

建設現場でのリスクアセスメントと対策

-宇治田原トンネル東作業所における取組み-

会社名: 戸田建設株式会社 大阪支店

所属部署名: 土木工事部工事2室

役職名: 工事係員

氏名: 宮野友輔 (27歳)

現場平均年齢: 27.8歳

所長を除く

目次

▶ 工事概要

▶ リスクアセスメントと対策について

「ハード面」での対策（有形要素）

ラウンドアバウト

大型重機への昇降台

プロジェクトマッピング

排気式坑内換気

トンネル地質の前方探査

越境防止監視システム

人検知衝突防止システム

ロックボルト自動打設機械

シールドキャビン付重機

AI切羽評価システム

「ソフト面」での対策（無形要素）

朝礼参加型事業主パトロール

VRによる安全教育

ヒアリポ(戸田建設開発)

作業手順確認会

▶ 参考(心理学、しかけ学的アプローチ)

工事概要

工事名:新名神高速道路 宇治田原トンネル東工事(その1)(その2)

工期:2018年5月-2024年9月(77か月) 工事価格:325億円

工事場所:京都府綴喜郡(つづきぐん)宇治田原町 (京都駅から車で40分程度)

工事内容:トンネル工 上り線:1,162m 下り線:932m 計2,094m

盛土工 310,000³ 橋台 4基(新設2基・新設拡幅2基)

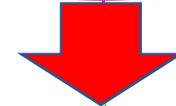
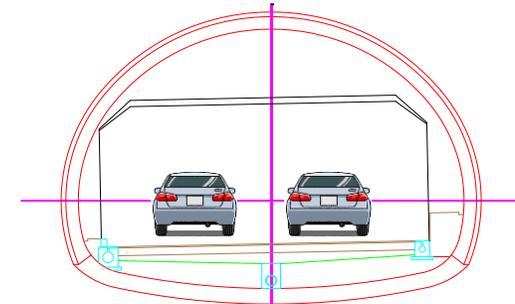
国指定の重要物流道路

新名神高速 城陽JCT~大津JCT (L=25.1km)



2車線

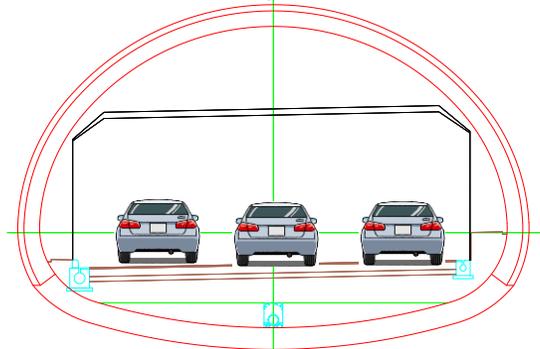
掘削断面積
約100m²



約1.5倍

3車線

掘削断面積
約150m²



工事概要



リスクアセスメントと対策について

【ハード面】での安全対策

ラウンドアバウト



前進走行となるよう、動線を決めた誘導なしでのスムーズな走行
⇒意図しないバック走行を排除

越境防止監視システム



レーザーバリア「面(2D)」で監視
ブーム先端のGPS「位置(3D)」で管理
⇒視覚・聴覚から危険性を抽出

リスクアセスメントと対策について

【ハード面】での安全対策

大型重機への昇降台



安全な昇降のためプラットフォーム作成
※年2000回以上昇降
⇒繰り返す作業のリスクを低減

人検知衝突防止システム



人が危険領域に入ると自動停止
⇒重機と人との接触リスクを低減
⇒繰り返す作業のリスクを低減

リスクアセスメントと対策について

【ハード面】での安全対策

プロジェクトマッピング



上位の対策(今後の展望)



イメージ写真

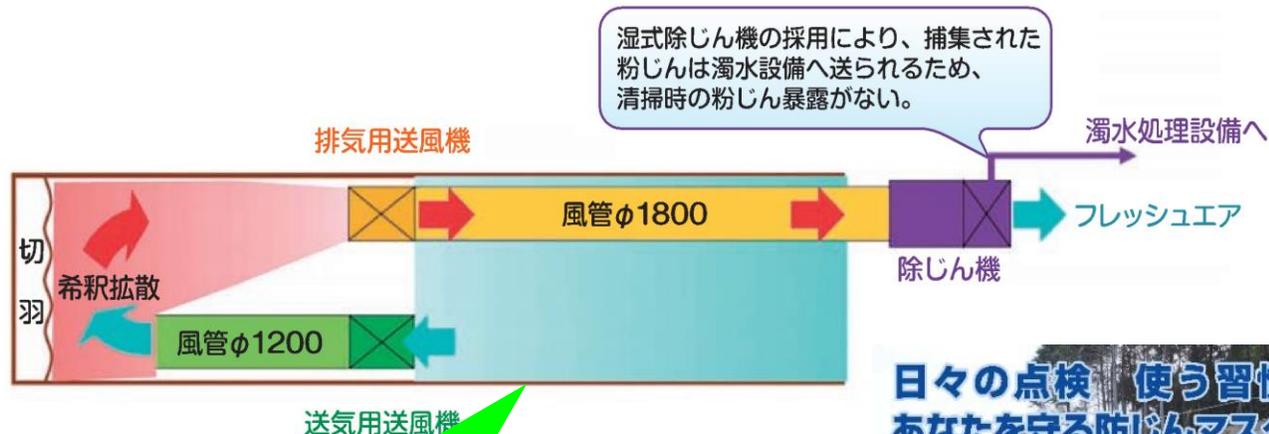
昼夜交代時、切羽映像を現地で引継ぎ
⇒切羽状況を**作業前に把握**し、急所を抽出する
『**無知状態**』で作業をさせない

