

基発 0326 第 2 号
令和 6 年 3 月 26 日

一般社団法人全国建設業協会会長 殿

厚生労働省労働基準局長



山岳トンネル工事の切羽における肌落ち災害防止対策に係るガイドラインの改正
について

山岳トンネル工事においては、地山を掘削してトンネルを築造するため、掘削面から岩石が落下して労働者に激突する肌落ち災害が見受けられることから、平成 28 年 12 月 26 日付け基発 1226 第 1 号により「山岳トンネル工事の切羽における肌落ち災害防止対策に係るガイドライン」を策定したところですが（最終改正平成 30 年 1 月 18 日）、その後の肌落ち災害の発生状況を踏まえ、当該ガイドラインを別添のとおり改正したので、傘下会員に対して周知啓発を行うとともにその定着を図り、本ガイドラインに基づく肌落ち災害防止対策の実施にお取り組みいただきますようお願いいたします。

山岳トンネル工事の切羽における肌落ち災害防止対策に係るガイドライン、新旧対照表

別添

改正案	現行
<p>平成 28 年 12 月 26 日 改正 平成 30 年 1 月 18 日 改正 令和 6 年 3 月 26 日</p> <p>山岳トンネル工事の切羽における肌落ち災害防止対策に係るガイドライン</p> <p>第1 目的 本ガイドラインは、労働安全衛生関係法令と相まって、切羽における肌落ち災害防止対策を適切に実施することにより、山岳トンネル工事の切羽における労働災害の防止を図ることを目的とする。</p> <p>第2 適用対象 本ガイドラインは、山岳トンネル工事の切羽における作業に適用する。 なお、TBM 工法及び矢板工法については、<u>本ガイドラインのうち適用可能な項目について適切な肌落ち防止計画を定め、肌落ち災害防止に努めること。</u></p> <p>第3 用語の定義 本ガイドラインで使用する主要な用語の定義は、労働安全衛生関係法令において規定されているもののほか、次による。</p> <p>1 切羽</p>	<p>平成 28 年 12 月 26 日 改正 平成 30 年 1 月 18 日</p> <p>山岳トンネル工事の切羽における肌落ち災害防止対策に係るガイドライン</p> <p>第1 目的 本ガイドラインは、労働安全衛生関係法令と相まって、切羽における肌落ち災害防止対策を適切に実施することにより、山岳トンネル工事の切羽における労働災害の防止を図ることを目的とする。</p> <p>第2 適用対象 本ガイドラインは、山岳トンネル工事の切羽における作業に適用する。</p> <p>第3 用語の定義 本ガイドラインで使用する主要な用語の定義は、労働安全衛生関係法令において規定されているもののほか、次による。</p> <p>1 切羽</p>

山岳トンネル工事現場におけるトンネルの掘削の最先端をいい、地山が露出している領域全体をいう。

2 肌落ち

トンネルを掘削した面から岩石等が落下することをいう。

3 山岳トンネル工事

掘削から支保工の構築完了までの間、切羽付近の地山が自立することを前提として、発破、機械又は人力により掘削し、支保工を構築することにより、内部空間を保ちながらトンネルを建設する工事をいう。

4 地山

掘削対象となる自然地盤及び改良された地盤をいう。

5 地山等級

岩種、割目の状態、地山の弾性波速度等を因子として決定される地山の分類をいう。

発注者が鉄道事業者の場合、鉄道トンネルでは V～I、特 S・特 L の地山等級が用いられ、V に近い等級であるほど自立性の高い安定した地山であることを示す。また、発注者が道路事業者の場合、道路トンネルでは A～E の地山等級が用いられ、A に近い等級であるほど自立性の高い安定した地山であることを示す。

なお、「地山等級が上がる」とは、地山の状態がより自立性が高く安定した状態になることをいい、「地山等級が下がる」とは、地山の状態が不安定になることをいう。

6 鏡

切羽において、掘削の進行方向に対して垂直である面をいう。

7 浮石

切羽において、地山から剥落しそうな岩石をいう。

山岳トンネル工事現場におけるトンネルの掘削の最先端をいい、地山が露出している領域全体をいう。

2 肌落ち

トンネルを掘削した面から岩石等が落下することをいう。

3 山岳トンネル工事

掘削から支保工の構築完了までの間、切羽付近の地山が自立することを前提として、発破、機械または人力により掘削し、支保工を構築することにより、内部空間を保ちながらトンネルを建設する工事をいう。

4 地山

掘削対象となる自然地盤及び改良された地盤をいう。

5 地山等級

岩種、割目の状態、地山の弾性波速度等を因子として決定される地山の分類をいう。

なお、発注者が鉄道事業者の場合、鉄道トンネルでは I～V の地山等級が用いられ、この数字が大きいくほど自立性の高い安定した地山であることを示す。また、発注者が道路事業者の場合、道路トンネルでは B～E の地山等級が用いられ、B に近い等級であるほど自立性の高い安定した地山であることを示す。

6 鏡

切羽において、掘削の進行方向に対して垂直である面をいう。

7 浮石

切羽において、地山から剥離した岩石をいう。

8 吹付け

切羽に対し、コンクリートを吹き付けることをいう。また、吹付け専用
用に配合されたコンクリートを吹付けコンクリートという。

9 装薬

穿孔した孔に爆薬、電気雷管等を設置する作業をいう。

10 鋼製支保工

アーチ形状等をした鋼材で、トンネルを支える骨格となるものをい
う。

11 ロックボルト

トンネル掘削面から地山内部に放射状に穿孔された孔に挿入された
鋼棒をいう。吹付けコンクリートと一体となってトンネルを支える。

12 発破

装薬した火薬類を爆発させ、地山を破砕することをいう。

13 切羽監視責任者

事業者の選任を受け、切羽の状態を監視し、退避の要否について判断
し、労働災害の急迫した危険があるときは直ちに作業を中止させ、労働
者を安全な場所に退避させる者をいう。

14 支保パターン

地山等級に応じて支保部材（吹付けコンクリート、ロックボルト、鋼
製支保工等）を適宜選定し、これらを組み合わせ、パターン化したもの
をいう。鉄道トンネルではIV_{NP}、III_{NP}、II_{NP}、I_{NP-2P}、I_{NP-1P}、I_{SP}・I_{LP}等が標
準的に用いられており、I_{SP}又はI_{LP}に近いほど支保部材が重厚になる。
また、道路トンネルではB、CI、CII-a、CII-b、DI-a、DI-b、DII、DIII
等が標準的に用いられており、DII又はDIIIに近いほど支保部材が重厚
になる。地山等級と支保パターンは対応しており、「支保パターンがI_{NP}

8 吹付け

切羽に対し、コンクリートを吹き付けることをいう。また、吹付け専
用に配合されたコンクリートを吹付けコンクリートという。

9 装薬

穿孔した孔に火薬、電気雷管等を設置する作業をいう。

10 鋼製支保工

アーチ形状等をした鋼材で、トンネルを支える骨格となるものをい
う。

11 ロックボルト

トンネル掘削面から地山内部に放射状に穿孔された孔に挿入された
鋼棒をいう。吹付けコンクリートと一体となってトンネルを支える。

12 発破

装薬した火薬を爆発させ、地山を破砕することをいう。

13 切羽監視責任者

事業者の選任を受け、切羽の状態を監視し、退避の要否について判断
し、労働災害の急迫した危険があるときは直ちに作業を中止させ、労働
者を安全な場所に退避させる者。

2P 又はCII-b以上」といった場合、鉄道トンネルではIV_{NP}、III_{NP}、II_{NP}、I_{N-2P}を指し、道路トンネルではB、CI、CII-a、CII-bを指すものであり、地山等級は上がり、支保構造が軽減されることをいう。また、「支保パターン」がI_{N-1P}又はDI-a以下」といった場合、地山等級は下がり、支保構造が増強されることをいう。

15 緩和区間

地山等級が急激に上がる箇所において、地山等級に応じ支保構造を急激に軽減せず、地山等級が上がった後の一定区間（概ねトンネル直径の2倍程度の区間）において支保構造を段階的に軽減する区間をいう。

支保構造を急激に変更した場合、トンネル縦断方向の支保構造が力学的に不連続となりトンネル管理上不具合が生じる可能性があることから、緩和区間を設ける場合がある（例えば、支保パターンDI-b（又はI_{N-1P}）から支保パターンCI（又はII_{NP}）に変更する場合において、支保パターンDI-b（又はI_{N-1P}）と支保パターンCI（又はII_{NP}）との間に支保パターンCII-b（又はI_{N-2P}）の区間を設ける。）。

なお、地山等級が大きく下がる（地山が急に脆弱になる）場合には、支保構造を速やかに重厚にしないと地山の変形を加速させてしまうおそれがあるため、必ずしも同様の区間は必要ない。

16 加背割

補助ベンチ付き全断面工法、ベンチカット工法、中壁分割工法等の掘削断面を分割して掘削する場合における断面分割法をいう。

17 補助工法

トンネル掘削作業における施工の安全確保等の観点から、通常の支保工、加背割等の工夫のみでは対処することが困難等の場合における追加的に用いられる対策手段をいう。

第4 事業者等の責務

山岳トンネル工事を行う事業者は、労働安全衛生関係法令を遵守するとともに、本ガイドラインに基づき切羽における肌落ち災害防止対策を講ずることにより、山岳トンネル工事の切羽における労働災害の防止に努めるものとする。また、発注者においては、施工方法、工期等について、安全で衛生的な作業の遂行を損なうおそれのある条件を付さないように配慮することをはじめ、労働安全衛生関係法令を遵守するとともに、本ガイドライン等に基づき、事業者において的確な労働災害防止措置が講じられるよう、適切な設計図書の作成、必要な安全衛生経費の確保（装束作業、支保工建込作業、ロックボルト打設作業等の自動化・遠隔化技術、最新のデジタル技術の導入支援等を含む。）等、的確に対応するものとする。

山岳トンネル工事に従事する労働者は、労働安全衛生関係法令に定める労働者が守るべき事項を遵守するとともに、事業者が本ガイドラインに基づいて行う措置に協力することにより、山岳トンネル工事の切羽における労働災害の防止に努めるものとする。

第5 発注者等が講ずべき措置

1 設計段階

発注者及び設計者において次の事項を実施すること。

(1) 設計段階においては、現地踏査、物理探査、ボーリング等に基づき地山の地形・地質調査を行い、この結果に基づき適切な支保パターンを選定すること。

(2) 地山の地形・地質調査の結果、掘削時において以下のア～ウのいずれかの事項が発生することが予測される場合には、原則として鏡吹付

第4 事業者等の責務

山岳トンネル工事を行う事業者は、労働安全衛生関係法令を遵守するとともに、本ガイドラインに基づき切羽における肌落ち災害防止対策を講ずることにより、山岳トンネル工事の切羽における労働災害の防止に努めるものとする。

山岳トンネル工事に従事する労働者は、労働安全衛生関係法令に定める労働者が守るべき事項を遵守するとともに、事業者が本ガイドラインに基づいて行う措置に協力することにより、山岳トンネル工事の切羽における労働災害の防止に努めるものとする。

けを実施する必要があること。したがって、切羽の自立が悪い場合に適用される支保パターン I_{N-IP} 又は $DI-a$ 以下では原則として鏡吹付けを実施することについて設計図書に記載すること。また、支保パターン I_{N-2P} 又は $CII-b$ 以上の場合であっても、以下のア～ウのいずれかの事項が発生することが懸念される場合には鏡吹付けの実施について検討する必要があることについて設計図書に記載すること。

ア 鏡面から岩塊が抜け落ちる

イ 鏡面の押出しを生じる

ウ 鏡面は自立せず崩れあるいは流出

2. 施工段階

発注者において次の事項を実施すること。

(1) 設計基準等に応じて施工機械の適用性も考慮した掘削工法を検討すること。なお、標準的な施工機械を定めている場合にはこの限りではない。

(2) 現場で出現した地山の状況に応じ、施工者が支保パターン及び補助工法を適切に選定（設計変更）できるように、施工者の求めに応じて迅速に施工者と協議し、緩和区間の必要性も含め、遅滞なく施工への対応を施工者に指示すること。

(3) 鏡吹付けは切羽における肌落ち災害防止対策の上で極めて重要なものであり、切羽の自立が悪い場合に適用される支保パターン I_{N-IP} 又は $DI-a$ 以下の場合には原則として鏡吹付けの実施を施工者に指示すること。また、切羽の調査の結果（第6の3（1））、1（2）ア～ウのいずれかの事項が発生することが予測される場合には、支保パターン I_{N-2P} 又は $CII-b$ 以上であっても鏡吹付けの実施について施工者と協議し原則として鏡吹付けの実施を施工者に指示すること。

第6 事業者が講ずべき措置

1 切羽の立入禁止措置

事業者は、肌落ちによる労働災害を防止するため、切羽への労働者の立入りを原則として禁止し、真に必要な場合のみ立ち入らせるようにすること。また、鏡吹付け又は一次吹付け未施工区間の素掘り面直下の立入りは厳に慎むこと。

また、切羽の原則立入禁止措置のほか、切羽（天端）からの45度の範囲（図1の斜線部分）を労働者が立ち入る場合に特段の配慮を必要とする範囲とし、この範囲については可能な限り立入りを避け、同範囲内への関係者以外の立入禁止措置（同範囲を明示することを含む。）を講じること。なお、切羽や特段の配慮を必要とする範囲にやむを得ず立ち入る場合には、切羽監視責任者の監視のもと、立ち入る者にはバックブロークターを着用させること等を行うこと。

これらの措置を実効性のあるものとするため、切羽における作業はできる限り機械等で行うようにし、既に一般化している浮石落しの機械化や機械掘削の採用にとどまらず、最新のデジタル技術等も活用し、例えば、装薬作業の遠隔化、支保工建込み作業、ロックボルト打設作業、コンクリート吹付作業等の遠隔化・自動化、各種センサーを活用した監視・検知等の取組を積極的に進めること。

第5 事業者が講ずることが望ましい事項

1 切羽の立入禁止措置

事業者は、肌落ちによる労働災害を防止するため、切羽への労働者の立入りを原則として禁止し、真に必要な場合のみ立ち入らせるようにすること。また、この措置を実効性のあるものとするため、切羽における作業はできる限り機械等で行うようにし、既に一般化している浮石落しの機械化や機械掘削の採用にとどまらず、例えば、装薬作業の遠隔化、支保工建込み作業等の完全な機械化等を積極的に進めること。

