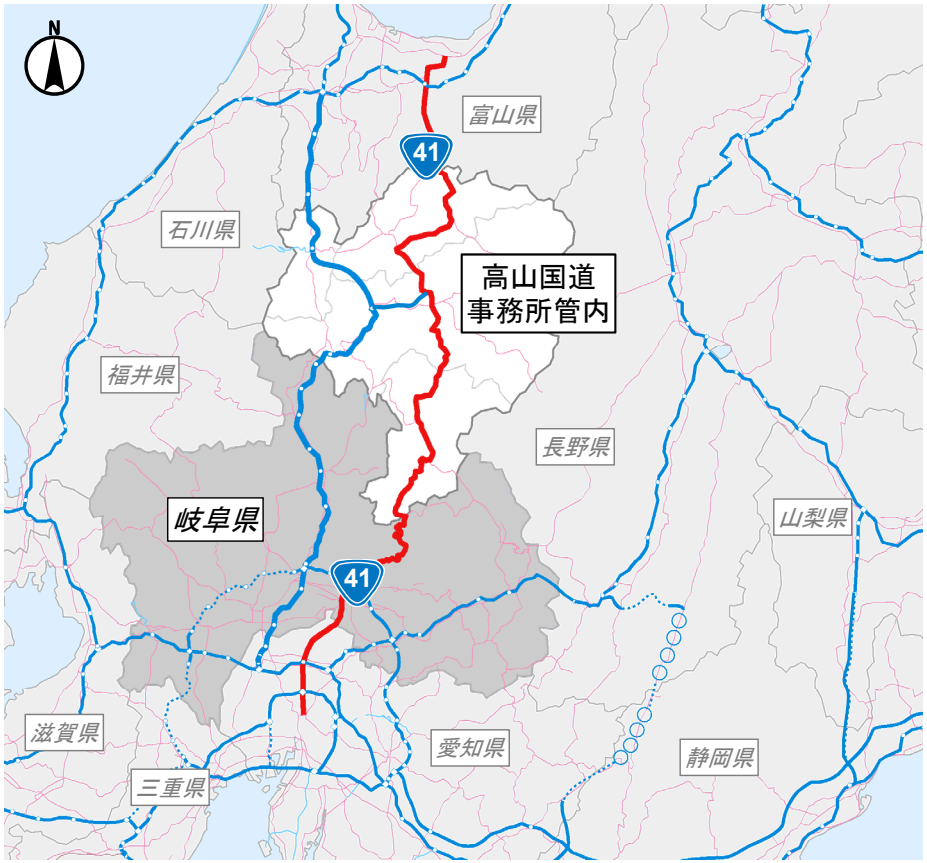
高山国道事務所管内防災対策検討会説明資料

国土交通省 中部地方整備局 高山国道事務所

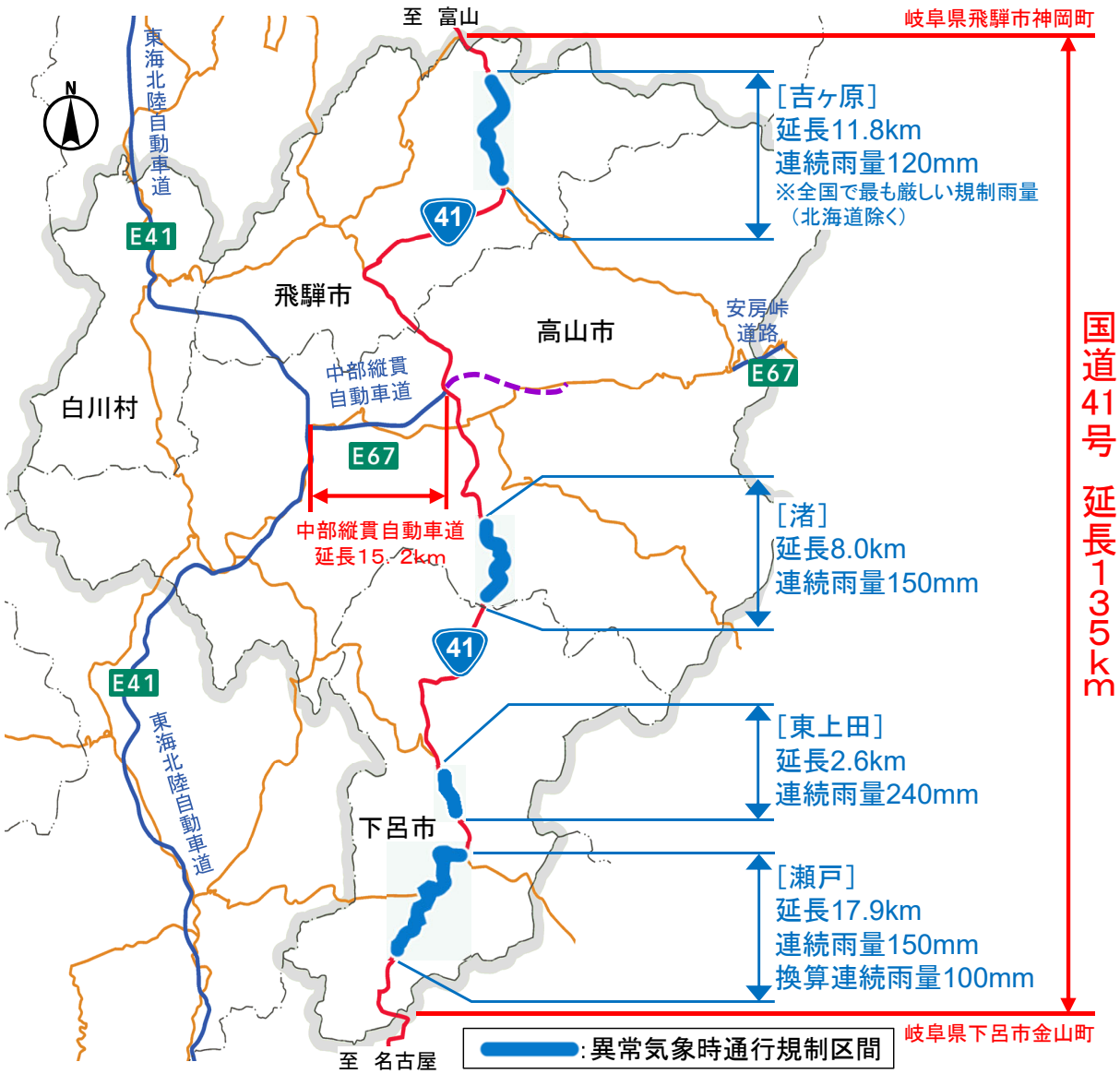
1. 検討会の設立・目的

○高山国道事務所は、中部縦貫自動車道、国道41号の改築、管理を担当している。
○管理区間では、異常気象時通行規制区間が4箇所指定されており、緩和・解消に向けた検討が必要となる。
○検討会では、異常気象時通行規制区間の緩和・解消に向けた検討を中心に防災上の課題箇所の解決に向けた検討を行う。

■広域図



■管理路線



管理路線	延長
国道41号	135.0km
中部縦貫自動車道	15.2km

1. 検討会の設立・目的

○検討会では、防災上の課題箇所の解決に向け、課題・緊急性・必要性を確認し、対応方針について専門的な観点からとりまとめを行う。また、事業実施段階における詳細箇所の設計方針や事業計画の見直しについて、指導・助言を行う。

■検討会の流れ

調査段階

防災上の課題箇所の現状と課題把握

↓

○災害、通行規制等の履歴
○防災カルテの確認
○防災以外（事故、環境、道路構造等）の課題把握

防災上の課題箇所解決に向けた対応方針（案）の検討

↓

○検討条件の整理・確認
○対応方針の比較検討

事前通行規制区間の緩和・解除に向けた対応方針（案）の策定

↓

新規事業化

↓

事業実施段階

事業実施段階における対応方針の検討

↓

○詳細箇所の設計方針
○事業計画の見直し

課題箇所の対策完了

■検討会のメンバー（案）

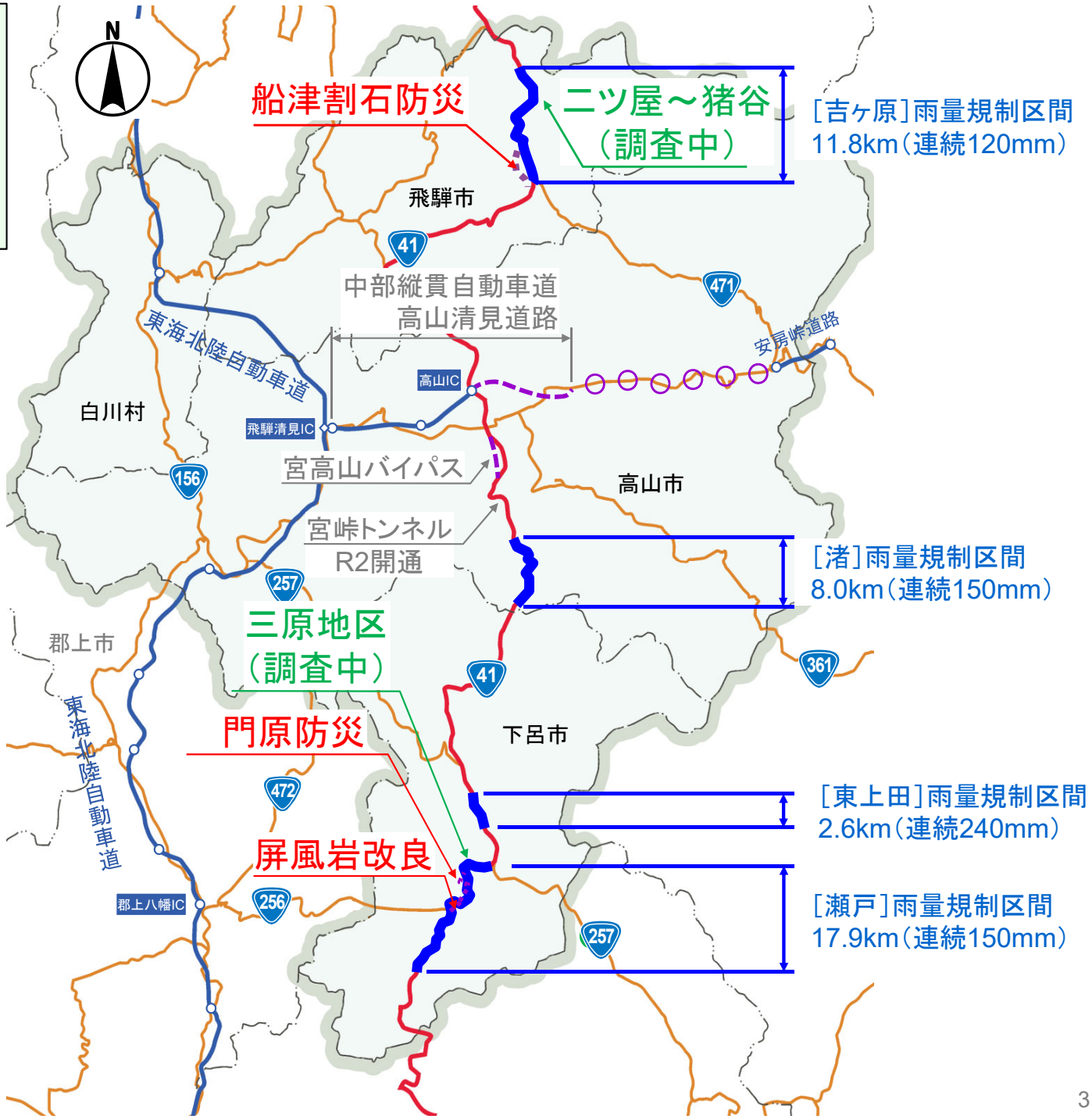
氏名	所属・役職
○沢田　和秀	岐阜大学　工学部　教授
川端　光昭	岐阜工業高等専門学校 環境都市工学科　准教授
村上　茂之	岐阜大学 情報連携推進本部　教授
米田　茂夫	一般社団法人　日本応用地質学会 中部支部　顧問
栗山　健作	国土交通省中部地方整備局 高山国道事務所長