踏切型ゲートによる
坑内巡回時の接触災害防止

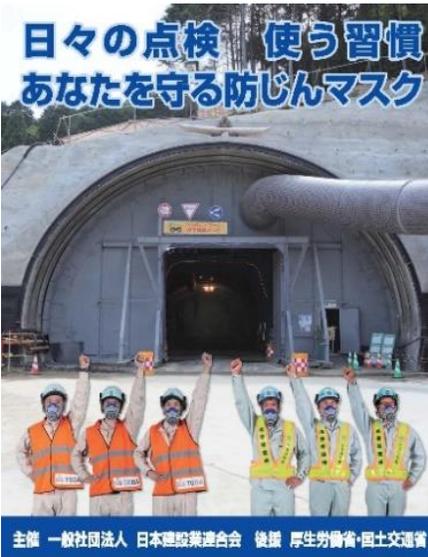
リスクアセスメントと対策について

【ハード面】での安全対策

排気式坑内換気



粉じんや発破のあと
ガスを拡散前に捕集し、排気する



- 必要な設備を台車に集約
⇒ 進捗にあわせ前進。常に**同じ環境**で作業できる
⇒ 常に**同じ配置**のため、作業手順の逸脱を防止する

『現場の工場化』

吹付けコンクリート施工時の粉じん濃度実測値(平均値) 『 $2\text{mg}/\text{m}^3$ 』 ⇒ 『 $1\text{mg}/\text{m}^3$ 以下』に抑制

管理基準値

リスクアセスメントと対策について

【ハード面】での安全対策

シールドキャビン付重機

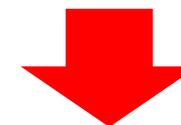


切羽崩落災害の防止①
⇒万が一の落石でも人を守る(FOPS機能)
⇒エアコンで年中快適(熱中症対策etc.)
⇒クリーンなキャビンで粉じんレス

ロックボルト自動打設機械 (ロボルト)



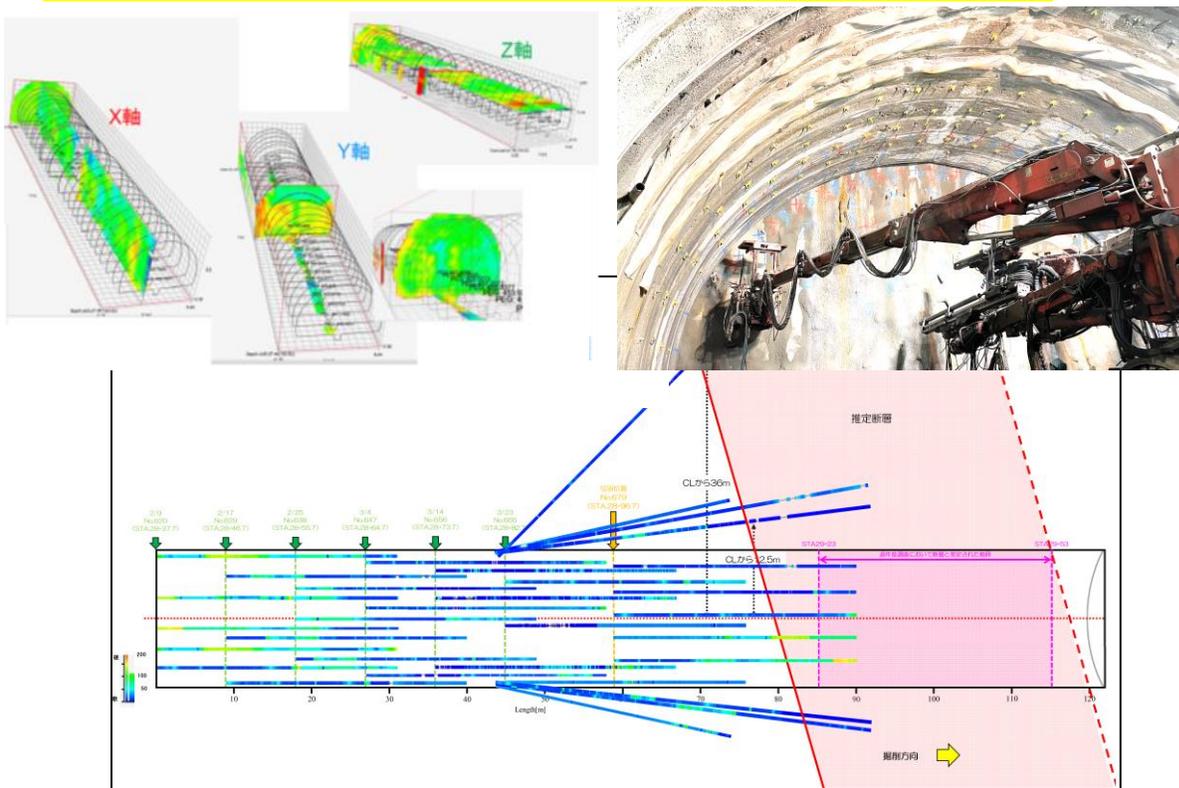
切羽崩落災害の防止②
⇒切羽下に人が入らない
⇒重労働からの解放
『高リスク作業』を手順から排除



