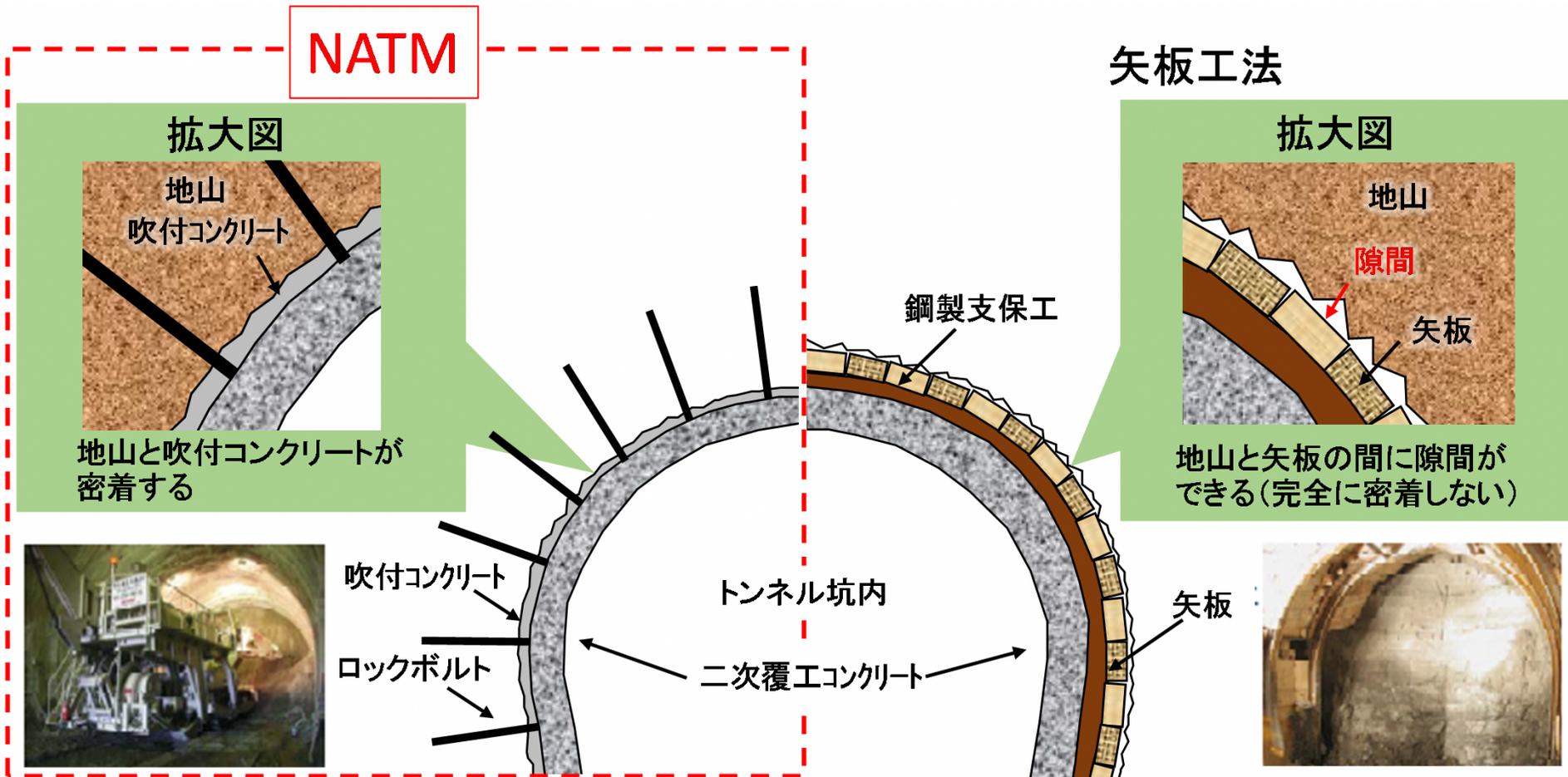


適切な構造及び工法について

山岳部における標準的な工法であるNATMを採用する。
掘削した部分を素早く吹付コンクリートで固め、ロックボルトを岩盤に打ち込むことにより、地山自体の保持力を利用してトンネルを保持する。



- NATMの場合、計画段階で岩種等の地山状況に応じて、ロックボルトの本数や長さ、鋼製支保工の間隔や大きさ、吹付コンクリートの厚さを適切に設定(支保パターン)
- 工事中は、切羽の状況に応じて、適宜支保パターンを変更して施工を進める

適切な構造及び工法について(設定手順①)

①岩種分類

岩種(A~G)は、下記の岩種分類表から判定する。

→ 亀裂が発達した花崗岩で、一軸圧縮強さ $q_u = 49.9 \sim 128.0 \text{N/mm}^2$ → 岩種はB

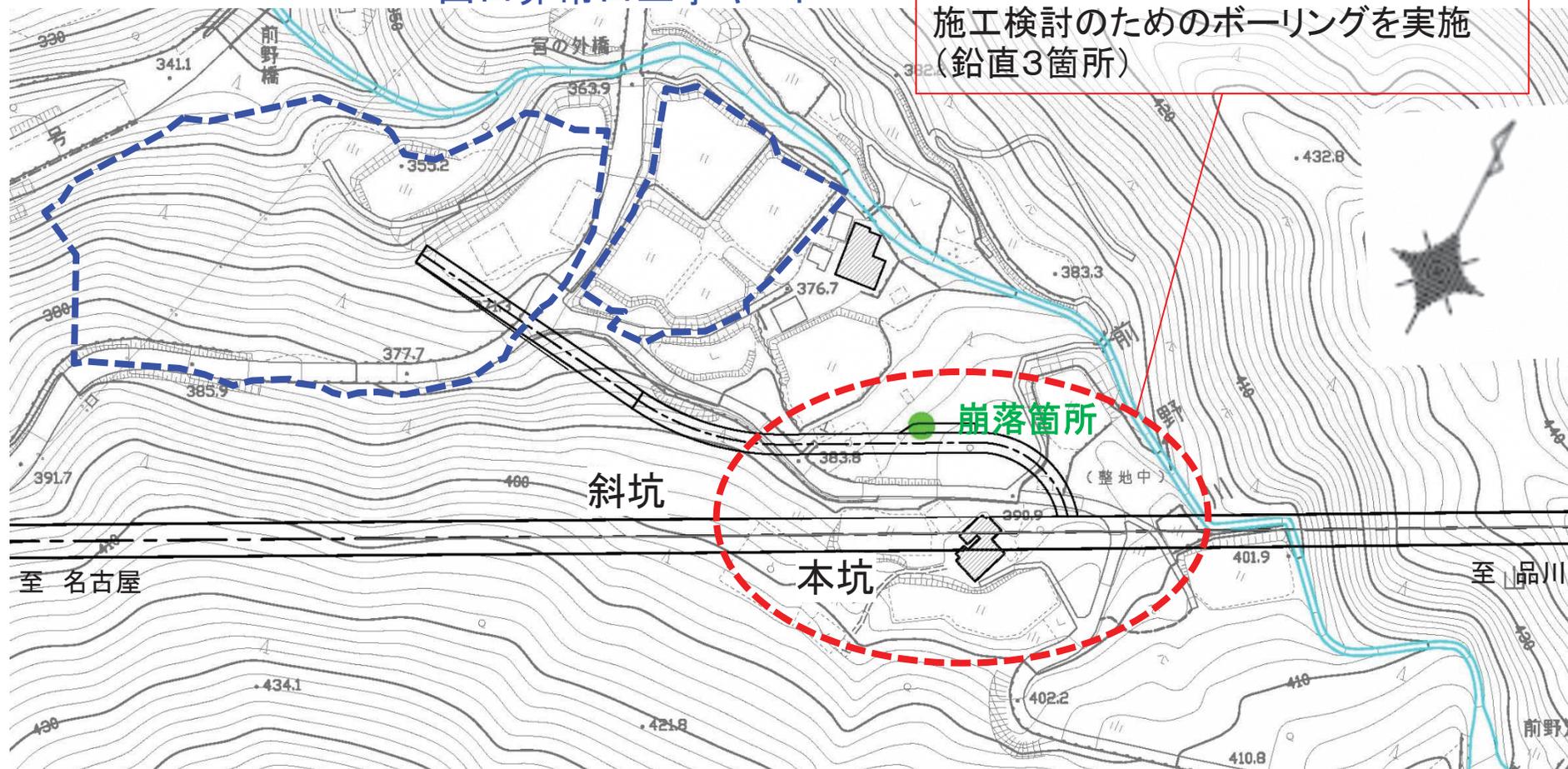
岩種	形成時代、形態、岩石名	硬さによる分類
A	①中生代、古生代の堆積岩類(粘板岩、砂岩、礫岩、チャート、石灰岩等) ②深成岩(花崗岩類) ③半深成岩(ひん岩、花崗はん岩等) ④火山岩の一部(緻密な玄武岩、安山岩、流紋岩等) ⑤変成岩(片岩類、片麻岩、千枚岩、ホルンフェルス等)	↑ 硬 岩 ↓ 一軸圧縮強さは、 以下の数値を目安 とする $50 \text{N/mm}^2 \leq q_u$
	塊状の硬岩(亀裂面の剥離性が小さい)	
B	①はく離性の著しい変成岩類(片岩類、千枚岩、片麻岩) ②はく離性の著しいまたは細層理の中生代、古生代の堆積岩類 (粘板岩、頁岩等) ③節理等の発達した火成岩	↓ 中 硬 岩 ↑ $15 \text{N/mm}^2 \leq q_u < 50 \text{N/mm}^2$
	硬岩でありながら、亀裂が発達し、著しいはく離性を示す	
C	①中生代の堆積岩類(頁岩、粘板岩等) ②火山岩類(流紋岩、安山岩、玄武岩等) ③古第三紀の堆積岩類(頁岩、泥岩、砂岩等)	↓ 軟 岩 ↑ $2 \text{N/mm}^2 \leq q_u < 15 \text{N/mm}^2$
D	①新第三紀の堆積岩類(頁岩、泥岩、砂岩、礫岩)、凝灰岩等 ②古第三紀の堆積岩類の一部 ③風化した火成岩	↓ 土 砂 ↑ $q_u < 2 \text{N/mm}^2$
E	①新第三紀の堆積岩類(泥岩、シルト岩、砂岩、礫岩)、凝灰岩等 ②風化や熱水変質および破碎の進行した岩石(火成岩類や変成岩類およ び新第三紀以前の堆積岩類)	
F	①第四紀更新世の堆積物(礫、砂、シルト、泥および火山灰等より構成 される低固結~未固結な堆積物) ②新第三紀堆積岩の一部(低固結層、未固結層、土丹、砂等) ③マサ化した花崗岩類	
G	表土、崩積土、崖錐等	

