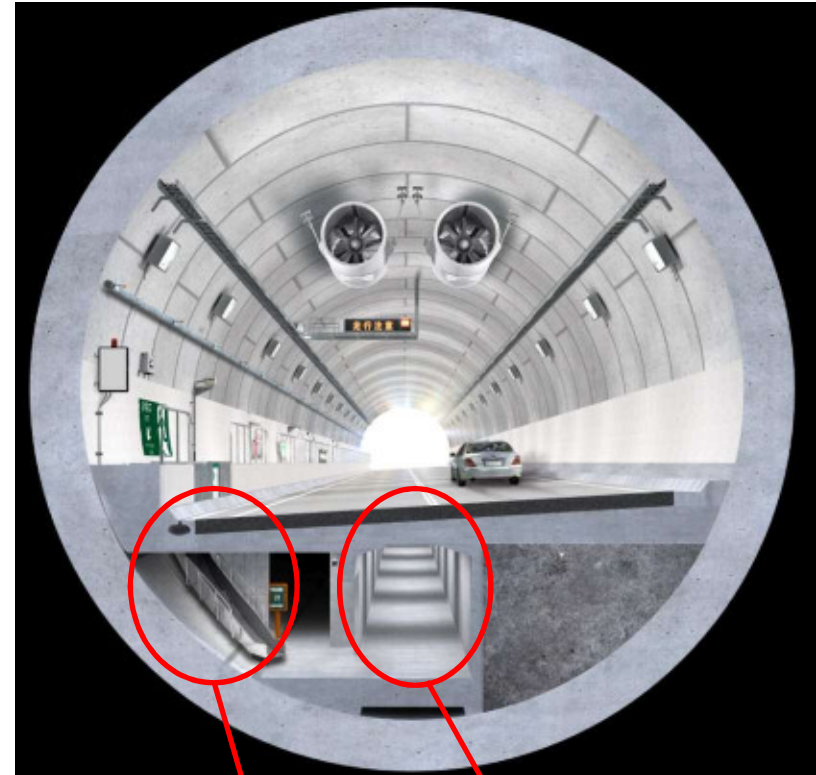
### 3.4 避難用施設の概要(概況図)

【開削トンネル】



避難階段  
(200~300m毎)

【シールドトンネル】



すべり台  
(200~300m毎)



路下避難通路

### 3.5 大和川線 トンネル防災体制

- 各種設備/組織人員の協働のもと、24時間・365日の防災体制。
- 必要に応じて、各出入口で車両流入規制・強制排出を実施し、被害拡大を抑制。

#### 情報収集



トンネル防災カメラ



火災検知器



押しボタン式  
通報装置

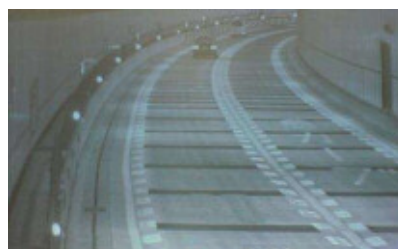
非常電話

交通管理隊等によるパトロール

#### 情報処理



監視制御装置(朝潮橋管理所)



突発事象検知システム

#### 情報提供・緊急対応



拡声放送設備



トンネル火災表示板

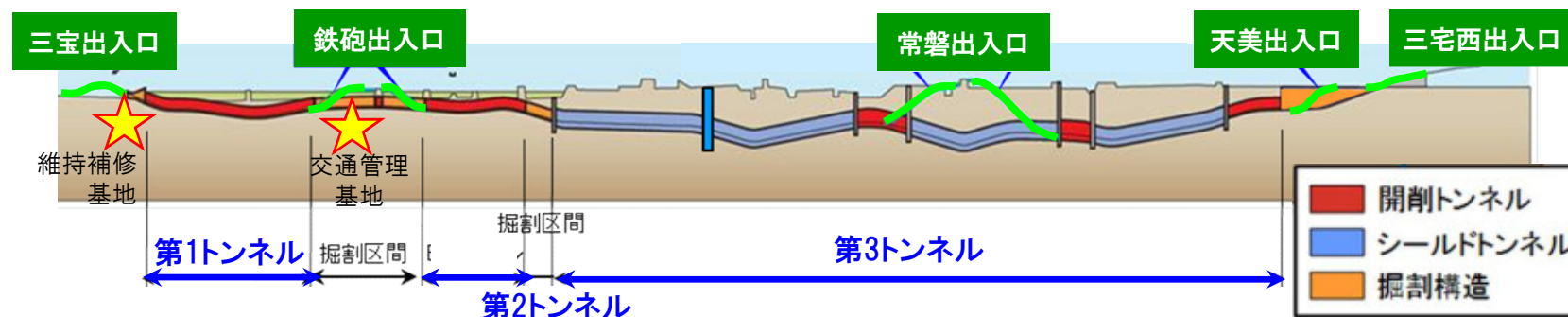


トンネル内警報板



トンネル入口警報板

交通管理隊、警察・消防への連絡



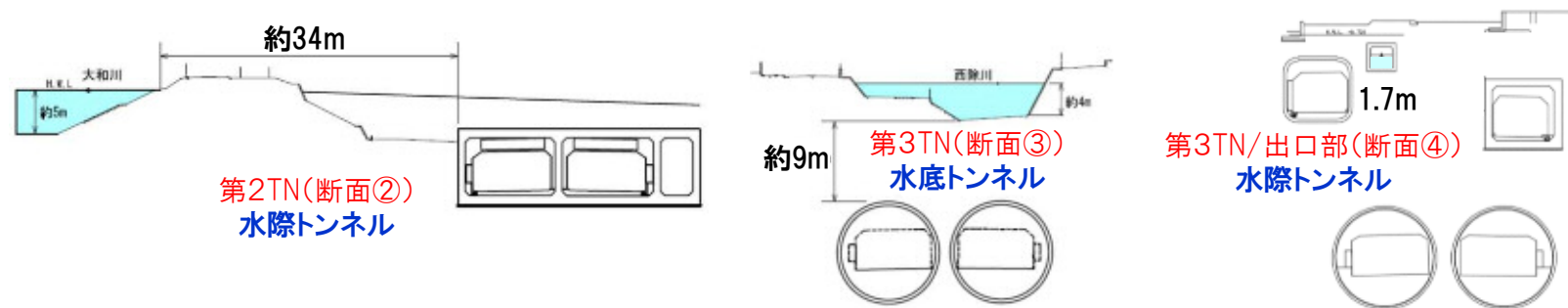


## 4.1 危険物積載車両通行規制等検討の考え方

大和川第2トンネル(約0.7km)は、一級河川大和川の左岸側を並行して通過しており当該区間の路面の高さが水面の高さ以下であるため、道路法施行規則第4条の9に規定される「水際トンネル」として通行規制等をおこなうことについて検討。

大和川第3トンネル(約4.9km)は、一級河川西除川の水底を通過しているため、道路法第46条第3項に規定される「水底トンネル」として通行規制等をおこなうことについて検討。

(常磐出口部は、西除川と近接・並行する「水際トンネル」として検討)



以下の項目①～③について検討をおこない、通行規制等の是非を判断。

(①②は、トンネル毎に照査条件(河川との離隔、道路構造等)が異なるため個々のトンネル毎に実施)  
(H28年度に供用済みの第1トンネルでは、「H28.9.21審議」の結果、通行規制をおこなっていない)

### 検討項目

- ①道路構造物及び河川堤防への影響
- ②トンネル内浸水時の避難性
- ③代替ルートの有無(当該トンネルが規制された場合)

## 4.2 検討の進め方

第2及び第3トンネルにおける3断面について、以下の検討をおこなったところ、  
「大和川線では危険物積載車両の通行規制はそぐわない」との結論に至った。

### 検討項目① 道路構造物及び河川堤防への影響

「爆発解析」により、爆発時の構造物への損傷傾向を把握し、構造物等が大きな影響を受けないことを確認。

### 検討項目② トンネル内浸水時の避難性

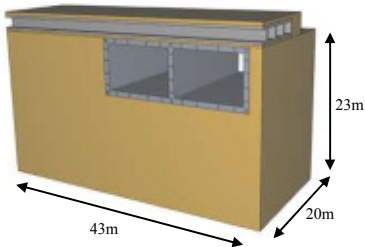
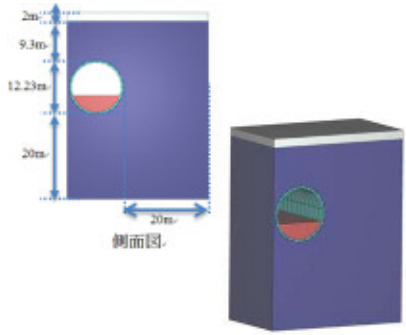
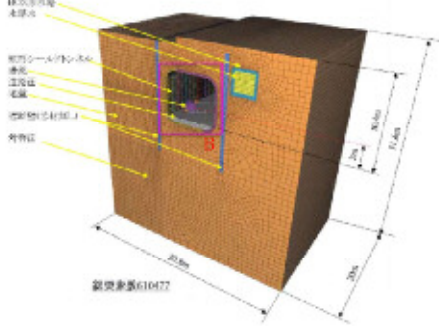
- 土壌中の間隙水の挙動を解析・予測する「2次元浸透流解析」により、路面が冠水するまでの時間(限界浸水時間)を算定するとともに、最も避難時間のかかるケースを想定したお客さまの避難時間を算定。
- 両者の比較することで、万一浸水した場合でも、冠水までに避難可能であることを確認。

