

不可視部の被災状況について

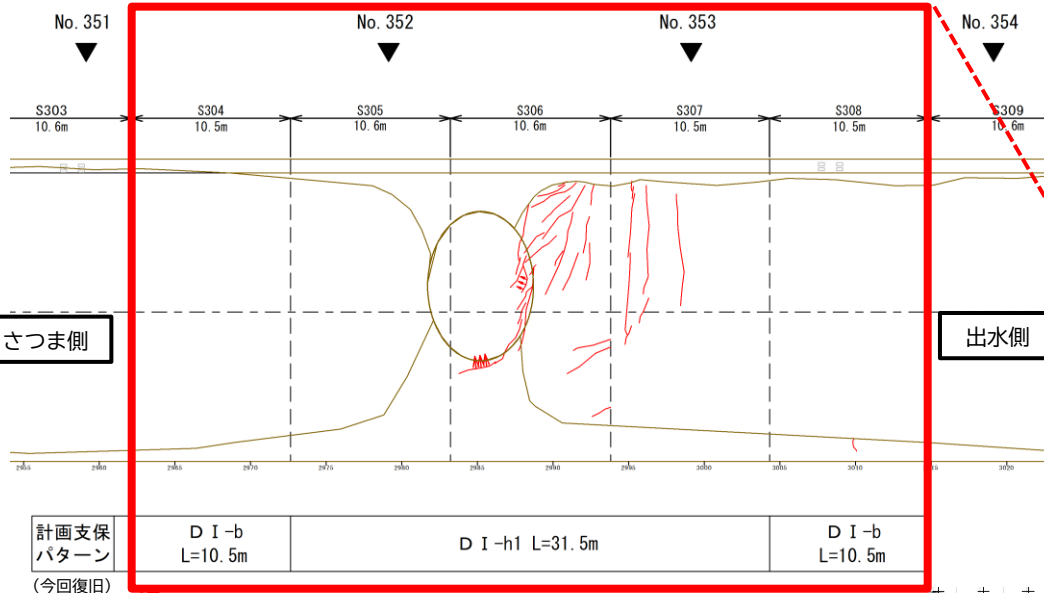
● トンネル本体工 復旧工法（その1）

【復旧区間、スパン割】

- 本体工復旧区間：覆工崩落スパンを含む5スパンで計画
- 復旧仕様：覆工崩落スパン（S305, S306）に新たなひび割れが見られるS307スパンを含む3スパンは高強度吹付けコンクリートを使用したDI-H1、そのスパンの前後1スパンずつは原形復旧DI-bでの復旧を計画

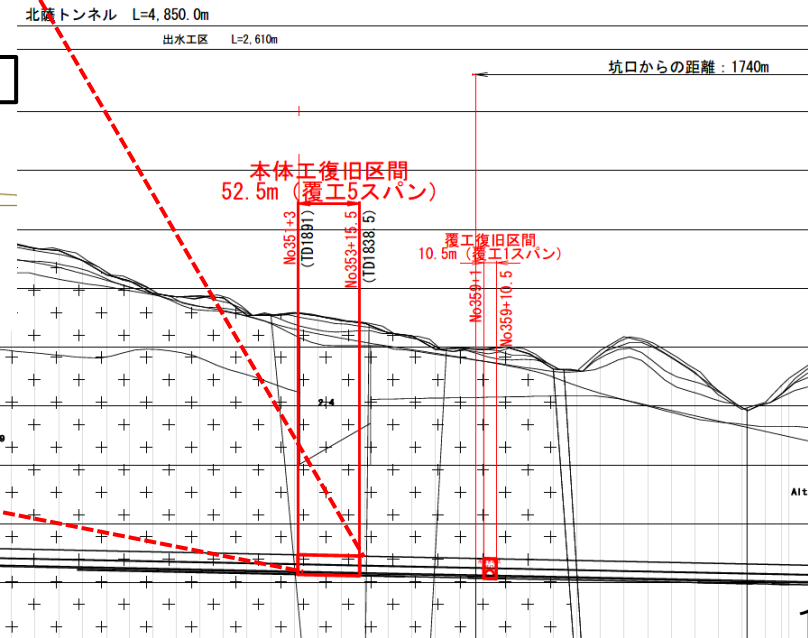
トンネル平面図

実績支保パターン (建設当時)	D I-b L=19.0m	D I-b(14) L=9.0m	C II-b L=26.4m	D I-b(13) L=36.0m
--------------------	---------------	---------------------	----------------	----------------------



- 定期点検により確認されたひび割れ
- 被災後に確認されたひび割れ

縦断図



- 【支保工の復旧仕様】
- 原形復旧仕様は、通常のDⅠパターン（既往のCⅡパターンもDⅠで復旧）で計画
 - 脆弱帯仕様は、脆弱な地山でのトンネル施工事例を参考に、高強度吹付けコンクリートを適用した剛な支保を計画

