

庄戸トンネル検討会

第 2 回 検討会

資 料

平成 2 1 年 4 月 1 4 日

東日本高速道路株式会社 関東支社 横浜工事事務所

株式会社ネクスコ東日本エンジニアリング

目 次

1 . 全体概要および検討会の目的	1
2 . 検討フロー	2
3 . 前回議事要旨の確認	3
4 . 検討内容	4
1 . 検討状況の再整理	
(1) 地盤状況の確認	5
(2) 地形状況の確認	8
(3) 縦断線形の確認	9
2 . 庄戸トンネル施工方法検討	
(1) トンネルの概要	16
(2) 分合流区間の非開削トンネル施工法案	18
(3) 低土被り区間の非開削・開削施工法案	23
(4) F E M解析断面の選定	25

1. 全体概要および検討会の目的

(1) 概要

横浜環状南線は、横浜の都心部から半径約10km～15kmに位置する「横浜環状道路」の一部であり、横浜市内の交通混雑の緩和をはかるとともに、横浜市郊外間の連絡を容易にする役割を担っている。

また、東京の都心から半径およそ40km～60kmに位置する総延長約300kmに及ぶ「圏央道」の一部でもあり、首都圏全体の渋滞を緩和し、活性化を促すものと期待されている。

当路線は、横浜横須賀道路の釜利谷ジャンクション（以下：JCT）から国道1号の戸塚に至る延長約9kmの自動車専用道路であり、全体の約7割が地下式・掘削式の構造である。

(2) 目的

横浜環状南線のトンネル群のひとつである「庄戸トンネル」は、開削工法で施工する計画であるが、地元より非開削化及び万全な環境対策を強く求められているところである。

そこで、第1種低層住居専用地域・風致地区等の当該地域の特殊性を考慮し、工事中の環境負荷を極小化することを目的に、トンネルに関する専門知識を有する学識経験者による検討会を設置し、工事中の環境負荷を低減することが可能な非開削工法の適用可能性について検討するとともに、施工方法・予測沈下量・安全性等の検討を行うものである。



図 - 1.1 圏央道概要図

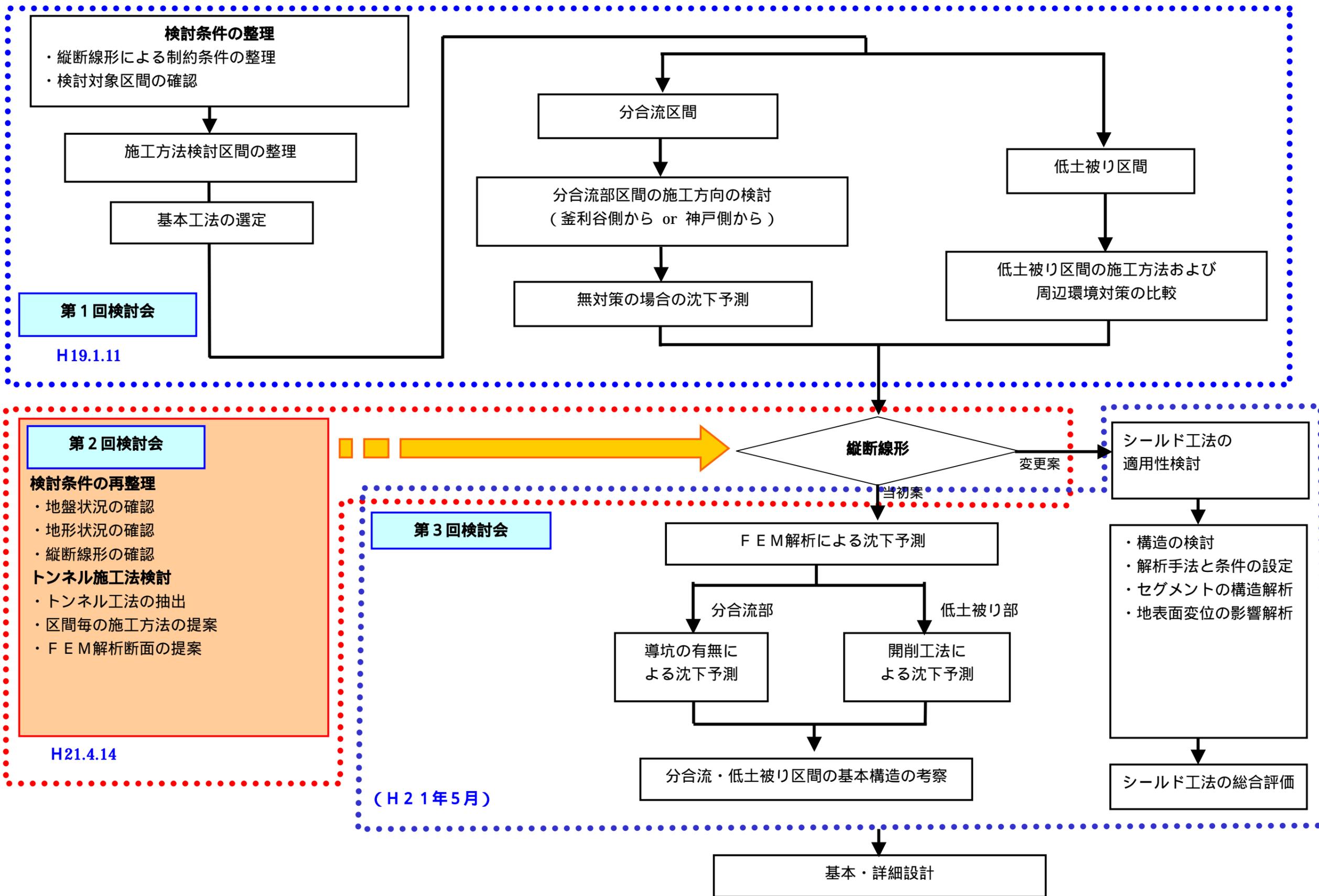


図 - 1.2 横浜環状南線概要図



図 - 1.3 庄戸トンネル位置概要図

2. 検討フロー



検討フローは、公表時点のもの

3. 前回議事要旨の確認

第1回庄戸トンネル検討会

日 時 平成19年1月11日(木)13:30 ~ 17:00

開催場所 現地視察：庄戸地区 14:00 ~ 14:30
検 討 会：神奈川県社会福祉会館

出席者：委員

今田 徹 東京都立大学 名誉教授
岩井 勝彦 (財)高速道路技術センター 技術アドバイザー
亀岡 美友 (社)日本建設機械化協会 研究第三部 部長 兼 技師長
真下 英人 独立行政法人 土木研究所 トンネル上席研究員
山田 隆昭 高速道路中央研究所 トンネル研究主幹

検討内容

検討地域の条件・区間の整理、分合流区間の施工方法の検討・沈下予測、低土被り区間の施工法の検討結果について検討を行い、有識者より意見を伺った。

議事要旨： 右表参照

< 検討条件等に関する意見 >

- ・ 仮に神戸橋をトンネル化した場合、本線やランプの縦断線形が道路構造令の規定を満足しなくなり、横浜横須賀道路に取り付かなくなるため線形の設定が不可能であるということは理解する。現計画の縦断線形をベースに非開削の実現可能性を検討していくということをやむをえないと考える。
- ・ 縦断線形を少しでも下げて低土被り区間の土被りを確保する案も考えられるが、神戸橋の桁高の関係から、これ以上縦断線形を下げることは難しい。
- ・ 家屋への影響に関しては不等沈下が問題である。また、沈下量の絶対値が問題なのではなく、傾斜角が問題である。これについては住民の方にもしっかりと理解して頂く必要がある。

< 土質・地下水等に関する意見 >

- ・ 地盤に及ぼす影響を考える上で、地下水の状況が大きな要素となる。ボーリングを行っていないので地下水の状況が分からない。十分な把握と検討が必要である。
- ・ 掘削による地表面沈下の影響について、FEM解析により検討を行っているが、特に盛土部については掘削により地下水が抜け、沈下量が大きくなる可能性があると考えられるので詳細に検討を行う必要がある。
- ・ 盛土と切土の境界部は、注意すべき箇所なので、位置や深さについて調査しておく必要がある。
- ・ 更なる検討のためには、現地の土質調査が必要だと考える。桂台などの土質データを利用するのは距離的に離れすぎている。

< 分合流部区間の施工方法等に関する意見 >

- ・ 分合流部区間については超大断面となることから、最近の切羽の安定化対策技術の動向などを踏まえながら、掘削方法を再度慎重に検討すべきである。

< 低土被り部区間の施工方法等に関する意見 >

- ・ 低土被り区間について、断面変化に対応できない工法についても比較しているが、用地幅の制約上、断面を拡げる等の余裕が無い箇所では採用は難しいと考える。
- ・ 低土被り区間について、部分的にMMSTを使う方法は考えられるが、全てをMMSTで計画するのはコストが膨大となり、現実的でない。MMSTでも地下水の問題は同じであり、地表面沈下の問題は残る。
- ・ MMSTは軟弱地盤を有する低土被り部を施工するために開発された技術だが、それを採用しなければならぬほど悪い地盤ではないと考える。

< 全区間に共通する施工方法等に関する意見 >

- ・ 周辺の地表面沈下を抑制するために、躯体と官民境界との間のスペースを利用した対策工法も可能であれば検討の対象と考えるべきである。
- ・ 地表面沈下の面から見ると、完全非開削が最適とは限らない。特に盛土部では、地盤の緩みを抑制する効果が高いのであれば、地上から土留めを行うなどの補助工法も検討すべきである。
- ・ 今回の比較案は既存の工法の比較であるが、既存の工法をそのまま適用するというのはこのトンネルでは非常に難しい。それぞれを組み合わせた複合型の施工方法についても検討する必要がある。例えば開削+非開削など、いろいろなやり方があるはずである。
- ・ 工法の選定にあたっては、コストなど社会的に受け入れられるものであるかを考慮しながら行わなければならないと考える。

以上

4．検討内容

第2回庄戸トンネル検討会では、以下の内容について検討を行う。

1．検討条件の再整理

(1) 地盤状況の確認

第1回庄戸トンネル検討会では、現地調査が未了であったため、周辺の地質調査結果を準用し概略検討を行った。今般、現位置の地質調査結果が得られたため、これを反映する。

(2) 地形状況の確認

第1回庄戸トンネル検討会では、現地調査が未了であったため、空測図により概略検討を行った。今般、測量調査結果が得られたため、これを反映する。

(3) 縦断線形の確認

第1回庄戸トンネル検討会では、「支障物件を回避すると、縦断勾配が道路構造令違反となるため、現計画の縦断線形を変更することは困難」であることを前提条件として、以降の検討を行った。

一方、主に庄戸地区の住民から、「環状4号線を下越トンネル化すれば、庄戸地区への工事公害、環境悪化を最小限に出来る。庄戸の現在の良好な住環境を守るため、少なくとも環状4号線下越トンネル化の採用を求める。」といった意見・要望が依然として強いことも踏まえ、縦断勾配の見直しによる神戸橋の地下化について、改めて、事業者評価を確認する。

2．庄戸トンネル施工方法検討

当該トンネルは、住宅密集地域を通過する超大断面・超近接トンネルであり、且つ、低土被りであるなど、特殊な条件下の施工であることを踏まえ、幅広くトンネル工法を抽出し、条件に応じたトンネル工法の適用性について検討を行う。

(1) トンネルの概要

トンネル工法の抽出にあたり、地形条件や道路構造など、当該トンネルの特徴を整理する。

(2) 分合流区間の非開削トンネル施工法案

分合流区間は、馬蹄形断面が成立することから、非開削工法について提案する。

(3) 低土被り区間の非開削・開削施工法案

低土被り区間は、馬蹄断面が成立せず、矩形ボックス断面となることから、非開削工法に限定せず、開削工法についても提案する。

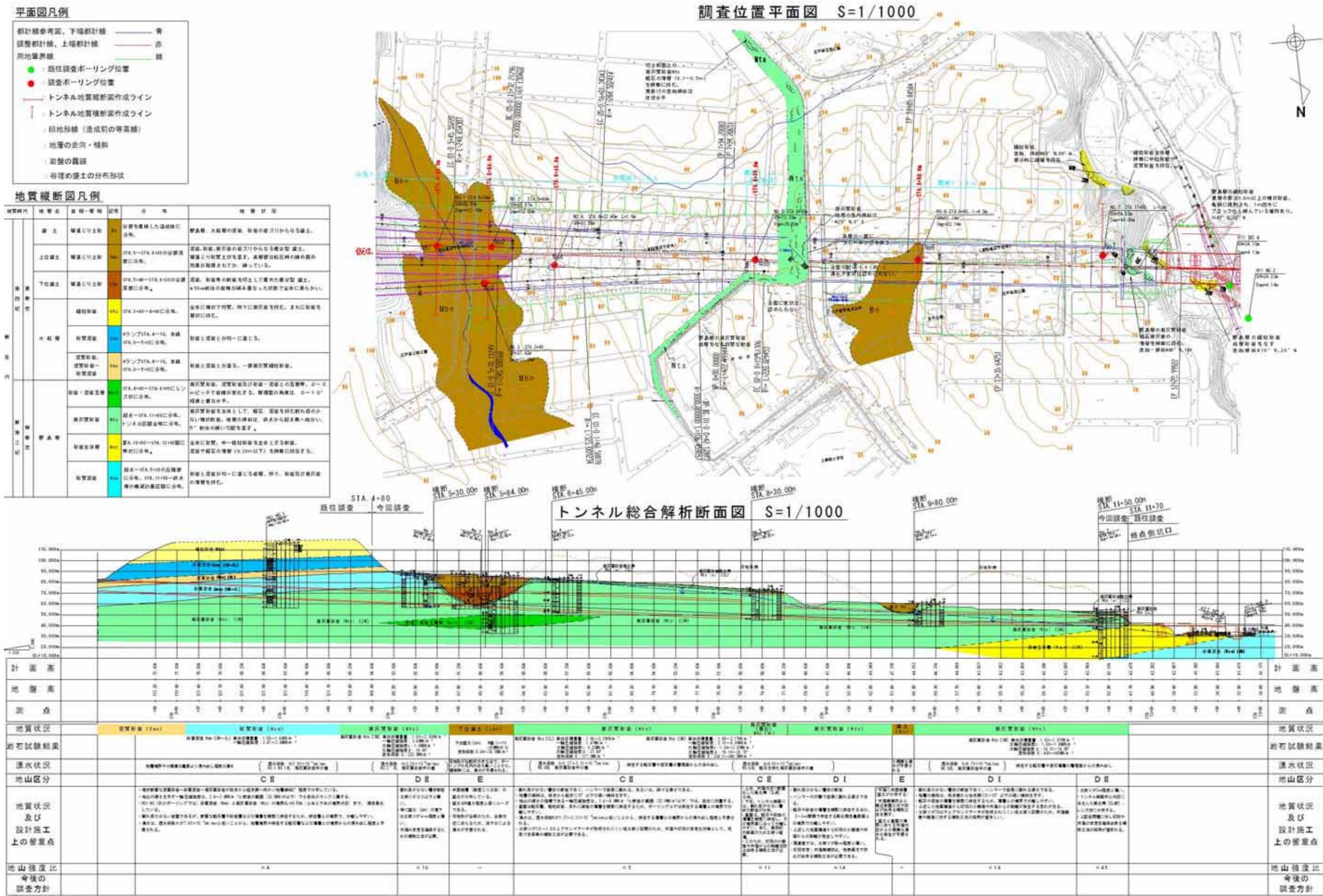
(4) FEM解析断面の選定

周辺地盤変位などを予測するための解析対象断面を提案する。

4 - 1 . 検討条件の再整理

(1) 地盤状況の確認

当該地域の地盤及び地下水位の状況



地形・地質の概要

・地形概要

本調査地は横浜横須賀道路「釜利谷 JCT」から西方へ約 1.5 kmの庄戸地区に位置する。

横浜地域は、関東平野南部、東京湾の西側にあつて、陸地の大部分は三浦半島から北方に連なる標高 60～80mの開析の進んだ丘陵・山地である。

調査地域は大規模な造成開発が行われ、旧地形を見ることは不可能となっている。地形図、住宅地図等で土地の改変履歴を見ると、昭和 38 年頃は、まだ旧地形を残すが、昭和 50 年頃には、まだ、住宅は建っていないものの完全に造成され、現在の地形と同じ状態である。昭和 38 年の住宅地図では、丘陵地を開析する樹枝状の谷、沢が多く認められ、尾根部と沢部が複雑に入り組んだ形状を呈している。

・地質概要

当該地の基盤岩は、新第三紀鮮新世～第四紀前期更新世の上総層群であり、横浜市の南部に広く分布する野島層に属する。

本層の岩相は、スコリア（火山岩滓）や軽石を多く含む凝灰質砂岩・泥質砂岩・砂質泥岩などからなり、これらと薄い火砕質砂岩層（スコリア質、軽石質）と互層することが多い。本層の岩相を層序的に見ると、上位の大船層（泥岩主体）と漸移的であり、下位に行くに従い泥質から凝灰質砂岩と徐々に変化し、更に粗い下位の浦郷・深沢層へと移行する。実際には互層漸移的であることから、目視による岩層変化の判断は難しいとされている。

