資料1－1

作業環境測定基準（昭和51年労働省告示第46号）の概要

平成28年11月30日
平成28年度第1回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

作業環境測定基準に基づく測定点等の設定方法

厚生労働省
ひと、くらし、みらいのために

1. 測定点の設定

① 単位作業場所の床面上に6m以下の等間隔で引いた縦の線と横の線との交点とし、単位作業場所について5以上 ［A測定］

② 粉じんの発散源に近接する場所において作業が行われる単位作業場所にあっては、粉じんの濃度が最も高くなると思われる時間に、当該作業が行われる位置において測定 ［B測定］

③ 測定を行う高さは、交点の床上50cm以上150cm以下の位置（設備等があって測定が著しく困難な位置を除く。）［A測定，B測定共通］

2. 測定を行う時間帯

① 作業が定常的に行われている時間。

3. 試料空気の採取時間

① 一の測定点について、10分間以上の継続した時間 （相対濃度指示方法による測定については、この限りでない。）

作業環境測定基準に基づく粉じん濃度の測定方法の概要

厚生労働省
ひと、くらし、みらいのために

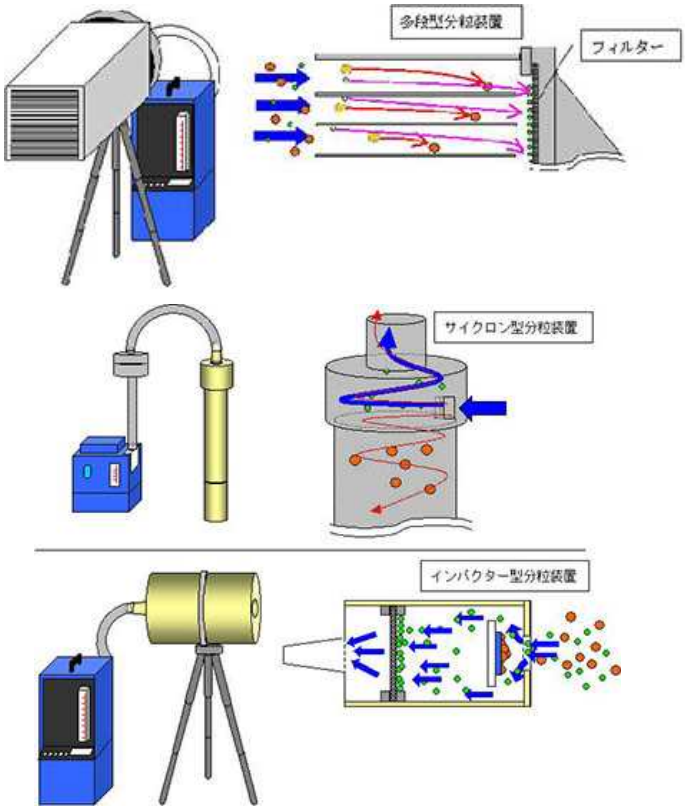
以下のいずれかの方法によること

1.　分粒装置を用いるろ過捕集方法及び重量分析方法

- ろ過捕集方法とは、試料空気をろ過材を通して吸引することにより当該ろ過材に測定しようとするものを捕集する方法をいう。
- 分粒装置とは、肺胞のガス交換部に沈着した場合に有害作用を発揮する粒径の粉じんのみを通過させる装置をいう。
- 重量分析方法とは、ろ過材に捕集された粉じん（分粒装置を通過したもの）の重量を天秤で秤量する方法であり、当該粉じんを捕集するのに要した吸引試料空気量から、環境空気中の粉じん濃度の質量濃度（mg/m³）が求められる。

2.　相対濃度指示方法

- 全ての測定点で、相対濃度計の1分間あたりのカウント値（cpm）を求める。
- 1以上の測定点では、1. の方法を同時に行って空気中の粉じん濃度の質量濃度（mg/m³）を求め、相対濃度計の1カウントあたりの質量濃度（K値）を算出する。
- それ以外の測定点は、相対濃度計のcpmにK値を掛け合わせることにより、質量濃度を算出する。



