

技術的課題について

工事实績による技術的課題について 20

道路構造における技術的課題について 26

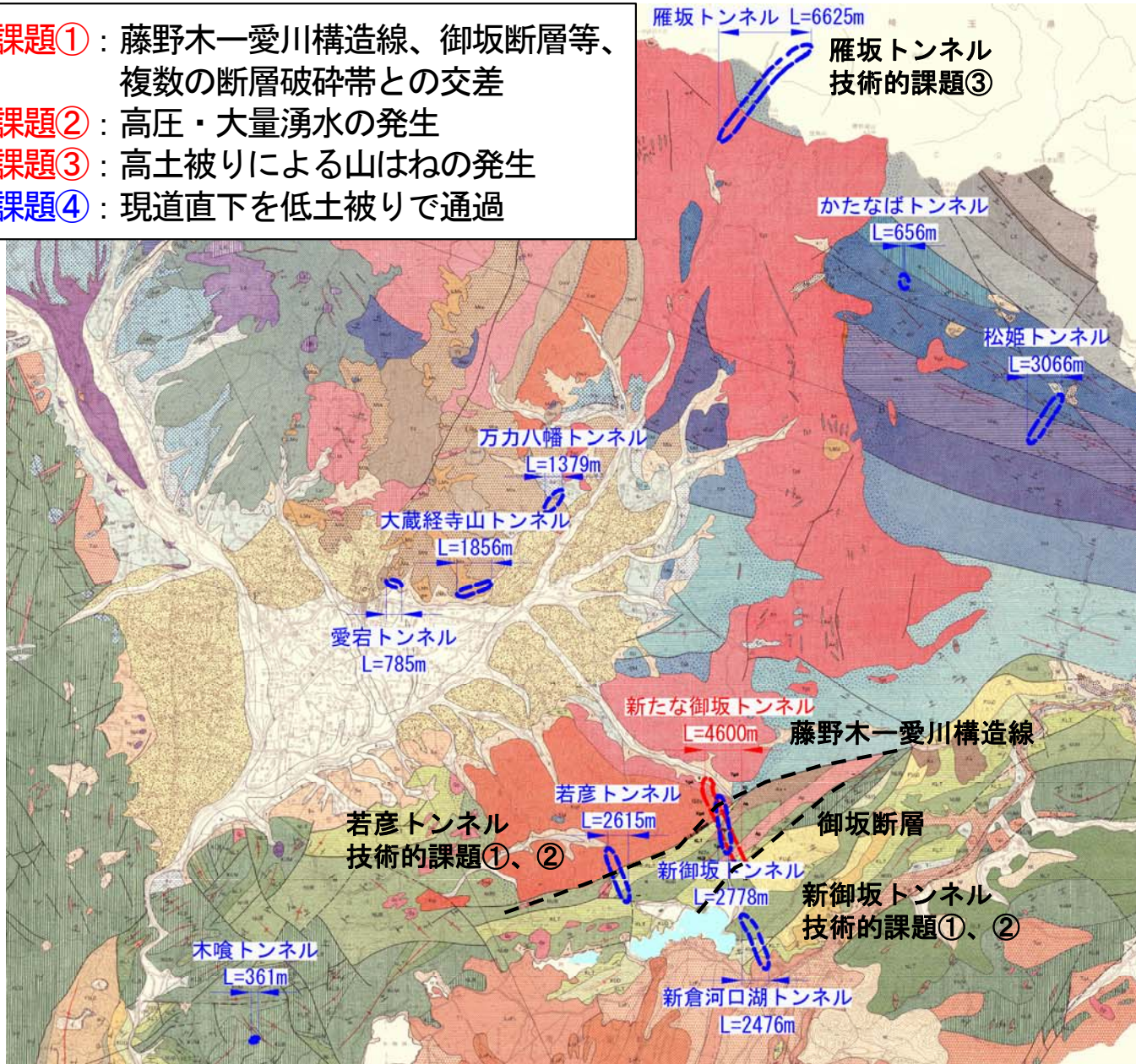
■山梨県での主要なトンネル工事实績や道路構造より、新たな御坂トンネルでは4つの**技術的課題**が想定される。