○委員長

2. 防災課題箇所の状況

○国道41号において、屏風岩改良、門原防災、船津割石防災の3事業を実施中。

○調査中箇所として、下呂市三原地区、飛騨市二ツ屋～富山市猪谷の対策に向けた調査を実施中。

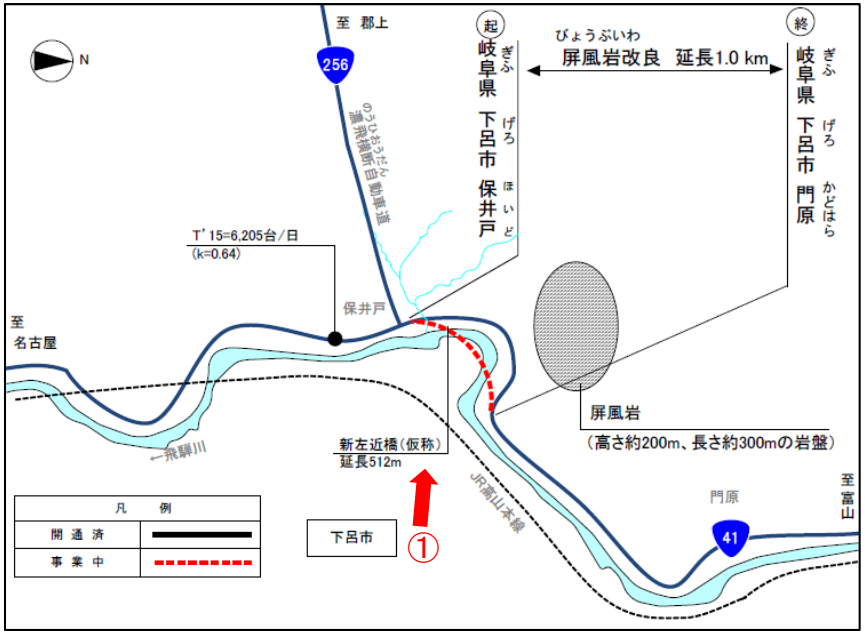


事業中：赤色文字
調査中：緑色文字

3－1. 事業中箇所の進捗状況（国道41号屏風岩改良）

○落石崩壊の危険性が高く、発生源対策では対応出来ない屏風岩の区間を回避する別線整備を計画し、
平成17年度に新規事業化。

■屏風岩改良の概要



屏風岩に存在する不安定な柱状岩塊

3－1. 事業中箇所の進捗状況（国道41号屏風岩改良）

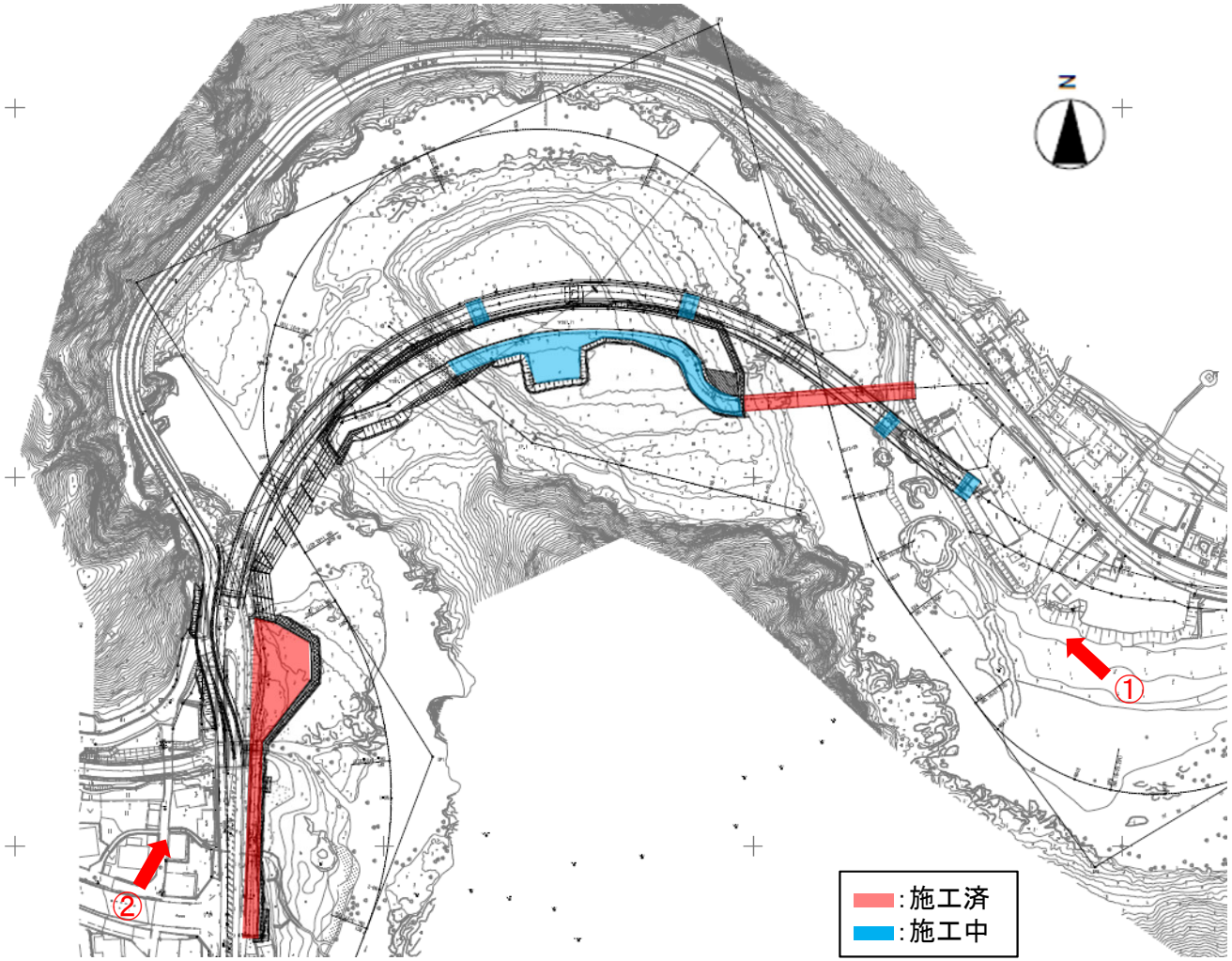
○現在、工事用道路、橋梁下部工の施工を実施中。

＜写真①＞

R4.12撮影

＜写真②＞

R4.12撮影

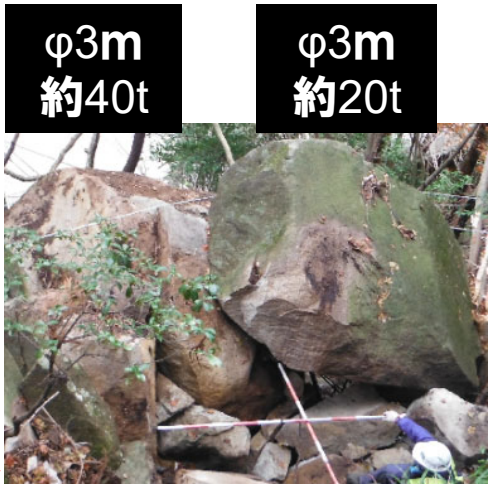


3－2. 事業中箇所の進捗状況（国道41号門原防災）

〇平成25年11月27日に下呂市門原地区で落石が発生（人的被害無し）。
〇平成25年12月11日に国道41号を約8km全面通行止め（規制時間：21時間）にし、落石を除去。
〇抜本的な対策として、転石・浮石危険箇所を回避する別線整備を計画し成28年度に新規事業化。

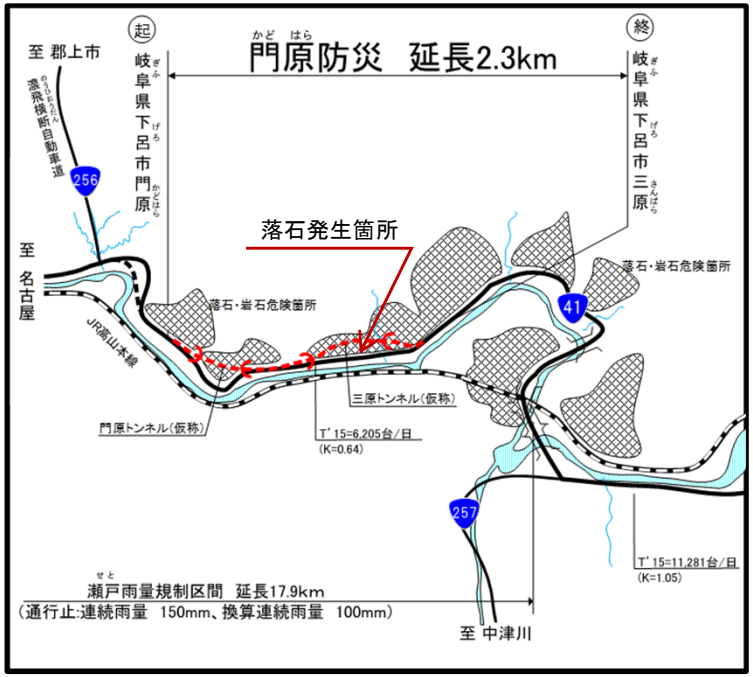
■門原防災：事業化前の課題と対応方針

落石現場の全景



落石防護柵の落石

路肩の落石
（φ1m,φ0.6m）



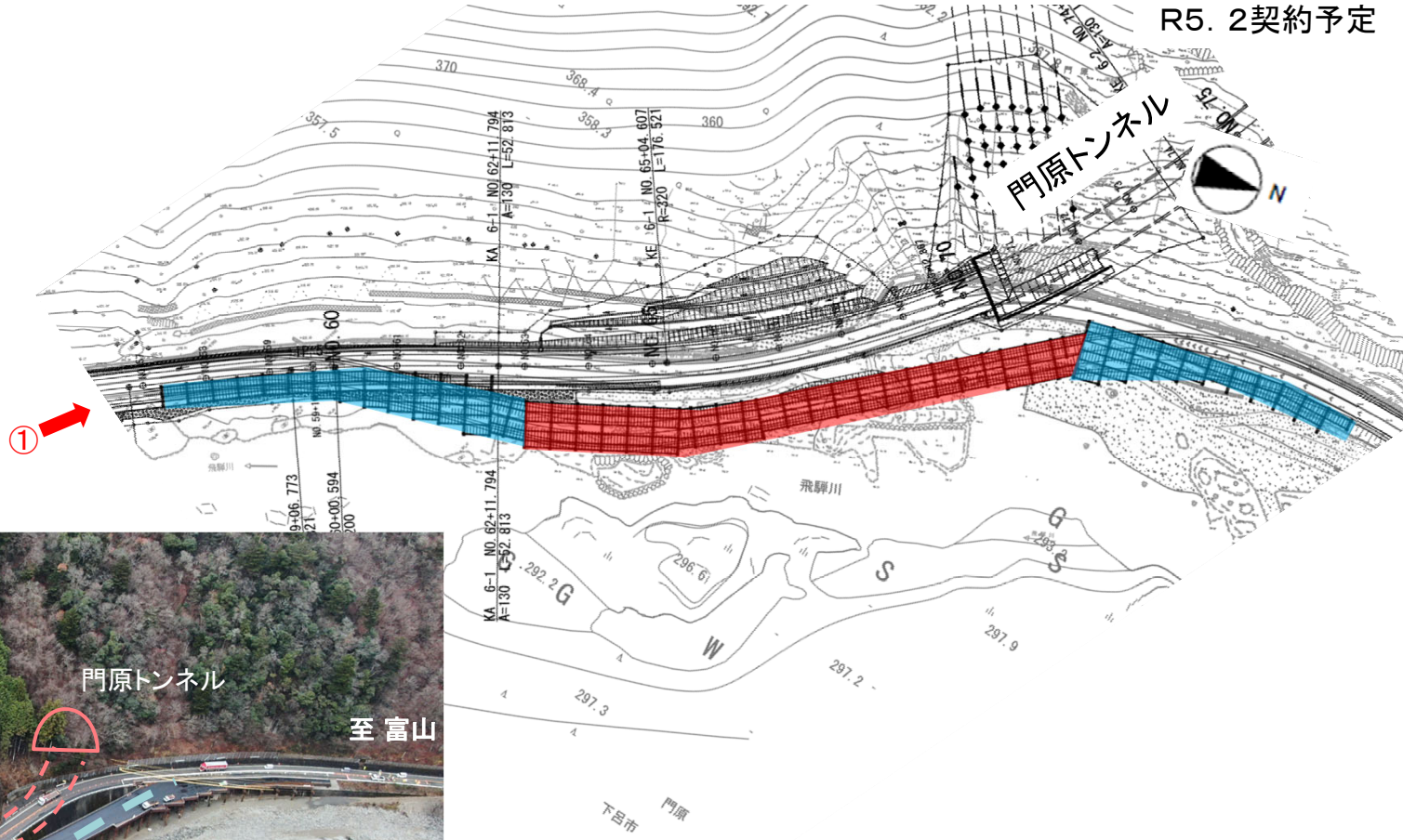
落石除去の状況（12/11）

3－2. 事業中箇所の進捗状況（国道41号門原防災）

○先に事業化した屏風岩改良と合わせた事業進捗を図るため、起点（名古屋）側より工事に着手。
○現在、用地買収、トンネル工事に向けた切り廻し道路の工事を実施中。今年度、南側の門原トンネル工事を発注予定。

■名古屋側の進捗状況

R5. 2契約予定



＜写真①＞

仮設構台施工中 R4.12撮影

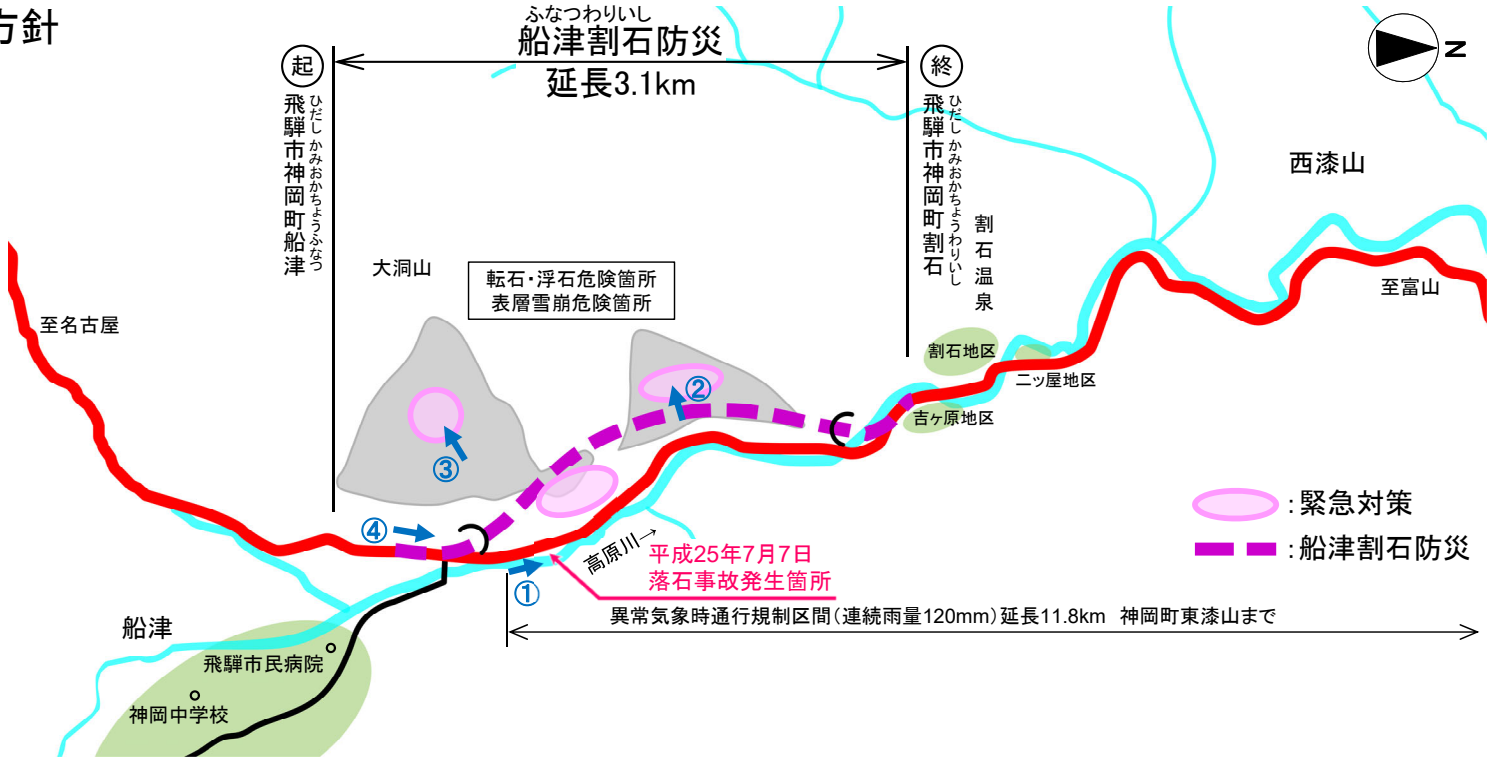
:施工済
:施工中

3－3. 事業中箇所の進捗状況（国道41号船津割石防災）

○平成25年7月7日に飛騨市神岡町船津地区において落石が発生し、走行中の車両に衝突。
○国道41号の安全を確保するため、緊急対策として発生源対策（吹付＋ロープネットエ）、待ち受け対策（かご枠工）を実施。
○抜本的な対策として、転石・浮石危険箇所等を回避する別線整備を計画し、平成26年度に新規事業化。