資料提供：日本カノマックス株式会社

作業環境測定基準に基づく粉じん濃度の測定方法の特徴

厚生労働省
ひと、くらし、みらいのために

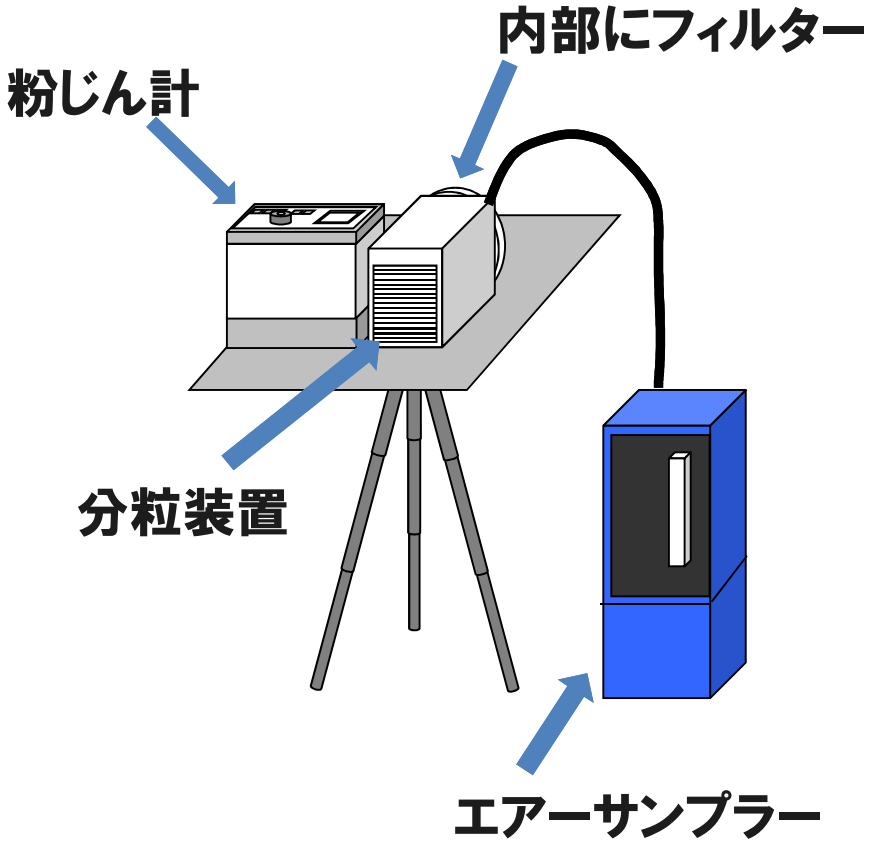
粉じんの測定：ろ過捕集法（フィルター秤量法）

分粒装置（多段式、インパクター式等）へエアーサンプラーを接続し、一定時間吸引させ、分粒装置内へセットしているフィルターへ粉じんを捕集します。

測定前後のフィルターの重量を電子天秤などで測定し、粉じんの重量を求めます。

同時に粉じん計で併行測定し、粉じん計の測定値と粉じんの重量より、粉じん計のK値（質量濃度変換係数）を求めることができます。

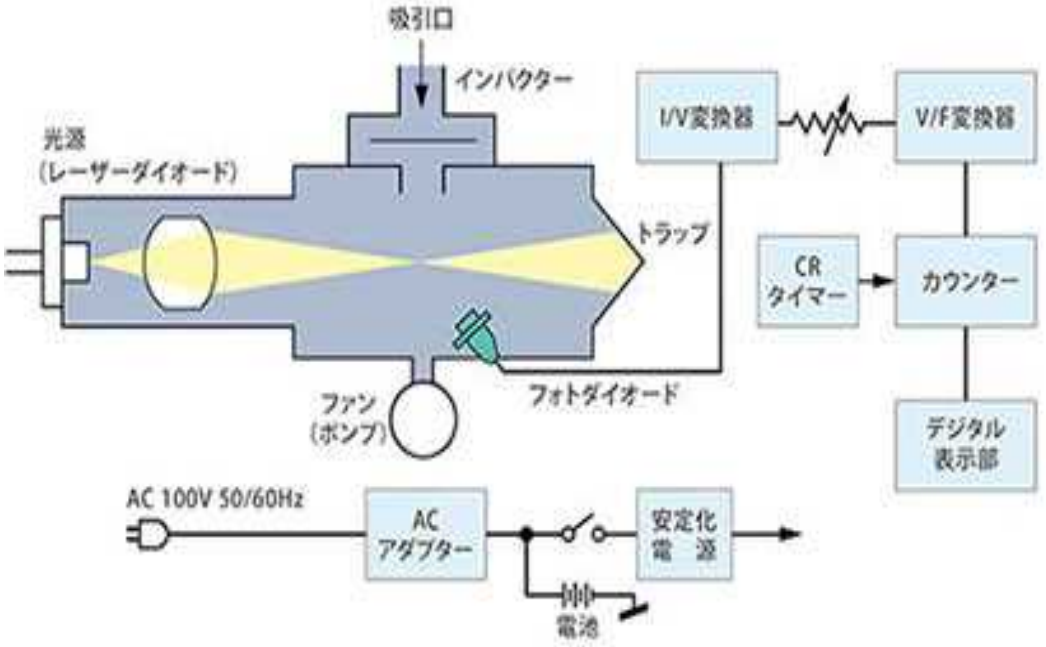
ただし、測定時間が長い（数時間の場合もあり）、測定に熟練を必要とするなど、難点があります。



資料提供：日本カノマックス株式会社

粉じんの測定：相対濃度測定法（光散乱方式）

空気中の浮遊している粉じんに光を照射すると、粉じんから散乱光が生じます（光散乱現象）。
この散乱光の強さが粉じん濃度と相対的に比例することを利用して測定します。
弊社の粉じん計は、粉じんを含む試料空気を吸い込み、レーザー光線を照射し、生じた散乱光の強さをフォトダイオード（検出器）によって電気信号へ変換し、カウント値（cpm）として表示します。