技術的課題①：藤野木一愛川構造線、御坂断層等、複数の断層破碎帯との交差

技術的課題②：高圧・大量湧水の発生

技術的課題③：高土被りによる山はねの発生

技術的課題④：現道直下を低土被りで通過



地質時代	層序	記号	備考	火山活動	記号	備考
新第三紀	後河床堆積層	□	砂・礫・粘土	御坂山	LaF1	新期
	沖積堆積層	*	砂・礫・粘土		LaF2	中期
	扇状地堆積層	△	砂・礫・粘土		LaF3	前期
	低地段丘層	▽	比高：2～30m 比高：5～40m 黄土層		LaF4	初期
第四紀	新期ローム層	Ro	ローム	御坂山	L1	新期
	中位段丘層	△	比高：40～60m 古黄土層		L2	中期
	中期ローム層	Ro	スクリア・浮石層		L3	前期
	高位段丘層	△	比高：60～100m		L4	初期
更新世	川床川成流	△	角閃石輝石安山岩	御坂山	L5	中期
	扇状地砂流	Sd	火砕流・扇状地		L6	前期
	噴火層	△	砂・礫・粘土		L7	初期
	噴火層	△	角閃石輝石安山岩 火砕流		L8	初期
縄文時代	縄文土砂流	△	噴火層	御坂山	L9	中期
	縄文土砂流	△	噴火層		L10	前期
	縄文土砂流	△	噴火層		L11	初期
	縄文土砂流	△	噴火層		L12	初期
縄文時代	縄文土砂流	△	噴火層	御坂山	L13	中期
	縄文土砂流	△	噴火層		L14	前期
	縄文土砂流	△	噴火層		L15	初期
	縄文土砂流	△	噴火層		L16	初期
縄文時代	縄文土砂流	△	噴火層	御坂山	L17	中期
	縄文土砂流	△	噴火層		L18	前期
	縄文土砂流	△	噴火層		L19	初期
	縄文土砂流	△	噴火層		L20	初期
縄文時代	縄文土砂流	△	噴火層	御坂山	L21	中期
	縄文土砂流	△	噴火層		L22	前期
	縄文土砂流	△	噴火層		L23	初期
	縄文土砂流	△	噴火層		L24	初期
縄文時代	縄文土砂流	△	噴火層	御坂山	L25	中期
	縄文土砂流	△	噴火層		L26	前期
	縄文土砂流	△	噴火層		L27	初期
	縄文土砂流	△	噴火層		L28	初期
縄文時代	縄文土砂流	△	噴火層	御坂山	L29	中期
	縄文土砂流	△	噴火層		L30	前期
	縄文土砂流	△	噴火層		L31	初期
	縄文土砂流	△	噴火層		L32	初期
縄文時代	縄文土砂流	△	噴火層	御坂山	L33	中期
	縄文土砂流	△	噴火層		L34	前期
	縄文土砂流	△	噴火層		L35	初期
	縄文土砂流	△	噴火層		L36	初期
縄文時代	縄文土砂流	△	噴火層	御坂山	L37	中期
	縄文土砂流	△	噴火層		L38	前期
	縄文土砂流	△	噴火層		L39	初期
	縄文土砂流	△	噴火層		L40	初期
縄文時代	縄文土砂流	△	噴火層	御坂山	L41	中期
	縄文土砂流	△	噴火層		L42	前期
	縄文土砂流	△	噴火層		L43	初期
	縄文土砂流	△	噴火層		L44	初期
縄文時代	縄文土砂流	△	噴火層	御坂山	L45	中期
	縄文土砂流	△	噴火層		L46	前期
	縄文土砂流	△	噴火層		L47	初期
	縄文土砂流	△	噴火層		L48	初期
縄文時代	縄文土砂流	△	噴火層	御坂山	L49	中期
	縄文土砂流	△	噴火層		L50	前期
	縄文土砂流	△	噴火層		L51	初期
	縄文土砂流	△	噴火層		L52	初期
縄文時代	縄文土砂流	△	噴火層	御坂山	L53	中期
	縄文土砂流	△	噴火層		L54	前期
	縄文土砂流	△	噴火層		L55	初期
	縄文土砂流	△	噴火層		L56	初期
縄文時代	縄文土砂流	△	噴火層	御坂山	L57	中期
	縄文土砂流	△	噴火層		L58	前期
	縄文土砂流	△	噴火層		L59	初期
	縄文土砂流	△	噴火層		L60	初期
縄文時代	縄文土砂流	△	噴火層	御坂山	L61	中期
	縄文土砂流	△	噴火層		L62	前期
	縄文土砂流	△	噴火層		L63	初期
	縄文土砂流	△	噴火層		L64	初期
縄文時代	縄文土砂流	△	噴火層	御坂山	L65	中期
	縄文土砂流	△	噴火層		L66	前期
	縄文土砂流	△	噴火層		L67	初期
	縄文土砂流	△	噴火層		L68	初期
縄文時代	縄文土砂流	△	噴火層	御坂山	L69	中期
	縄文土砂流	△	噴火層		L70	前期
	縄文土砂流	△	噴火層		L71	初期
	縄文土砂流	△	噴火層		L72	初期
縄文時代	縄文土砂流	△	噴火層	御坂山	L73	中期
	縄文土砂流	△	噴火層		L74	前期
	縄文土砂流	△	噴火層		L75	初期
	縄文土砂流	△	噴火層		L76	初期
縄文時代	縄文土砂流	△	噴火層	御坂山	L77	中期
	縄文土砂流	△	噴火層		L78	前期
	縄文土砂流	△	噴火層		L79	初期
	縄文土砂流	△	噴火層		L80	初期
縄文時代	縄文土砂流	△	噴火層	御坂山	L81	中期
	縄文土砂流	△	噴火層		L82	前期
	縄文土砂流	△	噴火層		L83	初期
	縄文土砂流	△	噴火層		L84	初期
縄文時代	縄文土砂流	△	噴火層	御坂山	L85	中期
	縄文土砂流	△	噴火層		L86	前期
	縄文土砂流	△	噴火層		L87	初期
	縄文土砂流	△	噴火層		L88	初期
縄文時代	縄文土砂流	△	噴火層	御坂山	L89	中期
	縄文土砂流	△	噴火層		L90	前期
	縄文土砂流	△	噴火層		L91	初期
	縄文土砂流	△	噴火層		L92	初期
縄文時代	縄文土砂流	△	噴火層	御坂山	L93	中期
	縄文土砂流	△	噴火層		L94	前期
	縄文土砂流	△	噴火層		L95	初期
	縄文土砂流	△	噴火層		L96	初期
縄文時代	縄文土砂流	△	噴火層	御坂山	L97	中期
	縄文土砂流	△	噴火層		L98	前期
	縄文土砂流	△	噴火層		L99	初期
	縄文土砂流	△	噴火層		L100	初期