注) 主な岩石名を列記したものであって、分類の困難なものは地質技術者が判断するものとする
 q_u : 一軸圧縮強さ

《補足説明》

工事前に実施した地質調査箇所

山口非常口工事ヤード



前頁では、一軸圧縮強さを49.9～128.0 N/mm²と説明した。
このボーリングでは、深層の一部で8.58～9.99 N/mm²という箇所がある。
しかし、近傍で実施した他の2箇所のボーリングでは54.6～136.0 N/mm²、
53.1～129.0 N/mm²であるため、B岩種と判断した。

適切な構造及び工法について(設定手順②)

②地山等級

岩種と弾性波速度(V_p)から、下記の地山分類基準より、地山等級を判定する。

→ B岩種で $V_p=2.97\sim 3.15\text{km/sec}$ → 地山等級は I_{N-1}

地山種類 地山等級	A岩種	B岩種	C岩種	D岩種	E岩種	F、G岩種	
						粘性土	砂質土
V_N	$V_p \geq 5.2$	-	$V_p \geq 5.0$	$V_p \geq 4.2$	-	-	-
IV_N	$5.2 > V_p \geq 4.6$	-	$5.0 > V_p \geq 4.4$	$4.2 > V_p \geq 3.4$	-	-	-
III_N	$4.6 > V_p \geq 3.8$	$V_p \geq 4.4$	$4.4 > V_p \geq 3.6$	かつ $G_n \geq 5$	かつ $G_n \geq 6$	-	-
II_N	$3.8 > V_p \geq 3.2$	$4.4 > V_p \geq 3.8$	$3.6 > V_p \geq 3.0$	かつ $5 > G_n \geq 4$	かつ $6 > G_n \geq 4$	-	-
I_{N-2}	$3.2 > V_p \geq 2.5$	-	$3.0 > V_p \geq 2.5$	$2.6 > V_p \geq 2.0$ かつ $4 > G_n \geq 2$ あるいは $2.0 > V_p \geq 1.5$ かつ $G_n \geq 2$	$2.6 > V_p \geq 1.5$ かつ $4 > G_n \geq 3$	-	-
I_{N-1}	-	$3.8 > V_p \geq 2.9$	-	-	$2.6 > V_p \geq 1.5$ かつ $3 > G_n \geq 2$	$G_n \geq 2$	$D_r \geq 80$ かつ $F_c \geq 10$
I_S	-	-	-	$1.5 > V_p$ あるいは $2 > G_n \geq 1.5$	$1.5 > V_p$ あるいは $2 > G_n \geq 1.5$	$2 > G_n \geq 1.5$	-
I_L	$2.5 > V_p$	$2.9 > V_p$	$2.5 > V_p$	-	-	-	$D_r \geq 80$ かつ $10 > F_c$
特S	-	-	-	$1.5 > G_n$	$1.5 > G_n$	$1.5 > G_n$	-
特L	-	-	-	-	-	-	$80 > D_r$

V_p : 弾性波速度 (km/sec)、 G_n : 地山強度比、 D_r : 相対密度 (%)、 F_c : 細粒含有率 (%)

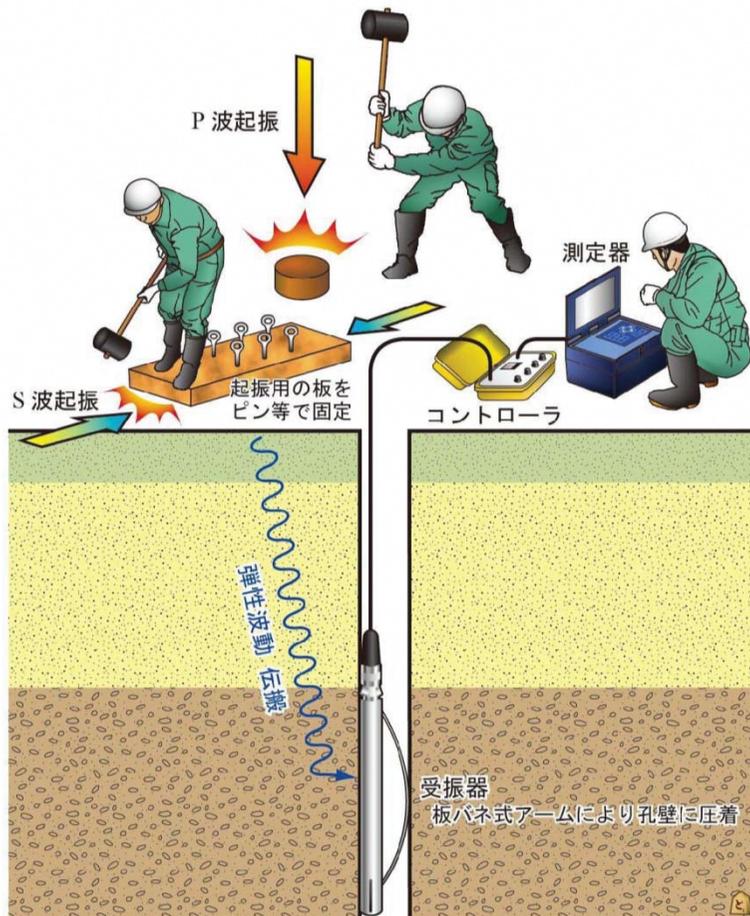
出典: 山岳トンネル設計施工標準・同解説(2008年4月、鉄運機構)

《補足説明》

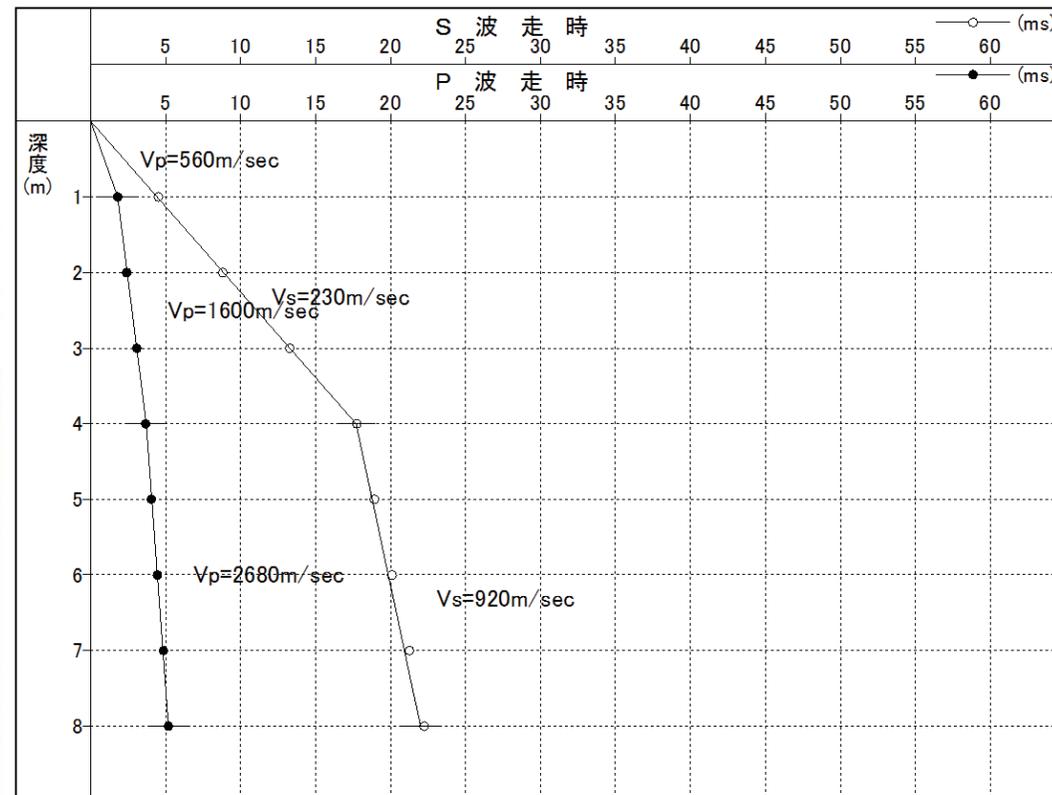
59ページの赤点線で示す範囲で行った地質調査において、PS検層(下図参照)という方法にて弾性波速度を測定した。