### 検討項目③ 代替ルートの有無(当該トンネルが規制された場合)

当該トンネルが規制された場合、危険物積載車両が一般街路を代替ルートとして迂回し、混雑する住宅連担地を通過せざるを得ないため、社会的リスクが大きくなることを確認。

## 5-1. 道路構造物及び河川堤防への影響（検討項目①）

爆発時の構造物への損傷傾向を把握する為、「爆発解析」を実施。

|        | 第1トンネル                                                                                              | 第2トンネル                 | 第3トンネル                                                                                          |                                                                                                       |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | 断面①                                                                                                 | 断面②                    | 断面③                                                                                             | 断面④                                                                                                   |
| 河川との離隔 | 25m(水際)                                                                                             | 34m(水際)                | 9m(水底)                                                                                          | 1.7m(水際)                                                                                              |
| トンネル形式 | 開削トンネル<br>高8.6m×幅22.1m                                                                              | 開削トンネル<br>高8.6m×幅27.4m | シールドトンネル<br>外径12.3m                                                                             | シールドトンネル<br>矩形：高7.7m×幅8.2m                                                                            |
| トンネル部材 | 頂版:1,100mm<br>壁：800mm                                                                               | 頂版:1,000mm<br>壁：800mm  | 桁高:455mm<br>RCセグメント                                                                             | 桁高:400mm<br>六面鋼殻合成セグメント                                                                               |
| 解析モデル  |  <p>断面①の解析モデル</p> |                        |  <p>側面図</p> |  <p>断面④の解析モデル</p> |

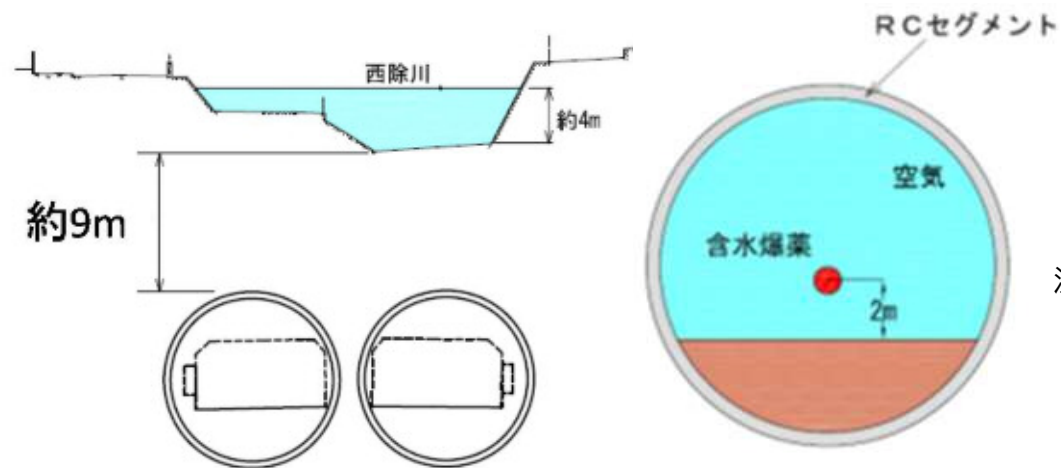
- ・FEM汎用衝撃解析コード「IMPETUS Afea Solver」による解析
  - ・雷管等と混載できる爆薬の法定最大量である2.25tの含水爆薬の爆発を想定(火薬類の運搬に関する内閣府令第14条)
  - ・構造物の鉄筋・コンクリート等の物性値は、それぞれの設計値から設定
  - ・鉄筋、鋼鉄は塑性ひずみ18%超で破断と評価 (JIS G 3112, JIS G 3106)
  - ・側圧下のコンクリートは 塑性ひずみ3%超で破壊状態と評価(J.G.McGregor: Reinforced Concrete (3rd ed.), Prentice Hall, 1997)
- (防衛大学:「高速載荷を受けるコンクリート供試体の破壊挙動解析」第32回土木学会関東支部)



## 5-2. 道路構造物及び河川堤防への影響 (検討項目①)

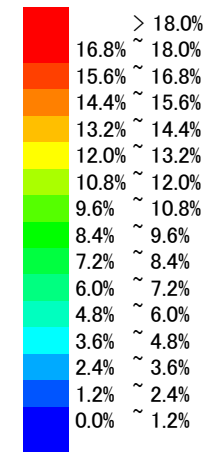
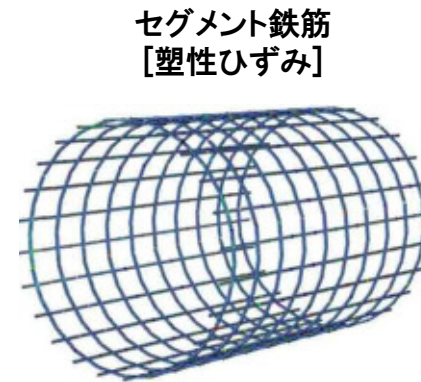
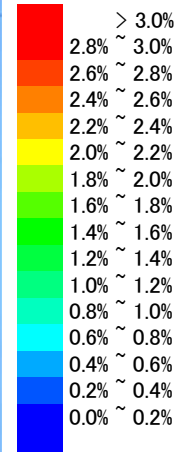
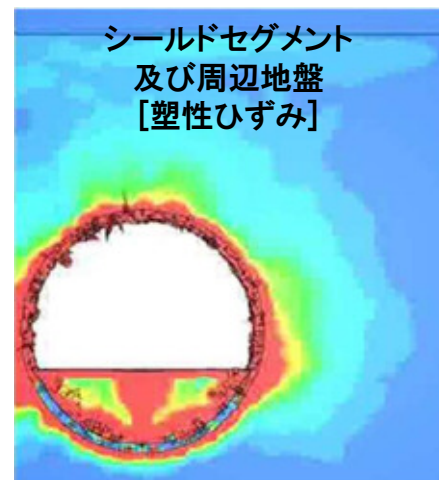
第2・第3トンネルの代表断面(トンネルと河川が最も近接する断面)について「爆発解析」をおこなった結果、いずれの断面においても**構造物等には大きな影響を受けない**。

### 【第3トンネル・断面③についての「爆発解析」】



注)爆薬量は法令で定められた最大値2.25tと設定

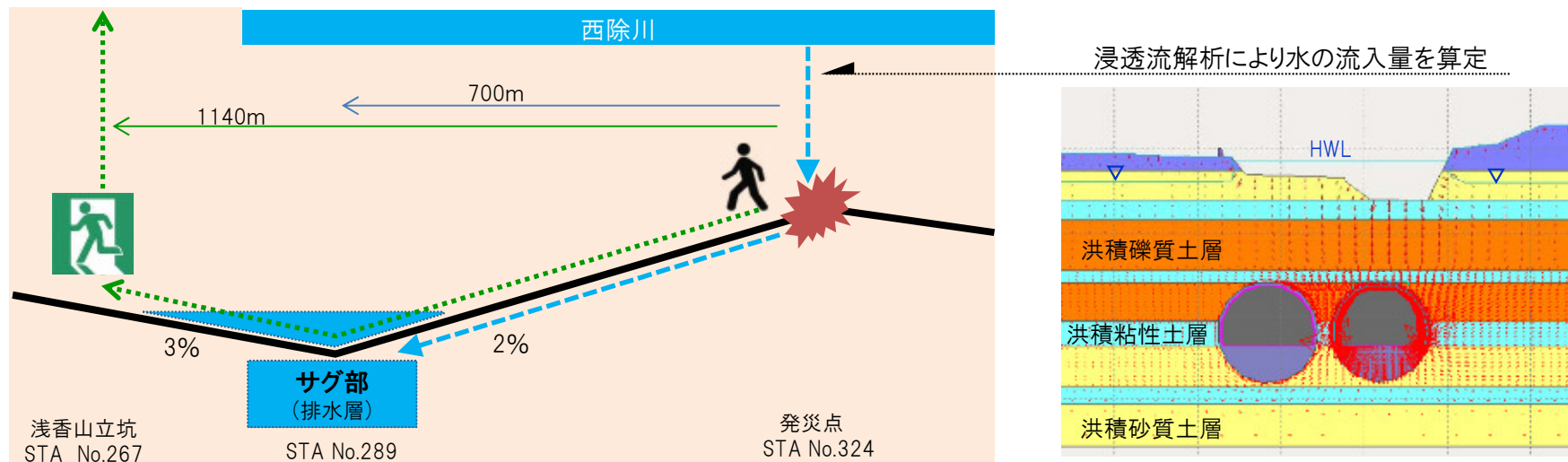
〔 H26.7に実施した輸送実態調査結果では  
爆薬量 1～2tで輸送 〕



## 6-1. 浸水時の避難の避難性 (検討項目②)

爆発解析の代表断面における万一の浸水を想定し、路面が冠水するまでの時間(限界浸水時間)と、お客さまの避難時間(最も避難時間のかかるケース)を算定・比較した結果、いずれの断面においても**冠水までに避難可能**。