光散乱式粉じん計動作原理

資料提供：日本カノマックス株式会社

作業環境測定基準に基づく粉じん濃度の測定方法の特徴

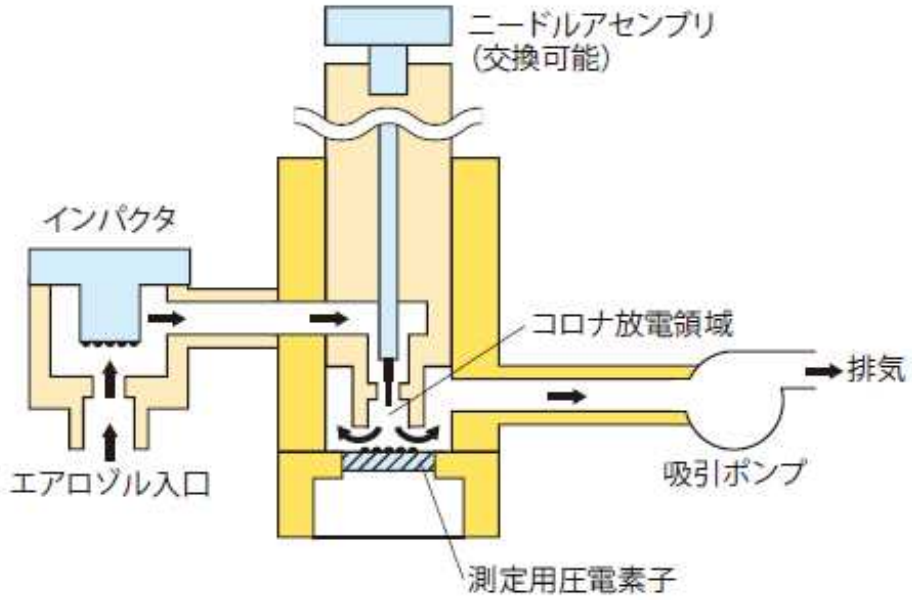
厚生労働省
ひと、くらし、みらいのために

•粉じんの測定：相対濃度測定法（ピエゾバランス方式（圧電天秤方式））

ある固有の振動数で振動している圧電素子（結晶素子）の表面に空気中の粉じんを付着させたときに生じる素子の振動数の変化量（周波数偏差）が粉じん濃度に比例することを利用して測定をします。

インパクタを通過した粒子は、コロナ放電により粒子が荷電され、測定用圧電素子表面へ静電的に捕集されます。

圧電素子上に捕集された粉じん質量による固有振動数からのズレ、すなわち周波数の変化量(Hz)と捕集粉じん量の比例関係から、圧電素子上に捕集された粉じん質量が求められます。



ピエゾバランス粉じん計動作原理

資料提供：日本カノマックス株式会社

資料1－2

地下工事における粉じん測定の指針（昭和61年11月　建設業労働災害防止協会）のポイント

平成28年11月30日
平成28年度第1回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

指針「まえがき」より抜粋

厚生労働省
ひと、くらし、みらいのために

1. ずい道建設工事等地下工事における粉じん対策を効果的に進めるためには、坑内の気中粉じん濃度を的確に把握し、作業環境の評価を行い、それに対応した方策を講ずることが極めて重要

2. 地下工事における粉じん作業場は、工事の進捗に伴い、時々刻々変位する等の特殊事情があり、労働安全衛生法に基づく一般産業を対象とした作業環境測定基準をそのまま準用することは、いささか問題

3. 対策の基本となる粉じん測定の方法は各種各様であり、建設業界のコンセンサスを得られる粉じん測定の指針の作成が強く望まれる

4. この指針は、現段階で必要かつ可能な方法を建設業界として初めて定めたものであり、今後、この指針の実施過程で、より実際的で有効な方法が提案され、よりよい指針となっていくことを念願

指針の対象工事・作業等

厚生労働省
ひと、くらし、みらいのために

1. 粉じん測定を行う工事の種類
   - ① ずい道の建設工事
   - ② 地下発電所建設工事
   - ③ 地下備蓄建設工事
   - ④ シールド工事（密閉型シールド工事を除く。）
   - ⑤ その他、掘削を伴うトンネル態様の工事

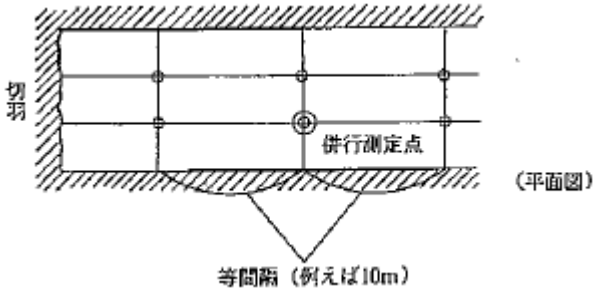
2. 測定対象作業
   - ① せん孔・発破作業
   - ② 機械掘削作業
   - ③ ずり積みおろし及び運搬作業
   - ④ コンクリート吹き付け作業
   - ⑤ コンクリート混練及び打設作業
   - ⑥ モルタル注入プラント作業
   - ⑦ シールドの推進作業（密閉型シールド工事の作業を除く）

3. 測定の種類及び実施時期
   - ① 開始時の測定：坑口より切羽までの距離が100mに達するまでの時点で実施
   - ② 定期の測定：毎月2回実施
   - ③ 随時測定：必要の都度実施

