トンネル工事における切羽崩落の発生と対策工法について



（一社）岐阜県特殊工事技術協会　トンネル技術委員会　令和8年8月7日

対象工事の概要について

トンネル名称：(仮称) 鉄嶺(くろがね)トンネル

工　事　名:　　鉄嶺トンネル第３期工事（略称）

工事場所：　　揖斐郡揖斐川町西横山地内

路　線　名：　一般国道303号　西横山バイパス

工　　期：　令和5年10月12日～令和11年3月19日

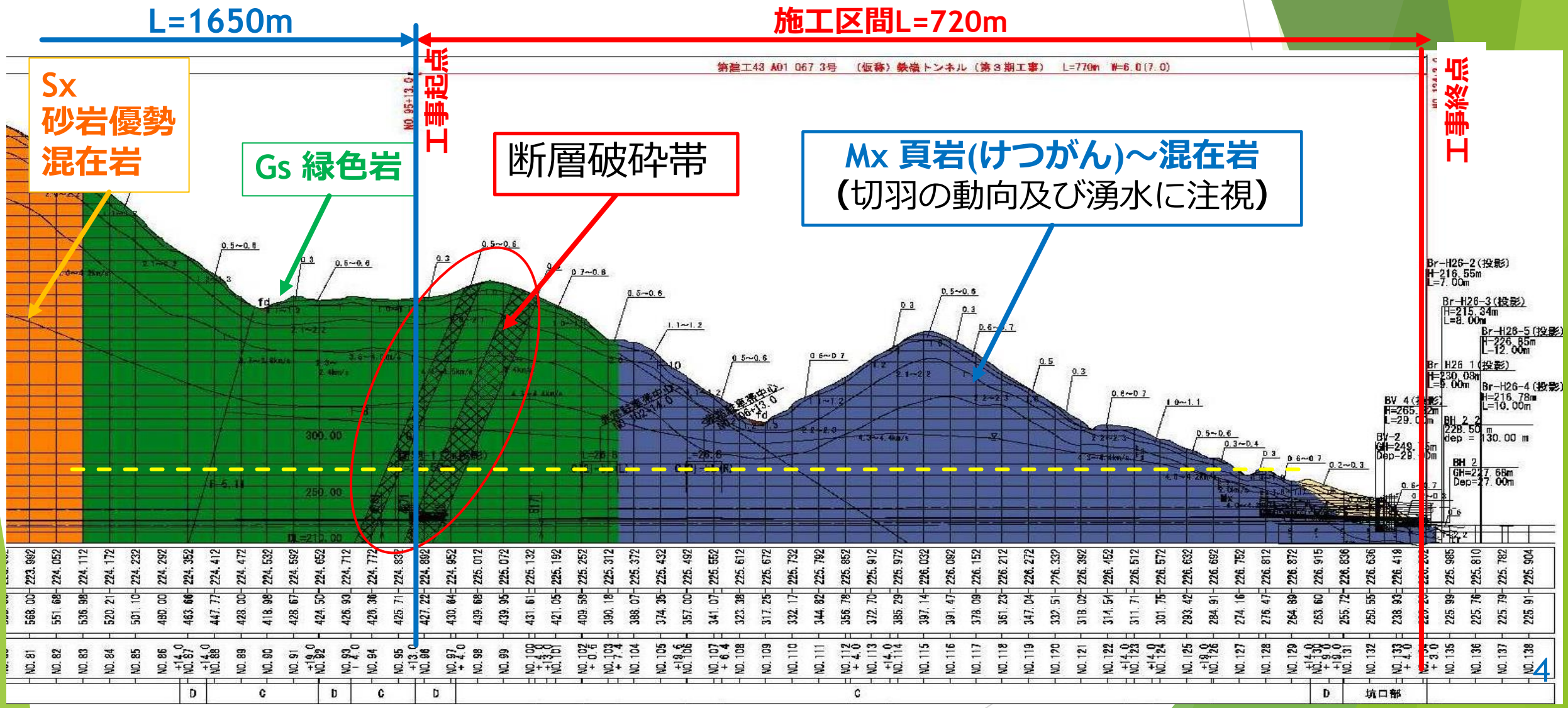
対象工事の特性について

工事目的：
奥いび湖大橋～旧坂内村を繋ぐ国道303号線は急カーブが連続し、落石や転落事故の危険性が大きいため、迂回する（仮称）鉄嶺トンネルを整備し周辺の観光周遊性の向上と岐阜県と滋賀県との交通の円滑化を図ることを目的とした事業である。



