

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概要

(平成28年12月26日基発1226第1号等、平成30年1月18日改正)

背景・目的

- ・山岳トンネル工事における掘削の最先端(切羽)では地山が露出しており、岩石の落下等(肌落ち)による労働災害がたびたび発生。
- ・肌落ち災害では、6%が死亡し、42%が休業一ヶ月以上*となっており、発生した場合の重篤度が高い。
- ・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ため、望ましい取組をとりまとめ、関係者に周知する必要がある。

ガイドラインによる取組

目的

- 労働安全衛生関係法令と相まって、切羽における肌落ち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

適用対象

- 山岳トンネル工事の切羽における作業

事業者等の責務

- 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安全衛生対策を講ずることにより、切羽における労働災害防止に努めること。
- 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、切羽における労働災害防止に努めること。

事業者が講ずることが望ましい事項

- 切羽への立入りを原則として禁止……………労働者の切羽への立入りを原則として禁止し、切羽での作業は可能な限り機械化
- 肌落ち防止計画の策定、実施、変更…… 事前調査による地山の状況の把握と、その結果を踏まえた肌落ち防止計画の策定・周知
肌落ち防止計画には、肌落ち防止対策、切羽の監視、切羽からの退避等を記載
必要に応じて肌落ち防止計画を変更
- 切羽監視責任者の選任……………切羽の変状等を常時監視する切羽監視責任者の選任
被災のおそれがある場合の切羽監視責任者による退避指示
- 具体的な肌落ち防止対策……………鏡吹付け、鏡ボルト、浮石落とし、水抜き・さぐり穿孔、切羽変位計測、設備的防護対策
地山等級、湧水の状態、施工性等を勘案した肌落ち防止対策の選定

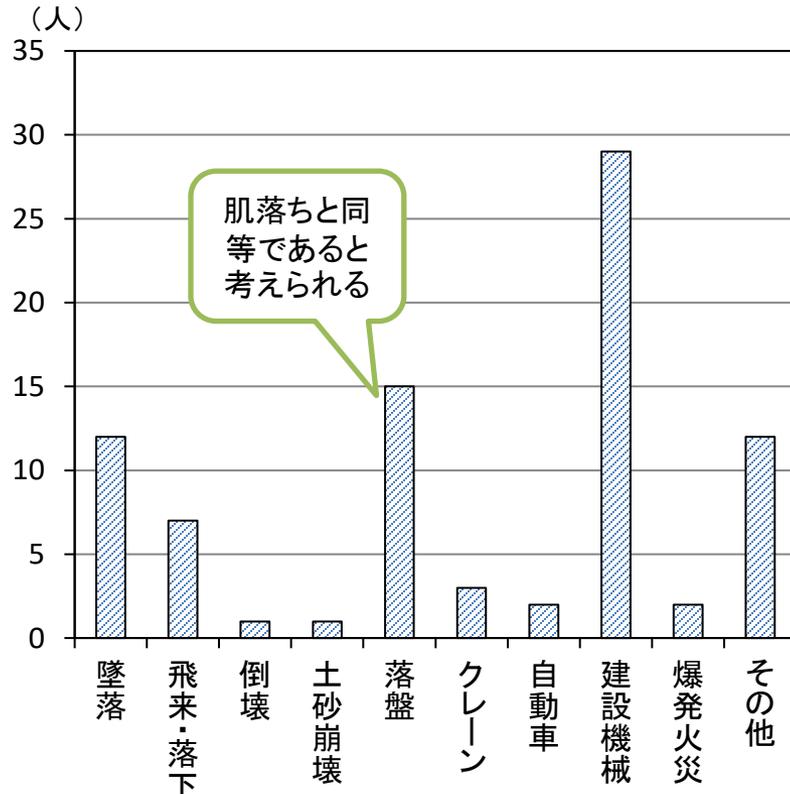
山岳トンネル工事の切羽における肌落ち災害防止対策に係るガイドライン策定の経緯

背景

- ・山岳トンネル工事における掘削の最先端(切羽)では地山が露出しており、岩石の落下等(肌落ち)による労働災害がたびたび発生。
- ・肌落ち災害では、6%が死亡し、42%が休業一ヶ月以上となっており、発生した場合の重篤度が高い。
- ・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ため、望ましい取組をとりまとめ、関係者に周知する必要がある。

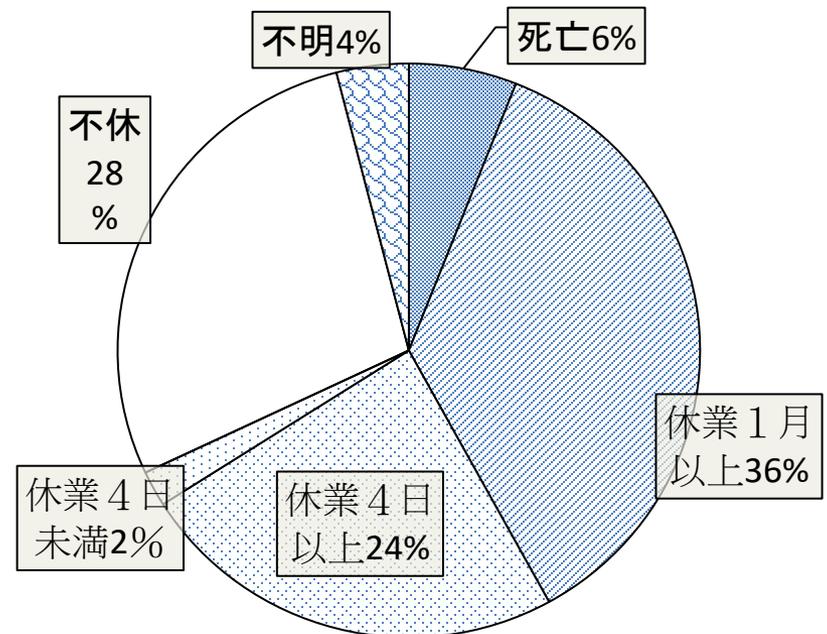
トンネル建設工事の死亡者数(災害の種類別)

