

トンネル建設工事の切羽付近における
作業環境等の改善のための
技術的事項に関する検討会

報告書（案）

令和2年●月●日

目次

I	開催要綱及び参集者	3
II	検討の経緯	5
III	検討結果	7
	第1 基本的事項について	7
	第2 測定の詳細事項等について	10
	第3 粉じん濃度測定結果に基づく措置について	12
	第4 工学的対策等及び実施管理について	14
	第5 今後のスケジュール等	16
IV	別紙	
	別紙1	
	別紙2	
	別紙3	
	別紙4	
	別紙5	
	別紙6	
V	参考資料一覧	

I 開催要綱及び参集者

1 趣旨・目的

ずい道等建設工事において、新たな工法の普及、機械の大型化等により粉じんの発生の態様が多様化していること等の状況に応じた的確な対策の推進が、引き続き求められており、平成 25 年に策定された第 8 次粉じん障害防止総合対策においても、重点事項として定められている。

このため、トンネル建設工事の作業環境を将来にわたってよりよいものとする観点から、最新の技術的な知見等に基づき、簡便かつ負担の少ない正確なトンネル切羽付近の粉じん濃度測定・評価方法について検討し、作業環境を把握するためのより適切な手法の選択肢を広げ、確立することにより、作業環境管理及び健康障害防止に繋げることを目的として、厚生労働省労働基準局安全衛生部長の下に学識経験者、実務経験者等の専門家の参集を求め、「トンネル建設工事の切羽付近における作業環境等の改善のための技術的事項に関する検討会」を開催する。

2 検討事項

- (1) 切羽付近の粉じん濃度の測定方法及び測定結果の評価方法について
- (2) 作業状況、地山の状況、切羽付近の粉じん濃度等、記録すべき事項について
- (3) 切羽付近の作業環境の改善方法について
- (4) 呼吸用保護具（フィルター）の適切な管理について
- (5) 労働者の教育について
- (6) その他必要と認められる事項

3 構成・運営等

- (1) 本検討会は、厚生労働省労働基準局安全衛生部長が、別紙の学識経験者、実務経験者の参集を求めて開催する。
- (2) 本検討会に座長 1 名を置き、座長は議事を整理する。座長は、参集者の互選により選出する。
- (3) 本検討会に、座長を補佐し議事の整理を補助する者として、副座長を若干名置くことができる。副座長は、座長が指名する。
- (4) 本検討会においては、必要に応じ（1）の参集者以外の学識経験者、実務経験者等からヒアリングを行うことがある。
- (5) 本検討会の事務は、厚生労働省労働基準局安全衛生部化学物質対策課環境改善室において行う。

- (6) 本検討会の議事は原則公開とする。ただし、個人情報、個別企業等に係る案件を取り扱うときは非公開とする。
- (7) この要綱に定めるもののほか、検討会の運営に関し必要な事項は、座長が厚生労働省労働基準局安全衛生部化学物質対策課環境改善室と協議の上定める。

別紙

参集者 (50 音順)

- 阿部美行 建設労務安全研究会理事 (前田建設工業株式会社執行役員安全担当)
- 石田直道 全国トンネルじん肺根絶原告団事務局長 (令和元年11月から)
- 井上 聡 弁護士 (全国トンネルじん肺根絶弁護団・都民総合法律事務所)
(令和元年11月まで)
- 漆原 肇 日本労働組合総連合会(連合)労働法制局長(平成30年8月から)
- 吉川直孝 独立行政法人労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所建設安全研究グループ上席研究員
- 熊谷信二 元産業医科大学産業保健学部環境マネジメント学科安全衛生マネジメント学教授
- 小西淑人 一般社団法人日本繊維状物質研究協会専務理事
- 小山幸則 立命館大学総合科学技術研究機構上席研究員
- 佐藤恭二 一般社団法人日本建設業連合会安全委員会衛生対策部会長 (飛島建設株式会社安全環境部長)
- 諏訪 至 西松建設株式会社土木事業本部土木設計部課長 (一般社団法人全国建設業協会推薦) (平成30年8月から)
- 鷹屋光俊 独立行政法人労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所作業環境研究グループ部長
- 土屋良直 一般社団法人全国建設業協会常任参与
- 外山尚紀 労働安全衛生コンサルタント (特定非営利活動法人東京労働安全衛生センター)
- 野崎正和 一般社団法人日本トンネル専門工事業協会会長 (成豊建設株式会社代表取締役社長)
- 橋本晴男 東京工業大学キャンパスマネジメント本部総合安全管理部門特任教授
- 明星敏彦 産業医科大学産業生態科学研究所労働衛生工学研究室教授
- 本山謙治 建設業労働災害防止協会技術管理部長
- 吉住正男 日本労働組合総連合会(連合)総合労働局雇用対策局長 (平成30