大局的な地質構造は、ほぼ西北西 - 東南東の走向で北に緩く傾斜する。

表 - 層序表

地質時代	地層名	岩相・層相	記号	分布	地層状況	
新生代	第四紀 更新世	盛土	Bn	谷部を埋積した造成地に分布	野島層、大船層の泥岩、砂岩の岩ズリからなる盛土。	
		上位盛土	Ubn	STA.5+30~STA.6+30 及び STA.9+50～STA.9+80 の谷部浅部に分布。	泥岩、砂岩、凝灰岩の岩ズリからなる谷埋型盛土。礫混じり砂質土状を呈す。表層部は転圧時の締め固め効果が発揮されて、締まっている。	
		下位盛土	Lbn	STA.5+40～STA.6+20 の谷部深部に分布。	表土、地山を切土し発生した泥岩、砂岩等の軟岩を材料として埋めた谷埋型盛土。礫径 5～10 cmの礫混じり土砂からなる。	
		大船層	細粒砂岩	Ofs	STA.3+60～4+80 に分布。	全体に塊状で均質、所々に凝灰岩を挟む。
			砂質泥岩	Osm	H ランプ STA.4～10, 本線 STA.0～5+0 に分布。	砂質泥岩を主体とする。
			泥質砂岩	Oms	H ランプ STA.4～10, 本線 STA.0～5+0 に分布。	泥質砂岩を主体とする。一部、凝灰質細粒砂岩を挟む。
	新第三紀 鮮新世	野島層	砂岩・泥岩互層	Nalt	STA.4+80～STA.6+90 にレンズ状に分布。	凝灰質砂岩、泥質砂岩及び砂岩・泥岩との互層帯。2～3m ピッチで岩相が変化する。層理面の傾斜は、0～10°程度と概ね水平。
			凝灰質砂岩	Nts	起点～STA.11+80 に分布。トンネル区間全域に分布。	凝灰質砂岩を主体として、軽石、泥岩を挟む割れ目の少ない軟岩。地層の傾斜は、終点から起点に向かい、5°前後の緩い勾配を呈す。
			砂岩主体層	Ns	STA.10+00～STA.12+80 に帯状に分布。	中～粗粒砂岩を主体とする軟岩。泥岩や軽石の薄層(0.20m 以下)を頻繁に挟む。
			砂質泥岩	Nsm	起点～STA.5+20 の丘陵部に分布。STA.11+50～終点側の橋梁計画区間に分布。	砂質泥岩を主体とする。所々、凝灰岩の薄層を挟む。

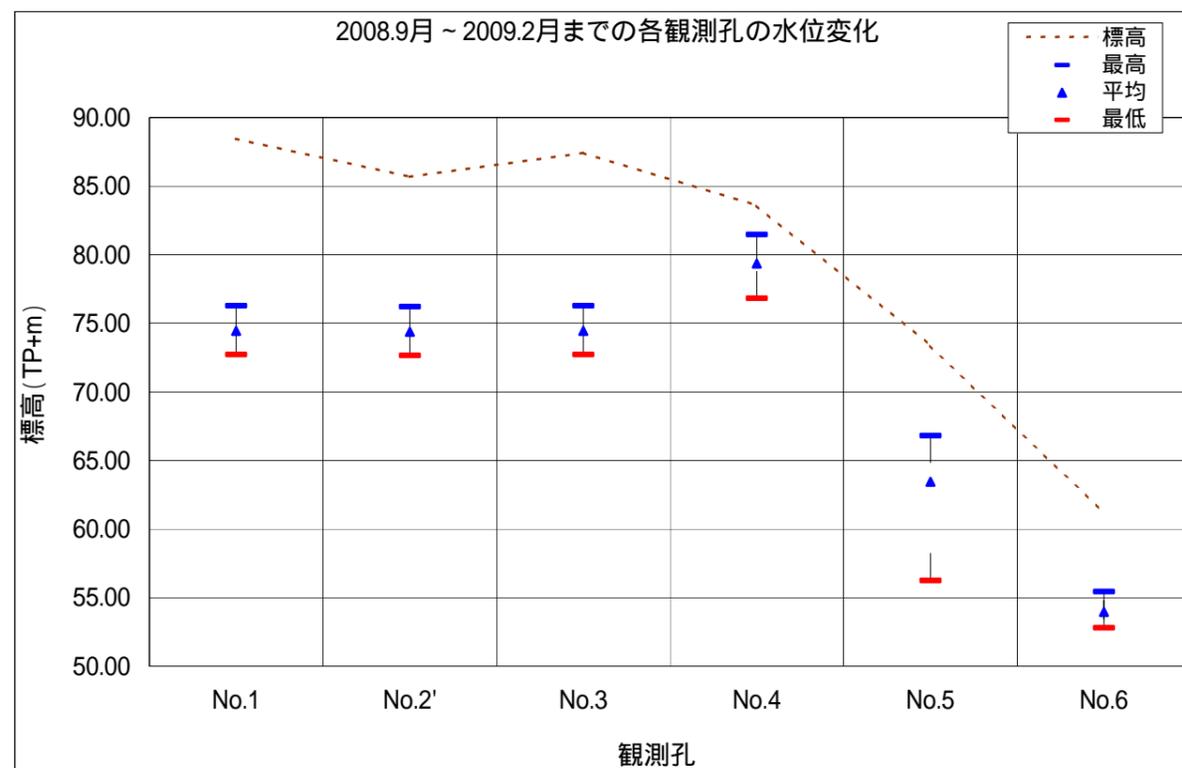
地下水の状況

庄戸地区における平成20年6月～平成21年2月の地下水位の変動状況は、下記のとおりである。

観測位置平面図



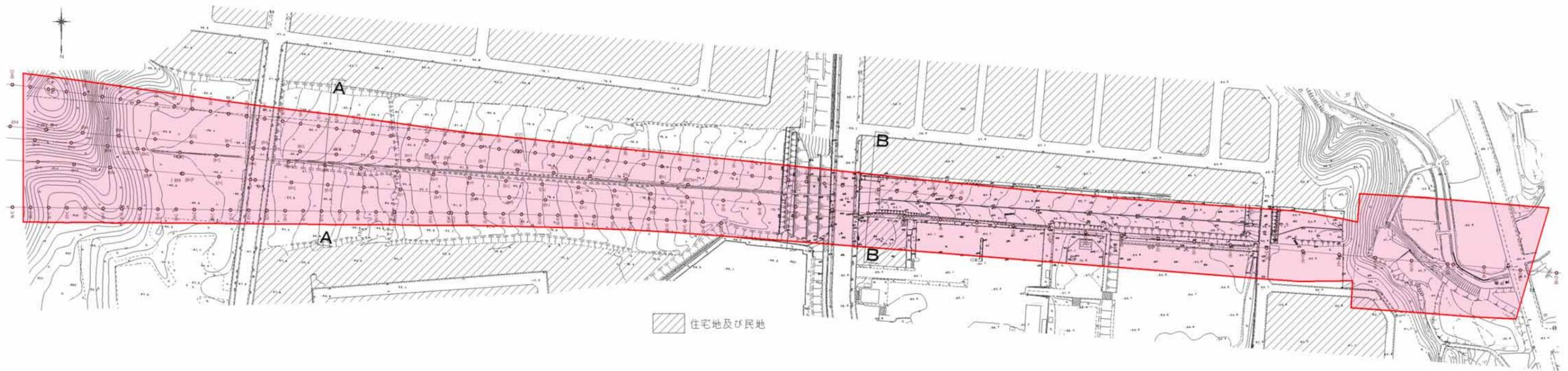
● 観測位置



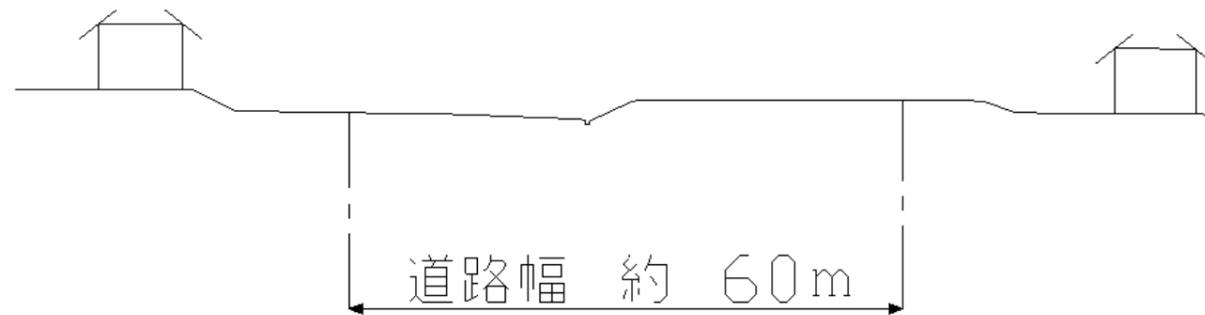
左図は、現計画のトンネル断面における地下水位の変動状況。
 NO1・4・5・6は凝灰質砂岩部、NO2・3は造成盛土部の値を示す。
 平成20年9月～平成21年2月までの変動幅は、傾斜部（NO5）は約10m
 となっているが、その他は5m弱。

(2) 地形状況の確認

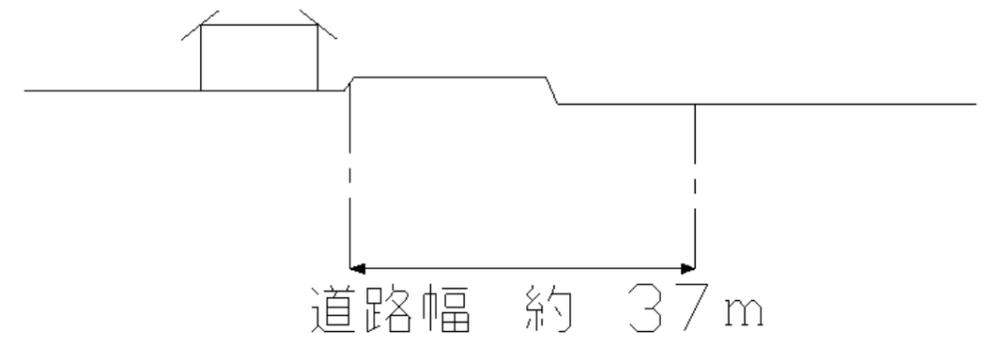
事業用地周辺は、大規模な宅地開発により造成されており、トンネル上部空間は比較的平坦に整形されている。
全区間にわたり、住宅密集地の地下を通過しているが、特に、低土被り区間については、住宅地に近接している。



A-A断面



B-B断面



(3) 縦断線形の確認

第1回庄戸トンネル検討会では、「支障物件を回避すると、縦断勾配が道路構造令違反となるため、現計画の縦断線形を変更することは困難」であることを前提条件として、以降の検討を行った。

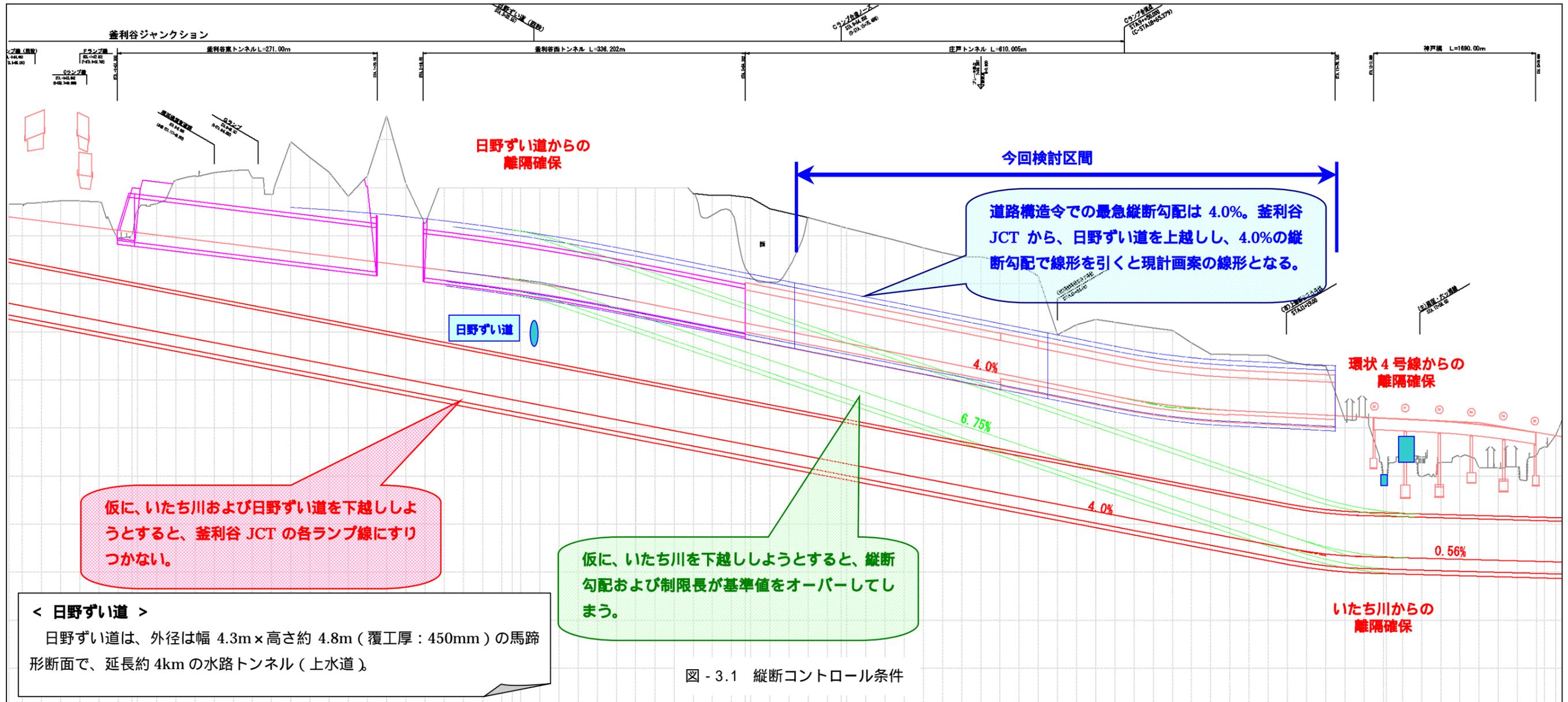
一方、主に庄戸地区の住民から、「環状4号線を下越トンネル化すれば、庄戸地区への工事公害、環境悪化を最小限に出来る。庄戸の現在の良好な住環境を守るため、少なくとも環状4号線下越トンネル化の採用を求める。」といった意見・要望が依然として強いことも踏まえ、縦断勾配の見直しによる神戸橋の地下化について、改めて、事業者評価を確認する。

1. 第1回庄戸トンネル検討会での検討結果

- ・ 日野ずい道は切りまわしが困難である。
- ・ 道路構造令での最急縦断勾配は 4.0%。釜利谷 JCT から、日野ずい道を上越しし、4.0%の縦断勾配で線形を引くと現計画案の線形となる。
- ・ 仮に、いたち川を下越ししようとする、縦断勾配および制限長が道路構造令の制限値をオーバーしてしまう。
- ・ また、いたち川および日野ずい道を下越ししようとする、釜利谷 JCT の各ランプにすりつかない。

