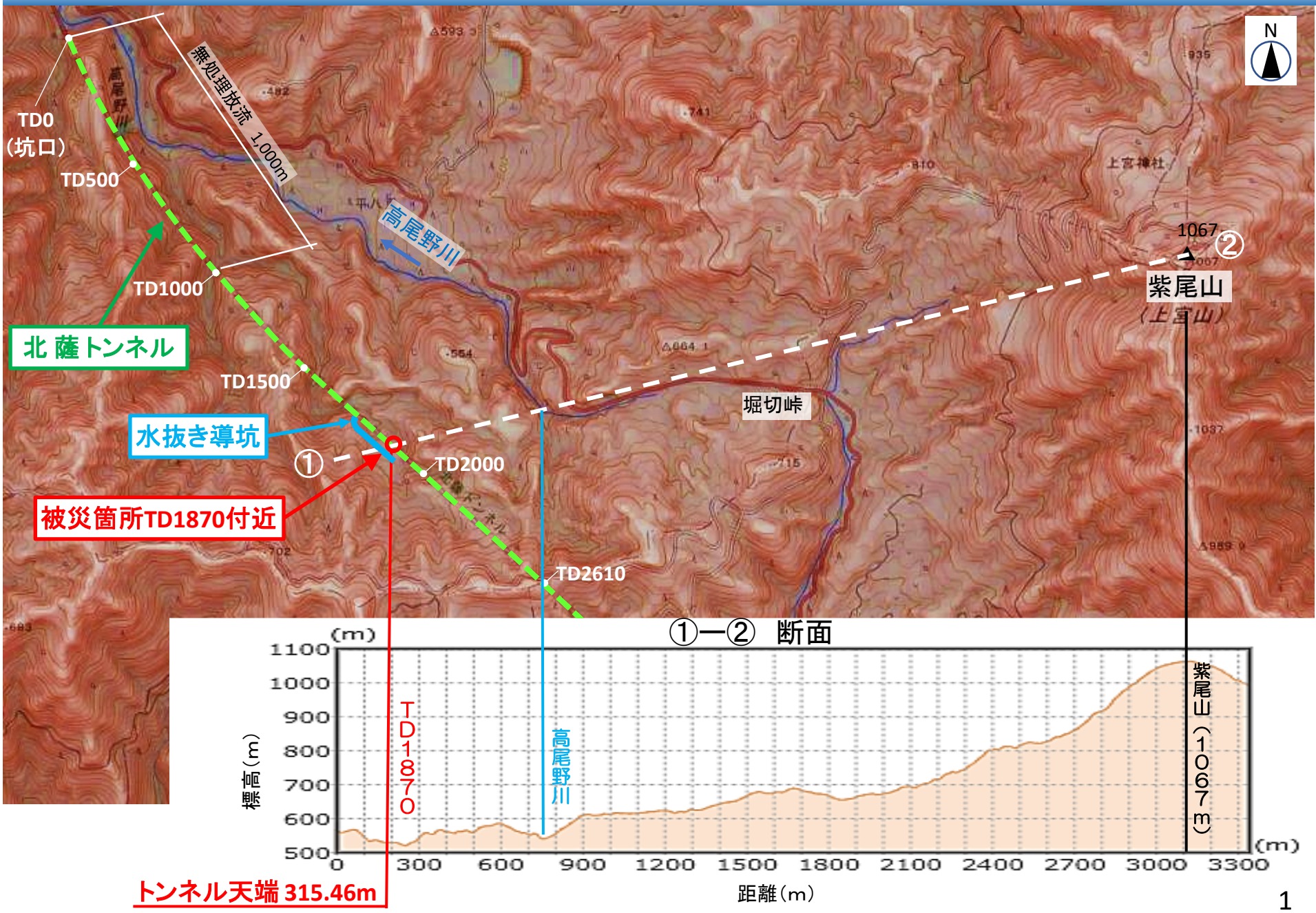


道路本体の復旧について (被災時の状況整理)