年8月まで)

○：座長

オブザーバー

国土交通省大臣官房技術調査課

経済産業省産業保安グループ

独立行政法人労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所

作業環境研究グループ

Ⅱ 検討の経緯

第1回 平成28年11月30日

- (1) トンネル建設工事現場における粉じん対策の現状等について
- (2) 切羽付近の粉じん濃度の測定方法等について
- (3) その他

第2回 平成29年3月2日

- (1) トンネル建設工事現場における粉じん対策の現状等について
- (2) 切羽付近の粉じん濃度の測定方法等について
- (3) その他

第3回 平成29年4月28日

- (1) 切羽付近の粉じん濃度の測定方法等について
- (2) その他

第4回 平成30年8月8日

- (1) 作業環境に関するヒアリングについて
- (2) 切羽付近の粉じん濃度の測定結果等について
- (3) その他

第5回 令和元年6月26日

- (1) 前回議事のポイント
- (2) 前回の議論を踏まえた測定方法の方向性
- (3) 今年度の調査の方向性
- (4) その他

第6回 令和元年11月28日

- (1) 実地調査・アンケート調査の結果について
- (2) 報告書骨子(案)について
- (3) その他

第7回 令和2年1月15日

- (1) 報告書(案)について
- (2) その他

Ⅲ 検討結果

第 1 基本的事項について

1 報告書の趣旨等

この報告書は、ずい道等（ずい道及びたて抗以外の抗（採石法第 2 条に規定する岩石の採取のためのものを除く。）をいう。以下同じ。）を建設する工事であって、掘削、ずり積み、ロックボルト取付け、コンクリート等の吹付等、その実施に伴い粉じんが発生する作業を有するもの（作業の自動化等により、労働者がずい道等の坑内に立ち入らないものを除く。）において、**粉じん障害を防止するために講ずべき措置を提言する。**

また、発注機関においては、本報告書で提言する事項を実施するための必要な経費の積算について、配慮すべきである。

2 測定対象粉じんの粒径及び分粒装置を備えた測定器の使用

測定対象の粉じんの粒径は、吸入域（レスピラブル）とし、それに適合する適切な分粒装置（※）を備えた試料採取機器又は相対濃度計（※）（以下「測定器等」という。）を使用すべきである。

※ 分粒装置については、レスピラブル粒子を適切に測定できる（4 マイクロメートル 50% カット）ことが製造者等により確認されているものを使用すること。

※ 相対濃度計は、分粒装置を適切に機能させるため、吸引ポンプを内蔵したもの又は吸引ポンプと接続可能なものである必要がある。また、相対濃度計は、登録校正機関により 1 年以内ごとに 1 回、定期に校正されたものを使用すること。

3 粉じん濃度測定の試料空気の採取について

事業者は、現行の「**ずい道等建設工事における粉じん対策に関するガイドライン**」（平成 12 年 12 月 26 日付け基発第 768 号。以下「ガイドライン」という。）の第 3 の 4 及び別紙に定める粉じん濃度測定に代えて、次に掲げる測定方法のいずれかを実施すべきである。

(1) 定点測定

- ① 切羽からの距離が約 10 メートル以上 50 メートル以下の範囲（換気装置の吸入口よりも切羽側に限る。）で、範囲の両端と中間におけるトンネルの両側（計 6 点）に測定器等を設置すること。
- ② ただし、**測定を行う作業者の安全確保の観点から、発破、機械掘削、ずり出しの作業中は、切羽から 20 メートル以内の範囲に測定器等を設**