(平成12年から21年までのトンネル建設工事中の死亡者84名の内訳)



トンネル建設工事の肌落ち災害の程度

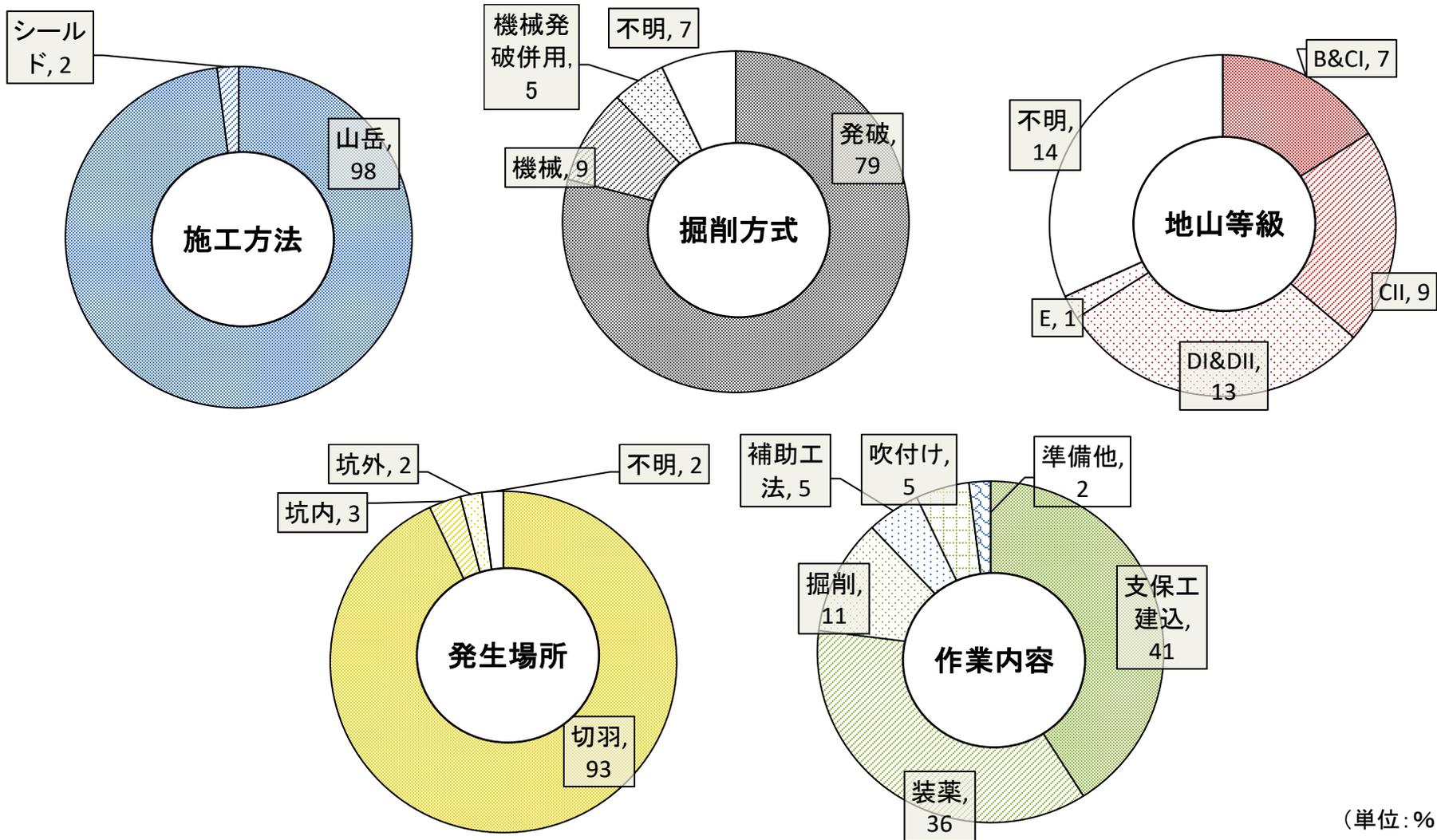
(平成12年から22年までの肌落ちによる死傷者47名の内訳)



*独立行政法人労働安全衛生総合研究所技術資料 No.2 (2012)より。

*一般社団法人日本トンネル専門工事業協会アンケート(平成24年3月公表)より。

トンネル工事における肌落ち災害の発生状況



(単位: %)

一般社団法人日本トンネル専門工事業協会アンケート(平成24年3月公表)をもとに、労働安全衛生総合研究所が平成12年から20年の44件の肌落ち災害について分析したもの。

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の解説

枠内はガイドライン本文。枠外は厚生労働省の見解を示した解説。

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。

- ・労働安全衛生規則第384条では、事業者はずい道等の建設の作業を行う場合、落盤又は肌落ちにより労働者に危険を及ぼすおそれのあるときは、支保工を設け、ロックボルトを施し、浮石を落とす等の危険を防止するための措置を講じなければならないこととされている。
- ・切羽は肌落ち災害が発生しかねない危険な場所であり、肌落ち災害がたびたび発生している。肌落ち災害が一旦発生すると、被災者の6%が死亡し、42%が休業一ヶ月以上となっており、発生した場合の重篤度が高い。
- ・このため、切羽は原則として立ち入らないようにすべき。
- ・しかし、切羽に一切立ち入らずに山岳トンネル工事を行うことは現実的ではない。
- ・危険を承知の上で切羽に立ち入る作業員の安全を確保するため、事業者等は万全の措置をとるべき。
- ・肌落ち災害を防止するため望ましい取組をガイドラインとしてとりまとめ、関係者に周知することにより、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。