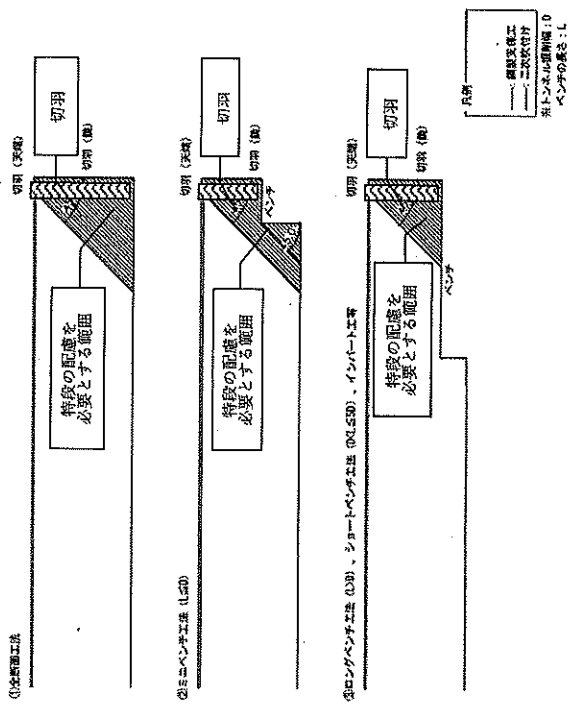


図1 労働者が立ち入る場合に特段の配慮を必要とする範囲
(図の斜線部分をいう。)

2 肌落ち防止計画の作成

事業者は、山岳トンネル工事を行う場合は、(1)により事前調査を行うとともに、(2)及び(3)により切羽における肌落ち防止計画等を作成し、関係労働者に周知すること。なお、膨張性地山においては、切羽の押し出しがあることを踏まえ肌落ち防止計画を作成する必要があること。

(1) 地山の事前調査

山岳トンネルの掘削を行う作業箇所やその周辺の地山等に関する次の事項について、地表面の現地踏査、ボーリング、弾性波探査等の方法により調査を行い、これらの状態を把握すること。

ア 岩種

2 肌落ち防止計画の作成

事業者は、山岳トンネル工事を行う場合は、(1)により事前調査を行うとともに、(2)及び(3)により切羽における肌落ち防止計画等を作成し、関係労働者に周知すること。なお、膨張性地山においては、切羽押し出しがあることを踏まえ防止計画を作成する必要があること。

(1) 地山の事前調査

山岳トンネルの掘削を行う作業箇所やその周辺の地山等に関する次の事項について、地表面の現地踏査、ボーリング、弾性波探査等の方法により調査を行い、これらの状態を把握すること。

ア 岩種

- イ 地山の状態（岩質、水による影響、不連続面の間隔等）
- ウ ボーリングコアの状態
- エ 弾性波速度
- オ 地山強度比
- カ 可燃性ガス、有害ガス等の有無及び状態

(2) 肌落ち防止計画

以下の事項を含む肌落ち防止計画を作成すること。

ア 肌落ち災害防止対策

- (1) の地山の事前調査結果に適応した肌落ち災害防止対策（第7及び第8）に基づき必要な措置を明記すること。

イ 切羽の立入禁止措置、特段の配慮を必要とする範囲及び同範囲内における措置（第6の1）

切羽への労働者の立入りの原則禁止、第6の1に示す特段の配慮を必要とする範囲及び同範囲内における措置を明記すること。

ウ 切羽の監視

切羽監視責任者による監視項目、監視方法等を明記すること。なお、監視項目は肌落ちの予兆を感知できるような項目を定めるものとするが、少なくとも次の事項を含むこと。

- (ア) 切羽の変状
- (イ) 割目の発生の有無
- (ウ) 湧水の有無
- (エ) 岩盤の劣化の状態

また、監視方法については、切羽で作業が行われる間、切羽を常時監視することを含むこと。なお、常時監視の方法については、監視装置、各種センサー等のデジタル技術を活用して差し支えない

イ 地山の状態（岩質、水による影響、不連続面の間隔等）

- ウ ボーリングコアの状態
- エ 弾性波速度
- オ 地山強度比
- カ 可燃性ガス、有害ガス等の有無及び状態

(2) 肌落ち防止計画

以下の事項を含む肌落ち防止計画を作成すること。

ア 肌落ち防止対策

- (1) の地山の事前調査結果に適応した肌落ち防止対策（第6及び第7）を参考にすること。

イ 切羽の監視

切羽監視責任者による監視項目、監視方法等。なお、監視項目は肌落ちの予兆を感知できるような項目を定めるものとするが、少なくとも次の事項を含むこと。

- (ア) 切羽の変状
- (イ) 割目の発生の有無
- (ウ) 湧水の有無
- (エ) 岩盤の劣化の状態

また、監視方法については、切羽で作業が行われる間、切羽を常時監視することを含むこと。

が、切羽監視責任者が直接目視で監視する場合と同等以上の安全衛生水準を確保できるようにする必要があること。

エ 切羽からの退避

肌落ちにより被災するおそれのある場合に直ちに労働者を切羽から退避させるための退避方法、切羽監視責任者による退避指示の方法等を明記すること。

オ その他

地山の状況に応じ、追加の肌落ち災害防止対策を検討すること。

(3) 作業手順書

肌落ち防止計画に基づいた作業の手順を明らかにした作業手順書を作成すること。

(4) 元方事業者と関係請負人及び関係請負人の労働者の連携

元方事業者は、肌落ち防止計画等を関係請負人及び関係請負人の労働者に確実に周知した上で、同計画等に基づき、一連の作業を適切に実施すること。

3 肌落ち防止計画の実施及び変更

事業者は、2で作成した肌落ち防止計画に基づき、一連の作業を適切に実施すること。

また、同計画の適否を確認し、必要であれば同計画を変更するため、次の事項を実施すること。

(1) 切羽の調査

ア 切羽の観察

掘削を行う作業箇所等における次の事項について、装束時、吹付け時、支保工建込み時、交代時に切羽の観察を行い、過去の切羽の観察結果の推移との比較を行うほか、必要に応じて先進ボーリング

ウ 切羽からの退避

肌落ちにより被災するおそれのある場合に直ちに労働者を切羽から退避させるための退避方法、切羽監視責任者による退避指示の方法等

エ その他

地山の状況に応じ、追加の肌落ち防止対策を検討すること。

(3) 作業手順書

肌落ち防止計画に基づいた作業の手順を明らかにした作業手順書を作成すること。

3 肌落ち防止計画の実施及び変更

事業者は、2で作成した肌落ち防止計画に基づき、一連の作業を適切に実施すること。

また、同計画の適否を確認し、必要であれば同計画を変更するため、次の事項を実施すること。

(1) 切羽の調査

ア 切羽の観察

掘削を行う作業箇所等における次の事項について、装束時、吹付け時、支保工建込み時、交代時に切羽の観察を行い、過去の切羽の観察結果の推移との比較を行うほか、必要に応じて先進ボーリング

等の方法により調査を行うことにより適切に把握すること。

(ア) 切羽及び素掘り面の状態、圧縮強度並びに風化変質

(イ) 割目間隔及び割目状態

(ウ) 走向・傾斜

(エ) 湧水量

(オ) 岩盤の劣化の状態

イ 切羽の観察結果の記録

アの切羽の観察結果を記録し、切羽評価点を算定し、地山等級を査定し、適切な支保パターンを選定すること。

ウ 計画の適否の確認

ア及びイの切羽の観察結果及び地山等級の査定結果から得られる地山等級と設計時の地山等級及び支保パターンを比較し、同計画の適否を確認すること。なお、地山等級が高い場合であっても、切羽に脆弱な部分が生じているおそれがあるので、留意すること。

(2) 計画の変更

(1) の切羽の調査結果及び地山等級の査定結果、その他の情報から、作成した肌落ち防止計画によって十分な肌落ち災害防止対策がでないおそれがあると思われる場合には、事業者は、発注者及び設計者と十分検討を行い、肌落ち防止計画を適切なものに変更すること。また、変更した肌落ち防止計画は関係労働者に確実に周知すること。

4 切羽監視責任者の選任等

(1) 切羽監視責任者の選任

事業者は掘削現場に属する労働者の中から切羽監視責任者を選任し、切羽で作業が行われる間、切羽の状態を常時監視させること。こ

等の方法により調査を行うことにより適切に把握すること。

(ア) 圧縮強度及び風化変質

(イ) 割目間隔及び割目状態

(ウ) 走向・傾斜

(エ) 湧水量

(オ) 岩盤の劣化の状態

イ 切羽の観察結果の記録

アの切羽の観察結果を記録し、切羽評価点を算定し、地山等級を査定し、適切な支保パターンを選定すること。

ウ 計画の適否の確認

ア及びイの切羽の調査結果及び地山等級の査定結果から得られる地山等級と設計時の地山等級及び支保パターンを比較し、同計画の適否を確認すること。なお、地山等級が高い場合であっても、切羽に脆弱な部分が生じているおそれがあるので、留意すること。

(2) 計画の変更

(1) の切羽の調査結果及び地山等級の査定結果、その他の情報から、作成した肌落ち防止計画によって十分な肌落ち対策がでないおそれがあると思われる場合には、事業者は、発注者及び設計者と十分検討を行い、肌落ち防止計画を適切なものに変更すること。また、変更した肌落ち防止計画は関係労働者に確実に周知すること。

4 切羽監視責任者の選任等

(1) 切羽監視責任者の選任

事業者は掘削現場に属する労働者の中から切羽監視責任者を選任し、切羽で作業が行われる間、切羽の状態を常時監視させること。こ

のとき、切羽監視責任者は、原則として専任とするが、トンネルの標準掘削全断面積が概ね 50 平方メートル未満であって、切羽監視責任者と車両系建設機械との接触防止等の安全確保措置の実施が困難な場合には、ずい道等掘削作業主任者等が切羽監視責任者を兼任して差し支えないこと。なお、発破の点火やズリ出し等切羽に労働者が接近しない作業工程においては、切羽監視責任者による常時監視は要しないこと。

また、事業者は、選任した切羽監視責任者を関係労働者に周知すること。なお、切羽監視責任者は労働安全衛生規則（昭和 47 年労働省令第 32 号）第 382 条に定める点検者と同じ者を選任することを妨げないこと。

山岳トンネル工事が交代制により行われる場合には、交代番ごとに切羽監視責任者を選任する等により、切羽の状態が継続的に監視されるようにすること。

(2) 切羽監視責任者の職務

切羽監視責任者は、切羽で作業が行われる間、切羽の変状、割目の発生の有無、湧水の有無、岩盤の劣化の状態を含め、2 の肌落ち防止計画においてあらかじめ定められた方法により切羽の状態を常時監視すること。

監視の結果、肌落ちにより被災するおそれがあると判断される場合には、切羽監視責任者は直ちに切羽から労働者を退避させること。

なお、常時監視の方法については、監視装置、各種センサー等のデジタル技術を活用して差し支えないが、切羽監視責任者が直接目視で監視する場合と同等以上の安全衛生水準を確保できるようにする必要があること。

のとき、切羽監視責任者は、原則として専任とするが、トンネルの標準掘削全断面積が概ね 50m² 未満であって、切羽監視責任者と車両系建設機械との接触防止等の安全確保措置の実施が困難な場合には、ずい道等掘削作業主任者等が切羽監視責任者を兼任して差し支えないこと。なお、発破の点火やズリ出し等切羽に労働者が接近しない作業工程においては、切羽監視責任者による常時監視は要しないこと。

また、事業者は、選任した切羽監視責任者を関係労働者に周知すること。なお、切羽監視責任者は労働安全衛生規則第 382 条に定める点検者と同じ者を選任することを妨げないこと。

山岳トンネル工事が交代制により行われる場合には、交代番ごとに切羽監視責任者を選任する等により、切羽の状態が継続的に監視されるようにすること。

(2) 切羽監視責任者の職務

切羽監視責任者は、切羽で作業が行われる間、2 の肌落ち防止計画においてあらかじめ定められた方法により切羽の状態を常時監視すること。

監視の結果、肌落ちにより被災するおそれがあると判断される場合には、切羽監視責任者は直ちに切羽から労働者を退避させること。

5 施工時の留意事項

(1) 現場で出現した地山の状況に応じた支保パターンの選定(設計変更)
現場で出現した地山の状況に応じ、適切に支保パターン(緩和区間の必要性を含む。)、補助工法(掘削工法を含む。))等を選定(設計変更)し施工できるより発注者と必要な情報等を共有の上、十分協議し連携して取り組むこと。

なお、地山等級が大きく変わることにより支保パターンを急激に変化させた場合(地山等級が大きくなった場合において緩和区間を設けなかった場合を含む。))には、発注者と施工者が協議し共通の認識を持った上で、その理由を記録・保存すること。また、夜間の作業においても昼間と同様の対応が行えるよう、夜間の連絡体制を予め定めしておく等により、元方事業者と関係請負人及び関係請負人の労働者等が連携できる体制を確保すること。

(2) 掘削工法の選定

地山を掘削した場合、掘削された面の力が解放され、また、掘削面周辺の地山に作用している力が再配分されることから、地山が不安定化することがある。このため、掘削断面積を減少させ、力が解放される領域をできる限り小さくさせることが重要であり、以下の方法を検討することが望ましいこと。なお、本坑の他に、作業坑(斜坑・横坑を含む。)、避難坑等の規模が大きく異なる断面がある場合、それぞれのトンネルにおいて適切な掘削工法(加背割を含む。))を選定し施工すること。

ア ベンチカット工法

地山の掘削を行う際は、掘削断面積をなるべく小さくすることが重要である。このため、60平方メートル以上の断面積を有するトン

5 掘削時の留意事項

地山を掘削した場合、掘削された面の力が解放され、また、掘削面周辺の地山に作用している力が再配分されることから、地山が不安定化することがある。このため、掘削断面積を減少させ、力が解放される領域をできる限り小さくさせることが重要であり、以下の方法を検討することが望ましいこと。

(1) ベンチカット工法

地山の掘削を行う際は、掘削断面積をなるべく小さくすることが重要である。このため、60 m^2 以上の断面積を有するトンネルの掘削にお

ネルの掘削においては、トンネルを上段と下段とに分け、上段を先行して掘削することにより、1回あたりの掘削断面積を小さくするベンチカット工法の採用を検討すること。また、その際にはトンネルの断面積、地山の状態等を踏まえ、適切なベンチカットの方法を検討すること。

なお、迅速に地山の安定を図る必要がある場合には、早期にトンネル内空を閉合するため、全断面工法、補助ベンチ付き全断面工法等の採用についても検討すること。

イ 核残し

核残しは、鏡の中央から下方向にかけての地山を残し、周辺部分の掘削を先行させる方法であるが、切羽の崩壊が発生した場合に、崩落する岩塊の体積を減少させることができ、また、残した核の部分が鏡を抑える効果を有するので、地山の状態が悪い場合はその実施を検討すること。