粉じん濃度測定における測定点の設定の原則

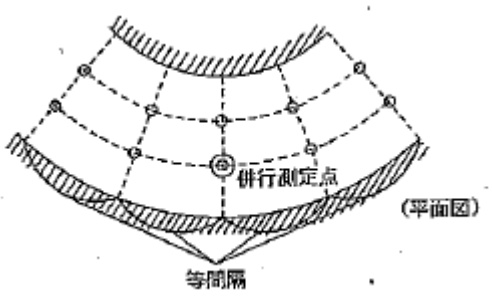
厚生労働省
ひと、くらし、みらいのために

1. ずい道等については、縦横の間隔は異なって良いが、縦側あるいは横側の間隔はそれぞれ等間隔になるように平面図上に線を引き、縦横の交点を測定点とする



2. 測定点は6点を目途とする

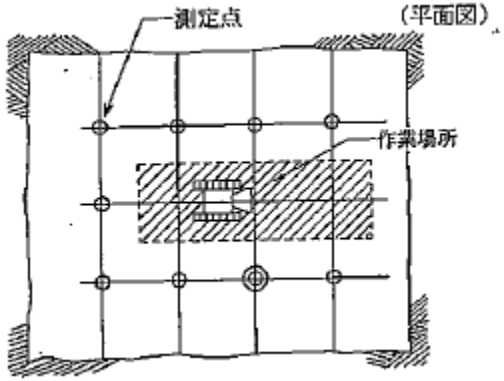
3. 作業場所が直線で区切れないときは、平行線はその形に添って曲率をもっても良い



4. 測定点は側壁から1m以上離すよう配慮

5. 測定点が掘削機械等と重なり、その点上に労働者が位置することが考えられない測定点は除外

6. 測定点の高さは、床上0.5m～1.5mとする。併行測定を行う場合は、堆積粉じんの吸い込みを避けるよう十分に配慮。



7. 併行測定は、運搬機等の運行に支障のないところで、ほぼ中央に位置する1カ所以上の測定点で、デジタル粉じん計とエアサンプラーの吸込口の高さ及び方向を揃えて同時に10分間以上サンプリングする。

粉じん作業別の測定点設定の標準例

厚生労働省
ひと、くらし、みらいのために

◆ せん孔作業
◆ 機械掘削・ずり積みおろし及び運搬作業

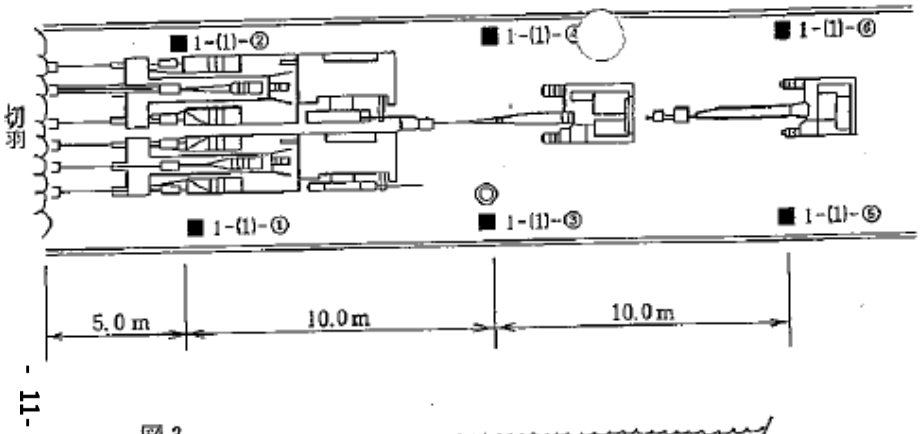


図 3

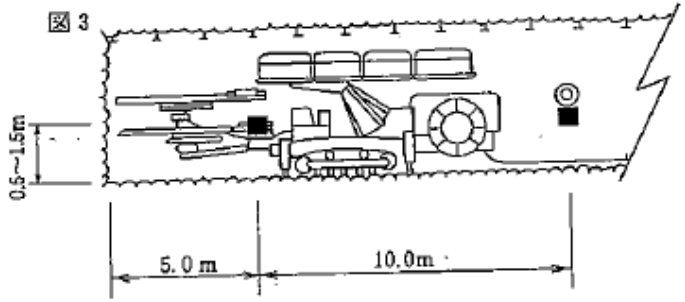
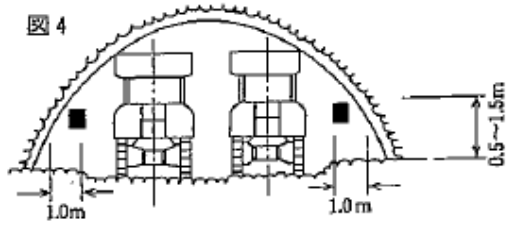
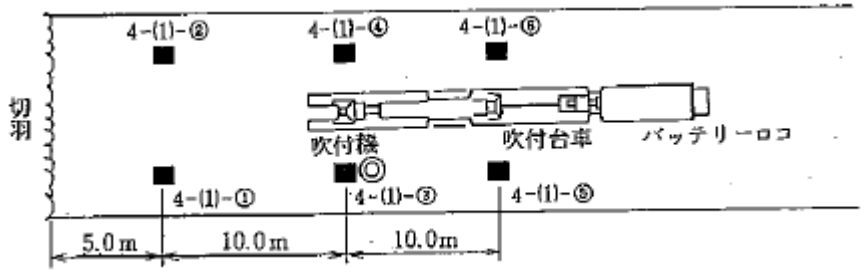