■船津割石防災：事業化前の課題と対応方針

①平成25年7月7日に 発生した落石事故状況



①落石が走行中の車両に衝突

（撮影日：平成25年7月）

②転石・浮石等危険箇所の状況

（撮影日：平成25年10月）

③吹付＋ロープネットエ

（撮影日：平成26年10月）

④かご枠工

（撮影日：平成26年10月）

3－3. 事業中箇所の進捗状況（国道41号船津割石防災）

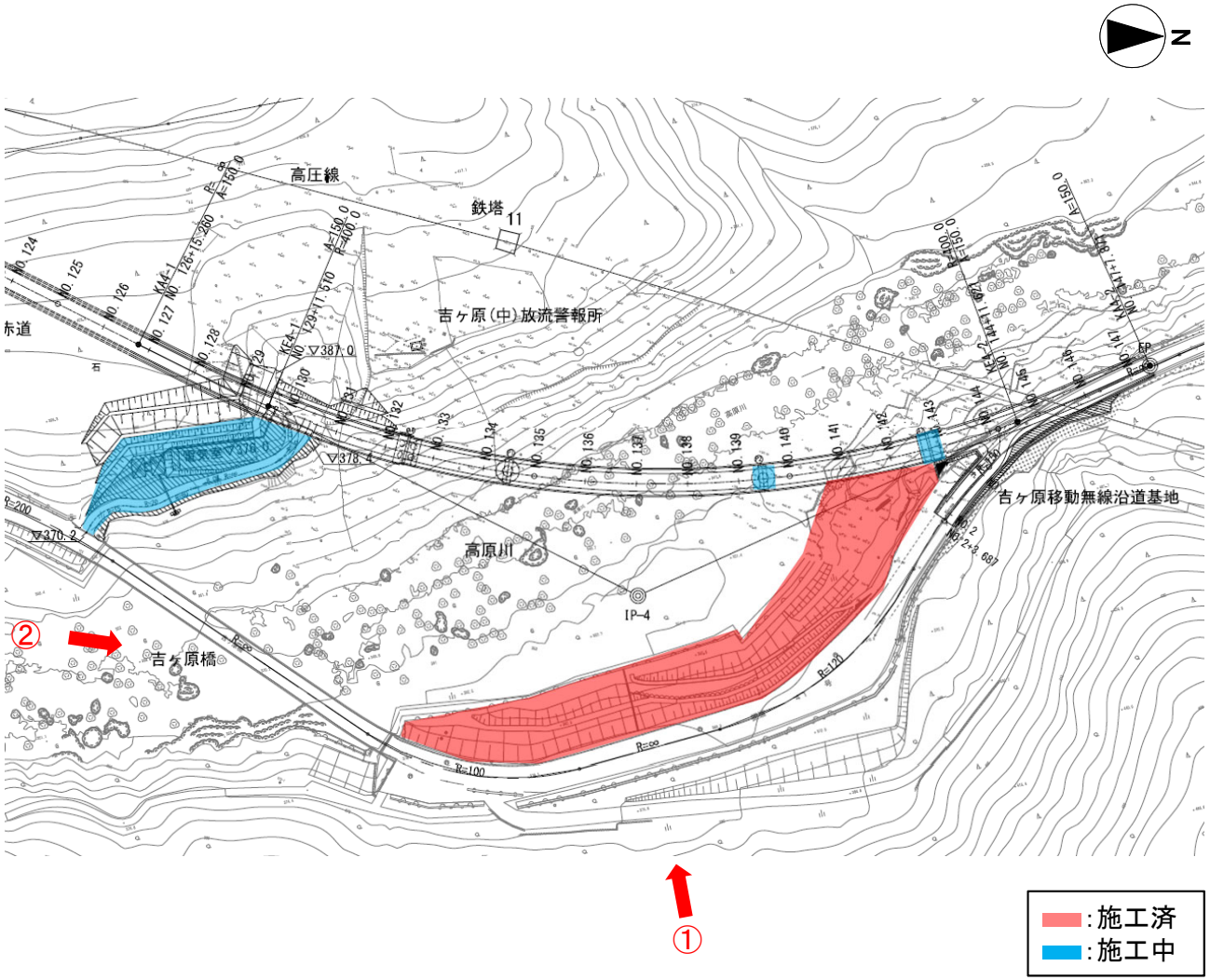
○平成29年度より終点（富山県）側の橋梁部に着手。
○現在、用地買収及び橋梁下部工等の施工を実施中。

■富山県側の進捗状況

＜写真①＞

R4.11撮影

＜写真②＞



下部工施工中　R4.11撮影

4. 相談事項（国道41号門原防災　1号トンネル坑口対策）

●現在の状況

・1号トンネルの契約を令和5年2月に予定。

・1号トンネル起点部（名古屋側）の着手は令和5年夏頃の見込み。

●トンネル坑口付近の防災対策

＜起点部（名古屋側）＞

・坑口上部に位置する落石、浮石への対応。

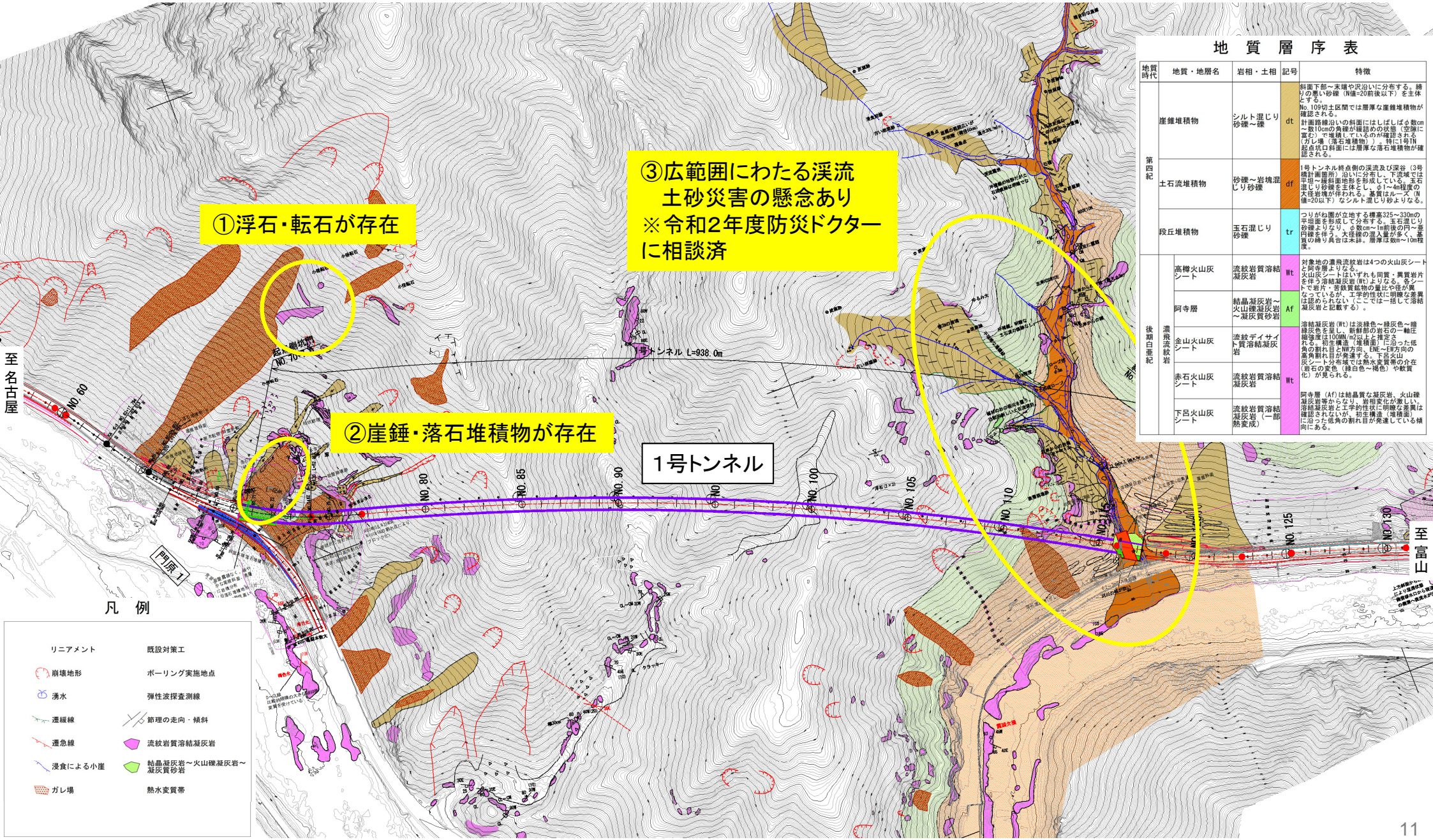
・トンネル坑口に堆積する崖錘堆積物への対応。

＜終点部（富山側）＞

・交差する渓流への対応。

4. 相談事項（国道41号門原防災　1号トンネル坑口対策）

○門原防災の1号トンネルの坑口部は、崖錐堆積物や浮石・転石が存在（起点側）、渓流が交差（終点側）する。
　防災上の課題に対し、対策内容に問題がないか確認頂きたい。



地　質　層　序　表

地質時代	地質・地層名		岩相・土相	記号	特徴
第四紀	崖錐堆積物		シルト混じり砂礫～礫	dt	斜面下部～末端や沢沿いに分布する。締りの悪い砂礫（N値=20前後以下）を主体とする。 No.109切土区間では層厚な崖錐堆積物が確認される。 計画路線沿いの斜面にはしばしば φ数cm～数10cmの角礫が緩詰めの状態（空隙に富む）で堆積しているのが確認される（ガレ場（落石堆積物））。特に1号TN起点坑口斜面には層厚な落石堆積物が確認される。
	土石流堆積物		砂礫～岩塊混じり砂礫	df	1号トンネル終点側の渓流及び深谷（3号橋計画箇所）沿いに分布し、下流域では平坦～緩斜面地形を形成している。玉石混じり砂礫を主体とし、φ1～4m程度の大径岩塊が伴われる。基質はルーズ（N値=20以下）なシルト混じり砂よりなる。
	段丘堆積物		玉石混じり砂礫	tr	つりがね園が立地する標高325～330mの平坦面を形成して分布する。玉石混じり砂礫よりなり、φ数cm～1m前後の円～亜円礫を伴う。大径礫の混入量が多く、基質の締り具合は未詳。層厚は数m～10m程度。
後期白亜紀	濃飛流紋岩	高樽火山灰シート	流紋岩質溶結凝灰岩	Wt	対象地の濃飛流紋岩は4つの火山灰シートと阿寺層よりなる。 火山灰シートはいずれも同質・異質岩片を伴う溶結凝灰岩（Wt）よりなる。各シートで岩片・苦鉄質鉱物の量比や径が異なっているが、工学的性状に明瞭な差異は認められない（ここでは一括して溶結凝灰岩と記載する）。
		阿寺層	結晶凝灰岩～火山礫凝灰岩～凝灰質砂岩	Af	
		金山火山灰シート	流紋デイサイト質溶結凝灰岩	Wt	溶結凝灰岩（Wt）は淡緑色～緑灰色～暗緑灰色を呈し、新鮮部の岩石の一軸圧縮強度は100MN/m2以上と推定される。初生構造（堆積面）に沿った低角の割れ目とNW方向、ENE～ENW方向の高角割れ目が発達する。下呂火山灰シート分布域では熱水変質帯の介在（岩石の変色（緑白色～褐色）や軟質化）が見られる。 阿寺層（Af）は結晶質な凝灰岩、火山礫凝灰岩等からなり、岩相変化が激しい。溶結凝灰岩と工学的性状に明瞭な差異は確認されないが、初生構造（堆積面）に沿った低角の割れ目が発達している傾向にある。
		赤石火山灰シート	流紋岩質溶結凝灰岩		
		下呂火山灰シート	流紋岩質溶結凝灰岩（一部熱変成）		