### 【第3トンネル・断面③についての「限界浸水時間の算定」と「避難時間の算定」】



|                          |            |
|--------------------------|------------|
| 発災後の浸水時間(t1)             | 0分         |
| 浸水がサグ点に到達する時間(t2)        | 6.7分       |
| サグ点の水位が0.3mに達する時間(t3)    | 65分        |
| <b>限界浸水時間 (t1+t2+t3)</b> | <b>72分</b> |

※ t3の算定には、排水層(155m)への貯留時間を考慮し、ポンプ排水量は考慮しない

|                        |            |
|------------------------|------------|
| 発災を確認するまでの時間 T1        | 2分         |
| 大型バスからの降車時間 T2         | 2分         |
| 非常口までの歩行時間 T3          | 19分        |
| <b>避難時間 (T1+T2+T3)</b> | <b>23分</b> |

※ 避難経路は、発災点から滞水箇所(サグ部)を通過して地上への非常口に至るルートを想定

>

## 6-2. 浸水時の避難の避難性 (検討項目②)

爆発解析の代表断面における万一の浸水を想定し、路面が冠水するまでの時間（限界浸水時間）と、お客さまの避難時間（最も避難時間のかかるケース※）を算定比較した結果、いずれの断面においても**冠水までに避難可能**。

| 項目                        |    | 算定時間(分)               |               |           |           |
|---------------------------|----|-----------------------|---------------|-----------|-----------|
|                           |    | 【参考】<br>第1トンネル<br>断面① | 第2トンネル<br>断面② | 第3トンネル    |           |
|                           |    |                       |               | 断面③       | 断面④       |
| 発災後の浸水時間                  | t1 | 0                     | 0             | 0         | 0         |
| 浸水がサグ点に到達する時間             | t2 | 0.2                   | 3.1           | 6.7       | 2.7       |
| サグ点の水位が0.3mに達する時間         | t3 | 315                   | 308           | 65        | 62        |
| <b>限界浸水時間(t1+t2+t3) ※</b> |    | <b>316</b>            | <b>312</b>    | <b>72</b> | <b>65</b> |

|                        |    |          |          |           |          |
|------------------------|----|----------|----------|-----------|----------|
| 発災を確認するまでの時間           | T1 | 2        |          |           |          |
| 大型バスからの降車時間            | T2 | 2        |          |           |          |
| 非常口までの歩行時間             | T3 | 3        | 4.7      | 19        | —        |
| <b>避難時間 (T1+T2+T3)</b> |    | <b>7</b> | <b>9</b> | <b>23</b> | <b>—</b> |

※) 火災時の避難安全性検証においては、最寄りの非常口から避難を想定して、発災から概ね6分以内に避難できることを確認

## 7-1. 代替ルートの有無(当該トンネルが規制された場合)(検討項目③)

- ・当該トンネルを通行規制し一般道路に迂回させる場合、混雑する住宅混在地域を通行せざるを得ず、リスクが高くなる。(大和川線の都市計画は、危険物積載車両の通行を可能とする周辺自治体等の期待のもと決定されており、経済界からも期待されている)



※ 並行する一般道路では、センサス旅行速度が低い区間があり混雑している状況。

※ 大和川線の整備により、並行する一般道路の交通が大和川線に転換し、混雑を緩和。



## 7-2. 代替ルートの有無(当該トンネルが規制された場合)

当該トンネルを通行規制し高速道路に迂回させる場合においても、都心部を迂回する環状道路が整備途上であり、代替ルートに乏しい。

整備途上の大阪都市再生環状道路



都心部混雑状況と大和川線開通時のルート選択



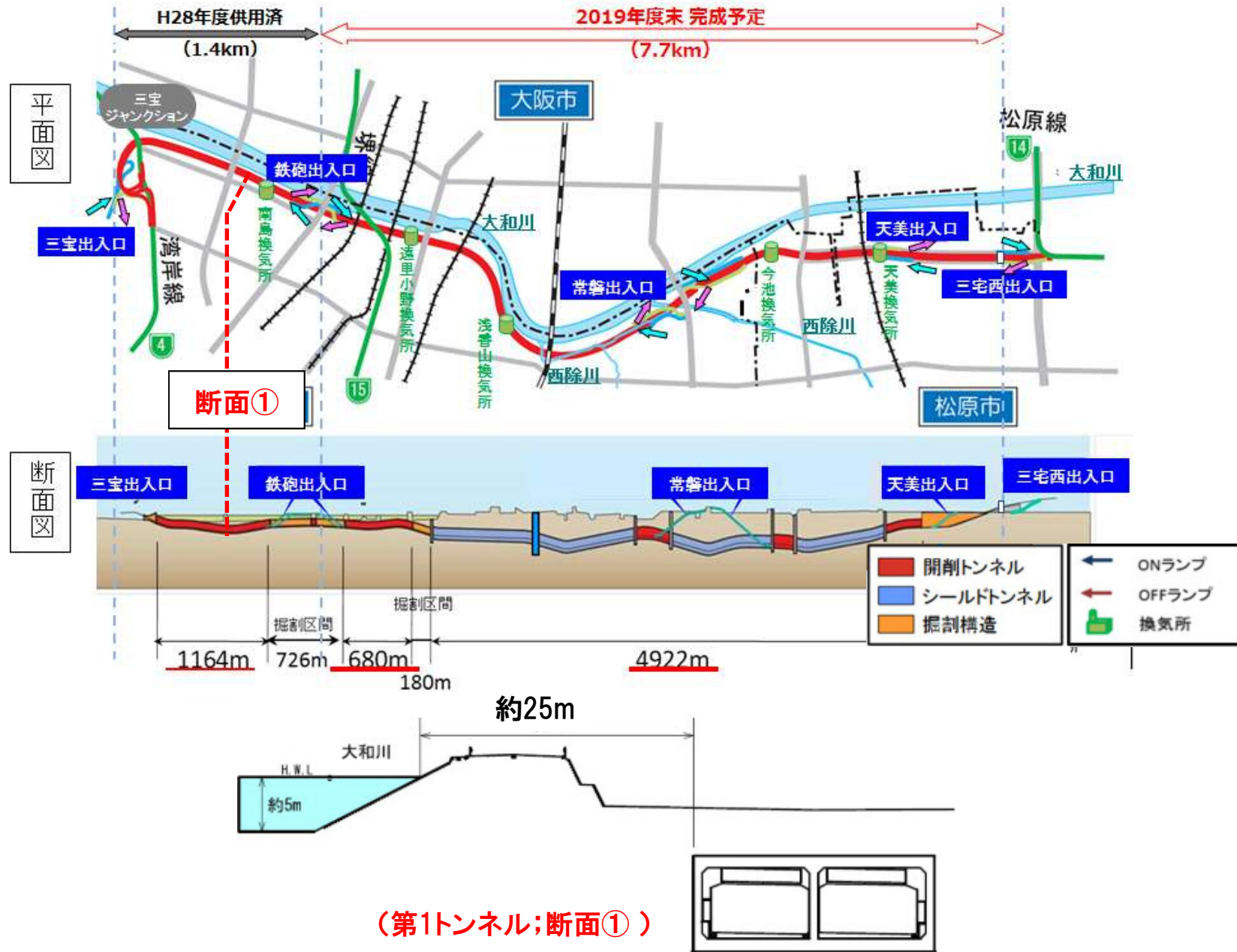
- ・現状の高速道路の代替路としては、環状線を中心としたルートとなるが、渋滞が慢性化している。
- ・大和川線の整備により、都心部の渋滞区間の迂回ルートとなり、都心部の渋滞を緩和。