● 北薩トンネル位置図（地理院タイルに加筆）

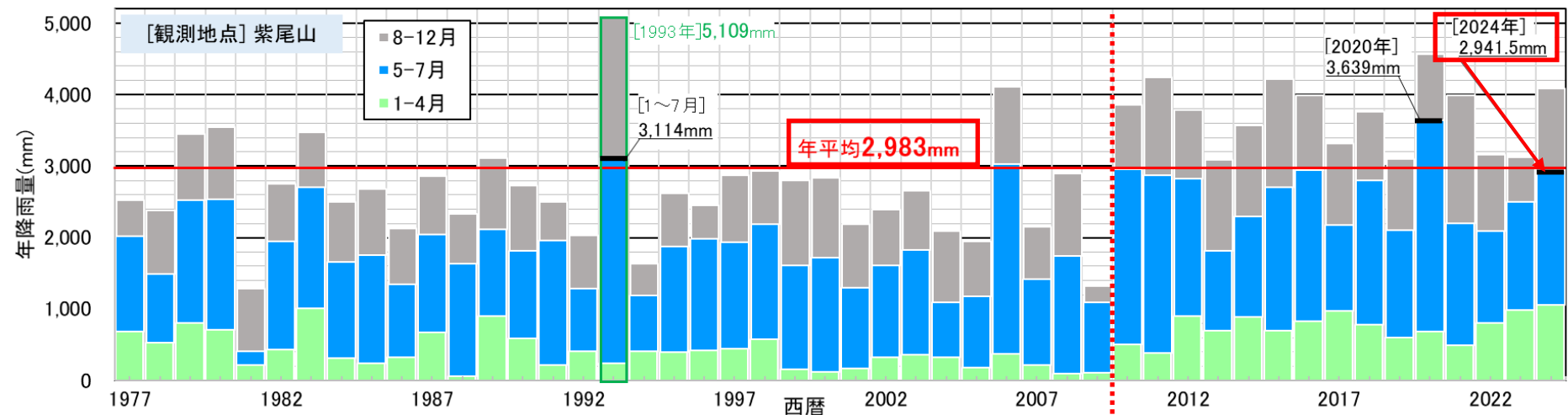


● 降雨量と地下水位の関係（その1）

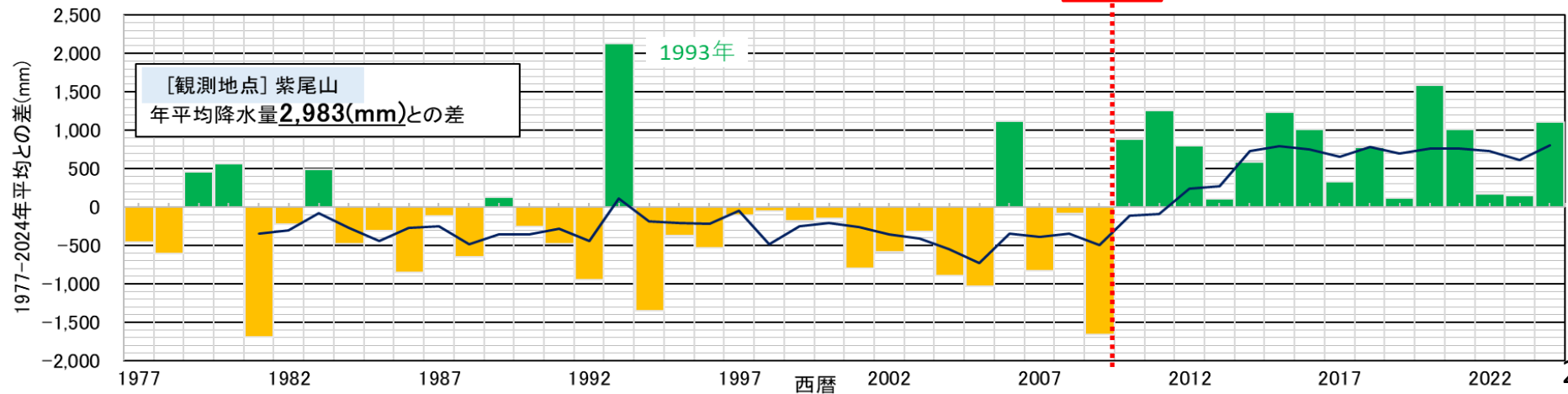
【降雨量】

- 2024年1～7月の累積雨量(2,941.5mm)は、年平均降雨量(2,983mm)に達する程度の降雨
- 近年(2010年以降)、降雨量は増加傾向

■ 年降雨量



■ 年平均降雨量との差

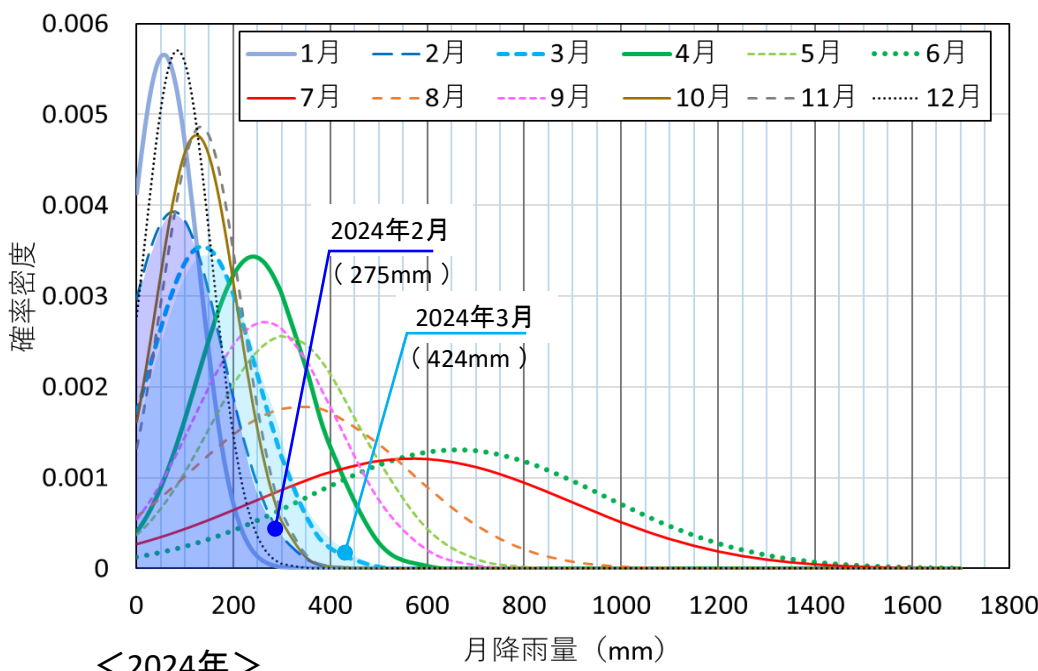


● 降雨量と地下水位の関係（その2）

【降雨量】

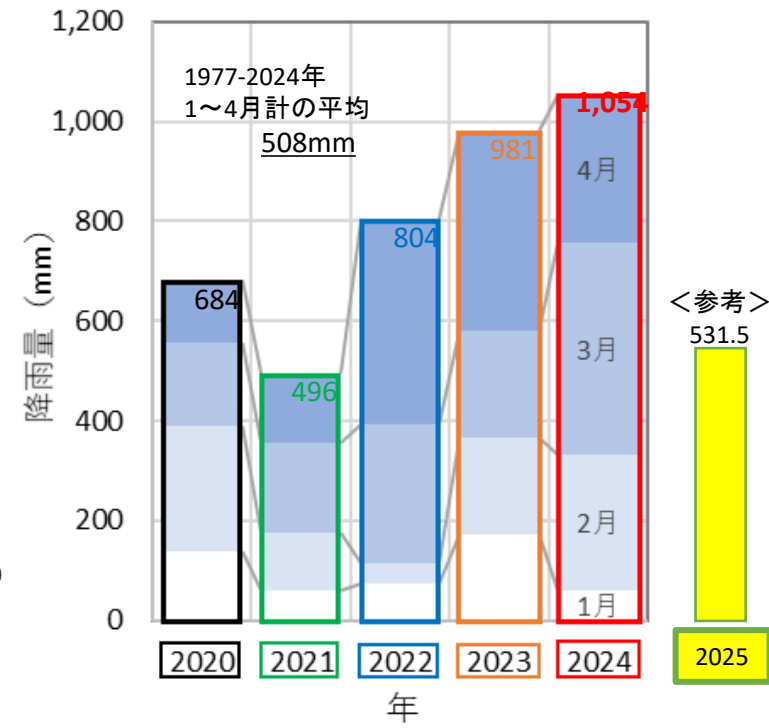
- 渇水期は、月降雨量のばらつきが小さい傾向
（豊水期：月降雨量のばらつきが大きい）
- 2024年1～4月の累積雨量は、観測地点での記録（紫尾山:1977年以降）で最大（1,054mm）
（豊水期に入る前の雨が多い→地盤内の間隙水が多い状態）

■ 各月の降雨量と発生確率（1977年～2024年）



<2024年>

1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月
59	275	424	297	394	792	702