測定の結果、深度11~22mにおける弾性波速度は2.97km/secで、深度22~38mにおける弾性波速度は3.15km/secであった。

なお、測定箇所近傍における斜坑の深度は25~32mである。



走時曲線



適切な構造及び工法について(設定手順③)

③支保パターンの選定

岩種と地山等級から、下記の標準パターン選定表より、支保パターンを決定する。

→ B岩種で地山等級 I_{N-1} → 支保パターンは I_{N-1P}

地山等級 \ 岩種	岩種					F、G岩種	
	A岩種	B岩種	C岩種	D岩種	E岩種	粘性土	砂質土
V_N	IV_{NP}	—	IV_{NP}	IV_{NP}	—	—	—
IV_N	IV_{NP}	—	IV_{NP}	IV_{NP}	—	—	—
III_N	III_{NP}	III_{NP}	III_{NP}	III_{NP}	III_{NP}	—	—
II_N	II_{NP}	II_{NP}	II_{NP}	II_{NP}	II_{NP}	—	—
I_{N-2}	I_{N-2P}	—	I_{N-2P}	I_{N-2P}	I_{N-2P}	—	—
I_{N-1}	—	I_{N-1P}	—	—	I_{N-1P}	I_{N-1P}	I_{N-1P}
I_S	I_{SP}	I_{SP}	I_{SP}	I_{SP}	I_{SP}	I_{SP}	—
I_L	I_{LP}	I_{LP}	I_{LP}	I_{LP}	I_{LP}	—	I_{LP}
特S	*	*	*	*	*	*	—
特L						—	*

注) *は特殊設計範囲を示す。

適切な構造及び工法について(設定結果)

④標準支保パターンによるトンネル支保構造

決定された支保パターン I_{N-1P} における構造は下記のとおり。

- 縦断間隔 : 1.0m
- ロックボルト : 配置 アーチ、側壁
長さ3m × 本数11本
- 鋼製支保工 : 125H
- 吹付けコンクリート : 厚さ15cm(最小)

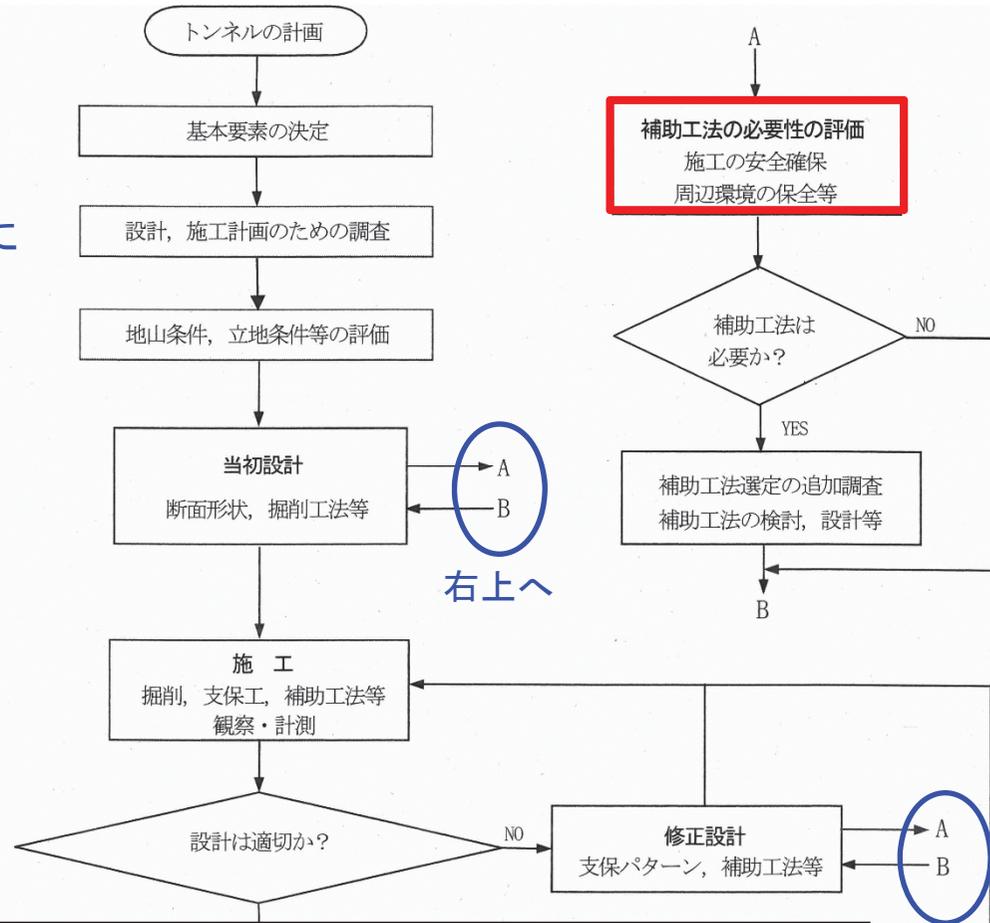
出典:JR東海 技術基準

当初の構造はJR東海で決定して鉄道運輸機構へ通知し、鉄道運輸機構はJR東海が決定した構造でJVに工事発注している。

適切な構造及び工法について(補助工法の選定)

補助工法:トンネル掘削の施工の安全確保および周辺環境の保全を目的とし、通常の支保工や加背割等の工夫では対処できないか、対処することが得策でない場合に用いられる対策手段の総称

フロー図のとおり、
当初設計時および施工中に
補助工法の必要性を検討



<参考:山岳トンネル設計施工標準・同解説(2008年4月、鉄運機構)より>
当初発注時の限られた調査結果では、判断材料が不足する場合が多い。
このため、多くは施工中得られる情報および地質調査等の結果から
補助工法の採用の可否および適用範囲を判断することとなる。

適切な構造及び工法について(補助工法の選定)

補助工法の分類表

工 法	目 的							対 象 地 山			適 用 区 分	
	施工の安全確保			周辺環境の保全				硬 岩	軟 岩	未 固 結		
	切羽安定対策			地 下 水 対 策	地 表 面 沈 下 対 策	近 接 構 造 物 対 策						
	天端の安定	鏡面の安定	脚部の安定									
天端の補強	フォアボーリング	○						○	○	○	*1	
	長尺フォアパイリング	○					○	○		○	*3	
	水平ジェットグラウト	○	○	○			○	○		○	*3	
	スリットコンクリート	○					○	○		○	*3	
	パイプルーフ	○					○	○		○	*3	
鏡面の補強	鏡吹付けコンクリート		○					○	○	○	*1	
	鏡ボルト		○				○	○	○		*1	
脚部の補強	ウイングリブ付き鋼製支保工			○			○		○	○	*1	
	脚部吹付けコンクリート			○			○		○	○	*1	
	仮インパート			○			○		○	○	*1	
	脚部補強ボルト			○			○		○	○	*1	
	脚部補強パイル			○			○		○	○	*2	
	脚部補強サイドパイル			○			○		○	○	*2	
	脚部補強注入			○			○		○	○	*3	
地下水水位対策	排 水	水抜きボーリング	○	○	○	○			○	○	○	*1
		ウェルポイント	○	○	○	○					○	*3
		ディープウェル	○	○	○	○					○	*3
		水抜き坑	○	○	○	○			○	○	○	*3
	止 水	止水注入工法	○	○	○	○	○		○	○	○	*3
		凍結工法				○	○				○	*3
		圧気工法				○	○				○	*3
	遮水壁工法				○	○				○	*3	
地山補強	垂直縫地工法	○		○			○		○	○	*3	
	注入工法、攪拌工法	○		○			○	○		○	*3	
	遮断壁工法							○		○	*3	