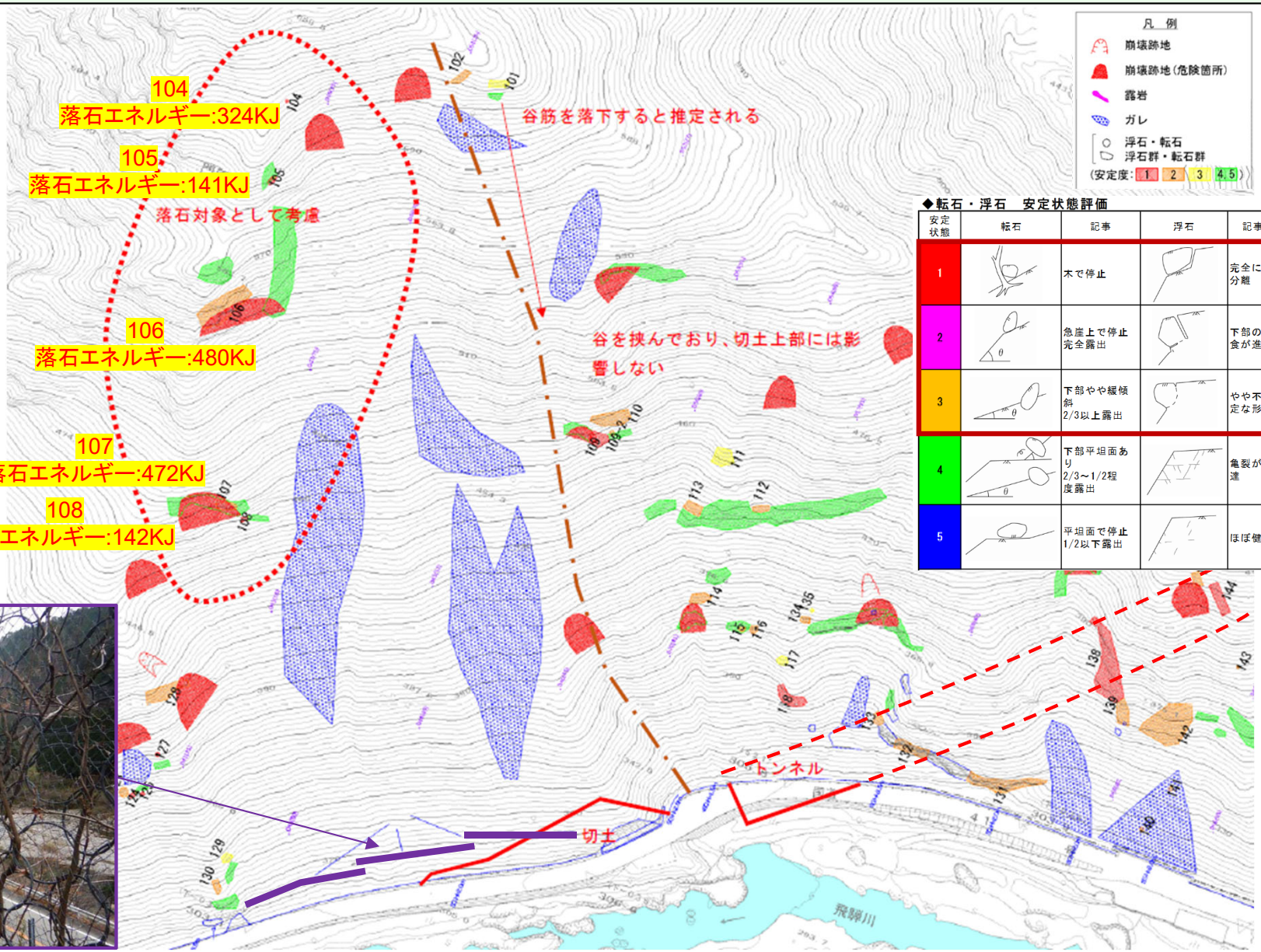
4. 相談事項（国道41号門原防災　1号トンネル坑口対策　起点部①）

○斜面上部には、対策が必要な浮石・転石が多数存在し、落石の可能性あり。
○トンネル工事を実施することで、既設のリングネット（750KJ対応）を一部撤去する必要がある。
○斜面安定と落石防止のための対策工を検討。

104：転石（安定度1）

106：浮石（安定度2）

既設リングネット（750KJ対応）



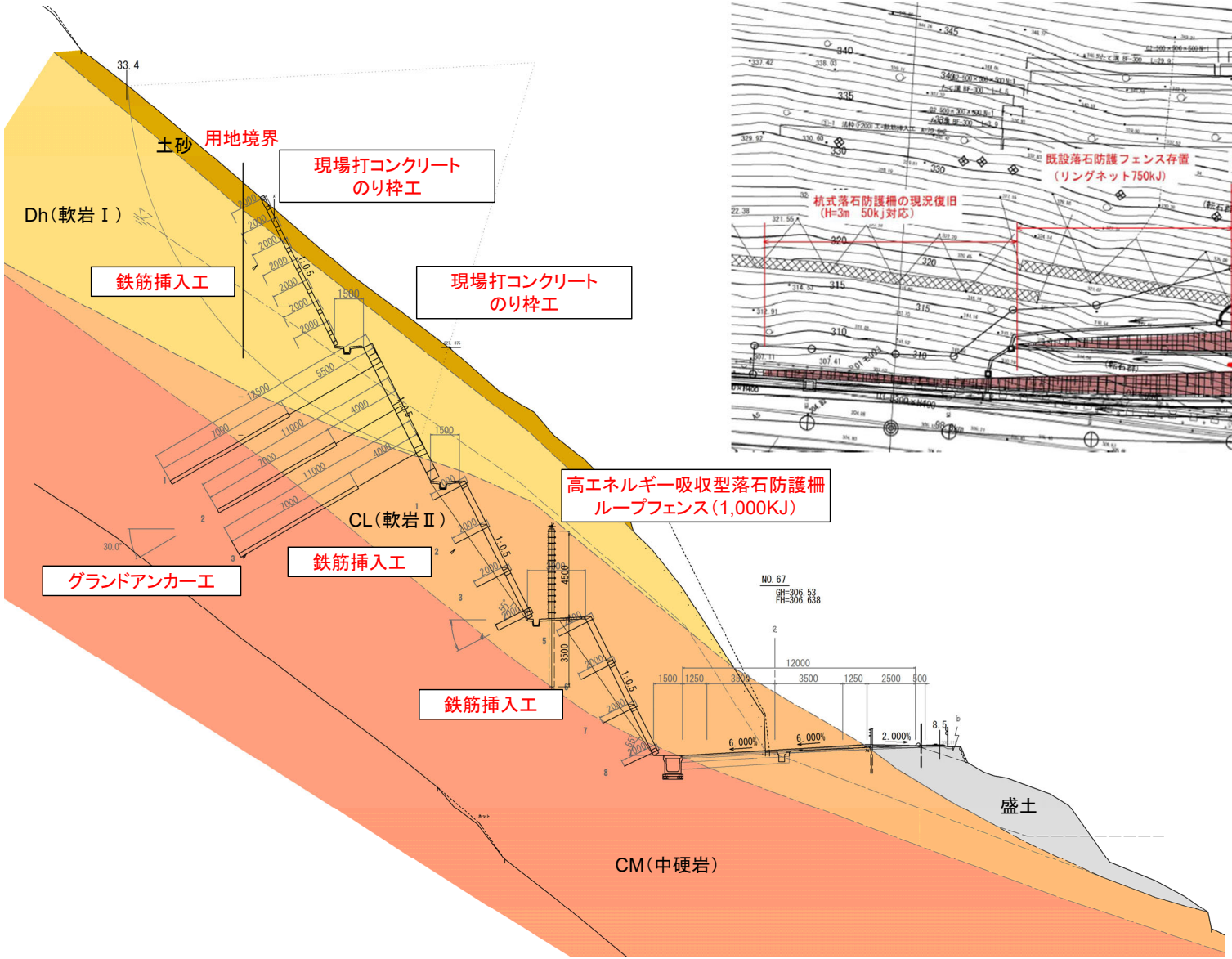
◆転石・浮石　安定状態評価

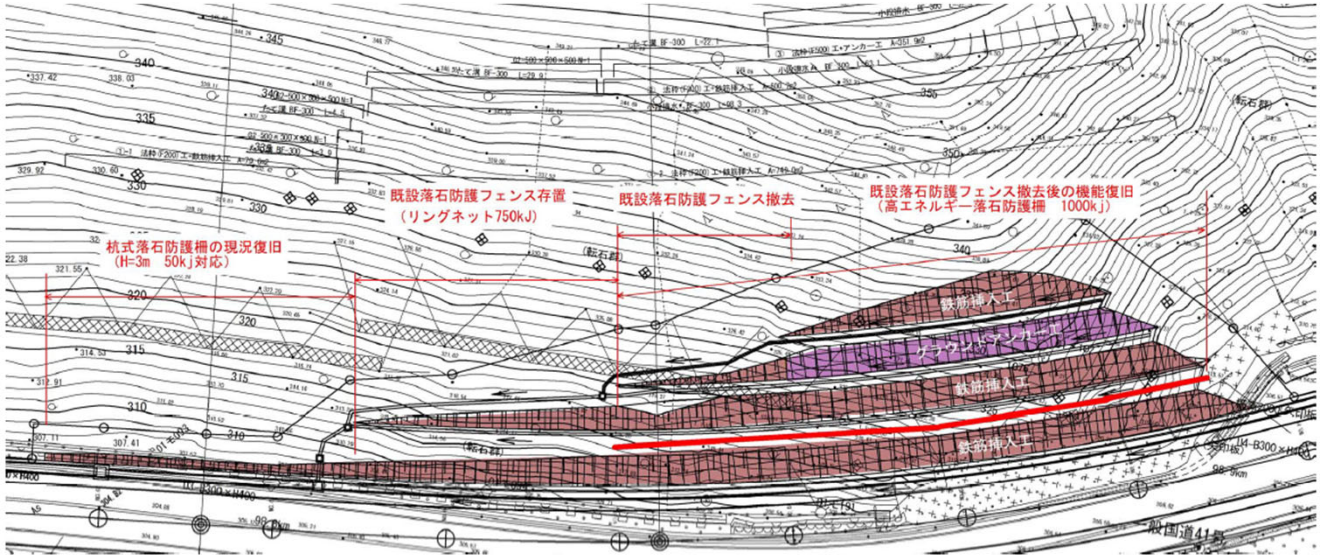
安定状態	転石	記事	浮石	記事
1		木で停止		完全に分離
2		急崖上で停止 完全露出		下部の浸食が進行
3		下部やや緩傾斜 2/3以上露出		やや不安定な形状
4		下部平坦面あり 2/3～1/2程度露出		亀裂が発達
5		平坦面で停止 1/2以下露出		ほぼ健全

対策が必要

4. 相談事項（国道41号門原防災　1号トンネル坑口対策　起点部①）

○道路線形見直しに伴い、坑口付近の切土を実施。斜面の安定化を図るため、崖錐堆積物を除去し、切土法面対策を検討。
○対策工法は、コンクリートのり枠工や鉄筋挿入工、グランドアンカー工を実施。
○また、上部斜面からの落石に対応するため、落石エネルギーに対応した落石防護柵を設置。



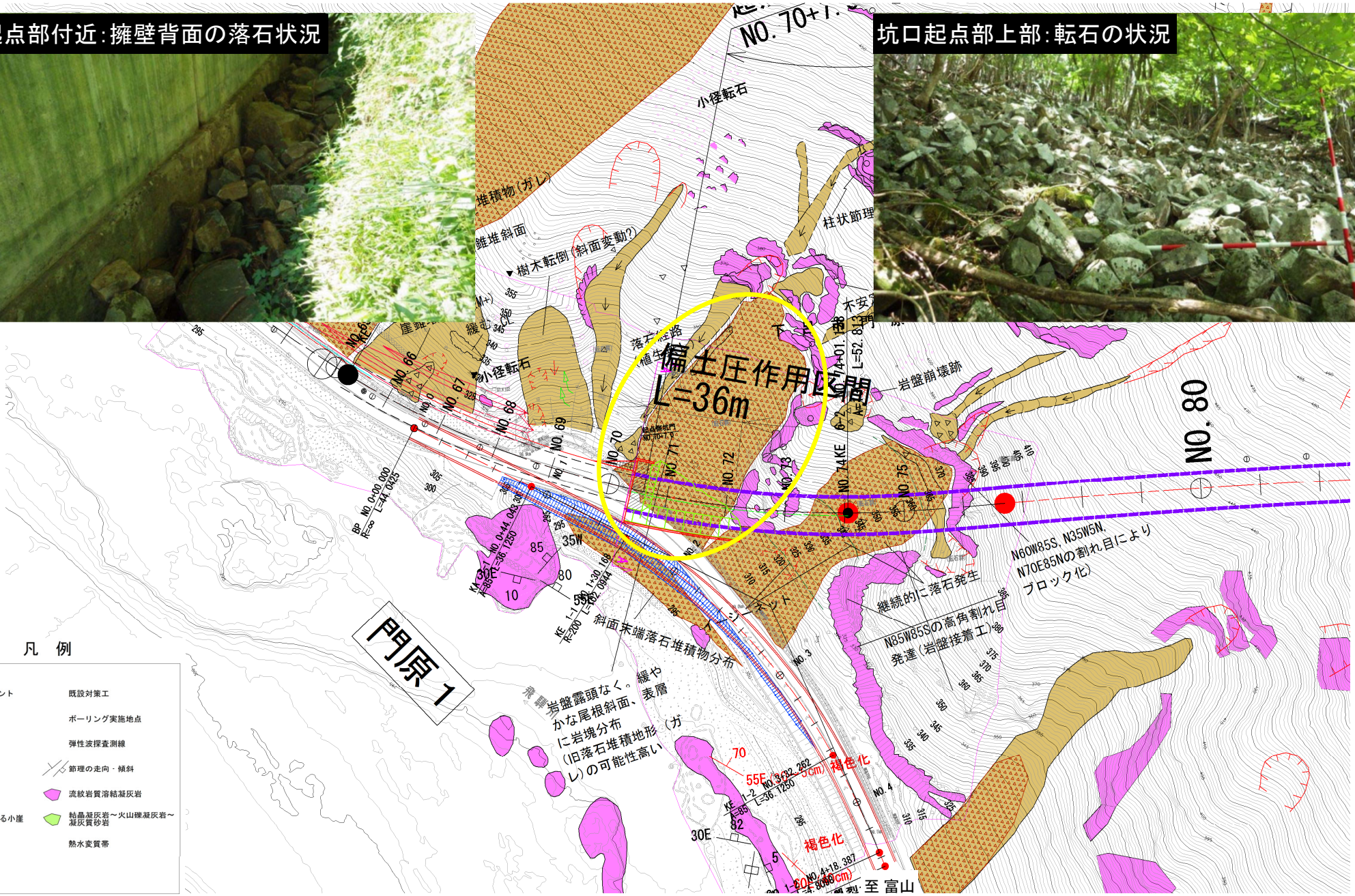


4. 相談事項（国道41号門原防災　1号トンネル坑口対策　起点部②）

○門原防災の1号トンネルの坑口起点部では、落石堆積物が厚く堆積。
○坑口起点部にある落石堆積物に対し、斜面安定・落石防止を図り、偏土圧を防止するための対策工を検討。