● 降雨量と地下水位の関係（その3）

【降雨量】

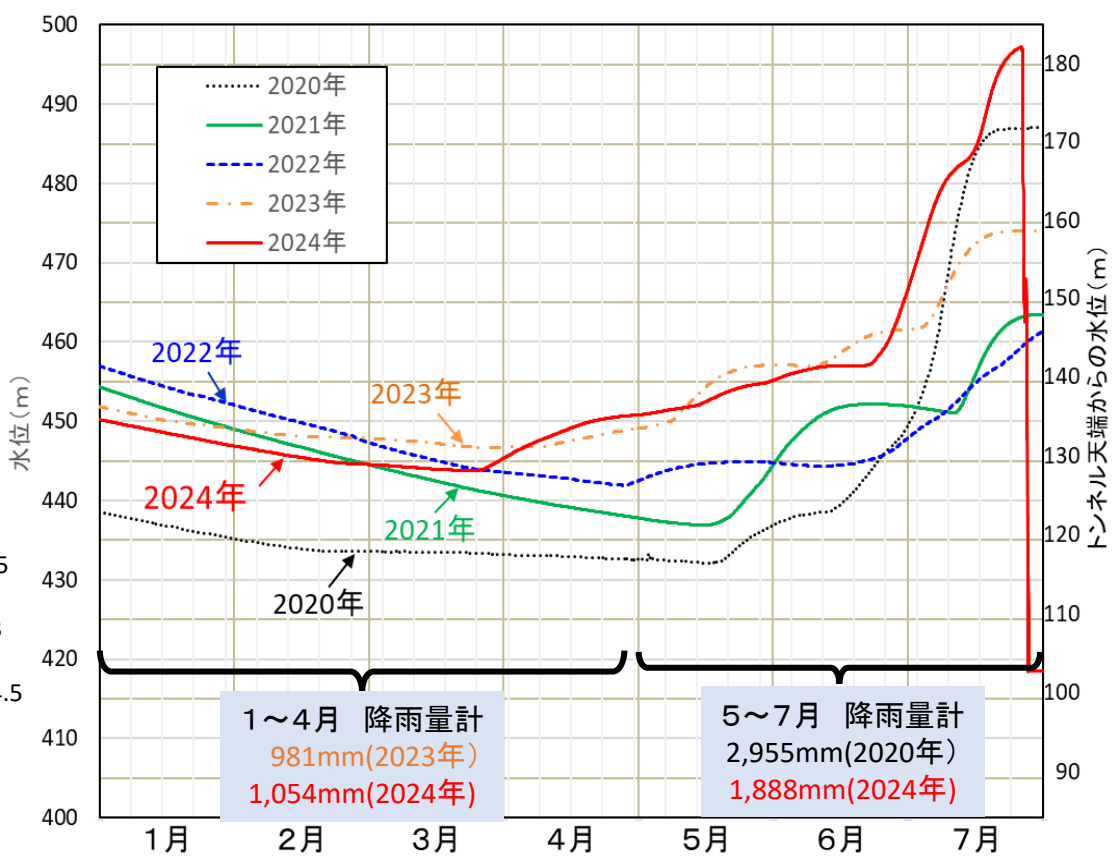
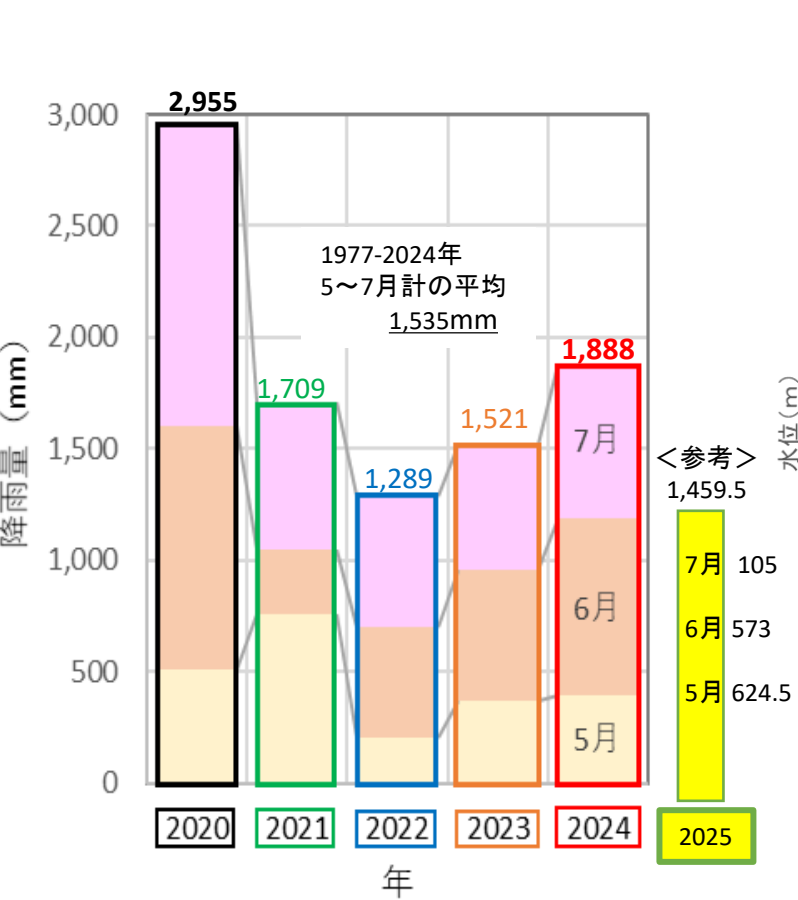
○ 2024年5～7月の累積雨量(1,888mm)は、過去5年間で2番目に多い(最大は2020年:2,955mm)