対象工事の特性について

1期・2期工事にて施工済区間



掘削サイクルについて

掘削サイクル：

①削孔・装薬・発破



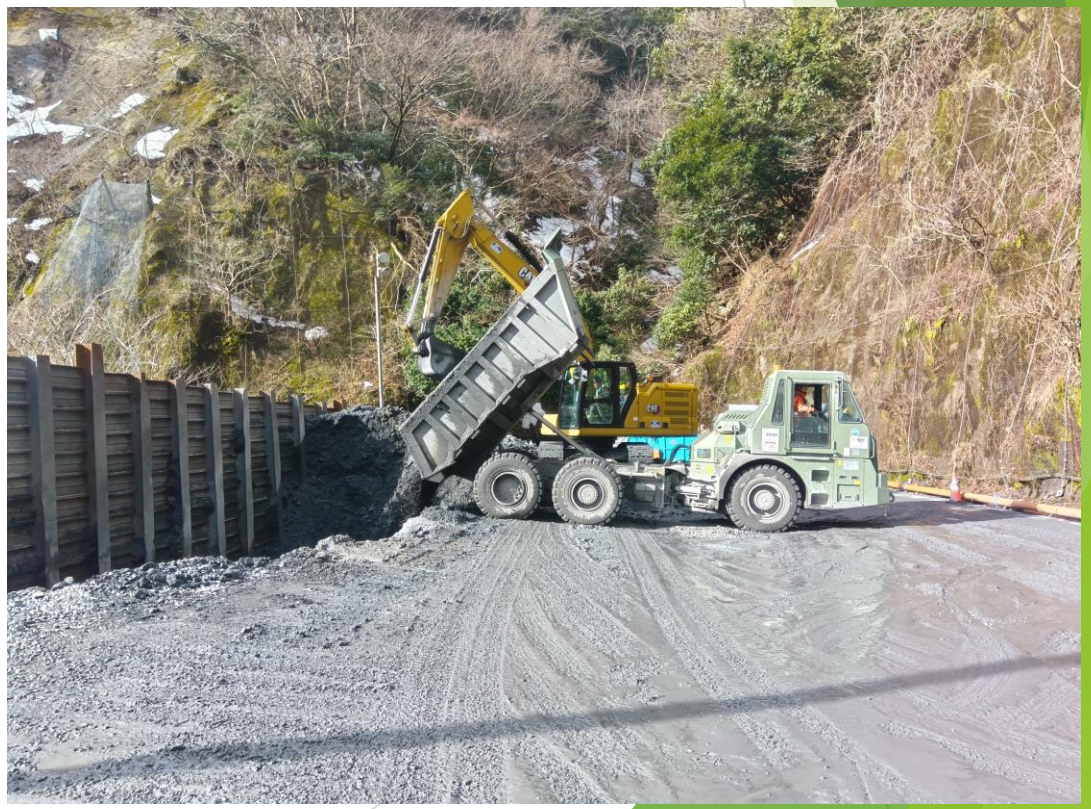


掘削サイクルについて

掘削サイクル：

②ずり搬出





掘削サイクルについて

掘削サイクル：

③ 1次吹付コンクリート支保工建込み





掘削サイクルについて

掘削サイクル：

④金網設置





掘削サイクルについて

掘削サイクル：

⑤2次吹付コンクリート



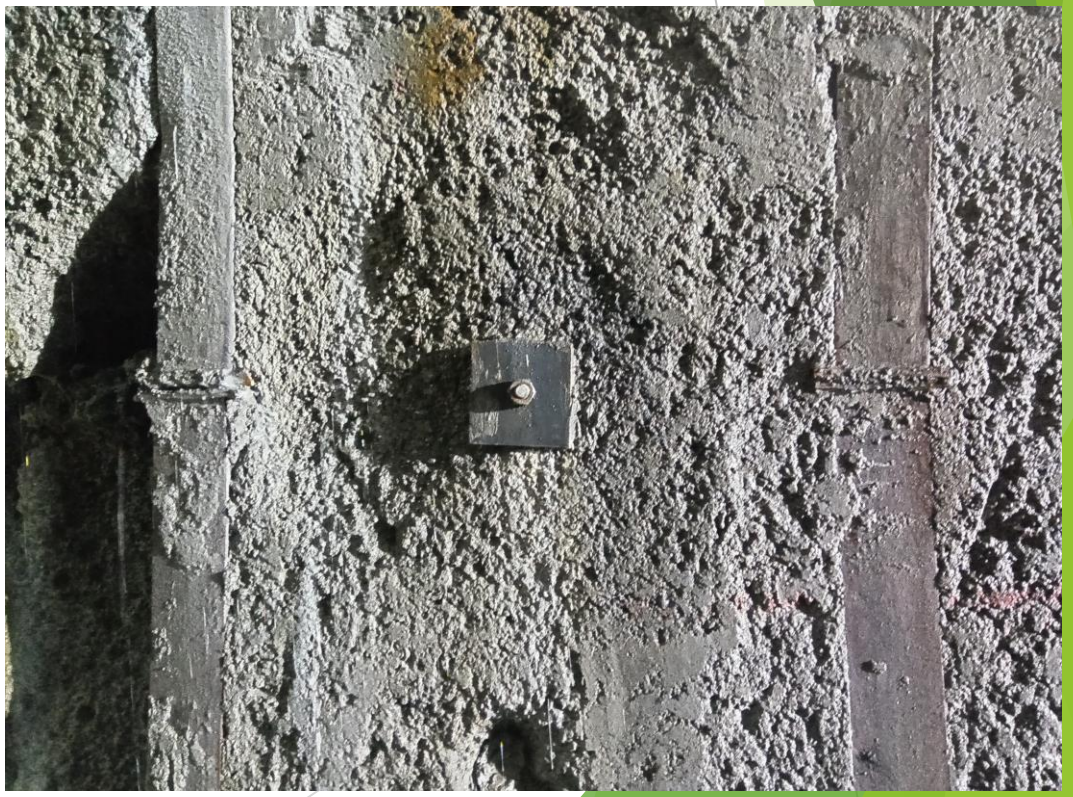


掘削サイクルについて

掘削サイクル：

⑥ロックボルト

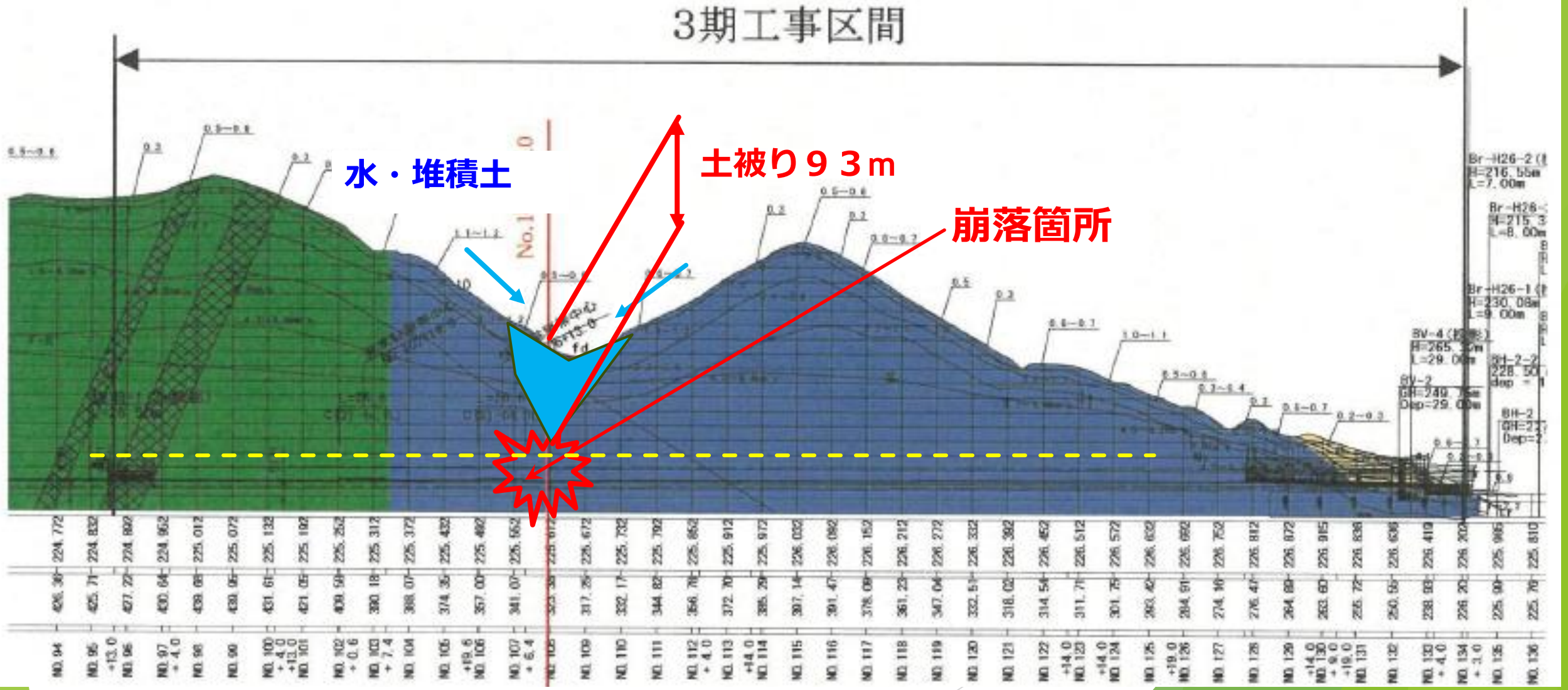




切羽崩落について

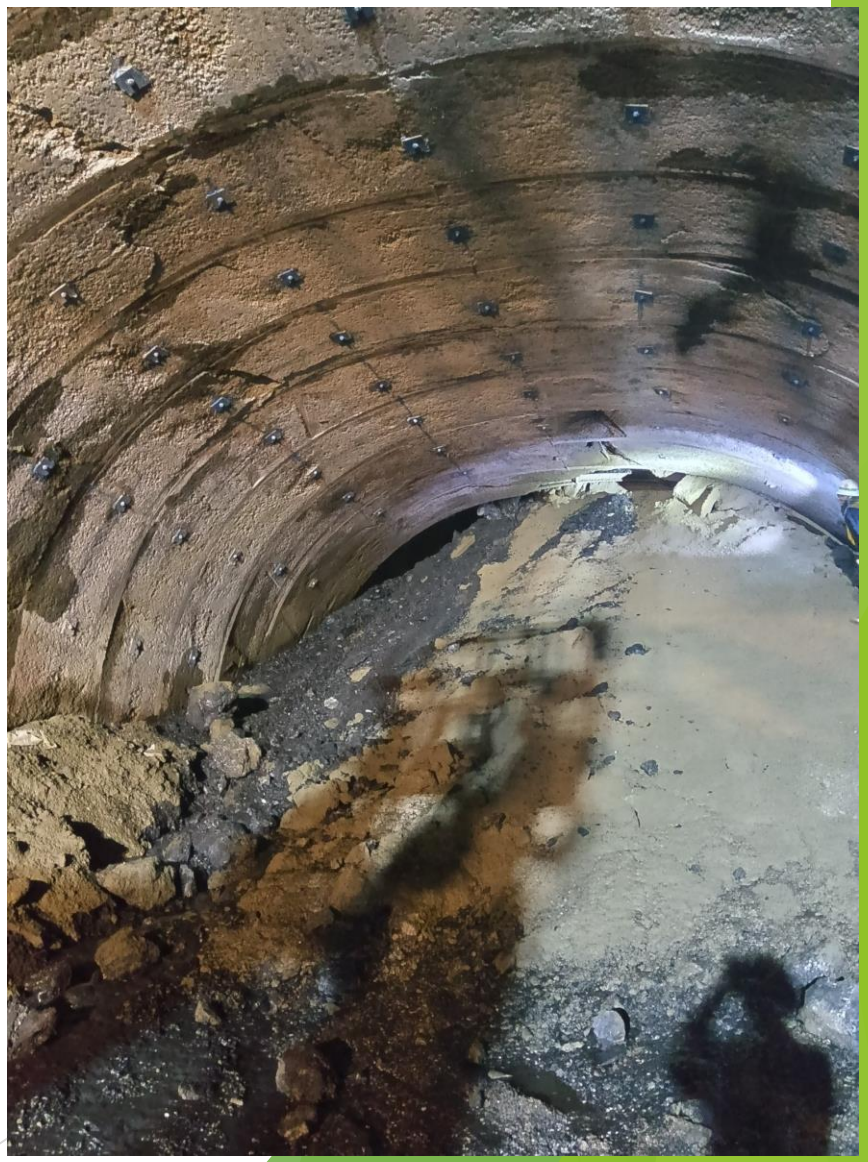
切羽崩落(令和6年12月26日)の概要：