(3) ドリルジャンボの選定及びロックボルトの施工

本坑の他に、作業坑(斜坑・横坑を含む。)、避難坑等の規模が大きく異なる断面がある場合、それぞれの加背割による掘削断面形状及び寸法に適合したドリルジャンボ(ガイドジエールを含む。)を使用するとともに、ロックボルトの施工は原則として事業者の施工サイクルに従い掘削後速やかに一問ずつ行うこと。

第7 具体的な肌落ち災害防止対策

1 肌落ち災害防止対策の種類

肌落ち災害防止対策は、切羽での肌落ちのリスクを低減させるためのものであるところ、様々な対策が存在し、現在も新たな対策の考案、既

いては、トンネルを上段と下段とに分け、上段を先行して掘削することにより、1回あたりの掘削断面積を小さくするベンチカット工法の採用を検討すること。また、その際にはトンネルの断面積、地山の状態等を踏まえ、適切なベンチカットの方法を検討すること。

なお、迅速に地山の安定を図る必要がある場合には、早期にトンネル内空を閉合するため、全断面工法、補助ベンチ付き全断面工法等の採用についても検討すること。

(2) 核残し

核残しは、鏡の中央から下方向にかけての地山を残し、周辺部分の掘削を先行させる方法であるが、切羽の崩壊が発生した場合に、崩落する岩塊の体積を減少させることができ、また、残した核の部分が鏡を抑える効果を有するので、地山の状態が悪い場合はその実施を検討すること。

第6 具体的な肌落ち防止対策

1 肌落ち防止対策の種類

肌落ち防止対策は、切羽での肌落ちのリスクを低減させるためのものであるところ、様々な対策が存在し、現在も新たな対策の考案、既存の

対策の改良が行われているが、現時点で比較的多く採用されており、肌落ち防止対策として有効であると考えられる対策を具体的に挙げると、次のとおりである。

(1) 鏡吹付け
鏡吹付けは、鏡に対し吹付けコンクリートを吹き付けることである。掘削により露出した地山を早期に吹付けコンクリートで覆うことにより、トンネル横断方向だけでなく、縦断方向の緩みも抑えることができる。

また、鏡吹付けにより、鏡がコンクリートで覆われるため、切羽の変形に伴い新たに発生した亀裂や切羽の変状が視認しやすくなる。さらには、地山を坑内の空気又は水分に触れさせることを防ぐことができるため、膨張性地山に対しても有効である。

なお、肌落ちは鏡のみならず切羽全体で発生するものであり、鏡吹付けを行う場合は、アーチ側壁部に対しても併せて行うことが必要である。

(2) 鏡ボルト
鏡ボルトは、鏡にボルトを打設し、鏡の安定性を高めるものである。

(3) 浮石落し
浮石落しは、比較的小さな岩石を予め落とす作業である。これにより、引き続き実施される作業における肌落ちによる労働災害を防止することを目的とする。

(4) 水抜き・さぐり^ノ穿孔

存の対策の改良が行われているが、現時点で比較的多く採用されており、肌落ち災害防止対策として有効であると考えられる対策を具体的に挙げると、次のとおりである。

(1) 鏡吹付け
鏡吹付けは、鏡に対し吹付けコンクリートを吹き付けることである。掘削により露出した地山を早期に吹付けコンクリートで覆うことにより、トンネル横断方向だけでなく、縦断方向の緩みも抑えることができる。

また、鏡吹付けにより、鏡がコンクリートで覆われるため、切羽の変形に伴い新たに発生した亀裂や切羽の変状が視認しやすくなる。さらには、地山を坑内の空気又は水分に触れさせることを防ぐことができるため、膨張性地山に対しても有効である。

なお、肌落ちは鏡のみならず切羽全体で発生するものであり、鏡吹付けを行う場合は、アーチ側壁部に対しても併せて行うこと（一次吹付け）が必要である。

(2) 鏡ボルト
鏡ボルトは、鏡にボルトを打設し、鏡の安定性を高め、切羽前方の緩みを抑制するものである。なお、鏡ボルトは、トンネル縦断方向において、一打設長5メートル程度以下の短尺ボルトとそれ以上の長尺ボルトとがある。

(3) 浮石落し
浮石落しは、比較的小さな岩石を予め落とす作業である。これにより、引き続き実施される作業における肌落ちによる労働災害を防止することを目的とする。

(4) 水抜き・さぐり^ノ穿孔

地山前方に地下水脈又は帯水層がある場合は、切羽に係る圧力を低下させて地山の崩壊のおそれを低減させるとともに、切羽への水の浸透を防止することで吹付けコンクリートが十分付着するようにするため、地下水を減少させることが必要である。

水抜き・さぐり^ヌ竅孔は、地山の中から水を導き、水が切羽に浸透する前に、^ヌ竅孔した孔に水を導くものである。

(5) 切羽変位計測

切羽変位計測とは、補助的な肌落ち災害防止対策であり、鏡の押し出し変位を計測機器により測定することである。目視では確認できない微小な変位を捉えることで、切羽監視責任者による監視を補助することができるとができる。

切羽変位計測の結果、一定以上の加速度、変位速度等になると警報を鳴らすといった肌落ち災害防止対策も可能になる。

(6) 設備的防護対策

設備的防護対策とは、補助的な肌落ち災害防止対策であり、切羽で作業する労働者の上部に器具を設置して、人体を守るものである。設置する器具としては、ネット、マット、マンケージガード等がある。ネットは、労働者の上部にネットを設置し、労働者の上部からの落石をネットで受けようとするものである。マットは、労働者の上部にマットを設置し、落石の衝撃をマットで吸収しようというものである。マンケージガードは、マンケージの前面及び天井部に柵を設置し、マンケージに搭乗した労働者を肌落ちから防護するものである。また、マンケージ下部に柵を設置し、マンケージの下部で作業中の労働者を肌落ちから防護する器具もある。

(7) フォアポーリング

地山前方に地下水脈又は帯水層がある場合は、切羽に係る圧力を低下させて地山の崩壊のおそれを低減させるとともに、切羽への水の浸透を防止することで吹付けコンクリートが十分付着するようにするため、地下水を減少させることが必要である。

水抜き・さぐり^ヌ竅孔は、地山の中から水を導き、水が切羽に浸透する前に、^ヌ竅孔した孔に水を導くものである。

(5) 切羽変位計測

切羽変位計測とは、補助的な肌落ち防止対策であり、鏡の変位を計測機器により測定することである。目視では確認できない微小な変位を捉えることで、切羽監視責任者による監視を補助することができるとができる。

切羽変位計測の結果、一定以上の加速度、変位速度等になると警報を鳴らすといった肌落ち防止対策も可能になる。

(6) 設備的防護対策

設備的防護対策とは、補助的な肌落ち防止対策であり、切羽で作業する労働者の上部に器具を設置して、人体を守るものである。設置する器具としては、ネット、マット、マンケージガード等がある。ネットは、労働者の上部にネットを設置し、労働者の上部からの落石をネットで受けようとするものである。マットは、労働者の上部にマットを設置し、落石の衝撃をマットで吸収しようというものである。マンケージガードは、マンケージの前面及び天井部に柵を設置し、マンケージに搭乗した労働者を肌落ちから防護するものである。また、マンケージ下部に柵を設置し、マンケージの下部で作業中の労働者を肌落ちから防護する器具もある。

(7) フォアポーリング

フォアポーリングとは、切羽前方に概ね5メートル以下のボルト又はパイプを打設することにより切羽前方の天端補強を行う補助工法である。中空のものを使用して、薬液又は充填剤を注入することで安定度を高めることがある。

(8) 長尺フォアパイリング

長尺フォアパイリングとは、切羽前方に概ね5メートル以上の鋼管等を打設することにより切羽前方の天端補強を行う補助工法である。安定度を高めるため、薬液又は充填剤を注入する。

(9) その他の工法

トンネルを掘削する経路上に遮水層、帯水層等が存在する場合は、水抜きポーリング、薬液注入工法（地上からの注入を含む。）等の実施を検討すること。

2 肌落ち災害防止対策の選定

(1) 肌落ち災害防止対策の選定方法

肌落ち災害防止対策の選定に当たっては、次の条件等を勘案し、下表を参考に選定すること。なお、肌落ちによって落下する岩石の大きさ等によっては単一の肌落ち災害防止対策では十分でない場合があるため、必要に応じ複数の肌落ち災害防止対策を組み合わせることを検討すべきであること。

ア 地山等級等による肌落ち災害防止対策の適否

岩種、地山の状態、ポーリングコアの状態、弾性波速度、地山強度比、切羽の観察結果（第6の3(1)）等

イ 湧水対策としての効果

ウ 施工性（施工の容易さ）

エ その他

フォアポーリングとは、切羽前方に概ね5メートル以下のボルト又はパイプを打設することにより切羽前方の天端補強を行う補助工法である。中空のものを使用して、薬液又は充填剤を注入することで安定度を高めることがある。

(8) 長尺フォアパイリング

長尺フォアパイリングとは、切羽前方に概ね5メートル以上の鋼管等を打設することにより切羽前方の天端補強を行う補助工法である。安定度を高めるため、薬液又は充填剤を注入する。

(9) その他の工法

トンネルを掘削する経路上に遮水層、帯水層等が存在する場合は、水抜きポーリング、薬液注入工法（地上からの注入を含む。）等の実施を検討すること。

2 肌落ち防止対策の選定

肌落ち防止対策の選定に当たっては、次の条件等を勘案し、下表を参考に選定すること。なお、肌落ちによって落下する岩石の大きさ等によっては単一の肌落ち防止対策では十分でない場合があるため、必要に応じ複数の肌落ち防止対策を組み合わせることを検討すべきであること。

(1) 地山等級等による肌落ち防止対策の適否

岩種、地山の状態、ポーリングコアの状態、弾性波速度、地山強度比等

(2) 湧水対策としての効果

(3) 施工性（施工の容易さ）

(4) その他

切羽の変状観察を行う場合における相性（見極めやすさ）、対策の人体防護性の高さ

表 肌落ち災害防止対策の選定

肌落ち防止対策	地山等級等による肌落ち防止対策の選定					湧水対策としての効果	施工性(施工の容易さ)	その他	
	IV、B	III、C	II、D	I、E	変状観察を行う場合の相性			人体防護性の高さ	
鏡吹付け	△	○	◎	◎	◎	○*	◎	◎	△
鏡ボルト	△	△	○	◎	◎	○	△	×	△
浮石落し	◎	◎	◎	△	△	◎	◎	△	△
水抜き・さぐり穿孔	○	○	◎	◎	◎	◎	○	×	×
切羽変位計測	×	△	◎	◎	◎	×	○	◎	×
設備的防護対策	△	△	△	△	△	△	△	△	○

注：◎：最良、○：良、△：可能、×：不適
○*：水抜き対策を併用することで良。

(2) 鏡吹付けの実施

鏡吹付けは切羽における肌落ち災害防止対策の上で極めて重要なものであり、切羽の自立が悪い場合に適用される支保パターン I_{N-IP} 又はDI-a 以下の場合では原則として鏡吹付けを実施すること。また、切羽の調査の結果、第5の1(2)ア～ウのいずれかの事項が発生することが予測される場合には、支保パターン I_{N-2P} 又はCII-b以上であっても発注者と協議し原則として鏡吹付けを実施すること。

第8 肌落ち災害防止対策の実施に係る留意事項

事業者は、肌落ち災害防止対策に係る作業を行うときは、第6の2の

切羽の変状観察を行う場合における相性、対策の人体防護性の高さ

表 肌落ち防止対策の選定

肌落ち防止対策	地山等級等による肌落ち防止対策の選定					湧水対策としての効果	施工性(施工の容易さ)	その他	
	IV、B	III、C	II、D	I、E	変状観察を行う場合の相性			人体防護性の高さ	
鏡吹付け	△	○	◎	◎	◎	○*	◎	◎	△
鏡ボルト	△	△	○	◎	◎	○	△	×	△
浮石落し	◎	◎	◎	△	△	◎	◎	△	△
水抜き・さぐり穿孔	○	○	◎	◎	◎	◎	○	×	×
切羽変位計測	×	△	◎	◎	◎	×	○	◎	×
設備的防護対策	△	△	△	△	△	△	△	△	○

注：◎：最良、○：良、△：可能、×：不適
○*：水抜き対策を併用することで良。

第7 肌落ち防止対策の実施に係る留意事項

事業者は、肌落ち防止対策に係る作業を行うときは、第5の2の(2)

(2) により作成した肌落ち防止計画に基づくとともに、以下に留意すること。

1 切羽における作業

事業者は、切羽において作業を行うときは、次の事項に留意すること。

(1) 保護具の着用

作業に従事する労働者に保護帽、保護具（バックプロテクター、保護メガネ等）、安全靴（長靴）、必要に応じて電動ファン付き呼吸器保護具等を着用させること。

(2) 照明

作業を行う場所について、照明施設を設置する等により必要な照度を保持すること。切羽における作業では、150ルクス以上が望まれること。

2 肌落ち災害防止対策

事業者は、肌落ち災害防止対策を実施するときは、次の事項に留意すること。

(1) 鏡吹付け

鏡吹付けの施工に当たっては、地山の状態に応じて、適切な吹付け厚さを確保する必要がある。例えば、支保パターン I_{N-2P}又はCII-b以上では30ミリメートル、支保パターン I_{N-1P}又はDI-a以下では50ミリメートルの鏡吹付け厚さを最低限確保すること。なお、鏡吹付けにより、肌落ちを完全には防止できないため、事前に浮石落としを実施するとともに、切羽変位計測等、その他の肌落ち災害防止対策についても検討すること。また、湧水がある場合、水抜き・さぐり罅孔又は水抜きボーリング等を実施し、事前に切羽から水分をできる限り除去し、吹付けコンクリートを地山に十分に付着させる必要