図 4

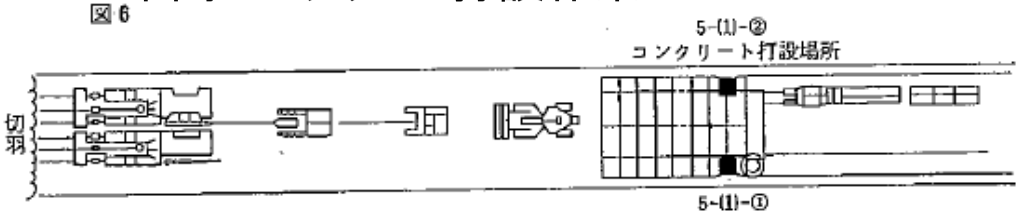


◆ コンクリート吹付け作業・コンクリート混練の作業及びモルタル注入プラントの作業



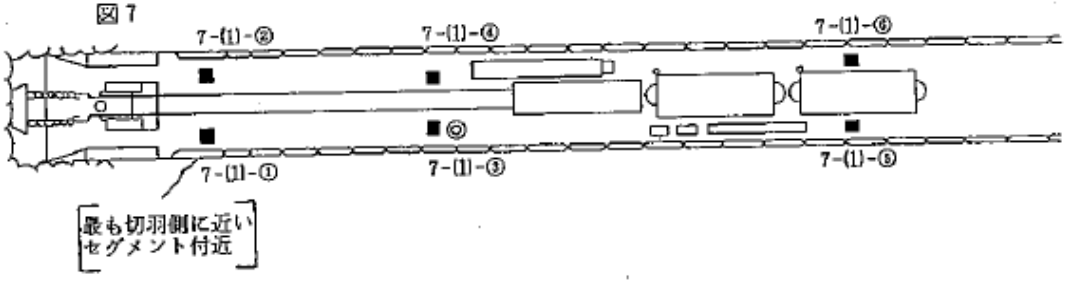
◆ 中間コンクリート打設作業

図 6



◆ シールドの掘進作業

図 7



粉じん濃度測定結果の測定値の整理

厚生労働省
ひと、くらし、みらいのために

幾何平均濃度Mと幾何標準偏差σを求め、管理目標値Eとの比較により、3つの管理区分に分類

第1管理区分	管理状態が良好で健康障害の危険は少ない 良好な管理状態を持続するよう努力する
第2管理区分	直ちに判定を下すことは出来ない 定期的に測定を繰り返して推移を見る 第1管理区分に近づけるよう努力する
第3管理区分	管理不十分で健康障害の危険がある 直ちに改善措置を講じる必要がある ● 発じん防止対策の改善 ● 換気計画の改善 ● 除じん対策の改善 ● 粉じん防止対策の徹底

資料1－3

NATM等の新技術に対応したじん肺防止対策に関する調査研究報告書（平成10年3月　建設業労働災害防止協会）（労働省委託事業）のポイント

平成28年11月30日
平成28年度第1回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

調査研究の目的

厚生労働省
ひと、くらし、みらいのために

- ◆ 労働省（厚生労働省）の委託調査研究
- ◆ トンネル建設工事においては、他の業種に比べじん肺の有所見率が高い状況
- ◆ トンネル建設工事におけるじん肺防止対策上の問題点
  - ➢ 製造業における屋内作業と異なり、トンネルの掘削に伴った各種作業状況が刻々と変化
    → 一律には粉じん対策が取りにくい
- ◆ このため委員会を設置して、以下について調査研究を実施（平成8年度、9年度）
  - ➢ トンネル内における粉じん濃度測定方法
  - ➢ NATMによる効果的な粉じん低減対策

調査方法及び内容

厚生労働省
ひと、くらし、みらいのために

◆実地調査

- 平成8年度：トンネル工事における粉じん対策について、粉じん測定の実施状況や換気方式に関する問題点等を把握（8現場）
- 平成9年度：粉じん測定データの収集及び各種条件下での効果的な粉じん対策事例を収集（5現場）

◆アンケート調査

- NATMにおける粉じん対策等の現状把握（有効回答件数219件）

調査方法及び内容

◆ 平成9年度実地調査の概要

- 5カ所のトンネルで、切羽から5m、15m，25mの地点でそれぞれ2カ所の計6点で、相対濃度計による測定を実施
- 6カ所の測定点のうち、切羽から15m地点の測定点1点で、K値を求めるための併行測定を実施
- さらに、換気状態確認のための測定を、3つの測定点で相対濃度計を使用して実施

トンネル建設工事における粉じん濃度測定について

厚生労働省
ひと、くらし、みらいのために

1. 建災防指針（資料1-2）に基づく現地測定結果とアンケート調査結果

- 各現場で実施されている粉じん濃度測定が満足できる状態にあると考えられ、特にK値については一定の数値を採用することが可能と考えられる

2. 建災防指針（資料1-2）に基づく現地測定結果についての所見

- 建災防指針（資料1-2）による測定を実施する場合、切羽付近での作業中は部外者立入禁止区域となっており、測定者に対する安全確保に十分な配慮が必要
- 6カ所の測定点で5回の繰り返し測定を行うのは、各作業に使用する大型の重機の移動や配置状況、作業状況によっては困難であり、各測定点の繰り返し測定は再検討の必要
- トンネル以外の粉じん作業場で実施されている作業環境測定手法にとらわれず、トンネル内の粉じんの実態把握により効果的な測定法の導入を考える必要