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。

- ・肌落ち災害の98%は山岳トンネル工事において発生しており、発生場所の93%は切羽であることから、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焦点を絞ってとりまとめた。

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、切羽における労働災害防止に努めるものとする。

- ・肌落ちによる労働災害を防止するには、事業者が適切に作業を計画し、切羽に立ち入る機会を極力少なくすることが肝要である。そのうえで、やむを得ず切羽に立ち入る労働者の安全を確保するため、肌落ち防止対策を実施し、肌落ちが発生しそうなときに迅速に避難ができるよう切羽を監視することが求められる。
- ・労働者は、事業者の措置に協力することが求められる。
- ・両者の取組みが相まって、肌落ち災害を防止することができる。

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解説

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。

- ・ ずい道工事に関し、労働安全衛生規則第386条で立入が禁止されているのは、i)浮石落としが行われている箇所又はその下方で浮石の落下により労働者に危険を及ぼすおそれのある箇所、ii)ずい道支保工の補強又は補修作業が行われている箇所で、落盤又は肌落ちのそれがあるところに限られており、切羽一般が含まれているわけではない。
- ・ 肌落ち災害を防止する最も有効な方法は切羽に近付かないことであるので、立入を原則として禁止するようにしている。
- ・ 装薬、穿孔などの作業は機械や治具を用いて切羽から労働者が数メートル離れていても実施することが可能であるので、できるかぎりこのような措置を採り、労働者が切羽に近づく機会を減少させるよう求めている。
- ・ 労働者が切羽に近付いて作業する以外に方法がない場合もありうるが、事業者はこれを最小限にするように常に検討すべきであり、平成30年の改正において、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の積極的な推進について追記した。

事業者が講ずることが望ましい事項

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

- ・ 事業者は、山岳トンネル工事を行う場合、肌落ち災害が発生するおそれがあるとの認識のもと、事前調査を行うことが求められる。このとき発注者、設計者が行った事前調査結果を活用し、それでは十分でない判断される場合は、発注者と協議の上追加調査を行い、肌落ち防止計画の策定に万全を期すことが求められる。
- ・ なお、肌落ち防止計画の策定のために必要な情報は、トンネル工事を円滑に行うためにも活用できるものであり、この観点も踏まえて追加調査の要否を検討するべきである。
- ・ 策定した肌落ち防止計画は、関係労働者に周知することが必要である。
- ・ 設計段階において、発注者又は設計者は肌落ち防止対策について検討するとともに、その対策を実施するための経費を計上することが望ましく、少なくとも協議の上実際に行った肌落ち防止対策の費用を追加することが求められる。

事業者が講ずることが望ましい事項

2 肌落ち防止計画の作成

(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<後述の肌落ち防止対策等を参考にすること>

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。

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。

- 肌落ち防止計画の策定を求めるとともに、計画に記載すべき事項を列挙している。
- 肌落ち防止計画は、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して差し支えない。
- 記載すべき事項は、事前調査結果を踏まえた肌落ち防止対策、切羽の監視項目、監視方法等、切羽からの退避方法等、その他の大きく4点である。
- アの「肌落ち防止対策」においては、単に落ち防止対策を列挙するだけでなく、肌落ち防止対策を選択する考え方も合わせて記載すること望ましい。
- イの「監視」は、労働安全衛生規則第381条の観察、同規則第382条の点検とは異なり、常時継続的に実施するものである。事業者は切羽監視責任者を選任し、その者に切羽を監視することを指示することが求められる。
- また、ウの「退避」について、切羽監視責任者は、肌落ちにより被災するおそれのあるときは直ちに退避の指示を出す必要があるため、事業者はそのために必要な権限を切羽監視責任者に与えることが求められる。
- エの「追加の肌落ち防止対策」については、地山の状態は様々であり、計画に定めた肌落ち防止対策が有効に機能しないと考えられるときは、当初の計画にとられることなく他の方法を組み合わせるなど、地山の状況に応じた運用を図ることを求めているものである。

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解説

事業者が講ずることが望ましい事項

2 肌落ち防止計画の作成

(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。

- ・ 策定した肌落ち防止計画を踏まえた、適切な作業手順書の作成を求めているものである。

事業者が講ずることが望ましい事項

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) 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。

- ・ 事業者に肌落ち防止計画の適切な実施を求めているものである。
- ・ あわせて、計画の適否を確認し、必要であれば(1)の「切羽の調査」以下の事項を実施するよう求めているものである。
- ・ 「切羽の観察」については、監視とは異なり、作業の節目等で行うものである。監視は、作業を中断し退避する必要があるかどうかを判断するために行うものであるが、観察は想定していた作業方法で安全が確保できるかどうか判断するために行うものである。
- ・ 切羽の観察結果等をもとに、事業者は肌落ち防止計画の適否を確認することとなる。
- ・ なお、労働安全衛生規則第381条の観察、同規則第382条の点検、同規則第382条の2の測定等により知り得た地山の状況に施工計画が適応しなくなったときは、同規則第383条に基づき施工計画を変更する必要があるが、この場合は、肌落ち防止計画を併せて見直すことになる。
- ・ 平成30年の改正において、観察結果等を踏まえた支保パターンの選定、切羽に脆弱部が生じているおそれがある場合に留意することを追記した。