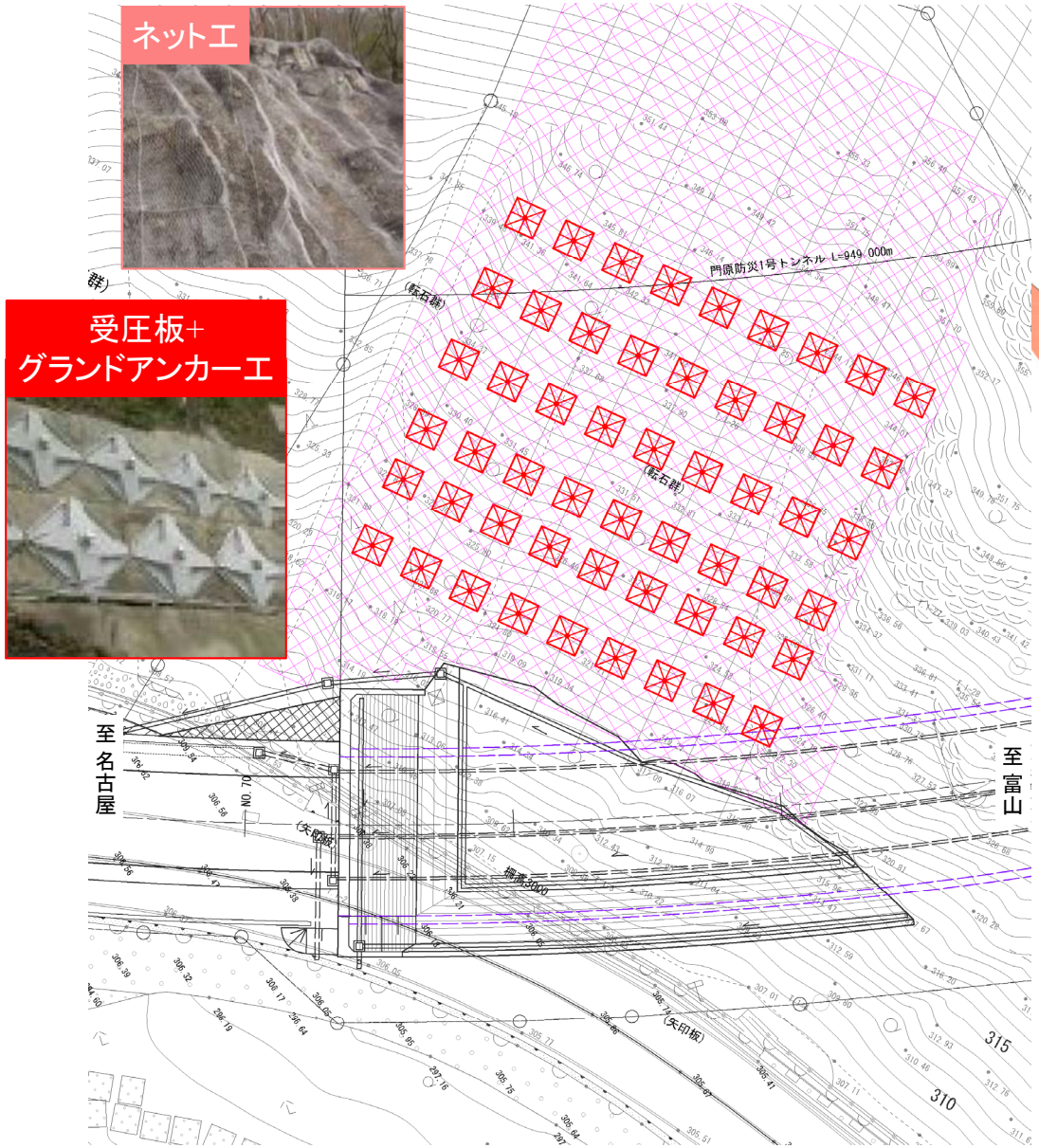
坑口起点部付近：擁壁背面の落石状況

坑口起点部上部：転石の状況

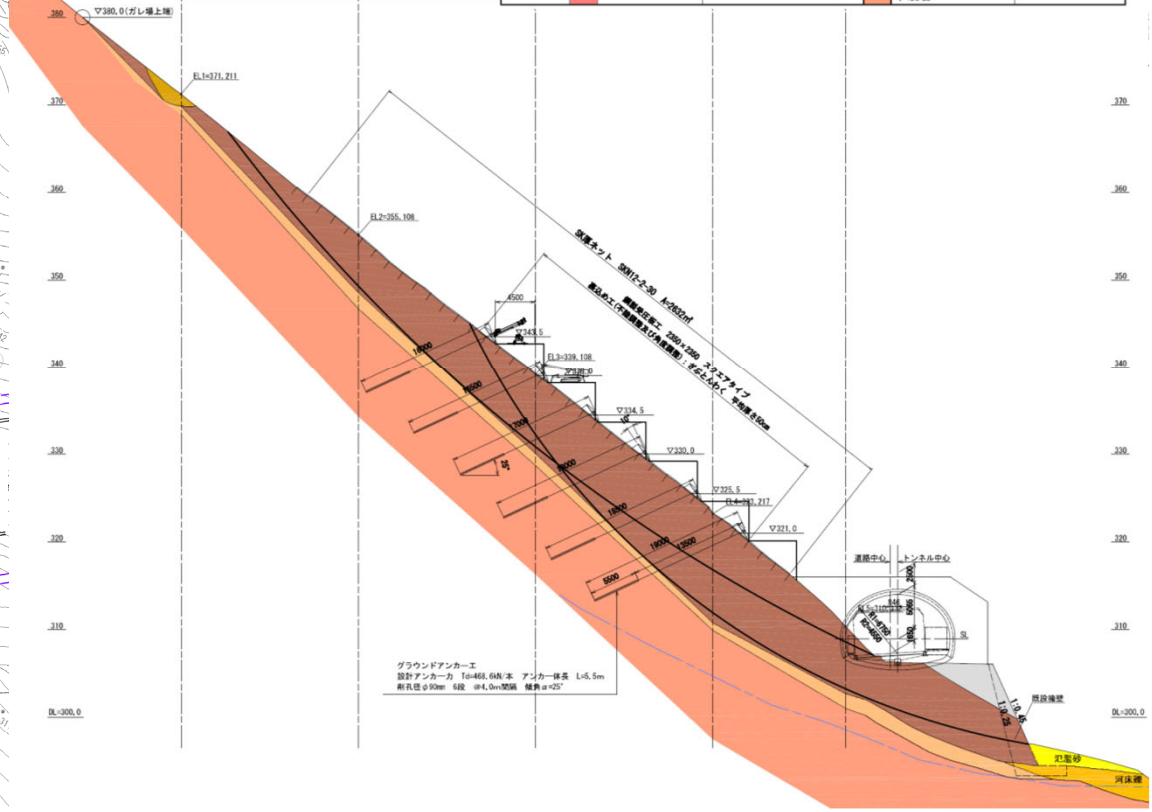


4. 相談事項（国道41号門原防災　1号トンネル坑口対策　起点部②）

〇受圧板＋グラウンドアンカーエで斜面変動を抑制し、偏圧作用を防止する。
〇グラウンドアンカーエによってすべり対策は対応し、表層でアンカー間から礫等の抜け落ちが懸念されるため、ネットエを実施。



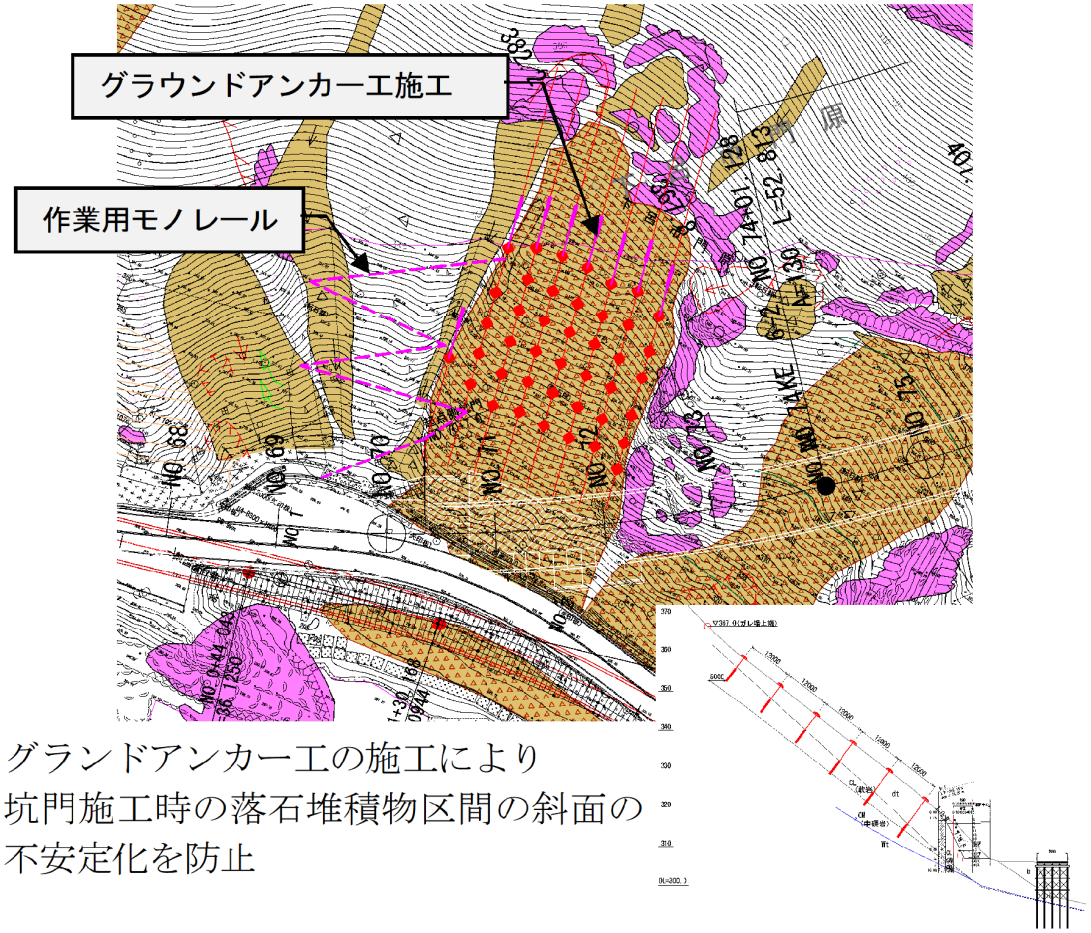
地質時代	河川沿い 低位部			斜 面 部		
	記号	地質・土質区分	層相・産状	記号	地質・土質区分	層相・産状
新生代 第四紀		盛 土	礫・砂・細粒分		盛 土	礫・砂・細粒分
		河床堆積物	洪水後に残された中粒砂 河床礫や岩盤上に堆積		崖錐堆積物	礫・砂・細粒分 沢部は角礫
		河床堆積物	玉石、礫		岩屑堆積物	空隙が多く締まっていない角礫
		段丘堆積物	玉石、礫			
地質時代	記号	地質・土質区分	層相・産状	岩級	風化度、硬軟	記 事
中生代 後期白亜紀		濃飛流紋岩 高樽火山灰シート	流紋岩質溶結凝灰岩 帯緑青灰～褐灰色硬質岩 二方向の高角度節理と低角度節理が発達。		強風化部 軟岩～礫混じり土状	多亀裂緩み部 変質部
					風化部 軟岩	CM級以上
					弱風化～新鮮岩 中硬岩	



4. 相談事項（国道41号門原防災　1号トンネル坑口対策　起点部②）

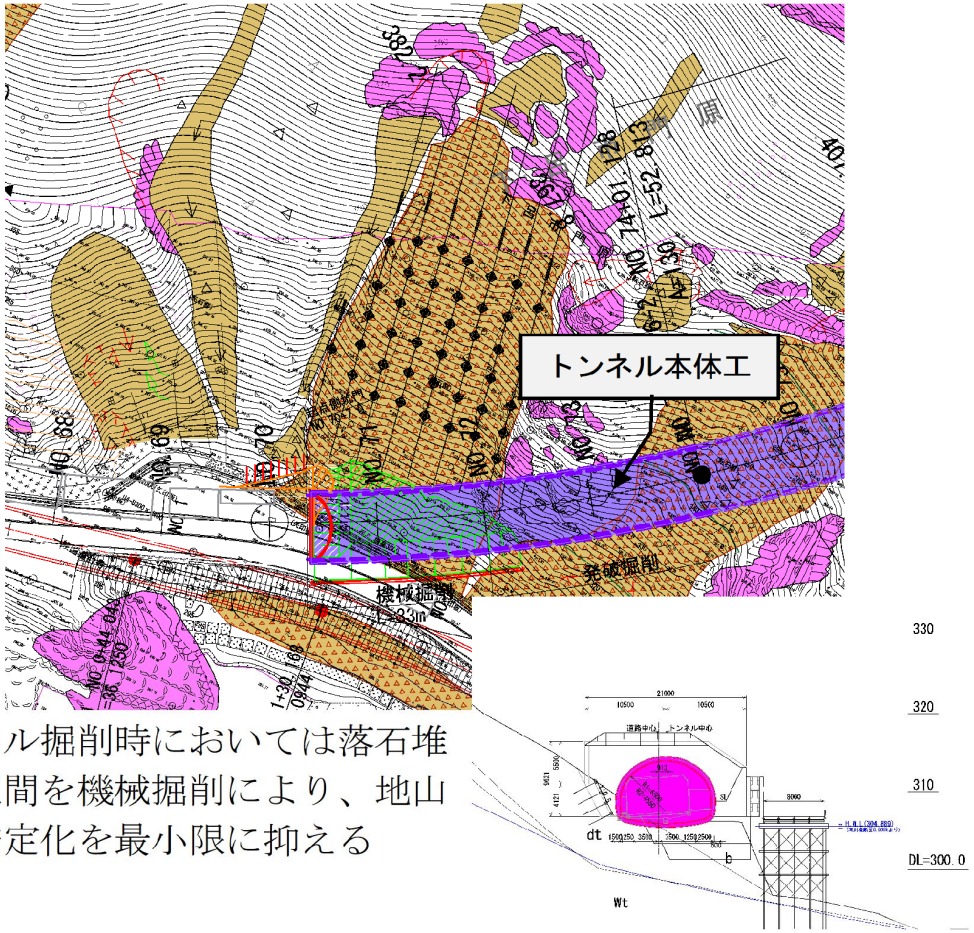
○施工方法については、法面対策（グランドアンカー工+ネット工）を実施後に、トンネル本体施工を実施。

■ステップ1：法面対策の実施



グランドアンカー工の施工により
坑門施工時の落石堆積物区間の斜面の
不安定化を防止

■ステップ2：トンネル本体工の実施



トンネル掘削時においては落石堆
積物区間を機械掘削により、地山
の不安定化を最小限に抑える

4. 相談事項（国道41号門原防災　1号トンネル坑口対策　終点部）

〇渓流については、比較的流域が広く（0.34km2）、想定される流出土砂量（V=14,743m3）の大規模。
〇上流部を調査した結果、上流部の土砂供給源の存在や渓床に堆積した巨礫の新たな移動痕等を確認。
〇豪雨時等に土石流が発生し、下流側の国道41 号まで土石流が流下する可能性が高い