リスクアセスメントと対策について

【ハード面】での安全対策

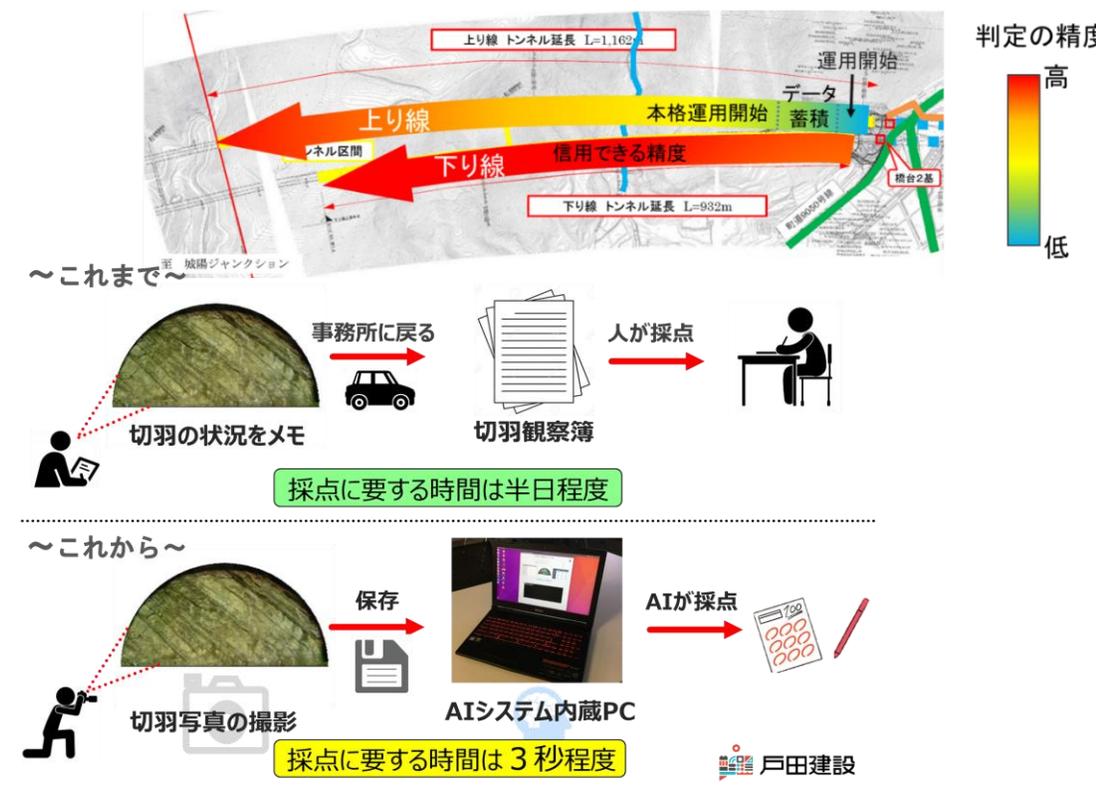
トンネル地質の前方調査



切羽崩落災害の防止③

- ⇒ 前方調査で地質の見える化
- ⇒ 不良箇所への事前補強を実現

AI切羽評価システム



切羽崩落災害の防止④

- ⇒ 切羽をAIが3秒で評価
- ⇒ 評価の均一化(客観的)
- ⇒ 地山露出時間を短縮

リスクアセスメントと対策について

【ソフト面】での安全対策

事業主による朝からパトロール



- 毎月1回以上の朝から社長パトロール
- 社長による作業員の健康状態、技量チェック、作業員の適正を判断
- ランチミーティングで結果を報告

VRによる安全教育



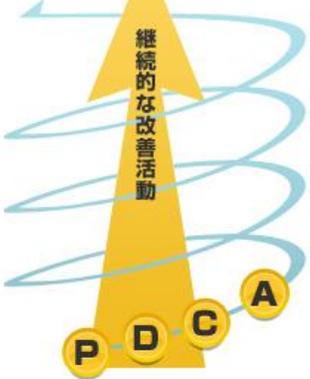
- 足場、高所、トンネル等の危険作業前は、新規入場時にVRを用いて安全教育
⇒ 危険感受性向上
- 繰り返す作業の場合は、定期的に復習

リスクアセスメントと対策について

【ソフト面】での安全対策

作業手順確認会

スパイラルアップ



常に手すりが先行

失敗しても災害に繋がらない！



毎週木曜日開催

- 作業手順書を週一回、作業関係者全員で見直し
- 作業員の意見を吸上げ、スパイラルアップ
- フェールセーフを取り込んだ作業手順を構築

ヒヤリポ(戸田建設開発)