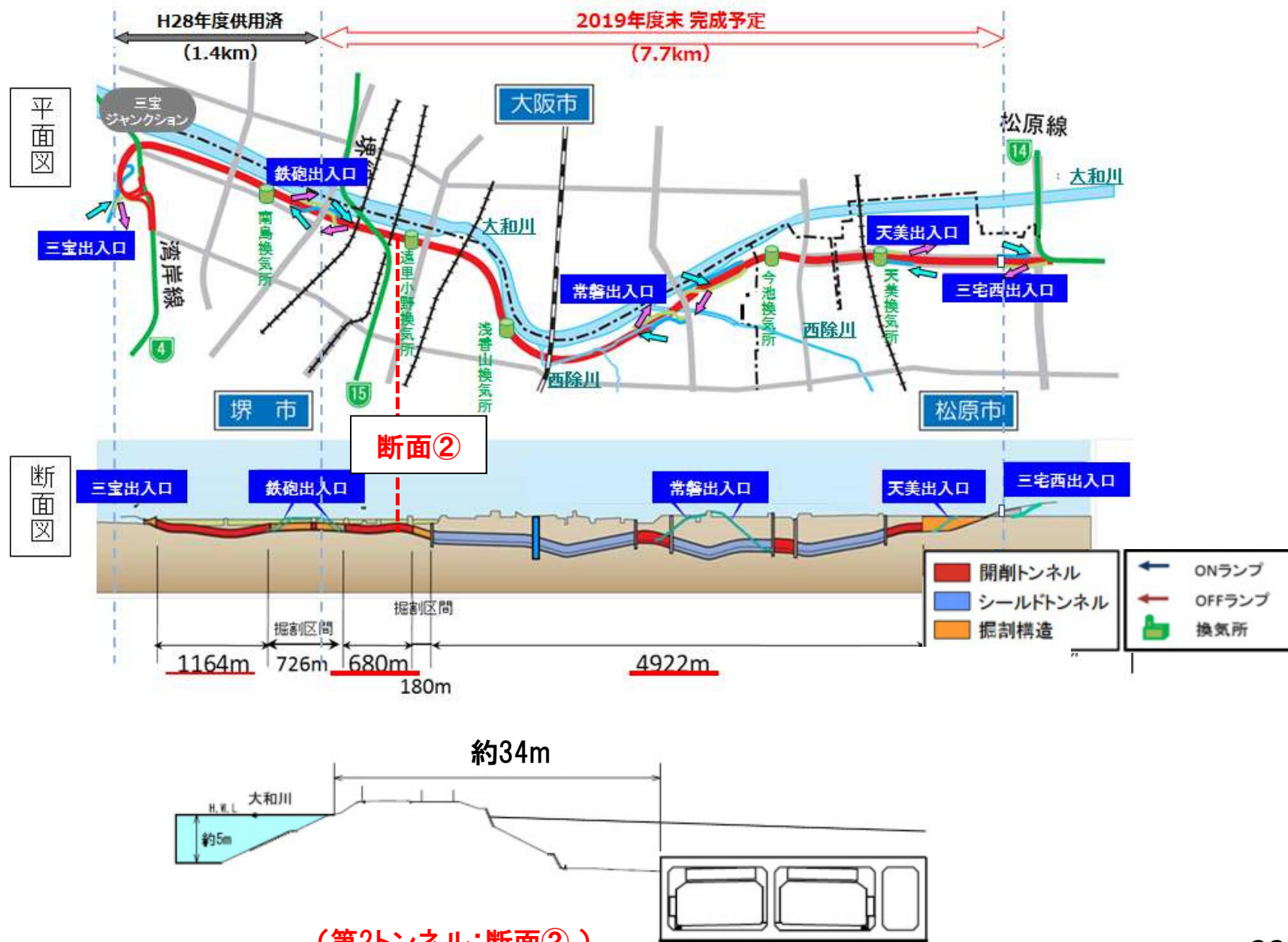
## 参考資料

1. 検討対象断面 … P21  
（断面①～④）（西除川の河川特性など）
2. 道路構造物および河川堤防への影響 … P25  
（爆発解析）
3. トンネル内浸水時の避難性 … P29  
（浸透流解析）（避難時間算定）
4. 類似トンネルの事例 … P35