縦断図（崩落箇所）



切羽崩落について

R6.12.26　13時30分　切羽写真
（約300m3崩落）



切羽崩落(令和6年12月26日)の発生状況：

7:30～　支保工(No,244)　削孔装薬。
8:30～　ずり出し開始。
10:00～　ずり出し･コソク作業終了
10:15～　切羽中央鏡面と天端及び右肩から小崩落あり
（剝がれる様に落ちる）
10:20～　鏡吹付開始するが、天端及び右肩から崩落が連続的に続く。
吹き続けるも崩落は収まらず、吹付けコンクリート天端が崩壊する。
11:00～　右肩から集中湧水発生　200～300L/min
湧水と土砂が流れ落ちる。

切羽崩落について

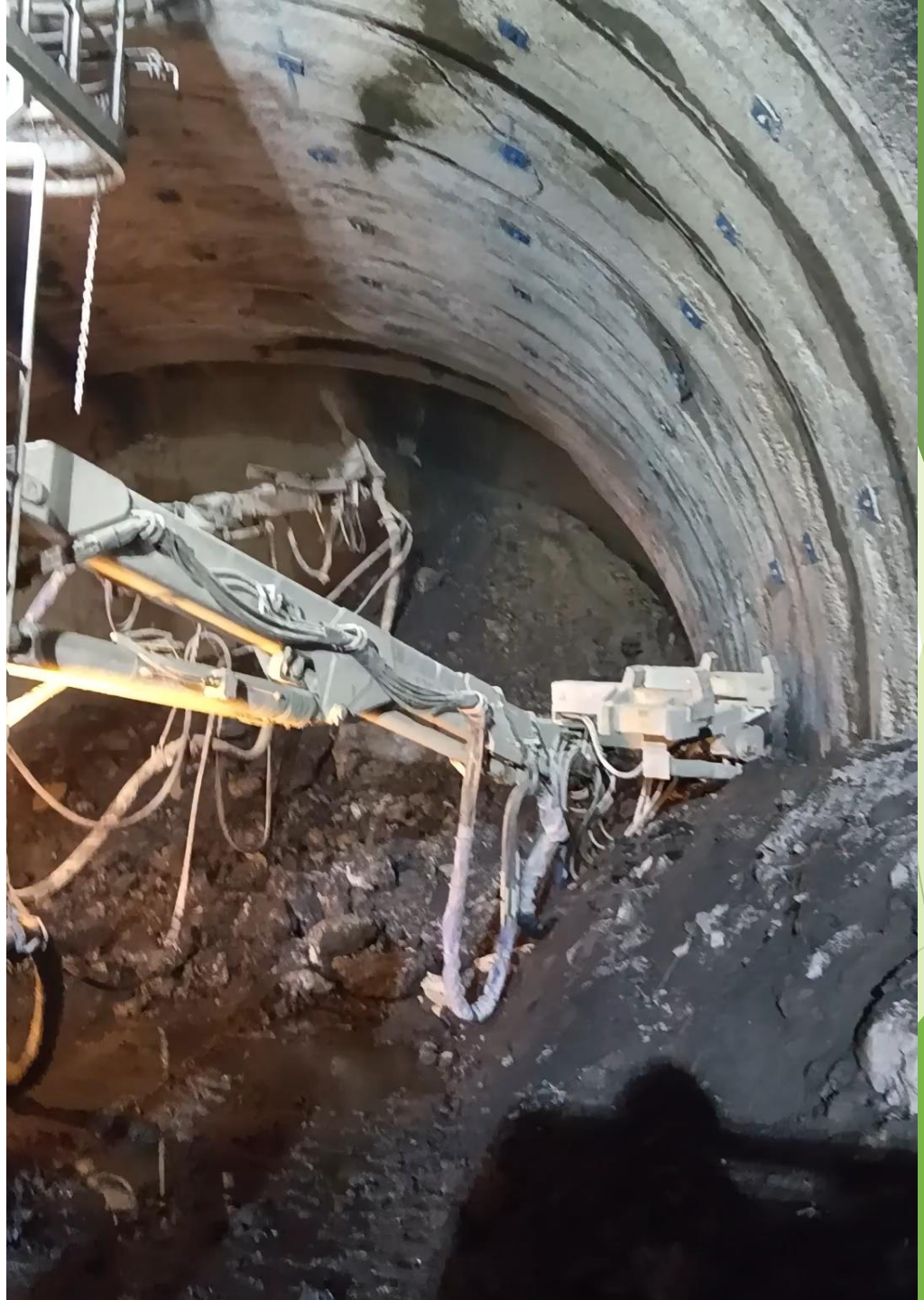
切羽崩落の動画1：切羽中央鏡面と天端及び右肩からの崩落



切羽崩落について

切羽崩落の動画２：

切羽中央鏡面と天端及び右肩からの崩落(吹付開始)