比較案	原形復旧仕様（DⅠ-b） ※ 既往CⅡ区間もDⅠで復旧	脆弱帯仕様（DⅠ-H1） ※ 高強度吹付けコンクリート適用
対象スパン	右記区間の手前1スパン＋奥1スパン （計2スパン）	崩落に関連した2スパン＋覆工に ひび割れの見られる1スパン（計3スパン）
支保工復旧イメージ 断面図		
地山掘削	無し（既往のCⅡ区間はDⅠ断面に掘削）	無し（全区間）
支保工仕様	鋼アーチ支保工：H125、ボルト：L=4m、@1.2m 吹付コンクリート：150mm、σck=18N/mm²	鋼アーチ支保工：H125、ボルト：L=4m、@1.2m 吹付コンクリート：150mm、σck=36N/mm²
立案の趣旨	地下水低下を前提に、既往の支保構造に復旧する （なお、既往CⅡ区間をDⅠとする）	トンネル周辺地山の緩み等を勘案し、DⅢ相当の 支保圧を確保できる、剛性の高い支保構造とする

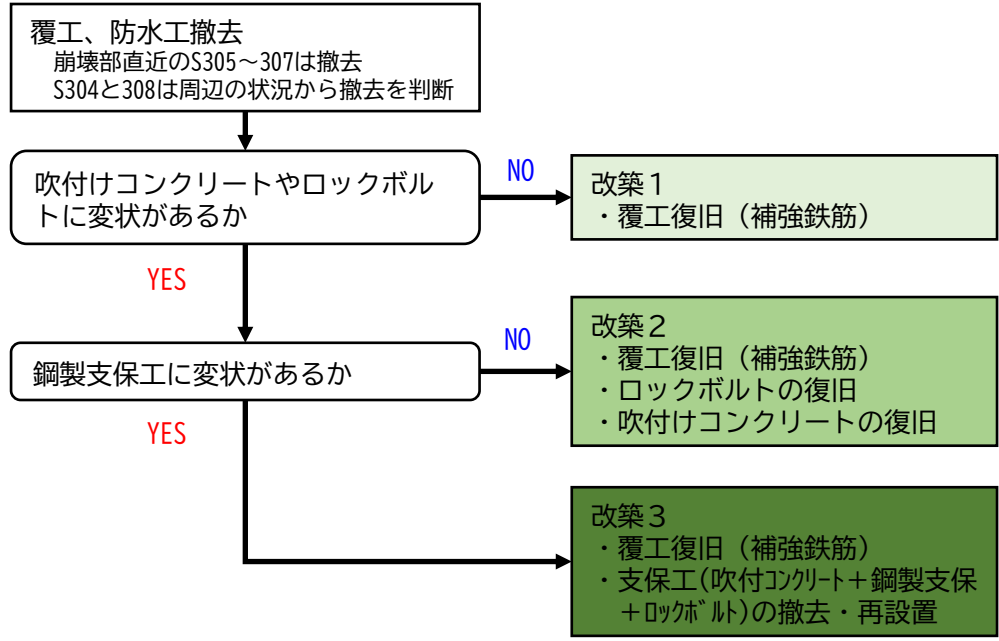
- 【覆工の復旧仕様】
- 原形復旧仕様は、本トンネルでの既往の覆工仕様（厚さ300、単鉄筋補強）での復旧を計画
 - 脆弱帯仕様は、周辺地山の補強および支保工の耐力アップを前提に、原型復旧と同じ覆工仕様で計画

比較案	原形復旧仕様（D I -bパターン） ※ 既往C II区間もD Iで復旧	脆弱帯仕様（D I -H1パターン）
対象スパン	右記区間の手前1スパン＋奥1スパン （計2スパン）	崩落に関連した2スパン＋覆工に ひび割れの見られる1スパン（計3スパン）
覆工復旧イメージ 断面図		
覆工仕様	厚さ：300mm、強度：18N/mm ² 鉄筋：単鉄筋補強（D19@200）	厚さ：300mm、強度：18N/mm ² 鉄筋：単鉄筋補強（D19@200）
立案の趣旨	覆工に外力が作用しないことを前提にフェール セーフの観点から単鉄筋補強とする ※ 既設の覆工と同じ仕様	覆工に外力が作用しないことを前提にフェール セーフの観点から単鉄筋補強とする ※ 既設の覆工と同じ仕様