【地下水位】

○ 例年，梅雨前までは減少傾向（渇水期に水位減少，豊水期に水位増加する傾向）

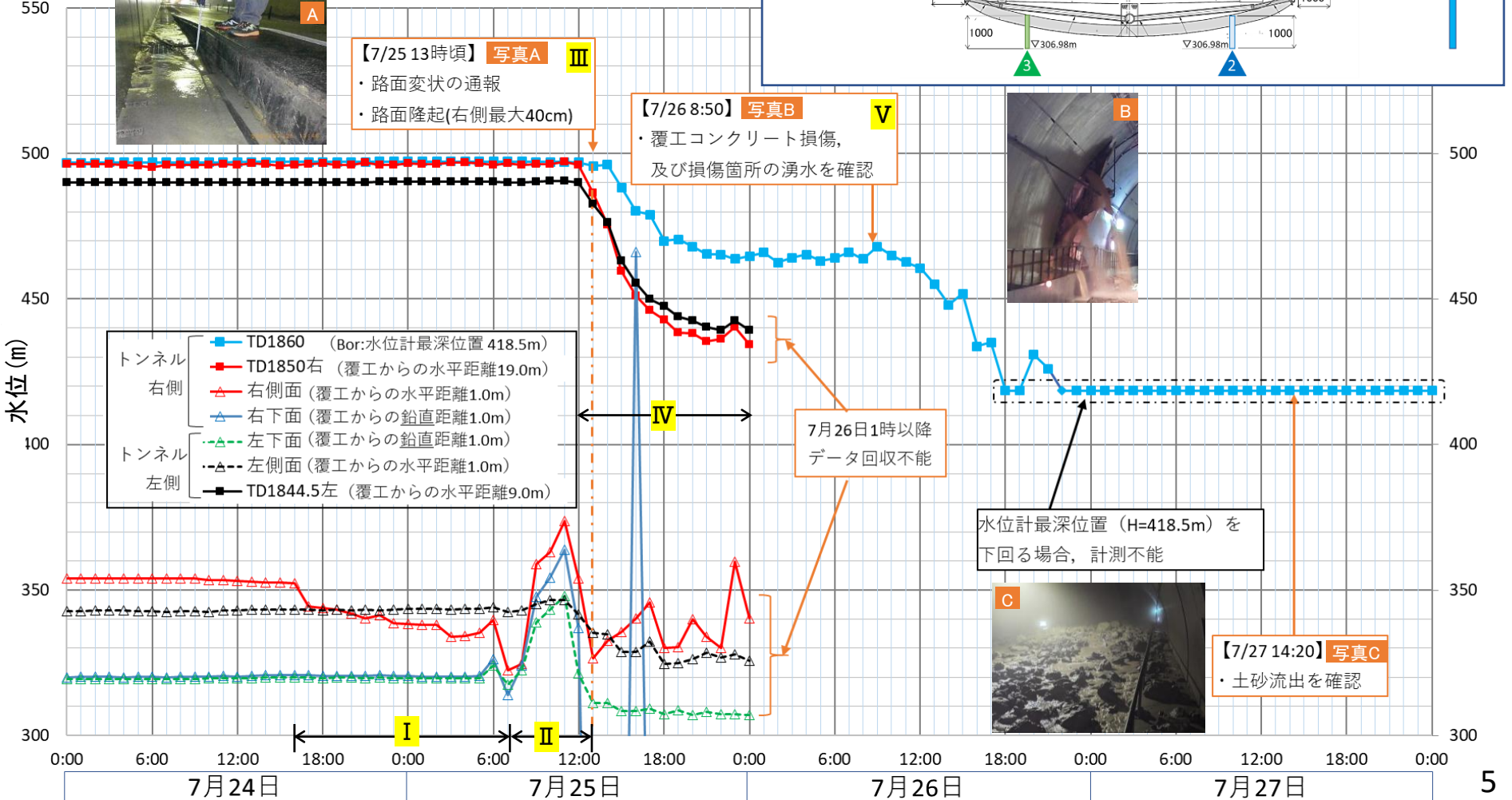
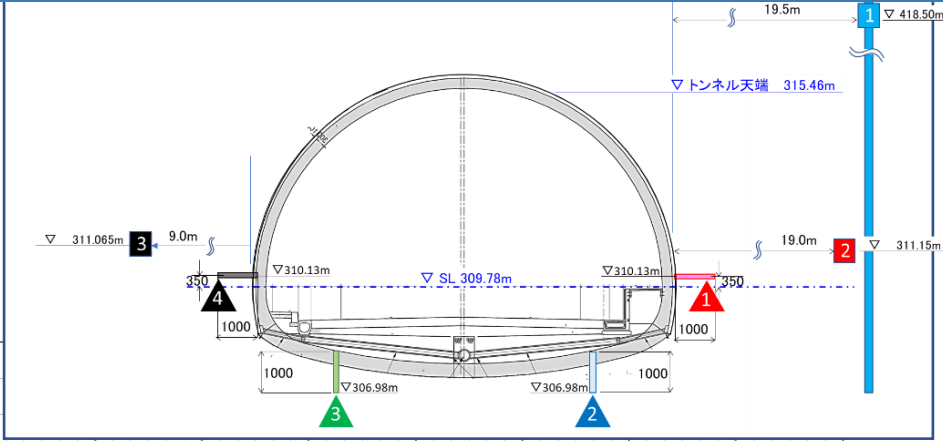
○ 2023年，2024年については，例年より早い3月末から増加傾向