切羽の監視等の整理

	観察1	点検	観察2	監視
根拠	労働安全衛生規則第381条	労働安全衛生規則第382条	ガイドライン	ガイドライン
目的	落盤、出水、ガス爆発等による労働者の危険を防止するため	落盤又は肌落ちによる労働者への危険を防止するため	肌落ち災害を防止するため	肌落ち災害を防止するため
実施者	事業者	点検者(事業者の指名)	事業者	切羽監視責任者(事業者の指名)
実施時期	毎日	①毎日及び中震以上の地震後 ②発破を行った後	装薬時、吹付け時、支保工建て込み時、交代時	常時
実施対象	掘削箇所及びその周辺の地山	①ずい道内部の地山 ②発破を行った箇所及びその周辺	切羽	切羽
項目	一 地質及び地層の状態 二 含水及び湧水の有無及び状態 三 可燃性ガスの有無及び状態 四 高温のガス及び蒸気の有無及び状態	①浮石及び亀裂の有無及び状態並びに含水及び湧水の状態の変化 ②浮石及び亀裂の有無及び状態	(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	肌落ちの予兆を感知できるような項目を定めるものであり、少なくとも次を含むこと。 (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

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解説

事業者が講ずることが望ましい事項

3 肌落ち防止計画の実施及び変更

(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。

- 地山の状態が設計段階で想定していた状態と異なる場合など、施工計画書の範囲内で十分な肌落ち防止対策が実施できない場合がある。このような場合には、事業者は発注者及び設計者と十分に検討を行い、肌落ち防止計画を変更し、切羽の安全が確保されるようにすべきである。
- 地山の状態が想定どおりでない状況はしばしばみられるので、発注者及び設計者は事業者に対応を任せるのではなく、肌落ち防止災害のために必要な措置を事業者がとることができるよう、肌落ち災害防止対策の実施に伴う安全衛生経費の増額を含め、真摯に協議することが求められる。
- 同様に、元方事業者は専門工事業者と意思疎通を密にし、地山の状態の評価及び採るべき肌落ち防止対策について検討することが求められる。
- 変更された肌落ち防止計画は、関係請負人に属する労働者を含め、共有されるべきである。

事業者が講ずることが望ましい事項

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使えないこと。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。

(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。

- 切羽監視責任者は元請、専門工事業者のいずれに属していても差し支えないが、その職務を遂行するために適切な権限を与えられていることが必要である。なお、切羽監視責任者を専門工事業者から選任した場合であっても、元請はその選任について把握し、統括管理の観点から必要な指導・援助等を行うことが求められる。
- 平成30年の改正において、切羽監視責任者を原則として専任とすること、全断面積が50m²未満(目安としては2車線道路より小さいもの)のトンネルでは作業主任者等の兼任でよいこと、ズリ出し等の切羽に労働者が接近しない作業工程での常時監視が不要であることを明確にした。

具体的な肌落ち防止対策

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。

(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、 60m^2 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。

(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。

- 平成30年改正において本項目を追加した。
- 比較的大きな断面のトンネルを掘削する際には、地山の大規模な崩落が発生しやすくなるので、掘削断面積を小さくするためのベンチカット工法の検討、核残しの採用の検討について追記した。
- ベンチカット工法の採用の検討を断面積 60m^2 以上としているのは、トンネル標準示方書において、全断面工法については 60m^2 以上ではきわめて安定した地山でなければ適用は困難とされているため、これにならったものである。

具体的な肌落ち防止対策

1 肌落ち防止対策の種類(要約)

(1) 鏡吹付け

鏡に対し吹付けコンクリートを吹き付けることである。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、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。

(2) 鏡ボルト

鏡にボルトを打設し、鏡の安定性を高めるものである。

(3) 浮石落とし

比較的小さな岩石を予め落とす作業である。

(4) 水抜き・さぐり穿孔

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

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。

(6) 設備的防護対策

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ネット、マット、マンケージガード等を設置し、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

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

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、水抜きボーリング、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。

- ・ 鏡吹付けは、それ自体が肌落ちを防止する効果を有するが、大規模な肌落ちを防止することは困難であるので、切羽の変状を視認しやすくすることを主目的とするものと理解すべきである。
- ・ 浮石落としは「こそく」とも呼ばれる。
- ・ 事業者は、これらの方法を地山の状況に応じて適切に組み合わせ、肌落ち災害の防止を図ることが求められる。
- ・ 平成30年改正において、その他の工法として水抜きボーリングの他、地上からの薬液注入についても記載した。

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解説

具体的な肌落ち防止対策と留意事項

1 肌落ち防止対策の種類

(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。

<留意事項>

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・さぐり穿孔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。

- ・ 鏡吹付けは、それ自体が肌落ちを防止する効果を有するが、大規模な肌落ちを防止することは困難であるので、切羽の変状を視認しやすくすることを主目的とするものと理解すべきである。
- ・ 留意事項においては、地山等級に応じた吹付け厚さを例示しているが、これは肌落ち災害が防止できることを担保する厚さを意味するものではないことに留意すること。

具体的な肌落ち防止対策と留意事項

1 肌落ち防止対策の種類

(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。

<留意事項>

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。

- ・ 地山等級に応じて打設間隔を例示しているが、地山の状況等に応じて個々に検討することが必要である。
- ・ 平成30年改正において、鏡ボルトが特に有効となる場合があるので、その追記を行った。