置しないことができる。

- ③ 測定器等を壁面から1メートル程度離すことよりも切羽に近づけることを優先し、三脚を使用する方法に加え、トンネル壁面、配管、支保工等に測定器等を設置することも可能とすること。
 - ④ 測定器等の試料採取口の高さは、床上50センチメートル以上150センチメートル以下の範囲内とすること。また、全ての測定器等について同じ高さであることが望ましいこと。
- (2) 個人サンプリングによる測定
- ① 個人サンプリングによる粉じん濃度測定は、切羽において掘削作業に従事する者の身体に装着する測定器等を用いて行うこと(※)。測定器等を装着する労働者の数は、2人を下回ってはならないこと。
 - ② 測定対象者の負担を軽減するため、装着する測定器等は最小限とすることが望ましいこと。
- (3) 車両系機械を用いた測定
- 車両系機械を用いて行う粉じん濃度測定は、掘削作業中に切羽で使用する車両系機械(トラックを除く。※)に測定器等を設置して行うこと。測定器等は、落下物による損傷を避けることができる場所に設置すること(※)。測定器等を設置する車両系機械の数は、2台を下回らないこと。ただし、切羽で使用する車両系機械が1台しかない作業工程がある場合は、1台の車両系機械に複数の測定器等を設置しても差し支えないが、測定器等の間隔が可能な限り離れる箇所に設置すること(※)。(●要検討)
- (4) 複数の測定の組み合わせ
- (1)から(3)に定める測定のうち2以上の方法を同時に実施(※)しても差し支えないこと。また、定期的に行う測定ごとに、異なる方法の測定を行うことも差し支えないこと。

※ ずり出し用のトラックは、切羽から坑外に移動することから、切羽付近の粉じん濃度に限定した測定対象としては適切でない。

※ 測定器等は、運転用キャビン等外部環境から隔離されている場所以外の場所に設置すること。

※ 作業工程ごとに切羽で掘削作業に従事する労働者が入れ替わる場合は、それぞれの工程において、切羽で掘削作業に従事する労働者2人以上に測定器等を装着すること。

※ 作業工程ごとに車両系機械が入替わる場合、それぞれの作業工程において、切羽で使用する車両系機械に測定器等を設置して測定すること。

※ 複数の方法による測定を同時に実施する場合は、それぞれの方法の要件を満たす測定を同時に実施すること(例：定点測定を4点、個人サンプリングを1人、車両系機械を用いた測定を1点とする、といった方法は認められない。)

4 粉じん濃度の試料採取等の時間

試料空気の採取等の時間については、次に掲げるとおりとすべきである。

- (1) 定点測定及び車両系機械を用いて行う測定における試料空気の採取等の時間は、一般的な山岳トンネル（NATM 工法）の作業工程 1 サイクル（発破工法の場合は、発破後から装薬前までを 1 サイクルとする）の全時間とすること。（※）ただし、これが著しく困難な場合は、粉じん発生量が最も多いと見込まれる作業時間のみ（当該作業の開始から終了まで）とすることも認められること。（●要検討※）
- (2) 個人サンプリングにおける試料空気の採取等の時間は、作業工程の 1 サイクル（発破工法の場合は、発破後から装薬前までを 1 サイクルとする）の全時間とすること（※）。

※ 測定器等の損傷を防ぐため、発破により影響を受ける場所については、発破時の待避後に作業が開始される際に測定器等を設置すること。

※ （●要検討）粉じん発生量が最も多い作業はコンクリート吹付作業であるが、同作業中の遊離けい酸濃度は非常に低いこと、1 サイクルを通じた測定でなくなることによって標準 K 値を用いる前提にも合致しなくなることから、この記述は削除する。

※ 発破により労働者が待避している間は測定を行わず、労働者が切羽で作業を開始する時点で測定を開始すること。

5 粉じん濃度測定の頻度

測定の頻度については、次に掲げるとおりとすべきである。

- (1) 事業者は、現行の粉じん障害防止規則第 6 条の 3 に準じて半月以内に 1 回、定期的に、測定を行うこと。
- (2) なお、複数の測定方法を用いる場合は、2 (1) から (3) に掲げる方法のいずれかが半月以内に 1 回、定期的に行われていれば差し支えない。

6 風速等の測定

現状のガイドラインの別紙の 4 (2) から (4) に定める方法により、風速、換気装置等の風量、気流の方向について、半月以内ごとに 1 回、定期的に、測定を行うこと。