切羽崩落について

切羽崩落の動画3：足元から吹付コンクリートで固めている状況



切羽崩落について

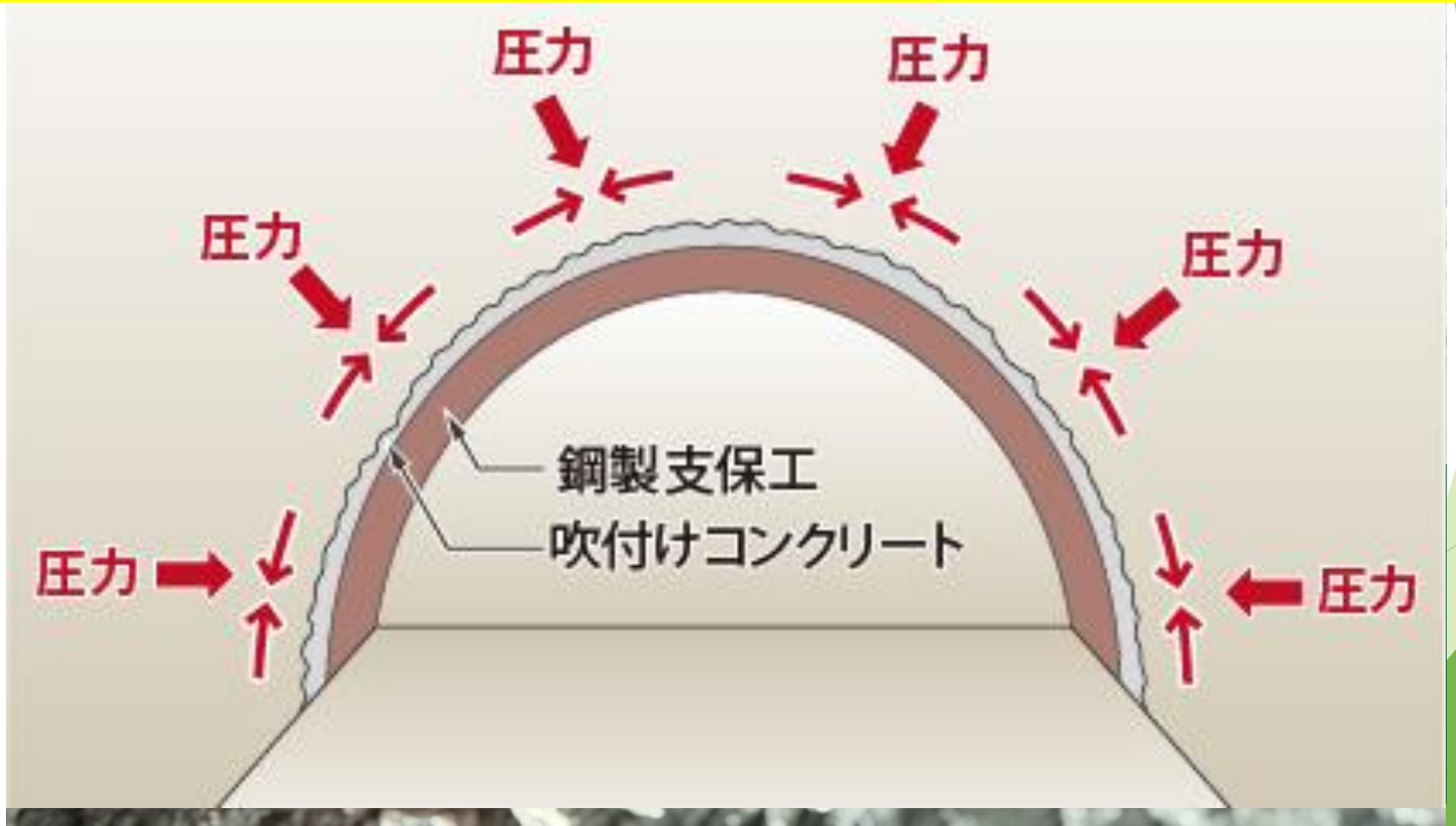
切羽崩落を食い止め状況



切羽崩落について

切羽崩落後の切羽付近（30m間）の坑内状況

グランドアーチ：トンネル周囲の地盤が、掘った部分の形を支えうとして発生する力



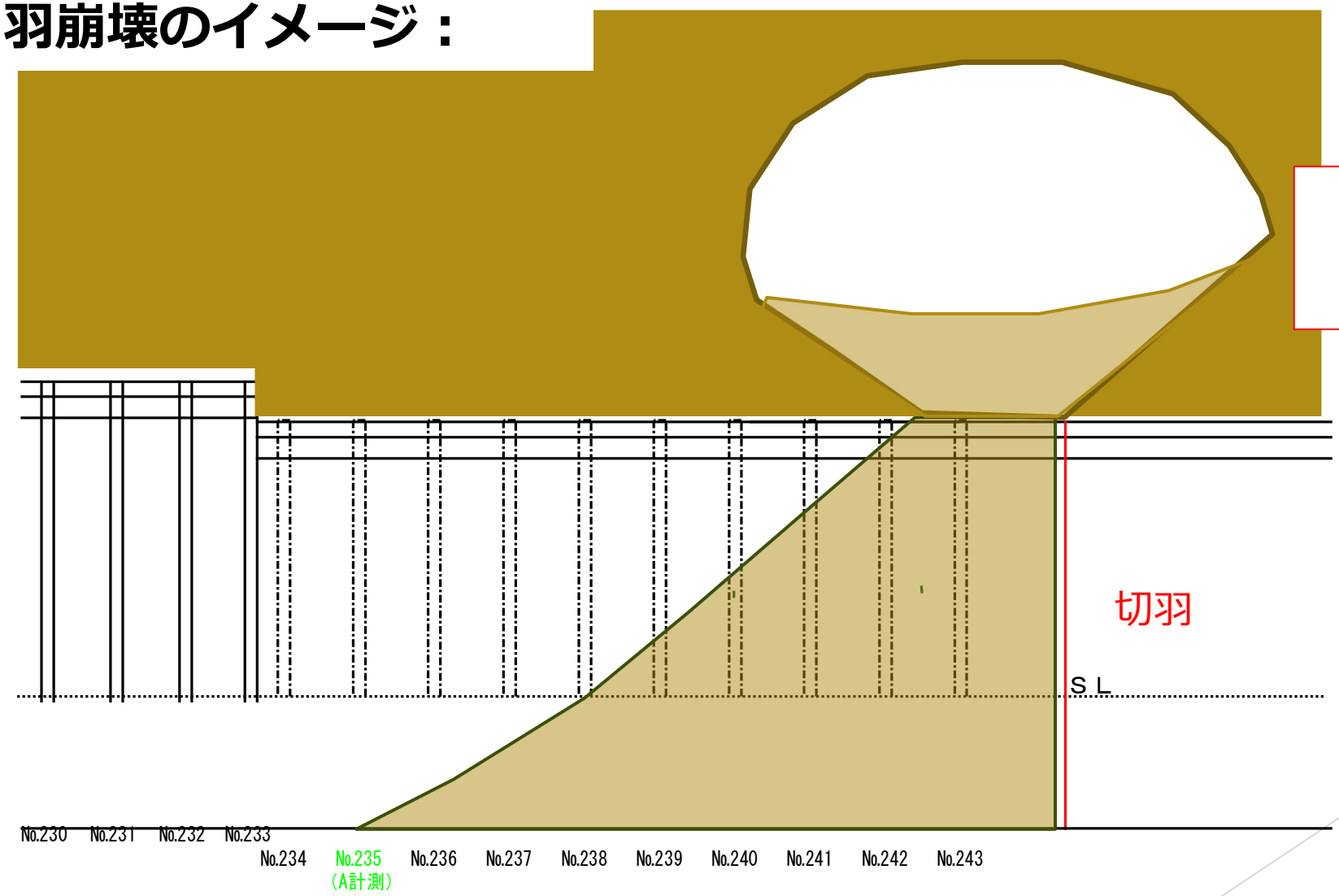
切羽崩落について