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解説

具体的な肌落ち防止対策と留意事項

1 肌落ち防止対策の種類

(3) 浮石落とし

浮石落としは、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。

<留意事項>

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、原則としてブレーカー等の建設機械を用いて行うこと。

- 浮石落としは「こそく」とも呼ばれる。
- 浮石落としは、労働者を切羽に立ち入らせることなく、ブレーカー等の建設機械を用いて行うことを原則とすること。

具体的な肌落ち防止対策と留意事項

1 肌落ち防止対策の種類

(4) 水抜き・さぐり穿孔

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。

<留意事項>

水抜き・さぐり穿孔は、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。

- 地山等級に応じて打設間隔を例示しているが、地山の状況等に応じて個々に検討することが必要である。

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解説

具体的な肌落ち防止対策と留意事項

1 肌落ち防止対策の種類

(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。

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。

<留意事項>

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。

- ・ 切羽変位計測は切羽に現れる肌落ちの兆候をとらえることができるが、計測範囲が限られるため、切羽監視責任者による監視を不要とするものではないこと。

具体的な肌落ち防止対策と留意事項

1 肌落ち防止対策の種類

(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。

<留意事項>

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10m²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。

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解説

具体的な肌落ち防止対策と留意事項

1 肌落ち防止対策の種類

(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

水抜きボーリング等がある。

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、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。

- ・ やむを得ず切羽において作業を行う場合には、バックプロテクター等の肌落ち災害を防止するための保護具を労働者に着用させることが求められる。
- ・ 照明については、切羽の監視を行うために150ルクス程度が望ましいものであり、これを目安として示したものである。労働安全衛生規則第604条は坑内の作業場について適用はないが、粗な作業について70ルクス以上、普通の作業において150ルクス以上が基準値として定められている。

具体的な肌落ち防止対策

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、ボ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、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	△	△	○	◎	○	△	×	△
浮石落とし	◎	◎	◎	△	◎	◎	△	△
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。

- ・ 肌落ち防止対策の選定の目安を表としてまとめたものである。
- ・ この表は検討の出発点としては適当であるが、地山等級が同一の評価であっても、切羽の状態には差がみられるので、必ずしもこの表どおりの肌落ち防止対策が適当との結論が得られるわけではないことに留意する必要がある。
- ・ 事業者は、発注者及び設計者と必要に応じ協議し、適切な肌落ち防止対策を選定し、実施することが求められる。

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平成30年改正

改正の背景

- ガイドライン策定時に考慮されていなかった肌落ち災害**が発生し、これらの災害に対してはガイドラインが十分な効果を上げることができないおそれがあったこと。
＜発生した災害の概要＞
 - ・地山等級の査定は適切にされ、それに基づき支保パターンが選定されていたが、地山に局所的に脆弱な箇所があり、その部分で肌落ちが発生した際に労働者が接近しており、被災したもの。
 - ・地山の層が鏡にほぼ平行であり、鏡全体が倒れるように崩壊したもの。
 - ・遮水層を貫通し、大量の水がトンネル内に流入したもの。
- 切羽監視責任者に専任性を求めているものの全断面積の小さなトンネルまで専任の切羽監視責任者を置くことはかえって車両系建設機械との接触災害を誘発するおそれがあり、**専任性と全断面積の関係について整理が必要**であったこと。

改正の概要

- 切羽への立入禁止措置**
 - ・原則として切羽への立入を禁止、真に必要な場合のみ立ち入らせるようにする。(変更なし)
 - ・現在切羽へ立ち入ることにより作業されていることが多い**装薬作業の遠隔化、支保工建て込み作業等の完全な機械化等を積極的に進めることを記載**。(第5の1関係)
- 肌落ち防止計画の実施・変更**
 - ・肌落ち防止計画の適否の確認において、**切羽に脆弱部が存在するおそれがあることに留意するよう記載**。(第5の3のウ関係)
(地山に局所的に脆弱な箇所があり、その部分で発生した肌落ちにより災害が発生したことを踏まえたもの)
- 切羽監視責任者の専任性等**
 - ・切羽監視責任者は**専任であることを明確化**。ただし、小断面(概ね50m²未満。2車線道路では、通常50m²を超える。)では作業主任者が兼任できることを明示。(第5の4の(1)関係)
- ベンチカットの記載**
 - ・○**断面積60m²以上ではベンチカット**をすること、地山の状態が悪い場合に**核残し**を行うことが望ましいことを明記。(第5の5関係)
(大断面の山岳トンネルでの肌落ち災害が発生したことを踏まえたもの)
- 遮水層・帯水層対策**
 - ・遮水層、帯水層がある場合の**水抜きボーリング、薬液注入工法**の実施の検討を記載。(第6の1の(9)関係)
(遮水層を貫通したことによりトンネルが崩壊した事故が発生したことを踏まえたもの)
- 切羽に平行な層**
 - ・地山の層が切羽に平行になっている場合の**鏡ボルトの有効性**を明記。(第2の(2)関係)
(地山の層が切羽に平行になっている箇所で切羽の大部分が倒れるようにして肌落ちとなった災害が発生したことを踏まえたもの)

山岳トンネル工事の切羽における肌落ち災害事例

死亡1名

○災害発生状況

NATM工法による道路トンネル建設工事において岩盤に孔を開け、雷管の装薬作業を行っていた際に1回目の崩落が発生し、岩塊とともに雷管が落下した。被災者Aは作業員Bと切羽に向かい、雷管を回収しようとした。このとき作業員Cが崩落の兆候に気づき叫んだが、被災者Aは逃げ遅れ、岩塊の下敷きとなり死亡した。崩落した岩塊の総量は約14m³と推計されている。