○ 2024年7月25日(497.0m) → 27日(418.5m※水位計(下限値)) 約80m低下



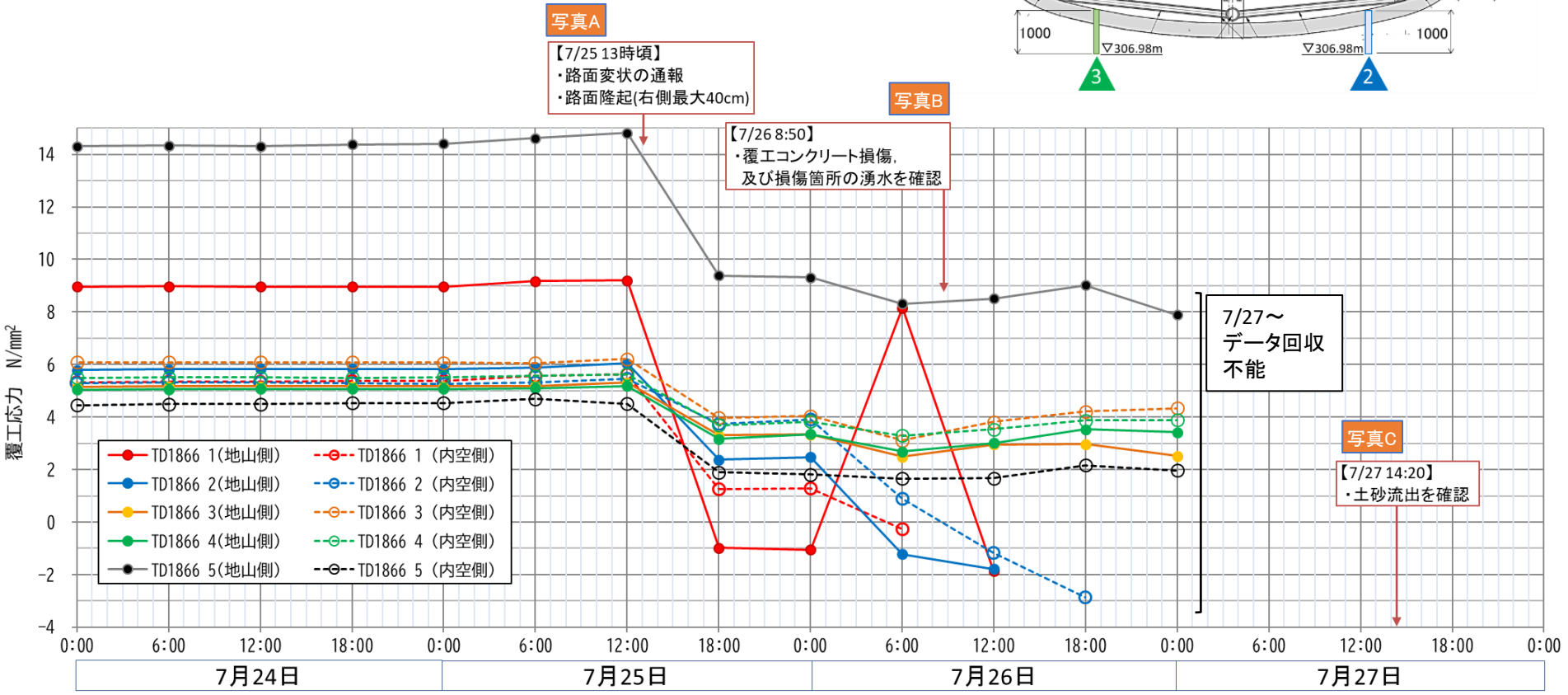
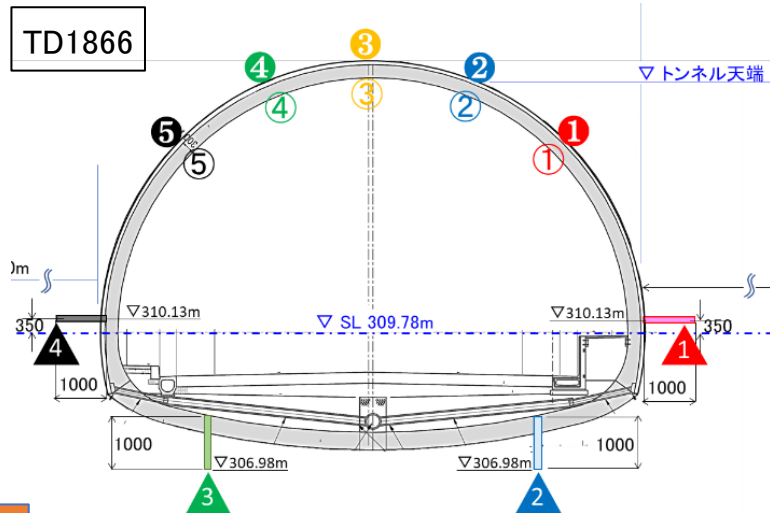
● 計測結果(その1) 水位：2024/7/24～7/27

期 間	計測結果等
I 24日16:00～25日7:00	▲1: 減少
II 25日7:00～25日13:00	▲1 ▲2 ▲3: 増加後, 減少 (▲4他に比べ変動小)
III (25日13時頃)	(路面変状の通報) →路面隆起(右側最大40cm)
IV 25日12:00～26日0:00	■2 ■3: 減少 (■1: 2時間遅れて減少) ▲1 ▲2: 大きく変動, ▲3 ▲4: 減少
V (26日8:50)	覆工コンクリート損傷, 湧水



● 計測結果(その2) 覆工応力(TD1866)

期 間	計測結果等
～25日12:00	① ⑤：他に比べ値が高い
25日12:00～25日18:00	全ての箇所：減少（特に①が顕著）
(25日13時頃)	(路面変状の通報) → 路面隆起（右側最大40cm）
26日6:00～26日18:00	① ① ② ②：データ回収不能
27日0:00以降	③ ③ ④ ④ ⑤ ⑤：データ回収不能



● 山岳トンネルの排水構造

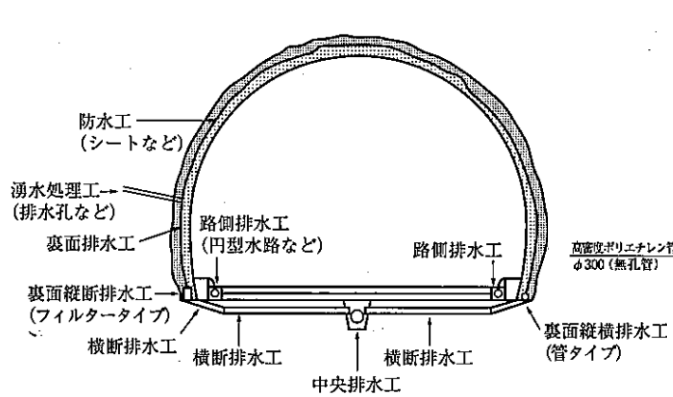
※ 道路トンネル技術基準（構造編）・同解説（平成15年11月）日本道路協会

工 種		目 的	基 準
防水工	(防水シート)	<u>トンネル内部への漏水を防止するため</u> ，吹付コンクリートと覆工との間に <u>防水シートを設置</u>	エチレン酢酸ビニル共重合体などで， <u>厚さ0. 8～2. 0mm程度</u>
	(緩衝材)	シートと吹付コンクリート面との接触に対する緩衝層及び <u>シート背面に透水層を形成するため</u> ， <u>繊維状の裏面緩衝材を設置</u>	ポリプロピレンなど繊維状のもので， <u>300g/m²以上</u>
裏面排水工 (縦断排水工)		<u>覆工背面の湧水を集めて路盤排水工へ導く</u> ため，縦断排水工を設置	明確な定量基準はないが，Φ30mm×3条のチューブ管と不織布フィルターから構成される面状排水材により集水する工法が多く採用されている。
路盤排水工	(横断排水工)	<u>路盤内及び覆工背面の湧水をトンネル外に導く</u> ため，路面下に設置	<u>最小でも直径100～150mm程度</u> の有孔高密度ポリエチレン管などを <u>30～50mの間隔</u> で設置
	(中央排水工)		<u>最小径として300mm程度</u> の有孔高密度ポリエチレン管などを設置