トンネル建設工事における粉じん濃度測定について

厚生労働省
ひと、くらし、みらいのために

3. トンネル建設工事に導入可能な測定についての検討

- 個人ばく露濃度測定は、特定個人のばく露がわかるのみで、環境改善の対策に結びつかないので、トンネル工事での測定としては必ずしも適切ではない。
- 換気設備に対応した測定は、切羽で発生した粉じんと換気状態の関係を把握することが可能。使用する測定器は相対濃度計で良く、K値は一定の数値を使用することにより、より簡便な測定が可能
- 粉じん濃度の連続測定は、相対濃度計にデータの記録装置を接続することにより実施可能。粉じん濃度の経時変化と作業内容を関連させた調査が可能

4. 作業環境中の粉じん濃度低減対策のための測定結果の利用方法

- トンネル工事に係わる作業環境中の粉じん濃度を低減させる方法としては、有効な換気設備の設置が必要　→　換気状態の確認と適切な運用のために、粉じん濃度測定結果が重要
- 個々の作業者の粉じんばく露濃度低減対策としては、現状実行可能な換気対策とともに、呼吸用保護具の使用徹底が不可欠　→　リアルタイム方式の個人サンプラーの併用により、作業者本人の防じんマスク着用の必要性を確認することも可能
- 重機の操作室内やずり運搬車の運転室内にクリーンエアーを送気可能であれば、測定器を重機の操作室内等に設置することにより、粉じんの濃度に対応した送気が可能

トンネル建設工事における粉じん濃度測定について

厚生労働省
ひと、くらし、みらいのために

5.　現行の建災防指針（資料1-2）の問題点の検討課題

- 切羽付近の6地点（5回）測定の簡略化
- 風管換気の有効性評価に役立てるためのトンネル内部の現在の測定点より離れた地点での粉じん濃度計測を追加
- 切羽付近での粉じん濃度の自動連続測定を検討

今後の課題

厚生労働省
ひと、くらし、みらいのために

1. 換気装置の稼働確認のための測定方法の導入
   - ◆ 測定点、測定時間、使用機器等の検討

2. 粉じん濃度の継続的監視警報装置の導入
   - ◆ 使用機器、測定点等について検討

3. 上記1及び2に係る測定手法の簡素化のために必要な定数（=質量濃度換算係数等）等の検討
   - ◆ 測定精度よりも、①結果が即座に得られること、②対策を念頭に置いた測定を行うこと、③操作が容易であること　等を考慮

4. 換気装置の選定及び適正な稼働方法の検討
   - ◆ 粉じん濃度の低減化とダンプトラック等のディーゼル機関からの排気ガスを許容濃度以下に希釈する方法の両面から検討

5. 防じんマスクの適正な着用のための教育訓練カリキュラム及び教育内容の策定
   - ◆ 換気対策を講じてもなお粉じん濃度が高い場合には、防じんマスクによる粉じんばく露の低減が必要

資料1－4

トンネル建設工事における粉じん対策に係る法令等の変遷

平成28年11月30日
平成28年度第1回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

トンネル建設工事における粉じん対策に係る法令等の変遷

厚生労働省
ひと、くらし、みらいのために

	法令・通達等	報告書等
昭和51年（1976年）	作業環境測定基準（昭和51年労働省告示第46号） ➢ 粉じんに係る屋内作業場所における作業環境測定方法（デザイン、サンプリング、分析方法）を規定	
昭和54年（1979年）		作業場の気中有害物質の濃度管理基準に関する専門家会議「作業場における気中有害物質の規制のあり方についての検討結果第1次報告書 ➢ 作業環境測定結果の評価方法の提案
昭和59年（1984年）	作業環境の評価に基づく作業環境管理要領（昭和59年2月13日付基発第69号） ➢ 第一次報告書の内容を踏まえ、作業環境測定に基づく作業環境の評価方法及び管理区分に応じて事業者が行う措置を規定	
昭和61年（1986年）		建災防「地下工事における粉じん測定の指針」 ➢ 現段階で必要かつ可能な方法を建設業界として初めて定めた粉じん測定の指針
昭和63年（1988年）	粉じん障害防止規則（昭和54年労働省令第26号）改正 ➢ 安衛法第65条の2に基づく作業環境測定結果の評価及び評価結果に基づく規定の追加 作業環境評価基準（昭和63年労働省告示第79号） ➢ 昭和59年基発第69号通達の内容を告示化し、作業環境測定結果の評価方法及び管理濃度を規定	
平成10年（1998年）		建災防「NATM等の新技術に対応したじん肺防止対策に関する調査研究報告書」 ➢ トンネル内における粉じん濃度測定方法、NATM等の新技術における効果的な粉じん低減対策について調査研究を実施