崩落後地山挙動による損傷修繕



対策工について

切羽崩壊のイメージ：



空洞部（想定）
約200m3

対策工について

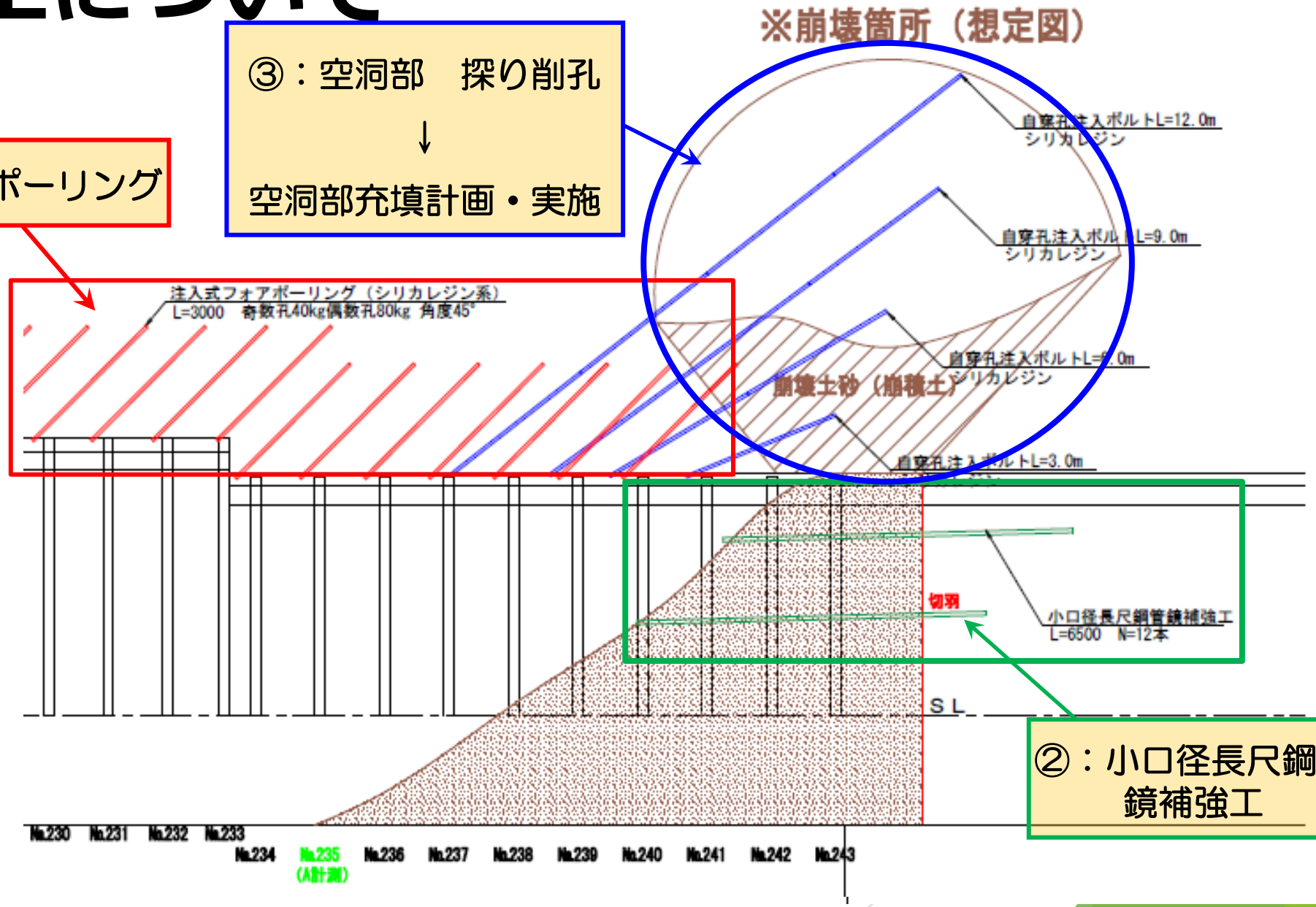
対策工：

①：注入式フォアポーリング

③：空洞部　探り削孔

↓

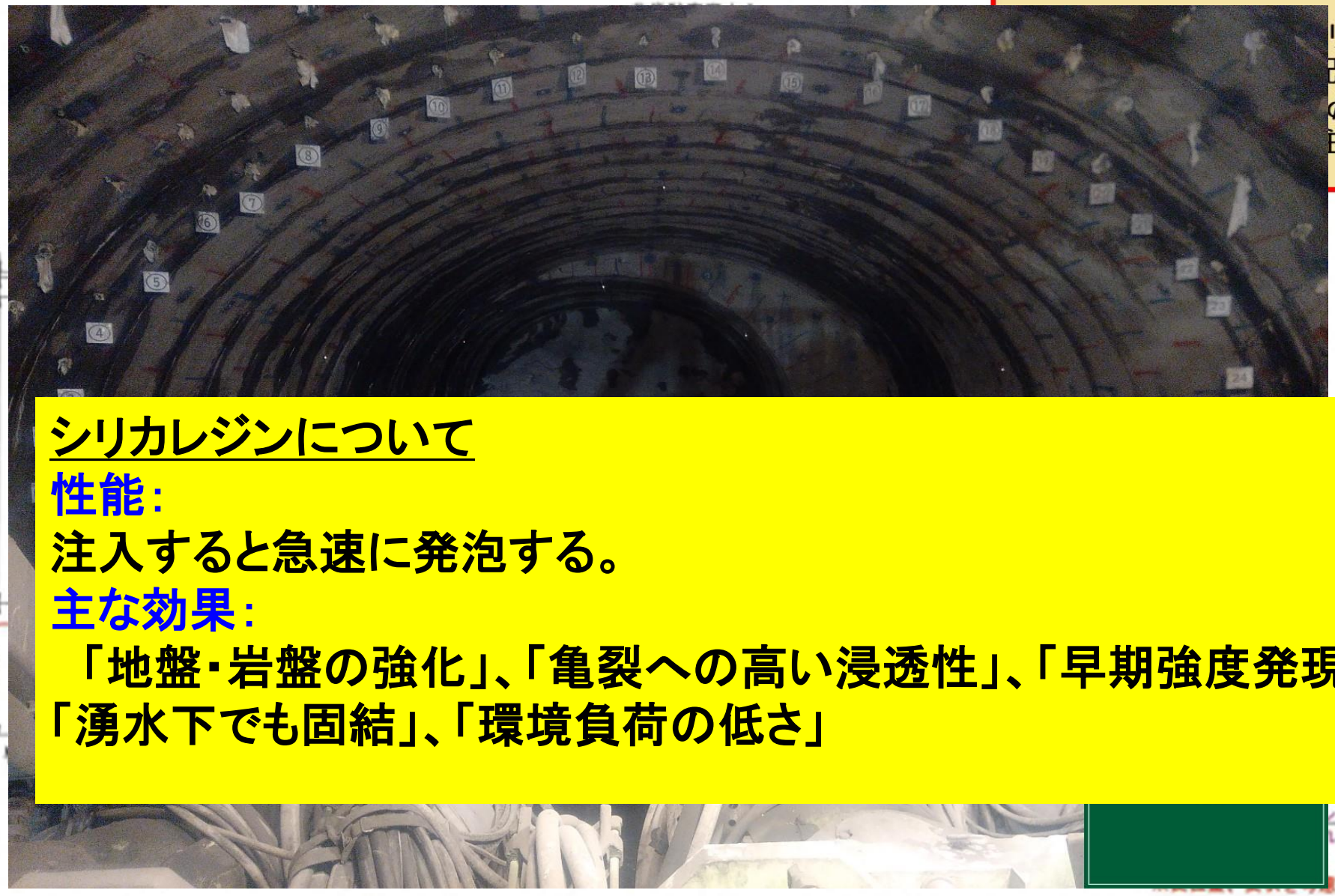
空洞部充填計画・実施



②：小口径長尺鋼管
鏡補強工

対策工について

注入式フォアポーリング施工完了写真