補助工法は、目的や対象地山によって様々な工法がある。

注) ○ 比較的良好に採用される工法

*1 通常のトンネル施工機械設備、材料で対処が可能な対策

*2 適用する工法によって通常のトンネル施工機械設備、材料で対処が可能な工法と困難な工法がある対策

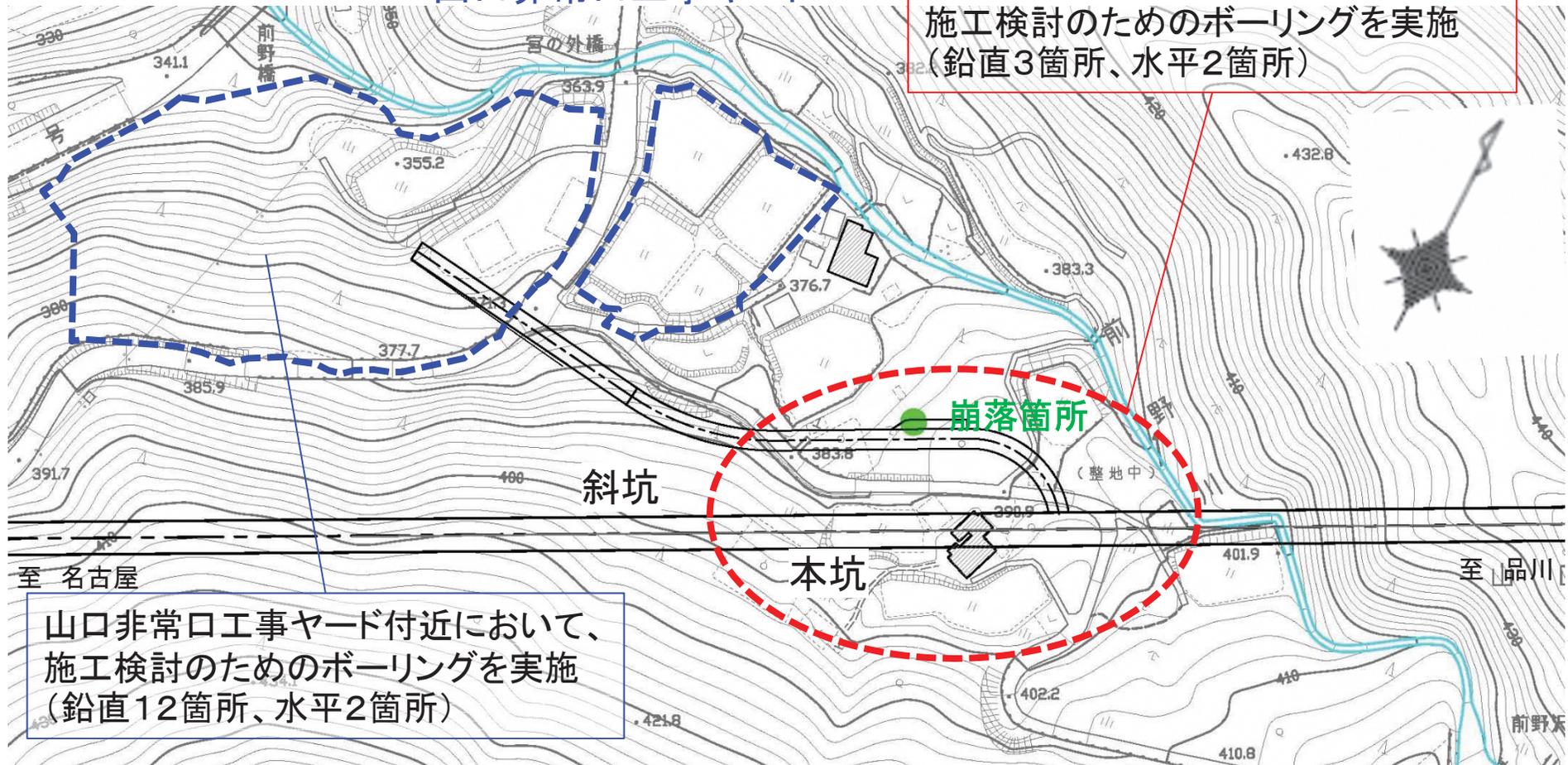
*3 通常のトンネル施工機械設備、材料で対処が困難で、専用の設備等を要する対策

6. 崩落事故に至るまでの分析

計画時

工事前に実施した地質調査箇所

山口非常口工事ヤード



山口非常口工事ヤード付近において、
施工検討のためのボーリングを実施
(鉛直12箇所、水平2箇所)

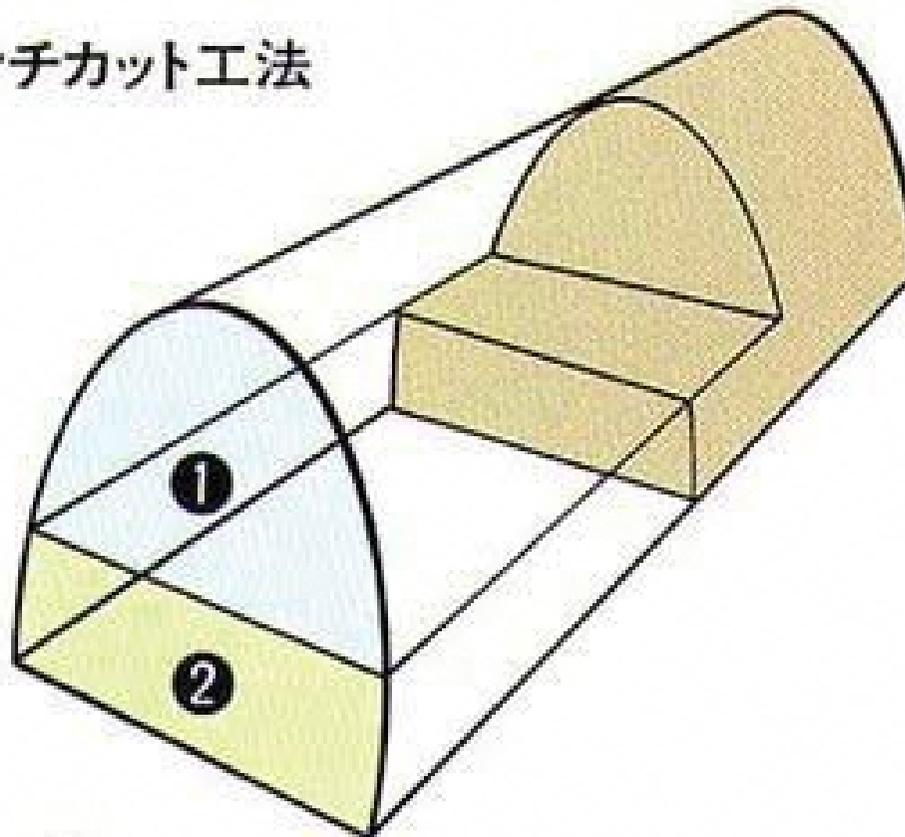


地質調査の結果により、先行支保工などの補助工法は不要とした。

ベンチカット工法を採用しているが、ベンチカット工法の採用や掘削断面形状については、JVが作成した施工計画書に記載され、鉄道運輸機構がその内容を確認し承諾している。

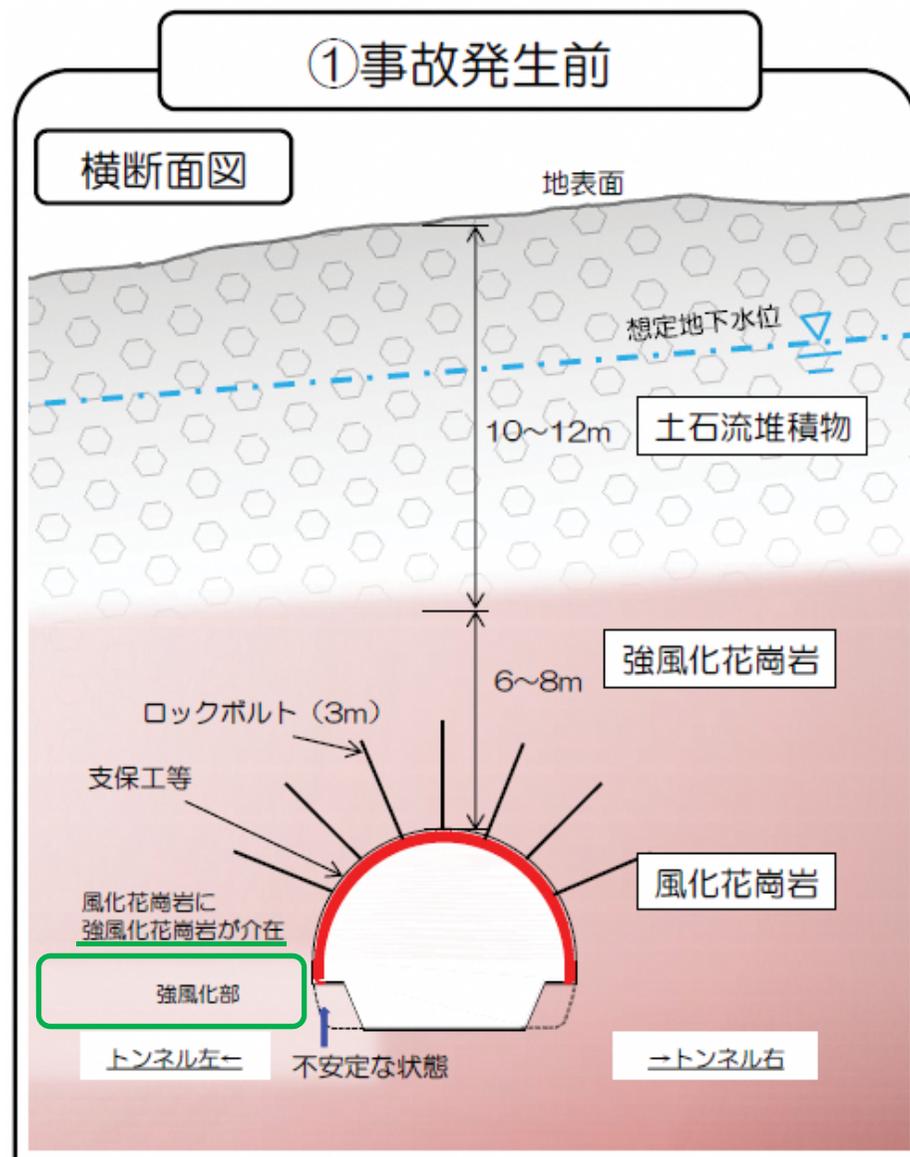
《補足説明》

● ベンチカット工法



通常トンネル掘削断面を上・下半に分割して、上部半断面を先進して掘削するもので、ベンチの長さを適切に選択することによって、硬岩地山から軟岩地山まで幅広く適用が可能な掘削工法である。