①崩壊箇所を確認。左岸法肩辺りから表土が崩れており、崩壊深 1.0m 程度を確認した。

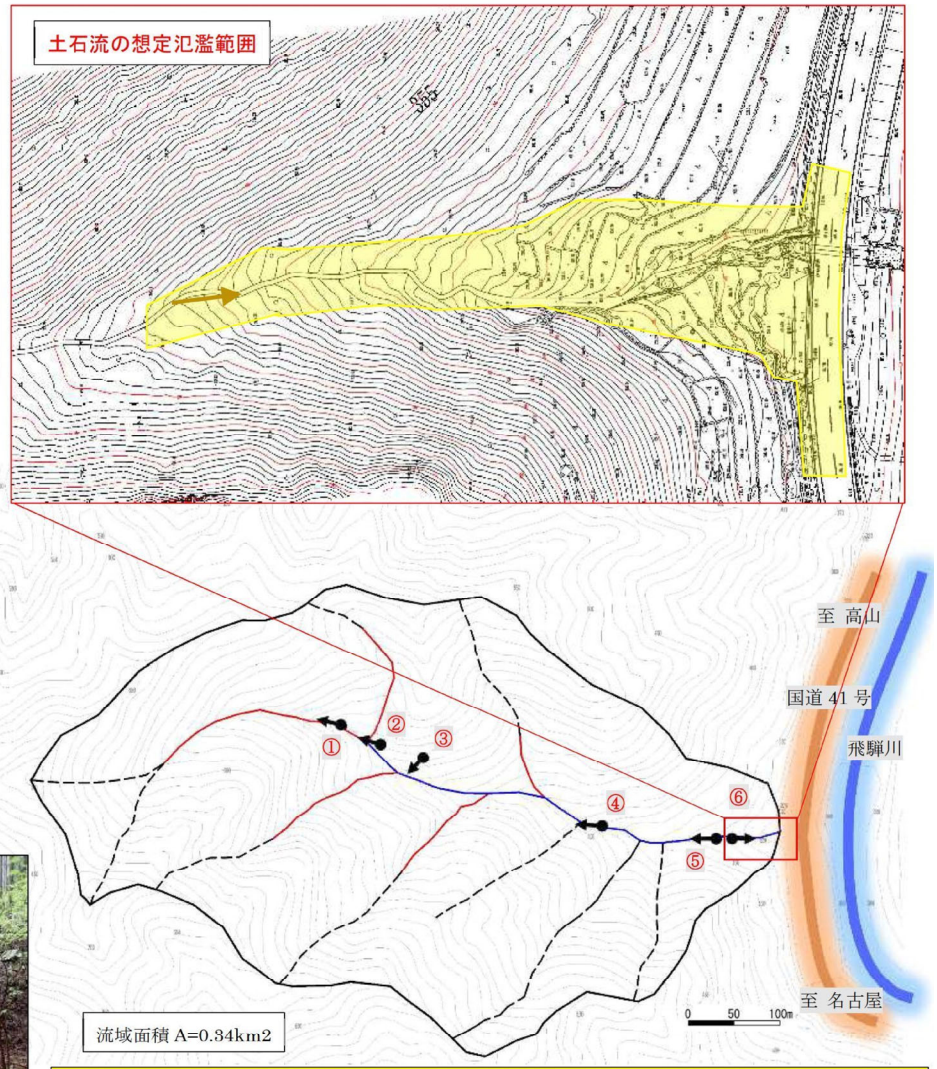
④2 次谷の状況を確認。急勾配な地形を成している。河床には巨礫及び流木が堆積している。

②二次谷となる地点を確認した。多数の巨礫と流木が確認された。藻等の状況から直近で移動してきた岩であることが想定できる。

⑤トンネル計画地の状況確認。トンネルは河床を横断するため、横断処理が課題となる。

③一次谷と二次谷の合流点を確認。一次谷から過去の崩落を確認でき、合流点には多数の礫、流木が堆積している。

⑥二次谷の下流を確認。河床には数多くの礫、流木が堆積している。藻等の状況から、直近で移動してきた岩であることが想定できる。



＜当該渓流に対する土石流の評価＞

- 流域全体にわたり渓床に不安定な礫が堆積しており、渓岸崩壊、支渓からの土砂流出が確認される
- 豪雨時には、渓床に堆積している不安定土砂の二次移動、新規崩壊の発生が懸念される
- 下流域にも土石流の流下痕跡が確認され、巨礫を含む礫が不安定に堆積している
- 土石流発生の可能性を有しており、洪水とともに土石流を安全に流下できる対策が必要と判断される

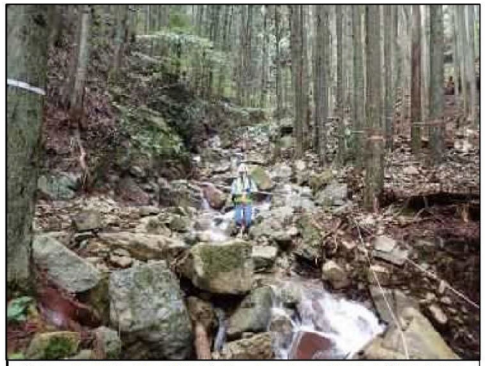
4. 相談事項（国道41号門原防災　1号トンネル坑口対策　終点部）

〇想定される土石流の規模、計画路線への被害を把握するため、土石流二次元氾濫解析を実施。
〇解析結果から、トンネル坑口部は、土石流発生時に被災する可能性が十分にあることを確認。

①想定氾濫開始点を確認。倒木が多数存在している。巨礫はないが、礫が流れた痕跡がうかがえる。

②想定氾濫開始点付近から下流側を確認。土石流が流れた痕跡がある。

③0 次谷と 2 次谷の合流点付近を確認。倒木や礫に流された痕跡が見える。



④トンネル計画地の状況確認。トンネルは河床を横断するため、交点の処理が課題となる。

⑤左岸側が広がり始める箇所を確認。巨礫は少ないが、流れてきたばかりと想定される礫が多数存在する。

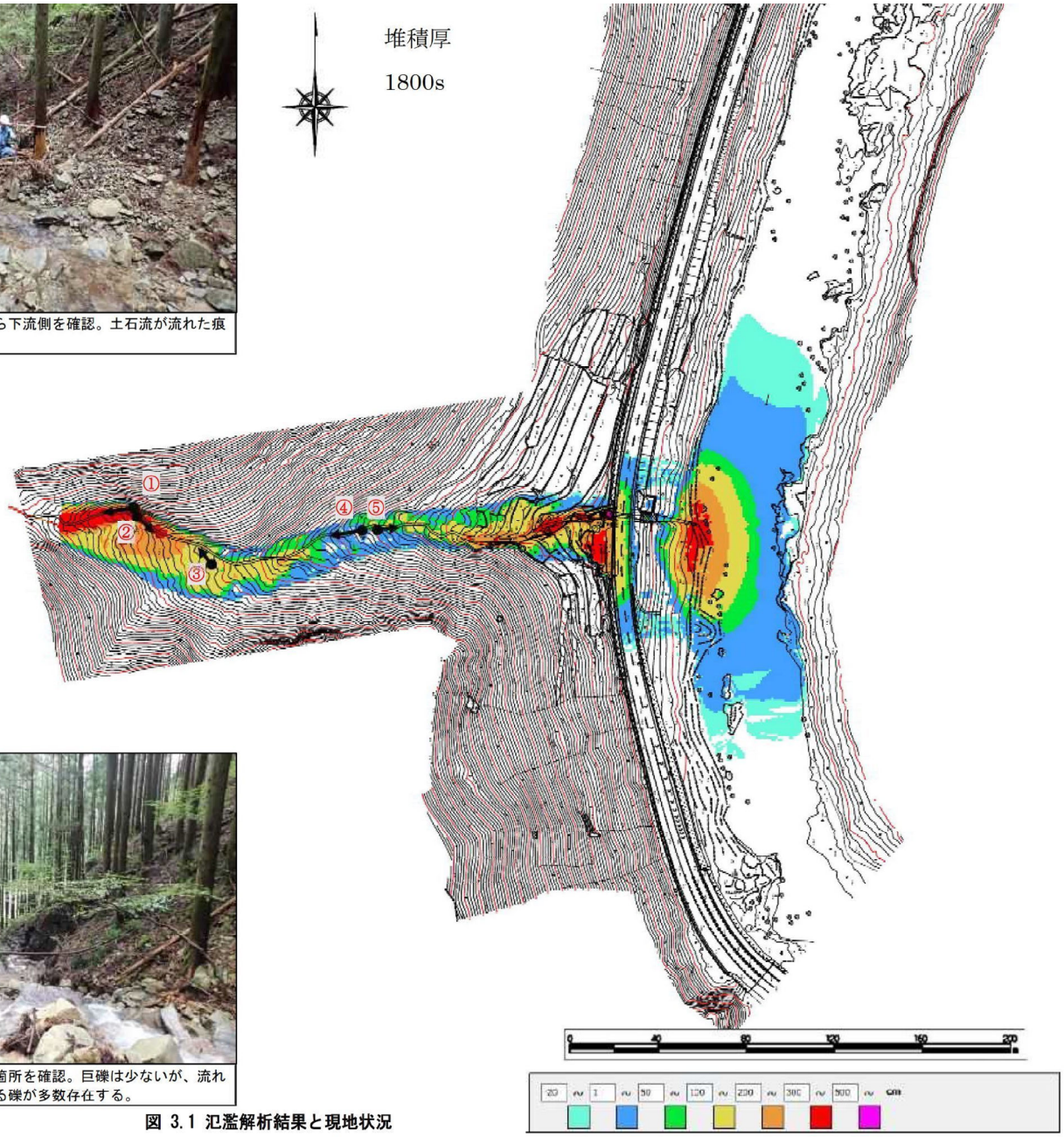
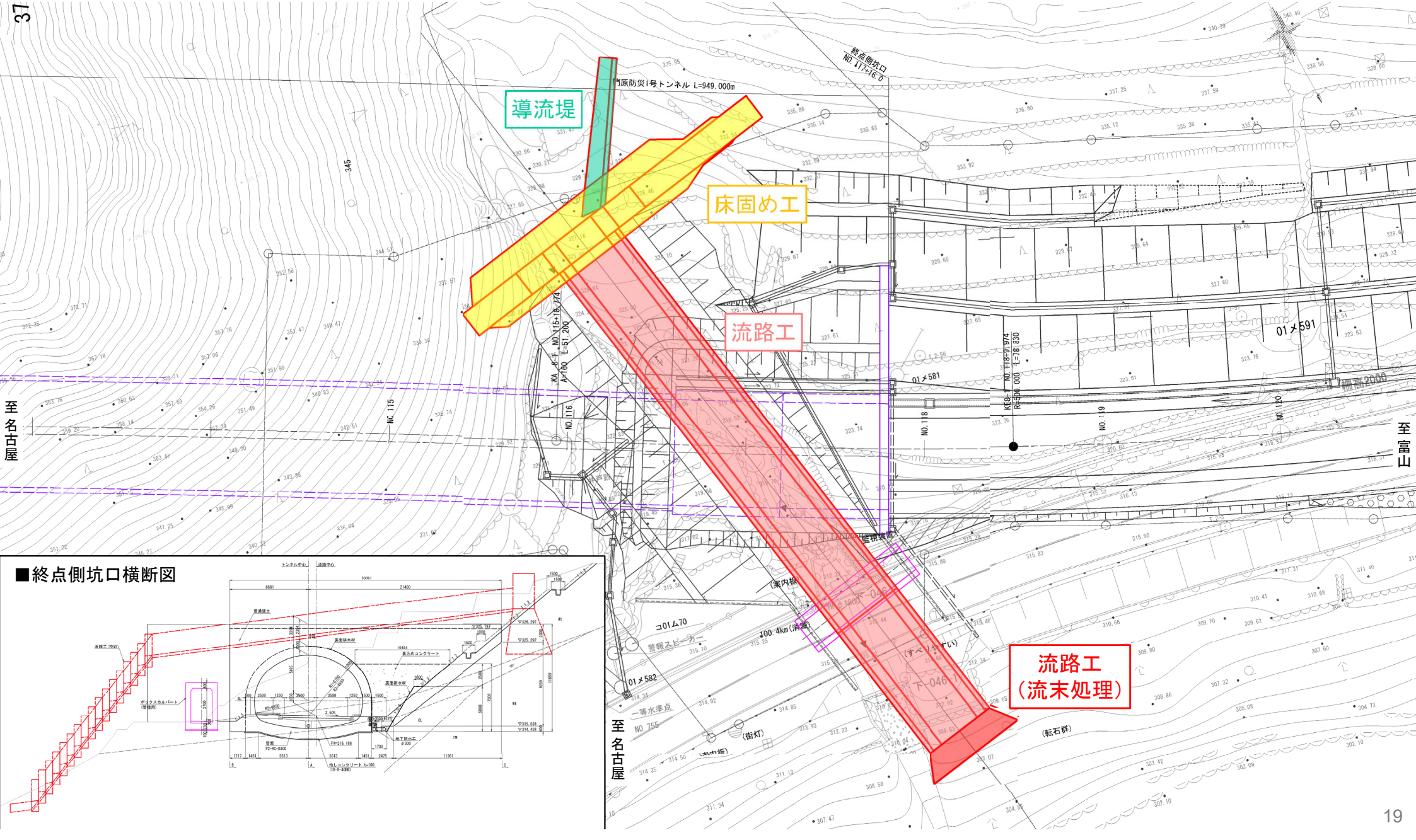


図 3.1 氾濫解析結果と現地状況

4. 相談事項（国道41号門原防災　1号トンネル坑口対策　終点部）

○対策手法として、常時流水や土石流を安全に流下させることが可能である、導流堤や床固め工、流路工を採用。
○対策については、可能な限り用地内とし、流末位置を既存流末と同程度の位置に設定。



5. 国道41号屏風岩改良の事業計画の見直し

■事業費増加の要因

①道路橋示方書の改訂による増額、②詳細な地質調査による下部工基礎工の追加と仮設工の工法変更、
③工事用道路（仮橋・土工部）の計画変更、④地質相違による仮設工の工法変更、⑤地質相違による下部工基礎構造の変更
・・・ 79億円増