シリカレジンについて

性能：

注入すると急速に発泡する。

主な効果：

「地盤・岩盤の強化」、「亀裂への高い浸透性」、「早期強度発現」、「湧水下でも固結」、「環境負荷の低さ」


右側天端付近　１２本追加

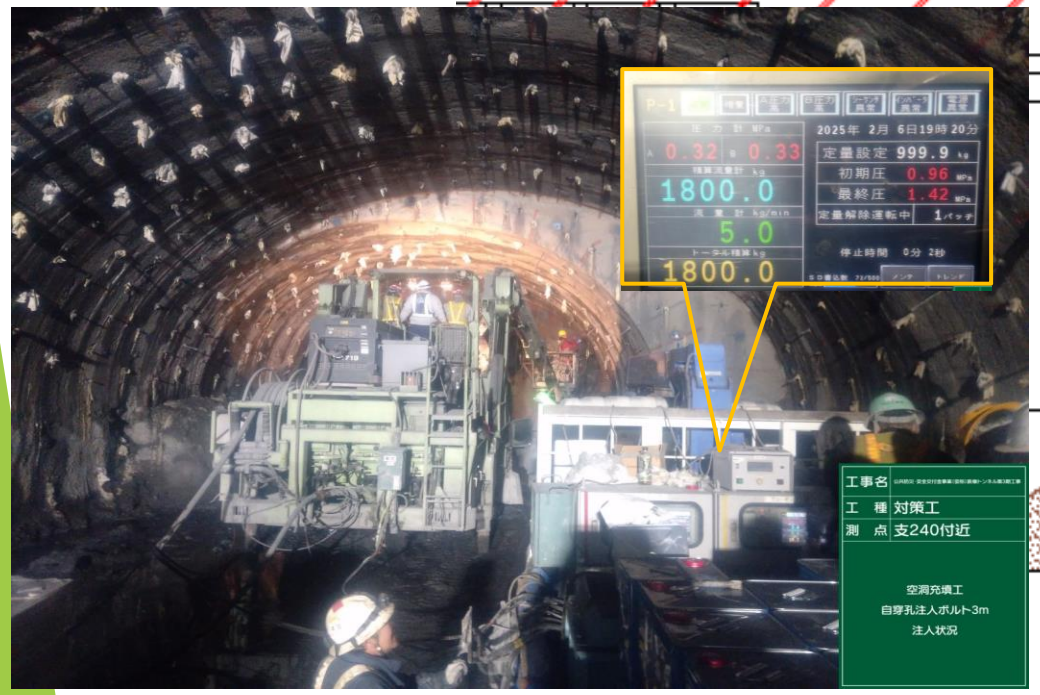
本数変更有り

対策工について

空洞充填工：

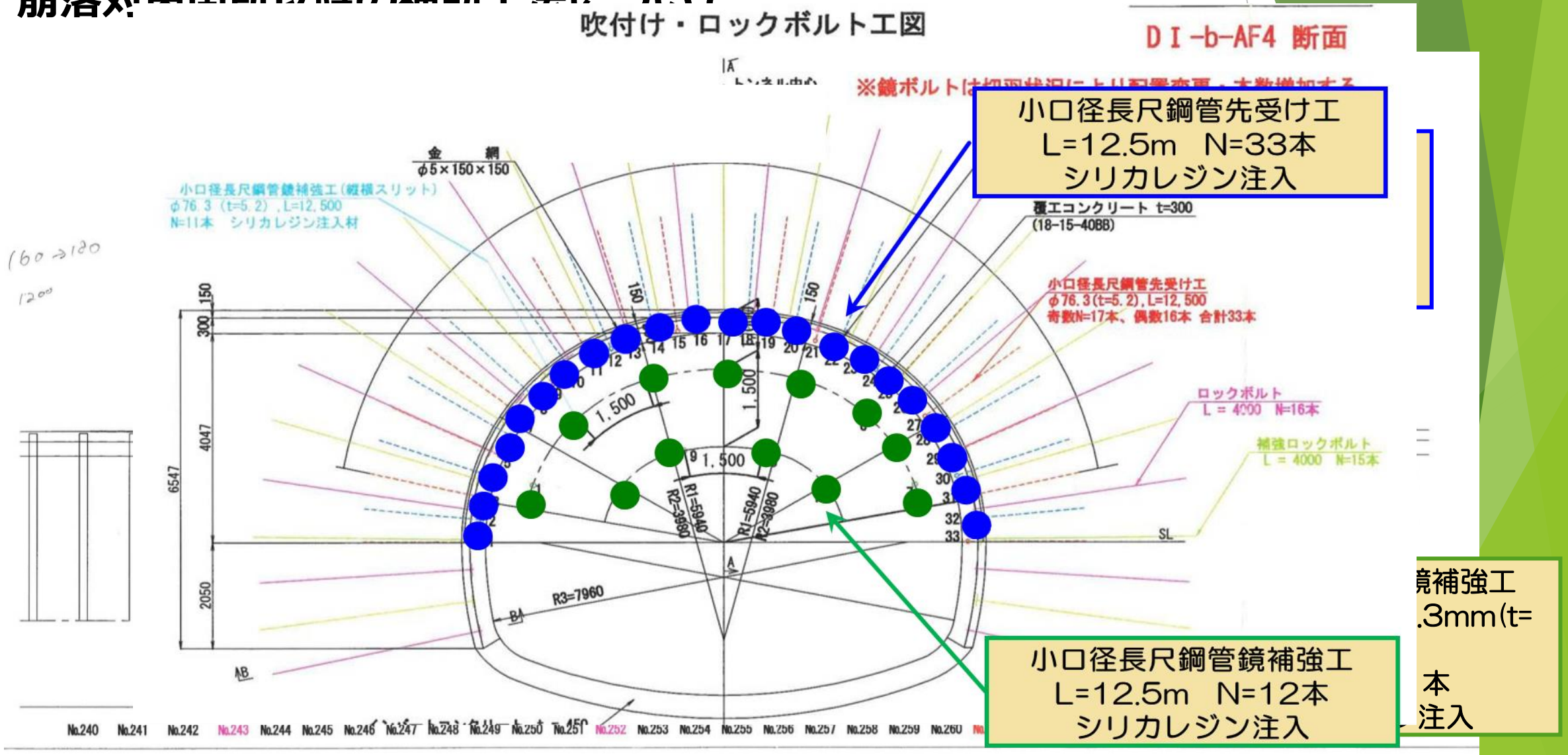
空洞部
200m3(想定)