出典：山梨県地質図（1970）

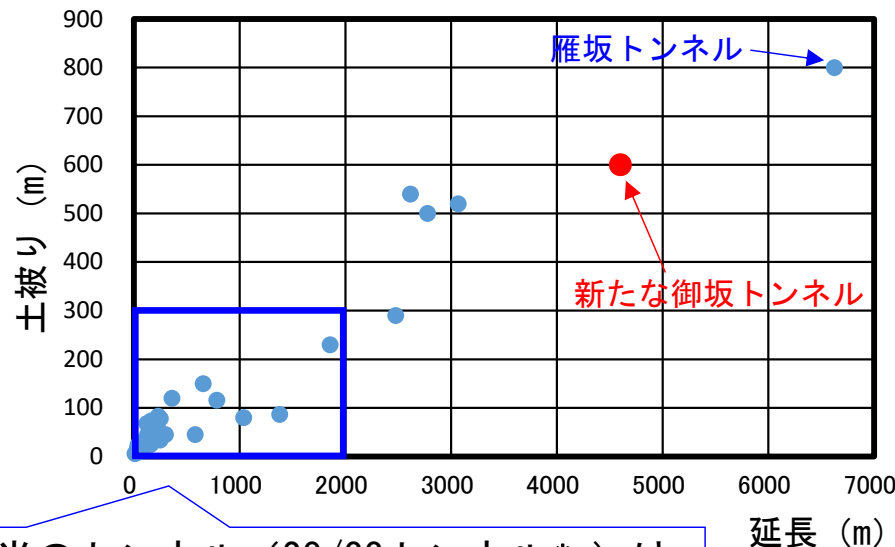
※赤字：工事实績における課題、青字：道路構造における課題

- 山梨県でのトンネル施工実績を整理し、トンネル延長3,100m以上で最大土被り550m以上の施工実績が無い。
- 雁坂トンネルは、直轄権限代行で施工されている。

表1. 山梨県での主要なトンネル施工実績

	トンネル名	路線名	延長(m)	土被り(m)	備考
1	雁坂トンネル	国道140号	6,625	800	直轄権限代行
計画	新たな御坂トンネル	国道137号	4,600	600	延長・土被りは想定
2	松姫トンネル	国道139号	3,066	520	
3	新御坂トンネル	国道137号	2,778	500	
4	若彦トンネル	(一) 富士河口湖芦川線	2,615	540	
5	新倉河口湖トンネル	国道137号	2,476	290	
5	大蔵経寺山トンネル	国道140号	1,856	230	
6	万力八幡トンネル	国道140号	1,379	87	
7	新鷲住トンネル	(主) 南アルプス公園線	1,039	80	
8	愛宕トンネル	(主) 甲府韮崎線	785	116	
9	かたなばトンネル	国道411号	656	150	
10	木喰トンネル	国道300号	361	120	

トンネル延長と土被りの関係



【課題】 施工実績の有無


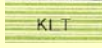
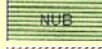


○山梨県では、トンネル延長L=3,100m以上、土被り550m以上のトンネル施工実績が無い

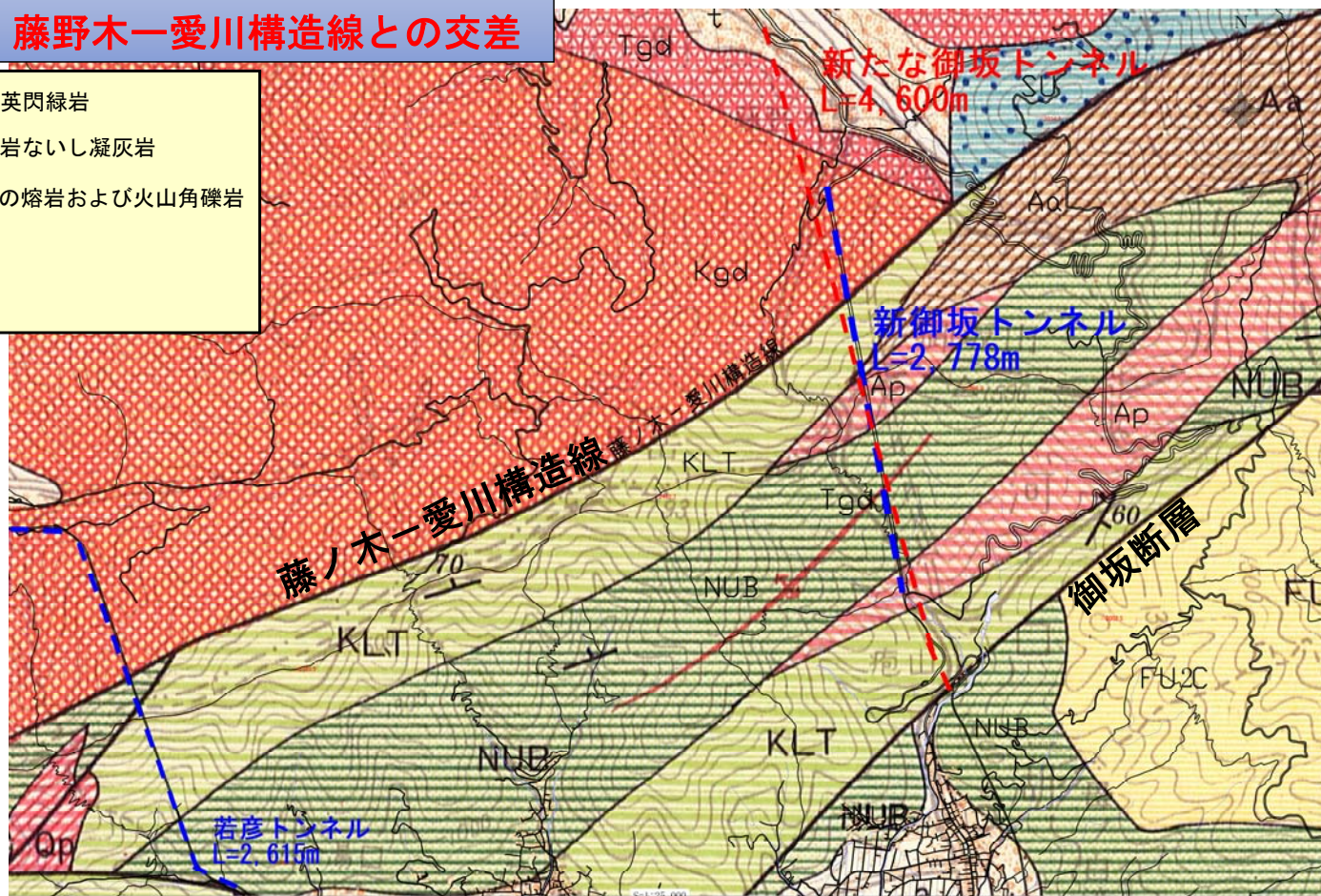
○大半のトンネル（28/33トンネル*）は延長2,000m以下、土被り300m以下