により作成した肌落ち防止計画に基づくとともに、以下に留意すること。

1 切羽における作業

事業者は、切羽において作業を行うときは、次の事項に留意すること。

(1) 保護具の着用

作業に従事する労働者に保護帽、保護具（バックプロテクター等）、安全靴（長靴）、必要に応じて電動ファン付き呼吸器保護具等を着用させること。

(2) 照明

作業を行う場所について、照明施設を設置する等により必要な照度を保持すること。切羽における作業では、150ルクス以上が望まれること。

2 肌落ち防止対策

事業者は、肌落ち災害防止対策を実施するときは、次の事項に留意すること。

(1) 鏡吹付け

鏡吹付けの施工に当たっては、地山の状態に応じて、適切な吹付け厚さを確保する必要がある。例えば、地山等級 III又はCクラスでは30mm、地山等級 II又はDクラス以下では50mmの鏡吹付け厚さを最低限確保する必要があること。なお、鏡吹付けにより、肌落ちを完全には防止できないため、併せて、事前に浮石落としを実施するとともに、切羽変位計測等、その他の肌落ち防止対策についても検討すること。また、湧水がある場合、水抜き・さぐり罅孔又は水抜きボーリング等を実施し、事前に切羽から水分をできる限り除去し、吹付けコンクリートを地山に十分に付着させる必要があること。

要があること。

(2) 鏡ボルト

鏡ボルトの施工にあたっては、自立の困難な切羽における作業となることが多いため、鏡吹付けとの併用が望ましいこと。

鏡吹付けと併用した場合、鏡ボルトの打設中、吹付けコンクリートのひび割れの発生及び進行に十分注意すること。

なお、地山等級Ⅲ又はCクラスでは、鏡ボルトの打設間隔は1.8メートル程度、地山等級Ⅱ又はDクラスでは1.5メートル程度、地山等級Ⅰ又はEクラスでは1.2メートル程度とすることを基本とし、地山の状況に応じて検討すること。

また、地山の層が切羽の鏡に平行となっている場合には、鏡の大部分が崩壊する大規模な肌落ちが発生するおそれがあり、これを防止するには鏡ボルトが有効な手法と考えられることから、地山の状態を踏まえ、積極的に検討すべきものであること。

(3) 浮石落し

浮石落しが不十分であった場合、肌落ちに直結するため、十分に浮石落しを行う必要があること。

ただし、浮石落しに多くの時間がかかると、掘削した地山を長時間大気に開放することとなり、地山の状態に変化が生じることも考えられる。これが肌落ちにつながるおそれがあるため、浮石落しの作業時間をあらかじめ定め、終了後直ちに当たり取り（支保工や覆工の施工に支障を生じる最小巻厚内に残留した地山を取り除く作業）、鏡吹付け等を実施すること。

また、浮石落しは、原則としてブレードカー等の建設機械を用いて行うこと。

(2) 鏡ボルト

鏡ボルトの施工にあたっては、自立の困難な切羽における作業となることが多いため、鏡吹付けとの併用が望ましいこと。

鏡吹付けと併用した場合、鏡ボルトの打設中、吹付けコンクリートのひび割れの発生及び進行に十分注意すること。

なお、地山等級Ⅲ又はCクラスでは、鏡ボルトの打設間隔は1.8メートル程度、地山等級Ⅱ又はDクラスでは1.5メートル程度、地山等級Ⅰ又はEクラスでは1.2メートル程度とすることを基本とし、地山の状況に応じて検討すること。

また、地山の層が切羽の鏡に平行となっている場合には、鏡の大部分が崩壊する大規模な肌落ちが発生するおそれがあり、これを防止するには鏡ボルトが有効な手法と考えられることから、地山の状態を踏まえ、積極的に検討すべきものであること。

(3) 浮石落し

浮石落しが不十分であった場合、肌落ちに直結するため、十分に浮石落しを行う必要があること。

ただし、浮石落しに多くの時間がかかると、掘削した地山を長時間大気に開放することとなり、地山の状態に変化が生じることも考えられる。これが肌落ちにつながるおそれがあるため、浮石落しの作業時間をあらかじめ定め、終了後直ちに当たり取り（支保工や覆工の施工に支障を生じる最小巻厚内に残留した地山を取り除く作業）、鏡吹付け等を実施すること。

また、浮石落しは、原則としてブレードカー等の建設機械を用いて行うこと。

なお、浮石落しを行う箇所をレーザーポインタン等で指示する場合は、落石等に十分留意し安全な箇所から指示を行うとともに、建設機械との接触を防止するため必要な措置を講じること。

(4) 水抜き・さぐり^{サグ}竅孔

水抜き・さぐり^{サグ}竅孔は、基本的に1本とすることが多いが、地山の状態や湧水量によっては2本、3本と増やすこと。また、^{サグ}竅孔場所に ついても、地下水脈又は帯水層に^{サグ}竅孔した孔を到達させるよう必要に応じ変更すること。

以上の対策によっても湧水量が多い場合は、水抜きボーリングを行うこと。

なお、水抜き・さぐり^{サグ}竅孔を行う場合は、周辺地盤の地下水位の低下を招くため、薬液注入工法などによりトンネル前方の地山の亀裂を薬液により固めるなど、その他の補助工法を取り入れることも検討する必要があること。

(5) 切羽変位計測

切羽変位計測は、切羽監視責任者の切羽監視を補助するものであり、自動追尾ノンプリズムトータルステーション、レーザー変位計、レーザー距離計等による計測方法があること。切羽変位計測の計測点が必要しも不安定岩石を捕捉しているとはかぎらないため、鏡吹付けと併用することが望ましいこと。鏡吹付けを実施していれば、不安定岩石が前面に押し出してきたとき鏡吹付けコンクリートを面で押し出すため、その周辺を計測することにより不安定岩石の変位を計測することが可能であると考えられること。

(6) 設備的防護対策

設備的防護対策であるネット、マット、マンケージガード等は、切

(4) 水抜き・さぐり^{サグ}竅孔

水抜き・さぐり^{サグ}竅孔は、基本的に1本とすることが多いが、地山の状態や湧水量によっては2本、3本と増やすこと。また、^{サグ}竅孔場所に ついても、地下水脈又は帯水層に^{サグ}竅孔した孔を到達させるよう必要に応じ変更すること。

以上の対策によっても湧水量が多い場合は、水抜きボーリングを行うこと。

なお、水抜き・さぐり^{サグ}竅孔を行う場合は、周辺地盤の地下水位の低下を招くため、薬液注入工法などによりトンネル前方の地山の亀裂を薬液により固めるなど、その他の補助工法を取り入れることも検討する必要があること。

(5) 切羽変位計測

切羽変位計測は、切羽監視責任者の切羽監視を補助するものであり、自動追尾ノンプリズムトータルステーション、レーザー変位計、レーザー距離計等による計測方法があること。切羽変位計測の計測点が必要しも不安定岩石を捕捉しているとはかぎらないため、鏡吹付けと併用することが望ましいこと。鏡吹付けを実施していれば、不安定岩石が前面に押し出してきたとき鏡吹付けコンクリートを面で押し出すため、その周辺を計測することにより不安定岩石の変位を計測することが可能であると考えられること。

(6) 設備的防護対策

設備的防護対策であるネット、マット、マンケージガード等は、切

羽において装束中の労働者を肌落ちから防護するため、労働者の上部に設置すること。

ネット、マットは、ドリルジャンボのアームを利用して設置するた
め、ドリルジャンボの大きさを踏まえると、トンネル内空の断面積が
10平方メートル以上の適用に限られること。

各種の防護設備については、施工上の制約が生ずる場合があること
から、掘削断面、作業の種類、作業方法等に応じ、適切な防護設備を
選定すること。

また、防護設備の防護性能を超える肌落ちが発生することも予想さ
れるので、それぞれの装置の防護性能を表示するとともに、防護性能
に限界があることに留意すること。

羽において装束中の労働者を肌落ちから防護するため、労働者の上部
に設置すること。

ネット、マットは、ドリルジャンボのアームを利用して設置するた
め、ドリルジャンボの大きさを踏まえると、トンネル内空の断面積が
10[㎡]以上の適用に限られること。

各種の防護設備については、施工上の制約が生ずる場合があること
から、掘削断面、作業の種類、作業方法等に応じ、適切な防護設備を
選定すること。

また、防護設備の防護性能を超える肌落ちが発生することも予想さ
れるので、それぞれの装置の防護性能を表示するとともに、防護性能
に限界があることに留意すること。

(参考)

平成 28 年 12 月 26 日

改正 平成 30 年 1 月 18 日

改正 令和 6 年 3 月 26 日

山岳トンネル工事の切羽における肌落ち災害防止対策に係るガイドライン

第 1 目的

本ガイドラインは、労働安全衛生関係法令と相まって、切羽における肌落ち災害防止対策を適切に実施することにより、山岳トンネル工事の切羽における労働災害の防止を図ることを目的とする。

第 2 適用対象

本ガイドラインは、山岳トンネル工事の切羽における作業に適用する。なお、TBM 工法及び矢板工法については、本ガイドラインのうち適用可能な項目について適切な肌落ち防止計画を定め、肌落ち災害防止に努めること。

第 3 用語の定義

本ガイドラインで使用する主要な用語の定義は、労働安全衛生関係法令において規定されているもののほか、次による。

1 切羽

山岳トンネル工事現場におけるトンネルの掘削の最先端をいい、地山が露出している領域全体をいう。

2 肌落ち

トンネルを掘削した面から岩石等が落下することをいう。

3 山岳トンネル工事

掘削から支保工の構築完了までの間、切羽付近の地山が自立することを前提として、発破、機械又は人力により掘削し、支保工を構築することにより、内部空間を保ちながらトンネルを建設する工事をいう。

4 地山

掘削対象となる自然地盤及び改良された地盤をいう。

5 地山等級

岩種、割目の状態、地山の弾性波速度等を因子として決定される地山の分類をいう。

発注者が鉄道事業者の場合、鉄道トンネルでは V~I、特 S・特 L の地山等級が用いられ、V に近い等級であるほど自立性の高い安定した地山であることを示す。また、発注者が道路事業者の場合、道路トンネルでは A~E の地山等級が用いられ、A に近い等級であるほど自立性の高い安定した地山であることを示す。

なお、「地山等級が上がる」とは、地山の状態がより自立性が高く安定した状態になることをいい、「地山等級が下がる」とは、地山の状態が不安定になることをいう。

6 鏡

切羽において、掘削の進行方向に対して垂直である面をいう。

7 浮石

切羽において、地山から剥落しそうな岩石をいう。

8 吹付け

切羽に対し、コンクリートを吹き付けることをいう。また、吹付け専用配合されたコンクリートを吹付けコンクリートという。

9 装薬

穿孔した孔に爆薬、電気雷管等を設置する作業をいう。

10 鋼製支保工

アーチ形状等をした鋼材で、トンネルを支える骨格となるものをいう。

11 ロックボルト

トンネル掘削面から地山内部に放射状に穿孔された孔に挿入された鋼棒をいう。吹付けコンクリートと一体となってトンネルを支える。

12 発破

装薬した火薬類を爆発させ、地山を破砕することをいう。

13 切羽監視責任者

事業者の選任を受け、切羽の状態を監視し、退避の要否について判断し、労働災害の急迫した危険があるときは直ちに作業を中止させ、労働者を安全な場所に退避させる者をいう。

14 支保パターン

地山等級に応じて支保部材（吹付けコンクリート、ロックボルト、鋼製支保工等）を適宜選定し、これらを組み合わせ、パターン化したものをいう。鉄道トンネルでは IV_{NP} 、 III_{NP} 、 II_{NP} 、 I_{N-2P} 、 I_{N-1P} 、 I_{SP} ・ I_{LP} 等が標準的に用いられており、 I_{SP} 又は I_{LP} に近いほど支保部材が重厚になる。また、道路トンネルではB、CI、CII-a、CII-b、DI-a、DI-b、DII、DIII等が標準的に用いられており、DII又はDIIIに近いほど支保部材が重厚になる。地山等級と支保パターンは対応しており、「支保パターンが I_{N-2P} 又はCII-b以上」といった場合、鉄道トンネルでは IV_{NP} 、 III_{NP} 、 II_{NP} 、 I_{N-2P} を指し、道路トンネルではB、CI、CII-a、CII-bを指すものであり、地山等級は上がり、支保構造が軽減されることをいう。また、「支保パターンが I_{N-1P} 又はDI-a以下」といった場合、地山等級は下がり、支保構造が増強されることをいう。

15 緩和区間

地山等級が急激に上がる箇所において、地山等級に応じ支保構造を急激に軽減せず、地山等級が上がった後の一定区間（概ねトンネル直径の2倍程度の区間）において支保構造を段階的に軽減する区間をいう。

支保構造を急激に変更した場合、トンネル縦断方向の支保構造が力学的に不連続となりトンネル管理上不具合が生じる可能性があることから、緩和区間を設ける場合がある（例えば、支保パターン DI-b（又は I_{N-1P} ）から支保パターン CI（又は II_{NP} ）に変更する場合において、支保パターン DI-b（又は I_{N-1P} ）と支保パターン CI（又は II_{NP} ）との間に支保パターン CII-b（又は I_{N-2P} ）の区間を設ける。）。

なお、地山等級が大きく下がる（地山が急に脆弱になる）場合には、支保構造を速やかに重厚にしないと地山の変形を加速させてしまうおそれがあるため、必ずしも同様の区間は必要ない。

16 加背割

補助ベンチ付き全断面工法、ベンチカット工法、中壁分割工法等の掘削断面を分割して掘削する場合における断面分割法をいう。

17 補助工法

トンネル掘削作業における施工の安全確保等の観点から、通常の支保工、加背割等の工夫のみでは対処することが困難等の場合における追加的に用いられる対策手段をいう。

第4 事業者等の責務

山岳トンネル工事を行う事業者は、労働安全衛生関係法令を遵守するとともに、本ガイドラインに基づき切羽における肌落ち災害防止対策を講ずることにより、山岳トンネル工事の切羽における労働災害の防止に努めるものとする。また、発注者においては、施工方法、工期等について、安全で衛生的な作業の遂行を損なうおそれのある条件を付さないように配慮することをはじめ、労働安全衛生関係法令を遵守するとともに、本ガイドライン等に基づき、事業者において的確な労働災害防止措置が講じられるよう、適切な設計図書の作成、必要な安全衛生経費の確保（装薬作業、支保工建込作業、ロックボルト打設作業等の自動化・遠隔化技術、最新のデジタル技術の導入支援等を含む。）等、的確に対応するものとする。

山岳トンネル工事に従事する労働者は、労働安全衛生関係法令に定める労働者が守るべき事項を遵守するとともに、事業者が本ガイドラインに基づいて行う措置に協力することにより、山岳トンネル工事の切羽における労働災害の防止に努めるものとする。

第5 発注者等が講ずべき措置

1 設計段階

発注者及び設計者において次の事項を実施すること。

- (1) 設計段階においては、現地踏査、物理探査、ボーリング等に基づき地山の地形・地質調査を行い、この結果に基づき適切な支保パターンを選定すること。
- (2) 地山の地形・地質調査の結果、掘削時において以下のア～ウのいずれか