良くあるケースをアイコンに！
報告を省力化、簡易化！

Web上でヒヤリハットを集計し
全社で共有

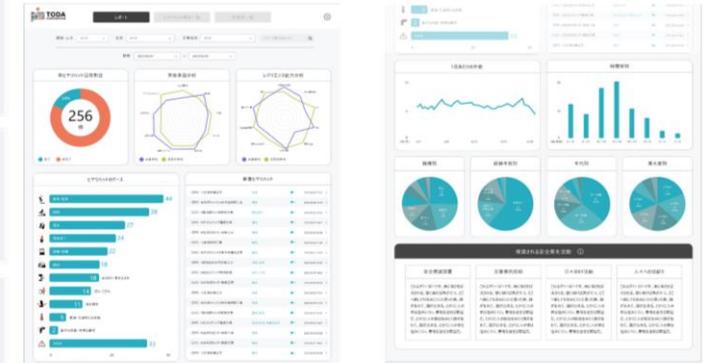


図2 管理画面のイメージ

- ヒヤリしたその場で仲間に発信、クラウドで瞬時に共有
- ビッグデータからヒヤリ傾向を把握

リスクアセスメントと対策について

その他

宇治田原トンネル東工事 架空線等上空施設および地下埋設物に関する取組

①リスクマップの作成 架空線、埋設物に関するリスクマップを作成し、現場に貼付。	②点検表による点検 点検作業計画に基づいて点検を実施。	③要員の配置 点検作業時は監視員を常時配置し、監視を実施。	④明示看板の設置 架空線、埋設物の位置を明示する看板を設置。
⑤簡易圍いの設置 電柱のそばは簡易圍いによる簡易な簡易圍いを設置し、接触防止。	⑥連絡体制の確立 緊急時の連絡体制も定める。	⑦高さ管理 高さ制限のゲートを設置し、高さ超過を防止。	⑧架空線防護カバーの設置 架空線の防護カバーの設置を関係電力に依頼。
⑨架空線下部に明示旗の設置 架空線の下部に明示旗を設置することによる接触防止。	⑩ダンプアップ時にライトによる注意喚起 ダンプアップ時にライトの点滅による注意喚起。	⑪地下埋設物の試験 地下埋設物の試験を実施し、位置を確認。	⑫試験結果に基づいた設計 試験の結果に基づいた設計を実施。
⑬直前チェック表を用いた点検 テーブル作業時、直前チェック表を用いた点検を実施。	⑭作業計画書の周知 作業計画書の周知を実施。	⑮レーザーリアによる結核防止 レーザーリアによる結核防止を実施。	⑯ダンプアップ防止装置 ダンプアップ防止装置の設置を実施。

宇治田原トンネル東工事 熱中症対策の取組

①熱中症予兆に対する安全衛生教育の実施 熱中症予兆に関する安全衛生教育を実施。	②朝礼時に毎日の熱中症指数(WBGT)をアナウンス 朝礼時に熱中症指数(WBGT)をアナウンスし、熱中症対策の取組を指示。	③気象システムによる監視と作業中止意思の設定 気象システムによる監視と作業中止意思の設定を実施。	④熱中症予兆及び発生時の対応の明示 熱中症予兆及び発生時の対応の明示を実施。
⑤冷房を備えた休憩所の提供 冷房を備えた休憩所を提供し、熱中症対策を実施。	⑦冷房付きユニットハウスの設置 冷房付きユニットハウスの設置を実施。	⑧飲料に加えて「飲む水」の配布 飲料に加えて「飲む水」の配布を実施。	⑨飲料に加えて「飲む水」の配布 飲料に加えて「飲む水」の配布を実施。
⑩正しい水分補給方法の明示 正しい水分補給方法の明示を実施。	⑪空調ファン付き作業車の運用 空調ファン付き作業車の運用を実施。	⑫交通通路上にパラソル、スポットクーラー、ハウス 交通通路上にパラソル、スポットクーラー、ハウスを設置。	⑬熱中症予防体験チェックの実施 熱中症予防体験チェックの実施を実施。

宇治田原トンネル東工事 安全に関する取組み (切土工事)

①重機作業足場確保のルール化 重機作業足場確保のルール化を実施。	②法面注意起りの設置(管杭)の設置 法面注意起りの設置(管杭)の設置を実施。	③法面崩れの発生時の対応 法面崩れの発生時の対応を実施。
④重機作業足場確保方法のルール化 重機作業足場確保方法のルール化を実施。	⑤作業員配置の徹底 作業員配置の徹底を実施。	⑥『やることコーン』の設置 『やることコーン』の設置を実施。
⑦シートベルト着用ルールの徹底 シートベルト着用ルールの徹底を実施。	⑧PDP(自動検知装置)の設置 PDP(自動検知装置)の設置を実施。	⑨安全無線 安全無線の運用を実施。

宇治田原トンネル東工事 肌落ち災害防止の取組

①崖下の設置 崖下の設置を実施。	②マンゲルガード マンゲルガードの設置を実施。	③変換工機用みどりガード 変換工機用みどりガードの設置を実施。	④切羽保護員の配置 切羽保護員の配置を実施。
⑤切羽保護の徹底 切羽保護の徹底を実施。	⑥鉄釘付の設置 鉄釘付の設置を実施。	⑦切羽入止の明示 切羽入止の明示を実施。	⑧鉄釘の設置 鉄釘の設置を実施。
⑨補助工法の実施 補助工法の実施を実施。	⑩プロテクターの着用 プロテクターの着用を実施。	⑪検出工の設置 検出工の設置を実施。	⑫夜間作業時の照明 夜間作業時の照明を実施。
⑬夜間作業時の照明 夜間作業時の照明を実施。	⑭夜間作業時の照明 夜間作業時の照明を実施。	⑮夜間作業時の照明 夜間作業時の照明を実施。	⑯夜間作業時の照明 夜間作業時の照明を実施。

宇治田原トンネル東工事 自然災害に対する取組み

①地下水の対策 地下水の対策を実施。	②土質の基礎対策 土質の基礎対策を実施。	③法面補強の対策 法面補強の対策を実施。	④雨水排水の対策 雨水排水の対策を実施。
⑤地下水の長期間における柱状注水防止 地下水の長期間における柱状注水防止を実施。	⑥危険箇所による法面補強 危険箇所による法面補強を実施。	⑦排水の対策 排水の対策を実施。	⑧排水の対策 排水の対策を実施。

