

中央新幹線伊那山地トンネル新設(坂島工区)における 肌落ち災害の発生原因と対策について

令和4年1月30日
東海旅客鉄道株式会社

事象の概要

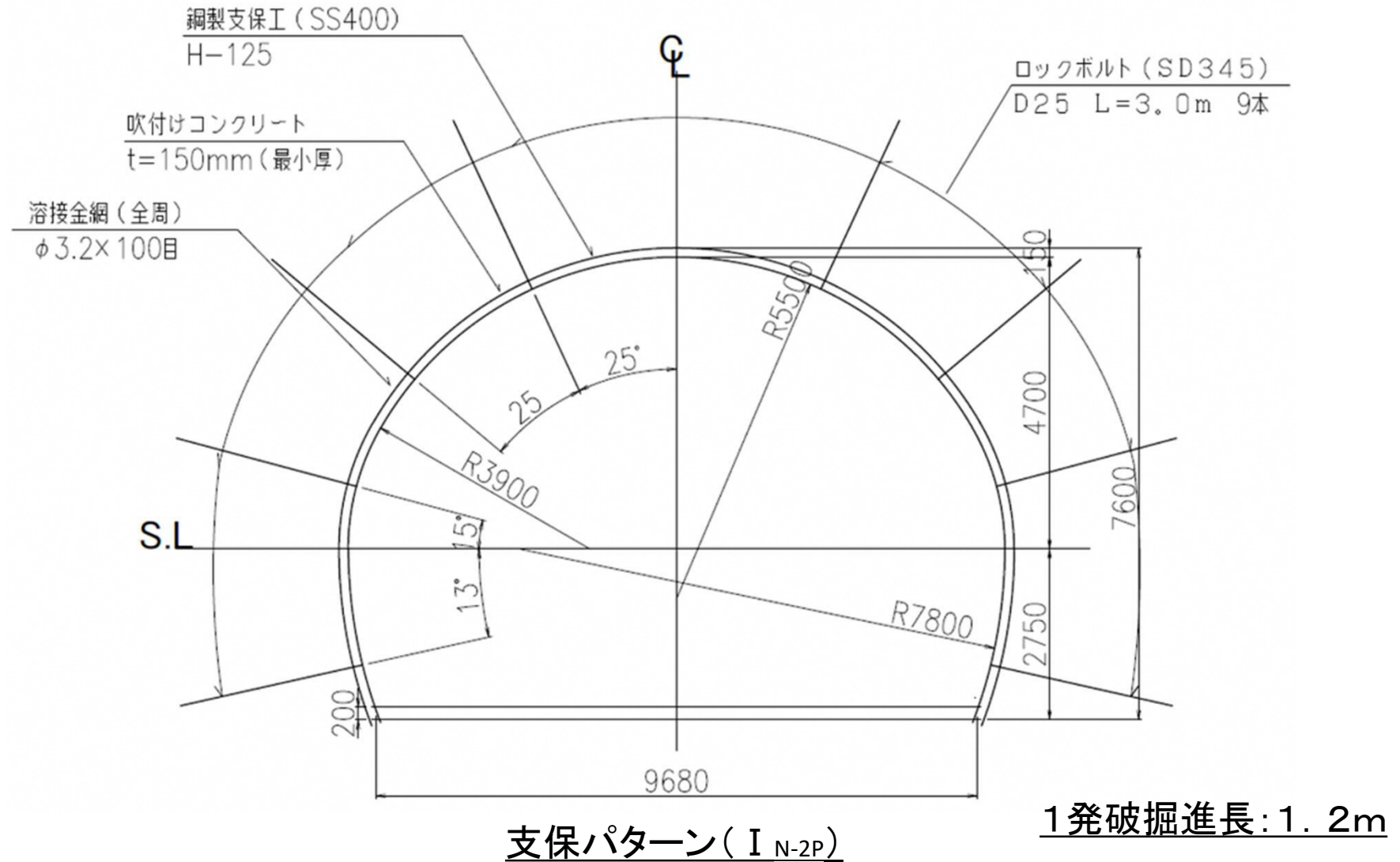
1. 日 時: 令和3年11月8日(月)8:20
2. 場 所: 長野県豊丘村内 中央新幹線伊那山地トンネル新設(坂島工区) 坂島斜坑
3. 事 象: トンネル切羽面における肌落ち
4. 被 害: 作業員1名が軽傷
【受傷者】トンネル作業員(1次下請け)
【程 度】軽症(圧迫による右足ふくらはぎ筋肉の炎症)
5. 工事概要: NATMによるトンネル工事
【延長】本 線: 約5,100m 【断面】本 線: 約100m²
斜 坑: 約1,440m 斜 坑: 約 70m²
6. 発注者: 東海旅客鉄道株式会社
7. 施工業者: 中央新幹線伊那山地トンネル新設(坂島工区)工事共同企業体
(構成員 清水建設株式会社・大日本土木株式会社)