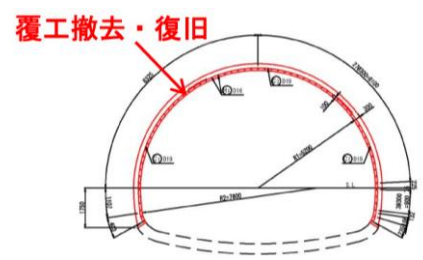
● 対策工選定フロー（支保工・インバート）

【トンネルの調査・対策工選定フロー】
○ 2024年 能登半島地震 中屋トンネルで設定されたフローを参考に作成

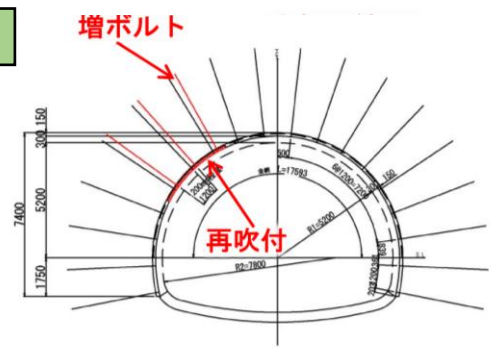
支保工の調査・対策工



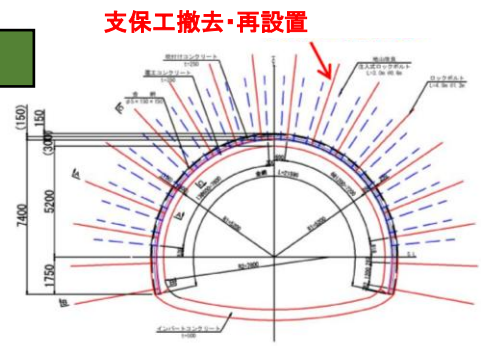
改築1



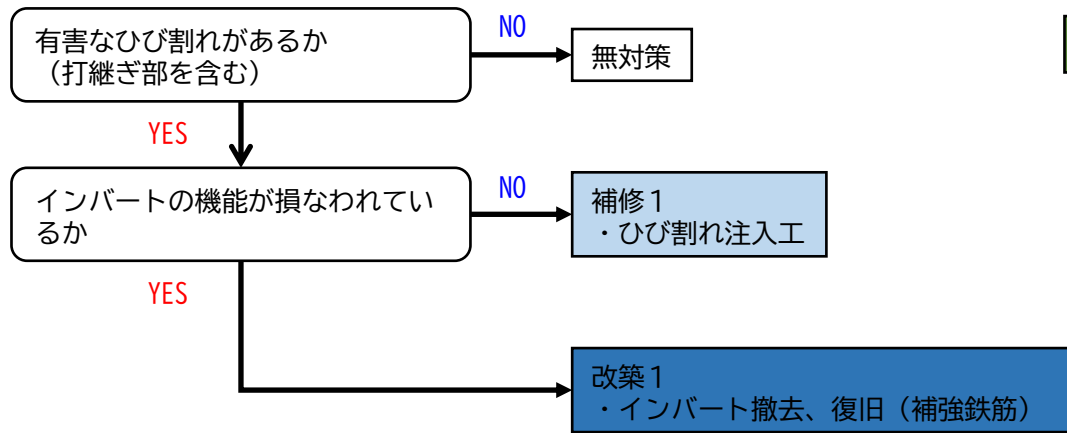
改築2



改築3