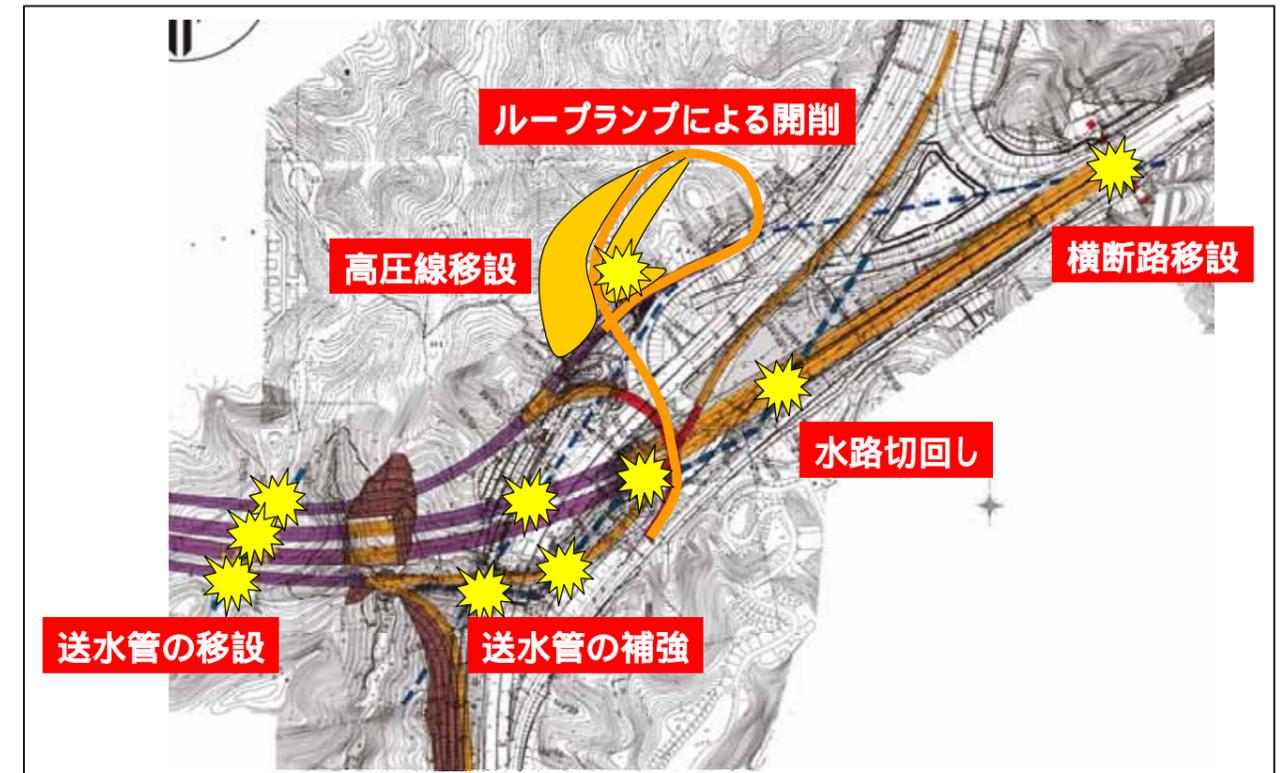
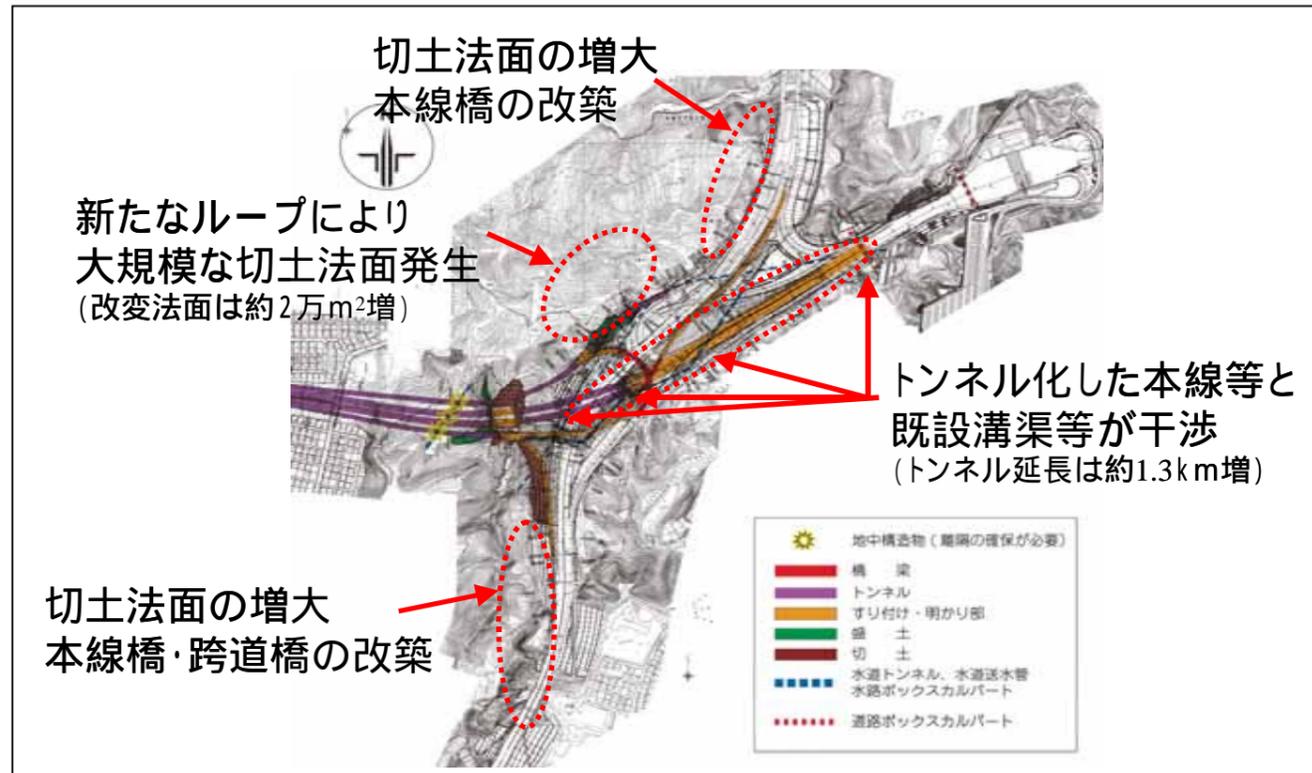


・ 現計画の縦断線形を変更するのは困難である。



縦断勾配の再検討

庄戸地区の地元協議（平成20年1月20日）において、以下の観点からも、環状4号線を下越えトンネル化することは問題が多いとの事業者見解を示した。
 （大規模な自然改変）釜利谷JCTの形状変更、横浜横須賀道路の拡幅に伴い、円海山周辺の自然環境が大規模に改変（改変法面 約2万㎡）
 （新たな換気塔の設置）全線の換気効率の最適化、沿線および坑内の環境維持のため、新たな換気塔が設置され、エネルギー効率は悪化。
 （渋滞ポイントの発生）本線・ランプ部等の分合流部で、最急勾配区間長が3倍になるなど、円滑な交通運用を阻害。事故リスクが増大。
 （社会的便益の減少）渋滞緩和、事故減少や環境負荷の軽減など開通効果の発現は遅延し、既設インフラの移設等で建設コストは増大。



技術検討会（仮称）における縦断勾配の再検討にあたって

横浜環状南線の道路構造については、「高速横浜環状南線 環境影響評価審査書に対する報告書」において「土地利用の状況、地形等自然環境の状況、道路の性格、交通安全性、接続する道路との関係、鉄道や道路あるいは河川との交差方法等を総合的に考慮し、最も適した道路構造を選定しております。」とされており、庄戸地区は地下構造、神戸橋地区は高架構造として、事業が進められているところである。

一方、主に庄戸地区の住民から、「環状4号線を下越えトンネル化すれば、庄戸地区への工事公害、環境悪化を最小限に出来る。庄戸の現在の良好な住環境を守るため、少なくとも環状4号線下越えトンネル化の採用を求める。」といった意見・要望が依然として強い。

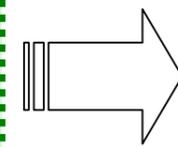
このような状況を踏まえ、（仮）技術検討会（地元住民・国・市・NEXCO 東日本）を設置し、現計画と、高架構造を地下構造に変更した場合について比較検討することとした。

なお、事業者であるNEXCO 東日本は、現計画が自然・住環境、エネルギー効率、コスト及び工期等を総合的に勘案して適切なものであると判断しており、加えて施工後の緑地整備等による魅力的な住環境の創造や、緊急避難路の確保による地域防災力の向上等にも資するものと考えている（技術検討会（仮称）のNEXCO 東日本側の設立趣旨より一部抜粋）。一方、住民側は、工事公害や地盤変位、騒音、振動、大気環境の悪化などを理由に現計画を見直し、庄戸地域、神戸橋地域への影響を最小化し、安全で信頼性の高い工法として「環状4号線下越えルート」にシールド工法を適用すべきであると主張している（技術検討会（仮称）の住民側の設立趣旨より一部抜粋）。

2. 当該地域の住民代表者との「技術検討会（仮称）」における事業者提示案

検討の基本条件

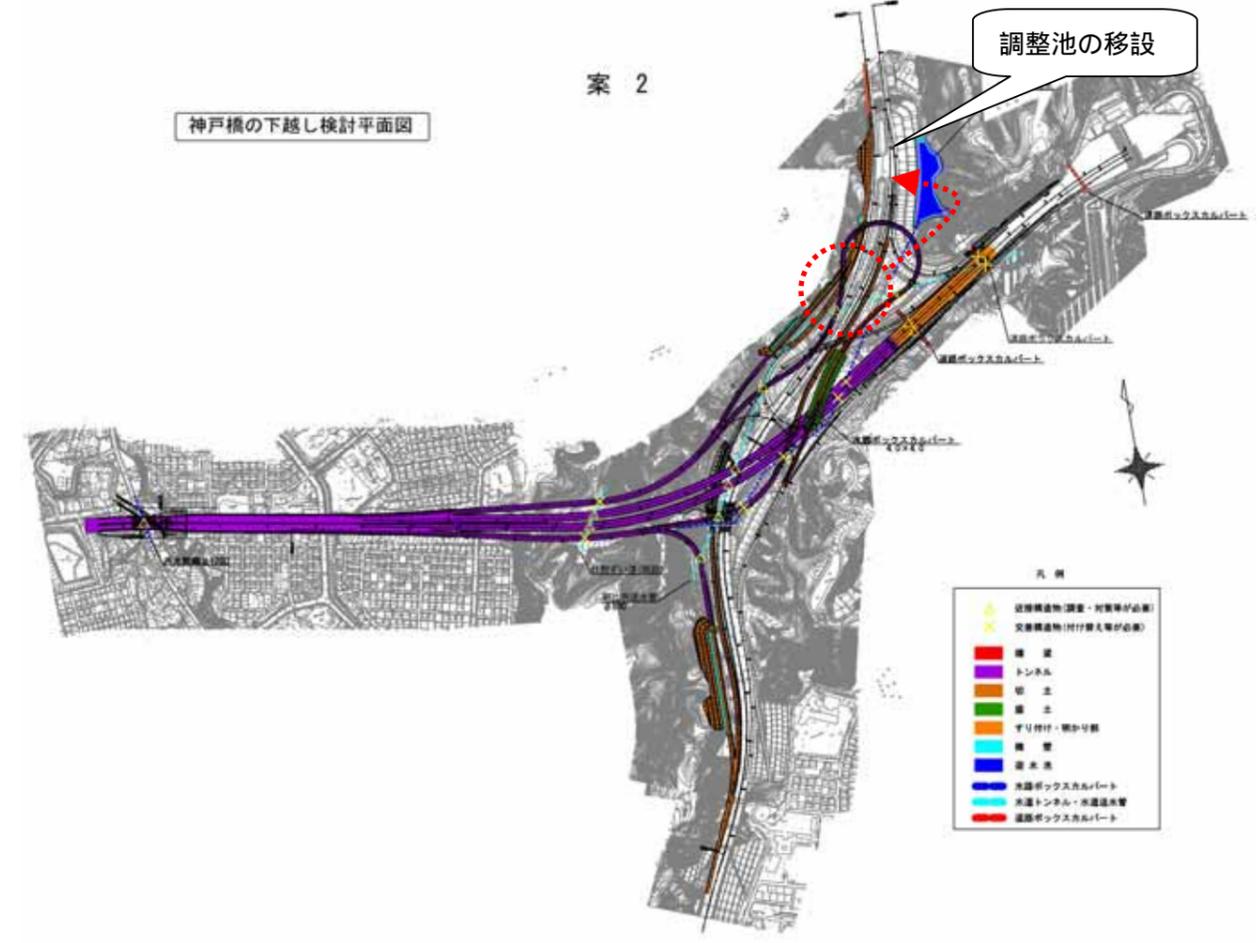
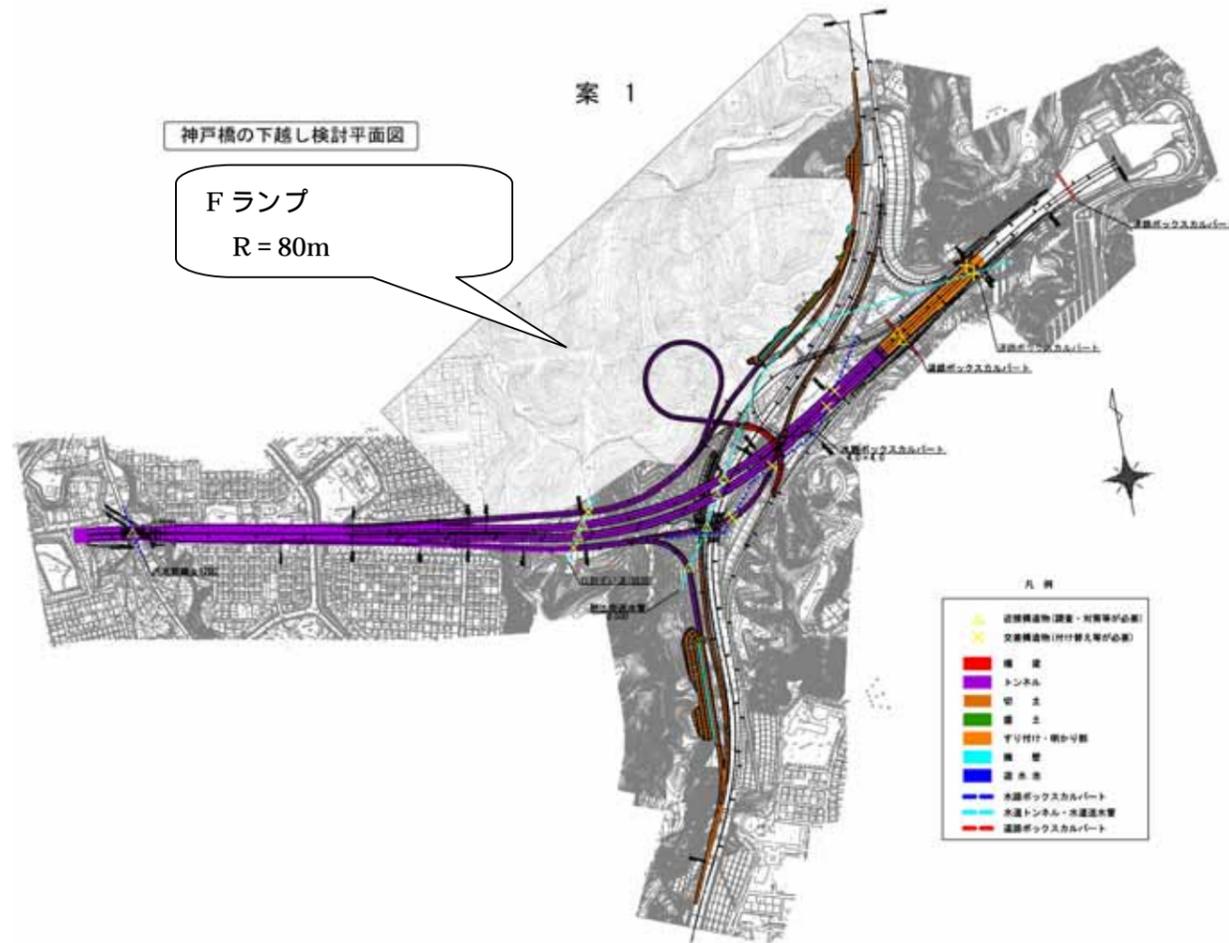
- 道路構造令等の諸基準を遵守。
- 南線のために先行整備されている横横道の JCT 部に接続。
- いたち川との離隔を 5m 確保。
- 支障物件が回避できない場合においても、移設を前提に試案を検討。（前回との相違点）



検討にあたっては、F ランプ（上り線から地下で分岐、横横線を横過し、横須賀方面へのランプ橋に接続）の自由度が最も高いことから、F ランプの配置位置に応じて 2 案を抽出した。

- 1 案：F ランプを事業用地外の山岳地に配置する案
- 2 案：F ランプを事業用地内の JCT 園地に配置する案

2 - (1) 比較案の設計概要および平面線形



【案 1 の設計概要】

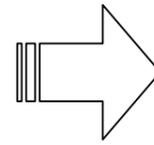
工事期間中における供用線の交通への影響、既設構造物への影響低減のため、F ランプを事業用地外の山岳地に配置する。
 土被り 1D 以上を地下式とし、コンパクトなループランプとした。しかし、施工範囲は増加するため、自然環境の追加調査を実施し保全策の再検討を行う必要がある。
 施工の確実性、交通安全上の観点から、ループランプを地上式とする考えもあるが、自然環境への影響増大が課題となる。
 支障物件との干渉は回避できていない。

【案 2 の設計概要】

自然環境への影響低減のため、事業用地の有効活用を図り、F ランプを釜利谷 JCT 内に配置する。施工範囲が、供用線の JCT 内となるため、制約が多く、工事も輻輳する。
 新設道路による自然環境への影響は低減できるものの、釜利谷 JCT 内の調整池の代替設備が必要となるため、調整池の下流にある横横道のピオトープ（ホタル水路）が消失する。
 支障物件との干渉は回避できていない。