第2 測定の詳細事項等について

1 検討内容

トンネル建設工事における粉じん濃度等に関する文献等を踏まえ、標準的な質量濃度変換係数の設定を含む粉じん測定の方法、標準的な遊離けい酸含有率を含む遊離けい酸含有率の測定方法を検討した。

2 粉じん濃度の測定方法

- (1) 粉じん濃度の測定方法は、質量濃度測定法（分粒装置を用いるろ過捕集方法及び重量分析方法）又は相対濃度指示方法（分粒装置を備えた相対濃度計（※）及び質量濃度変換係数（K値）を用いた方法）のいずれかとすべきである。
- (2) K値の設定方法は、質量濃度測定法と相対濃度指示方法の併行測定により算定する方法に加え、文献等から統計的に決定した標準K値を使用することを認めるべきである（別紙1参照）。
- (3) (2)の標準K値は、次に掲げる相対濃度計の種類に応じた値とすべきである（別紙1参照）。なお、次に掲げるもの以外の相対濃度計を使用する場合、当該測定器のK値は、併行測定によって決定すること。

LD-5R : 0.002 mg/m³/cpm

LD-6N2 : 0.002 mg/m³/cpm

3 遊離けい酸含有率の測定方法

遊離けい酸含有率の測定は、エックス線回折分析方法又は重量分析方法に加え、次に掲げる方法も認めるべきである（別紙2参照）。なお、エックス線回折分析方法等による場合は、1サイクルを通じて採取された試料を用いて遊離けい酸含有率を算定すること。

- (1) 遊離けい酸含有率は、工事前のボーリング調査等による工事区間の主たる岩石の種類に応じ、岩石の種類別に定められた標準的な遊離けい酸含有率により決定する。なお、二酸化ケイ素（SiO₂）を多量に含む変成岩である珪岩には、この方法は適用しない。
- (2) 標準的な遊離けい酸含有率は、文献等に基づき、次に掲げるとおり、岩石の種類に応じて定める（別紙2参照）（※）。なお、火成岩（塩基性岩又は超塩基性岩に限る。）については、標準的な遊離けい酸含有率を定めない（※）。
 - ① 第1グループ（火成岩（酸性岩に限る。）、堆積岩及び変成岩（珪岩を除く。））：20%

② 第2グループ（火成岩（中性岩に限る。））：20%

※ 標準的な遊離けい酸含有率は、掘削・ずり出し作業中の遊離けい酸含有率に基づいて設定されている。コンクリート吹付作業中の遊離けい酸含有率は非常に低いことから、標準的な遊離けい酸含有率は、1サイクルを通じた遊離けい酸含有率よりも大きい（安全側）であると評価される。

※ 過去の文献から、火成岩（塩基性岩又は超塩基性岩に限る。）の遊離けい酸含有率は第2グループより低いことが推定されるため、仮に、火成岩（塩基性岩又は超塩基性岩に限る。）を主たる岩石とするトンネルを掘削する場合、安全側の推定値として、第2グループの標準遊離けい酸含有率（20%）を使用することは差し支えない。

第3 粉じん濃度測定結果に基づく措置について

1 検討内容

トンネル工事における粉じん測定及び換気等に関する文献等を踏まえ、粉じん濃度測定結果に基づく措置、遊離けい酸濃度の測定結果に基づく措置、粉じん濃度等の記録等について検討した。

2 粉じん濃度測定結果に基づく措置について

粉じん濃度測定結果に基づく措置については、現行のガイドラインの粉じん濃度目標レベル設定の経緯、粉じん濃度・所要換気風量に関する基準、作業環境測定及びその趣旨等を踏まえ、次に掲げるとおりとすべきである。

(1) 粉じん濃度については、現行のガイドラインの第3の4と同様に、発散源対策及び換気装置等の工学的対策が適切かを判定する際の指標である「粉じん濃度目標レベル」と比較し、次のとおり評価すること（別紙3参照）。

- ① 評価値の計算については、各測定値を算術平均して求めること（別紙3参照）。
- ② 測定結果の評価については、評価値と粉じん濃度目標レベルを比較して、評価値が粉じん濃度目標レベルを超えるか否かについて行うこと。