トンネル建設工事における粉じん対策に係る法令等の変遷

厚生労働省
ひと、くらし、みらいのために

	法令・通達等	報告書等
平成12年（2000年）	ずい道等建設工事における粉じん対策の推進について（ガイドライン）（平成12年12月26日付基発第768号） ➢ 右記建災防報告書の内容のガイドライン化	建災防「ずい道工事における換気技術委員会報告書」 ➢ ずい道等建設工事における換気装置等の効果を確認するための粉じん濃度等の測定方法、粉じん濃度目標レベル、評価の結果に基づく措置を提言
平成16年（2004年）	作業環境評価基準改正 ➢ 粉じんの管理濃度見直し	
平成19年（2007年）	粉じん障害防止規則等の改正 ➢ 坑内作業場における換気装置による換気の実施の義務化 ➢ 換気装置の換気効果を確認するための気中粉じん濃度測定の義務化 ➢ トンネル建設工事の掘削、ずり積み、コンクリート吹き付け作業における電動ファン付き呼吸用保護具（JIST8157)の使用の義務化	
平成20年（2008年）	ずい道建設工事における粉じん対策に関するガイドラインの見直し ➢ 粉じん障害防止規則等の改正事項を反映。	
平成21年（2009年）	作業環境評価基準改正 ➢ 粉じんの管理濃度見直し	
平成23年（2011年）	ずい道建設工事における粉じん対策に関するガイドラインの見直し ➢ デジタル粉じん計の新機種について追加	
平成26年（2014年）	電動ファン付き呼吸用保護具の規格（厚生労働省告示第455号）の制定 ➢ 譲渡等の制限（型式検定対象化）	

資料1－5

トンネル建設工事業におけるじん肺管理区分決定件数

平成28年11月30日
平成28年度第1回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

じん肺法に基づく定期健康診断とじん肺管理区分

厚生労働省
ひと、くらし、みらいのために

定期健康診断の対象者及び頻度

じん肺管理区分	粉じん作業従事との関連	頻度
管理1	常時粉じん作業に従事	3年以内ごとに1回
管理2	常時粉じん作業に従事したことがあり、現に非粉じん作業に従事	3年以内ごとに1回
	常時粉じん作業に従事	1年以内ごとに1回
管理3	常時粉じん作業に従事したことがあり、現に非粉じん作業に従事	1年以内ごとに1回
	常時粉じん作業に従事	1年以内ごとに1回

じん肺管理区分に基づく就業上の措置

じん肺管理区分	就業上の措置
管理1	就業上の特別の措置なし
管理2	粉じんばく露の低減措置の努力義務
管理3イ	
管理3イ	作業転換の努力義務 （管理3イに対しては、都道府県労働局長の勧奨可）
管理3ロ	
管理3ロ	作業転換の義務 （都道府県労働局長の指示可）
管理4	療養
管理2又は3で合併症罹患	