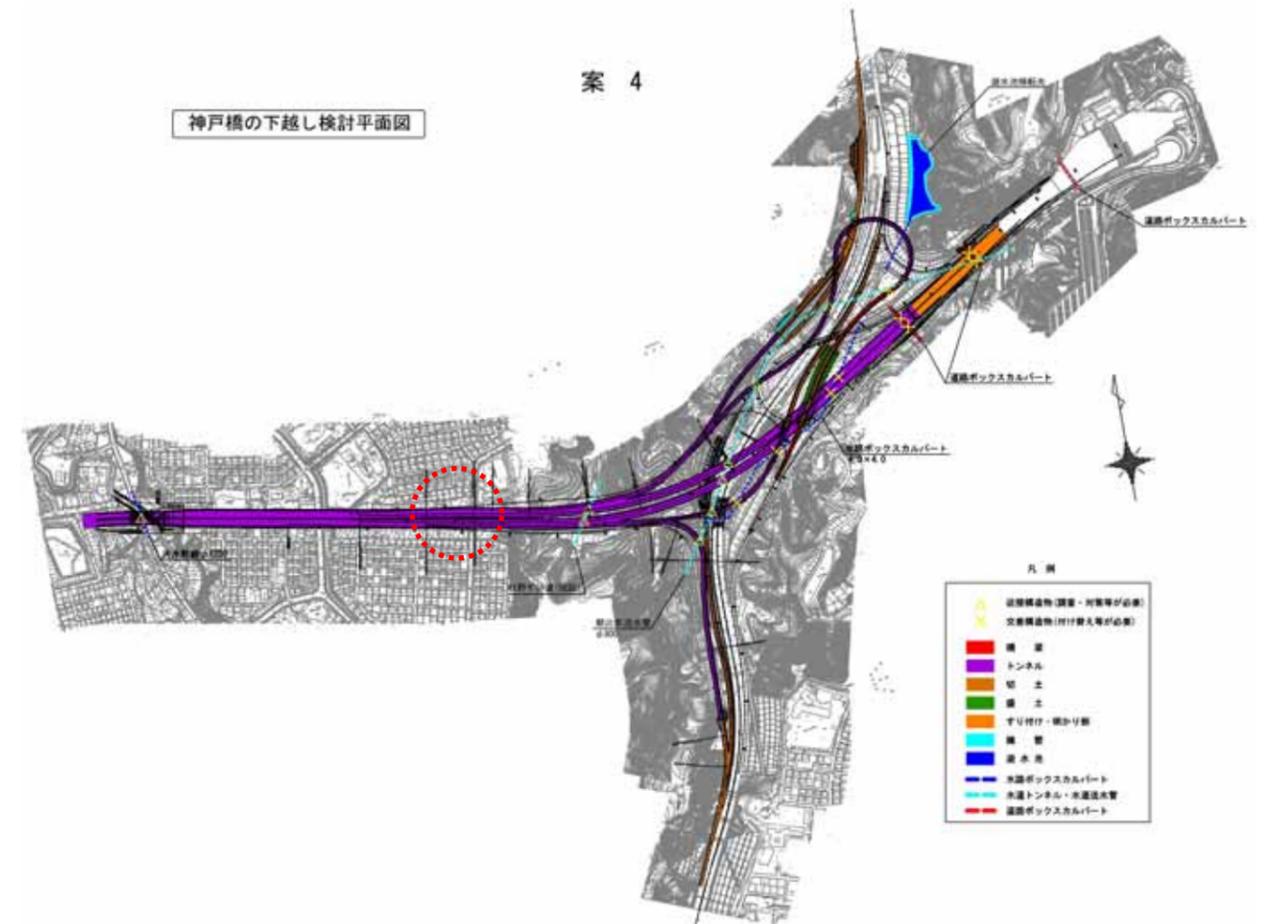
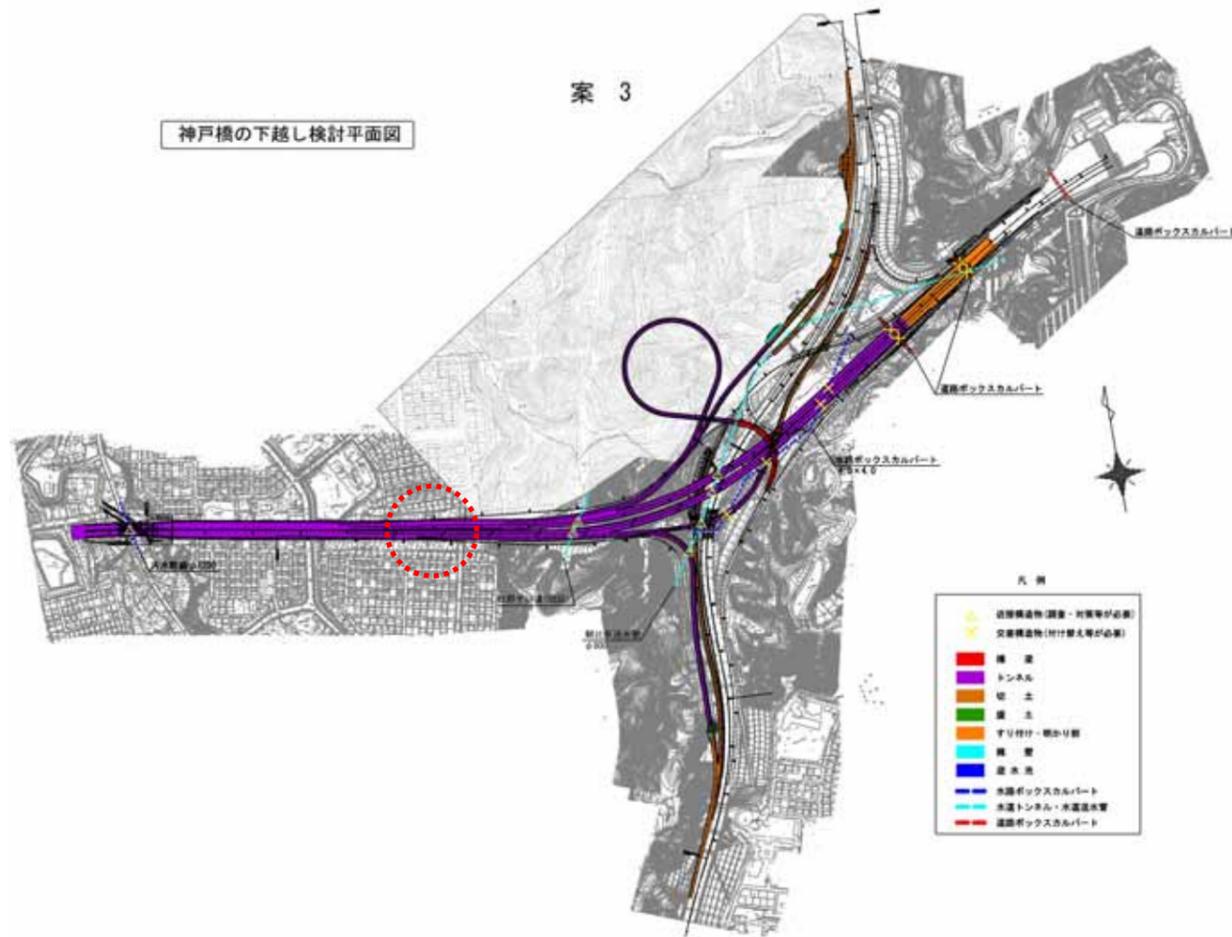
更なる検討（地元協議における意見を踏まえて）

- ・住宅密集地域の直下に、超大断面区間を配置することは回避できないか。
- ・超大断面となる分合流部は釜利谷 JCT 側に移動できないか。



前出の案 1・案 2 について、分合流のノーズ端を釜利谷 JCT 側に移動し、JCT の縮小化を図った場合について検討する。

- 案 3：案 1 の分合流部を釜利谷 JCT 側に移動する案
- 案 4：案 2 の分合流部を釜利谷 JCT 側に移動する案



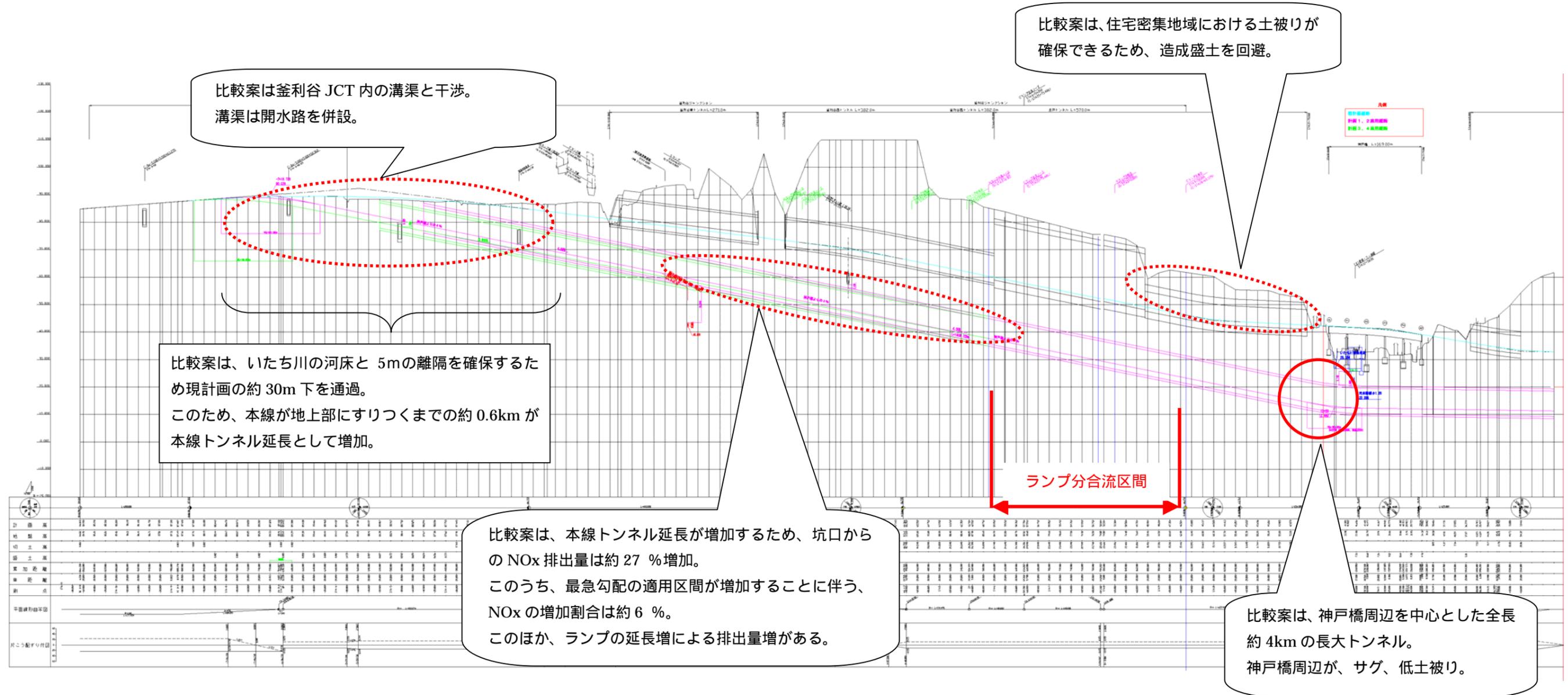
【案 3・案 4 の設計概要】

住宅密集地域の直下に超大断面区間を配置することを回避するために、分合流部を釜利谷 JCT 側に移動する。

分合流部を釜利谷 JCT 側に移動することにより、ランプ延長は短くなる。

一方、ランプ延長の縮小に伴い、ランプの縦断線形の自由度は低くなる。

2 - (2) 比較案の縦断線形 (本線部)



【設計概要】

本線トンネルが、既存の釜利谷 JCT の土工区間を分断するため開水路を併設した溝渠などと干渉。

第 1 回庄戸トンネル検討会で支障となっていた、日野ずい道（水路管）は、縦断勾配の再検討により、本線での接触は回避できる場合がある。しかし、ランプの接触までを回避することは困難。

神戸橋下越え～釜利谷 JCT までの縦断勾配は、最急縦断勾配（4%）をほぼ全域に採用。最急勾配の適用範囲が増加するため、NOx の排出量が増加。

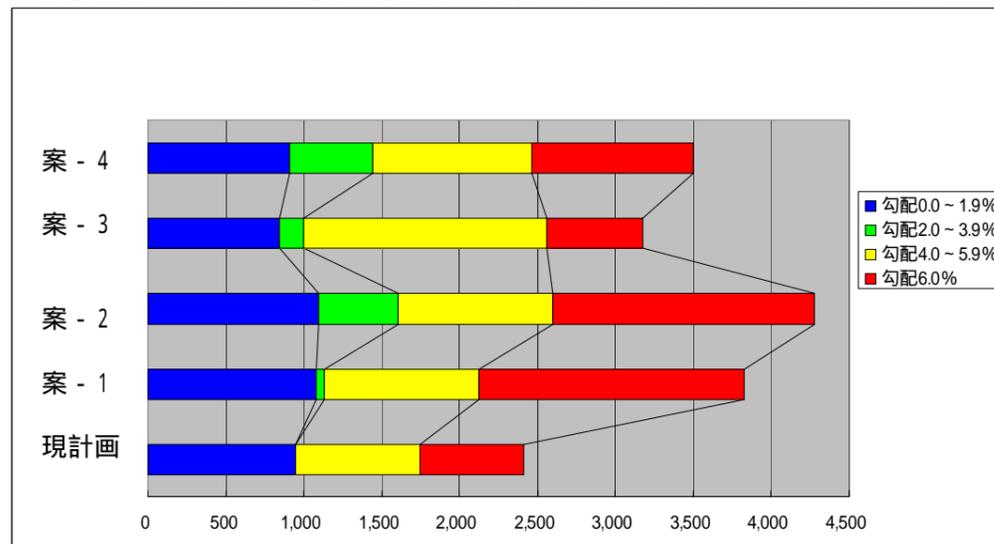
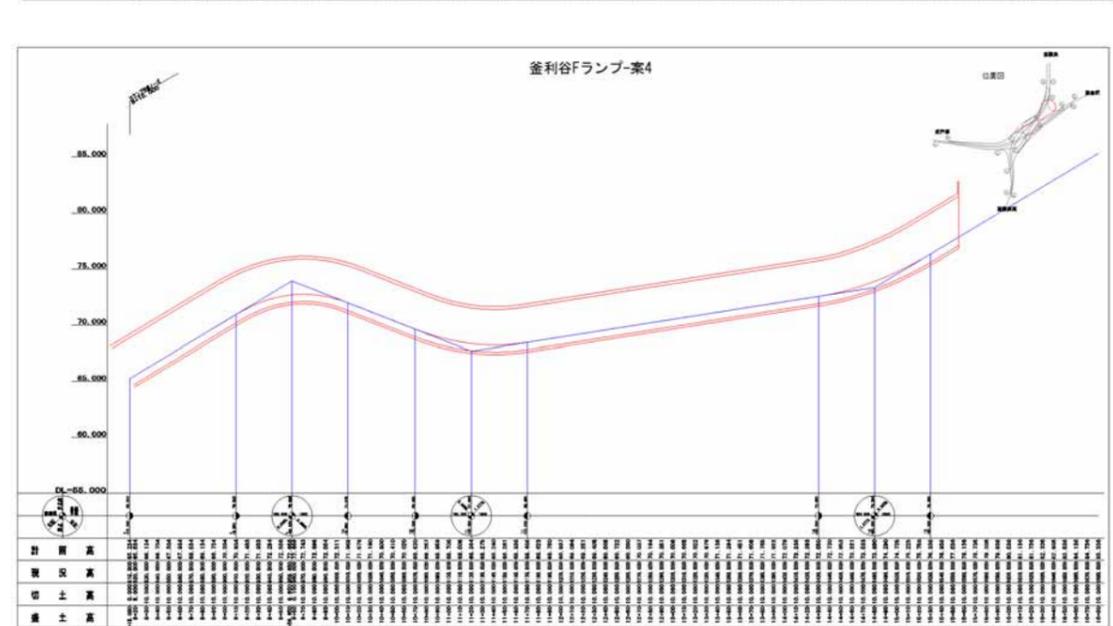
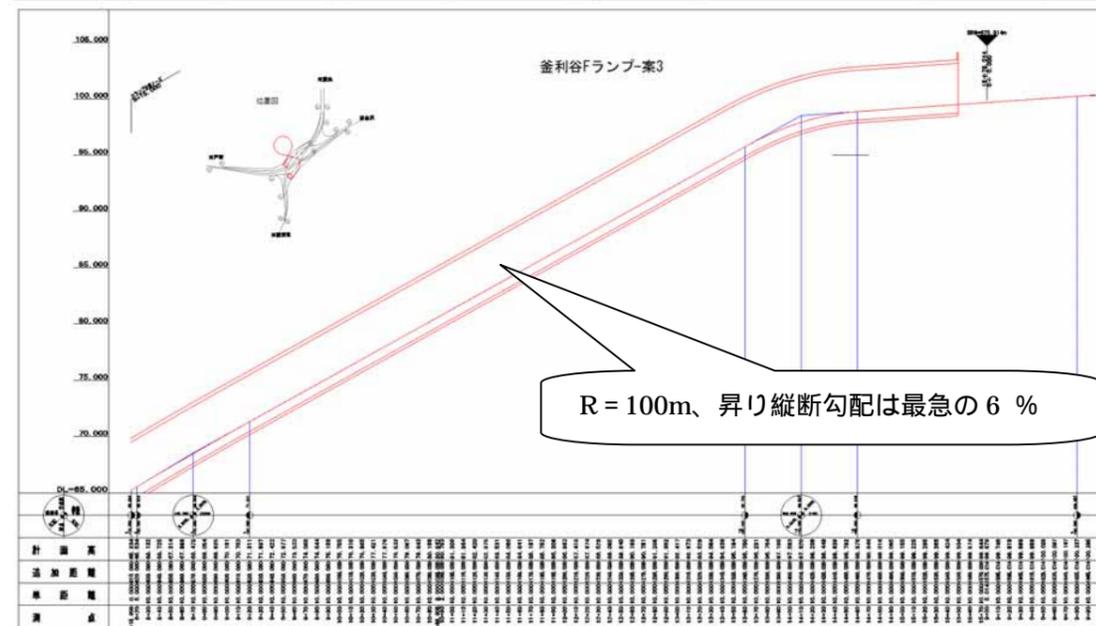
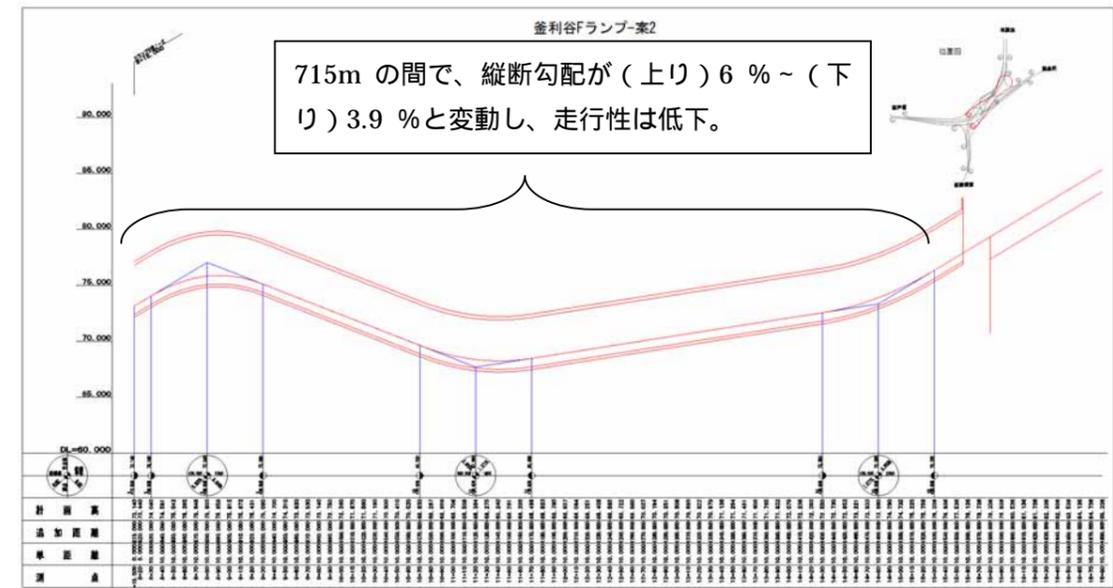
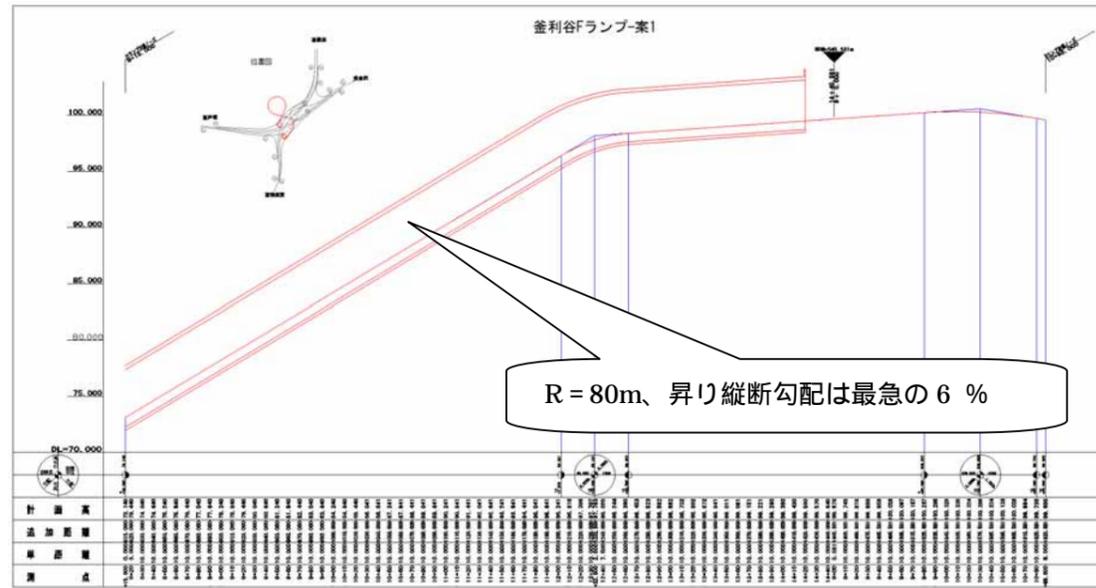
神戸橋周辺がトンネル内におけるサグとなり、上り線はサグの直後から最急勾配（4%）が連続するため、渋滞・事故の発生リスクが増大。