事業費増額の要因	増額
①道路橋示方書の改訂による増額 ・平成29年道路橋示方書の改訂による上部構造の設計プロセスの追加により設計見直しを行った結果、鋼重が増加。 ・上部工（鋼桁）構造の見直しにより、鋼重が増加したため、上部工を支える支承も大型化。	27億円
②検査路の追加 ・道路橋検査路設置要領や橋梁長寿命化の手引きの策定により、床版下面、支承部等の確実な点検を目的に、上部工（1条→2条設置）と下部工（掛け違い部片側→全基全周設置）の検査路が追加。	2億円
③工事用道路（仮橋・土工部）の計画変更 ・当初計画では、工事用道路を非出水期中に設置撤去する計画としていたが、追加ボーリング調査の結果、施工箇所が想定以上に硬質な岩であり、工事用道路・橋梁下部工の施工に時間を要することが判明し、工事用道路を通年存置する計画に見直し。 ・河川協議の中で、通年存置する場合は河川流量を飛騨川における既往最大流量に対応する必要が生じたことから、工事用道路の計画規模が拡大（工事用道路高さが10m程度上昇）。	33億円
④地質相違による仮設工の工法変更 ・当初設計時は、起終点部で実施したボーリング調査結果から強固な岩盤であると判断し、従来型のダウンザホールハンマ工を採用。 ・しかし、追加ボーリング調査により、河川内に堆積する砂礫層が厚いことが発覚し、従来型のダウンザホールハンマ工では施工中の孔壁が自立しないため、ケーシング付きのダウンザホールハンマ工へ変更。	9億円
⑤地質相違による下部工基礎構造の変更 ・当初設計では、当初ボーリング調査結果から「軟岩」と判断し、鋼矢板にて締切りを行い、下部工を施工することとしていた。 ・しかし、追加ボーリング調査を行ったところ、施工箇所は想定以上に「硬質な岩」であり、鋼矢板打設に莫大な時間と費用を要することが判明したため、施工計画を再検討。 ・その結果、河川内の下部工を締切りが不要なケーソン基礎へ見直し。（直接基礎9基 ⇒ 直接基礎6基＋ケーソン基礎3基）	8億円
合計	79億円

5. 国道41号屏風岩改良の事業計画の見直し

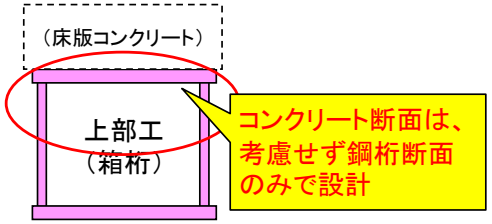
【要因①】道路橋示方書の改訂による増額（27億円）

〇平成29年道路橋示方書の改訂による上部構造の設計プロセスの追加により設計見直しを行った結果、鋼重が増加。
〇上部工（鋼桁）構造の見直しにより、鋼重が増加したため、上部工を支える支承も大型化。

上部工構造（非合成桁）の設計プロセスの追加

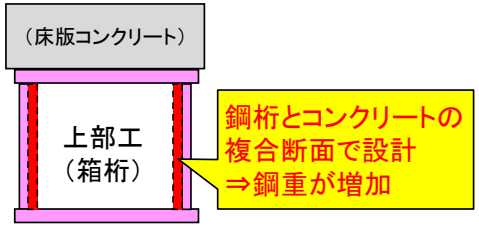
【H14道示】

①設計上、床版と箱桁が別々で挙動（非合成設計：合成効果無し）するものとして、鋼桁断面を設計

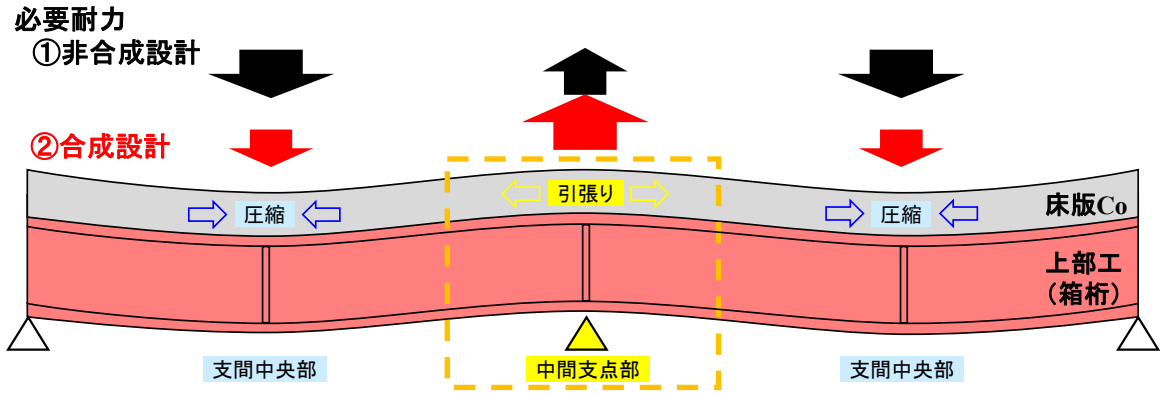


【H29道示】設計プロセス追加

①の非合成設計に加え、
②床版と箱桁が一体で挙動（合成設計：合成効果あり）する複数断面として、箱桁断面を設計



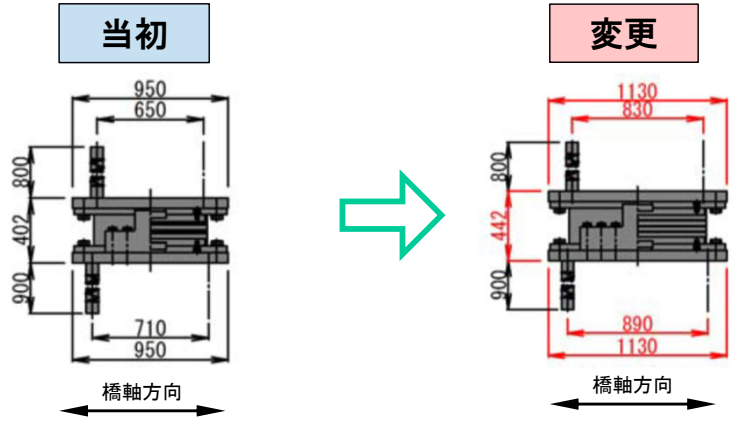
＜橋梁横断図：イメージ図＞
中間支点部は、引張りのため床版Coの合成効果が少ないが、収縮等による応力が発生し、必要耐力が増加



必要耐力の大きさ ①＞②　①＜②　①＞②
①非合成設計
②合成設計【H29道示で追加】

⇒「①非合成設計」、「②合成設計」それぞれで最大応力となる桁断面を確保が必要

支承部の大型化



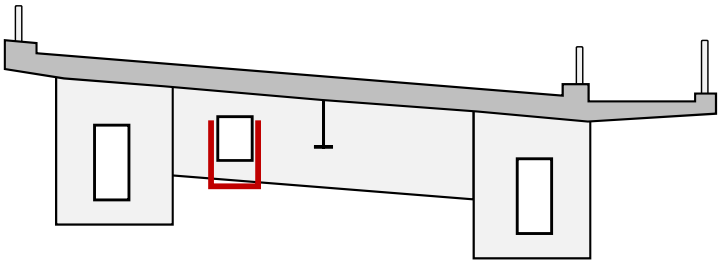
5. 国道41号屏風岩改良の事業計画の見直し

【要因②】検査路の追加（2億円）

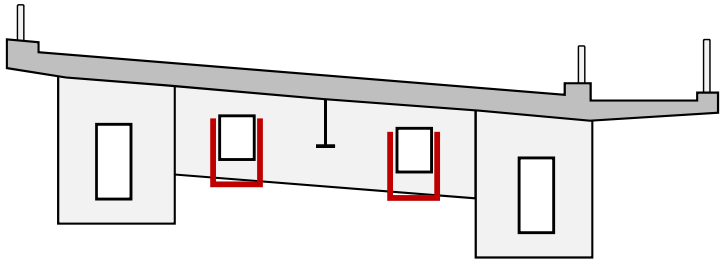
○道路橋検査路設置要領や橋梁長寿命化の手引きの策定により、床版下面、支承部等の確実な点検を目的に、上部工（1条→2条設置）と下部工（掛け違い部片側→全基全周設置）の検査路が追加。

上部工検査路の追加	検査路の下部工全周設置

当初　1条設置

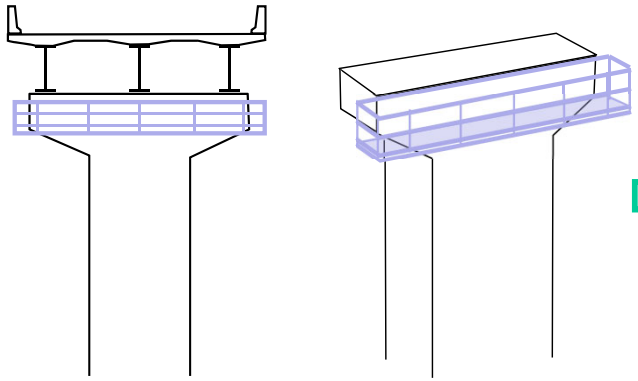


変更　2条設置

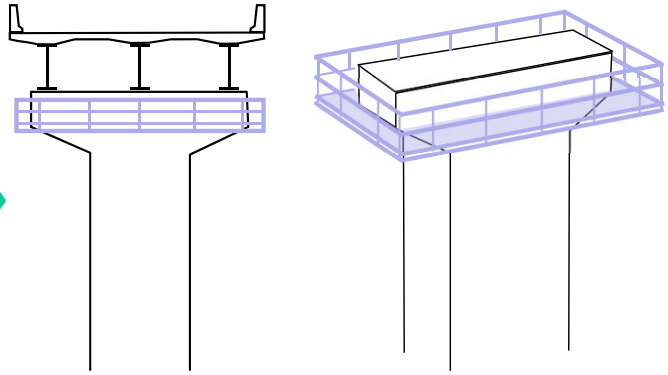


道路橋定期点検要領より、
近接目視に加えた打音、触診等が必要となり
1条では困難なため上部工検査路を2条設置（1,024m）

当初　掛け違い部のみ片側設置（1基）



変更　全橋脚の全周に設置（7基）



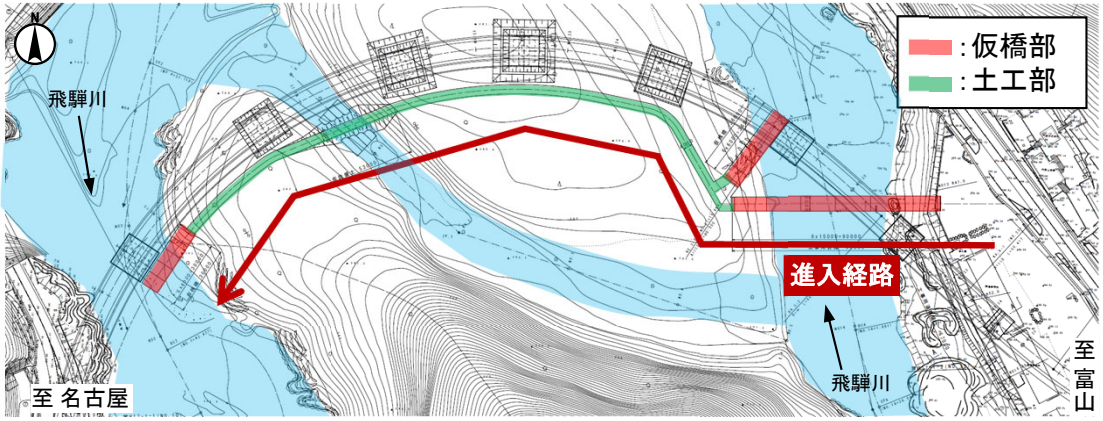
◆下部工検査路設置状況写真（イメージ）

5. 国道41号屏風岩改良の事業計画の見直し

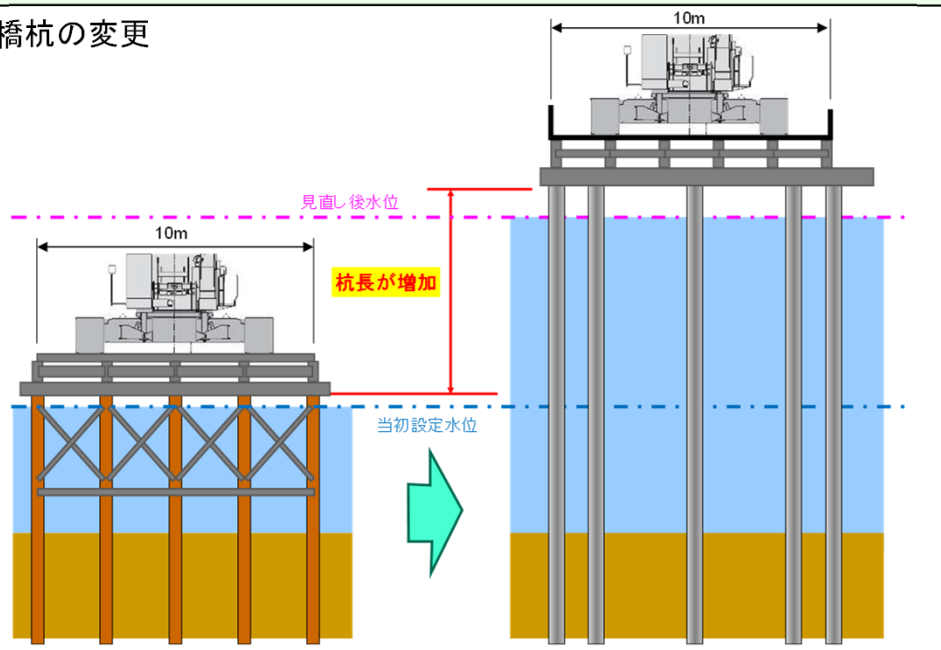
【要因③】工事用道路（仮橋・土工部）の計画変更（33億円）

○当初計画では、工事用道路を非出水期中に設置撤去する計画としていたが、追加ボーリング調査の結果、施工箇所が想定以上に硬質な岩であり、工事用道路・橋梁下部工の施工に時間を要することが判明し、工事用道路を通年存置する計画に見直した。

○河川協議の中で、通年存置する場合は河川流量を飛騨川における既往最大流量に対応する必要が生じたことから、工事用道路の計画規模が大きくなった（工事用道路高さが10m程度上昇）。