宇治田原トンネル東工事 安全に関する創意工夫

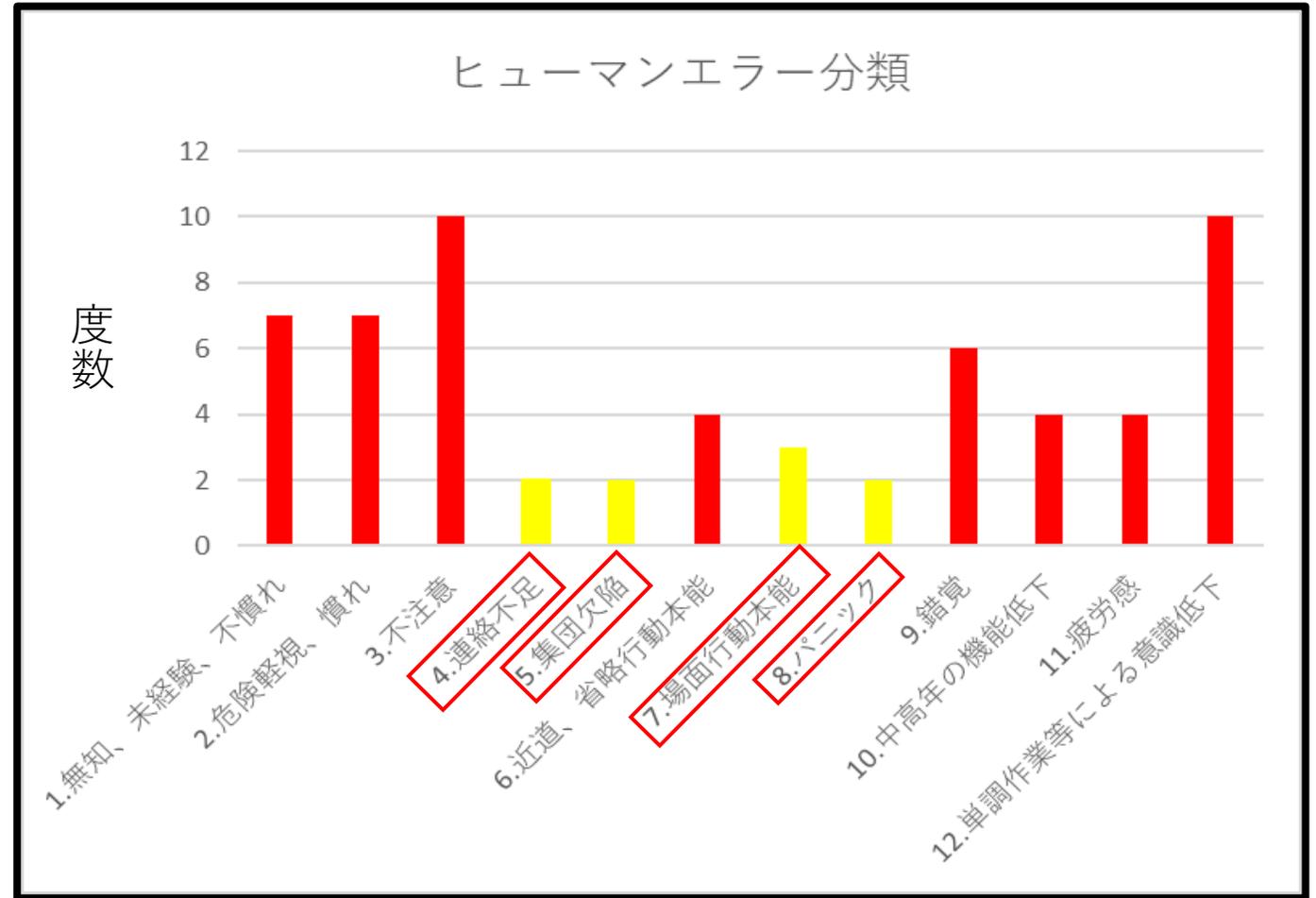
①作業員保護システム 作業員保護システムの導入。	②作業員保護システム 作業員保護システムの導入。	③作業員保護システム 作業員保護システムの導入。	④トンネル内の安全管理 トンネル内の安全管理の実施。
⑤作業員保護システム 作業員保護システムの導入。	⑥作業員保護システム 作業員保護システムの導入。	⑦作業員保護システム 作業員保護システムの導入。	⑧作業員保護システム 作業員保護システムの導入。
⑨作業員保護システム 作業員保護システムの導入。	⑩作業員保護システム 作業員保護システムの導入。	⑪作業員保護システム 作業員保護システムの導入。	⑫作業員保護システム 作業員保護システムの導入。

様々な取り組みを行っています！
 約50万時間無災害労働時間継続中！

参考(心理学、しかけ学的アプローチ)

ヒューマンエラー分類	該当する取り組み番号
1,無知、未経験、不慣れ	①、②、③、④、⑨、⑬、⑯
2,危険軽視、慣れ	③、④、⑤、⑥、⑦、⑮、⑯
3,不注意	④、⑤、⑥、⑦、⑩、⑪、⑫、⑬、⑭、⑱
4,連絡不足	②、③
5,集団欠陥	③、④
6,近道、省略行動本能	④、⑤、⑩、⑪
7,場面行動本能	②、③、④
8,パニック	②、③
9,錯覚	⑩、⑫、⑬、⑯、⑰、⑱
10,中高年の機能低下	⑦、⑧、⑯、⑱
11,疲労感	⑦、⑩、⑪、⑯
12,単調作業等による意識低下	②、③、⑤、⑨、⑩、⑪、⑫、⑬、⑮、⑱