○災害発生原因

装薬作業は切羽から十分な間隔をとって実施すべきであり、落下した雷管を拾うためであったとしても崩壊がみられた切羽に安易に接近したことが主な原因である。

支保パターンは切羽の観察結果を踏まえ安全側で施工されていたが、火薬使用量が減少しており地山が崩れやすくなっていることが確認されていた。肌落ち防止対策の選定にあたってのこの事実が考慮されていなかったことも原因として挙げられる。



崩落した切羽の様子

死亡1名

○災害発生状況

NATM工法による道路トンネル建設工事において、発破、ずり出しが終了し、被災者は支保工の建込みを行うために、地山の確認作業を行っていた。切羽手前左肩部において全長約5m、奥行き最大約4m、高さ約5mにわたる約50m³の土砂が崩壊した。このため、付近にいた被災者が生き埋めとなり、死亡した。崩壊箇所では、二次吹付けコンクリート、鋼製支保工、ロックボルトが施工済であった。

○災害発生原因

崩壊箇所の地山に局所的な劣化が生じていたが、支保パターンの選定は3箇所の平均で決定されていたため、崩壊箇所の地山の劣化に応じた支保パターンとなっておらず、強度が十分でなかったことが主な原因である。

支保パターンを選定する際は、単純に平均値をとるのではなく、局所的に劣化したところがあることを加味することが必要である。



崩落した切羽の様子

山岳トンネル工事の切羽における肌落ち災害事例

死亡1名

○災害発生状況

NATM工法による道路トンネル建設工事において、5cmの鏡吹付けの後、岩盤に装薬用の孔の穿孔を行った。その後、ドリルジャンボのマンケージから装薬作業を始めようとしたところ、切羽の約3/4が崩壊し、マンケージごと被災者が崩壊に巻き込まれたもの。

ドリルジャンボ後方から切羽監視員が切羽の監視を行っていたが、切羽の崩壊に特段の予兆はみられなかった。

○災害発生原因

崩壊があった切羽の中央と右側部分については、岩辺同士をたたき合わせて割ることができるほど軟岩であった。なお、崩壊した岩塊の一軸圧縮試験でも、試験が実施にくいほど岩塊の強度が低いことが明らかになっている。

地層が鏡に平行で全面に渡る崩壊が発生しやすい地山であった。



切羽の崩落範囲

休業1名(骨盤骨折)

○災害発生状況

NATM工法による道路トンネル建設工事において、一次吹付け作業の次に鋼製支保工の建込みの準備をしていたところ、根足から高さ2~2.5mの箇所で長辺約2m、短辺約0.7m、奥行き約0.6m(0.28m³、約650kg)の岩塊が抜け落ち、被災者の背中に当たったもの。一次吹付コンクリートの厚さは施工計画では30mmとされていたが、10mm程度のところもみられた。

○災害発生原因

切羽周辺の応力の再配分がなされていく過程で岩塊が力学的近郊を失ったことに伴い、岩塊が落下したが、その際、吹付コンクリートが施工計画どおりの厚さで吹き付けられていなかったこと。(岩塊をモデル化し計算したところ、施工計画どおりに吹き付けていれば肌落ちを防止できたと見込まれる)



災害発生直後の肌落ち箇所(切羽左側面)

山岳トンネル工事の切羽における肌落ち災害の最近の災害事例

番号	発生年	災害の概要	推定原因
1	H28	NATM工法による道路トンネル建設工事現場において、一次吹き付けが終了し、鋼製支保工建込みの準備ため根足箇所に入り込んだところ、高さ2.3～2.5mの箇所から岩塊が抜け落ち、被災者の背中に激突した。	吹き付けコンクリートが計画されていた30mmより薄く10mm程度の箇所があったこと。
2	H28	NATM工法による道路トンネル建設工事現場において5cmの鏡吹き付けの後、岩盤に装薬用の孔の穿孔を行った。その後ドリルジャンボのマンネージから装薬作業を始めたところ、切羽の約3/4が崩壊し、マンネージごと被災者が崩壊に巻き込まれた。	切羽が脆弱であるにもかかわらず肌落ち防止対策が不十分だったこと
3	H27	建設中の自動車専用道路のトンネル工事現場で、支保工の建込みを行うために、被災者が地山の確認作業を行っていたところ、切羽手前左肩部の地山が局所的に弱く、全長約5m、奥行き最大約4m、高さ約5mにわたり崩壊し、その付近にいた被災者が生き埋めとなり、死亡した。 崩壊箇所では、二次吹き付けコンクリート、鋼製支保工、ロックボルトが施工済であった。	局所的に弱い地山に対して、適切な覆工を行わなかったこと。
4	H27	トンネル切羽において、火薬の装填作業を行っていたところ、切羽天端部の肌落ちがあり、装填した火薬(雷管)が2つ落下した。火薬を回収するため職長、被災者が切羽に近づいたところ、岩盤が大規模に崩壊し、被災者は約3トンの岩の下敷きとなった。	切羽に近づいたこと。
5	H25	建設中の自動車専用道路のトンネル工事現場で、切羽周辺が崩壊し、作業をしていた被災者が土砂に埋まった。	切羽で作業を行っていたこと。
6	H21	ずい道建設現場の切羽先端において、ドラグ・ショベルで掘削した脇に残った下部の土砂を手作業で掘削していたところ、切羽の土砂(約20m ³)が崩壊し、被災者が埋まった。	切羽で作業を行っていたこと。
7	H21	切羽上半部の発破作業のため、ドリルジャンボを使用して穿孔、火薬の装填を終え、被災者が切羽下端部の結線作業を行っていたところ、切羽上方約4mから岩塊(約360kg)が肌落ちし、被災者を直撃した。	切羽で作業を行っていたこと。
8	H19	坑口より約550m地点の崩壊防止用のモルタルが前面に吹き付けられている切羽下部の地上において、発破の装填作業中、切羽の高さ約6mの断面から幅約3m、高さ約3m、厚さ30cmにわたりモルタル及び地山の一部が崩壊し被災者に激突した。	切羽で作業を行っていたこと。
9	H17	切羽面の下方部において、油圧削岩機が発破孔の穿孔を行う付近で、切羽面の下にたまった岩石を鋏を用いて搬出する作業中に、切羽の天井最上部付近(高さ約5m)から一次吹き付けを終えたコンクリート片(縦・横・厚さ約65×30×13cm、重量約60kg)及び岩塊(重量約30kg)が剥離して落下し、被災者の頭部に当たった。	切羽で作業を行っていたこと。
10	H15	NATM工法によるトンネル工事現場(延長334m)において、坑口から約110mの地点で切羽鏡面の発破準備作業中、ホイールジャンボのバスケット上から切羽への装薬を行っていたところ、切羽の下端より高さ約6mの位置から、高さ1.1m、幅1.1m、約0.3m ³ の岩塊が崩壊して直撃された。	切羽で作業を行っていたこと。