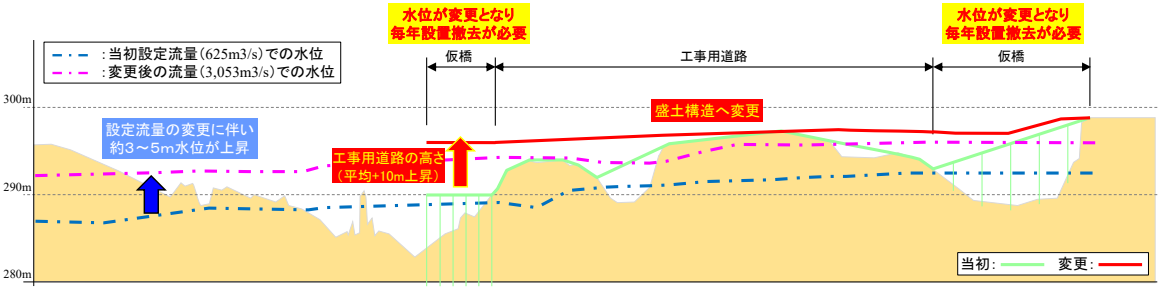
◆仮橋杭の変更



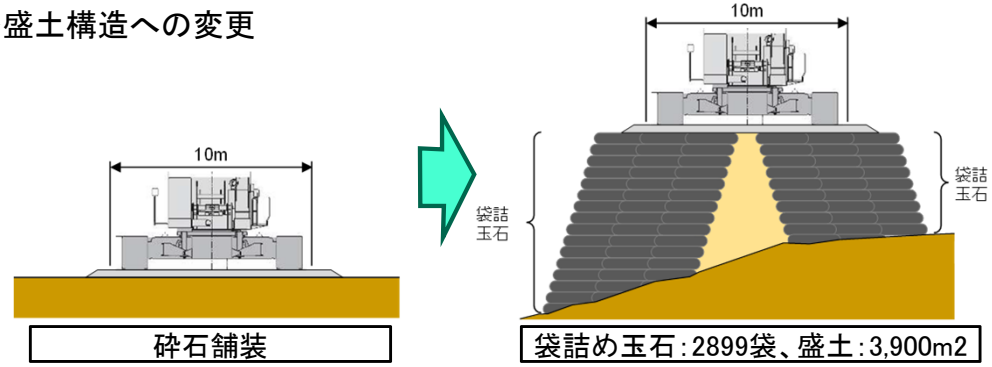
杭種：H鋼300mm×300mm　杭長：10m

杭種：鋼管杭φ700　杭長：20m

◆通年施工時流量の見直しによる変化



◆盛土構造への変更



砕石舗装

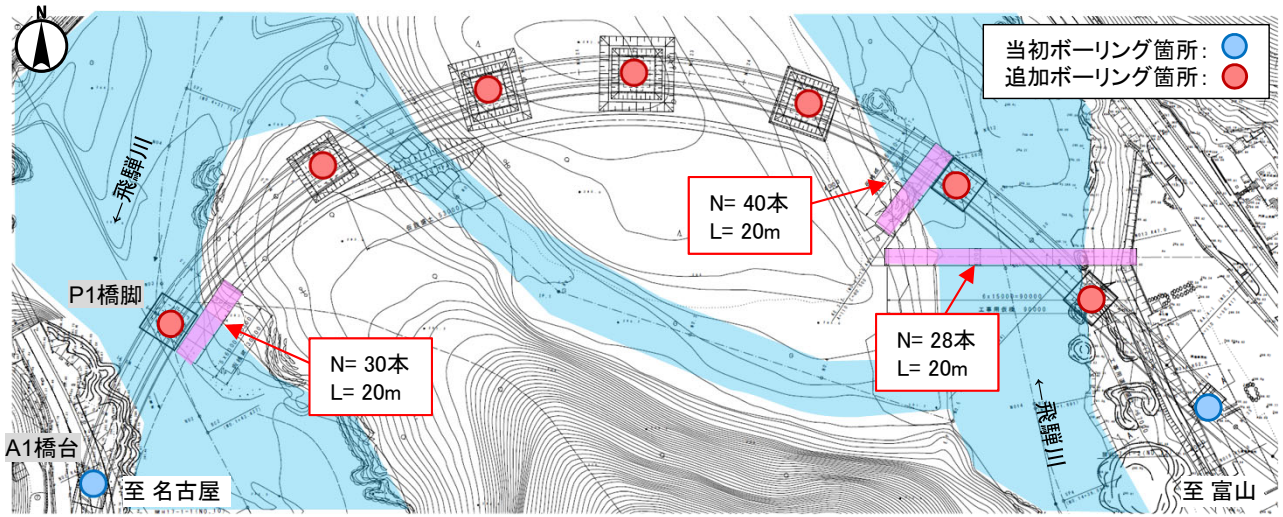
袋詰め玉石：2899袋、盛土：3,900m2

5. 国道41号屏風岩改良の事業計画の見直し

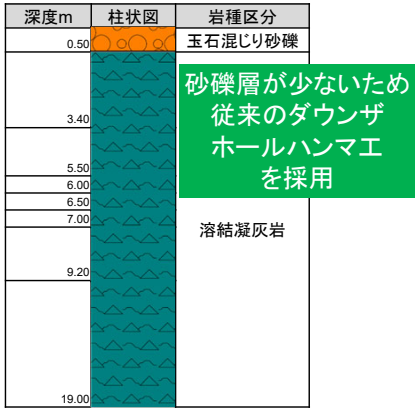
【要因④】地質相違による仮設工の工法変更（9億円）

○当初設計時は、起終点部で実施したボーリング調査結果から強固な岩盤であると判断し、従来型のダウンザホールハンマ工を採用した。
○しかし、追加ボーリング調査により、河川内に堆積する砂礫層が厚いことが発覚し、従来型のダウンザホールハンマ工では施工中の孔壁が自立しないため、ケーシング付きのダウンザホールハンマ工へ変更が必要となった。

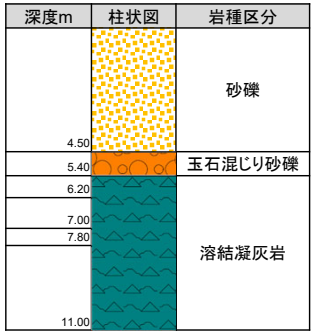
仮設工（仮橋支持杭）の工法変更



（当初）A1橋台
ボーリング結果



（変更）P1橋脚
ボーリング結果

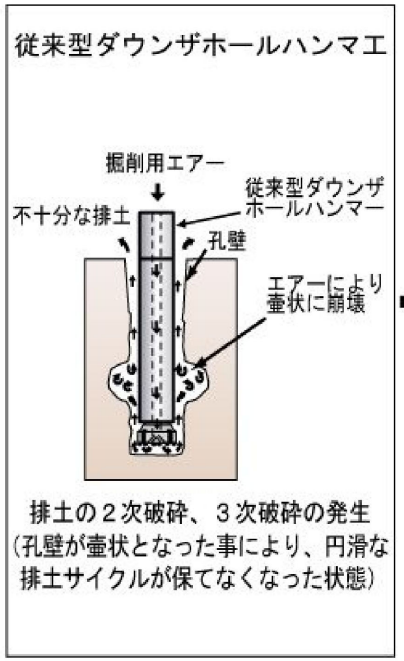


5m以上の砂礫層
（孔壁の自立困難）

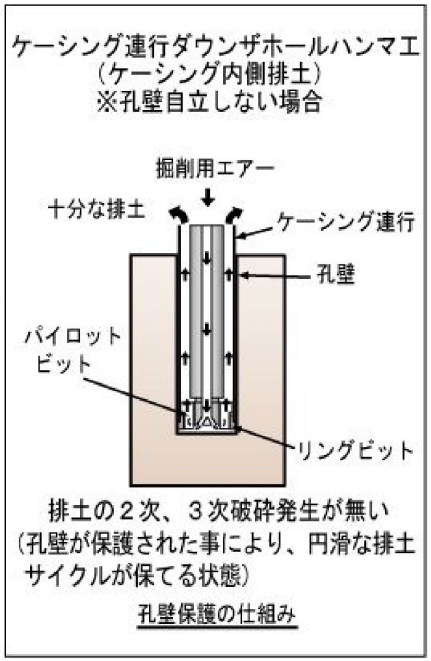
◆ケーシング付きの
ダウンザホールハンマ工施工状況

撮影日：令和3年12月

当初工法



変更工法

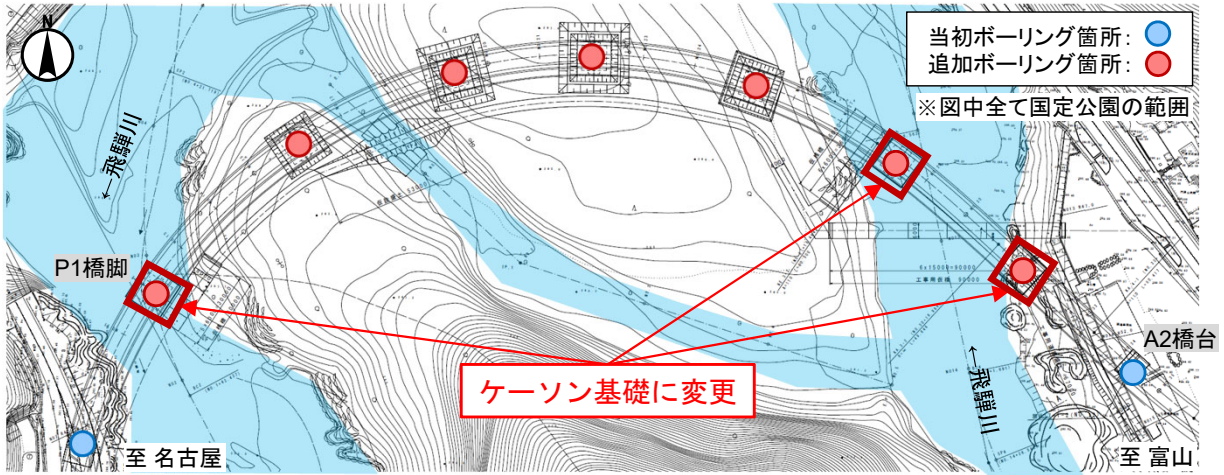


5. 国道41号屏風岩改良の事業計画の見直し

【要因⑤】地質相違による下部工基礎構造の変更（８億円）

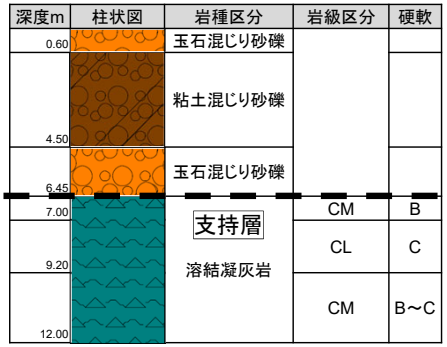
○当初設計では、当初ボーリング調査結果から「軟岩」と判断し、鋼矢板にて締切りを行い、下部工を施工することとしていた。
○しかし、追加ボーリング調査を行ったところ、施工箇所は想定以上に「硬質な岩」であり、鋼矢板打設に莫大な時間と費用を要することが判明したため、施工計画の再検討を行った。
○その結果、河川内の下部工を締切りが不要なケーソン基礎へ見直した。（直接基礎9基 ⇒ 直接基礎6基＋ケーソン基礎3基）

ボーリング調査箇所の追加



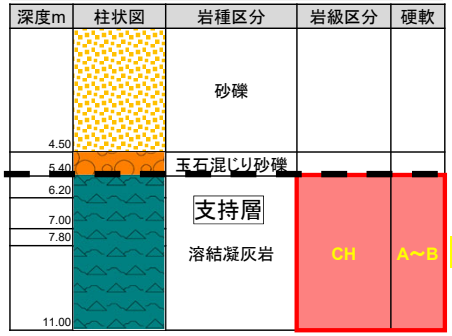
・国定公園第2種特別区域：大規模な切土・盛土は不可

（当初）A2橋台ボーリング結果



支持層が浅く軟岩のため直接基礎を選定

（変更）P1橋脚ボーリング結果



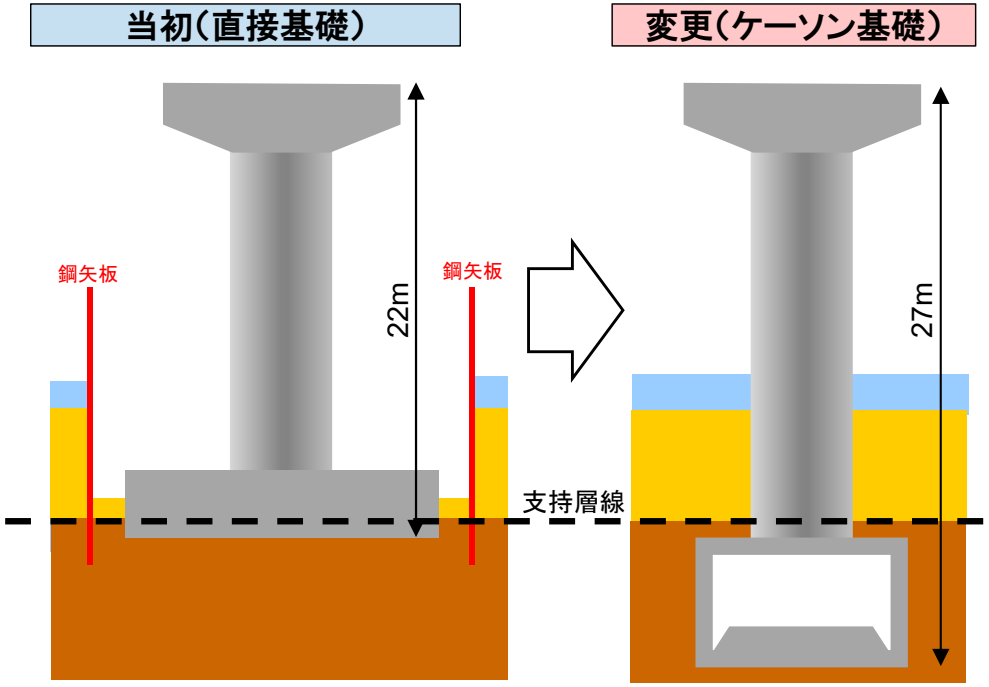
硬質な岩盤が判明

記号	岩級区分
A	硬岩
B	硬岩
CH	硬岩
CM	軟岩
CL	軟岩
D	マサ状風化

記号	硬軟区分
A	極硬、ハンマーで容易に割れない
B	硬、ハンマーで金属音。
C	中硬、ハンマーで容易で割れる。
D	軟、ハンマーでボロボロに砕ける。
E	極軟、マサ状、粘土状。

出典：ボーリング柱状図及びボーリングコア取扱保管要領（案）

下部工基礎構造の変更



◆橋脚1基施工時の工程表

■：準備・片付け　■：仮締切工　■：下部工

	1年目		2年目		3年目		4年目		工事費
	出水期（4か月）	非出水期（8か月）	出水期（4か月）	非出水期（8か月）	出水期（4か月）	非出水期（8か月）	出水期（4か月）	非出水期（8か月）	
当初（直接基礎）		仮締設置 下部工 仮締撤去							0.6億円
当初（追加Br反映版）	鋼矢板先行穿孔		鋼矢板先行穿孔		鋼矢板先行穿孔		仮締設置 下部工	仮締撤去	8.9億円
変更（ケーソン基礎）		ケーソン基礎・柱		柱・梁					3.3億円

※工事期間：地元漁協との調整により出水期中（4月～9月）の施工は不可