※ :該当項目が3個以下のもの

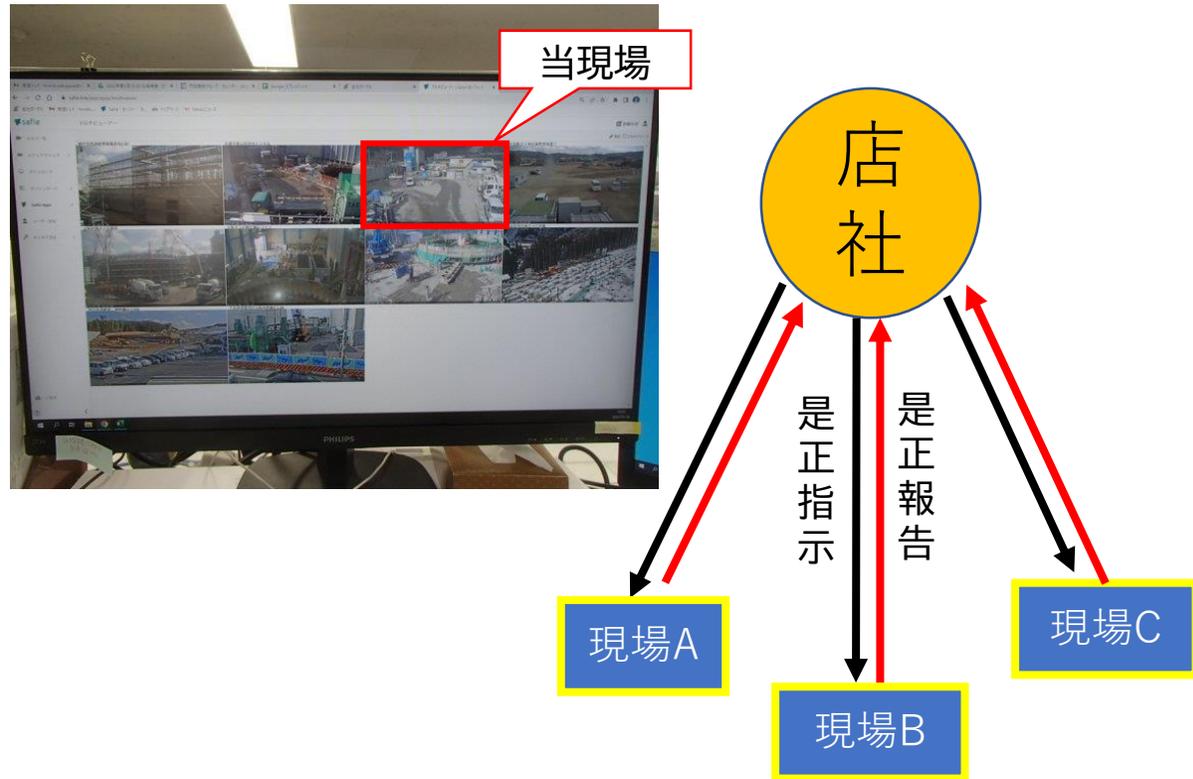


今後の展望

該当する取り組みが少ない分類は物理的対策が困難
災害リスクを低減するための「しかけ学」を模索している

参考(心理学、しかけ学的アプローチ)

家族カメラ(店社による監視)