現地写真



当該箇所を支保パターン

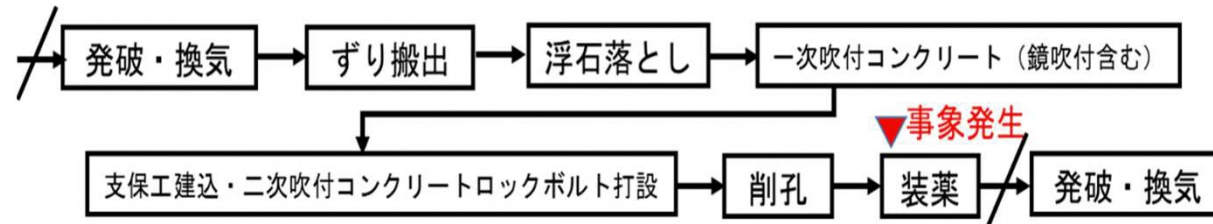


掘削方法: 補助ベンチ付全断面工法

補助工法: 鏡吹付コンクリート (厚さ5cm以上)

肌落ち災害の発生状況

- 掘削は昼夜交代制で、1日当たり昼夜それぞれ2サイクルの計4サイクル実施しており、肌落ち発生時は昼間における1サイクル目の作業



令和3年11月5日(金)

- 21:00 TD196. 4mにて発破
※坑内換気及び残留確認完了。
- 21:10~21:55 ずり出し作業
- 21:55~22:40 浮石落とし
- 22:40~22:45 切羽観察
- 22:45~ 1:30 吹付コンクリート及び鋼製支保工の設置

令和3年11月6日(土)

- 1:30~ 2:30 ロックボルト打設
- 3:00 作業完了

令和3年11月8日(月)

- 7:00 点呼・作業打ち合わせ
- 7:30 準備作業開始
- 7:55~ 8:00 切羽観察
- 8:00~ 8:15 削孔作業
- 8:15 ~ 8:17 切羽観察
- 8:17 装薬作業開始

肌落ち災害の発生状況

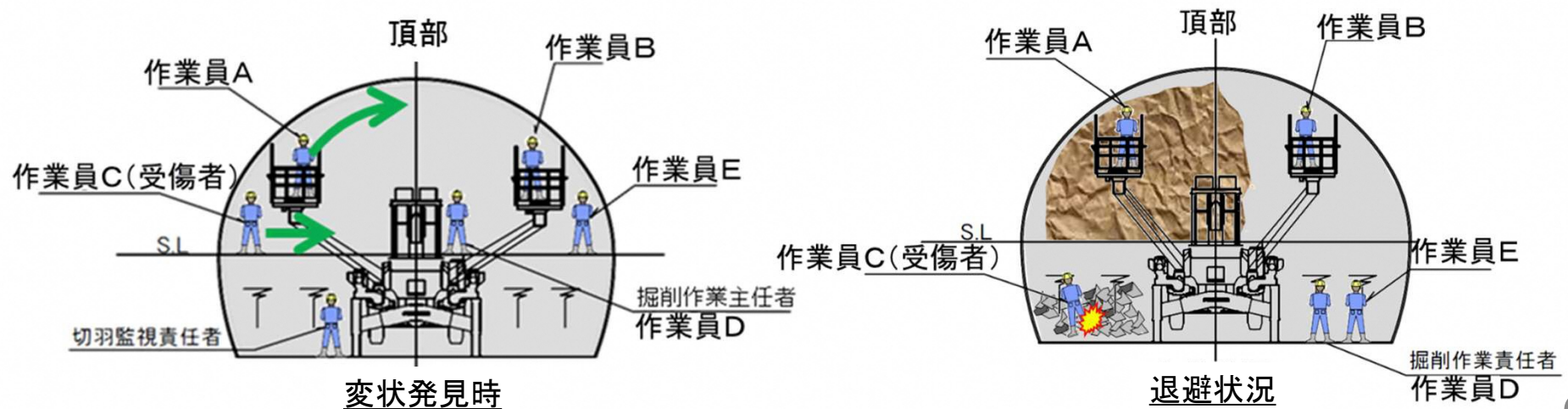
令和3年11月8日(月)