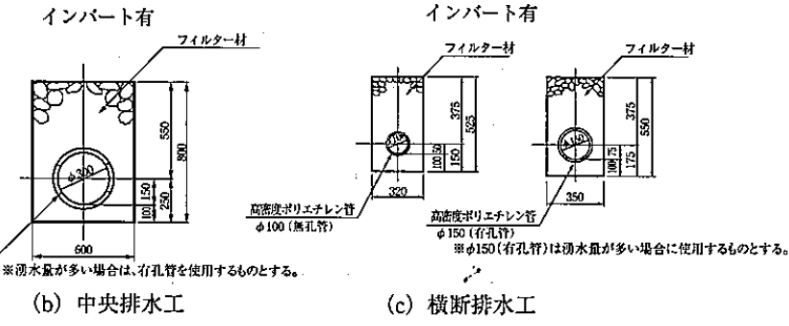
(表) 県内のトンネル事例

トンネル	延長
網野子	4, 243m
笠 沙	517m
西光寺	303m
おがみ山	1, 225m

(図1) 防水工・排水工の名称



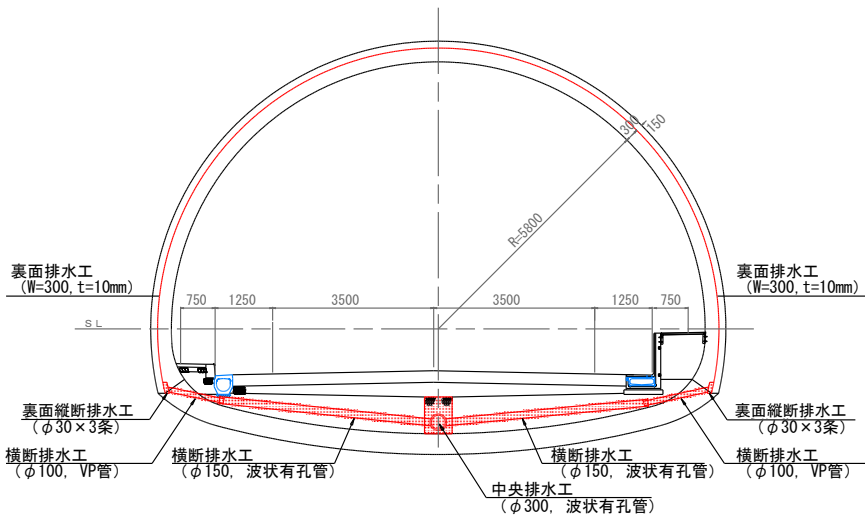
(図2) 路盤排水工の設計例



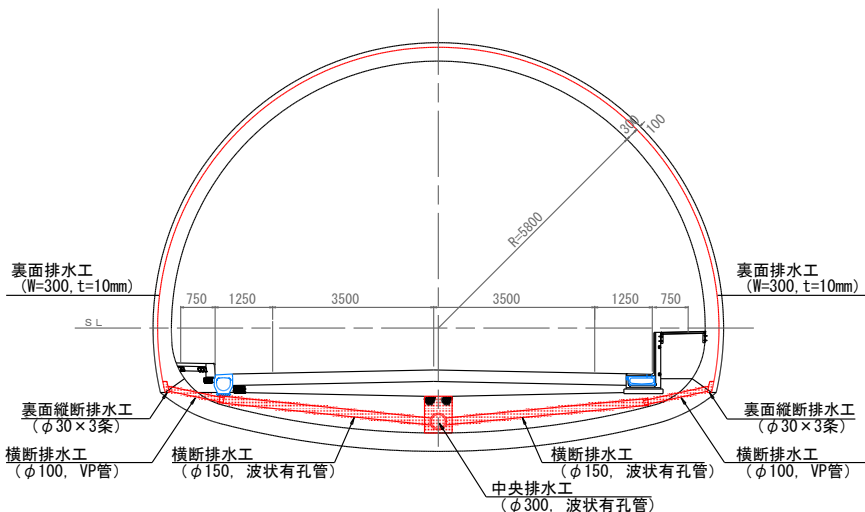
※防水シート／裏面緩衝材は全て 0. 8mm／3mm
 ※横断排水工は全て Φ150mm／50m間隔
 ※中央排水工は全て Φ300mm