住宅密集地域を通過する当該道路では、地域毎の排出ガス量を均衡に保つ設計思想を基本としている。比較案では神戸橋周辺が延長約 4km のトンネルの中央に位置し、サグにもなっていることから、環境影響の地域間均衡を保ちつつ、効率的に換気を行うためには、神戸橋周辺に換気所を設置する必要がある。

現計画に比べ、土被りは 20～30m 程度増加することから、非開削工法を採用する場合には選択肢が増加。また、切羽は造成盛土部分から回避できる

2 - (3) 比較案の縦断線形 (ランプ)

現計画と比較して、平面線形が大幅に変更となる F ランプの縦断を比較する。



【設計概要】

比較案は、いずれも現計画に比べ急勾配の延長が増加。
 案1, 2に比べ、案3, 4は分合流を釜利谷 JCT 側に移動し、縮小化を図ったため、ランプ延長は短縮。
 案1, 3に比べ、案2, 4は既存の横横道を幾度も回避しつつ横断するため、縦断は凹凸が多い。
 比較案は、いずれも、本線及びランプトンネルが複雑に交差しているほか、ランプトンネル内に分合流やループを持ち、曲線半径・縦断勾配等の幾何構造条件も厳しいため、渋滞・事故の発生リスクが増加。
 最急縦断勾配 (6 %) の適用範囲が増加するため、NOx の排出量が増加。

3 現計画と下越し案の比較

評価項目	現計画	下越し案			
		案1 (ループランプ)	案2 (ランプをJCT内に配置)	案3 (ループランプ・縮小)	案4 (ランプをJCT内に配置・縮小)
環境影響評価項目	「環境影響評価書」における評価 環境影響評価審査会意見への対応など				
大気	「環境保全目標は達成」 更に、環境施設帯、トンネル坑口部等には大気汚染物質の吸着・固定のために植栽を行っていく。	庄戸は現計画と同等。 最急縦断勾配の適用範囲が増加するため、路線全体の排出ガス量は増加。	庄戸は現計画と同等。 最急縦断勾配の適用範囲が増加するため、路線全体の排出ガス量は増加。	庄戸は現計画と同等。 最急縦断勾配の適用範囲が増加するため、路線全体の排出ガス量は増加。	庄戸は現計画と同等。 最急縦断勾配の適用範囲が増加するため、路線全体の排出ガス量は増加。
開通後の住宅地への影響 (騒音・振動)	「環境保全目標の達成に努める」(=遮音壁の設置) 更に、高機能舗装を積極的に採用。橋梁部の振動を抑制できる手法(延長床版等)を検討。路面の平滑化、段差解消に充分配慮。	庄戸は現計画と同等。 神戸橋は地下式となるため影響は僅少。	庄戸は現計画と同等。 神戸橋は地下式となるため影響は僅少。	庄戸は現計画と同等。 神戸橋は地下式となるため影響は僅少。	庄戸は現計画と同等。 神戸橋は地下式となるため影響は僅少。
工事中の住民への影響 (地域社会) (騒音・振動)	「環境保全目標は達成」 更に、非開削工法の適用を検討。開削工法においても、低振動・低騒音型施工機械を採用するとともに、環境影響を低減できる施工方法を選定。	庄戸は土被りが確保できるため、非開削工法の適用可能性が向上。宅地造成時の盛土部分を回避。 神戸橋周辺は、換気所の建設に伴う開削工事が必要。	庄戸は土被りが確保できるため、非開削工法の適用可能性が向上。宅地造成時の盛土部分を回避。 神戸橋周辺は、換気所の建設に伴う開削工事が必要。	庄戸は土被りが確保できるため、非開削工法の適用可能性が向上。宅地造成時の盛土部分を回避。 神戸橋周辺は、換気所の建設に伴う開削工事が必要。	庄戸は土被りが確保できるため、非開削工法の適用可能性が向上。宅地造成時の盛土部分を回避。 神戸橋周辺は、換気所の建設に伴う開削工事が必要。
地盤沈下	「環境保全目標は達成」 更に、地下水の低下を抑制する「防水型構造」とし、その材料や構造および施工方法について検討。	庄戸は現計画と同等。しかし、宅地造成時の盛土部分が回避できることから沈下リスクが低減。 なお、神戸橋周辺の沈下は未評価。	庄戸は現計画と同等。しかし、宅地造成時の盛土部分が回避できることから沈下リスクが低減。 なお、神戸橋周辺の沈下は未評価。	庄戸は現計画と同等。しかし、宅地造成時の盛土部分が回避できることから沈下リスクが低減。 なお、神戸橋周辺の沈下は未評価。	庄戸は現計画と同等。しかし、宅地造成時の盛土部分が回避できることから沈下リスクが低減。 なお、神戸橋周辺の沈下は未評価。
周辺自然環境 (植物・動物)	「環境保全目標は達成」 更に、釜利谷地区自然環境保全・管理基本計画に基づき保全・管理を実施。代替池に、既存池と、ほぼ同質な環境が形成されていることを確認。	ループランプ等の新設や、横横道の改築範囲の増加に伴い、新たな自然改変が発生。	自然改変は、案1に比べ少ない。 一方、調整池(ピオトープ)の移設に伴い、既存のホタル水路(ピオトープ)が消失。	ループランプ等の新設や、横横道の改築範囲の増加に伴い、新たな自然改変が発生。	自然改変は、案3に比べ少ない。 一方、調整池(ピオトープ)の移設に伴い、既存のホタル水路(ピオトープ)が消失。
その他の評価項目					
利用者の安全性	道路の性格、交通安全性、接続する道路との関係等を考慮し、最も適した道路構造を選定。	× ランプトンネルでの分合流、急曲線・勾配の連続など幾何構造条件も厳しくなるため事故・渋滞リスクが増加。トンネル火災事故等の発生時、避難環境の確保や防災対策が課題。	× ランプトンネルでの分合流、急曲線・勾配の連続など幾何構造条件も厳しくなるため事故・渋滞リスクが増加。トンネル火災事故等の発生時、避難環境の確保や防災対策が課題。	× ランプトンネルでの分合流、急曲線・勾配の連続など幾何構造条件も厳しくなるため事故・渋滞リスクが増加。トンネル火災事故等の発生時、避難環境の確保や防災対策が課題。	× ランプトンネルでの分合流、急曲線・勾配の連続など幾何構造条件も厳しくなるため事故・渋滞リスクが増加。トンネル火災事故等の発生時、避難環境の確保や防災対策が課題。
既設構造物への影響	土地利用の状況、道路あるいは河川との交差方法等を考慮し、最も適した道路構造を選定。	× 日野ずい道の切回し、横浜横須賀道路の改築等、社会的影響の大きい既設構造物の移設工事や通行規制が長期にわたり必要。	× 日野ずい道の切回し、横浜横須賀道路の改築等、社会的影響の大きい既設構造物の移設工事や通行規制が長期にわたり必要。	× 日野ずい道の切回し、横浜横須賀道路の改築等、社会的影響の大きい既設構造物の移設工事や通行規制が長期にわたり必要。	× 日野ずい道の切回し、横浜横須賀道路の改築等、社会的影響の大きい既設構造物の移設工事や通行規制が長期にわたり必要。
事業用地の有効活用	高架下、トンネル地上部の利用について検討。開削トンネル地上部においては、自治体の協力のもと緑地整備を行い、地域に開放を行った事例あり。	× トンネルの地上部は施工を伴わないため、現状を維持、もしくは樹林化。 × 神戸橋周辺は、換気所の建設に伴い、地上部の利用は制限。	× トンネルの地上部は施工を伴わないため、現状を維持、もしくは樹林化。 × 神戸橋周辺は、換気所の建設に伴い、地上部の利用は制限。	× トンネルの地上部は施工を伴わないため、現状を維持、もしくは樹林化。 × 神戸橋周辺は、換気所の建設に伴い、地上部の利用は制限。	× トンネルの地上部は施工を伴わないため、現状を維持、もしくは樹林化。 × 神戸橋周辺は、換気所の建設に伴い、地上部の利用は制限。
トンネル換気	トンネル等設備検討会の検討結果を踏まえ、具体的な換気制御方式について検討。	× 長大トンネルとなるため、公田換気所の負荷増。排出ガス量も増加し、換気設備の追加も必要。	× 長大トンネルとなるため、公田換気所の負荷増。排出ガス量も増加し、換気設備の追加も必要。	× 長大トンネルとなるため、公田換気所の負荷増。排出ガス量も増加し、換気設備の追加も必要。	× 長大トンネルとなるため、公田換気所の負荷増。排出ガス量も増加し、換気設備の追加も必要。
施工費用	建設費・管理費とも最も優れる	× トンネル本体工の新設費のみで少なくとも約180億円の増額。	× トンネル本体工の新設費のみで少なくとも約200億円の増額。	× トンネル本体工の新設費のみで少なくとも約130億円の増額。	× トンネル本体工の新設費のみで少なくとも約140億円の増額。

現計画は、土地利用の状況、地形等自然環境の状況、交通安全性、接続する道路との関係等を総合的に考慮し、最も適した道路構造を選定している。
下越え案は、高速道路を庄戸地区から迂回させることに特化しており、釜利谷JCT部の幾何構造の悪化、あるいは大規模改修が必要となる。また、周辺の自然環境への影響や、既存構造物への影響も増大している。



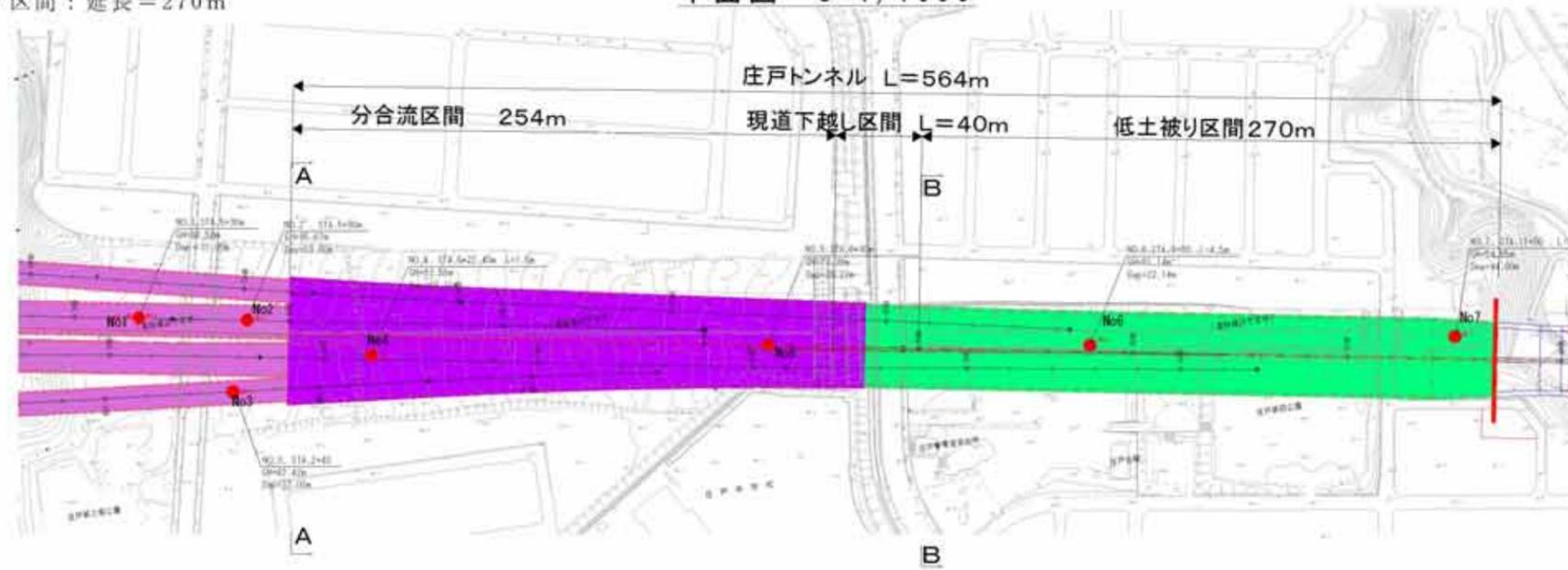
・現計画の縦断線形が妥当である。
・庄戸地区のトンネル断面を縮小するためには、比較案3, 4のように分合流部を釜利谷JCT側に移動させることも考えられる。