- 8:20ごろ 変状発見

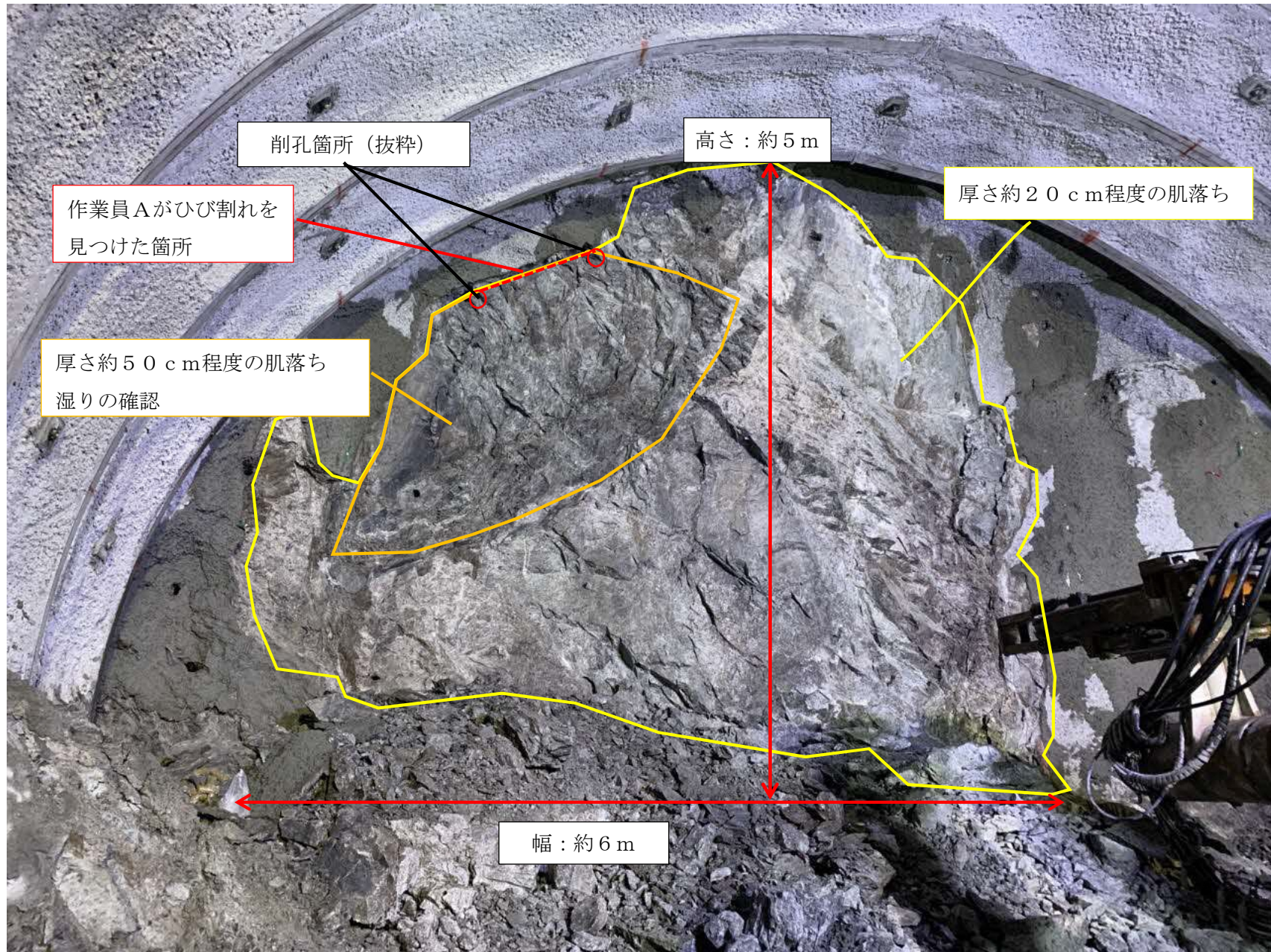
※作業員Aが頂部へ移動する際、鏡面左上において削孔穴を結ぶ形で直線状に入ったひび割れ(幅:約1cm、長さ:約50cm)を発見し、大声で他の作業員へ危険を知らせた。作業員Aがひび割れを発見するのとほぼ同時に切羽監視責任者が小片の落下を確認。切羽の異常を認め大声で作業員に対し退避指示を出した。作業員Aがひび割れを確認してから2~3秒で肌落ちが発生した。なお、ひび割れについては削孔穴を結ぶ形で直線状に入っていたので、削孔後に生じたものと考えられる。