* 山梨県が管理するトンネル140のうち、土被りの記載のあるもの

■新御坂トンネルの施工実績より、藤野木一愛川構造線との交差が想定される（技術的課題①）

技術的課題①：藤野木一愛川構造線との交差

	小鳥型、芦川型石英閃緑岩
	主として石英安山岩ないし凝灰岩
	主として玄武岩質の熔岩および火山角礫岩
	輝石安山岩
	輝石玢岩



出典：山梨県地質図（1970）

藤野木一愛川構造線の特徴（丹沢山地北縁の地質構造 本間岳史 地質学論集：1976年12月 より要約）

- ・各地で大規模な破碎帯を形成し、その幅は数十m～二百m前後にも及ぶ。
- ・破碎の程度は、一般に新第三紀側は礫岩のマトリックスがやや粘土質となる程度であり、顕著な破碎は見られないが、先新第三紀側*が顕著で幅数十mから百数十mの粘土化帯を形成する。

*先新第三紀側：小仏層群に相当、新第三紀側：図中KLT

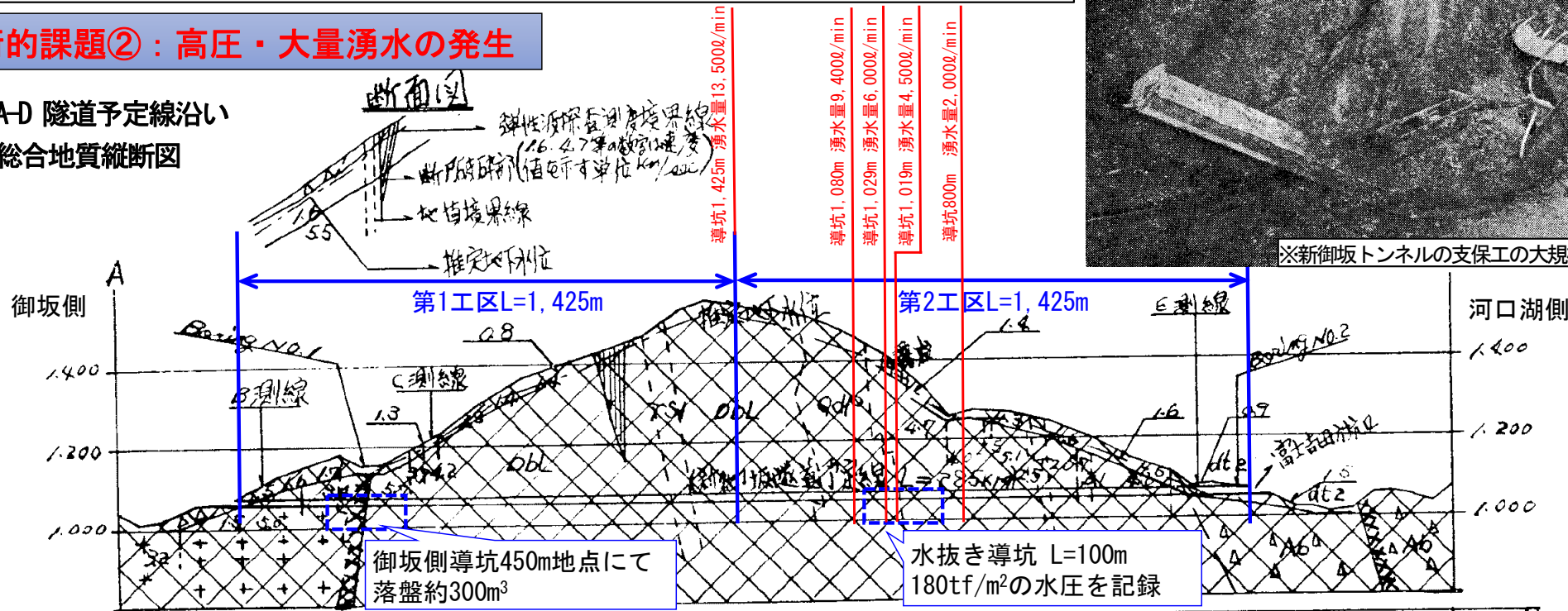
※今後、詳細な調査により断層破碎帯の性状等、トンネルの設計施工に必要な情報を入手する必要がある。