インバートの調査・対策工



● 支保工 損傷状況（１）

【崩落箇所手前（S307区間）の土砂、覆工撤去後の状況】
○ 上半部の覆工を撤去した状況では支保工に変状は見られない

出水坑口側から撮影

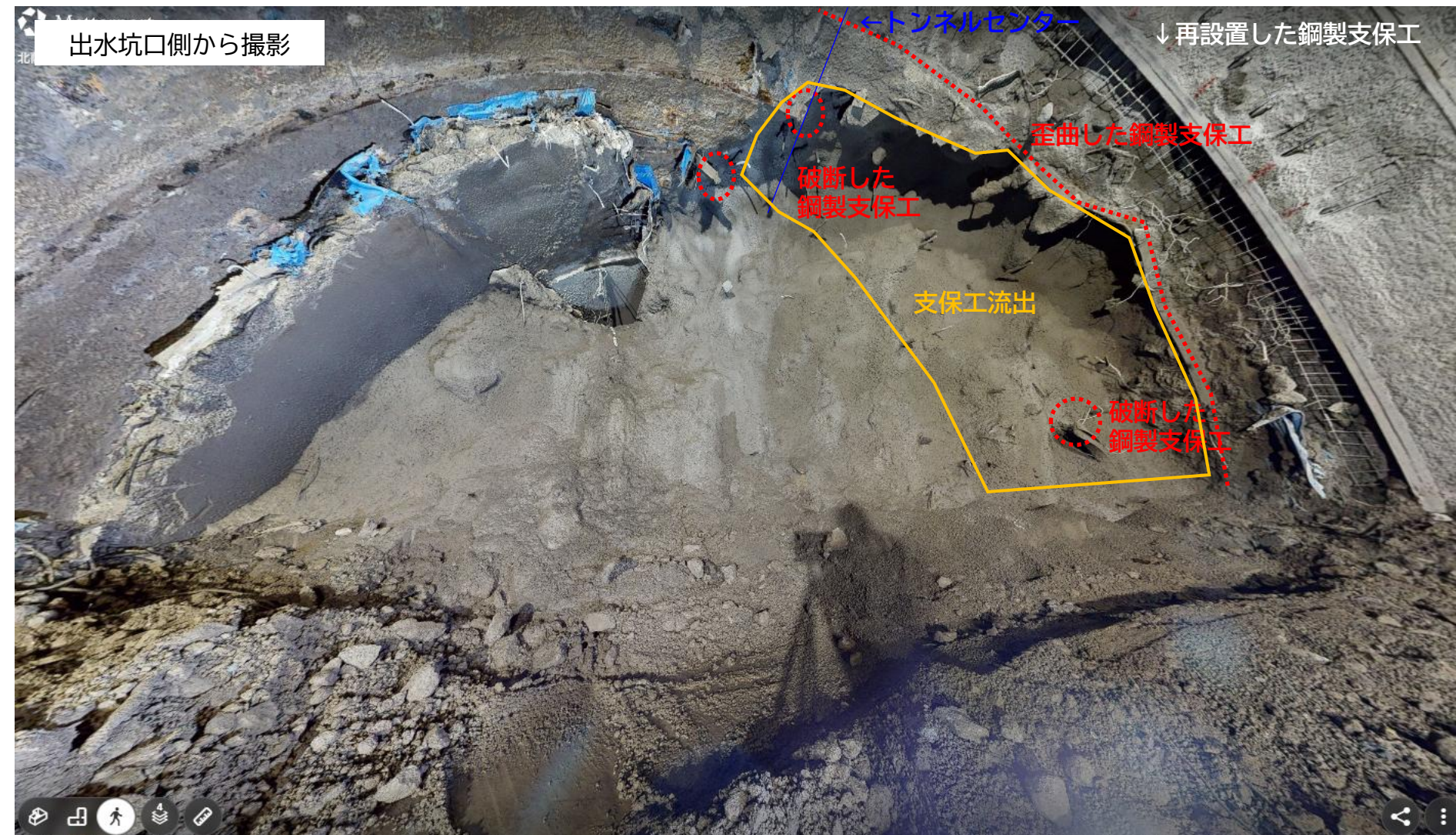


● 支保工 損傷状況（２）

【崩落箇所（S306区間）の土砂、覆工撤去後の状況】

- 建設当時の鋼製支保工が破断して流出している状況や曲がっていることが確認できる
- 支保工の変状は天端付近から右側にかけて生じており、吹付コンクリートやロックボルトが流出している