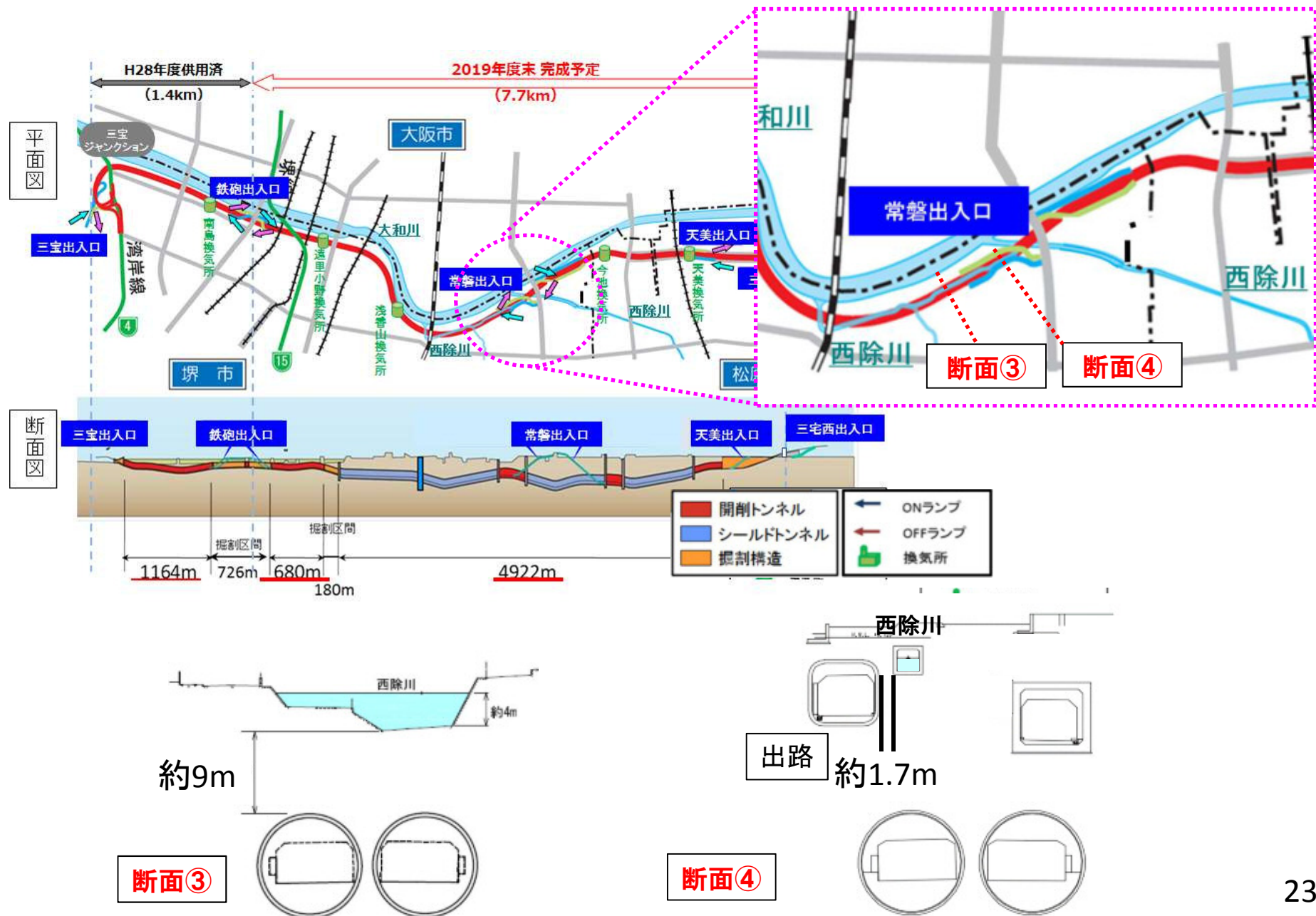
## 1-1. 検討対象断面： 第1トンネル 断面①【審議済】



## 1-2. 検討対象断面： 第2トンネル 断面②【今回審議】



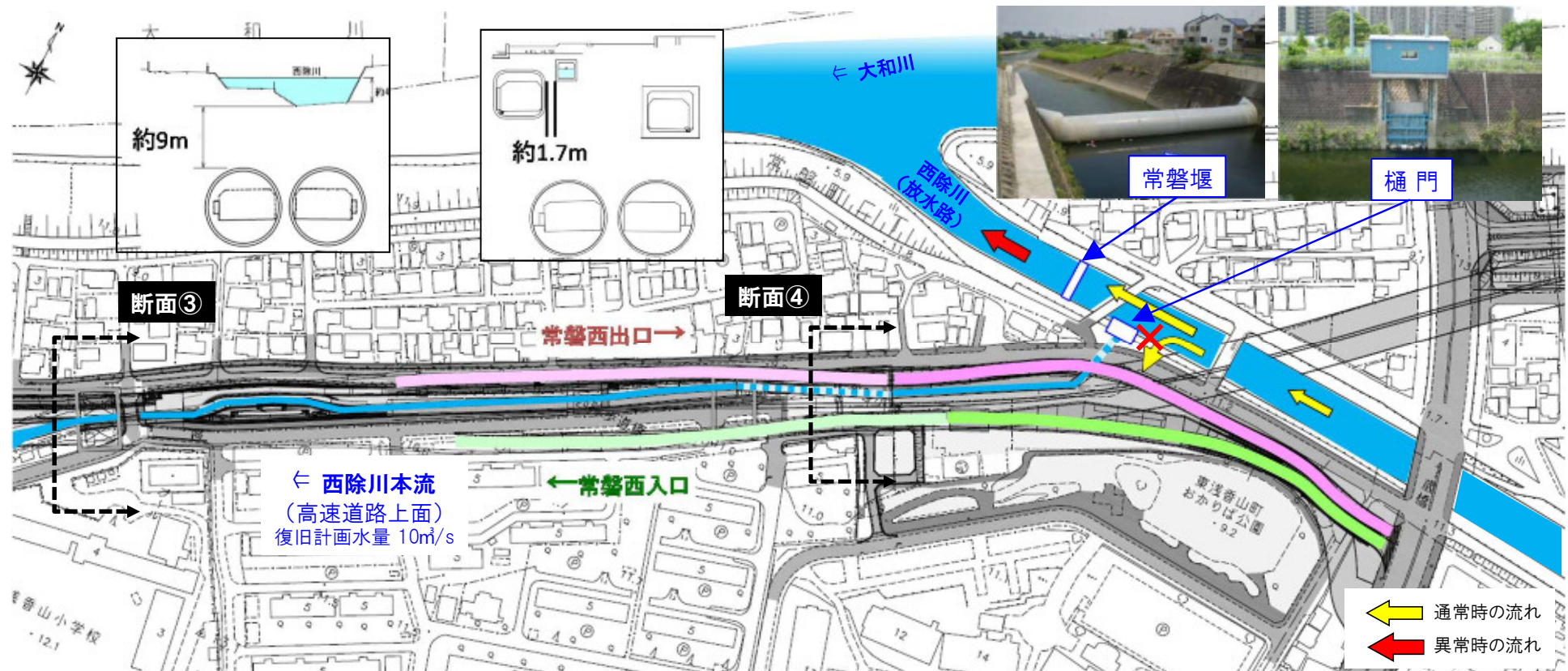
# 1-3. 検討対象断面： 第3トンネル 断面③・④【今回審議】





## 1-4. 西除川の河川特性など

- 西除川の増水時(常磐堰:氾濫注意水位相当)には、樋門が閉鎖(常磐堰が倒伏)されるため、高速道路上面部への流入はなくなる※
- 大和川の増水時(氾濫危険水位)には、高速道路(大和川線)が通行止めとなる※※
- 常時においても、高速道路トンネル内への浸水が懸念されるような有事の際は、樋門を閉鎖し、高速道路上面への流入を止める制御が可能

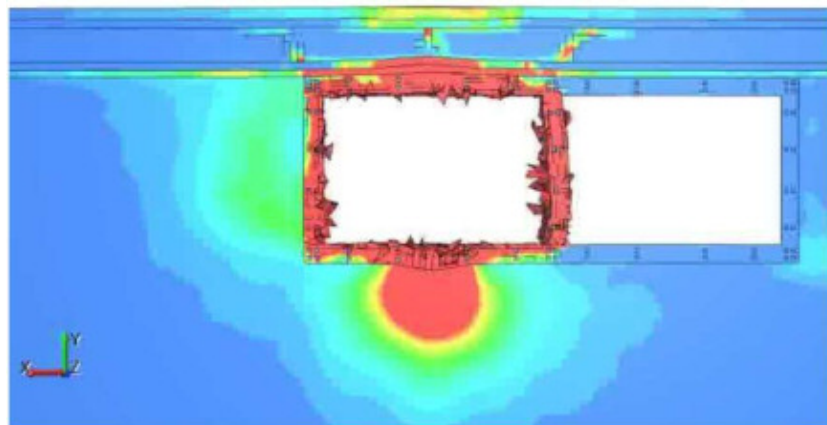


※ 西除川管理者(大阪府富田林土木事務所)水防等非常勤務要領

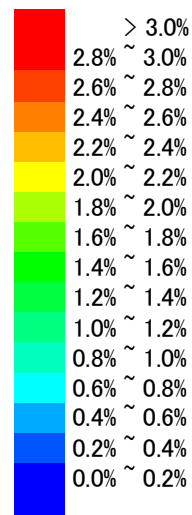
※※ 阪神高速道路(株)「河川水位上昇に伴う地下トンネル部の通行規制」(社内通知)

## 2-1. 爆発解析(第1トンネル/断面①) 【審議済】

コンクリート及び周辺地盤



時刻0.02秒での塑性ひずみ分布



断面①の解析結果

○コンクリートは損傷するものの、鉄筋は数本が破断ひずみを超過のみ。

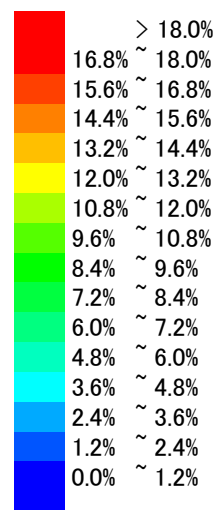
○トンネル構造は損傷するが、崩壊にまで至ることはない。

○河川堤防(周辺地盤)への影響も限定的

鉄筋

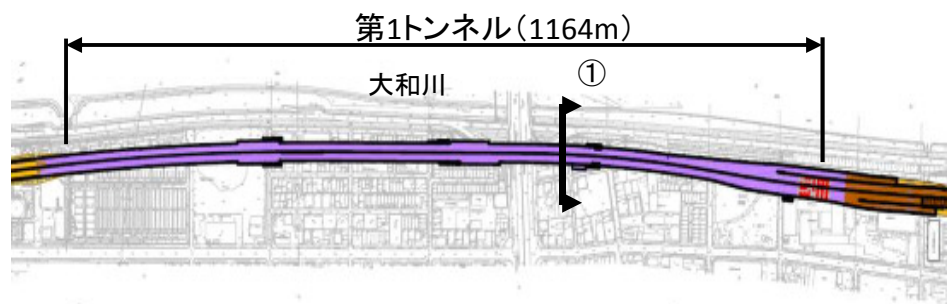


時刻0.02秒での鉄筋の伸び分布

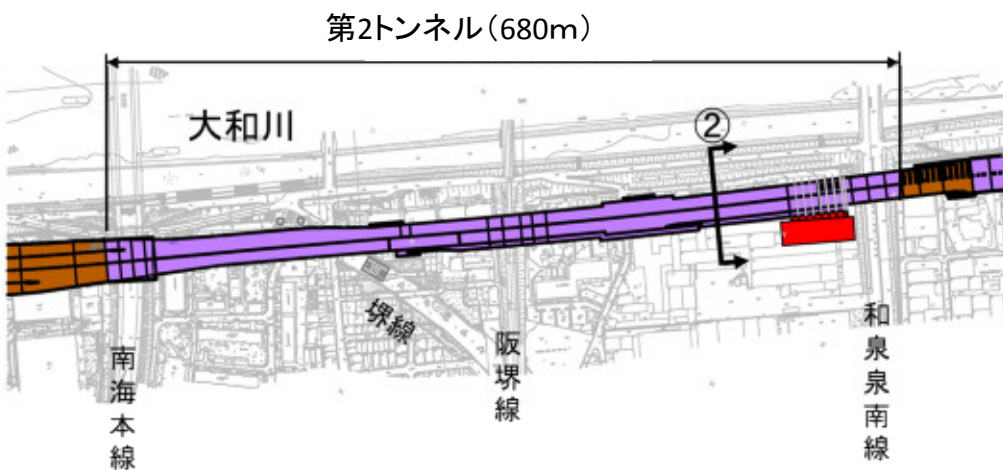
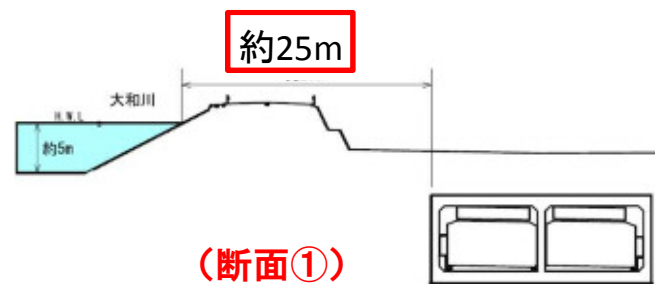


## 2-2. 爆発解析(第2トンネル/断面②)【今回審議】

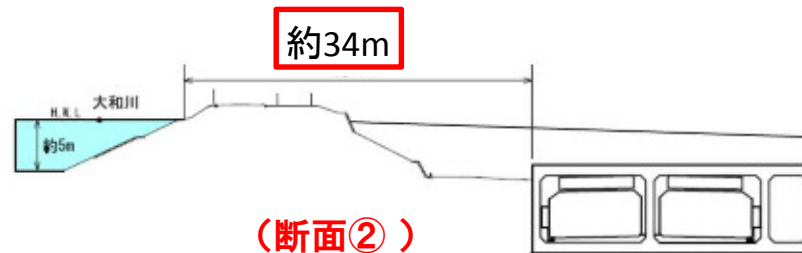
第1トンネルと同構造であり、河川との離隔が大きいいため、第2トンネルについての爆発解析(構造物損傷程度)は、第1トンネルの検討結果で評価。