の事項が発生することが予測される場合には、原則として鏡吹付けを実施する必要があること。したがって、切羽の自立が悪い場合に適用される支保パターン I_{N-1P} 又は $DI-a$ 以下では原則として鏡吹付けを実施することについて設計図書に記載すること。また、支保パターン I_{N-2P} 又は $CII-b$ 以上の場合であっても、以下のア～ウのいずれかの事項が発生することが懸念される場合には鏡吹付けの実施について検討する必要があることについて設計図書に記載すること。

ア 鏡面から岩塊が抜け落ちる

イ 鏡面の押出しを生じる

ウ 鏡面は自立せず崩れあるいは流出

2 施工段階

発注者において次の事項を実施すること。

- (1) 設計基準等に応じて施工機械の適用性も考慮した掘削工法を検討すること。なお、標準的な施工機械を定めている場合にはこの限りではない。
- (2) 現場で出現した地山の状況に応じ、施工者が支保パターン及び補助工法を適切に選定（設計変更）できるよう、施工者の求めに応じて迅速に施工者と協議し、緩和区間の必要性も含め、遅滞なく施工への対応を施工者に指示すること。
- (3) 鏡吹付けは切羽における肌落ち災害防止対策の上で極めて重要なものであり、切羽の自立が悪い場合に適用される支保パターン I_{N-1P} 又は $DI-a$ 以下の場合には原則として鏡吹付けの実施を施工者に指示すること。また、切羽の調査の結果（第6の3（1））、1（2）ア～ウのいずれかの事項が発生することが予測される場合には、支保パターン I_{N-2P} 又は $CII-b$ 以上であっても鏡吹付けの実施について施工者と協議し原則として鏡吹付けの実施を施工者に指示すること。

第6 事業者が講ずべき措置

1 切羽の立入禁止措置

事業者は、肌落ちによる労働災害を防止するため、切羽への労働者の立入りを原則として禁止し、真に必要な場合のみ立ち入らせるようにすること。また、鏡吹付け又は一次吹付け未施工区間の素掘り面直下への立入りは厳に慎むこと。

また、切羽の原則立入禁止措置のほか、切羽（天端）からの45度の範囲（図1の斜線部分）を労働者が立ち入る場合に特段の配慮を必要とする範囲とし、この範囲については可能な限り立入りを避け、同範囲内への関係者以外の立入禁止措置（同範囲を明示することを含む。）を講じること。なお、切羽や特段の配慮を必要とする範囲にやむを得ず立ち入る場合には、切羽監視責任者の監視のもと、立ち入る者にはバックプロテクターを着用させること等を行うこと。

これらの措置を実効性のあるものとするため、切羽における作業はできる

限り機械等で行うようにし、既に一般化している浮石落しの機械化や機械掘削の採用にとどまらず、最新のデジタル技術等も活用し、例えば、装薬作業の遠隔化、支保工建込み作業、ロックボルト打設作業、コンクリート吹付作業等の遠隔化・自動化、各種センサーを活用した監視・検知等の取組を積極的に進めること。

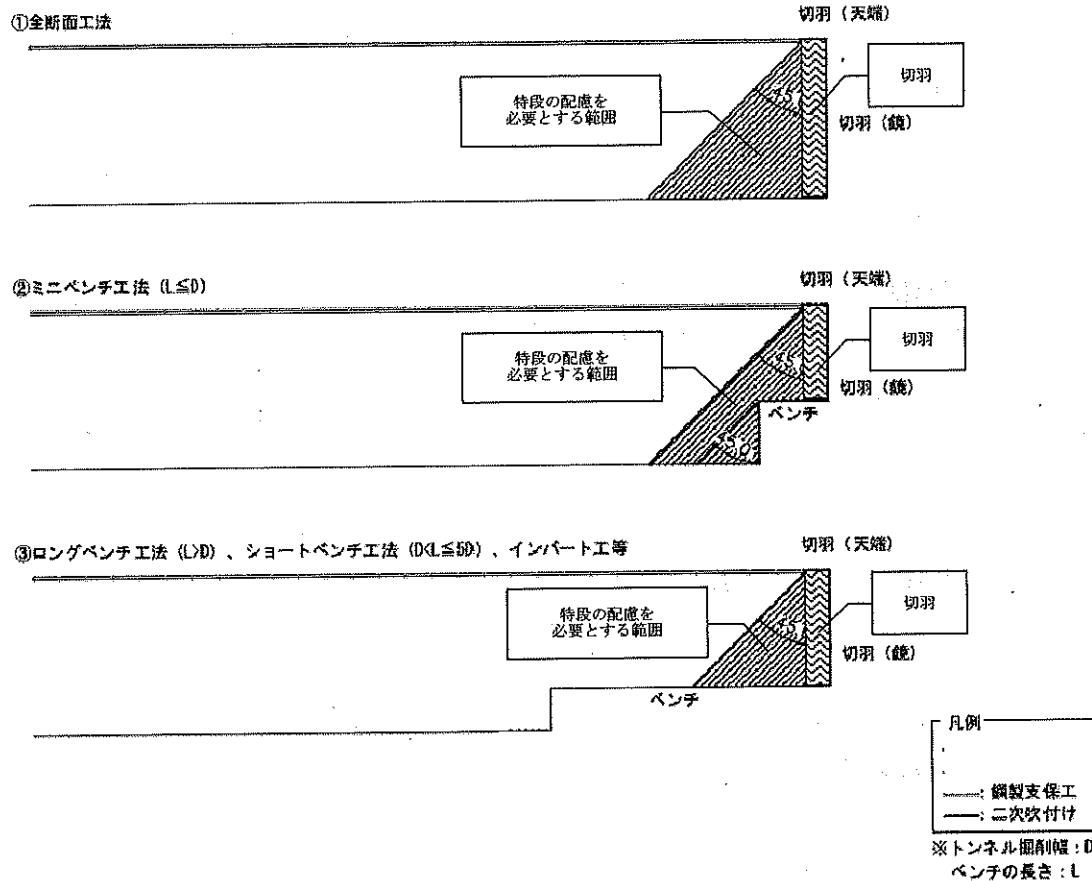


図1 労働者が立ち入る場合に特段の配慮を必要とする範囲
(図の斜線部分をいう。)

2 肌落ち防止計画の作成

事業者は、山岳トンネル工事を行う場合は、(1)により事前調査を行うとともに、(2)及び(3)により切羽における肌落ち防止計画等を作成し、関係労働者に周知すること。なお、膨張性地山においては、切羽の押し出しがあることを踏まえ肌落ち防止計画を作成する必要があること。

(1) 地山の事前調査

山岳トンネルの掘削を行う作業箇所やその周辺の地山等に関する次の事項について、地表面の現地踏査、ボーリング、弾性波探査等の方法により調査を行い、これらの状態を把握すること。

- ア 岩種
- イ 地山の状態 (岩質、水による影響、不連続面の間隔等)
- ウ ボーリングコアの状態
- エ 弾性波速度
- オ 地山強度比

カ 可燃性ガス、有害ガス等の有無及び状態

(2) 肌落ち防止計画

以下の事項を含む肌落ち防止計画を作成すること。

ア 肌落ち災害防止対策

(1) の地山の事前調査結果に適応した肌落ち災害防止対策（第7及び第8）に基づき必要な措置を明記すること。

イ 切羽の立入禁止措置、特段の配慮を必要とする範囲及び同範囲内における措置（第6の1）

切羽への労働者の立入りの原則禁止、第6の1に示す特段の配慮を必要とする範囲及び同範囲内における措置を明記すること。

ウ 切羽の監視

切羽監視責任者による監視項目、監視方法等を明記すること。なお、監視項目は肌落ちの予兆を感知できるような項目を定めるものとするが、少なくとも次の事項を含むこと。

(ア) 切羽の変状

(イ) 割目の発生の有無

(ウ) 湧水の有無

(エ) 岩盤の劣化の状態

また、監視方法については、切羽で作業が行われる間、切羽を常時監視することを含むこと。なお、常時監視の方法については、監視装置、各種センサー等のデジタル技術を活用して差し支えないが、切羽監視責任者が直接目視で監視する場合と同等以上の安全衛生水準を確保できるようにする必要があること。

エ 切羽からの退避

肌落ちにより被災するおそれのある場合に直ちに労働者を切羽から退避させるための退避方法、切羽監視責任者による退避指示の方法等を明記すること。

オ その他

地山の状況に応じ、追加の肌落ち災害防止対策を検討すること。

(3) 作業手順書

肌落ち防止計画に基づいた作業の手順を明らかにした作業手順書を作成すること。

(4) 元方事業者と関係請負人及び関係請負人の労働者の連携

元方事業者は、肌落ち防止計画等を関係請負人及び関係請負人の労働者に確実に周知した上で、同計画等に基づき、一連の作業を適切に実施すること。

3 肌落ち防止計画の実施及び変更

事業者は、2で作成した肌落ち防止計画に基づき、一連の作業を適切に実施すること。

また、同計画の適否を確認し、必要であれば同計画を変更するため、次の

事項を実施すること。

(1) 切羽の調査

ア 切羽の観察

掘削を行う作業箇所等における次の事項について、装薬時、吹付け時、支保工建込み時、交代時に切羽の観察を行い、過去の切羽の観察結果の推移との比較を行うほか、必要に応じて先進ボーリング等の方法により調査を行うことにより適切に把握すること。

(ア) 切羽及び素掘り面の状態、圧縮強度並びに風化変質

(イ) 割目間隔及び割目状態

(ウ) 走向・傾斜

(エ) 湧水量

(オ) 岩盤の劣化の状態

イ 切羽の観察結果の記録

アの切羽の観察結果を記録し、切羽評価点を算定し、地山等級を査定し、適切な支保パターンを選定すること。

ウ 計画の適否の確認

ア及びイの切羽の観察結果及び地山等級の査定結果から得られる地山等級と設計時の地山等級及び支保パターンを比較し、同計画の適否を確認すること。なお、地山等級が高い場合であっても、切羽に脆弱な部分が生じているおそれがあるので、留意すること。

(2) 計画の変更

(1) の切羽の調査結果及び地山等級の査定結果、その他の情報から、作成した肌落ち防止計画によって十分な肌落ち災害防止対策ができないおそれがあると認められる場合には、事業者は、発注者及び設計者と十分検討を行い、肌落ち防止計画を適切なものに変更すること。また、変更した肌落ち防止計画は関係労働者に確実に周知すること。

4 切羽監視責任者の選任等

(1) 切羽監視責任者の選任

事業者は掘削現場に属する労働者の中から切羽監視責任者を選任し、切羽で作業が行われる間、切羽の状態を常時監視させること。このとき、切羽監視責任者は、原則として専任とするが、トンネルの標準掘削全断面積が概ね 50 平方メートル未満であって、切羽監視責任者と車両系建設機械との接触防止等の安全確保措置の実施が困難な場合には、ずい道等掘削作業主任者等が切羽監視責任者を兼任して差し支えないこと。なお、発破の点火やズリ出し等切羽に労働者が接近しない作業工程においては、切羽監視責任者による常時監視は要しないこと。

また、事業者は、選任した切羽監視責任者を関係労働者に周知すること。なお、切羽監視責任者は労働安全衛生規則（昭和 47 年労働省令第 32 号）第 382 条に定める点検者と同じ者を選任することを妨げないこと。

山岳トンネル工事が交代制により行われる場合には、交代番ごとに切羽

監視責任者を選任する等により、切羽の状態が継続的に監視されるようにすること。

(2) 切羽監視責任者の職務

切羽監視責任者は、切羽で作業が行われる間、切羽の変状、割目の発生の有無、湧水の有無、岩盤の劣化の状態を含め、2の肌落ち防止計画においてあらかじめ定められた方法により切羽の状態を常時監視すること。

監視の結果、肌落ちにより被災するおそれがあると判断される場合には、切羽監視責任者は直ちに切羽から労働者を退避させること。

なお、常時監視の方法については、監視装置、各種センサー等のデジタル技術を活用して差し支えないが、切羽監視責任者が直接目視で監視する場合と同等以上の安全衛生水準を確保できるようにする必要があること。

5 施工時の留意事項

(1) 現場で出現した地山の状況に応じた支保パターンの選定（設計変更）

現場で出現した地山の状況に応じ、適切に支保パターン（緩和区間の必要性を含む。）、補助工法（掘削工法を含む。）等を選定（設計変更）し施工できるよう発注者と必要な情報等を共有の上、十分協議し連携して取り組むこと。

なお、地山等級が大きく変わることにより支保パターンを急激に変化させた場合（地山等級が大きく上がった場合において緩和区間を設けなかった場合を含む。）には、発注者と施工者が協議し共通の認識を持った上で、その理由を記録・保存すること。また、夜間の作業においても昼間と同様の対応が行えるよう、夜間の連絡体制を予め定めておく等により、元方事業者と関係請負人及び関係請負人の労働者等が連携できる体制を確保すること。

(2) 掘削工法の選定

地山を掘削した場合、掘削された面の力が解放され、また、掘削面周辺の地山に作用している力が再配分されることから、地山が不安定化することがある。このため、掘削断面積を減少させ、力が解放される領域をできる限り少なくさせることが重要であり、以下の方法を検討することが望ましいこと。なお、本坑の他に、作業坑（斜坑・横坑を含む。）、避難坑等の規模が大きく異なる断面がある場合、それぞれのトンネルにおいて適切な掘削工法（加背割を含む。）を選定し施工すること。

ア ベンチカット工法

地山の掘削を行う際は、掘削断面積をなるべく小さくすることが重要である。このため、60平方メートル以上の断面積を有するトンネルの掘削においては、トンネルを上段と下段とに分け、上段を先行して掘削することにより、1回あたりの掘削断面積を小さくするベンチカット工法の採用を検討すること。また、その際にはトンネルの断面積、地山の状態等を踏まえ、適切なベンチカットの方法を検討すること。

なお、迅速に地山の安定を図る必要がある場合には、早期にトンネル

内空を閉合するため、全断面工法、補助ベンチ付き全断面工法等の採用についても検討すること。

イ 核残し

核残しは、鏡の中央から下方向にかけての地山を残し、周辺部分の掘削を先行させる方法であるが、切羽の崩壊が発生した場合に、崩落する岩塊の体積を減少させることができ、また、残した核の部分が鏡を抑える効果を有するので、地山の状態が悪い場合はその実施を検討すること。

(3) ドリルジャンボの選定及びロックボルトの施工

本坑の他に、作業坑（斜坑・横坑を含む。）、避難坑等の規模が大きく異なる断面がある場合、それぞれの加背割による掘削断面形状及び寸法に適合したドリルジャンボ（ガイドシェルを含む。）を使用するとともに、ロックボルトの施工は原則として事業者の施工サイクルに従い掘削後速やかに一間ずつ行うこと。