- 本支店の部署で常に現場を監視
- 「見られている」を意識させる
- ⇒ 危険行動を心理的に抑制

心理学に基づいた安全対策

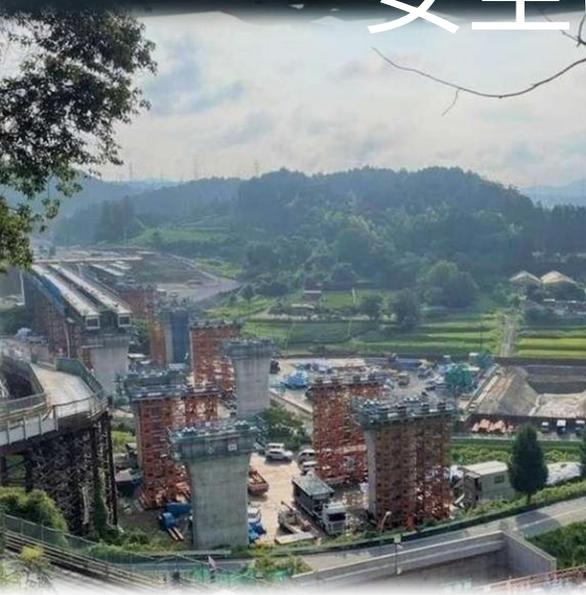
※京都大学協力のもと



- 災害調査データを認知心理学的にアプローチ
- ⇒ 人為的側面から災害発生メカニズムを明らかに
- ⇒ ヒューマンエラー災害に有効な安全対策を考案



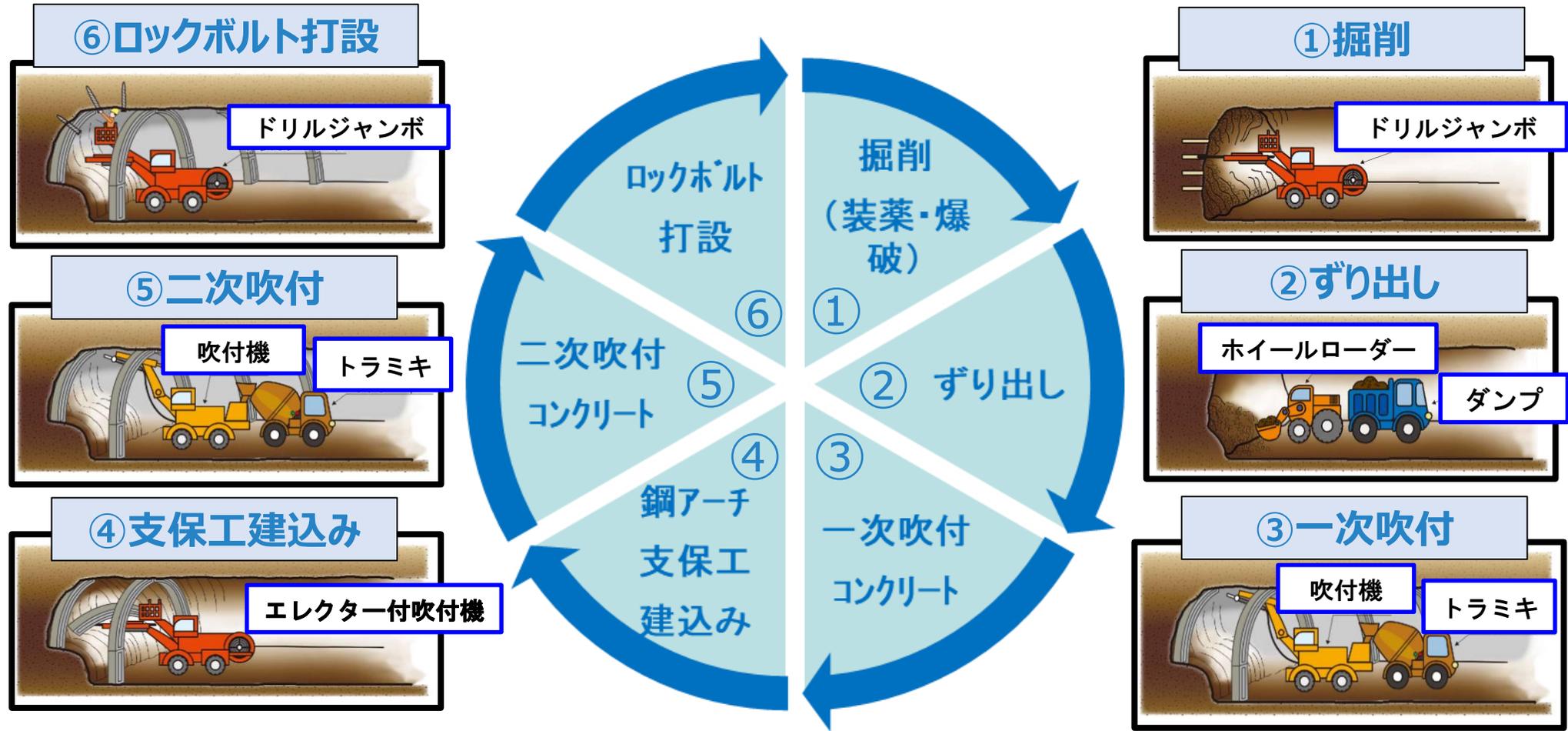
安全は中心的価値 全ての行動の基軸



ご清聴ありがとうございました

山岳トンネルの一般的なサイクル (NATM工法)

ナトム
NATM工法 …New Austrian Tunneling Methodの略称



ロックボルト工の施工手順

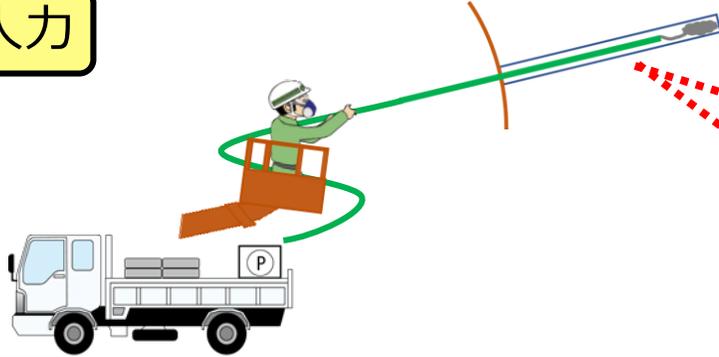
～これまで～

機械



※ドリルジャンボで削孔

人力



人力



切羽下での重作業

～これから～

ロックボルト自動打設機の開発

機械



1.削孔

穴（直径45mm）を掘る

2.注入

ロックボルトを地山に定着させるためモルタルを注入

3.挿入

ロックボルトを押し込む

一連の作業を機械で施工

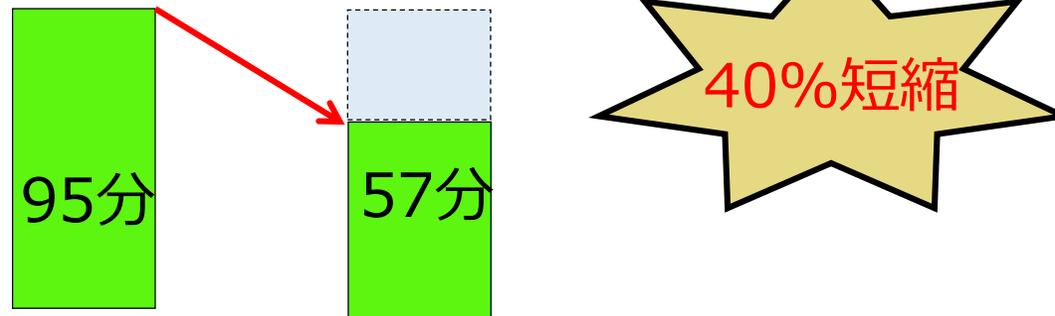
ロックボルト自動打設機で施工した結果

1. 安全性と品質の向上

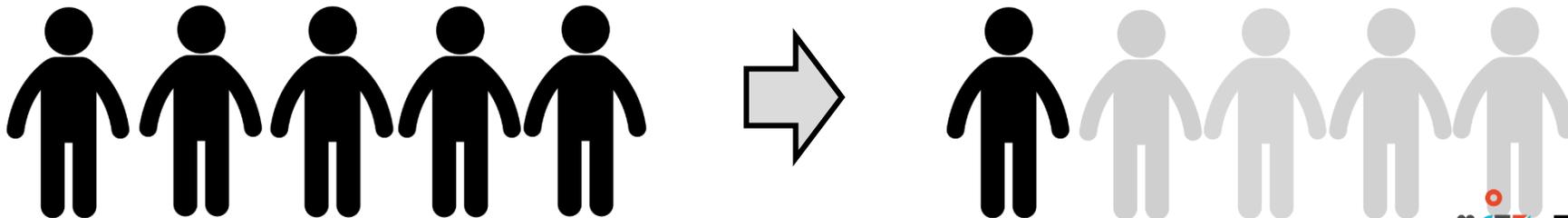


切羽元での作業を完全排除し、重労働からの解放

2. 作業時間 実績



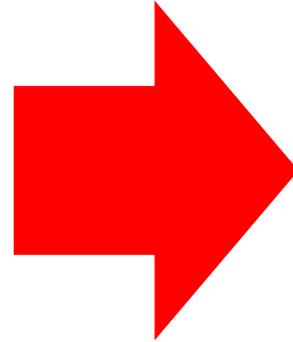
3. 作業員数 実績 5人→1人 80%削減 (マシン1台あたり1人で施工)