①第1トンネル最近接部



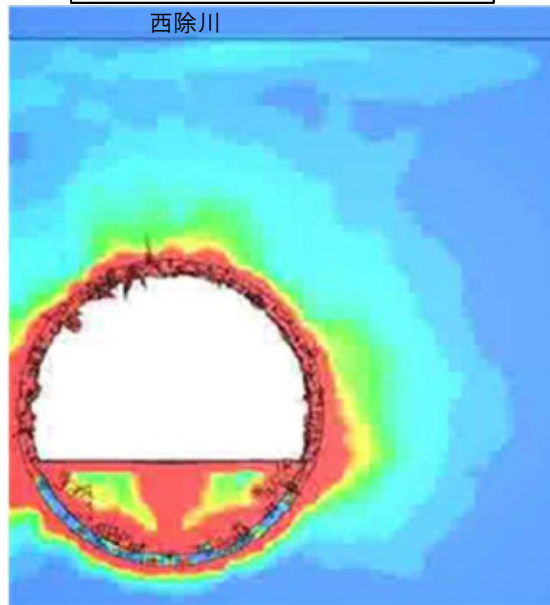
②第2トンネル最近接部



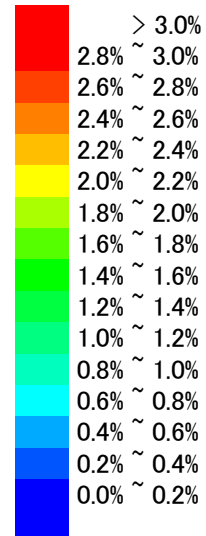


## 2-3. 爆発解析(第3トンネル/断面③)【今回審議】

セグメント及び周辺地盤



時刻0.02秒での塑性ひずみ分布



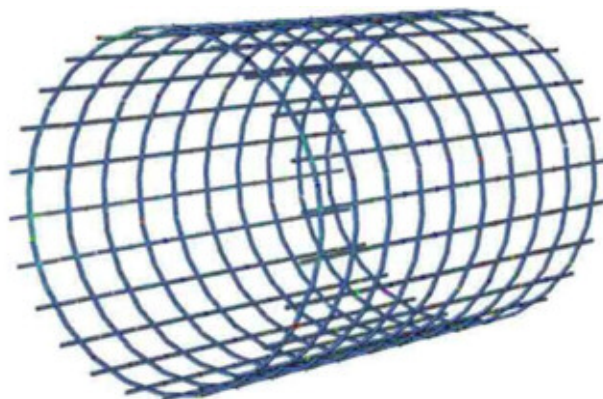
断面③の解析結果

○セグメントのコンクリートは損傷するものの、鉄筋は破断ひずみに達していない。

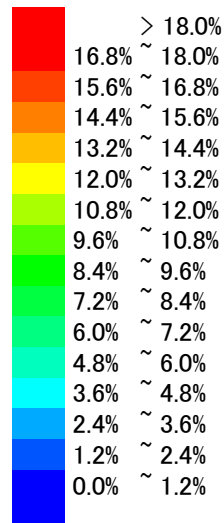
○トンネル構造は損傷するが、崩壊にまで至ることはない。

○周辺地山への影響も限定的。

鉄筋



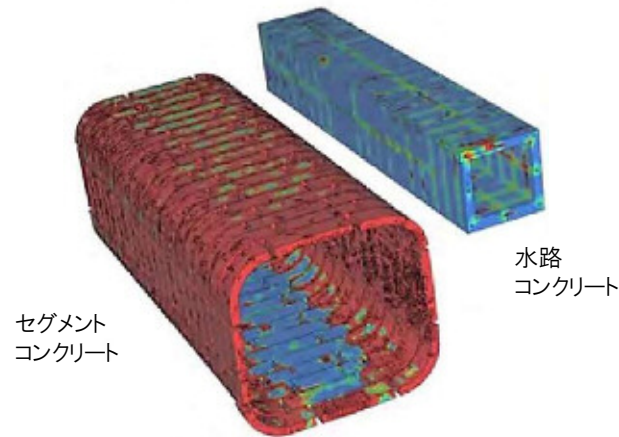
時刻0.02秒での鉄筋の塑性ひずみ分布



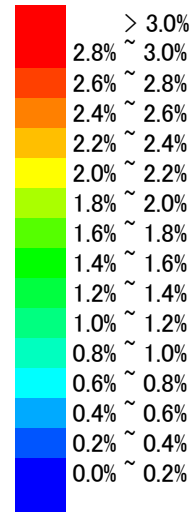


## 2-4. 爆発解析(第3トンネル/断面④)【今回審議】

### セグメント中詰コンクリートおよび水路コンクリート



時刻0.02秒での塑性ひずみ分布



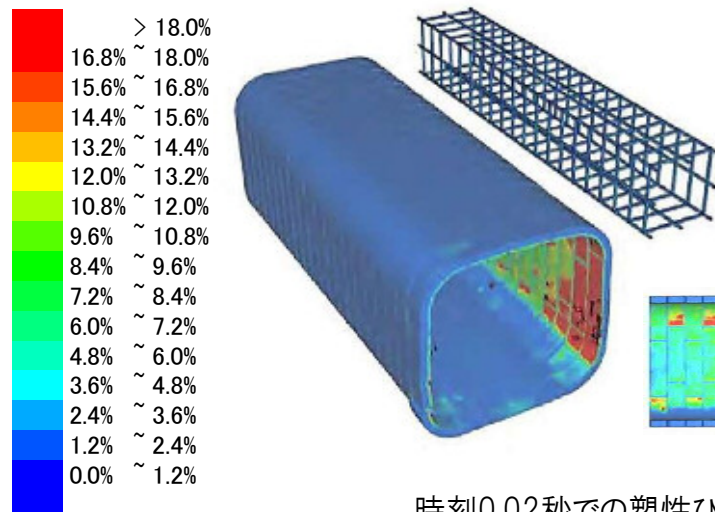
### 断面④の解析結果

○セグメント中詰コンクリートは損傷するものの、鋼殻鋼板は内面の爆心近傍を除き破断ひずみに達していない。

○構造物は損傷するが、崩壊にまで至ることはない。

○水路への影響も限定的。

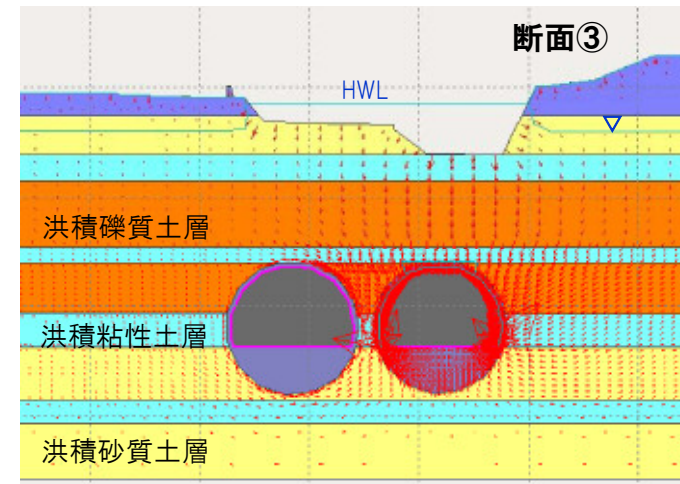
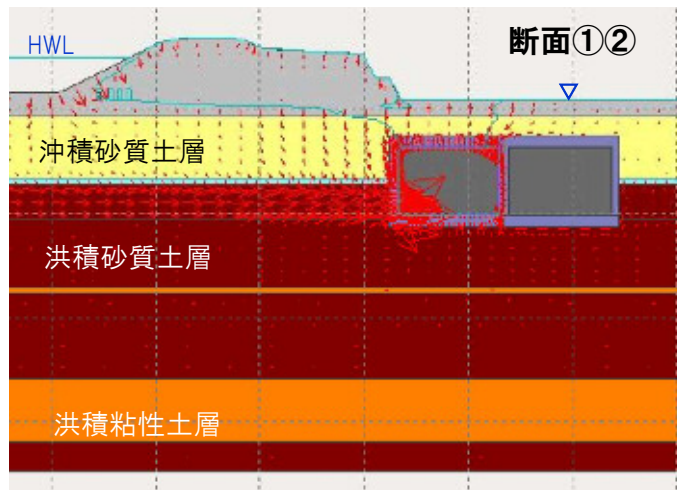
### セグメント鋼殻鋼板および水路鉄筋



時刻0.02秒での塑性ひずみ分布

### 3-1. トンネル内浸水時の避難性(2次元浸透流解析)

トンネル内への浸水の程度を「2次元浸透流解析」によって算定。



|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 解析条件 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ボーリング結果に基づき、土質に応じた透水係数を設定</li> <li>・損傷したトンネル壁を周辺土層相当、粘性土層を砂質土層として設定</li> <li>・大和川・西除川は水位はHWLとし、地表面に10mm/hの降雨を与える</li> <li>・発災地点からトンネル縦断方向100mの範囲からの浸水量を想定</li> </ul>                                                                                |
| その他  | <p>発災後、サグ点で路面から0.3m浸水※するまでの時間を「<b>限界浸水時間</b>」とし、<br/> <b>限界浸水時間</b>=<math>t1+t2+t3</math> として算出。</p> <p> <math>t1</math>= 発災から浸水開始までの時間（0秒とする）<br/> <math>t2</math>= 浸水開始後、浸水がサグ点に到達する時間<br/> <math>t3</math>= サグ点の水位が0.3mに達するまでの時間         </p> <p>※行動限界水深(国土交通省 地下空間における浸水対策ガイドラインより)</p> |