山岳トンネル工事の切羽における肌落ち災害の最近の災害事例

番号	発生月	災害の概要	推定原因
11	H14	下り線坑口より約700mの切羽において、ホイールジャンボのマンケージ内でロックボルト注入作業を行っていたところ、突然切羽鏡面より地山が約20m ³ 崩壊し、崩壊する土砂とマンケージの手摺りに挟まれた。	切羽で作業を行っていたこと。
12	H14	坑口より1,027m付近にてNATM工法による切羽掘削作業を行っていたとき、切羽を発破し、油圧ブレーカによるこそくを終了した後、鋼製支保工建込みのため被災者が切羽に近づいたところ、切羽が高さ3m、幅約1.5mほど崩れ、落ちてきた岩塊に直撃された。	切羽で作業を行っていたこと。
13	H14	高速道路トンネル工事現場で切羽上部より岩石(長さ2.5m、幅0.7m、重さ約4t)が落下、装薬作業を行っていた被災者を直撃した。	切羽で作業を行っていたこと。
14	H14	坑口より約400mの地点で発破、ずり取りが終了し、職長が切羽を点検したところ、肌落ちの危険を感じたため作業員に切羽に入らないように指示した。職長がブレーカーを運転して戻るとき、被災者が切羽右部にいるのを見つけ、退避するよう叫んだ直後に0.5m ³ ほどの肌落ちが発生し、岩石が被災者を直撃した。	切羽に近づいたこと。
15	H13	坑口より769mの地点の切羽でホイールジャンボのケージに乗り、発破前のこそく作業中、高さ7.5mの切羽より崩落があり、被災者の背部に激突した。	切羽で作業を行っていたこと。
16	H13	トンネル工事現場において切羽鏡面の下部で発破用火薬の装薬作業を行っていた被災者の上部の切羽鏡面が崩落し、岩が足に当たった。このため転倒した被災者の背部に、より大きな岩が倒れ込んできて、その下敷きになった。	切羽で作業を行っていたこと。
17	H12	ドラグショベルとタイヤショベルで切羽付近の地盤改良中、切羽の地山が崩壊し、湧水を大量に含んだ土砂が坑口側に約60m流出し、切羽から約40m後方で小型ドラグショベルに搭乗し待機していた被災者がドラグショベルごと押し流され、後方に待機していたトンネル掘削機械との間に生き埋めになった。	水抜きが不十分であったこと。
18	H12	トンネル工事現場の切羽で発破の装薬作業中、鏡面から約3m ³ の岩塊が抜け落ち、落下した岩塊に下半身及び右上腕以上が埋まった。	切羽で作業を行っていたこと。
19	H12	NATM工法によりずい道の掘削作業中、坑口より184mの切羽でアーチ型枠材を建て込むため、掘削面下端を手作業で整地中、高さ2mの箇所から岩盤が落下し、被災者に激突した。	切羽で作業を行っていたこと。
20	H12	ずい道坑口から約100mの切羽付近においてこそくが行われた後にずい道支保工設置のためズリかきならしを行っていたところ、どこかから石が落下して被災者に激突した。	切羽で作業を行っていたこと。
21	H12	坑口より約790m付近において切羽掘削作業がほぼ終了し、支保工組立、モルタルの吹き付け作業等を終了し、次の支保工組立の基礎の確認のために2名が左右に分かれて近づき、掘削盤の高さの確認を行っていたところ、切羽右側の岩盤(5.6m ³)が突然崩落し、被災者が崩落してきた岩盤に巻き込まれたもの。	切羽に近づいたこと。

※1は死傷災害。2以降は死亡災害。

山岳トンネル工事において事業者が実施する主要事項の整理1

事前調査

○ボーリング等による地山の調査*1、記録*2（則第379条、ガイドライン第5の2の(1)）

*1 発注者等による調査を利用してよい。

*2 記録が明記されているのは則のみ。

計画

○施工計画（則第380条、第383条）

- ・ 支保工の施工、覆工、湧水・可燃性ガスの処理、換気の方法、照明の方法を定める。
- ・ 施工計画を地山の状態に適應するよう変更する。

○肌落ち防止計画（則第382条の3）（ガイドライン第5の2）

- ・ 地山の状態に応じた肌落ち防止対策、切羽監視責任者の選任、切羽から退避の方法等、その他の事項を定める。
- ・ 十分な肌落ち防止対策ができないおそれがある場合、発注者、設計者と検討し、肌落ち防止計画を変更する。
- ・ 肌落ち防止計画は関係労働者に周知する。
- ・ 退避の方法、退避指示の方法を定める。
- ・ 作業手順書を作成する。