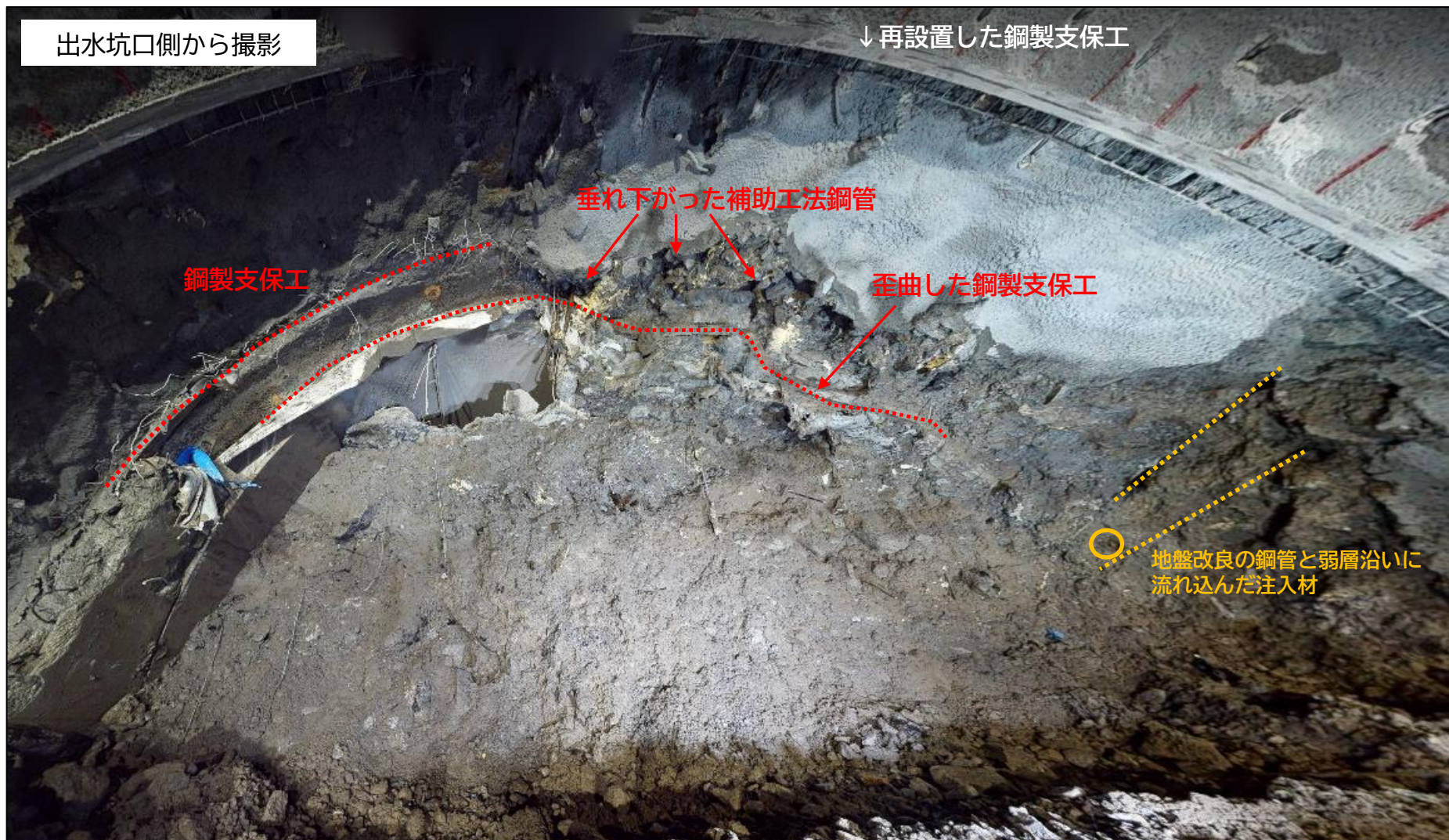
出水坑口側から撮影



● 支保工 損傷状況（3）

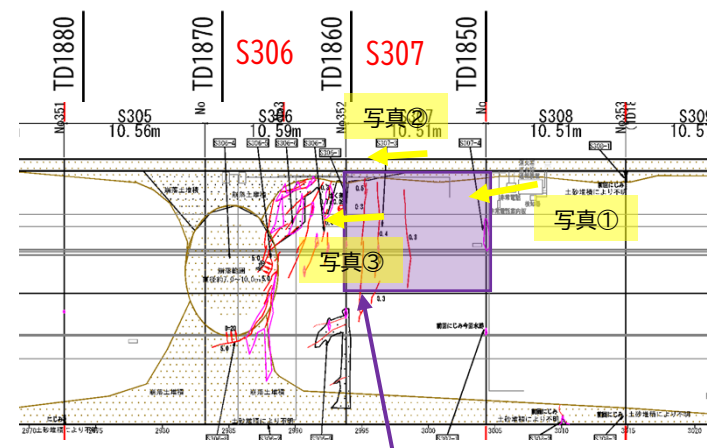
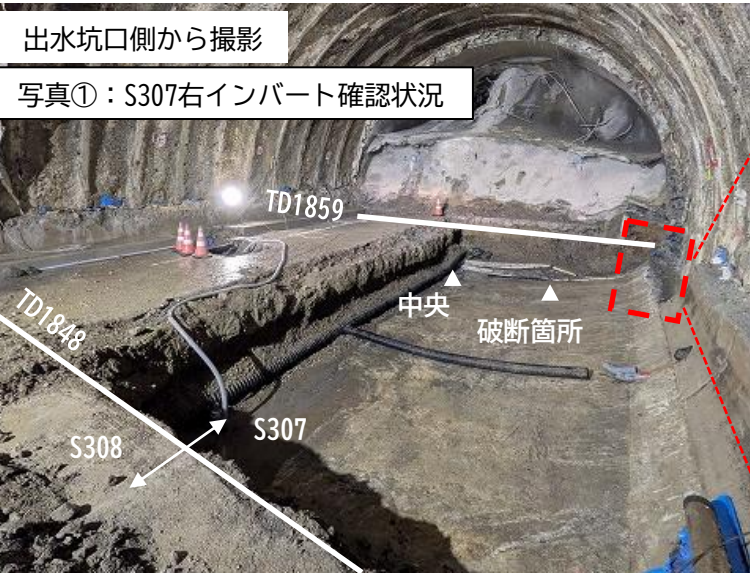
【崩落箇所（S306区間）の土砂、覆工撤去後の状況】