液体急結剤

～これまで～

粉体の急結剤を使用



- ・ 粉じんが少ない**液体急結剤**を使用
⇒ **クリアな視界**で**切羽監視**に有利



多者無線

重機OPと手元作業員が**無線連絡**を取り合い接触災害を防止
トンネル工は**骨伝導無線**を使用し**マスクと併用可能**



宇治田原トンネル東工事 ヒューマンエラー対策に関する取組み①

①ヒヤリポでの事例周知

良くあるケースをアイコンに！
報告を省力化、簡易化！



図7 管理画面のイメージ

HE分類: 1

②朝礼、屋礼での事故事例周知、演技

身振り、手振りで災害事例を説明、周知！



HE分類: 1, 4, 7, 8, 12

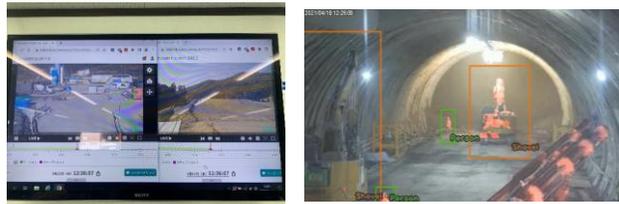
③事故事例対策を取り込んだ作業手順書

- 作業手順書を週一回、作業関係者全員で見直し
- 作業員の意見を吸上げ、スパイラルアップ
- フェールセーフを作業手順に取り込む工夫



HE分類: 1, 2, 4, 5, 7, 8, 12

④webカメラでの作業サイクルの確認



トンネル・明かりでwebカメラで作業状況を確認
⇒不安全行動・ヒヤリハットを見逃さない

HE分類: 1, 2, 3, 5, 6, 7

⑤ラウンドアバウト

前進走行となるような動線
⇒誘導なしでもスムーズな走行
⇒意図しないバック走行を排除

右回りに通行(時計回り)



HE分類: 2, 3, 6, 12

⑥やることコーンの実施

点検事項4パターン



重機稼働前に4つの点検項目を認識
重機死角に人・物がないかチェック

HE分類: 2, 3

⑦大型重機昇降設備

大型重機昇降時の転倒・転落災害の防止
⇒安全な昇降のためプラットフォーム作成
※年2000回以上昇降



HE分類: 2, 3, 10, 11

⑧熱中症対策設備や水分の提供

水分(経口補水液やドリンク)、塩分(塩飴等)、氷嚢や濡れタオル等の配布
他にも休憩中にスिकाも配布！

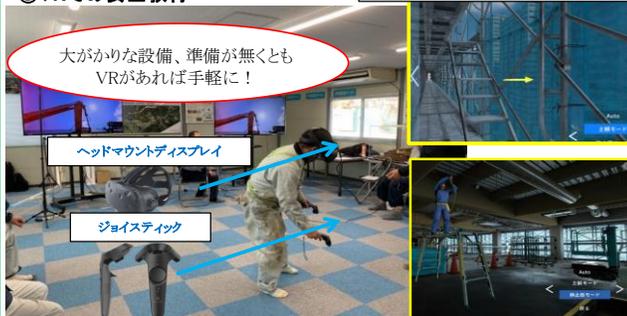


HE分類: 10

⑨VRでの安全教育

様々なシチュエーションで体験教育

大がかりな設備、準備が無くともVRがあれば手軽に！



HE分類: 1, 12

宇治田原トンネル東工事 ヒューマンエラー対策に関する取組み②

⑩ ダンプアップ走行防止用門構

坑内は分かりやすくライトを使用して設置



HE分類: 3、6、12

⑪ 重ダンプ用ダンプアップ走行禁止機械

ダンプアップ中は
走向できないよう
車両を設定し運用

ダンプアップ中は運転席で
パトライトも点灯!



HE分類: 3、6、12

⑫ 重機用人感接近警報システム



HE分類: 3、9、12

⑬ 既存構造物接触防止ポール

操縦者も監視人も合図者も分
かりやすく!



HE分類: 1、3、9、12

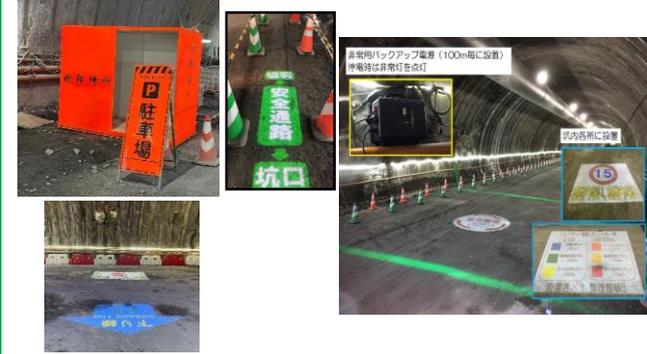
⑭ ワイヤールール先行転落防止柵

先行して転落防止柵を設置し、盛土施工を可能に!



HE分類: 3

⑮ 坑内注意喚起投影ライト、高輝度塗料の使用



HE分類: 2、12

⑯ ロックボルト自動打設機

作業員が切羽下に居なくても打設可能!



HE分類: 1、2、10、11

⑰ 転圧システムによる転圧範囲の見える化



HE分類: 9

⑱ 越境防止監視システム(レーザーバリア、ブーム先端GPS)



HE分類: 3、9、12