※なお、構造線周辺では、自然由来重金属の懸念があり、地質調査と合わせて調査し、対策の必要性を検討する必要がある。

■新御坂トンネルの施工実績より、大量湧水が懸念される（技術的課題②）

技術的課題②：高圧・大量湧水の発生

A-D 隧道予定線沿い
総合地質縦断面図



※新御坂トンネルの支保工の大規模変状

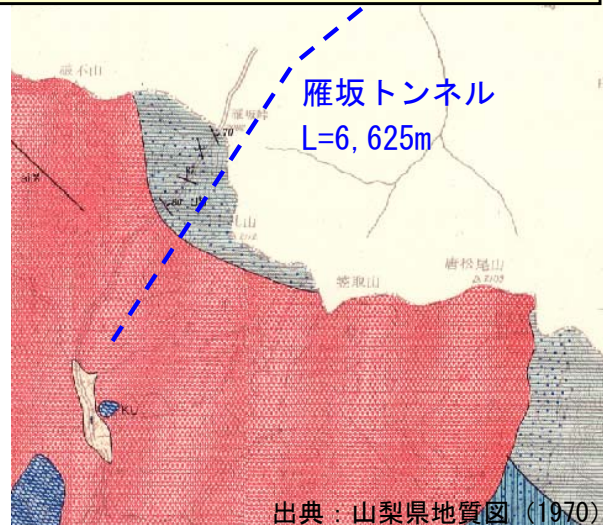
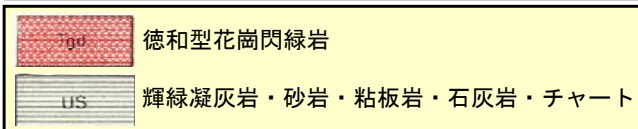
弾性係数	1.5	5.0	3.4	57	4.2	4.7	4.0	2.5	2.1	2.0	1.2	4.0	3.3	0.9	0.3	弾性係数
地質名	花崗閃緑岩		輝緑岩		輝緑岩		輝緑岩		輝緑岩		輝緑岩		輝緑岩		輝緑岩	
トンネル	H150mm		R150mm		R150mm		R150mm		R150mm		R150mm		R150mm		R150mm	
トンネル	R150mm		R150mm		R150mm		R150mm		R150mm		R150mm		R150mm		R150mm	
トンネル	700mm		600mm		600mm		600mm		600mm		600mm		600mm		600mm	

新御坂トンネル第2工区（河口湖側）施工概要

- 導坑800m：導坑全体の湧水量2,000ℓ/min
- 導坑1,019m：断層破碎帯において切羽上部に押し出しによる支保工の大規模変状が発生(※)、導坑全体の湧水量4,500ℓ/min
- 導坑1,029m：軟弱地盤により40cmの盤膨れ、導坑全体の湧水量6,000ℓ/min
- 工事一時中止し、水抜き導坑（L=100m）に着手
- 導坑1,080m：水抜き導坑を本導坑が貫通、導坑全体の湧水量9,400ℓ/min
- 導坑1,425m：第2工区貫通、導坑全体の湧水量13,500ℓ/min

高土被り、高圧・大量の湧水、断層破碎帯等の条件により、大規模な支保工の変状が発生した事例：国道361号権兵衛トンネル

■雁坂トンネル施工実績より、最大土被り600m程度の地山条件では、山はね発生が懸念される。
(技術的課題③)



出典：山梨県地質図（1970）

雁坂トンネル(山梨側)の施工概要

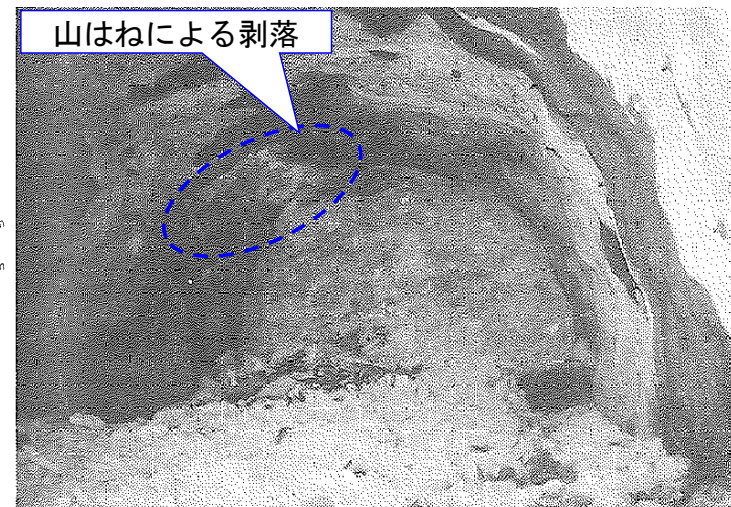
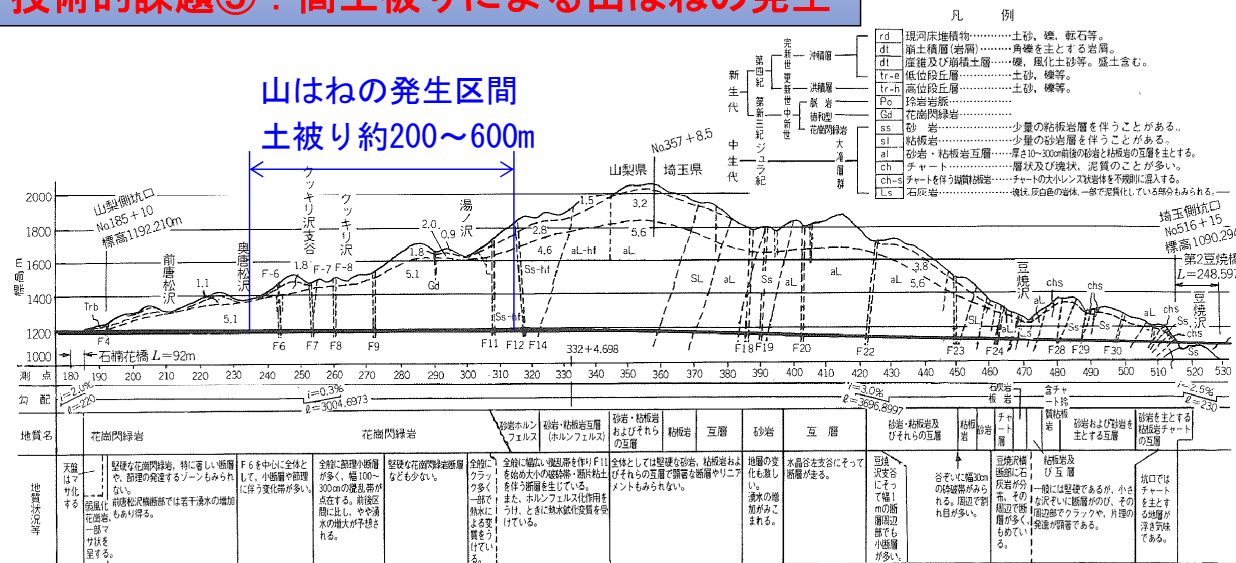
- No. 229+5：山はね現象に遭遇
切羽部左肩より薄片状の岩塊1~2m³が剥落
- No. 236+0：大規模な山はねに遭遇
山はねを伴う山鳴りが収まらず、2日間で5m³にまで剥落が拡大