空洞部シリカレジン注入状況



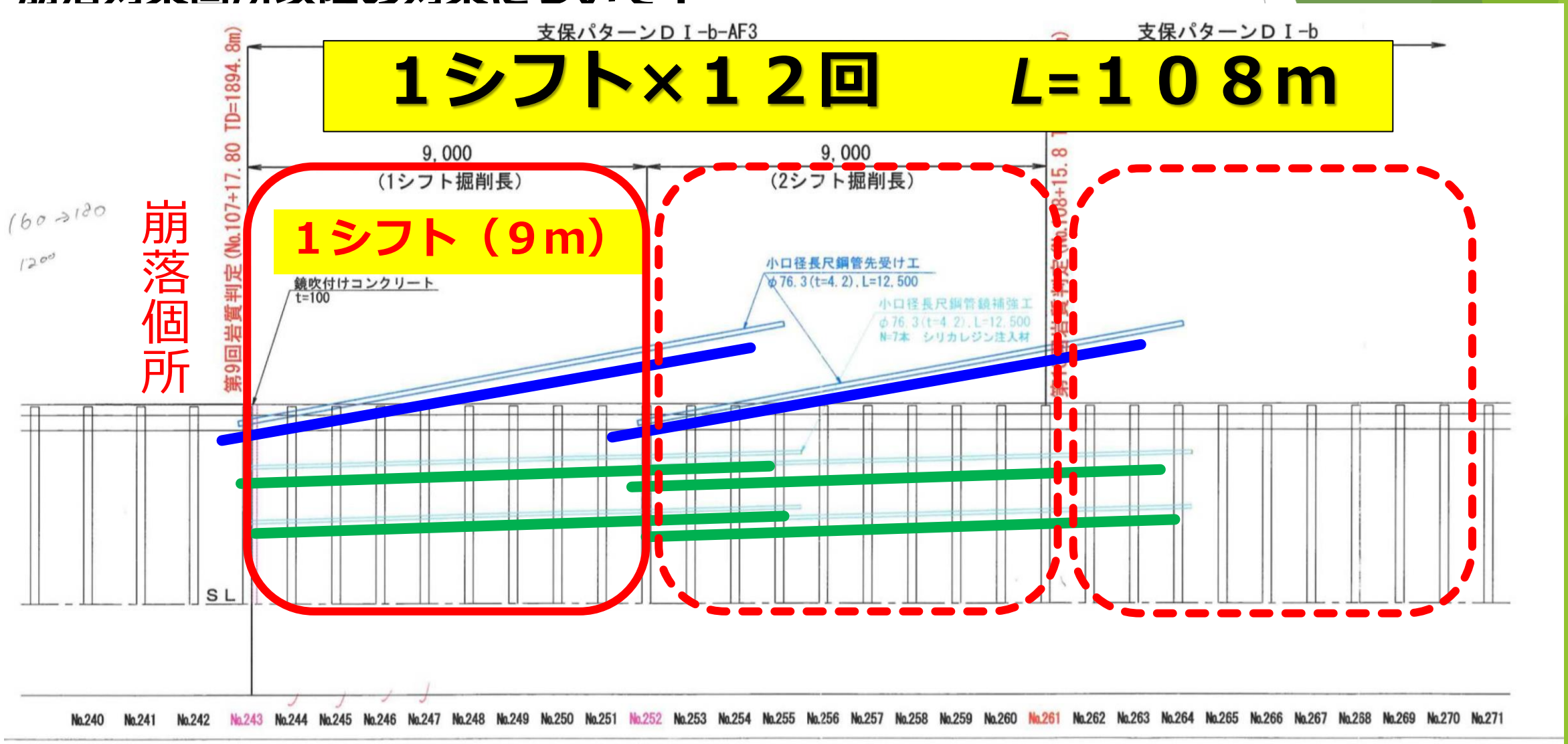
対策工について

崩落対策箇所以降の補助工法について・



対策工について

崩落対策箇所以降の対策について：



対策工について

縫い返し工、補強ロックボルト工について：

地山の挙動・内空変位について

崩落個所手前　−30m～約100m区間　約130m間

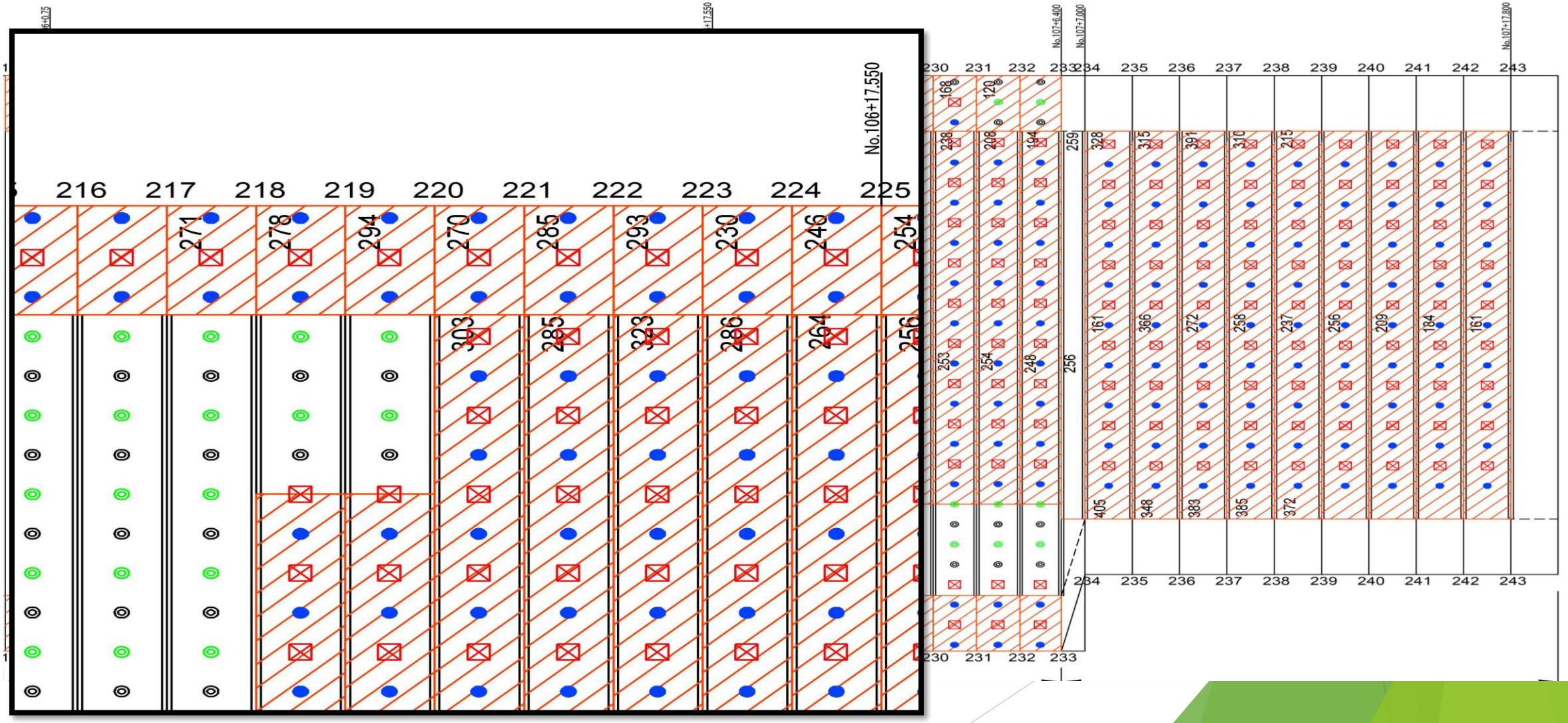
最大変位値　　２７０mm

覆工ｺﾝｸﾘｰﾄ厚さ　３００mm　⇒　３０mm

出来形不足！！

対策工について

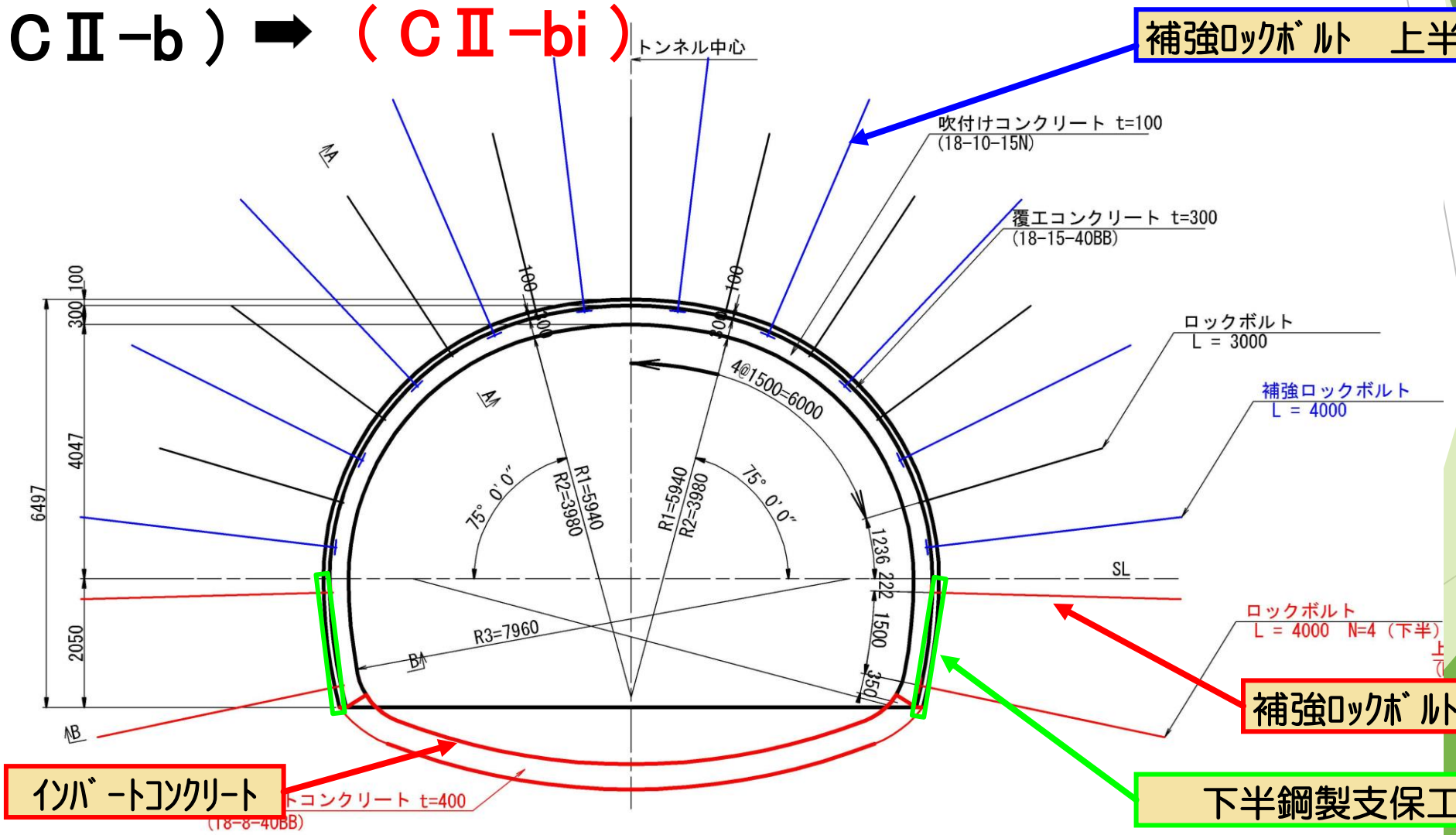
◎ 補強工　4.0mロックボルト打設箇所　N= 124本
◎ 縫い返し工　ロックボルト切断箇所　N= 295本
⊠ 縫い返し工　4.0mロックボルト再打設箇所　N= 279本
縫い返し工　再吹付箇所　A= 499.4m2