退避

※作業員A及び切羽監視責任者の退避合図を受け、ベンチ上にいた作業員C, D, Eは退避行動を開始。鏡面向かって中央及び右側にいた作業員D, Eは退避を完了した。鏡面向かって左側にいた作業員Cについては、退避行動中に肌落ちした岩片が当たった。



肌落ち後の切羽状況



各作業工程における要因抽出

作業内容	肌落ち災害を防止するための作業手順等	事象に至った要因(推定含む)
発破・換気	・発破後に換気を十分行い、照明をつけた後に作業を開始する。(作業手順書)	—
ずり搬出	—	—
浮石落とし	<ul style="list-style-type: none"> ・ブレーカとバックホウにて浮石落としを実施し、切羽が十分自立しているのを確認する。(作業手順書) ・肌落ちに直結するため、十分に浮石落としを行う必要がある。(ガイドライン第7の2(3)) ・肌落ちにつながらないように浮石落としの作業時間に多くの時間をかけないようにする。(ガイドライン第7の2(3)) ・浮石落としは原則ブレーカ等の建設機械を用いる。(ガイドライン第7の2(3)) 	(肌落ち発生の要因) ・浮石を十分に落とし、鏡面を平滑に仕上げようとしたが、浮石落とし不足により鏡面に凸凹が生じたり、浮石が残った可能性がある。(推定)
吹付コンクリート (鏡吹付含む)	<ul style="list-style-type: none"> ・鏡吹付は必要数量以上のコンクリート吹付を実施。元請職員が現地で使用量を確認する。(作業手順書) ・装薬時、吹付時、支保工建込時、交代時に切羽の観察を行う。(ガイドライン第5の3(1)) ・地山等級Ⅱ以下では50mmの鏡吹付厚さを最低限確保する。(ガイドライン第7の2(1)) 	(肌落ち発生の要因) ・鏡吹付コンクリートの厚さについてはコンクリート総使用量で必要厚さを管理しているが、吹付機のオペレータの目視のみで鏡吹付コンクリートの仕上がりを確認していたため、施工時に一部ムラが生じ、必要な厚さが確保されなかった。(推定)

各作業工程における要因抽出

作業内容	肌落ち災害を防止するための作業手順等	事象に至った要因(推定含む)
支保工建込 ロックボルト打設	<ul style="list-style-type: none"> 切羽監視責任者は、切羽の変状、割れ目の発生の有無、湧水の有無、岩盤の劣化の状態を監視する。(ガイドライン第5の2(2)) 装薬時、吹付け時、支保工建込時、交代時に切羽の観察を行う。(ガイドライン第5の3(1)) 	—
削孔	<ul style="list-style-type: none"> 切羽監視責任者は地上から鏡面の状態を監視する。(作業手順書) 	(肌落ち発生の要因) <ul style="list-style-type: none"> 削孔水の返り状況について、これまではジャンボオペレータのみが把握していた。今回、施工時に削孔水の返りが明らかに少なかったが、特に問題ないと判断した。結果、削孔水が鏡面裏の弱部に回り込み、肌落ちの起点となるすべりを誘発した。(推定)
装薬前の切羽観察	<ul style="list-style-type: none"> 装薬時、吹付け時、支保工建込時、交代時に切羽の観察を行う。(ガイドライン第5の3(1)) 	(肌落ちが労災につながった要因) <ul style="list-style-type: none"> ひび割れが最初に現われたと推定される上半上部について、装薬前の観察が十分に行われていなかった可能性が高い。
装薬	<ul style="list-style-type: none"> 切羽監視責任者は地上から鏡面の状態を監視する。(作業手順書) 切羽監視責任者は、切羽の変状、割れ目の発生の有無、湧水の有無、岩盤の劣化の状態を監視する。(ガイドライン第5の2(2)) 	(肌落ちが労災につながった要因) 装薬作業中の監視において変状の発生状況が切羽監視責任者の立哨位置から見えづらかった。

※ガイドラインでは切羽における作業では照度150ルクス以上が望まれており、確保されていた。

肌落ちが労災につながった原因と対策

原因

削孔後の装薬前における切羽観察や装薬中における上半上部の切羽監視は行っていたものの、それらが十分に出来ていなかった可能性があり、変状の予兆を早期に発見することが出来ず、作業員全員が安全に退避することができなかった。