- 建設当時の補助工法鋼管が垂れ下がり、鋼製支保工が曲がっていることが確認できる
- 対策工事で実施した地盤改良の鋼管と割れ目沿いに流れ込んだ注入材が確認できる

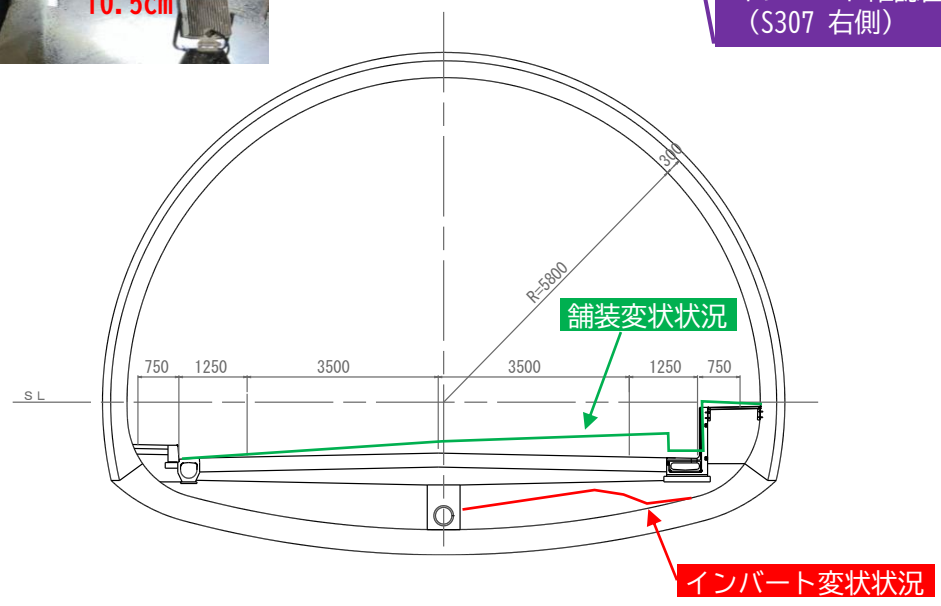


● インバートコンクリート 損傷状況（１）

- TD1859付近（S306とS307の境）インバート、中央排水とも持ち上がりを確認【写真①】
- 変形量（中央 +37cm、破断箇所 +47cm）※ 破断箇所の変形が最も顕著【写真③】
- 補強鉄筋および止水版の設置面が上下に分離（土砂を挟んでいる）

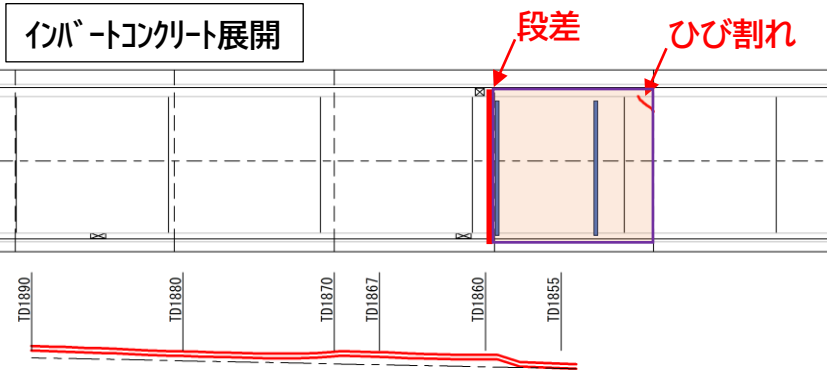
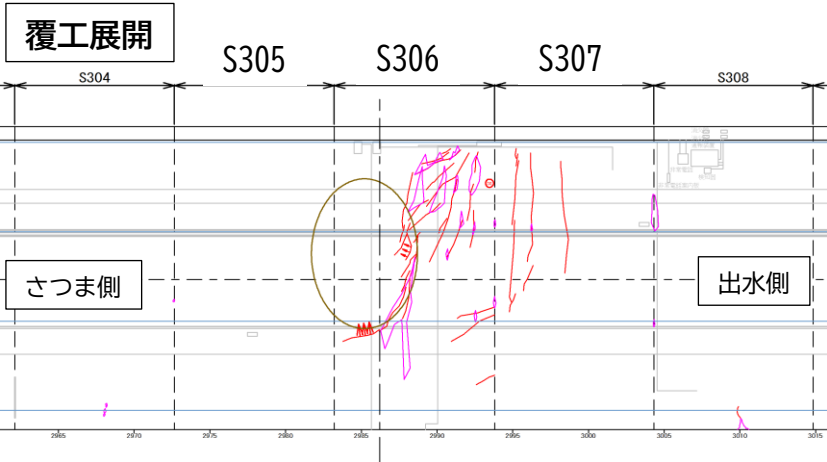