4.2 庄戸トンネル施工法検討

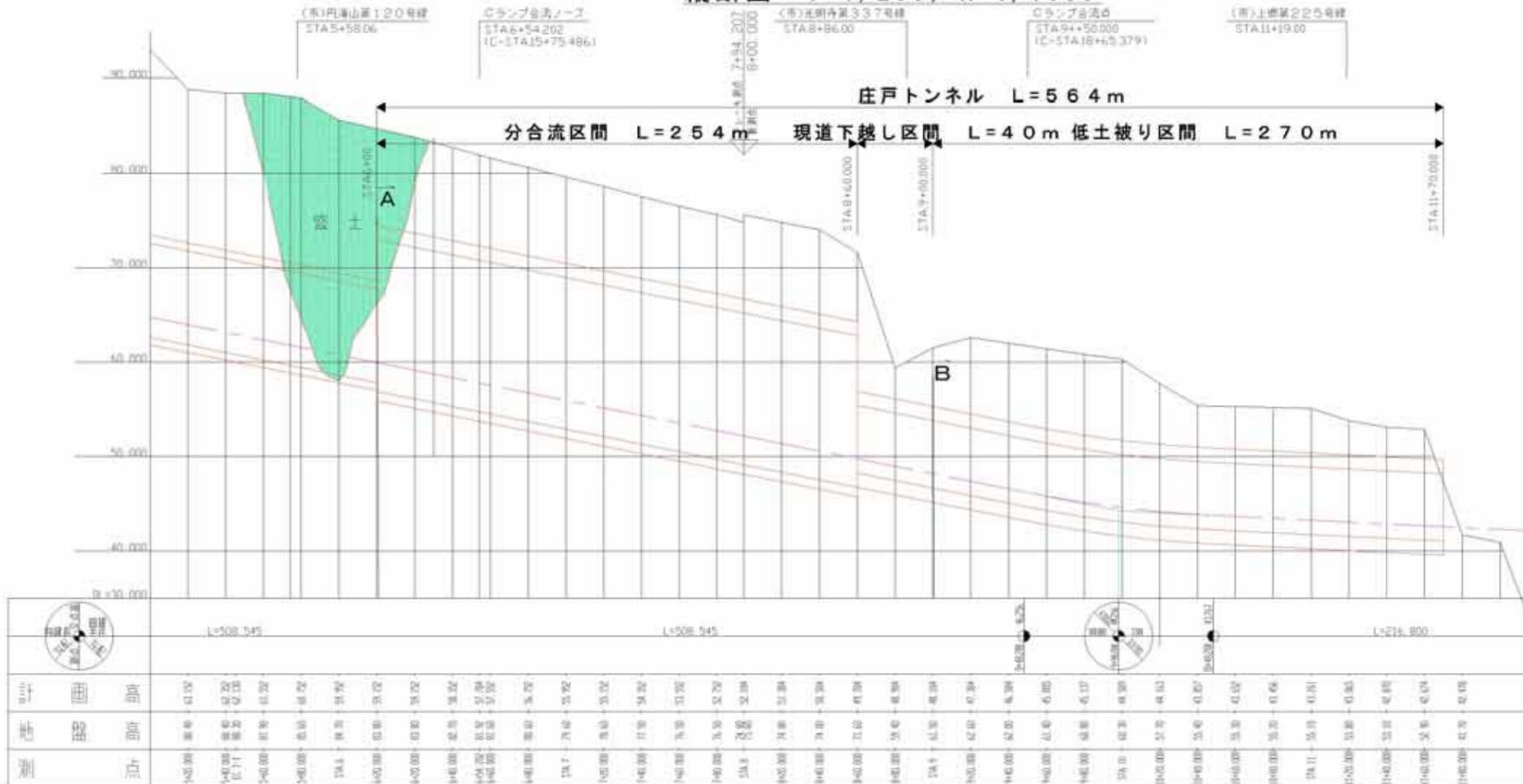
(1) トンネルの概要

- ・ 庄戸トンネル全延長564m
- 分合流区間 : 延長=254m
- 現道下越区間 : 延長=40m
- 低土被り区間 : 延長=270m

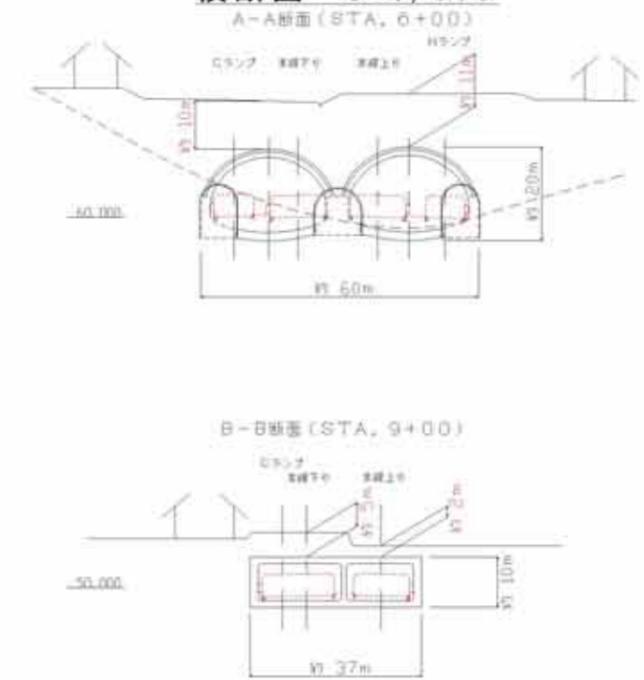
平面図 S=1/1000



縦断図 V=1/200, H=1/1000



横断図 S=1/500



地質縦断面凡例

地質時代	地層名	岩相・層相	記号	分布	地層状況
第四紀	粘土	埋没じり土砂	0a	谷部を埋積した造成地に分布。	野鳥層、大船層の泥岩、砂岩の岩ズリからなる粘土。
	上位粘土	埋没じり土砂	0b	STA 5~STA 6+30の谷部浅部に分布。	泥岩、砂岩、凝灰岩の岩ズリからなる埋没型 粘土。埋没じり土砂土状を呈す。表層部は転圧時の締め固め効果が発揮されてか、締っている。
	下位粘土	埋没じり土砂	0c	STA 6+40~STA 6+20の谷部深部に分布。	泥岩、砂岩等の軟弱な切土して埋めた埋没型 粘土。φ50mm前後の岩塊が積み重なった状態で全体に柔らかい。
	大船層	細粒砂岩	0f	STA 3+60~4+80に分布。	全体に塊状で均質。所々に凝灰岩を挟む。まれに砂岩を層状に挟む。
		砂質泥岩	0m	HランプSTA 4~10、本線STA 0~5+0に分布。	砂岩と泥岩とが均一に混じる。
		泥質砂岩、泥質砂岩~砂質泥岩	0n	HランプSTA 4~10、本線STA 0~5+0に分布。	砂岩と泥岩とが混る。一部凝灰岩細粒砂岩。
第三紀	野鳥層	砂岩・泥岩互層	1a(1)	STA 4+80~STA 6+90にレンズ状に分布。	凝灰質砂岩、泥質砂岩及び砂岩・泥岩との互層帯。2~3mピッチで岩種が変化する。層理面の傾度は、0~10°程度と概ね水平。
		凝灰質砂岩	1b	起点~STA 11+00に分布。トンネル区間全域に分布。	凝灰質砂岩を主体として、軽石、泥岩を挟む割れ目の少ない塊状砂岩。地層の傾斜は、終点から起点側へ向かい、5°前後の緩い勾配を呈す。
	砂岩主体層	1c	STA 10+00~STA 12+00間に帯状に分布。	全体に砂質。中~粗粒砂岩を主体とする軟岩。泥岩や軽石の薄層 (0.20m以下) を層状に挟む。	
	砂質泥岩	1d	起点~STA 5+20の巨砕部に分布。STA 11+50~終点側の橋脚計画区間に分布。	砂岩と泥岩とが均一に混じる岩層。所々、砂岩及び凝灰岩の薄層を挟む。	

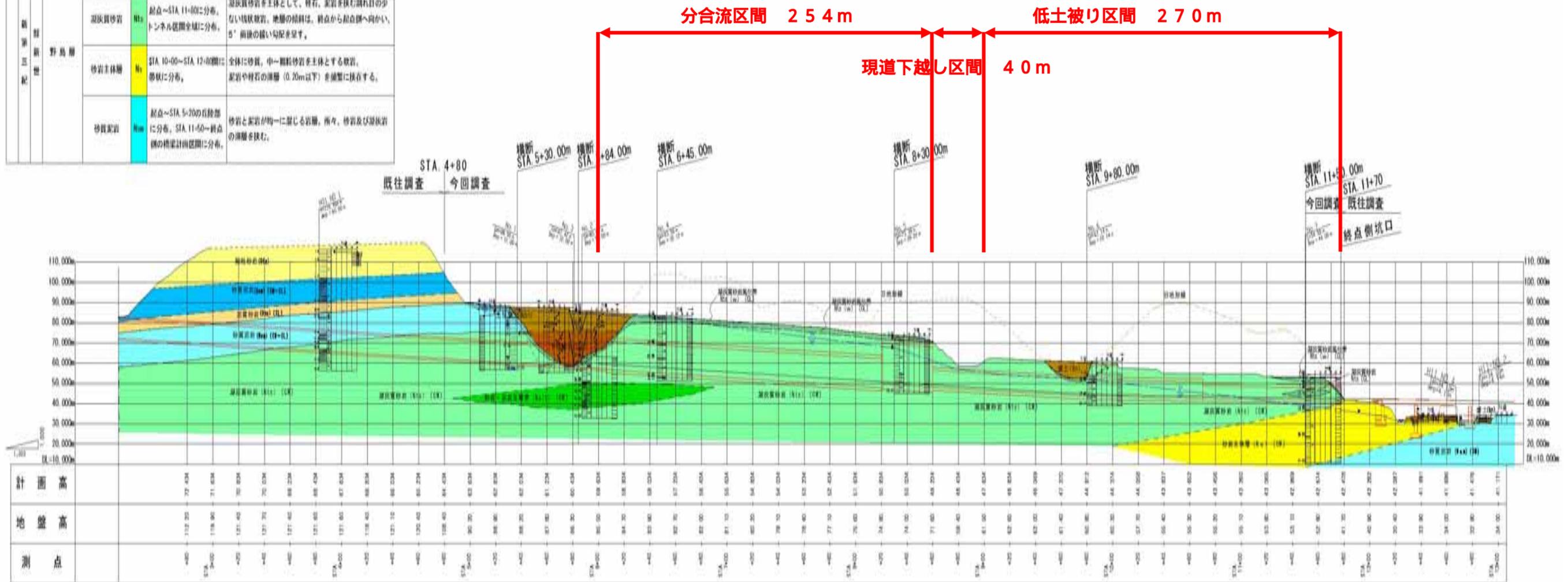


図 4.2.1 想定地層縦断面図

(引用：平成 19 年度横浜環状南線庄戸地区地質調査報告書)

(2) 分合流区間の非開削トンネル施工方法案

(1) 分合流区間の特殊トンネル工法の適用性について

第1回庄戸トンネル検討会での検討方針は、「シールド工法の適用が難しく」、「馬蹄形断面を基本とした施工法を検討する」としているが、再度「特殊トンネル工法」の適用性についても整理する。

(2) 第1回庄戸トンネル検討会での分合流区間施工法の検討方針

平成18年度 首都圏中央連絡自動車道計画検討業務より

分合流区間を非開削で施工する場合は、山岳トンネル工法およびシールドトンネル工法での施工が考えられる。ここでは、図3-2-3に示すとおり、シールド工法を採用した場合は、一度施工した覆工を取り壊し、補助工法あるいは沈下対策および近接影響対策等を用いたうえで、山岳工法により拡幅を施す必要があり経済性、工期に劣る。

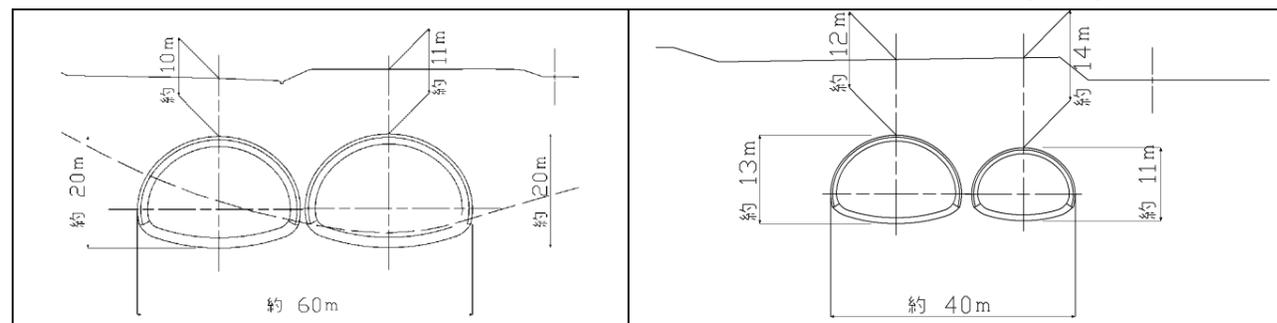
以上より、本区間は、馬蹄形断面を基本とした施工法を検討する。

図3-2-3 分合流区間工法比較

(3) 分合流区間の断面規模

分合流区間は、最大全幅約60mとなるめがねトンネルである。

分合流区間長はL=254mで、その間で全幅は、約60m 40mへと断面変化(縮小)する。



分合流区間最大断面 (STA.6+00)

分合流区間最小断面 (STA.8+60)

図4.2.2 分合流区間の断面規模

(4) 地質条件

基盤層は凝灰質砂岩である。トンネルはこの地盤を通過するが、一部(起点側)に、旧谷地形の盛土部分を通る区間がある。

- ・旧谷地形を埋めた盛土部 : 起点側最大断面部 (STA.5+40~6+30) 付近に存在する。

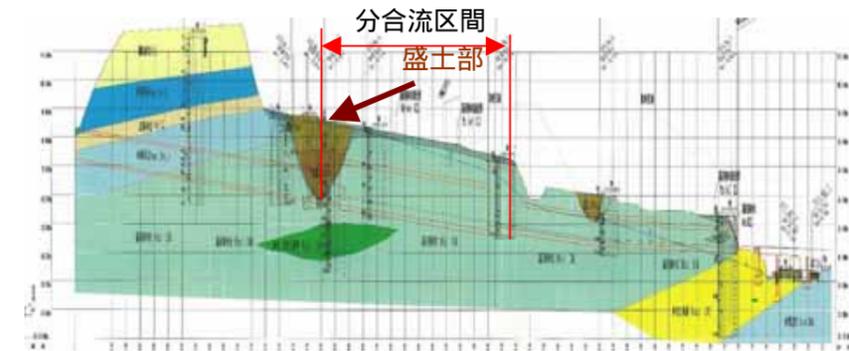


図4.2.3 分合流区間における盛土位置図

(5) 断面変化に対する「特殊トンネル工法」の適用性

分合流区間の特質である断面変化への「特殊トンネル工法」の適用性を表4.2.1に示す。

表4.2.1 特殊トンネル工法の道路線形・断面変化への適応性

分類	工法 名称	縦断線形	断面変化
		一様勾配	分合流区間 60~40m
シールド結合	MMST工法		× (小さな変化は可)
	ハーモニカ工法	(単曲線のみ対応可)	×
	MMB工法		× (小さな変化は可)
	URUP工法		×
エレメン ト工法	Hep & Jes工法	×	×
	パイプルーフ工法	×	×
	T-UPS工法	×	×
函体推進	ESA工法	× (実績無し)	(段落して対応)

(注) 各工法の詳細な比較表は、参考資料を参照

以上により、本区間で検討する「特殊トンネル工法」は、ESA工法とする。

表.4.2.2 分合流区間 トンネル施工法の抽出

工法名	山岳トンネル工法			函体推進工法	
	基盤層区間		盛土区間	ESA工法	
	無導坑(全断面中壁・2重支保・インバート仮閉合)	導坑先進(上半中壁・2重支保)	地上からの地盤改良工法(高噴射攪拌工法)		
概要	<ul style="list-style-type: none"> 本坑の上半,下半,インバートを3分割し、中央部を先行掘削。 各切羽は、掘削後、直ちに底盤部を仮閉合 中央部掘削後の左右坑掘削後に中壁撤去。 中壁撤去後は通常のNATMにおける施工と同様。 アーチ部の支保構造は、2重支保とする。 	<ul style="list-style-type: none"> 中央,側壁導坑を掘進、側壁・中央支柱を構築 本坑上半を3分割し、中央部を先行掘削 上半左右を掘削後、頂設導坑の側壁支保を撤去 アーチコンクリート(覆工)を打設 アーチ部の支保構造は、2重支保とする。 	<ul style="list-style-type: none"> 地上から高噴射攪拌工法による地盤改良 掘削工法は、基盤層の工法に準ずる。(無導坑方式、または、導坑方式) 上半を3分割し、中央部を先行掘削する 支保構造は、2重支保とする。 <p>(注)概要図は、導坑方式の手順を示す。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 函体は、函体・などを反力とし推進する。 函体は、函体の牽引、函体などの押出し力により前進させる。 函体は、函体の牽引、より後部の函体の押出し力により前進させる。 これらを繰返し行うことで、前進する工法 	
概要図					
環境対策	地盤沈下	<ul style="list-style-type: none"> 両トンネル間地山の緩みにより、地表面への影響が予想される。 掘削幅が広く、中壁撤去時に地表面沈下などの影響が予想される。 切羽前方のゆるみ(先行変位)に対しては、長尺鏡ボルトなどでの対応が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 掘削幅が広く、中壁撤去時に地表面沈下などの影響が予想される。 切羽安定対策としてのゆるみ(先行変位)に対しては、長尺鏡ボルトなどでの対応が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 盛土部に対し、地上から地盤改良を実施することで、切羽の安定確保、地表面沈下を抑制できる。 高噴射攪拌工法による地盤改良であり、高い改良強度が期待できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 掘削と同時に函体を挿入するので地表部への影響は基本的に少ない。 ただし、宅地部との境界に遮断壁等の構造物が無い場合、沈下・地盤変状が生じた場合は近接する家屋へ影響することがある。
	粉塵	<ul style="list-style-type: none"> 地中施工のため影響は少ない。 	<ul style="list-style-type: none"> 地中施工のため影響は少ない。 	<ul style="list-style-type: none"> 地中施工のため影響は少ない。 	<ul style="list-style-type: none"> 地中施工のため影響は少ない。
	振動・騒音	<ul style="list-style-type: none"> 地中施工のため影響は少ない。 	<ul style="list-style-type: none"> 地中施工のため影響は少ない。 	<ul style="list-style-type: none"> 地盤改良は地上から行っても、騒音・振動は小さい。 トンネル掘削は、地中施工のため影響は少ない。 	<ul style="list-style-type: none"> 地中施工のため影響は少ない。
	埋設物	<ul style="list-style-type: none"> 事前調査(試掘)に基づき、切り回しを行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 事前調査(試掘)に基づき、切り回しを行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 事前調査(試掘)に基づき、切り回しを行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 事前調査(試掘)に基づき、切り回しを行う。
実績	<ul style="list-style-type: none"> 二重支保は、土圧が大きい山岳トンネルで採用実績がある。 上半切羽の多分割や中壁分割工法などは、東名改築、第二東名・名神などで多くの実績がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 二重支保は、土圧が大きい山岳トンネルで採用実績がある。 上半切羽の多分割や中壁分割工法などは、東名改築、第二東名・名神などで多くの実績がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 二重支保は、土圧が大きい山岳トンネルで採用実績がある。 上半切羽の多分割や中壁分割工法などは、東名改築、第二東名・名神などで多くの実績がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 施工実績は多数。第二阪奈・宝来 TN280m 程度 	
性能	平面曲線への追従性	(STA.5+70.11249 上り線以降 R= で変化無し)	(STA.5+70.11249 上り線以降 R= で変化無し)	(STA.5+70.11249 上り線以降 R= で変化無し)	(STA.5+70.11249 上り線以降 R= で変化無し)
	縦断曲線への追従性	(分合流区間 i=4.0%で変化なし)	(分合流区間 i=4.0%で変化なし)	(分合流区間 i=4.0%で変化なし)	(分合流区間 i=4.0%で変化なし)
	断面変化への追従性				(躯体幅を段落しすることで対応可能)
メリット	<ul style="list-style-type: none"> 中央・側壁導坑がないため、施工性は高い。 各掘削断面は、2車線断面以下の規模となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 3分割で導坑は2車線断面以下の規模となる 断面規模は異なるが、既往技術の組合せ工法。 	<ul style="list-style-type: none"> 同左 地盤改良により、地表面沈下抑制が期待できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 函体の幅を「断落し」することで断面幅の変化に対応できる。(同規模の実績はない) 	
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> 盛土区間では、切羽(天端・鏡面・側壁)の自立、支持力確保などの対策工が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 盛土区間では、切羽(天端・鏡面・側壁)の自立、支持力確保などの対策工が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 地盤改良に際し、事前の改良試験などを実施し、効果の検証が必要となる。 地上からの施工となり、坑内よりの地盤改良に比べ、環境面での配慮が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 発進・到達立坑の構築が伴う。 地盤条件、土被り、函体の規模によっては、躯体上部にパイプルーフを打設する必要がある。 長距離施工の場合、中央・側部など数箇所ガイド導坑が必要となる。 縦断線形の変化に対応できない。(実績がない) 	
総合評価	<ul style="list-style-type: none"> 基盤層区間の施工法に適用性は高い。 	<ul style="list-style-type: none"> 基盤層区間の施工法に適用性は高い。 	<ul style="list-style-type: none"> 盛土部の地盤改良への適用性は高い。 	<ul style="list-style-type: none"> 大規模な発進基地が必要であるため、周辺状況を考慮すると、適用性は低い。 	