被災箇所 の排水構造について

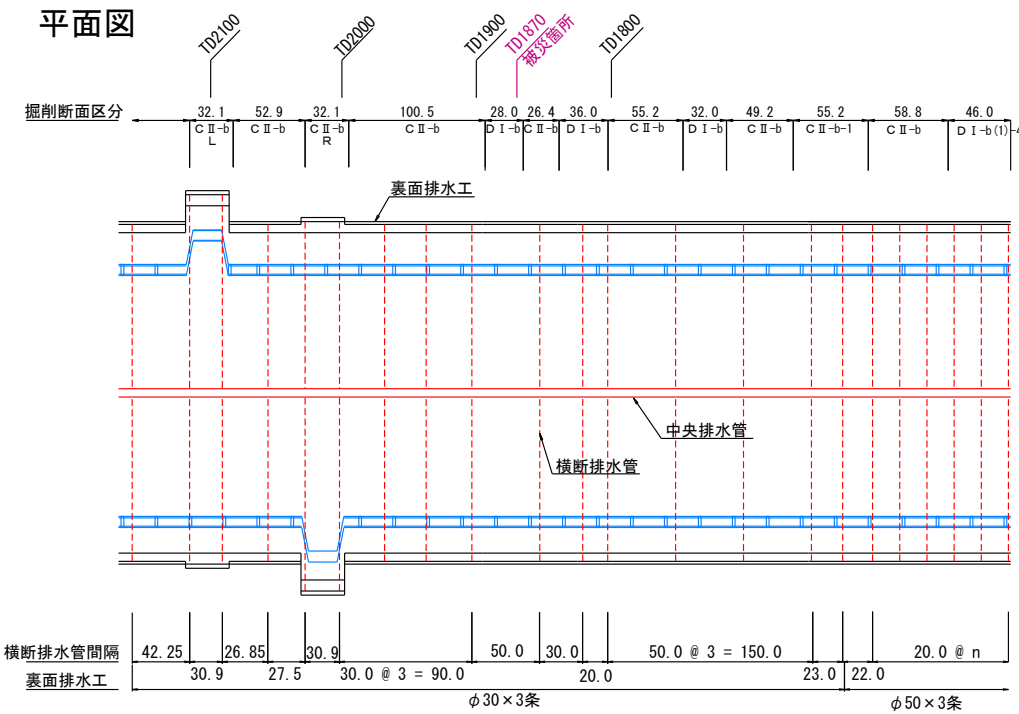
D I -b断面図



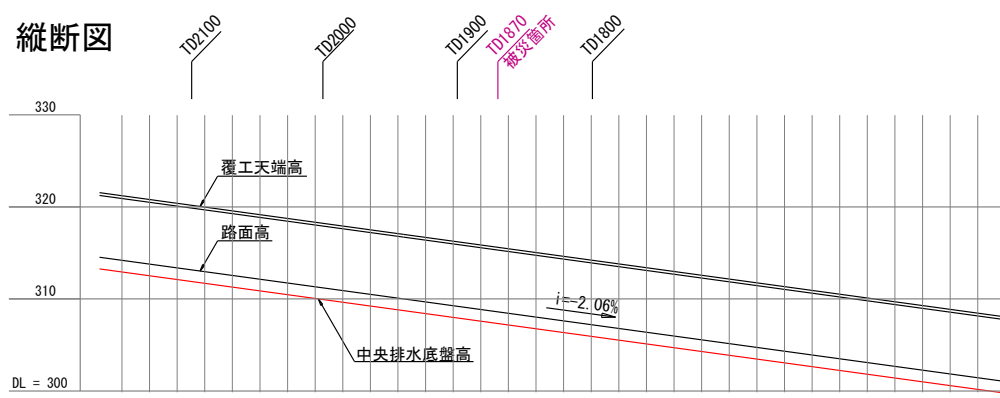
C II -b断面図
(底盤コンクリート施工)



平面図

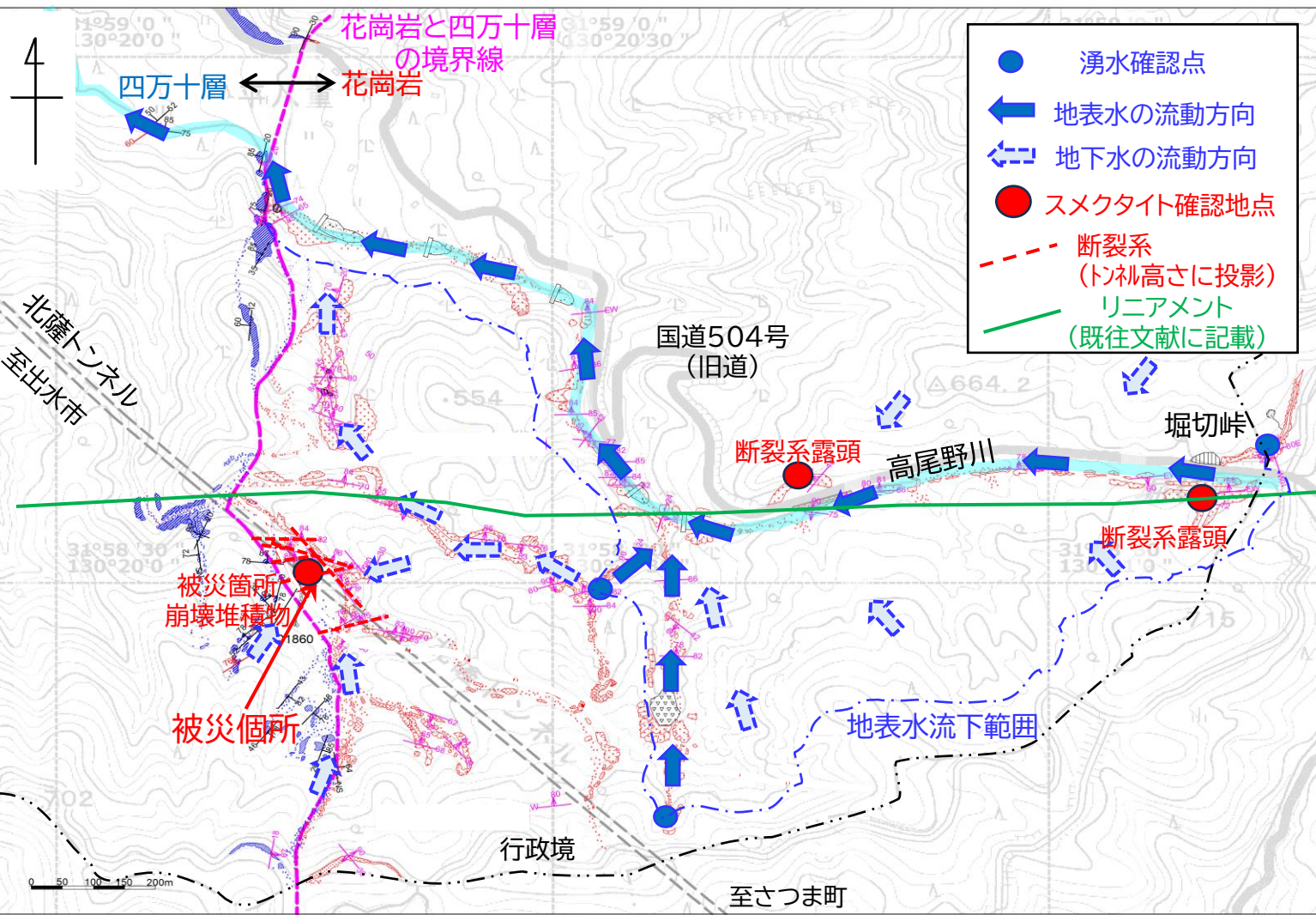


縦断面図



● 地形・地質による影響（その1）

- 被災箇所周辺の地上部には複数の断裂系が分布
- 地上の断裂系の破砕部と被災箇所の崩壊堆積物の両者にスメクタイトが含有
- 広域的には被災箇所は断裂系の卓越範囲に当たり、そこに山体上方からの地下水が集中