工事中



切羽観察において、崩落部付近で左側の強度が低くなってきていることを確認していた。

<切羽観察項目>

切羽の状態、素掘面の状態、圧縮強度、風化変質、破碎部の切羽に占める割合、割目間隔、割目状態、割目の形態、湧水量(目視)、水による劣化、割目の方向性

<崩落部付近の記載内容(抜粋)>

切羽左側は、風化の影響を強く受けた地山で、ブレーカーで容易に掘削できる程度に軟らかい



しかしながら、補助工法を適用せず、不安定地山に適さない掘削断面形状のまま施工していた。

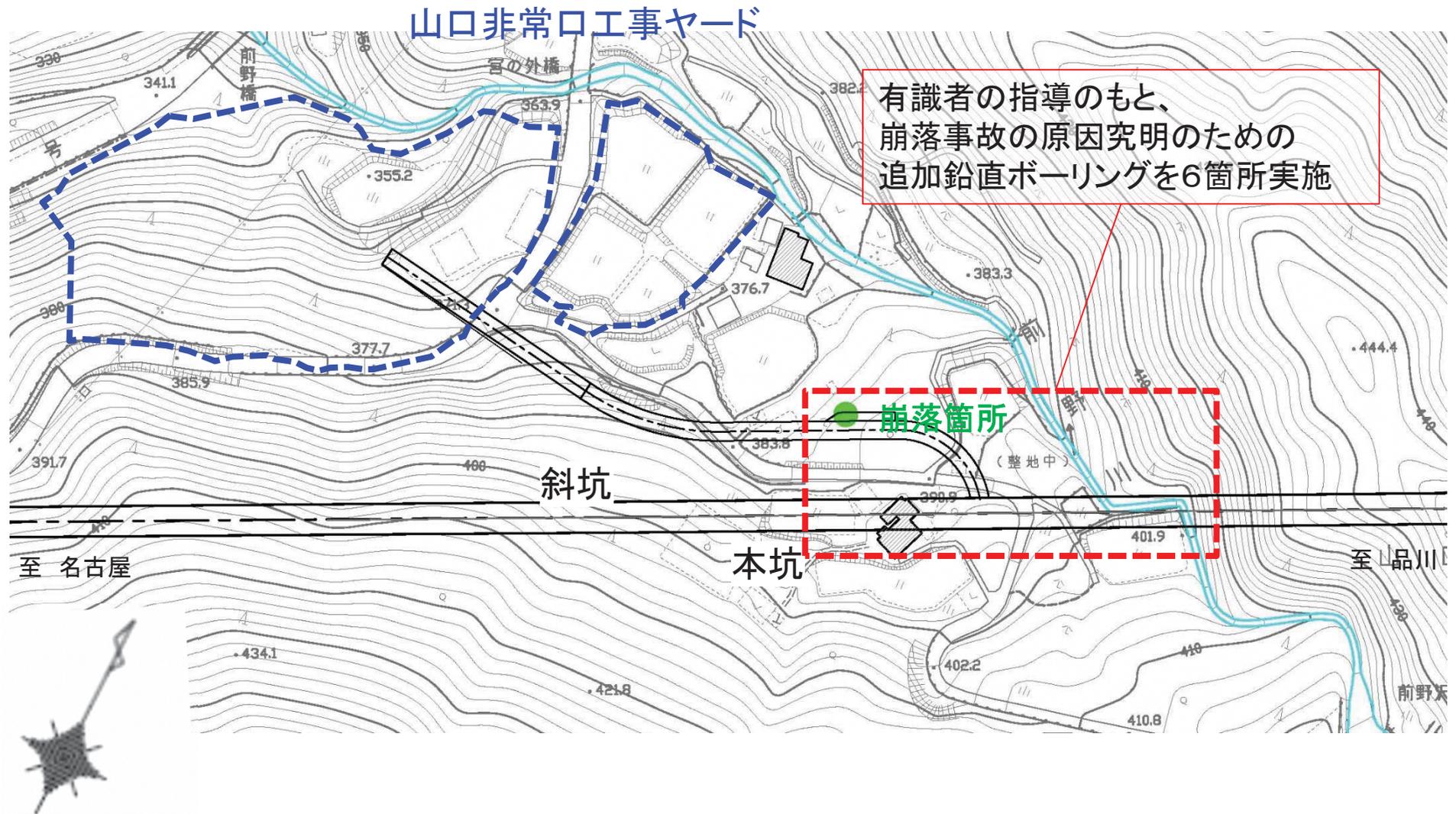


4月4日にトンネル内で土砂崩落が発生した。

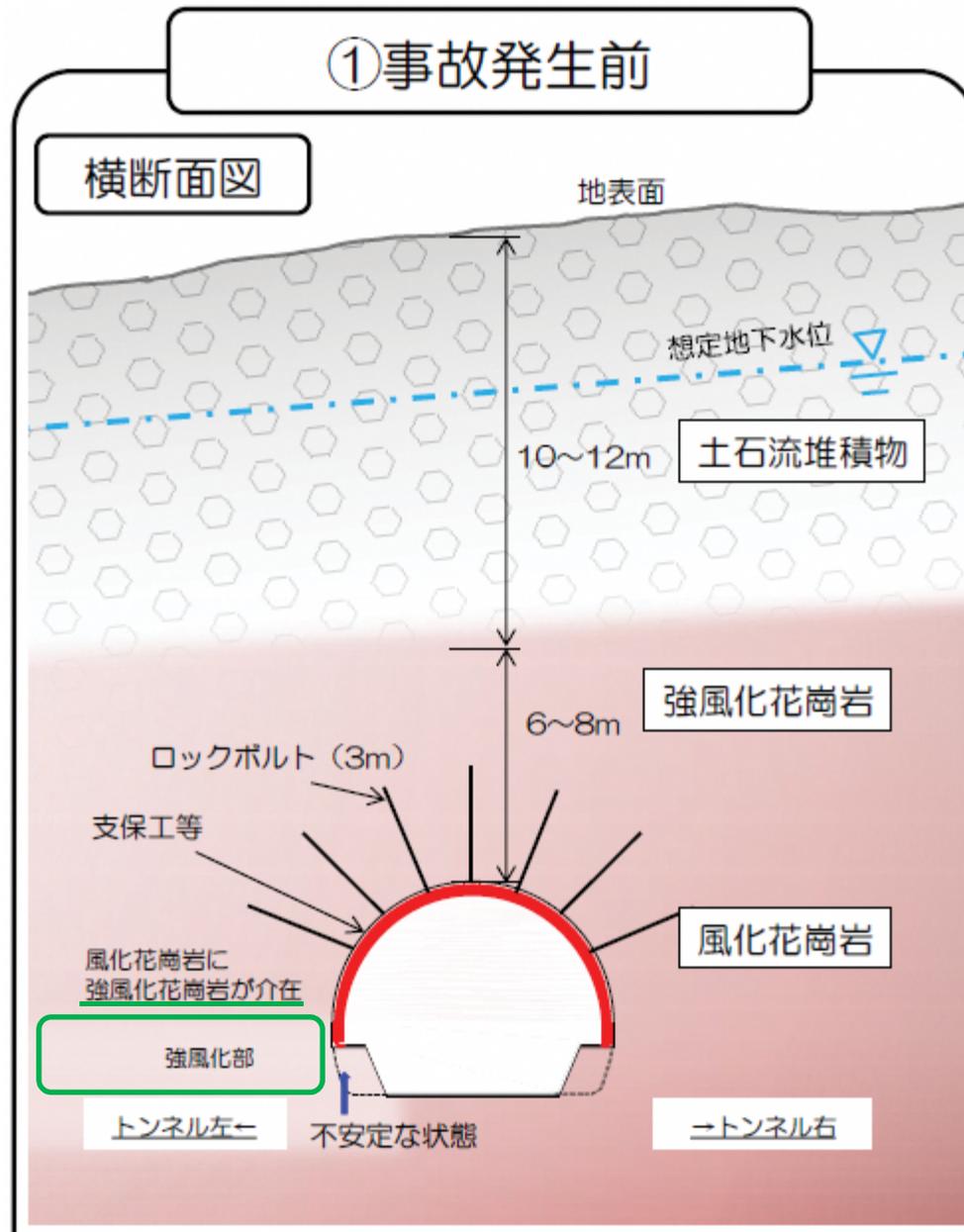
一般的に斜坑などの小断面のトンネルでは、掘削機械の作業スペース確保のために、下段ベンチの中央部を掘削することがある。その場合、地山状況に応じて脚部の補強を行うことがあるが、工事前に実施した地質調査の結果、補強しなくても問題ないと判断していた。