## 3-2. トンネル内浸水時の避難性(避難時間の算定)

爆発解析の結果では、事象発生時に河川から浸水する可能性は低いものの、水の流入を仮定(土留を無視)し、限界浸水時間と、避難可能時間を比較し、避難可能かどうかを検証。

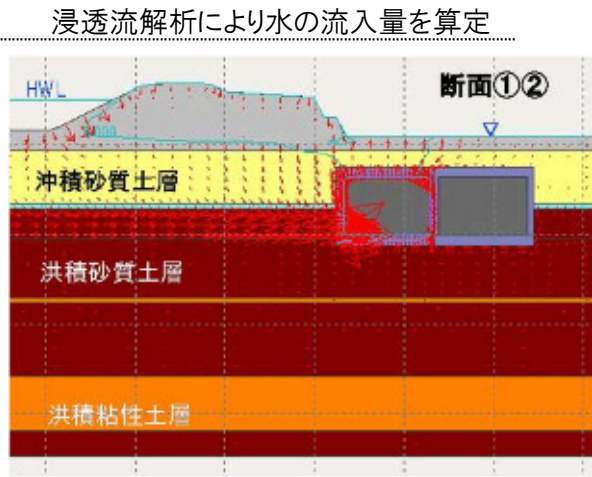
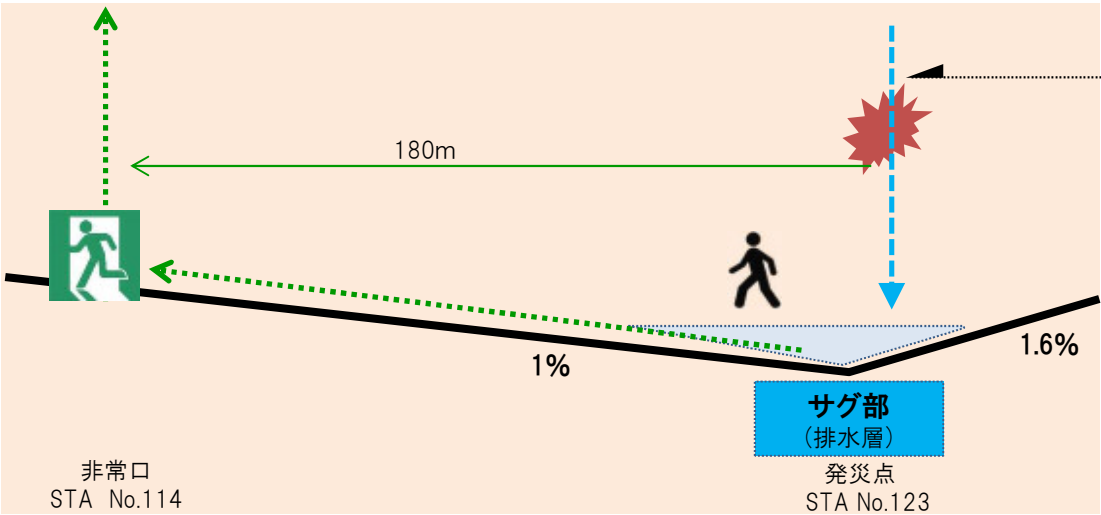
| 項目                     |    | 算定時間(分)     |          |           |          |
|------------------------|----|-------------|----------|-----------|----------|
|                        |    | 断面①<br>【参考】 | 断面②      | 断面③       | 断面④      |
| 発災を確認するまでの時間           | T1 | 2           |          |           |          |
| 大型バスからの降車時間            | T2 | 2           |          |           |          |
| 非常口までの歩行時間             | T3 | 3           | 4.7      | 19        | —        |
| <b>避難時間 (T1+T2+T3)</b> |    | <b>7</b>    | <b>9</b> | <b>23</b> | <b>—</b> |

|      |                                                                                                        |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 検討条件 | 防災・安全検討における排煙シミュレーションを参照し、以下のとおり設定<br>・歩行速度:1.0m/sとする<br>・発災を確認するまでの時間:2分とする<br>・大型バスからの降車時間:2分とする     |
| その他  | 避難ルートは、以下の考え方で、避難上危険となるルートを設定<br>・サグを通過する<br>・発災地点を避難開始点とし、発災地点を通過しない<br>・地上へ繋がる非常階段の入口に到達した時点で避難完了とする |

### 3-3. 浸水時の避難時間の算定（第1トンネル/断面①）【審議済】

発災地点（この場合はサグ部と一致）近傍から西方の非常出口へ向かう場合を想定し、避難想定時間とサグ部に滞水する時間を比較し、避難の安全性を確認。

#### 【第1トンネル・断面①についての「限界浸水時間の算定」と「避難時間の算定」】



|                         |             |
|-------------------------|-------------|
| 発災後の浸水時間(t1)            | 0分          |
| 浸水がサグ点に到達する時間(t2)       | 0.2分        |
| サグ点の水位が0.3mに達する時間(t3)   | 315分        |
| <b>限界浸水時間(t1+t2+t3)</b> | <b>316分</b> |

|                        |           |
|------------------------|-----------|
| 火災を確認するまでの時間 T1        | 2分        |
| 大型バスからの降車時間 T2         | 2分        |
| 非常口までの歩行時間 T3          | 3分        |
| <b>避難時間 (T1+T2+T3)</b> | <b>7分</b> |

>

※ t3の算定には、排水層(779m<sup>3</sup>)への貯留時間を考慮し、ポンプ排水量は考慮しない

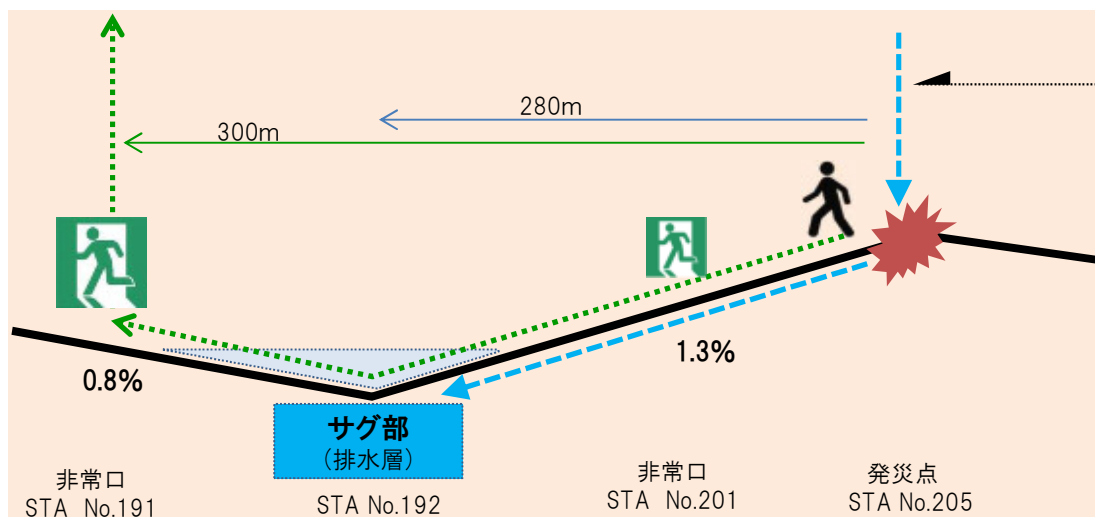
※ 避難経路は、発災点から滞水箇所(サグ部)を通過して地上への非常口に至るルートを想定



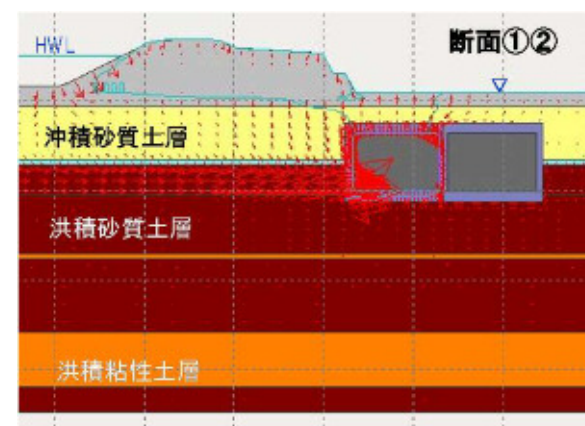
### 3-4. 浸水時の避難時間の算定(第2トンネル/断面②)【今回審議】

発災地点からサグ部を通過し、その先の最寄非常口から避難する場合をし、想定避難時間とサグ部に滞水する時間を比較し、避難の安全性を確認。

#### 【第2トンネル・断面②についての「限界浸水時間の算定」と「避難時間の算定」】



浸透流解析により水の流入量を算定



|                         |             |
|-------------------------|-------------|
| 発災後の浸水時間(t1)            | 0分          |
| 浸水がサグ点に到達する時間(t2)       | 3.1分        |
| サグ点の水位が0.3mに達する時間(t3)   | 308分        |
| <b>限界浸水時間(t1+t2+t3)</b> | <b>312分</b> |