インバート確認箇所
（S307 右側）



● インバートコンクリート 損傷状況（2）

○変状展開図



中央排水管 縦断勾配模式図（管内カメラより）

- インバートコンクリート施工目地
- コンクリート舗装施工目地
- 横断排水工

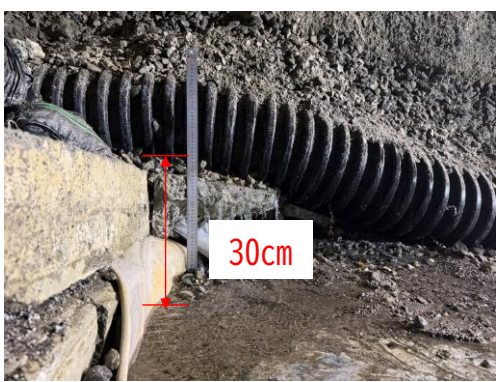
S306-S307境界部



S307-S308境界部



中央排水管30cm程度段差



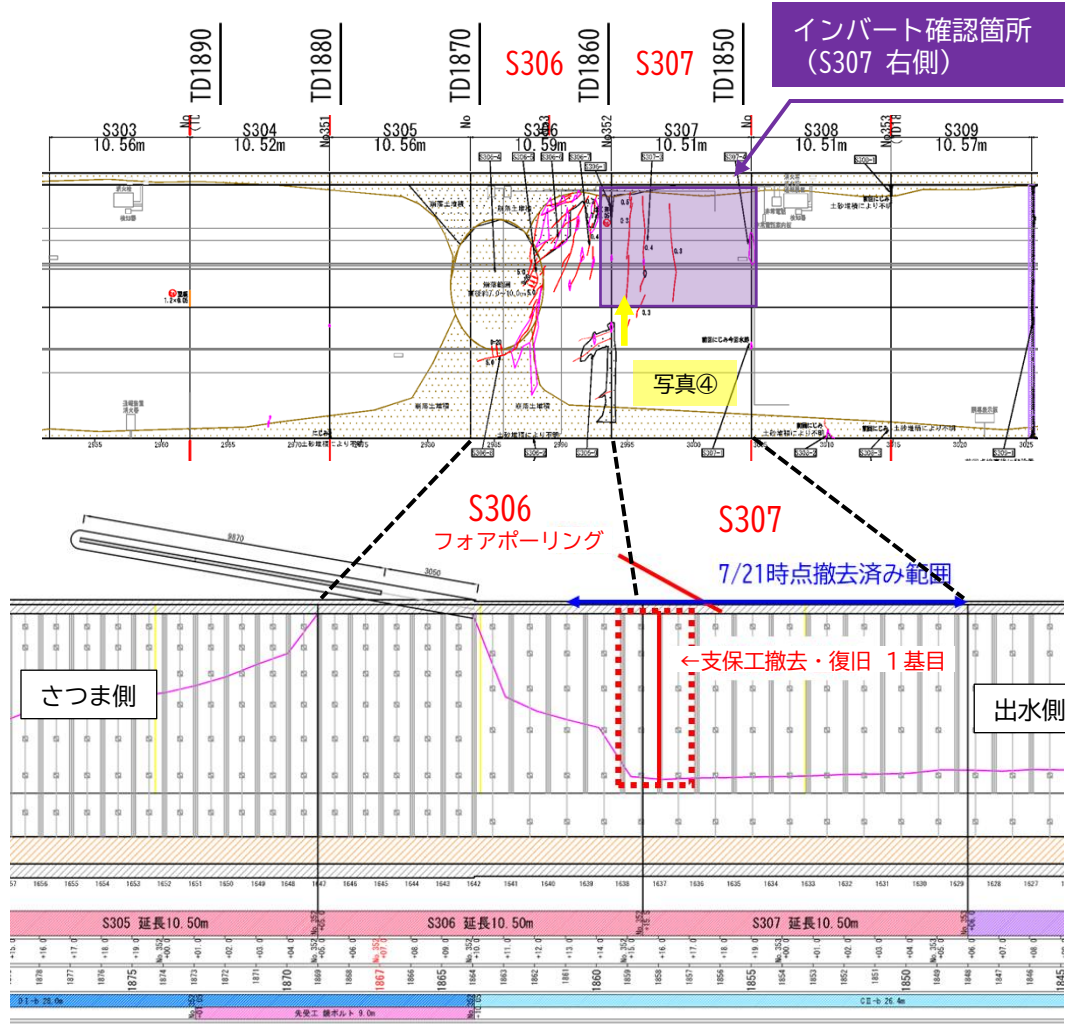
インバートコンクリート間の堆砂状況



● 縫い返し開始位置

○ インバートの損傷が確認されたTD1858から土砂流入部に向かって支保工の復旧を実施
(S307からS306に向かって実施)