崩落事故後

崩落事故後に実施した地質調査箇所



追加鉛直ボーリングの結果



- トンネル左下部周辺は、風化花崗岩に強風化花崗岩が介在した地質であった。
- 崩落部周辺はトンネル直上に風化花崗岩及び強風化花崗岩が6~8m程度まで分布し、更にその上部は土石流堆積物が10~12m程度堆積していた。

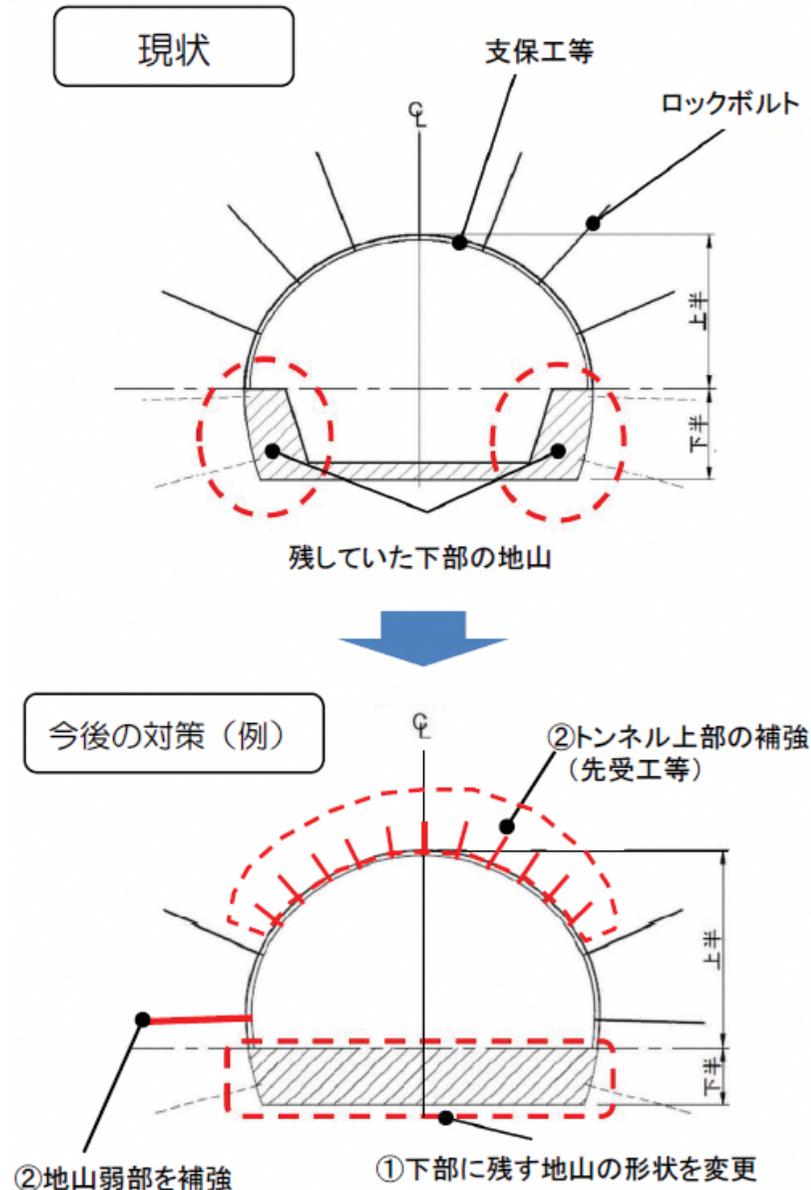
崩落事故の原因の分析

- トンネル左下部付近に地耐力の小さい強風化花崗岩が介在していた。
- 掘削機械の作業スペース確保のため、不安定地山に適さない掘削断面形状となっていた。
- 切羽観察を行いながら掘削を行っていて、切羽観察簿の報告を鉄道運輸機構はJVから毎日、JR東海は鉄道運輸機構から1週間分をまとめて受けていた。
- 観察の結果、当該箇所では左側の強度が低くなったものの、切羽全体としては大幅な変化はなかった。ここに至るまでも補助工法を用いずに掘削を行ってきたという実績から、補助工法を用いなくても、また掘削断面形状を変更しなくても掘削可能であると判断した。
- しかし、トンネル左上部の地山荷重を支えられず、4月4日にトンネル内で土砂崩落が発生した。
- 4月5日～4月7日の間、トンネル内から土砂崩落部の空洞充填を実施したものの、緩み範囲が土石流堆積物まで拡がり地上部の崩落に至った。

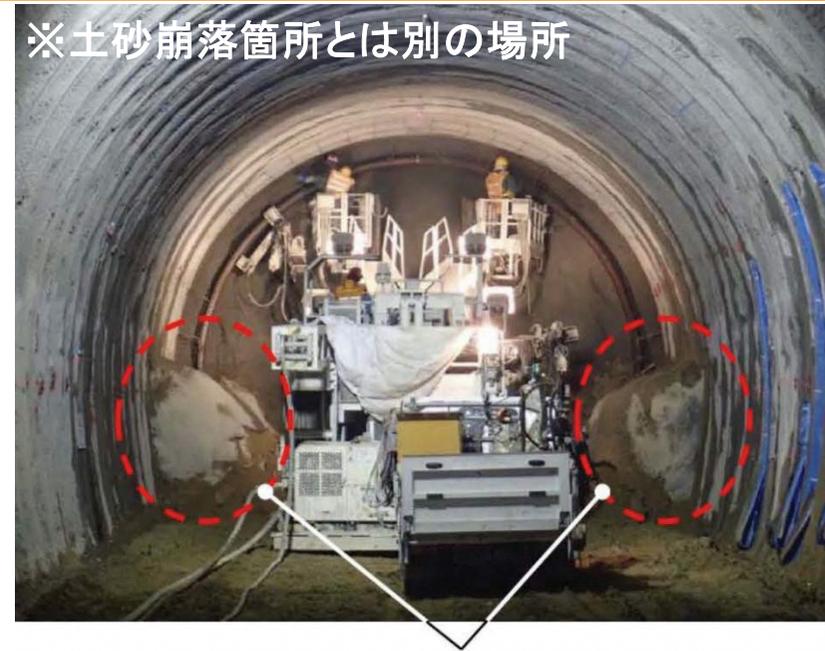
7. 今後の対策

今後の対策

環境保全措置をより確実に履行するため、
施工段階で、今後の対策として、以下を実施。



※土砂崩落箇所とは別の場所



トンネル下部の地山の掘削前状況

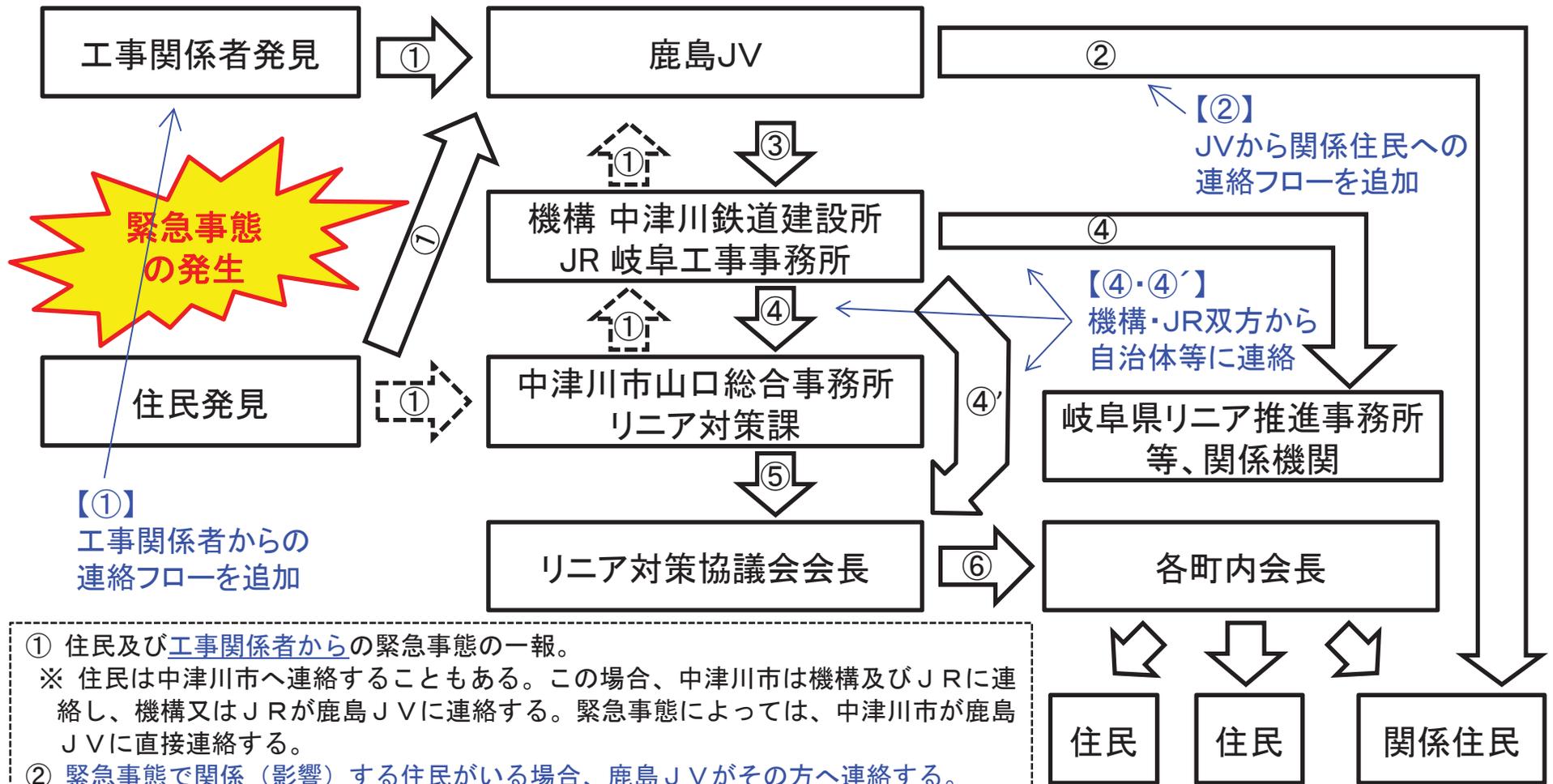
復旧完了後の掘削にあたっては、地山状況を掘削面ごとに適切に評価(必要により、地質専門家の判断を求める)するとともに、不安定な地山の場合は下記の対策を実施