※ t3の算定には、排水層(735m<sup>3</sup>)への貯留時間を考慮し、ポンプ排水量は考慮しない

|                        |           |
|------------------------|-----------|
| 火災を確認するまでの時間 T1        | 2分        |
| 大型バスからの降車時間 T2         | 2分        |
| 非常口までの歩行時間 T3          | 4.7分      |
| <b>避難時間 (T1+T2+T3)</b> | <b>9分</b> |

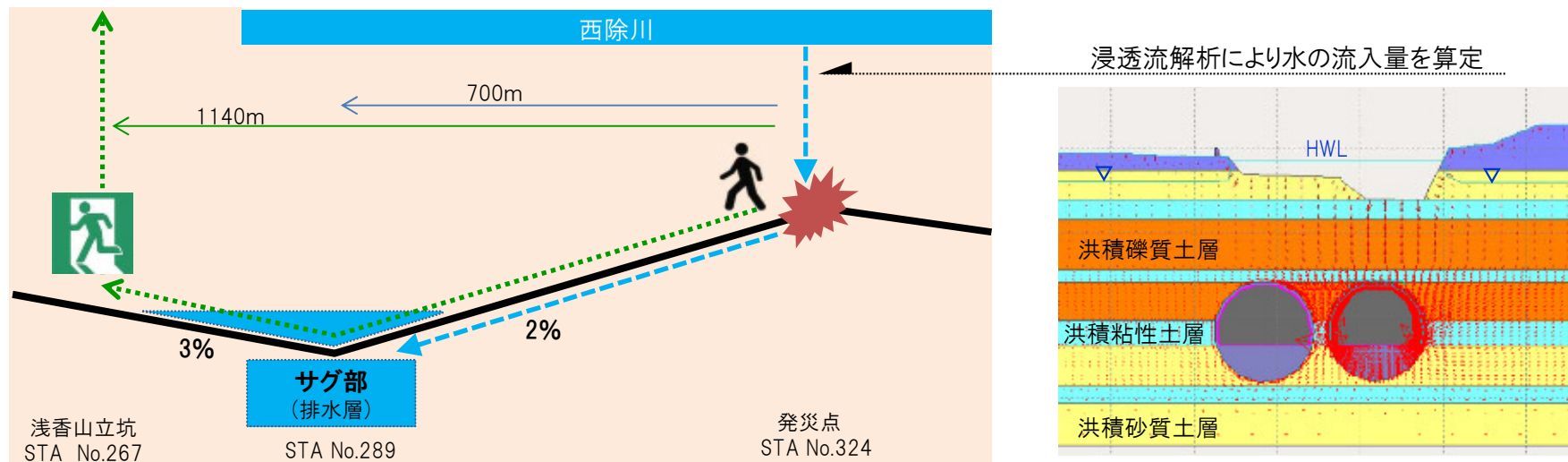
※ 避難経路は、発災点から滞水箇所(サグ部)を通過して地上への非常口に至るルートを想定

>

### 3-5. 浸水時の避難時間の算定(第3トンネル/断面③)【今回審議】

発災地点からサグ部を通過し、その先の最寄非常口から避難する場合をし、想定避難時間とサグ部に滞水する時間を比較し、避難の安全性を確認。

#### 【第3トンネル・断面③についての「限界浸水時間の算定」と「避難時間の算定」】



|                          |            |
|--------------------------|------------|
| 発災後の浸水時間(t1)             | 0分         |
| 浸水がサグ点に到達する時間(t2)        | 6.7分       |
| サグ点の水位が0.3mに達する時間(t3)    | 65分        |
| <b>限界浸水時間 (t1+t2+t3)</b> | <b>72分</b> |

※ t3の算定には、排水層(155m)への貯留時間を考慮し、ポンプ排水量は考慮しない

|                        |            |
|------------------------|------------|
| 発災を確認するまでの時間 T1        | 2分         |
| 大型バスからの降車時間 T2         | 2分         |
| 非常口までの歩行時間 T3          | 19分        |
| <b>避難時間 (T1+T2+T3)</b> | <b>23分</b> |

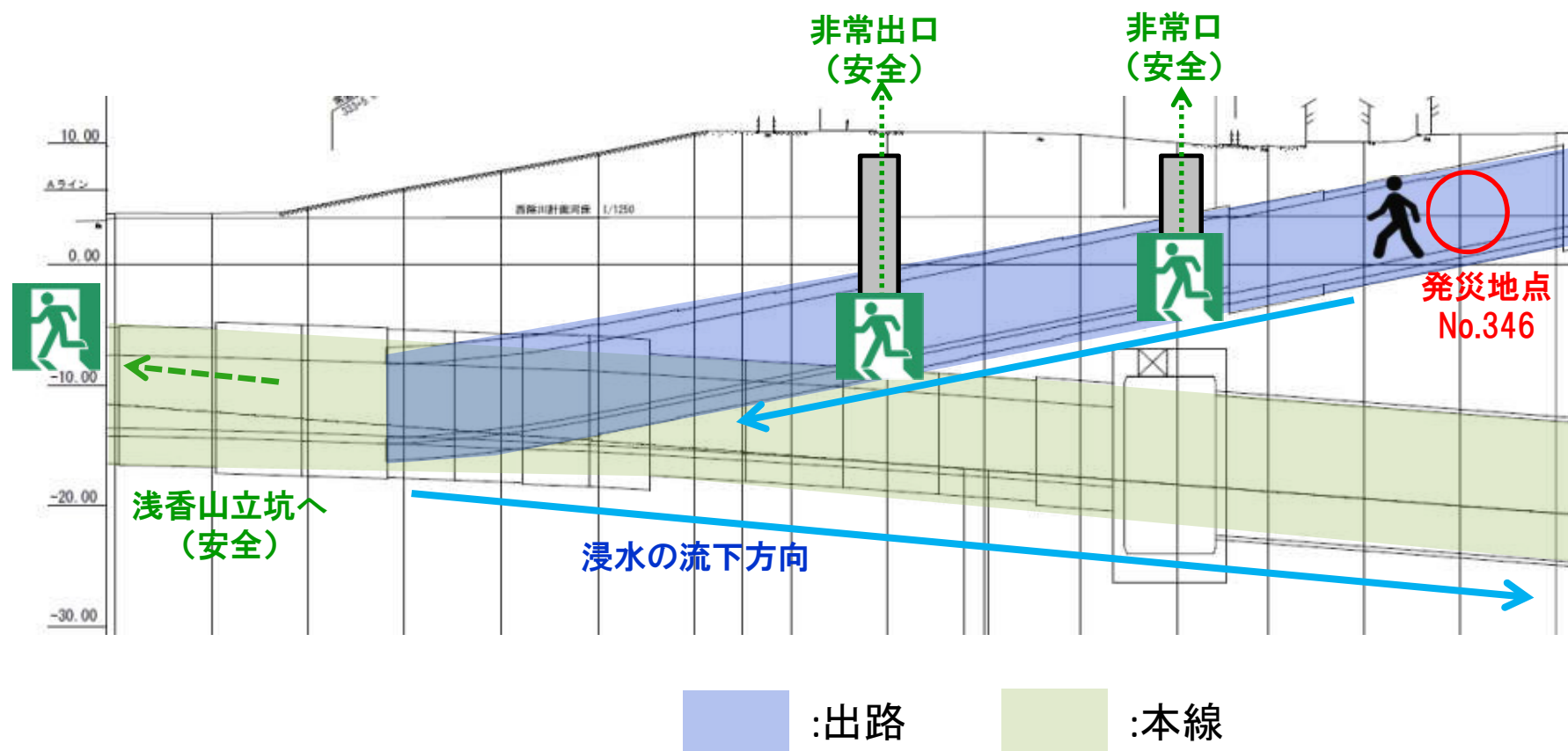
※ 避難経路は、発災点から滞水箇所(サグ部)を通過して地上への非常口に至るルートを想定

>

### 3-6. 浸水時の避難時間算定（第3トンネル/断面④）【今回審議】

発災地点からの避難時に、浸水箇所（サグ部）に至る手前に複数の安全な避難経路があるため、安全避難が可能と考えられる。

（出路内の非常出口から避難）（本線に入った場合、浅香山立坑方面への避難）





## 4. 類似トンネルの事例

大和川線・第1トンネル(1,164m : H29年1月開通)においては、H28年9月審議を経て、危険物積載車両の通行規制をおこなっていない。