(2) 粉じん濃度目標レベル

トンネル坑内の粉じん濃度に関する文献、トンネル坑内の換気手法に関する文献、換気以外の粉じん濃度低減方策に関する文献等の調査を行った（別紙3参照）。さらに、現状のトンネル工事での粉じん濃度の現状、換気装置や低粉じん吹付剤等の取り入れ状況に関するアンケート調査を実施した（参考資料1及び別紙3参照）。その結果を踏まえ、「粉じん濃度目標レベル」は次のとおりとすべきこと。なお、この目標レベルは、今後、トンネル掘削工事における粉じん低減対策の進展等を踏まえ、必要な見直しを行うべきである。

- ① 粉じん濃度目標レベルは $2\text{mg}/\text{m}^3$ とすること。
- ② ただし、掘削断面積が小さい（ 40m^2 未満）トンネルであって、 $2\text{mg}/\text{m}^3$ を達成するのに必要な大きさ（口径）の風管又は必要な本数の風管の設置、必要な容量の集じん装置の設置等が施工上極めて困難であるものについては、可能な限り、 $2\text{mg}/\text{m}^3$ に近い値を粉じん濃度目標レベルとして設定し、当該値を記録しておくこと。

(3) 測定結果に基づく措置

事業者は、評価値が粉じん濃度レベルを超える場合には、設備、作業工

程又は作業方法の点検を行い、その結果に基づき換気装置の風量の増加、作業工程又は作業方法の改善等、作業環境を改善するために必要な措置を講ずること。また、事業者は、当該措置を実施した場合は、再度、粉じん濃度測定を実施すること。

3 遊離けい酸濃度の測定結果に基づく措置について

2に定める措置に加え、遊離けい酸ばく露による健康障害を防止するため、遊離けい酸ばく露濃度の基準値を定め、それを超えるばく露が発生しないようにすべきである。ばく露低減措置については、換気等の工学的対策による作業環境管理に加え、次に掲げる方法により作業管理を行うべきである。(別紙3、別紙4、別紙5参照)。

(1) 遊離けい酸濃度の算定

遊離けい酸濃度は、2で測定された粉じん濃度の評価値に、遊離けい酸含有率を乗ずることで算定すること。遊離けい酸含有率は、第2の3の「遊離けい酸含有率の測定方法」により算定すること。

(2) 要求防護係数の算定

遊離けい酸濃度は、(1)で算定した遊離けい酸濃度を遊離けい酸ばく露濃度の基準値で除した値(以下「要求防護係数」という。)により評価すること。

(3) 遊離けい酸濃度ばく露の基準値

(2)の遊離けい酸ばく露濃度の基準値については、米国政府労働衛生専門家会議(ACGIH)で提案されている結晶質シリカのばく露限界値(TLV)である、 $0.025\text{mg}/\text{m}^3$ を採用すべきであること。

(4) 要求防護係数に基づく有効な呼吸用保護具の使用

事業者は、(2)で評価された要求防護係数を上回る指定防護係数を有する呼吸用保護具を選定し、労働者にそれを使用させること(別紙6参照)。

4 粉じん濃度等の記録等

(1) 事業者は、粉じん濃度及び遊離けい酸濃度の測定及び測定結果の評価を行ったときは、その都度、必要な事項を記録して、7年間保存すること。

(2) 事業者は、粉じん濃度の測定を行うごとに、朝礼等において、粉じん濃度測定の結果等及び要求防護係数について、関係労働者に周知すること。

第4 工学的対策等及び実施管理について

1 検討内容

第1から第3に掲げる措置に加え、粉じん対策に係る計画、粉じん発生源に係る措置、換気装置等による換気の実施等、労働衛生教育の実施、測定及びその結果に基づく措置の実施管理、元方事業者が実施する事項について検討した。

2 粉じん対策に係る計画の策定

ずい道等建設工事を実施しようとするときは、事前に、粉じんの発散を抑制するための粉じん発散源に係る措置、換気装置等による換気の実施、粉じん濃度等の測定、防じんマスク等有効な呼吸用保護具の使用、教育の実施、その他必要な事項を内容とする粉じん対策に係る計画を策定すべきである。