- ①掘削断面形状を見直し、坑内計測の頻度を上げるなど、慎重な施工管理を徹底
- ②事前にトンネル上部の補強や、地山弱部を補強するなど最適な補助工法を実施

今後の対策(補足説明)

- 崩落箇所の再掘削にあたり、支保パターンを変更する。具体的には、縦断間隔を1.0mから0.7mに、ロックボルト長さを3mから4.5mに、鋼製支保工を125Hから200Hに変更するとともに、インバートを設置する。
- 慎重な施工管理を行うため、JVは既に現場に地質の専門家を常駐させていて、今後は、鹿島建設本社関係者とも地質の情報を共有しながら、地山の状態を確認するとともに機構に報告する。
- 切羽観察や坑内計測の結果等から不安定な地山と判断した場合は、坑内計測の頻度を上げる(例:20m毎を10m毎に変更)ほか、慎重な施工管理の一例として、切羽面から前方の探査を行い、前方の地質や地下水の状況を把握する。
- 切羽観察や坑内計測の結果を踏まえ、支保パターンの確認や、補助工法の必要性を判断し、例えば天端が脆い場合には、補助工法として先行支保工を実施するなど、現場に即した補助工法を選定する。
- 降雨時の湧水量の増加等の把握を含めた切羽ごとの監視を確実に実施するとともに、湧水に伴う不安定地山に対しては、先行支保工や鏡面の補強などの補助工法を実施する。
- 緊急時の連絡体制の強化を目的に、次頁のように連絡体制表を見直した。

工事に関する緊急時の連絡体制（崩落後に見直し）



- ① 住民及び工事関係者からの緊急事態の一報。
 ※ 住民は中津川市へ連絡することもある。この場合、中津川市は機構及びJRに連絡し、機構又はJRが鹿島JVに連絡する。緊急事態によっては、中津川市が鹿島JVに直接連絡する。
- ② 緊急事態で関係（影響）する住民がいる場合、鹿島JVがその方へ連絡する。
- ③ 鹿島JVが機構に連絡し、機構がJRに連絡する。
- ④・④' 機構及びJRは、中津川市とリニア対策協議会会長等に連絡する。
 ※ 緊急事態に応じて岐阜県のほか関係機関に連絡し、中津川市等は機構及びJRを指示・指導する。また、協議等が必要な場合は、別途実施する。
 ※ 緊急事態によっては、鹿島JVが直接連絡する。
- ⑤ 中津川市は、リニア対策協議会会長に連絡する。
 ※ 緊急事態によっては、鹿島JVが直接連絡する。
- ⑥ リニア対策協議会会長は、各町内会長に連絡する。
 ※ 今後の対応等で説明が必要な場合は、機構及びJRが別途説明する。

関係者の取り組み

今回の地上部土砂崩落を踏まえ、関係者は今後以下のように取り組んでいく。

施工会社

不安定な地山の場合は、掘削断面形状を見直し、坑内計測の頻度を上げるなど、慎重な施工管理を徹底する。

事前にトンネル上部の補強や、地山弱部を補強するなど最適な補助工法を実施する。

鉄道・運輸機構

計測管理だけではなく、地山切羽ごとの状態変化を的確に確認、評価をして、慎重な施工管理を徹底するよう施工会社を指導していく。

JR東海

鉄道・運輸機構に対してより一層、緊張感をもって工事を進めるよう要請するとともに、改めて、JR東海も安全に十分留意しながら、中央新幹線の建設に取り組んでいく。

8. 山口工区に対する意見への 対応について

山口工区に対する意見

(1) 施工段階における環境保全措置について

① 復旧工事について

今後、陥没部分の復旧工事が最初に行われることとなるが、エアモルタルによる空隙充填箇所であり、既に設置した支保工の撤去を伴ったトンネル掘削になることから、住民及び工事関係者の安全性を十分に確保するとともに、環境影響に配慮して、より慎重に施工すること。

回答

住民及び工事関係者の安全性を十分に確保するとともに、環境影響に配慮して、より慎重に施工する。

山口工区に対する意見

(1) 施工段階における環境保全措置について

② 斜坑について

残りの斜坑部分については、不安定な地山であることを前提に、慎重に施工すること。具体的には、

- 切羽面から前方の地質及び地下水の状況を把握するための「削孔検層」を実施すること。
- 地質の専門職員を現場に常駐させ、専門的な見地から、切羽観察に基づき地山状態を確認すること。その上で、必要に応じ、天端の補強等の補助工法を採用すること。
- 坑内計測を10m以下の間隔で実施すること。その上で、内空変位やゆがみ、脚部沈下等に係る管理基準値を厳しく設定し、必要に応じ、脚部の補強等を行うこと。
- 上記の管理基準値については、地山状態を確認しながら、さらに厳しい値を設定する等、必要な見直しを行うこと。

回答

残りの斜坑部分については、不安定な地山であることを前提に、上記4項目を実施し、慎重に施工する。

山口工区に対する意見

(1) 施工段階における環境保全措置について

③ 本坑について

本坑には阿寺断層や断層破碎帯が存在することから、一層慎重に施工すること。具体的には、

- 「先進坑」を採用すること。加えて、施工中に「先進ボーリング」による切羽前方の地質調査を実施すること。これらにより、施工区域の断層破碎帯の分布状況及び性状等を十分に把握し、施工すること。
- 審査会に設置されている地盤委員会の意見を踏まえ、当該地域の地質に精通する専門家を選定し、随時意見を聴取することのできる体制を整備すること。

回答

- 阿寺断層や断層破碎帯部分については、先進坑を施工する。加えて、先進ボーリングを実施し、切羽前方の地質を確認する。
- 不安定な地山の判断等においては、当該地域の地質に精通する専門家を選定し、随時意見を聴取することのできる体制を整備する。

山口工区に対する意見

(1) 施工段階における環境保全措置について

③ 本坑について

本坑には阿寺断層や断層破碎帯が存在することから、一層慎重に施工すること。具体的には、

- 現場に常駐する地質の専門職員による切羽観察の結果や坑内計測の結果に基づき、より厳しく設定した内空変位やゆがみ、脚部沈下等に係る管理基準値を踏まえ、不安定な地山の判断を行うこと。
当該判断に際しては、上記専門家の意見聴取を行うこと。

回答

現場に常駐する地質の専門職員による切羽観察の結果や坑内計測の結果に基づき、より厳しく設定した内空変位やゆがみ、脚部沈下等に係る管理基準値を踏まえ、不安定な地山の判断を行う。

また、当該判断に際しては、専門家の意見聴取を行う。

山口工区に対する意見

(1) 施工段階における環境保全措置について

③ 本坑について

本坑には阿寺断層や断層破碎帯が存在することから、一層慎重に施工すること。具体的には、

- 不安定な地山と判断した場合には、掘削断面形状の見直しや坑内計測の頻度を上げる等、より慎重な施工管理を行うとともに、トンネル上部や脚部の補強等適切な補助工法を採用すること。

回答

不安定な地山と判断した場合は、前方の地質や地下水の状況を確認しながら、掘削断面形状の見直しや坑内計測の頻度を上げる等、慎重な施工管理を行うとともに、適切な補助工法を採用する。