◆雁坂トンネル(山梨側)における山はね発生条件◆

- ①花崗閃緑岩が分布
- ②切羽面に節理や亀裂があり、ある程度堅硬
- ③湧水が殆ど発生していない
- ④断層らしき湧水帯の前で多発
- ⑤土被り200m以上の場合

新たな御坂トンネルでは、
①、②、④、⑤が該当
することが想定される

技術的課題③：高土被りによる山はねの発生

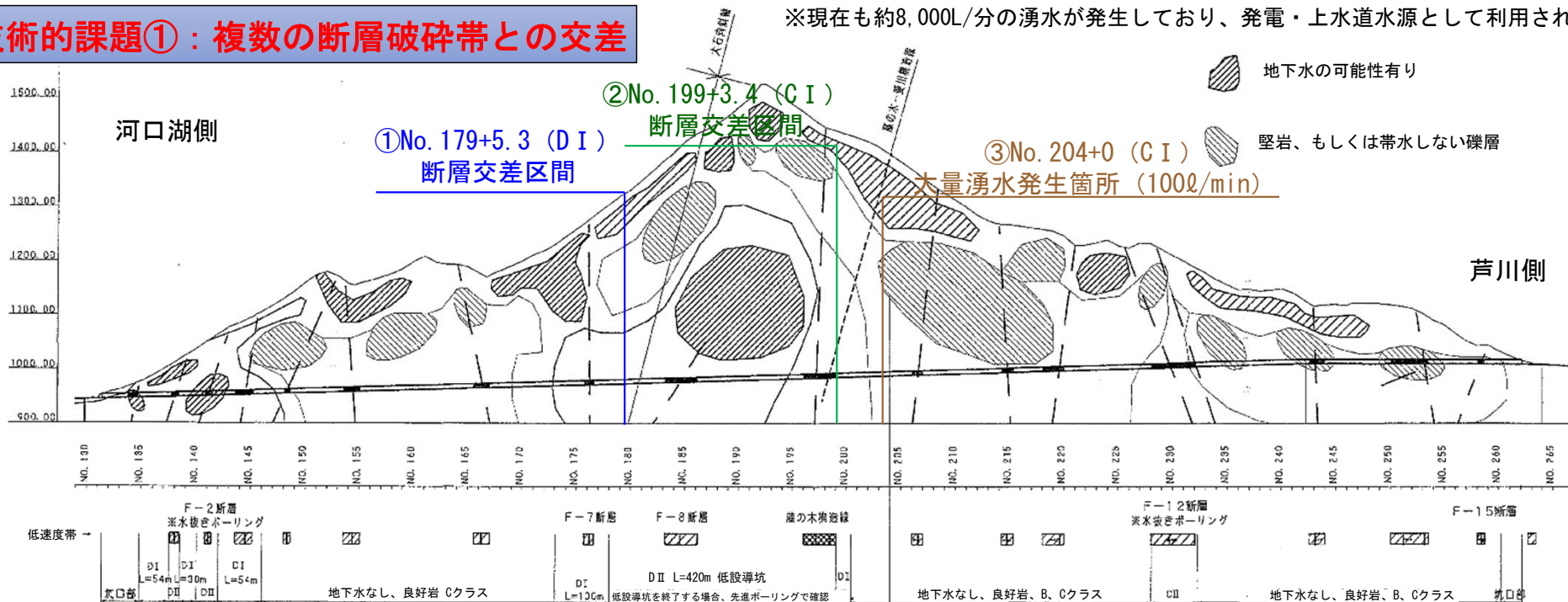


山はね発生状況

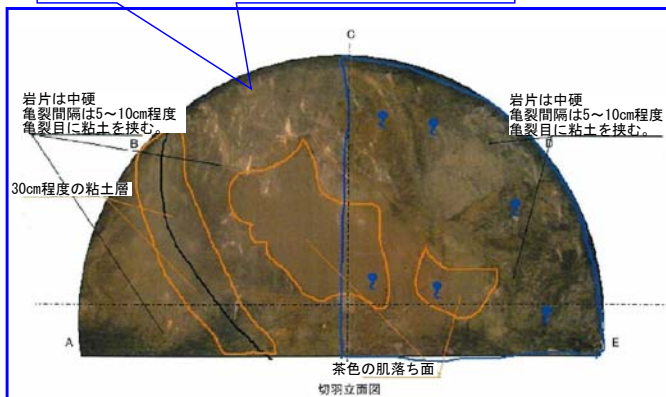
■若彦トンネル施工実績より、断層破碎帯の影響によって、岩塊の抜け落ち、突発湧水※が懸念される