3 粉じん発生源に係る措置

現行のガイドラインの第3の2に定める事項に加え、**第3の2**の粉じん濃度目標レベルを達成するため、以下の事項をガイドラインに盛り込むべきである。

- (1) コンクリート吹き付け時の粉じん濃度を低減させるため、吹き付けコンクリートへの粉体急結剤、液体急結剤、分割練混ぜ（SEC）等の導入、あらたな吹付機械としてエアレス吹付機械等の導入を図ること。
- (2) より本質的な対策として、遠隔吹付技術の導入を図ること。
- (3) また、設計段階において、より粉じん発生量の少ないTBM工法やシールド工法の採用についても検討すること。

4 換気装置等による換気の実施等

現行のガイドライン第3の3に定める事項に加え、**第3の2**の粉じん濃度目標レベルを達成するため、以下の事項をガイドラインに盛り込むべきである。

- (1) より効果的な換気方法である、吸引捕集方式の導入を図ること。
- (2) 新たな換気設備として、局所集じん機、伸縮風管、トラベルカーテン等の導入を図ること。

5 労働衛生教育の実施

労働衛生教育について、以下の事項をガイドラインに盛り込むべきである。

- (1) 事業者は、坑内の特定粉じん作業（粉じん障害防止規則第2条第1項第3号に規定する特定粉じん作業をいう。）に常時従事する者に対し、粉じん作業特別教育（粉じん障害防止規則第22条に基づく教育をいう。）を実施

- しなければならないこと。また、坑内において特定粉じん作業以外の粉じん作業に従事する労働者についても、特別教育に準じた教育を行うこと。
- (2) 事業者は、電動ファン付き呼吸用保護具の適切な選択及び使用を図るため、新規入場者に対し、第3の3の要求防護係数を満たす呼吸用保護具の選択及び使用等に関する事項について、教育を行うこと。
 - (3) 事業者は、労働者が休憩の際、容易に坑外に出ることが困難な場合においては、現行のガイドラインの第3の7に掲げる措置を講じた休憩室を坑内に設置すること。

6 測定及びその結果に基づく措置の実施管理

- (1) 粉じん測定及びその結果に基づく措置を適切に実施するため、ずい道等の掘削作業主任者の職務等を以下のとおり改めるべきである。
 - ① ずい道等の掘削作業主任者の職務に、粉じん測定とその結果に基づく作業方法の決定及び呼吸用保護具の選択、呼吸用保護具の点検等及び使用状況の監視等に関する事項を追加すること。
 - ② ずい道等の掘削作業主任者技能講習の範囲に、①で定める事項を追加し、講習時間を1～2時間程度延長すること。
- (2) 粉じん濃度測定を適切に実施するため、次に掲げる措置をガイドラインに盛り込むべきである。
 - ① 事業者は、粉じん測定を実施する際、ずい道等の掘削作業主任者自ら測定器等を設置（又は労働者に装着）するか、同主任者の指揮のもと労働者に行わせること。
 - ② 事業者は、相対濃度指示方法以外の方法による採取試料の分析については、十分な知識及び経験を有する者（第一種作業環境測定士等）に実施させるか、十分な能力を持つ機関（作業環境測定機関等）に委託すること。

7 元方事業者が実施する事項

元方事業者は、現行のガイドライン第4に定めるとおり、以下の事項を実施すべきである。

- (1) 粉じん対策に係る計画の調整
- (2) 教育に対する指導及び援助
- (3) 清掃作業日の統一
- (4) 関係請負人に対する技術上の指導等

第5 今後のスケジュール等

1 法令改正のスケジュール等

- (1) 省令（粉じん障害防止規則等）の改正については、令和2年6月の公布を目途に、手続きを進める。
- (2) 関連する厚生労働大臣告示については、令和2年7月の告示を目処に手続きを進める。
- (3) 大臣告示の告示日又はその後速やかに、関連ガイドラインを改正する。

2 施行期日

省令及び告示の施行期日は、令和3年4月1日（予定）とする。

3 経過措置

ずい道等の掘削作業主任者に関する改正規定については、施行後1年程度適用を猶予する。経過措置終了後は、施行の日に現に資格を有する者であつて都道府県労働局長が定める講習（特例講習）を受講したものについては、当該作業主任者の業務に従事することを認める。なお、特例講習は、施行後2年間程度で終了する。