第7 具体的な肌落ち災害防止対策

1 肌落ち災害防止対策の種類

肌落ち災害防止対策は、切羽での肌落ちのリスクを低減させるためのものであるところ、様々な対策が存在し、現在も新たな対策の考案、既存の対策の改良が行われているが、現時点で比較的多く採用されており、肌落ち災害防止対策として有効であると考えられる対策を具体的に挙げると、次のとおりである。

(1) 鏡吹付け

鏡吹付けは、鏡に対し吹付けコンクリートを吹き付けることである。掘削により露出した地山を早期に吹付けコンクリートで覆うことにより、トンネル横断方向だけでなく、縦断方向の緩みも抑えることができる。

また、鏡吹付けにより、鏡がコンクリートで覆われるため、切羽の変形に伴い新たに発生した亀裂や切羽の変状が視認しやすくなる。

さらには、地山を坑内の空気又は水分に触れさせることを防ぐことができるため、膨張性地山に対しても有効である。

なお、肌落ちは鏡のみならず切羽全体で発生するものであり、鏡吹付けを行う場合は、アーチ側壁部に対しても併せて行うこと（一次吹付け）が必要である。

(2) 鏡ボルト

鏡ボルトは、鏡にボルトを打設し、鏡の安定性を高め、切羽前方の緩みを抑制するものである。なお、鏡ボルトは、トンネル縦断方向において、一打設長5メートル程度以下の短尺ボルトとそれ以上の長尺ボルトとがある。

(3) 浮石落し

浮石落しは、比較的小さな岩石を予め落とす作業である。これにより、引き続き実施される作業における肌落ちによる労働災害を防止することを目的とする。

(4) 水抜き・さぐり^{せん}穿孔

地山前方に地下水脈又は帯水層がある場合は、切羽に係る圧力を低下させて地山の崩壊のおそれを低減させるとともに、切羽への水の浸透を防止することで吹付けコンクリートが十分付着するようにするため、地下水を減少させることが必要である。

水抜き・さぐり^{せん}穿孔は、地山の中から水を導き、水が切羽に浸透する前に、穿孔した孔に水を導くものである。

(5) 切羽変位計測

切羽変位計測とは、補助的な肌落ち災害防止対策であり、鏡の押出し変位を計測機器により測定することである。目視では確認できない微小な変位を捉えることで、切羽監視責任者による監視を補助することができる。

切羽変位計測の結果、一定以上の加速度、変位速度等になると警報を鳴らすといった肌落ち災害防止対策も可能になる。

(6) 設備的防護対策

設備的防護対策とは、補助的な肌落ち災害防止対策であり、切羽で作業する労働者の上部に器具を設置して、人体を守るものである。設置する器具としては、ネット、マット、マンケージガード等がある。ネットは、労働者の上部にネットを設置し、労働者の上部からの落石をネットで受けようとするものである。マットは、労働者の上部にマットを設置し、落石の衝撃をマットで吸収しようというものである。マンケージガードは、マンケージの前面及び天井部に柵を設置し、マンケージに搭乗した労働者を肌落ちから防護するものである。また、マンケージ下部に柵を設置し、マンケージの下部で作業中の労働者を肌落ちから防護する器具もある。

(7) フォアポーリング

フォアポーリングとは、切羽前方に概ね5メートル以下のボルト又はパイプを打設することにより切羽前方の天端補強を行う補助工法である。中空のものを使用して、薬液又は充填剤を注入することで安定度を高めることがある。

(8) 長尺フォアパイリング

長尺フォアパイリングとは、切羽前方に概ね5メートル以上の鋼管等を打設することにより切羽前方の天端補強を行う補助工法である。安定度を高めるため、薬液又は充填剤を注入する。

(9) その他の工法

トンネルを掘削する経路上に遮水層、帯水層等が存在する場合は、水抜きポーリング、薬液注入工法（地上からの注入を含む。）等の実施を検討すること。

2 肌落ち災害防止対策の選定

(1) 肌落ち災害防止対策の選定方法

肌落ち災害防止対策の選定に当たっては、次の条件等を勘案し、下表を参考に選定すること。なお、肌落ちによって落下する岩石の大きさ等によっては単一の肌落ち災害防止対策では十分でない場合があるため、必要に応じ複数の肌落ち災害防止対策を組み合わせることを検討すべきであること。

ア 地山等級等による肌落ち災害防止対策の適否

岩種、地山の状態、ボーリングコアの状態、弾性波速度、地山強度比、切羽の観察結果（第6の3（1））等

イ 湧水対策としての効果

ウ 施工性（施工の容易さ）

エ その他

切羽の変状観察を行う場合における相性（見極めやすさ）、対策の人体防護性の高さ

表 肌落ち災害防止対策の選定

肌落ち防止対策	地山等級等による肌落ち防止対策の適否				湧水対策としての効果	施工性（施工の容易さ）	その他	
	IV、B	III、C	II、D	I、E			変状観察を行う場合の相性	人体防護性の高さ
鏡吹付け	△	○	◎	◎	○*	◎	◎	△
鏡ボルト	△	△	○	◎	○	△	×	△
浮石落し	◎	◎	◎	△	◎	◎	△	△
水抜き・さぐり穿孔	○	○	◎	◎	◎	○	×	×
切羽変位計測	×	△	◎	◎	×	○	◎	×
設備的防護対策	△	△	△	△	△	△	△	○

注：◎：最良、○：良、△：可能、×：不適

○*：水抜き対策を併用することで良。

(2) 鏡吹付けの実施

鏡吹付けは切羽における肌落ち災害防止対策の上で極めて重要なものであり、切羽の自立が悪い場合に適用される支保パターン I_{N-IP} 又は $DI-a$ 以下の場合では原則として鏡吹付けを実施すること。また、切羽の調査の結果、第5の1（2）ア～ウのいずれかの事項が発生することが予測される場合

には、支保パターン I_{N-2P} 又は $CII-b$ 以上であっても発注者と協議し原則として鏡吹付けを実施すること。

第8 肌落ち災害防止対策の実施に係る留意事項

事業者は、肌落ち災害防止対策に係る作業を行うときは、第6の2の(2)により作成した肌落ち防止計画に基づくとともに、以下に留意すること。

1 切羽における作業

事業者は、切羽において作業を行うときは、次の事項に留意すること。

(1) 保護具の着用

作業に従事する労働者に保護帽、保護具（バックプロテクター、保護メガネ等）、安全靴（長靴）、必要に応じて電動ファン付き呼吸用保護具等を着用させること。

(2) 照明

作業を行う場所について、照明施設を設置する等により必要な照度を保持すること。切羽における作業では、150ルクス以上が望まれること。

2 肌落ち災害防止対策

事業者は、肌落ち災害防止対策を実施するときは、次の事項に留意すること。

(1) 鏡吹付け

鏡吹付けの施工に当たっては、地山の状態に応じて、適切な吹付け厚さを確保する必要がある。例えば、支保パターン I_{N-2P} 又は $CII-b$ 以上では30ミリメートル、支保パターン I_{N-1P} 又は $DI-a$ 以下では50ミリメートルの鏡吹付け厚さを最低限確保する必要があること。なお、鏡吹付けにより、肌落ちを完全には防止できないため、併せて、事前に浮石落しを実施するとともに、切羽変位計測等、その他の肌落ち災害防止対策についても検討すること。また、湧水がある場合、水抜き・さぐり穿孔又は水抜きボーリング等を実施し、事前に切羽から水分をできる限り除去し、吹付けコンクリートを地山に十分に付着させる必要があること。

(2) 鏡ボルト

鏡ボルトの施工にあたっては、自立の困難な切羽における作業となることが多いため、鏡吹付けとの併用が望ましいこと。

鏡吹付けと併用した場合、鏡ボルトの打設中、吹付けコンクリートのひび割れの発生及び進行に十分注意すること。

なお、地山等級Ⅲ又はCクラスでは、鏡ボルトの打設間隔は1.8メートル程度、地山等級Ⅱ又はDクラスでは1.5メートル程度、地山等級Ⅰ又はEクラスでは1.2メートル程度とすることを基本とし、地山の状況に応じて

検討すること。

また、地山の層が切羽の鏡に平行となっている場合には、鏡の大部分が崩壊する大規模な肌落ちが発生するおそれがあり、これを防止するには鏡ボルトが有効な手法と考えられることから、地山の状態を踏まえ、積極的に検討すべきものであること。

(3) 浮石落とし

浮石落としが不十分であった場合、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こと。

ただし、浮石落としに多くの時間がかかると、掘削した地山を長時間大気に開放することとなり、地山の状態に変化が生じることも考えられる。これが肌落ちにつながるおそれがあるため、浮石落としの作業時間をあらかじめ定め、終了後直ちに当たり取り（支保工や覆工の施工に支障を生じる最小巻厚内に残留した地山を取り除く作業）、鏡吹付け等を実施すること。

また、浮石落としは、原則としてブレイカー等の建設機械を用いて行うこと。

なお、浮石落としを行う箇所をレーザーポインター等で指示する場合は、落石等に十分留意し安全な箇所から指示を行うとともに、建設機械との接触を防止するため必要な措置を講じること。

(4) 水抜き・さぐり^{せん}穿孔

水抜き・さぐり^{せん}穿孔は、基本的に1本とすることが多いが、地山の状態や湧水量によっては2本、3本と増やすこと。また、穿孔^{せん}場所についても、地下水脈又は帯水層に穿孔した孔を到達させるよう必要に応じ変更すること。

以上の対策によっても湧水量が多い場合は、水抜きボーリングを行うこと。

なお、水抜き・さぐり^{せん}穿孔を行う場合は、周辺地盤の地下水位の低下を招くため、薬液注入工法などによりトンネル前方の地山の亀裂を薬液により固めるなど、その他の補助工法を取り入れることも検討する必要があること。

(5) 切羽変位計測

切羽変位計測は、切羽監視責任者の切羽監視を補助するものであり、自動追尾ノンプリズムトータルステーション、レーザー変位計、レーザー距離計等による計測方法があること。切羽変位計測の計測点が必ずしも不安定岩石を捕捉しているとはかぎらないため、鏡吹付けと併用することが望ましいこと。鏡吹付けを実施していれば、不安定岩石が前面に押し出してきたとき鏡吹付けコンクリートを面で押し出すため、その周辺を計測する

ことにより不安定岩石の変位を計測することが可能であると考えられること。


(6) 設備的防護対策

設備的防護対策であるネット、マット、マンケージガード等は、切羽において装薬中の労働者を肌落ちから防護するため、労働者の上部に設置すること。

ネット、マットは、ドリルジャンボのアームを利用して設置するため、ドリルジャンボの大きさを踏まえると、トンネル内空の断面積が10平方メートル以上での適用に限られること。

各種の防護設備については、施工上の制約が生ずる場合があることから、掘削断面、作業の種類、作業方法等に応じ、適切な防護設備を選定すること。

また、防護設備の防護性能を超える肌落ちが発生することも予想されるので、それぞれの装置の防護性能を表示するとともに、防護性能に限界があることに留意すること。



事務連絡
令和6年4月5日

一般社団法人全国建設業協会専務理事 殿

厚生労働省労働基準局安全衛生部
安全課建設安全対策室長

山岳トンネル工事の切羽における肌落ち災害防止対策に係る
ガイドラインに関する問答について

山岳トンネル工事の切羽における肌落ち災害防止対策に係るガイドラインの改正に伴い、同ガイドラインについての問答を別添のとおり改正しましたので業務の参考にしてください。

(別添)

平成 29 年 3 月 6 日
改正 平成 30 年 3 月 27 日
改正 令和 6 年 4 月 5 日
厚生労働省安全衛生部
安全課建設安全対策室長

山岳トンネル工事の切羽における肌落ち災害防止対策に係る
ガイドラインに関する問答について

1	総論関係	2
2	肌落ち防止計画関係	4
3	切羽の監視・観察関係	6
4	切羽の立入禁止措置関係	10
5	具体的肌落ち災害防止対策	10
6	その他	15

1 総論関係

問1-1 「事業者」は誰を指すのか。

答 施工業者（建設業者）である。ガイドラインに基づく措置を実施するのは基本的に元請と考えているが、その実施事項について専門工事業者が行うことが効果的と考えられる場合は、専門工事業者が行うこととして差し支えない。

問1-2 発注者にはどのような責務があるのか。

答 労働安全衛生法第3条第3項では、注文者等仕事を他人に請け負わせる者は、施工方法、工期等について、安全で衛生的な作業の遂行をそこなうおそれのある条件を附さないように配慮しなければならないとされており、この注文者には発注者が含まれている。

ガイドラインにおいては、上記のほか、設計段階において、調査結果に基づき適切な支保パターンを選定すること及び切羽の自立が悪い場合においては鏡吹付けを原則実施する旨を設計図書に記載することについて記載するとともに、施工段階においても現場で出現した地山の状況に応じ施工者が掘削工法、支保パターン及び補助工法を適切に選定（設計変更）できるよう、施工者の求めに応じ迅速に協議し必要な指示を行うこと等を求めている。

いずれにしても、発注者は、肌落ち災害防止対策を事業者に任せるのではなく、事業者との協議等の場を通じ、地山の状態に応じた適切な肌落ち災害防止対策が講じられるよう、肌落ちのリスクがあることを承知の上で切羽に入る作業員の安全確保に取り組んでいただきたい。

問1-3 事業者の責務として、ガイドラインに基づき切羽における肌落ち災害防止対策を講ずることが規定されているが、肌落ち災害が発生した場合の法的責任はどうなるのか。

答 ガイドラインは法的な義務を規定したものではない。このため、ガイドラインに記載した措置を実施しなかったことを理由として労働安全衛生法違反として刑事責任を問われることはなく、罰則を科されることもない。しかしながら、労働安全衛生法に基づく規定は最低限の基準であり、ガイドラインに基づくより安全性の高い措置を講じることにより、肌落ち災害防止を図っていただきたい。

なお、労働安全衛生規則に違反する事項があった場合には、労働安全衛生法上の責任を問われることがある。

問1-4 ガイドラインは発注者に対してどのように周知されているのか。

答 ガイドライン発出の際、国土交通省、独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構、各高速道路会社を含む主要な発注機関に対し、特段の配慮をいた

くよう文書により要請している。詳細は以下のサイトの「山岳トンネル工事の切羽における肌落ち災害防止対策に係るガイドラインについて（平成28年12月26日付け基発1226第1号、令和6年3月26日改正）」の別紙2及び3を参照されたい。