技術的課題①：複数の断層破碎帯との交差

※現在も約8,000L/分の湧水が発生しており、発電・上水道水源として利用されている。



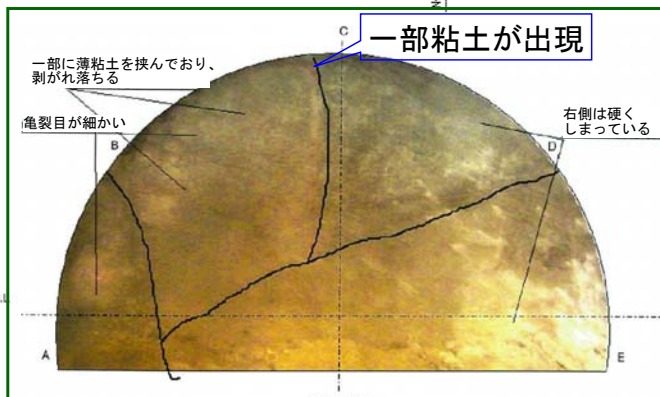
岩塊の抜け落ち、突発湧水が発生



岩質は凝灰角礫岩で構成されている。切羽全体がやわらかくなり、中央部には、大きな肌落ち面が存在する。滴水も全面に広がっている。

①No. 179+5.3 (D I) 断層交差区間

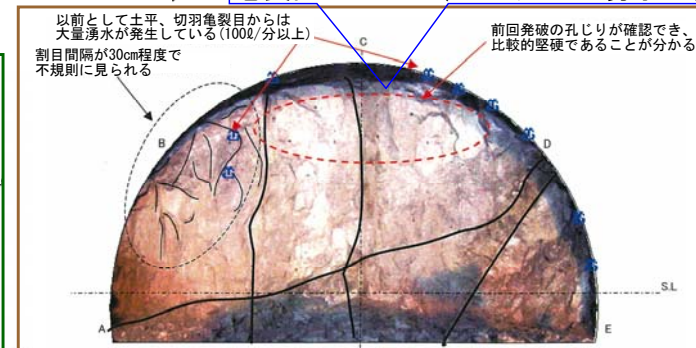
一部粘土が出現



岩質は石英閃緑岩で構成されている。切羽全体が中硬である。左側は一部粘土を挟む層が存在する。中央から右側は硬くしまってきている。切羽全面から滴水が発生している。

①No. 199+3.4 (D I) 断層交差区間

亀裂面から100L/min以上の湧水が発生



全面に石英閃緑岩が分布している。強度は高く、ハンマーで強打しても亀裂目に沿って砕ける程度である。また、掘削ずりりは30~50cm程度のものが大半を占めていた。切羽は開口した亀裂目を多く有しており、割目から大量の湧水が発生している。割目には薄く粘土を介した部分も多く見られ、湧水により岩塊の抜け落ちがある(時間経過と共に肌落ちの発生が懸念される)。切羽面から30m区間では以前としてスエックスボルトから大量湧水が発生している。当該地点の支保構造は設計ではBパターンとされているが、天端部は割目が多く開口し大量湧水が発生している。Bパターンでは天端崩壊等も懸念されることからC Iパターンが妥当と判断できる。

③No. 204+0 (C I) 大量湧水発生区間

■重交通（16,000台/日）の現道直下を低土被りで通過するため、地表面沈下対策が必須となる。



国道137号
交通状況

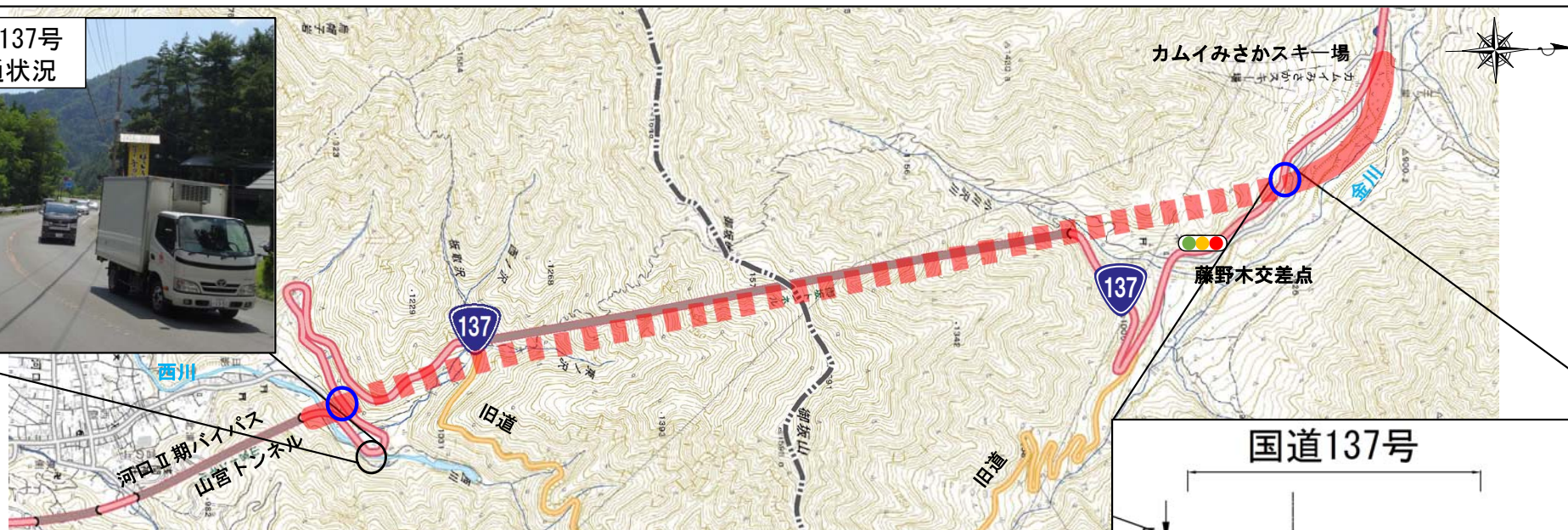
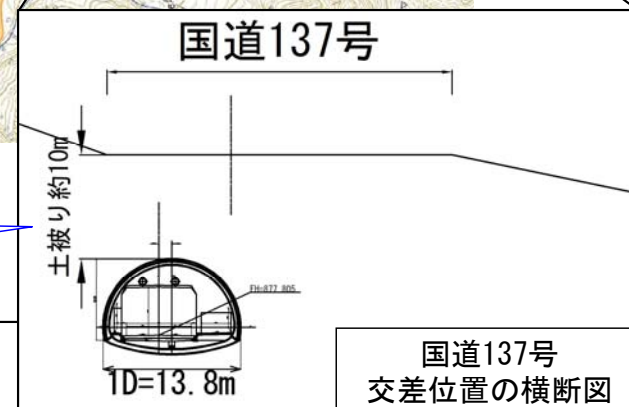