堀切峠から西方へ流下する高尾野川沿いに東西方向のリニアメントが判読されており、トンネル被災箇所はその延長部近傍に当たる。

被災箇所直上の地表部には複数の断裂系、破砕部の分布が確認され、東西方向のものが卓越する。

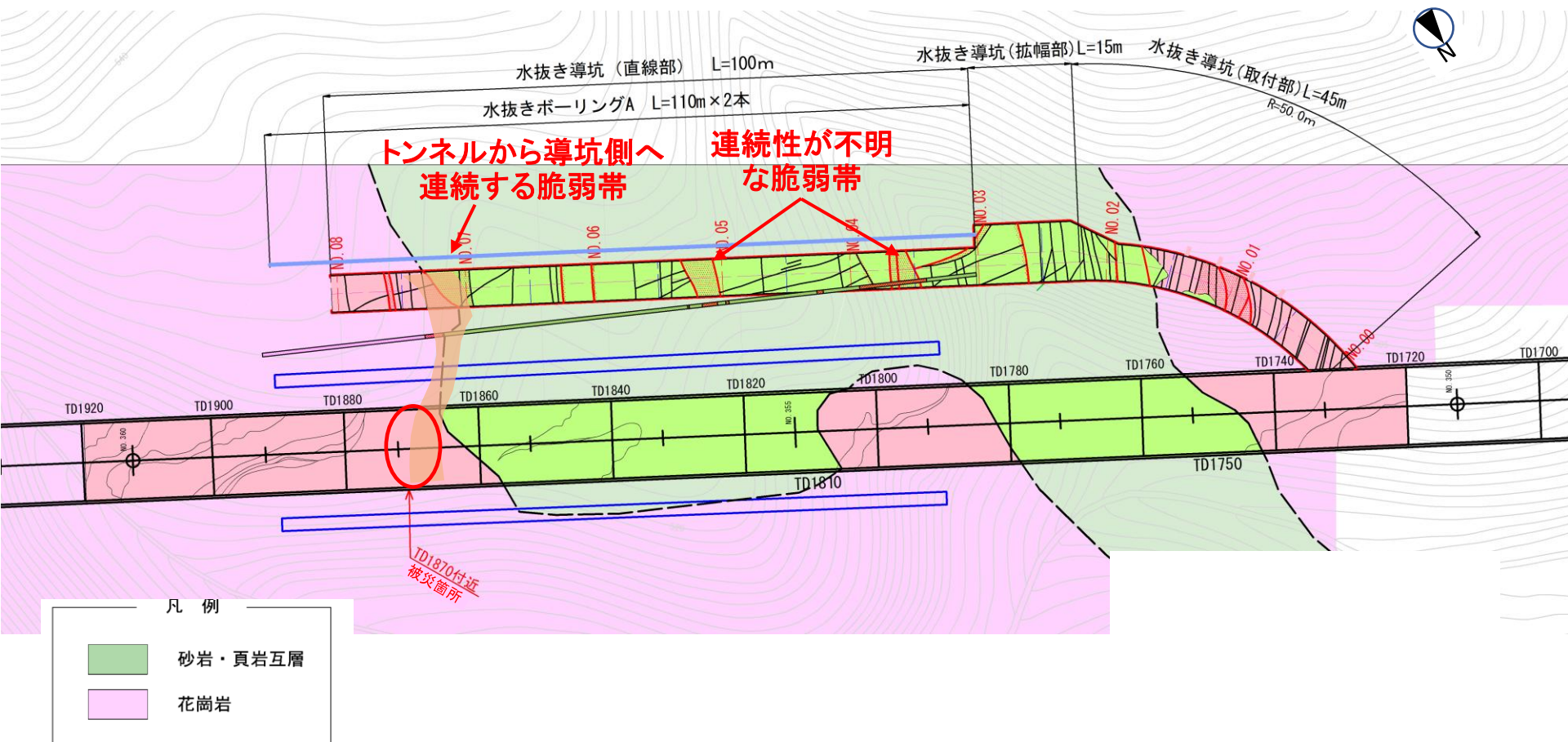
国道504号 (旧道) 沿いの断裂系露頭の破砕部試料、および被災箇所の崩壊堆積物には、ともに断層粘土由来と考えられるスメクタイトの含有が確認される。

以上より、被災箇所は断層に由来する断裂系の卓越範囲に当たり、そこに山体上方から流下する地下水の流動が集中したものと推定される。

● 地形・地質による影響（その2）

【被災箇所で崩壊が発生した要因】

- 被災箇所は花崗岩と四万十層の砂岩・頁岩互層の地質境界部に当たり、トンネル本坑から水抜き導坑側へ連続した強度の弱い脆弱帯が存在
- 被災箇所の崩壊堆積物にはスメクタイトの含有が確認されていることから、強度の弱い脆弱帯が地下水により経年劣化していった可能性



● 地形・地質による影響（その3）



No. 7+19.95 切羽状況
(161基)



No. 7+5.95 被災箇所付近切羽状況
(147基)

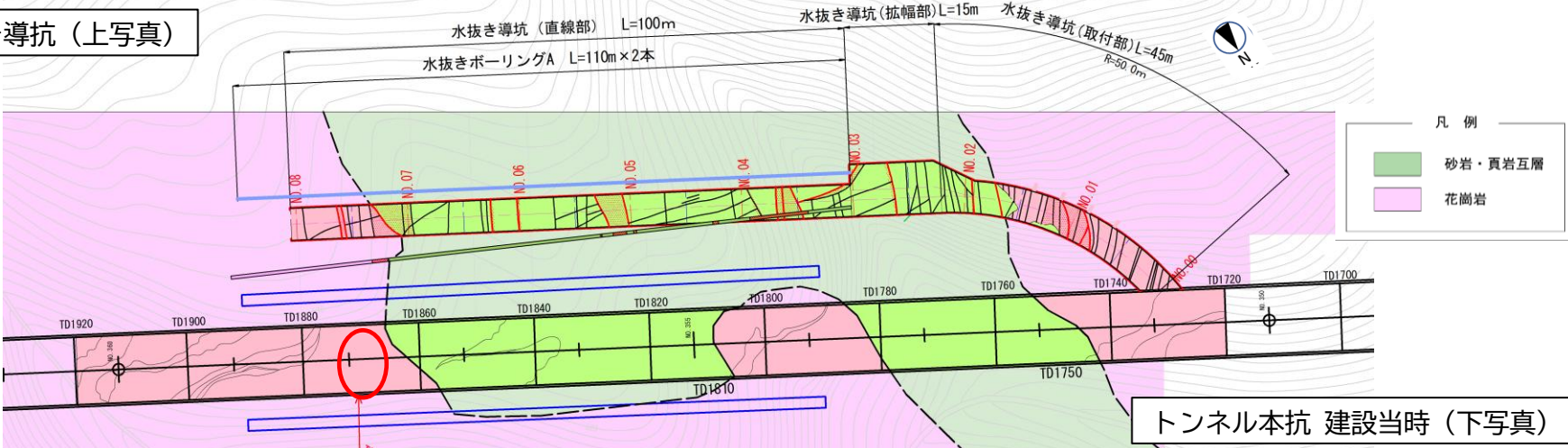


No. 5+2.95 切羽状況（機械掘削）
(104基)



No. 0+15.35 花崗岩区間切羽状況
(17基)

水抜き導坑（上写真）



トンネル本坑 建設当時（下写真）



TD1911 花こう岩区間の切羽状況
湧水が少なくなる



TD1866 今回被災箇所付近の切羽状況



TD1807 大量出水時の切羽状況
5t/min（約300t/h）出水



TD1789 花こう岩区間の切羽状況