<http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000149309.html>

問1-5 ガイドラインには「・・・すること」「・・・させること」「・・・ものとする」「・・・望ましい」「・・・努めるものとする」等の表現があるが、どのように違うのか。

答 ガイドラインには、法的義務があるわけではないが肌落ち災害を防止するために実施することが望ましい事項を記載したものである。表現方法について「・・・すること」等と断定している事項は取り組むことが強く求められるものであり、求められる程度に応じて「・・・望ましい」「・・・努めるものとする」等、異なる表現を使用している。

問1-6 肌落ち防止計画に盛り込んだ対策の費用負担はどうなるのか。

答 ガイドラインでは、事業者において的確な労働災害防止措置が講じられるよう、必要な安全衛生経費の確保等、発注者が的確に対応する旨記載している。

また、問1-4のとおり、厚生労働省では、主要な発注者にガイドラインを送付し、特に特段の配慮をいただくよう要請しており、ガイドラインに基づく措置についてはおおむね理解をいただいているものと受け止めている。

問1-7 肌落ちの定義に切羽崩壊は含まれるのか。

答 第3の2で肌落ちについて「トンネルを掘削した面から岩石等が落下することをいう」としており、規模については規定していないので、ガイドラインでは切羽崩壊は肌落ちに含まれる。

なお、掘削中のトンネル全体が崩れるような大規模な落盤の防止対策についてもガイドラインに記載した対策は一定の有効性があると考えられる。

本来であれば、切羽崩壊が想定されるような地山に対しては、設計段階から適切な掘削工法を選定するだけでなく支保構造をより強固なものとし、補助工法の採用も検討する等、対策を講ずることが必要である。なお、施工中の地山状況が事前調査とは異なり切羽崩壊が想定される場合には、施工者は、発注者及び設計者と協議の上、適切な掘削工法の選定、支保構造の増強、補助工法の採用等の対策を講ずることが必要である。

問1-8 「肌落ち災害防止」と「地山安定」との境界を明確にすべきではないか。

答 地山が不安定であることの結果として生じる肌落ちがあるため、地山安定対策と肌落ち災害防止対策は明確に区別することは困難と考えられる。

問1-9 第8の「肌落ち災害防止対策の実施に係る留意事項」について、「留意」の意味するところは何か。

答 肌落ち災害防止対策の選定、実施等に当たって事業者に留意いただきたい事項であり、第7の「具体的な肌落ち災害防止対策」の補足的意味合いを持つものである。

問1-10 ガイドラインはいつから効力を発するのか。

答 発出日から効力を発する。なお、着工済みのトンネル工事であっても、ガイドラインは適用される。

2 具体的肌落ち防止計画関係

問2-1 肌落ち防止計画のイメージがわからない。

答 肌落ち防止計画は施工計画と同様のレベルにあるものであり、あるトンネル工事における肌落ち災害防止対策全般について策定するものである。肌落ち防止計画を受けて、個々の地山に対して対策を検討し、実施することになる。

問2-2 肌落ち防止計画の作成のなかで、地山の事前調査が規定されているが、発注者や設計者が事前に実施したボーリング調査等とは別に、事業者が施工を開始する前に再調査を実施しなければならないということか。また、この場合の事業者は元請か、専門工事業者か。

答 肌落ち防止計画の策定にあたって発注者や設計者が事前に行ったボーリング調査結果等を活用することは差し支えない。また、それらの調査結果により適切な肌落ち防止計画が作成できる場合は、追加のボーリング調査等を行う必要はない。

この場合の事業者は通常は元請であると考えている。

問2-3 発注者や設計者が、工事費の増加や工事の遅延等を理由に事業者の作成した計画案を認めない場合は、事業者は自らの負担で計画を実行しなければならないのか。

答 工事費の増加や工事の遅延を招いたとしても、労働者の安全を確保するためには肌落ち災害防止対策を充実させるべき場合がある。

このため、ガイドラインでは、発注者等が講ずべき措置として、施工段階で出現した地山の状況に応じ、施工者が設計変更できるよう、施工者の求めに応じて迅速に施工者と協議し、遅滞なく施工への対応を施工者に指示することと

している。また、事業者が講ずべき措置として、現場で出現した地山の状況に応じて適切に掘削工法、支保パターン及び補助工法を選定し施工できるよう発注者と必要な情報等を共有の上、十分協議し連携して取り組むこととしている。

問2-4 肌落ち防止計画は、事業者が発注者と検討し、適切なものに変更する
とあるが、協議により発注者が変更するものであり事業者が変更するものでは
ないか。

答 肌落ち防止計画の作成者は事業者としている。

問2-5 肌落ち防止計画を作成するのは、元請と掘削担当の一次下請けのいづ
れが適切か。

答 一般論としては、現場の統括管理を行う立場である元請が作成することが適
当だが、計画策定の過程では掘削担当一次下請の意見を聞くことは実務的に必
要となると考えている。

問2-6 肌落ち防止計画書は作業手順書に記載するのか。

答 肌落ち防止計画は地山の状況に応じて適切な対応をとるために対策、監視、
退避等についてあらかじめ策定しておくものであり、施工計画に相当するレベ
ルのものである。

なお、労働安全衛生規則第380条に定める施工計画と一体のものとして作成
することは差し支えない。

問2-7 肌落ち防止計画では切羽の観察と結果の記録について記載すること
とされているが、昼夜の交代時の引き継ぎと全切羽作業員への周知が必要では
ないか。

答 ガイドラインでは切羽観察結果の交代時の引き継ぎ及び作業員への周知に
ついて明確に記載していないが、当然に実施していただけるものと理解してい
る。

問2-8 切羽の調査結果等の情報から作成した肌落ち防止計画によって十分
な肌落ち災害防止対策ができないおそれがあると認められる場合は、肌落ち防
止計画を適切なものに変更することとあるが、それはどのような場合か。

答 現場で出現した地山の状況に対し、当初計画していた具体的な肌落ち災害防
止対策によってでは、肌落ちが防止できないと考えられる状況等が想定される。
具体的には、想定以上に地山が変位、変状する場合や、鏡の一部が局所的に弱
く肌落ち防止対策の充実が必要である場合などが考えられる。また、切羽の観
察結果から、「鏡面から岩塊が抜け落ちる」、「鏡面の押出しを生じる」又は「鏡

面は自立せず崩れあるいは流出」といった事象が一つでも観察された場合には、直ちに、支保パターン I_{N-2P} 又は CII-b 以上であっても鏡吹付けの実施について発注者と施工者が協議し、発注者は原則として鏡吹付けの実施を施工者に指示し、施工者はそれを実施することが必要である。

あらかじめ立てた計画に固執することなく、状況に応じて柔軟に対応することが必要である。

問 2-9 発注者や設計者との協議の結果、肌落ち防止計画の見直しが不要とされた後に肌落ちが発生した場合、事業者の責任はどのようになるのか。

答 労働安全衛生規則等の法定事項を遵守していれば、事業者は労働安全衛生法上の責任はない。また、本ガイドラインは法的強制力を有しておらず、本ガイドラインに掲げられた事項を遵守しなかったことをもって直ちに法令違反となるものではないが、事業者にとっては、切羽の調査やその結果を踏まえた的確な対応等が求められる。

問 2-10 肌落ち防止計画は、労働安全衛生法第 88 条に基づく計画届に添付して提出する必要があるのか。必要がある場合、すでに届出済みの工事については、変更計画届として再提出する必要があるのか。

答 ガイドラインに基づく肌落ち防止計画は労働安全衛生法第 88 条に基づく計画届とは異なることから、計画届に肌落ち防止計画を添付する義務はない。一方で、肌落ち災害防止対策を説明するための資料としては適切と考えられるので、計画届の添付書類として肌落ち防止計画を提出することは差し支えない。

なお、計画届に添付した肌落ち防止計画を変更した場合、再提出の必要はないが、再提出を妨げるものではない。

3 切羽の監視・観察関係

問 3-1 切羽監視責任者は「切羽の状態を常時監視すること」とされているが、夜方も含めて常時監視をするのか。

答 切羽における作業があるのであれば、昼方、夜方に関係なく、常時監視する必要がある。なお、常時監視の方法については、監視装置、各種センサー等のデジタル技術を活用して差し支えないが、切羽監視責任者が直接目視で監視する場合と同等以上の安全衛生水準を確保できるようにする必要がある。

問 3-2 切羽監視責任者は専任とすべきか。または作業主任者が兼任することができるのか。

答 ガイドラインでは、切羽監視責任者は原則として専任とし、トンネルの標準掘削全断面積が概ね 50 平方メートル未満であって、切羽監視責任者と車両系

建設機械との接触防止等の安全確保措置の実施が困難な場合には、ずい道等掘削作業主任者等が切羽監視責任者を兼任して差し支えないとしている。

また、常時監視の方法については、監視装置、各種センサー等のデジタル技術を活用して差し支えないが、切羽監視責任者が直接目視で監視する場合と同等以上の安全衛生水準を確保できるようにする必要があるとしており、デジタル技術を活用する場合には必ずしも現場に常駐する必要はない。

問3-3 切羽監視責任者には法令上の位置付けがないが、切羽監視責任者がずい道等掘削等作業主任者とその指揮のもとに作業を行う労働者に退避等の指示ができる権限を明確にする必要があるのではないか。

答 退避等の指示を行う義務は法令上事業者にあるとされているが、切羽を監視する者が退避の指示を出すことがもっとも効率的であり合理的と考えられるので、ガイドラインにおいては退避指示を切羽監視責任者の職務の一つとした。

問3-4 切羽監視責任者の要件は。

答 切羽監視責任者に資格要件は求められないが、監視を行うに足る知見があることが当然の前提である。

問3-5 吹付け作業時は粉じん濃度が高くなるが、このような状態であっても切羽監視責任者による監視を行うのか。

答 吹付けを行っている切羽そのものを至近から監視することまでは求めているので、粉じんのばく露と肌落ちのおそれ程度を勘案し、適切な監視位置を設定されたい。

問3-6 ブリ出し時に、切羽監視責任者が切羽の状況を監視することは重機との接触災害を発生させるおそれがあるがどのようにすべきか。

答 切羽監視責任者による切羽の状態の監視に当たっては、重機と接触には十分留意していただきたい。また、切羽監視責任者が直接目視で監視する場合と同等以上の安全衛生水準を確保した上で、必要に応じて監視装置や各種センサー等のデジタル技術を活用して差し支えない。

なお、ブリ出し作業を行う前に、安全にブリ出しが行える程度に切羽が安定していることを確認することは必要である。

また、発破の点火やブリ出し等、労働者が切羽に接近しない作業工程においては切羽監視責任者による監視を不要としている。

問3-7 肌落ち災害が発生した場合に切羽監視責任者が責任を問われることはあるか。

答 切羽監視責任者には法令上の位置づけはないので、労働安全衛生法上の法的責任を問われることはない。また、切羽監視責任者が安衛則 381 条の観察、同 382 条の点検を行うことが想定されるが、この義務は事業者にかけているものであるため、観察、点検の実務担当者が労働安全衛生法上の責任を問われることは考えにくい。

問 3-8 第 5 の 2 の (2) のイで切羽の変状等の切羽の監視項目が示されているが、監視結果を記録として保存する必要があるか。

答 監視結果は退避の判断に繋がるので、変状が生じた場合はその時間と内容を記録し、変状が進展した場合に比較できるようにしておくことが、ガイドラインの趣旨からは望ましいと考えられる。また、変状が生じた場合には、肌落ち災害防止対策が不十分である場合もあるため、計画の適否を確認し、必要であれば計画を変更すること。

問 3-9 ガイドラインに基づく切羽の監視と労働安全衛生規則第 382 条の点検の関係は。

答 労働安全衛生規則第 382 条の点検は、毎日及び中震以上の地震後、並びに、発破を行った後に行うものであり、作業開始前、地震後及び発破直後の安全の確保を念頭に置いている。ガイドラインに基づく切羽の監視は常時行うものであり、時間とともに地山が緩んで肌落ちに至るような場合も肌落ちの予兆を把握できるようにしているものである。

ガイドラインの監視は、則第 382 条の点検を含んでいるが、切羽での作業中、常態として行うものとなっている。

問 3-10 切羽の観察について、観察対象項目の(ア)切羽及び素掘り面の状態、圧縮強度並びに風化品質、(イ)割目間隔及び割目状態、(ウ)走向・傾斜、(エ)湧水量、(オ)岩盤の劣化の状態のうち、肌落ち災害防止対策で鏡吹付けを施工した場合には(ア)(イ)(ウ)(オ)の観察ができないがどのように計画の適否を評価すればよいか。

答 ガイドラインに基づく切羽の観察は、装薬時、吹付け時、支保工建込み時、交代時に行うこととしている。鏡吹付け実施後は観察可能な項目の観察結果、鏡面の変化及びその他のデータにより切羽の評価を行い、計画の適否を判断する必要がある。

問 3-11 切羽の観察結果に基づき切羽評価点を算出することとされているが、統一した評価方法や点数を今後明示する予定はあるか。

答 評価方法や点数を厚生労働省から示す予定はない。

問3-12 切羽の観察結果を記録し、切羽評価点を算出し、地山等級を査定する
とあるが、切羽毎に観察結果の記録と評価点の算出、地山等級の査定が必要か。

答 第6の3の(1)のアの切羽の観察においては、装薬時、吹付け時、支保工
建込み時、交代時に切羽の観察を行い、過去の切羽の観察結果の推移との比較
を行うこととしている。また、同イの切羽の観察結果の記録においては、切羽
の観察結果を記録し、切羽評価点を算定し、地山等級を査定することとしてい
る。これは、毎回の切羽の観察について切羽評価点を算定し、地山等級を査定す
るまでのことを求めているものではないが、切羽評価点の算定と地山等級の査
定は定期的実施することが望ましい。

あわせて、切羽の観察結果から継続的に切羽を評価し、地山の状況が大きく
変わってきたと判断した場合には、遅滞なく地山等級の変更が可能となるよう
措置する必要がある。

なお、地山等級の査定の結果、地山等級がかわらない場合であっても、地山
の状態に変化があれば、肌落ち災害防止対策を変更することは必要となること
があるので、留意を願いたい。

問3-13 切羽観察結果の記録は、切羽監視責任者が行うのか。

答 切羽観察を行い、結果を記録する者は特定していないので、十分な知見があ
る者が行うことで差し支えない。

問3-14 切羽監視責任者の監視に関し、デジタル技術を活用して差し支えない
旨記載されているが、具体的に活用が認められている技術等はあるのか。

答 高精細カメラや高度なセンシング技術の活用等、事業者において直接目視で
監視する場合と同等以上の安全衛生水準を確保できると判断される場合は、デ
ジタル技術を活用して差し支えない。