図1. 新たな御坂トンネル計画平面図

土被り1.0D以下であり、地表面沈下、切羽崩壊による道路陥没が懸念される。



国道137号
交差位置の横断面図

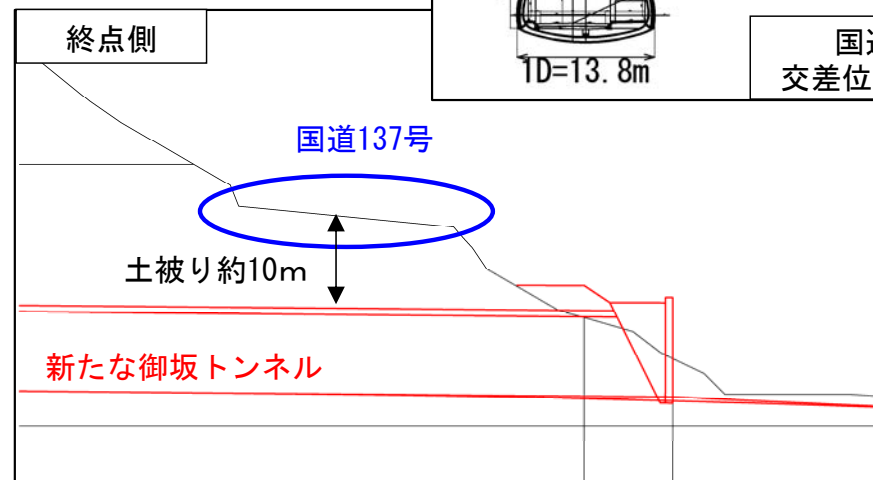
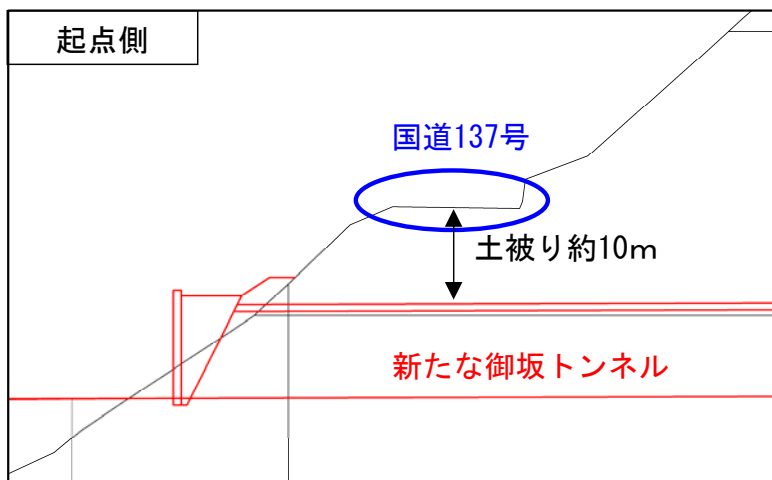


図2. 新たな御坂トンネル計画縦断面図

技術的課題① 藤野木-愛川構造線、御坂断層等複数の断層破碎帯との交差

想定される事象 断層破碎帯を掘削する際に、大規模な切羽崩壊や湧水を伴う地山の流出が懸念される

課題 高土被りの地山で切羽に出現する断層破碎帯の位置、性状を高精度に把握する必要がある。

技術的課題② 高圧・大量湧水の発生

想定される事象 最大600mの土被り、高圧・大量の突発湧水、断層破碎帯等の条件により、大規模な支保工の変状が懸念される。

課題 トンネル周辺地山の地下水分布、トンネル掘削時の湧水量を把握し、水抜き対策の要否を判断する必要がある。

技術的課題③ 高土被りによる山はねの発生

想定される事象 山はねの発生により、施工時の安全性低下や施工効率の低下が懸念される。

課題 山はねの発生メカニズムが解明されていないため、高精度の発生予測手法の計画や適切な対策工の立案が必要である。

技術的課題④ 現道直下を低土被りで通過

想定される事象 重交通の国道137号と土被り約10mで交差するため、トンネル掘削に伴う路面沈下、切羽崩壊による道路陥没が懸念される。

課題 トンネル掘削時の路面沈下量や、切羽安定性を適切に評価できる地山物性値の取得と高精度の数値解析の実施が必要である。