対策工について

縫い返し工、補強ロックボルトエについて：

（ＣⅡ-b）➡（ＣⅡ-bi）



その他の対策工について

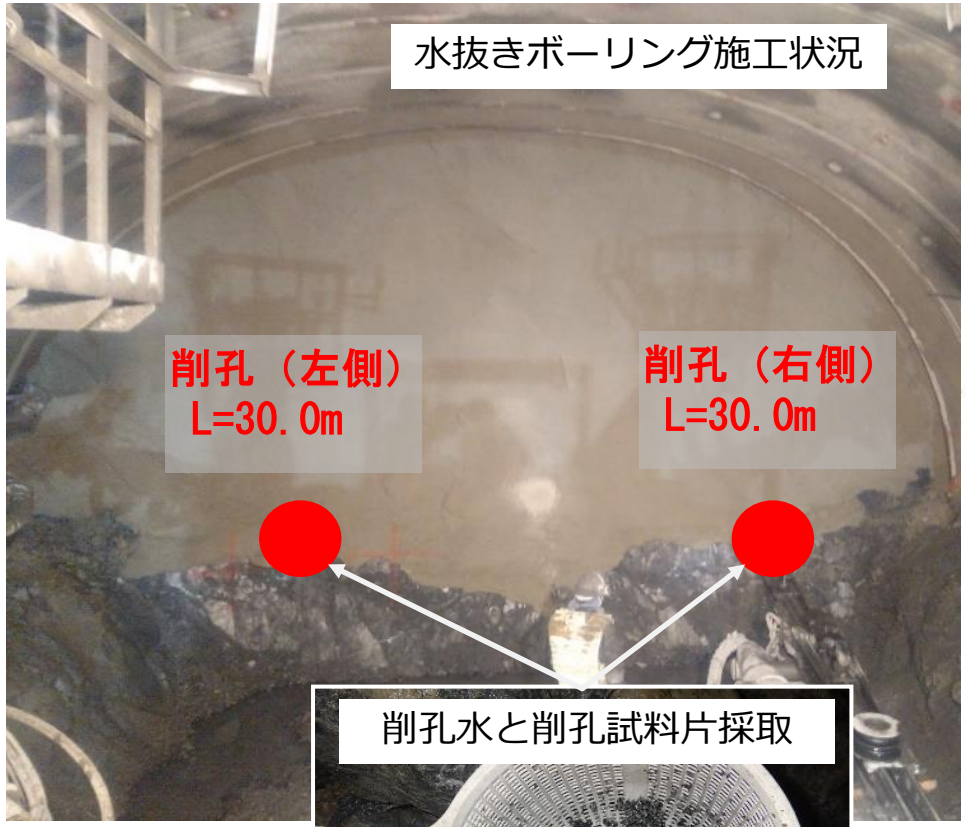
水抜きボーリングによる集中湧水対策：

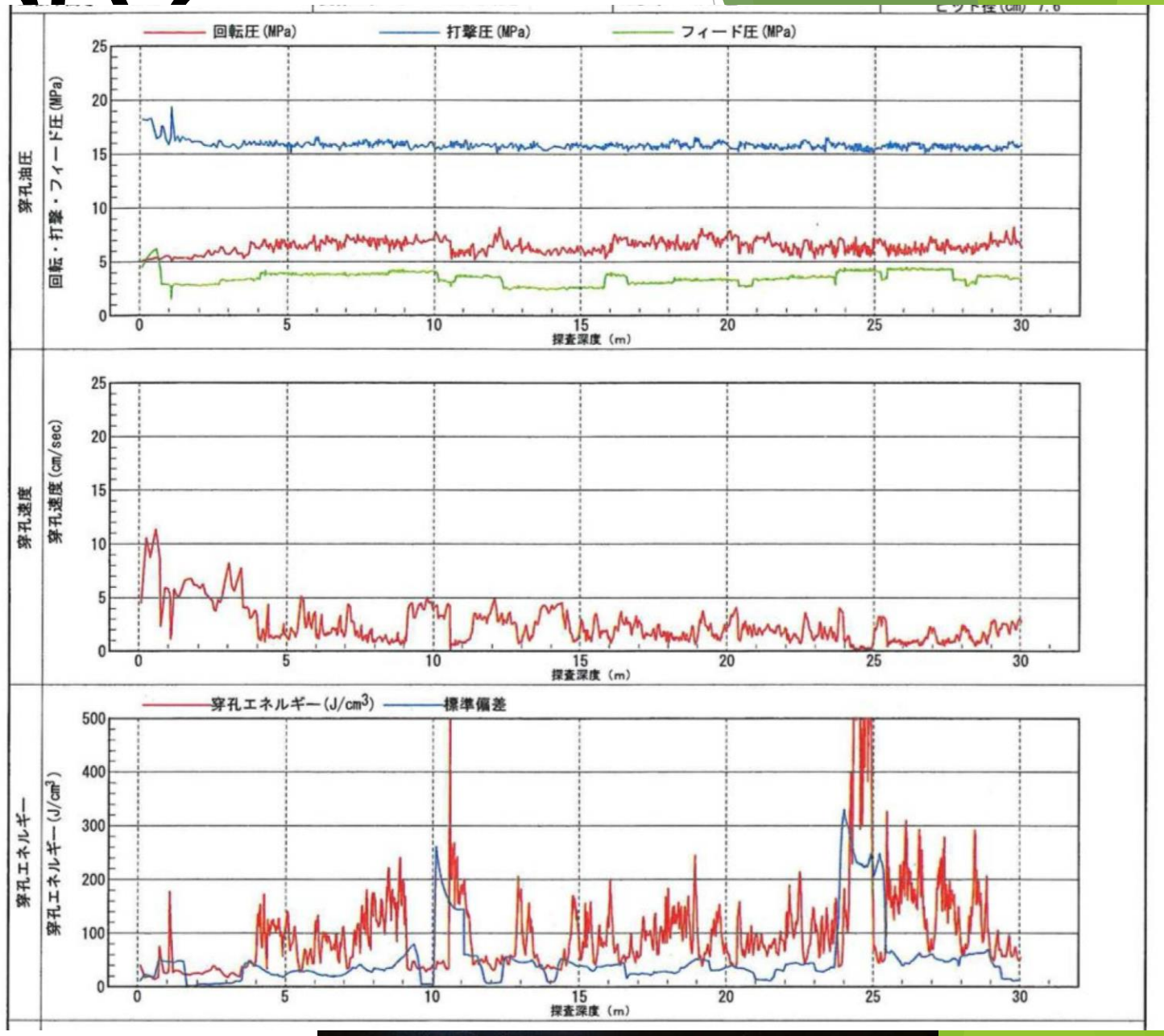




その他の対策工について

前方探査(DRISS)よる互層地山対策





まとめ

・注入式フォアポーリングや鏡ボルトの増設、地山注入、支保工の強化、集中湧水対策など、複数の対策工を組み合わせて実施した結果、地山が安定し、安全に施工を再開し、完遂することができた。

・今回の崩壊は、**自然の力が人間の予測を容易に超えることを改めて示す出来事でもあった。** 地山の急激な性状変化や湧水の増加は、まさに自然災害と同様に、わずかな兆候から一気に危険な状況へと発展する。どれほど技術が進歩しても、自然の前では油断が許されないことを痛感した。

・今後も、地質変化に対する迅速な対応ができるよう、前方探査を含む、さまざまな最新技術の調査手段を積極的に採用するよう発注者に働きかけて行きたいと思います。

自然災害の恐ろしさを常に意識し、事前調査の精度向上させて、安全最優先の施工に努めていきたいと思います。



ご清聴ありがとうございました。