問3-15 監視カメラにより切羽を監視又は観察をすることは認められるか。

答 いわゆる通常の監視カメラは視野が狭く、随時、任意に方向を変えることも
困難であり、切羽の急な変化等に対応できないことから、直接目視で監視する
場合と同等以上の安全衛生水準を確保できないと考えられる。なお、直接目視
と併用することは差し支えない。

問3-16 「肌落ち災害防止対策の選定表」において、地山等級のIV～Iは鉄道
トンネル、B～Eは道路トンネルの区分を使用しているものと思われる。肌落
ち災害防止対策の選定の表ではIVとB、IIIとCなどが同一に区分されているが、
両者は厳密には異なるのではないか。

答 鉄道トンネルと道路トンネルの地山等級の区分は全く同じというわけではないが、肌落ち災害防止対策を選定する上では大きな違いがないと考えられることからガイドラインでは同一の区分としたものである。

問3-17 切羽の監視、観察、点検について記録簿は示されるのか。

答 示す予定はない。

4 切羽の立入禁止措置

問4-1 切羽の立入禁止措置は、鏡吹付け前のみを対象とするのか、すべての作業サイクルに適用するのか。特に、装薬、支保工建込み、ロックボルト打設時等には、切羽に立ち入らないための対策費用が必要となる。

答 切羽の危険性に鑑み、鏡吹付け前はもちろん、鏡吹付け後も原則として立入禁止とすべきと考えている。切羽における作業は可能な限り機械化を進め、立ち入らなければならない機会を極力減らすことが必要である。また、肌落ちによる労働災害を防止する観点から、切羽（天端）からの45度の範囲について、特段の配慮を必要とする範囲として位置づけており、当該範囲には可能な限り立入を避け、やむを得ず立ち入る者にはバックプロテクターの着用等の措置を徹底していただきたい。

問4-2 浮石落とし自体が危険な作業であり、安全対策が必要ではないか。

答 ガイドラインでは、浮石落としは原則としてブレーカー等の建設機械を用いて行うこととしており、作業員が浮石落とし前の天端の直下に入らないような措置が必要である。また、浮石の箇所を指示する者についても、落石対策や重機との接触防止措置等が必要である。

問4-3 切羽における作業はできる限り機械で行うとされているが、具体的にどういうことをすればよいのか。

答 ガイドラインでは、最新のデジタル技術等も活用し、装薬作業の遠隔化、支保工建込み作業、ロックボルト打設作業、コンクリート吹付作業等の遠隔化・自動化、各種センサーを活用した監視・検知等の取組を積極的に進めることとしており、これら技術を活用することが考えられる。

5 具体的肌落ち災害防止対策

問5-1 切羽への労働者の立入りを原則として禁止し、真に必要な場合のみ立ち入らせるようにするとあるが、真に必要な場合とは具体的にどのような状況を言うのか。

答 切羽に立ち入る以外に実施方法がない状況をいう。切羽に立ち入る以外に実

施方法がないと安易に判断することはあってはならず、切羽に立ち入らずに済む方法を作業ごとに可能な限り検討する必要がある。

例えば装薬であっても、鏡に接して作業するよりも機械による爆薬等の装填等により切羽からできるだけ離れたところから行うことで災害発生リスクの低減が図られる。昨今、技術の進歩によって切羽から離れて装薬可能な機械等の開発も進んでおり、こうした機械の開発や活用が望まれる。また、支保工建込み作業、ロックボルト打設作業については、すでに実用化された自動化・遠隔化技術、専用の機械等が利用されており、一層の活用が望まれる。

問5-2 肌落ち災害防止対策の選定の表の見方がわからない。

答 地山の状況に対する工法の相性を記載したものである。例えば、地山等級Ⅳであれば、鏡吹付けの必要性は薄いので△、Ⅲでは有効性が一定程度認められるので○、Ⅱでは鏡吹付けの実施が望ましい地山が多いので◎としている。

それぞれの地山等級に対し、必要と考えられる肌落ち災害防止対策をまとめたものであり、これを実施する必要があるという趣旨でまとめたものではない。◎○は有効、△は有効性がある程度認められる、×は有効性が認めがたいという理解いただきたい。

問5-3 緩和区間について、地山等級が急激に上がる箇所とあるが、具体的にはどのような場合をいうのか。

答 地山等級差が2段階以上ある場合等を想定しており、具体的には、鉄道トンネルにおいて対応する支保パターンが I_{N-IP} から II_{NP} となる場合、道路トンネルにおいて対応する支保パターンが $DI-b$ から CI となる場合等が該当する。

問5-4 ロックボルトの施工について、掘削後速やかに一間ずつ行うこととされているが、切羽に最も近い位置にロックボルトを打つことは、かえって危険な作業になるのではないか。また、核残しを行った場合はそもそも切羽に最も近い位置にロックボルトを打つことは困難であり、どのように対応すれば良いか。

答 施工の効率化と称して、ロックボルトを複数の間でまとめて打つこと等、不適切なロックボルトの施工も考えられることから、こうした施工を行わないよう、事業者の施工サイクルに従い、一間ずつ確実にロックボルトを打つことを示したものである。必ずしも全ての工事において切羽に最も近い位置に打つことを求めているものではなく、地山の状況等に応じて施工サイクルとして一間遅れた位置に打つとする場合もあり得る。施工サイクルについては、発注者と施工者間で十分協議していただきたい。

なお、作業員が切羽に立ち入らず、自動でロックボルトを打設する専用の機

械等もすでに実用化されていることから、一層の活用が望まれる。

問5-5 鏡吹付けについては、支保パターン I_{N-IP} 又は $DI-a$ 以下のほか、鏡面から岩塊が抜け落ちること等が発生することが予測される場合も必要とされている。ここで言う「予測される場合」とは、当該掘削面に係る切羽の調査結果に基づいたものに限られるのか。

答 掘削面に係る切羽の調査結果に基づくことを原則としているが、他のトンネル工事を含む過去の調査結果等も勘案することは差し支えなく総合的に判断いただきたい。

問5-6 鏡吹付けの実施について、支保パターン I_{N-2P} 又は $CII-b$ 以上の場合であって鏡面から岩塊が抜け落ちる等のことが予測されない場合は鏡吹付けを実施しなくて良いのか。

答 ガイドラインでは、切羽の自立が悪い場合には原則として鏡吹付けを実施するとしている。鏡吹付けは切羽の変形に伴い新たに発生した亀裂や切羽の変状が視認しやすくなる等の効果もあり、支保パターン I_{N-2P} 又は $CII-b$ 以上であっても予防的観点から鏡吹付けを実施することは差し支えない。

問5-7 鏡吹付けの吹付け厚さの確認のため切羽への立入り時間が長くなることが想定されるが、かえって危険になるのではないか。

答 ガイドラインでは、鏡吹付けの厚さ確認を求めているものではない。

吹付け厚さを算定する方法としては、例えば、トータルステーションを用いて吹付け前後の鏡面の座標の差分から吹付け厚さを算出する方法、吹付け面積と吹き付けたコンクリート量から吹付け厚さを算定する方法等が考えられる。

問5-8 ベンチカット工法の場合、鏡吹付けの対象とすべき部分はどこか。

答 上半全面と側壁部を指す。なお、下半部についても肌落ち災害が発生するほどの高さがある場合には、地山の状況により鏡吹付けの対象とすべきである。

問5-9 切羽において核残しを行う場合、核は鏡吹付けの対象となるのか。

答 核部分からの肌落ちにより肌落ち災害が発生するおそれがある場合は、鏡吹付けの対象とすべきである。

問5-10 鏡吹付けの対象としているアーチ側壁部とはどの部分を指すのか。

答 掘削により地山が露出している鏡近傍の側壁部分を指す。

問5-11 発注時の積算に反映させる場合、吹付け厚さの根拠付けはどのように

するのか。

答 ガイドラインでは支保パターン I_{N-2P} 又 CII-b 以上で 30mm、支保パターン I_{N-1P} 又は DI-a 以下で 50mm を最低限確保することとしているが、吹付け厚さについて一般的に記載することは困難であることから例示しているものである。

問 5-12 鏡吹付けの吹付け厚さについて「支保パターン I_{N-2P} 又 CII-b 以上では 30mm」、「支保パターン I_{N-1P} 又は DI-a 以下では 50mm」を最低限確保することとされているが、これはあらゆる切羽について適用されるのか。

答 鏡吹付けの要否、実施する場合の厚さを地山の状況に応じ規定することは困難であり、ガイドラインでは代表的な地山について例示しているものである。

問 5-13 鏡吹付けに使用するコンクリートにはどのようなものがあるのか。

答 通常の吹付けコンクリートのほか、掘削終了後短時間のうちに切羽面からの押出しや切羽の崩壊のおそれがある場合において、高強度吹付けコンクリート等を使用する場合がある。

問 5-14 鏡吹付けのコンクリートについて、ガイドラインでは一般によく用いられる $18N/mm^2$ を想定しているのか。そうであれば、例えば $36N/mm^2$ のコンクリートを用いた場合は、吹付け厚さは半分でよいと考えてよいか。

答 ガイドラインでは $18N/mm^2$ のコンクリートを想定している。よって、 $36N/mm^2$ のコンクリートを使用するのであれば、半分の厚さで同等の強度が得られるものと考えている。なお、 $36N/mm^2$ のコンクリートの吹付け厚さが最大骨材寸法よりも薄くなる場合にはこの限りではなく、最大骨材寸法に応じた適切な吹付け厚さを確保する必要がある。

問 5-15 切羽の状況が部分的に悪い場合は、鏡吹付けの有無と厚さや鏡ボルトの配置を切羽の一部に限定しても良いか。

答 肌落ち災害防止対策として適当なものであることが必要である。例えば、鏡の状態が平均的には安定しているが右肩部が緩んでいるような場合には、右肩部のみ鏡ボルトの打設を行うこともありうる。

問 5-16 「鏡」は掘削の進行方向に対して垂直である面と定義されているが、この定義では鏡に含まれない天端やアーチ側壁部の鏡吹付けは必要ないのか。

答 切羽のうち鏡以外の部分についても、第 6 の 1 の (1) のなお書きにおいて、鏡吹付けをアーチ側壁部にも行うこととしており、切羽全体をカバーすることができるよう記載している。

問5-17 鏡ボルトの打設間隔の数値が明記されているが、打設長に関する目安はないか。

答 地山の状況や掘削面の大きさ・形状等により異なると思われるので、基準値は示していない。

問5-18 地山等級がC等級の場合の鏡ボルトを打設する間隔が1.8m程度とされているが、C等級で鏡ボルトを必ず打設する必要があるのか。

答 ガイドラインに記載しているのは例示であり、最終的な判断は個々の地山の状況により異なる場合があると理解している。

問5-19 切羽変位計測の計測点はどのように決定するのか。

答 計測点の決定方法を一般的に定めることは困難であるので、ガイドラインでは記載していない。

なお、切羽変位計測は、切羽全体を面でとらえることはできないので、切羽の変状を見逃すおそれがある。このため、補助的な肌落ち災害防止対策と位置づけ、他の対策との併用を前提としている。

問5-20 切羽変位計測の管理基準値はどのように設定するのか。

答 切羽変位計測の管理基準値は地山の状況、計測点の位置によっても異なり、一律に示すことは困難であり、また、技術的に詳細に渡る事項をまとめることは困難であることから、記載していない。

問5-21 切羽における作業では、150ルクス以上が望まれるとされているが、照度は、どの位置にて測定するのか、断面の上部と下部では照度が異なってくる。作業場全体か、特に監視が必要と思われる場所なのか。

答 切羽全体を150ルクス以上にすることが望ましいが、それが難しければ少なくとも観察する箇所を150ルクス以上にしていきたい。

問5-22 切羽における作業では、150ルクス以上が望まれるとされているが、照明の当て方や確保すべき後方距離等についての規定はないか。

答 技術的に詳細に渡る事項をまとめることは困難であることから、記載していない。

問5-23 肌落ち災害防止対策の選定の表において、切羽崩壊の場合、設備的防護対策は不適ではないか。

答 肌落ちには拳以下の岩塊が落下するようなものから1トン以上の岩塊が連続して落下するものまで幅が広いが、ガイドラインではこれらを書き分けず包

括的に「肌落ち」と定義している。

ご指摘のとおり、設備的防護対策は切羽崩壊に十分対応できるものではないが、一定の範囲の「肌落ち」には相応の防護効果があることから、表において△として記載しているものである。

問5-24 ドリルジャンボのアームを利用したネットやマットは、切羽不良時の核残しをした場合、設置が困難ではないか。

答 ガイドラインでは、肌落ち災害防止対策は地山の状況等に応じて適切に選択するものとしているので、特定の方法にこだわることなく対策を講じていただきたい。

問5-25 設備的防護対策はどの程度の岩塊を念頭に置いて設計・設置するべきか。

答 具体的な肌落ち災害防止対策は地山の状況等に応じて検討することとなるので、ガイドラインにおいては指標となるものは設けていない。

問5-26 設備的防護対策であるネット、マット、マンケージガード等は、一定の効果は認められるものの、作業によっては、その設備が支障となったり、設備の設置及び取り外し時に危険性が高くなる場合も考えられるが、使用方法を具体的に例示等することはできないか。

答 設備的防護対策に限らず、肌落ち災害防止対策は地山の状況等に応じ適切に選定すべきものであり、設置することによりかえって危険が増加する場合は使用しない方がよい場合もある。

このような事例を具体的に提示することは予定していない。

問5-27 設備的防護対策であるネット、マットについて、トンネル内空の断面積が10平方メートル以上での適用に限られることとあるが、断面積が10平方メートル以上の場合には必ず設置しなければならないのか。

答 問5-26の答のとおり、設置することによりかえって危険が増加する場合は使用しない方がよい場合もある。ガイドラインにおいては、トンネル内空の断面積が10平方メートル以上の場合について必ず設置することを求めるものではない。

6 その他

問6-1 第7の1の(1)で電動ファン付き呼吸用保護具の着用は「必要に応じ」とされているが、義務付けられているのではないか。

答 電動ファン付き呼吸用保護具の使用が義務づけられているのは、粉じん則別

表第3第1号の2、第2号の2又は第3号の2に掲げる作業であるが、本ガイドラインは、人力により掘削する場所における作業のように粉じん則による電動ファン付き呼吸用保護具の使用義務がない作業にも適用される。このため、「必要に応じ」としている。