(6) 山岳トンネル工法による分合流区間の基本的な施工方法

1) 第1回庄戸トンネル検討会での施工方法

第1回庄戸トンネル検討会において、庄戸トンネル分合流区間の施工方法について、「アーチ分割工法を提案した。(第1回庄戸トンネル検討会資料を再掲する。)

平成18年度 首都圏中央連絡自動車道計画検討業務より分合流区間のトンネル断面および施工法について検討を行う。本区間は、釜利谷JCTの分合流区間であり、本線上下線3車線に加え、ランプ分合流車線2車線の合計5車線を包含する超大断面めがねトンネルで計画されている。

ここでは、5車線超大断面めがねトンネルの施工方向を検討する際の断面形状および施工方法について基本的事項の検討を行う。

分合流区間は軟岩地山、低土被りの厳しい条件の中、30m×2の超大断面めがねトンネルにより検討する。検討断面は、掘削土量を少なくするために、掘削断面の最小化を優先することとし、縦横比を小さくした扁平断面(0.55)とする。

また、施工方法としては、既存の工法(山岳トンネル工法)で経験上、施工の実現性が高いと考えられる工法を想定することとし「アーチ分割工法」にて検討を行う。アーチ分割工法とは、加背を分割して上半断面を中央、両サイドと3分割にて掘削し中壁を設置する3本導坑方式めがねトンネル工法である。

なお、アーチ分割工法は、現時点で地質情報が不足しているため、施工方向を検討する上での想定工法の位置付けであり、詳細な地質情報を得た後、工法の適正等の見直しを行う必要がある。

アーチ分割工法を本検討での想定工法とした根拠を表4-2-1および図4-2-1に示す。

表4-2-1 アーチ分割工法選定理由

検討項目	選定理由
地盤耐力を考慮して側壁導坑、中央導坑を設ける。	めがねトンネルの多くが底設導坑(側壁導坑や中央導坑)を設置しており、本トンネルにあたっては、超大断面であることを考慮し、計画した。
頂設導坑(中壁)を設けることにより、切羽を分割して掘削断面積を小さくする。	30mのトンネルスパンの切羽自立性を考慮し、上半を分割した。分割後は、切羽スパン約10m、2車線相当となり既存の技術にて十分対応可能であると判断した。また、この導坑形式は膨張性地山での実績もあり、導坑アーチが本坑アーチの一部であるため経済的でもある。
アーチは、骨組み解析により、全土被りを載荷しても成立するように2重支保としている。	土被りが小さく、超大断面であるため、安全側を考慮して全土被りを載荷した状態で成立する構造とした。
頂設導坑の中壁も耐力から考えて2重支保としている。	上半掘削中に全土被りが載荷されてもよいように、中壁も2重支保とした。

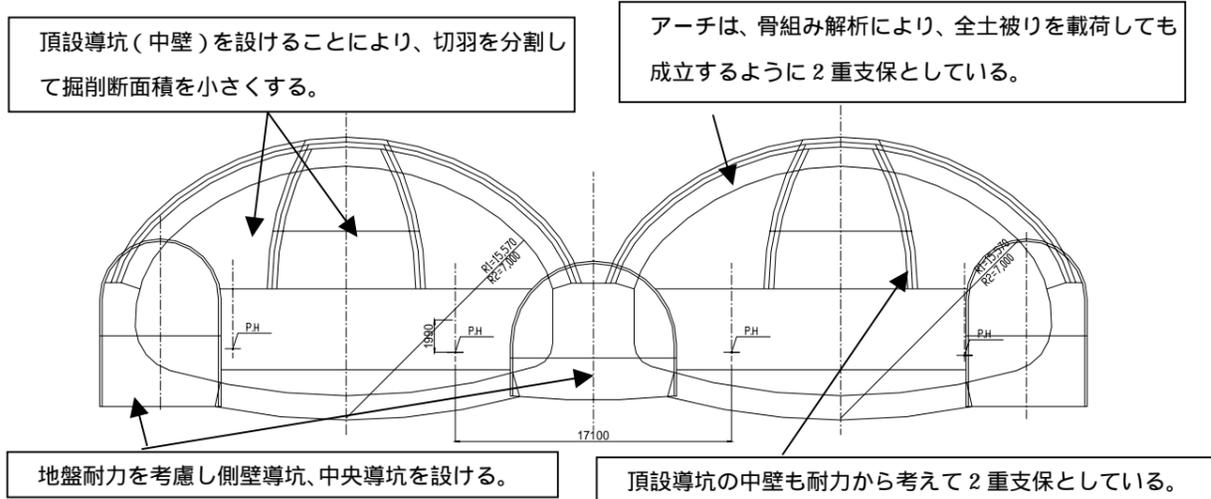


図4-2-1 アーチ分割工法解説図

今回は、地質調査結果により明らかになった盛土の分布・性状、基盤層(凝灰質砂岩)の性状を踏まえ、

- ・「無導坑方式(断面分割工法)」
- ・「導坑方式(導坑先進+上半アーチ3分割工法)」

の2工法について整理する。

2) 山岳工法の施工方法

無導坑方式と導坑方式

分合流区間は、1トンネル幅30mの超大断面トンネルが近接する2連めがねトンネルである。めがねトンネルの導坑・無導坑方式の特徴について、表4.2.3のようにまとめられている。

表4.2.3 めがねトンネルの導坑方式と特徴

導坑方式	実績	主な特徴
3本導坑方式 中央導坑と両本坑の外側に側壁導坑を施工。	18件	3本の導坑とピラーを構築するため工期が長い。他の方式に比べ経済性に劣る。上半支保工はピラーに支持されるため脚部沈下が生じる可能性は少ない。
1本導坑方式 中央導坑のみ施工。	9件	3本導坑方式より工期および経済性で有利である。上半支保工は片側のみピラーに支持されるため脚部沈下が生じる場合、支保工に曲げモーメントが生じやすい。
無導坑方式 導坑なし。	-	工期および経済性で他の方式に比べ有利である。支保工の脚部沈下が生じる可能性が他の工法より大きい。地質条件によっては、中間地山部の補強が必要となる。

「引用：わが国におけるめがねトンネルの現状と課題(トンネルと地下2001年9月)」

断面分割の必要性

分合流区間は、一般的な2車線トンネルおよび第二東名・名神トンネルと比較しても、掘削高さ、掘削幅ともに大きい。

表4.2.4 断面規模と掘削工法の比較

断面規模	2車線トンネル	第二東名・名神トンネル	庄戸トンネル
工法名	上半先進工法	上半2分割中壁工法	切羽分割中壁工法
断面図			
掘削幅	分割切羽	先進坑: 4.8 m ² 後進坑: 4.1 m ²	先進坑: 9.5 m ² 後進各坑: 6.7 m ²
	上半	6.0 m ²	8.9 m ²
	総計	9.7 m ²	18.4 m ²
上半の掘削幅	12.4 m	10.1 m / 8.2 m	10.5 m / 9.3 m

(注) 盛土層での施工は、地盤改良などの対策工が必要となる。

以上により、掘削量(全断面 480 m³/上半 230 m³)のトンネル掘削を、施工の安全性の確保、地表面沈下を抑制するには、切羽を分割することが望ましい。

切羽分割の設定

切羽の分割は、第二東名・名神トンネルの施工事例、掘削機械などの施工性を考慮した結果、以下のとおりとする。

- ()各切羽の掘削量は概ね 100 m³程度以下とする。(第二東名・名神トンネルの上半先進工法)
- ()掘削幅が2車線断面の掘削幅程度とする。(掘削機械などの施工効率を考慮)

以上により、「無導坑方式」、「導坑方式」を適用した場合の加背割り図(案)を示す。

A. 無導坑方式による断面加背割り計画(案)

無導坑によるめがねトンネル施工となり、掘削に伴い特にトンネル間付近の地山の塑性化が顕著となり、地表面沈下の増大や脚部沈下の可能性が高い。

掘削高さが 18 m 程度であり、掘削機械の高さを考慮し、上半・下半・インバートは縦方向に3分割する。掘削幅は約 30 m と大きく、切羽を3分割とする。

脚部に大きな荷重が載荷され、脚部の変状や地表面への影響も懸念されるため、切羽ごとに仮閉合する。

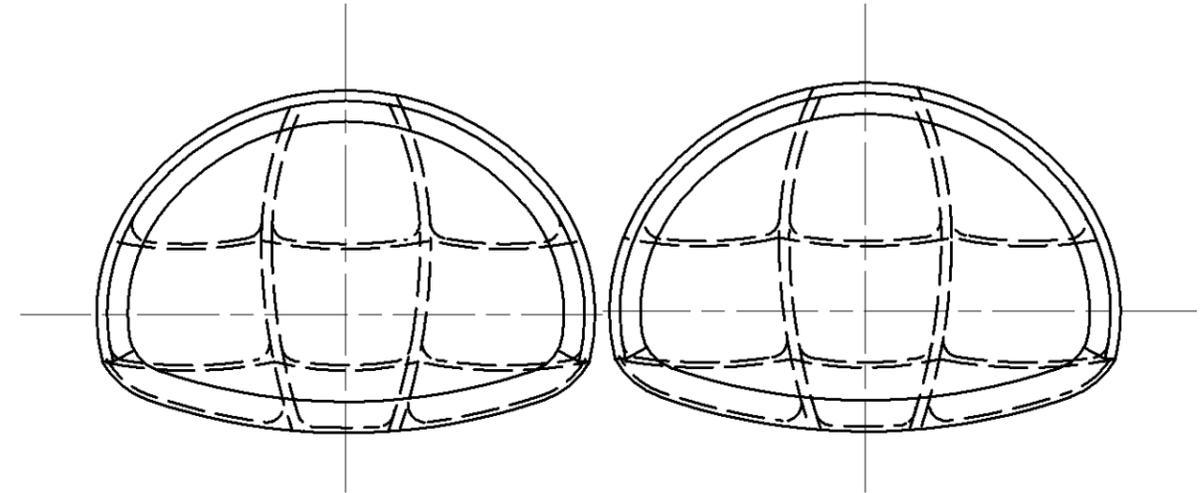


図 4.2.4 無導坑方式による加背割り図(案)

B. 導坑方式による断面加背割り計画(案)

導坑コンクリートが打設済みであり、掘削に伴う、地山の挙動や支保工の発生応力の大半は上半掘削時にのみ影響し、下半の掘削時による地表などの影響は少ない。よって、下半掘削では切羽を分割しない。

上半の掘削量は、約 230 m³、掘削幅も約 30 m と大きく、切羽を3分割とし、各切羽ともに2車線程度以下とする。

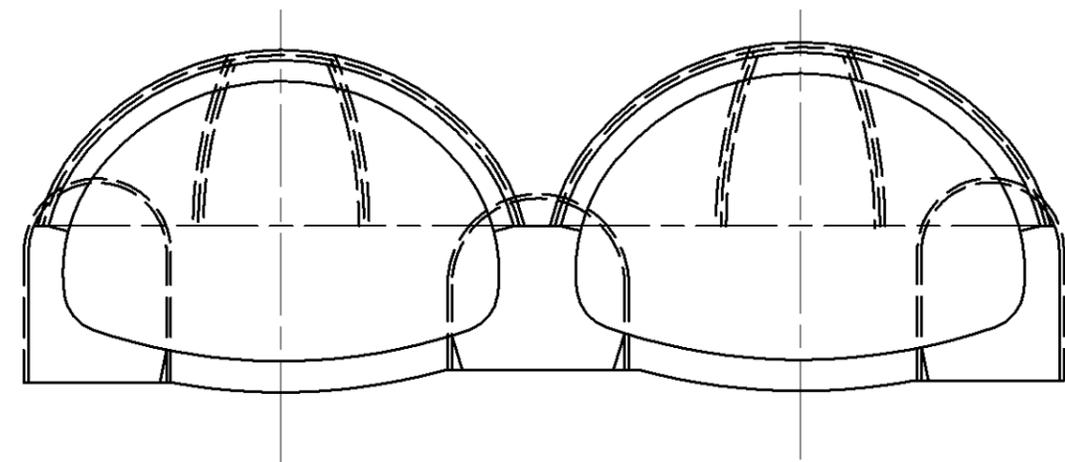
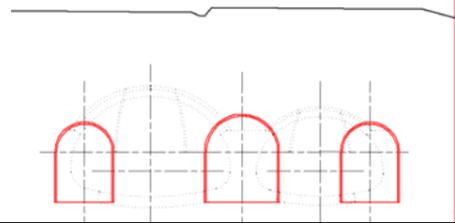
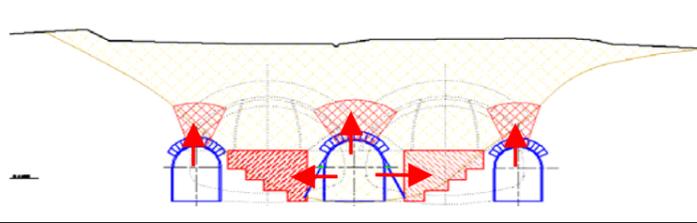
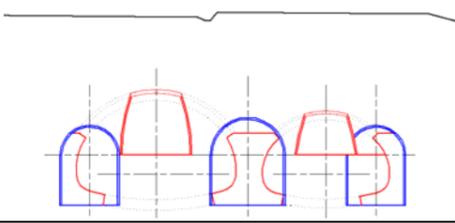
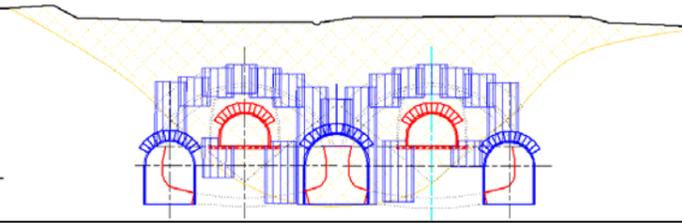
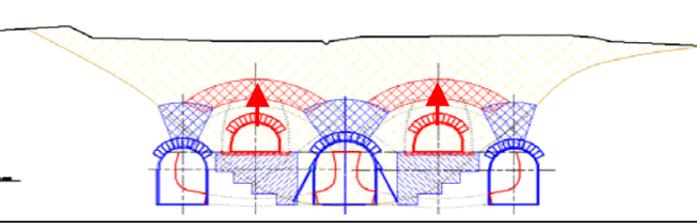
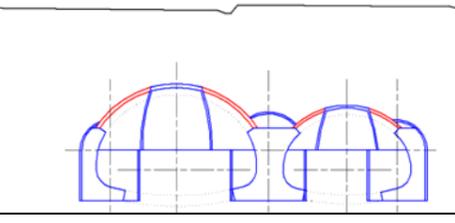
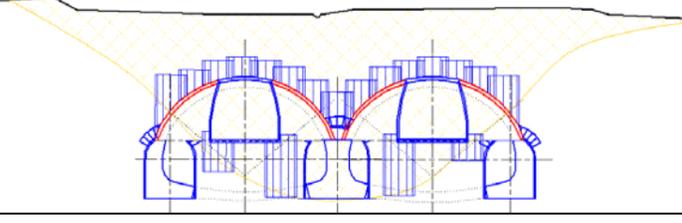
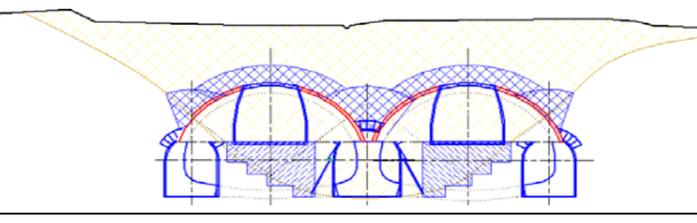
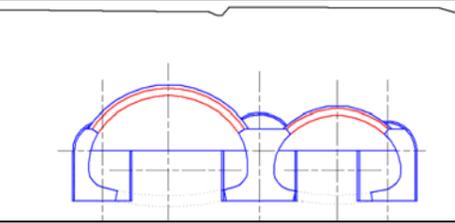
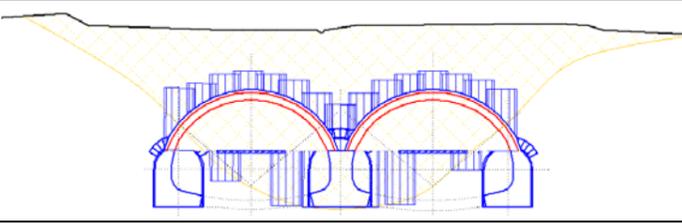
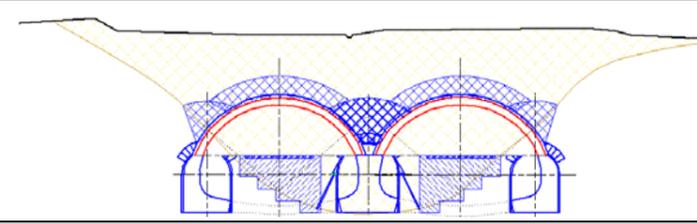