写真④：支保工復旧開始位置

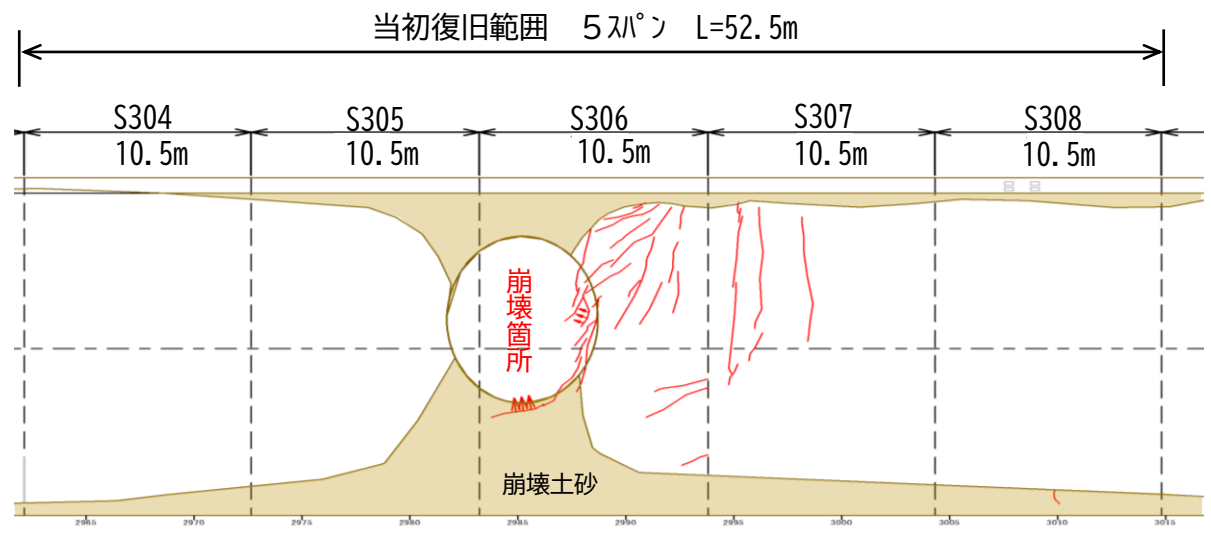


● トンネル本体工 復旧工法（見直し案）

平面図

(トンネルを真上から見た図)

さつま側



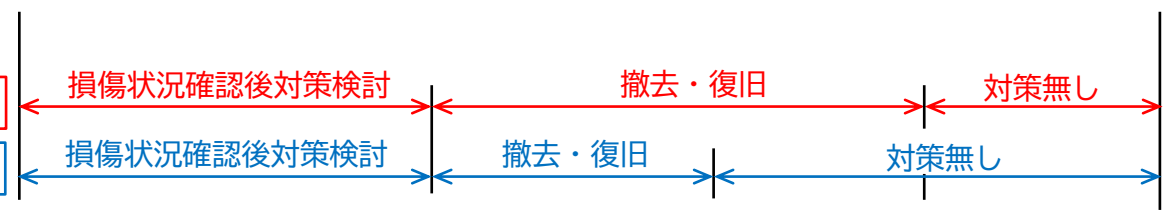
復旧工事進行方向

出水側

— トンネル壁面のひび割れ

覆工

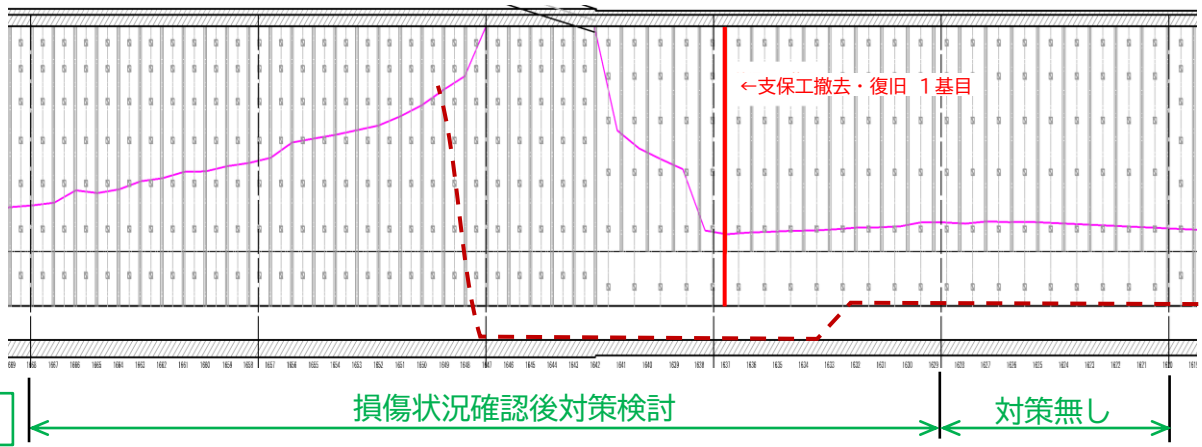
支保工



側面図

(トンネルを左横から見た図)

インバート工



— 崩壊時堆積土砂
- - 8/25時点堆積土砂