対策

(1) 装薬作業前の切羽観察強化

- ・削孔後、装薬前に切羽監視責任者を施工基面に配置した上、マンケージ上の作業員4名が切羽観察を実施

(2) 装薬作業中の切羽監視強化

① 上半上部装薬時

- ・上半上部における装薬作業中は切羽監視責任者に加え、ずい道等の掘削等作業主任者を施工基面で切羽監視にあたらせて監視体制を強化

② 上半下部装薬時

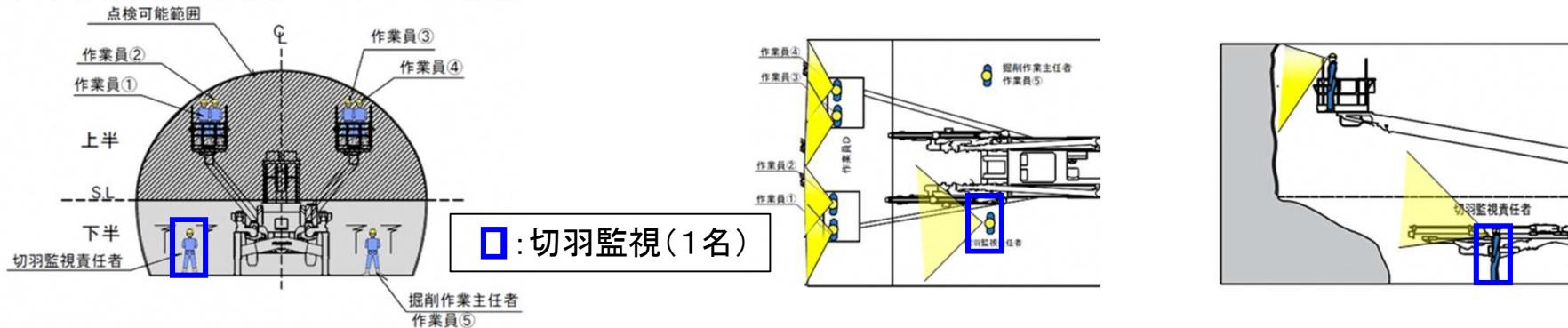
- ・上半下部における装薬作業中は切羽監視責任者に加え、マンケージ上の作業員(2名)を切羽監視にあたらせて監視体制を強化
- ・更なる対策として上半下部装薬時はベンチ上の作業員頭上に防護ネットを展開

(3) 退避手順の周知徹底

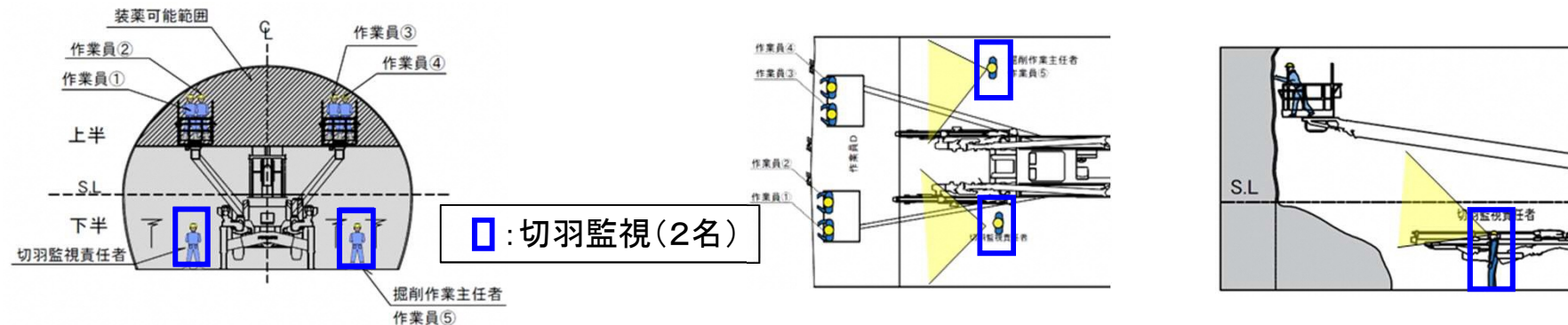
- ・退避合図を作業員全員で決めておき、退避手順の訓練を四半期ごと、定期的実施することにより、有事の際に迅速に動けるよう準備する。

肌落ちが労災につながった原因と対策

(1) 装薬作業前の切羽観察強化



(2) 装薬作業中の切羽監視強化(①上半上部装薬時)



(2) 装薬作業中の切羽監視強化(②上半下部装薬時)