山口工区に対する意見

(1) 施工段階における環境保全措置について

③ 本坑について

本坑には阿寺断層や断層破碎帯が存在することから、一層慎重に施工すること。具体的には、

- 上記の管理基準値については、地山状態を確認しながら、さらに厳しい値を設定する等、必要な見直しを行うこと。

回答

坑内計測の管理基準値は、地山の状況に応じて適宜見直しを図る。

山口工区に対する意見

(1) 施工段階における環境保全措置について

③ 本坑について

本坑には阿寺断層や断層破碎帯が存在することから、一層慎重に施工すること。具体的には、

- なお、恵那山トンネル等、断層破碎帯におけるトンネル施工例等の情報を収集し、施工にあたっての参考とすること。

回答

施工にあたっては、恵那山トンネル等、断層破碎帯におけるトンネル施工例等の情報を参考にする。

山口工区に対する意見

(2) 今後の進め方について

JR東海として、今回の陥没の原因とともに、復旧工事、斜坑、本坑の地盤沈下に係る今後の環境保全措置について、以下の事項に関し、報告書を作成すること。

- ・ 陥没事故を踏まえた改善策
- ・ 不安定な地山と判断する場合のメルクマール
- ・ 施工中に不安定な地山と判断した場合の具体的な対策

また、当該報告書を公表し、地域住民に説明した上で、その状況について、岐阜県及び関係市に報告すること。

回答

「陥没事故を踏まえた改善策」は以下の通りである。

- ① 崩落箇所の再掘削にあたり、支保パターンを変更する。具体的には、縦断間隔を1.0mから0.7mに、ロックボルト長さを3mから4.5mに、鋼製支保工を125Hから200Hに変更するとともに、インバートを設置する。
- ② 慎重な施工管理を行うため、JVは既に現場に地質の専門家を常駐させていて、今後は、鹿島建設本社関係者とも地質の情報を共有しながら、地山の状態を確認するとともに機構に報告する。

山口工区に対する意見

(2) 今後の進め方について

JR東海として、今回の陥没の原因とともに、復旧工事、斜坑、本坑の地盤沈下に係る今後の環境保全措置について、以下の事項に関し、報告書を作成すること。

- ・ 陥没事故を踏まえた改善策
- ・ 不安定な地山と判断する場合のメルクマール
- ・ 施工中に不安定な地山と判断した場合の具体的な対策

また、当該報告書を公表し、地域住民に説明した上で、その状況について、岐阜県及び関係市に報告すること。

回答

「陥没事故を踏まえた改善策」は以下の通りである。

- ③ 切羽観察や坑内計測の結果等から不安定な地山と判断した場合は、坑内計測の頻度を上げる(例:20m毎を10m毎に変更)ほか、慎重な施工管理の一例として、切羽面から前方の探査を行い、前方の地質や地下水の状況を把握する。

山口工区に対する意見

(2) 今後の進め方について

JR東海として、今回の陥没の原因とともに、復旧工事、斜坑、本坑の地盤沈下に係る今後の環境保全措置について、以下の事項に関し、報告書を作成すること。

- ・ 陥没事故を踏まえた改善策
- ・ 不安定な地山と判断する場合のメルクマール
- ・ 施工中に不安定な地山と判断した場合の具体的な対策

また、当該報告書を公表し、地域住民に説明した上で、その状況について、岐阜県及び関係市に報告すること。

回答

「不安定な地山と判断する場合のメルクマール」については、JVが既に現場に地質の専門家を常駐させており、今後は、鹿島建設本社関係者とも地質の情報を共有し、切羽観察や坑内計測の結果等から不安定な地山と判断する。メルクマールとしては、切羽観察においては天端が脆い場合や湧水量の著しい増加がある場合、坑内計測においては内空変位や脚部沈下の測定値が管理基準値を超過する場合などがある。

山口工区に対する意見

(2) 今後の進め方について

JR東海として、今回の陥没の原因とともに、復旧工事、斜坑、本坑の地盤沈下に係る今後の環境保全措置について、以下の事項に関し、報告書を作成すること。

- ・ 陥没事故を踏まえた改善策
- ・ 不安定な地山と判断する場合のメルクマール
- ・ 施工中に不安定な地山と判断した場合の具体的な対策

また、当該報告書を公表し、地域住民に説明した上で、その状況について、岐阜県及び関係市に報告すること。

回答

「施工中に不安定な地山と判断した場合の具体的な対策」は以下の通りである。

- ① 切羽観察や坑内計測の結果を踏まえ、支保パターンの確認や、補助工法の必要性を判断し、例えば天端が脆い場合には、補助工法として先行支保工を実施するなど、現場に即した補助工法を選定する。
- ② 降雨時の湧水量の増加等の把握を含めた切羽ごとの監視を確実に実施するとともに、湧水に伴う不安定地山に対しては、先行支保工や鏡面の補強などの補助工法を実施する。

山口工区に対する意見

(3) 管理監督体制について

JR東海、鉄道・運輸機構、JVの三者の間で、積極的に情報共有を図り、不安定な地山の判断や補助工法の採用等の環境保全措置を確実に履行すること。

上記判断に当たっては、地盤委員会の意見を踏まえて選定した専門家の意見を聴取すること。

回答

JR東海、鉄道・運輸機構、JVの三者の間で、積極的に情報共有を図り、不安定な地山の判断や補助工法の採用等の環境保全措置を確実に履行する。

上記判断に当たっては、地盤委員会の意見を踏まえて選定した専門家の意見を聴取する。

2. 山口工区以外の工区に対する意見についての事業者の見解

山口工区以外の工区に対する意見についての事業者の見解を以下に記載する。

(1) 今後のトンネル工事について

《知事意見》

地盤沈下の環境保全措置として、切羽観察や坑内計測を行い、その結果を踏まえ、不安定な地山の判断を慎重かつ適切に行うこと。

《事業者の見解》

環境影響評価書(2014.8)に記載のとおり、地盤沈下に関する環境保全措置は、「適切な構造及び工法の採用」であり、「土被りが小さく、地山の地質条件が良くない場合には、先行支保工(フォアパイリング等)などの補助工法を採用する」としている。

地盤沈下に関する環境保全措置の実施にあたっては、切羽観察や坑内計測を行い、その結果を踏まえた地山の地質状況の確認により、坑内計測頻度を上げるなどして、不安定な地山の判断を慎重かつ適切に行う。

《知事意見》

断層及びその周辺等注意を要する地域における工事に当たっては、標準的な方法ではなく、審査会意見Ⅱ1に記載された取組みを踏まえ、判断することが不可欠であること。

《事業者の見解》

地盤沈下に関する環境保全措置の実施にあたり、審査会意見Ⅱ1に記載された取組みを踏まえ、注意を要する地域における工事に当たっては、前方探査を実施するなど、地山の性状等を十分に把握することにより、不安定な地山の判断を慎重かつ適切に行う。

《知事意見》

なお、不安定な地山と判断した場合には、掘削断面形状の見直しや坑内計測の頻度を上げる等、より慎重な施工管理を行うとともに、トンネル上部や脚部の補強等適切な補助工法を採用すること。

《事業者の見解》

地盤沈下に関する環境保全措置の実施にあたり、切羽観察や坑内計測の結果等から不安定な地山と判断した場合には、掘削断面形状の見直しや坑内計測の頻度を上げる等、より慎重な施工管理を行うとともに、必要により、トンネル上部や脚部の補強等、現場の状況に応じた適切な補助工法を採用する。

(2) 今後環境保全計画書を提出する工区について

《知事意見》

今後提出される環境保全計画書においては、地盤沈下に係る環境保全措置として、以下の事項を含めること。

- 設計段階で採用した構造及び工法とその選定理由
- 施工中に実施する環境保全措置に係る地山状況を確認するための切羽観測や坑内計測の実施内容
- 不安定な地山と判断する場合のメルクマール
- 施工中に不安定な地山と判断した場合の具体的対策

《事業者の見解》

今後提出する環境保全計画書には、地盤沈下に係る環境保全措置として、上記内容を記載する。なお、2～4点目については、施工段階においては、切羽観察や坑内計測の結果を踏まえた地山の地質状況の確認により、坑内計測頻度を上げるなどして、不安定な地山の判断を慎重かつ適切に行う。そのうえで、支保パターンの確認や補助工法を採用するなど、慎重に施工を進めていく。

3. その他必要とされる対応についての事業者の見解

その他必要とされる対応についての事業者の見解を以下に記載する。

《知事意見》

(1) 山口工区の本坑工事は阿寺断層や断層破碎帯が存在することから、地盤沈下や陥没等の著しい環境影響を伴う事象につながる恐れがある場合は、岐阜県及び関係市に対し、速やかに、報告等を行うこと。

この場合、特に慎重な施工が求められることから、岐阜県は必要に応じて審査会を開催するため、審査会において事案の詳細について説明すること。

《事業者の見解》

地盤沈下や陥没等の著しい環境影響を伴う事象につながる恐れがある場合は、岐阜県及び関係市に対し、速やかに、報告等を行う。また審査会が開催された場合には、審査会にて事案の詳細を説明する。

《知事意見》

(2) 岐阜県内の工区における工事の実施にあたり、今後、地盤沈下や陥没等の著しい環境影響を伴う事象が生じた場合、加えて、断層及びその周辺等注意を要する地域においては当該事象につながる恐れがある場合にも、岐阜県及び関係市町に対し、速やかに、報告等を行うこと。

この場合、岐阜県は、必要に応じて、審査会を開催し、さらに環境保全上の意見を提出する。

審査会の対象となった工事については、地域住民の安全・安心の確保の観点から、さらに提出される意見が環境保全措置に十分に反映されるまでは、実施しないこと。

《事業者の見解》

地盤沈下や陥没等の著しい環境影響を伴う事象が生じた場合や、断層及びその周辺等注意を要する地域において当該事象につながる恐れがある場合には、岐阜県及び関係市町に対し、速やかに、報告等を行う。審査会から意見が提出された場合は、環境保全措置に反映してから工事を実施する。