図 4.2.5 導坑方式による加背割り図(案)

表.4.2.5 分合流区間 各地質区間での施工手順（頂部覆工コンクリート打設まで。掘削方向は省略）

順序	基盤層区間	盛土区間（坑外から対策工を実施した場合）	盛土区間（坑内から対策工を実施した場合）
Step-1	<p>・ 導坑の施工</p> 	<p>・ 地上部からの地盤改良工の施工（高圧噴射攪拌工法）</p> 	<p>補助工法の施工 （注入式先受け工、長尺鏡ボルト・吹付け、上半ウインググリブ + フットパイル） 本坑上半脚部の地盤改良（薬液注入） 本坑頂設導坑脚部の地盤改良（高圧噴射攪拌工法）</p> 
	<p>・ 支柱構築、本坑頂設導坑の施工</p> 	<p>補助工法の施工（注入式先受け工） 支柱コンクリート打設、釜利谷トンネル側より頂設導坑への進入</p> 	<p>支柱コンクリート打設、釜利谷トンネル側より頂設導坑への進入 （注入式先受け工、鏡ボルト・吹付け、梁盤コンクリート） 本坑アーチ部の地盤改良（二重管方式）</p> 
Step-3	<p>・ 本坑上半側部の切詰め掘削</p> 	<p>頂設導坑掘削 上半側部の切詰め掘削</p> 	<p>頂設導坑掘削 + 補助工法 上半側部の切詰め掘削 + 補助工法 （補助工法：注入式長尺鋼管先受け工、長尺鏡ボルト・吹付け）</p> 
	<p>・ 頂部覆工コンクリート打設</p> 	<p>頂設導坑の支保撤去（吹付けコンクリート、鋼アーチ支保工） 頂部覆工コンクリート打設</p> 	<p>頂設導坑の支保撤去（吹付けコンクリート、鋼アーチ支保工） 頂部覆工コンクリート打設</p> 

(3) 低土被り区間の非開削・開削施工方法案

(1) 第1回庄戸トンネル検討会での低土被り区間施工法の検討方針

平成18年度 首都圏中央連絡自動車道計画検討業務成果 p3-6
 低土被り区間については、馬蹄形あるいは円形の断面では土被りが確保できず、構造的に成立しない。
 以上より、本区間は、矩形ボックス断面を基本として施工法を検討する。
 平成18年度 首都圏中央連絡自動車道計画検討業務成果 p5-1・5.1
 低土被り区間は、土被り3~8mと非常に薄く、馬蹄形断面の採用が不可能な区間である。また、釜利谷JCTのランプすり付け区間を含み断面が神戸側に向かい縮小されている線形条件となっている。
 これら地形、線形条件を考慮し、非開削工法の実現可能性の検討を行う必要がある。

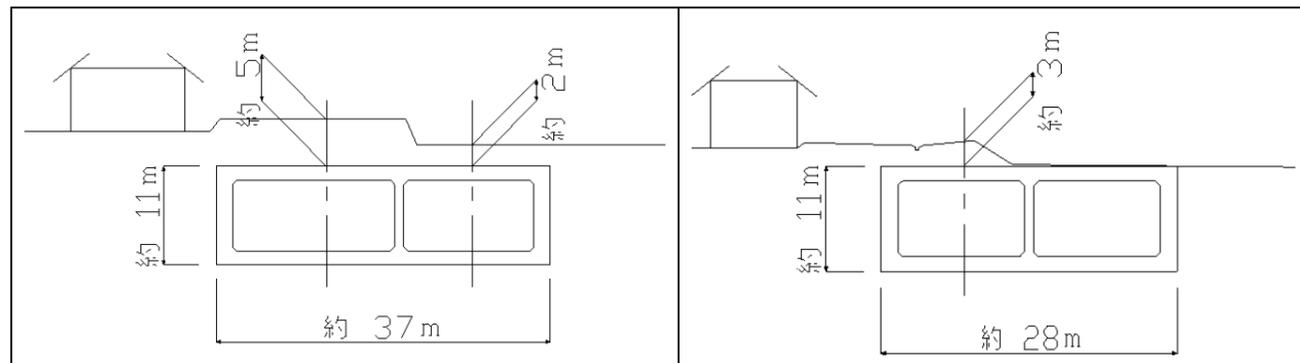
以上のことから、低土被り区間の施工法は次の条件を満たす必要がある。

- ・低土被りであるため、ボックス形状が基本となる。
- ・分合流の影響による断面変化に対応できる必要がある。

(2) 断面規模

低土被り区間は、最大全幅約37mとなる2連ボックス形状のトンネルである。

低土被り区間長はL=270mで、その間で全幅は**37m** **28m**へと断面変化(縮小)する。



低土被り区間の最大断面規模 (STA.9+00) 低土被り区間の最小断面規模 (STA.10+60)

図 4.2.6 低土被り区間の断面規模

(3) 地質条件

低土被り区間全線に基盤層である凝灰質砂岩層が分布するが、一部 (STA.9+40~80 付近) で、旧谷地形の盛土層が分布する。

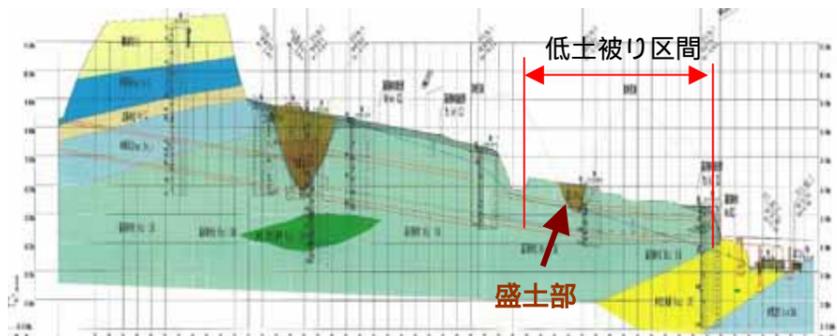


図 4.2.7 低土被り区間における盛土位置図

(4) 施工方法の抽出

低土被り区間の施工方法として、非開削工法・開削工法から抽出した。

非開削工法では、小断面シールド・結合工法、エレメント工法、函体推進工法などについて、平面・縦断線形の曲線施工、断面変化の適用性を評価した。

表.4.2.6 特殊トンネル工法の道路線形・断面変化への適応性

分類	工 法		縦断線形	断面変化
	名 称		一様勾配	低土被り区間 37~28 m
小断面シールド結合	MMST 工法			× (小さな変化は可)
	ハーモニカ工法		(単曲線のみ対応可)	×
	MMB 工法			× (小さな変化は可)
	URUP 工法			×
エレメント工法	Hep & Jes 工法		×	×
	パイプルーフ工法		×	×
	T-UPS 工法		×	×
函体推進	ESA 工法		× (実績無し)	(段落しで対応)

(注) 各工法の詳細な比較表は、参考資料を参照

以上により、本区間で検討する「特殊トンネル工法」は、ESA 工法とする。

表 4.2.7 低土被り区間の施工方法の抽出

工法名	非開削工法（函体推進工法）		開削トンネル工法		
	ESA 工法	山岳導坑先進+パイプルーフ工法	開削工法+順巻き+防音壁+路面覆工	開削工法+頂版先行+逆巻き+防音壁	
概要	<ul style="list-style-type: none"> ・函体は、函体・などを反力とし推進する。 ・函体は、函体の牽引、函体などの押し出し力により前進させる。 ・函体は、函体の牽引、より後部の函体の押し出し力により前進させる。 ・これらを繰り返すことにより、前進する工法 	<ul style="list-style-type: none"> ・中央部4カ所の導坑より中間杭打設後、側壁導坑を掘削し側壁を施工。 ・その後、頂部にパイプルーフを打設し、内部掘削、本体躯体構築を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・標準的開削工法で、地上からの施工が基本となる。 ・地上施工：仮囲い（遮音壁）、土留め壁、中間杭打設、路面覆工 ・路面覆工下施工：掘削、躯体構築、埋め戻し ・地上施工：整地、覆工版・仮囲い撤去、片付け 	<ul style="list-style-type: none"> ・頂版を先に構築し、頂版下での地下施工とする。 ・地上施工：仮囲い（遮音壁）、土留め壁・中間杭打設、掘削・頂版施工、整地、覆工版・仮囲い撤去、片付け ・地中（頂版下）施工：掘削・支保工、躯体構築 	
概要図					
環境対策	地盤沈下	<ul style="list-style-type: none"> ・掘削と同時に函体を挿入するので地表部への影響は基本的に少ない。 ・宅地部との境界に遮断壁の目的でパイプルーフを施工し、沈下・地盤変状の影響を低減する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・多分割掘削とパイプルーフによる先受け工により、基本的に地表面沈下は少ない。 ・側壁部の多段導坑施工時に、宅地部との境界に遮断壁等が無い場合、沈下・地盤変状が家屋へ影響することがある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・土留め壁の剛性、切梁の設置間隔、プレロードなどにより土留め壁の変形を抑制し、建物などに影響しない地表面沈下量にすることができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・土留め壁の剛性、切梁の設置間隔、プレロードなどにより土留め壁の変形を抑制し、建物などに影響しない地表面沈下量にすることができる。 ・剛性の高い頂版の先行施工は、土留め壁の変形抑制効果がある。
	粉塵	<ul style="list-style-type: none"> ・土被り確保対策（盛土）は地上作業となる。 ・掘削、躯体構築は地中施工のため影響は少ない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・土被り確保対策（盛土）は地上作業となる。 ・掘削、躯体構築は地中施工のため影響は少ない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・防塵舗装、散水による発生防止 ・覆工板・防音壁により周辺への拡散防止 	<ul style="list-style-type: none"> ・地上施工時：防塵舗装、散水による発生防止、覆工板・防音壁により周辺への拡散防止 ・地中施工時、頂版により周辺（地上上への）拡散防止
	騒音・振動	<ul style="list-style-type: none"> ・土被り確保対策（盛土）は地上作業となる。 ・掘削、躯体構築は地中施工のため影響は少ない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・土被り確保対策（盛土）は地上作業となる。 ・掘削、躯体構築は地中施工のため影響は少ない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・覆工板・防音壁により音を遮断する。 ・工事車両振動は緩衝材で振動伝達を低減する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・頂版構築、埋戻しまでは、遮音壁等の対策を施す。 ・頂版下施工では、頂版により騒音を遮断できる。
	埋設物	<ul style="list-style-type: none"> ・事前調査（試掘）に基づき、切り回しを行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・事前調査（試掘）に基づき、切り回しを行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・事前調査（試掘）に基づき、吊り防護を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・事前調査（試掘）に基づき、吊り防護を行う。
実績	<ul style="list-style-type: none"> ・施工実績は多数。第二阪奈-宝来 TN280m 	<ul style="list-style-type: none"> ・実績無し（既存工法を組合せた工法である） 	<ul style="list-style-type: none"> ・一般的な工法であり、技術的な問題は無い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・逆巻き工法による躯体構築の施工実績はある。技術的な問題は少ない。 	
性能	平面曲線への対応	（低土被り区間 R= で変化なし）	（低土被り区間 R= で変化なし）	（低土被り区間 R= で変化なし）	（低土被り区間 R= で変化なし）
	縦断曲線への対応	（高さ方向の断面拡幅で対応） （STA.10 で i=4.0% i=0.978% に変化）	（STA.10 で i=4.0% i=0.978% に変化）	（STA.10 で i=4.0% i=0.978% に変化）	（STA.10 で i=4.0% i=0.978% に変化）
	断面変化への対応	（函体幅の段落しで対応）			
メリット	<ul style="list-style-type: none"> ・函体の幅を「段落し」することで断面幅の変化に対応できる。（同規模の実績はない） ・長距離の推進が可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・非開削施工である。 ・側壁コンクリートは、土留壁、本体に利用できる。 ・中間杭は、導坑からの地下施工となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・地盤沈下に対する対応が確実である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・地盤沈下に対する対応が確実である。 ・地上施工が短く、周辺環境への影響が少ない。 	
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ・起点側に発進立坑が必要である。 ・段落し施工のため、起点側からの施工となる。 ・対象区間の約半分で土被り対策が必要である。 ・ガイド導坑、パイプルーフが必要である。 ・縦断線形の変化は、高さ方向の断面拡幅で対応 	<ul style="list-style-type: none"> ・既存工法の組合せであるが、実績がない。 ・多段導坑施工時の側壁部の安定（地盤変位抑制）対策が必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・土留め壁打設、埋戻し施工時などの振動・騒音、粉塵など周辺環境に対する影響低減対策が必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・地上での施工（土留め壁打設、埋戻し施工など）に対する振動・騒音、粉塵など周辺環境に対する影響低減対策が必要である。 	
総合評価	<ul style="list-style-type: none"> ・対象区間の半分で土被り確保対策が必要である。 ・発進・到達立坑が必要であり、周辺状況を考慮すると適用性は低い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・対象区間の全線で、土被り対策が必要である。 ・既存工法の組合せであるが、適用にあたっては検討が必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・一般的な工法であり、技術的な問題は少ないため、適用性は高い。 ・地上作業が長期間に渡り、騒音対策などが必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・一般的な工法であり、技術的な問題は少ないため、適用性は高い。 ・地上作業が短期間で、騒音対策等の影響が少ない。 	

(4) FEM解析断面の選定

(1) 解析の目的

分合流区間の山岳トンネル施工において、施工法の違いによる地表面沈下等の周辺地盤変位量の推定、トンネルアーチ部の支保部材の発生断面力、変形の評価を行うため解析を行う。

(2) 解析条件の整理

- ・ 解析断面は、盛土部、基盤部の最大断面となる STA.6+00 (盛土部)、STA.6+30 (基盤部) とする。
- ・ 施工方法は、「無導坑方式」、「導坑方式」の山岳工法の2種類とする。

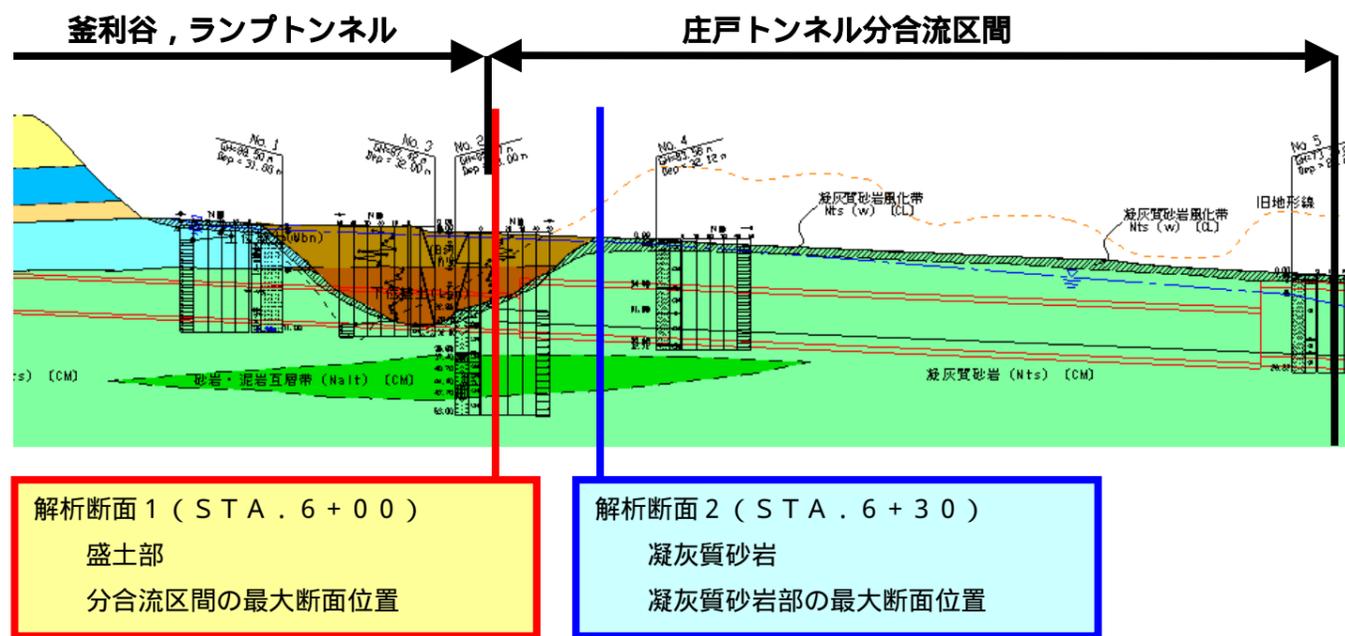


図 4.2.8 FEM 解析対象位置図

解析位置		解析断面
STA.6+00 (盛土層)	無導坑方式	
	導坑方式	
STA.6+30 (基盤層)	無導坑方式	
	導坑方式	

図 4.2.9 FEM 解析対象断面図