測定等

○可燃性ガスの濃度の測定（則第382条の2）

- ・ 事業者は可燃性ガスの濃度を測定する者を指名する。
- ・ 測定は、毎日作業を開始する前、中震以上の地震の後、可燃性ガスに異常があったときに行う。
- ・ 結果を記録する。

○自動警報装置の設置（則第382条の3）

- ・ 則第382条の2の測定の結果、爆発、火災が生じるおそれのあるときは、自動警報装置を設ける。
- ・ 自動警報装置を点検し、異常があるときは補修する。

切羽の状況の確認

○観察（則第381条）

- ・ 毎日、掘削箇所及びその周辺について行う。
- ・ 結果を記録する。

○点検（則第382条）

- ・ 事業者は点検者を指名する。
- ・ 毎日及び中震以上の地震後、ずい道の内部の地山について行う。
- ・ 発破を行った後、発破を行った箇所及びその周辺について行う。

○観察（ガイドライン第5の3の(1)のア）

- ・ 装薬時、吹付け時、支保工建て込み時、交代時、切羽について行う。
- ・ 結果は記録し肌落ち防止計画の見直し等に活用する。

○監視（ガイドライン第5の2の(2)のイ等）

- ・ 事業者は切羽監視責任者を選任する。
- ・ 常時、切羽について行う。

作業主任者

○ずい道等の掘削等作業主任者の選任（則第383条の2）

- ・ 作業の方法及び労働者の配置を決定し、作業を直接指揮する。
- ・ 器具、工具、安全带等、保護具の機能を点検し、不良品を取り除く。
- ・ 安全带等及び保護具の使用状況を監視する。

○ずい道等の覆工作業主任者の選任（則第383条の4）

- ・ 作業の方法及び労働者の配置を決定し、作業を直接指揮する。
- ・ 器具、工具、安全带等、保護具の機能を点検し、不良品を取り除く。
- ・ 安全带等及び保護具の使用状況を監視する。

※「則」は労働安全衛生規則の略。

※山岳トンネル工事に係る安全衛生法令等を網羅しているわけではありません。

※法令、ガイドラインの表現は簡略化している場合があるので、原典を確認してください。

山岳トンネル工事において事業者が実施する主要事項の整理2

落盤等による危険の防止

- 落盤、肌落ちの危険の防止
 - ・ ずい道支保工、ロックボルト、浮石落とし等の労働災害防止措置を実施する。(則第384条)
- 出入り口付近の地山の崩壊等の危険の防止
 - ・ 土留め支保工、防護網、浮石落とし等の措置を実施する。(則第385条)
- 立入禁止(則第386条)
 - ・ 浮石落としが行われている箇所及びその下方で労働者に危険を及ぼすおそれのあるところ
 - ・ ずい道支保工の補強、補修作業が行われている箇所で労働者に危険を及ぼすおそれのあるところ
- 切羽への立入禁止(ガイドライン第5の1)
 - ・ 切羽への立入を原則として禁止にする。
 - ・ 真に必要な場合のみ立ち入らせるようにする。
 - ・ できる限り機械等で行うようにする。
- 肌落ち防止対策
 - ・ 調査結果に適応した肌落ち防止対策を含む肌落ち防止計画を策定する(ガイドライン第5の2の(2))
 - ・ 追加の肌落ち防止対策を検討する(ガイドライン第5の2の(2)のエ)

視界の保持

- 視界の保持(則第387条)
 - ・ 視界が著しく制限される場合は、換気を行い、水を撒く等必要な視界を保持するための措置を講じる。

退避

- 退避
 - ・ 労働災害発生の急迫した危険があるときは、直ちに作業を中止し、労働者を安全な場所に退避させる(則第389条の7)
 - ・ 爆発のおそれのある場合の立入禁止、警報設備の設置、避難用器具の備付け、避難訓練の実施等(則第389条の8～第389条11)
- 退避指示(ガイドライン第5の2の(2)のウ、第5の4の(2))
 - ・ 退避の方法、退避指示の方法を定める。
 - ・ 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。

その他

- 労働安全衛生法第88条に基づく計画届
- 救護に関する措置(則第24条の3～第24条の9)
- 車両系機械等の運行経路(則第388条で読み替える第364条)
- 誘導者の配置(則第388条で読み替える第365条)
- 保護帽の着用(則第388条で読み替える第366条)
- 安全な照度の保持(則第388条で読み替える第367条)
- 爆発、火災等の防止(則第389条～第389条の5)
- ずい道支保工(則第390条～第396条)
- ずい道型枠支保工(則第397条～第398条)

○粉じん障害防止規則

- ・ 坑内での地山の掘削、地山の破砕等、ずり出しは特定粉じん作業に該当(第2条)
- ・ 湿潤化等(第4条)
- ・ 換気(第6条の2)、半月以内ごとの粉じん濃度の測定と結果に応じた風量増加等の措置(第6条の3、第6条の4)
- ・ 特別教育(第22条)
- ・ 休憩設備の設置(第23条)、清掃の実施(第24条)
- ・ 発破終了後の措置(第24条の2)
- ・ 電動ファン付き呼吸用保護具の使用(第27条)

※「則」は労働安全衛生規則の略。

※山岳トンネル工事に係る安全衛生法令等を網羅しているわけではありません。

※法令、ガイドラインの表現は簡略化している場合があるので、原典を確認してください。