じん肺管理区分決定の流れ

厚生労働省
ひと、くらし、みらいのために

事業者

じん肺法による健診実施
（じん肺法第７条～第９条）

※所見を認めた場合
エックス線写真等の提出
（じん肺法第１２条）

労働者

いつでも【随時申請】
（自分で検診を受けたときなど）

管理区分決定申請
（エックス線写真や健康診断結果を提出）
（じん肺法第１５条）

じん肺管理区分の決定

都道府県労働局
地方じん肺診査医による審査・都道府県労働局長が決定

不服申立て
（じん肺法第１８条）

厚生労働省
中央じん肺診査医による審査・厚生労働大臣が裁決
（じん肺法第１９条）

トンネル建設工事業におけるじん肺健康管理実施状況（S56、H5、H18～27）

厚生労働省
ひと、くらし、みらいのために

トンネル建設工事業におけるじん肺健康管理実施状況（一部抜粋）

全国計

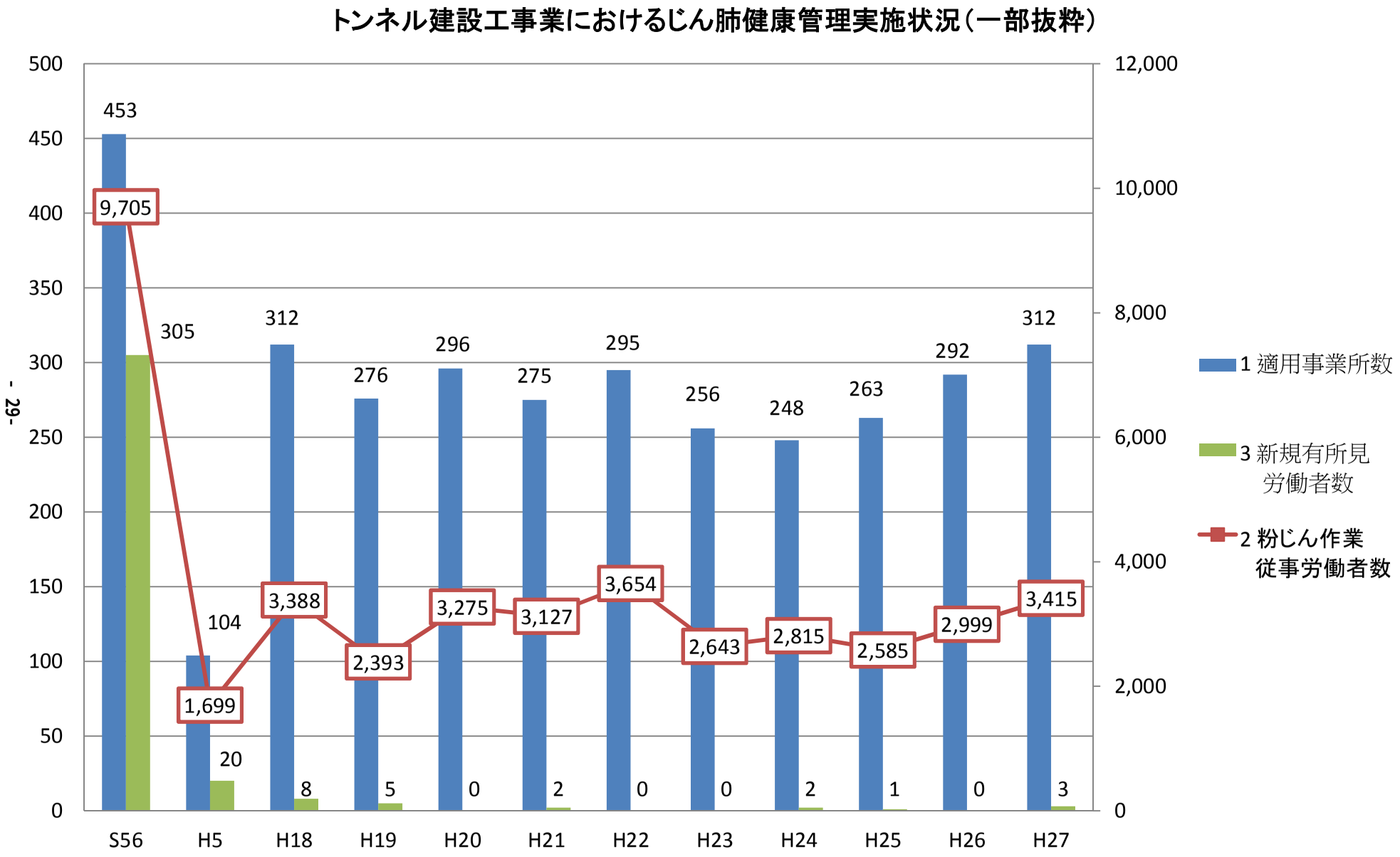
	1 適用事業所数	2 従事労働者数 粉じん作業	3 労働者数 新規有所見	じん肺管理区分決定件数									有所見者数	合併症り患件数
				計	管理1	管理2	管理3			管理4				
							イ	ロ	計	PR4(c)	F(＋＋)	計		
S56	453	9,705	305	(744) 1,449	(3) 150	(146) 860	(212) 276	(201) 144	(413) 420	(32) 3	(150) 16	(182) 19	(741) 1,299	(236) 19
H5	104	1,699	20	(503) 362	(28) 32	(163) 230	(101) 67	(126) 31	(227) 98	(23) 0	(62) 2	(85) 2	(475) 330	(178) 0
H18	312	3,388	8	(363) 64	(153) 5	(125) 41	(31) 14	(35) 4	(66) 18	(4) 0	(15) 0	(19) 0	(210) 59	(88) 0
H19	276	2,393	5	(381) 52	(166) 5	(134) 34	(32) 8	(36) 4	(68) 12	(1) 0	(12) 1	(13) 1	(215) 47	(86) 0
H20	296	3,275	0	(339) 36	(148) 5	(116) 20	(29) 5	(34) 5	(63) 10	(4) 0	(8) 1	(12) 1	(191) 31	(96) 0
H21	275	3,127	2	(280) 33	(134) 6	(89) 20	(24) 5	(24) 2	(48) 7	(4) 0	(5) 0	(9) 0	(146) 27	(55) 0
H22	295	3,654	0	(250) 18	(129) 4	(67) 9	(17) 4	(24) 1	(41) 5	(6) 0	(7) 0	(13) 0	(121) 14	(61) 0
H23	256	2,643	0	(223) 16	(116) 5	(53) 7	(20) 3	(23) 1	(43) 4	(4) 0	(7) 0	(11) 0	(107) 11	(51) 0
H24	248	2,815	2	(192) 11	(118) 2	(45) 5	(12) 3	(10) 1	(22) 4	(0) 0	(7) 0	(7) 0	(74) 9	(27) 0
H25	263	2,585	1	(152) 9	(87) 2	(44) 5	(7) 1	(4) 1	(11) 2	(3) 0	(7) 0	(10) 0	(65) 7	(27) 0
H26	292	2,999	0	(132) 6	(76) 2	(30) 2	(9) 1	(12) 1	(21) 2	(2) 0	(3) 0	(5) 0	(56) 4	(15) 0
H27	312	3,415	3	(120) 13	(65) 8	(25) 4	(10) 0	(12) 1	(22) 1	(1) 0	(7) 0	(8) 0	(55) 5	(28) 0

資料：じん肺健康管理実施結果調

（注）1．（）内の数字は随時申請で外数である。2．表中の記号はそれぞれ次の意味を表わす。PR4(c)：エックス線写真の像が第4型（じん肺による大陰影の大きさが1側の肺野の3分の1を超えるものである。）F(++)：じん肺による著しい肺機能の障害がある。3．新規有所見労働者は管理1であった労働者で、管理2以上に決定された者の数である。

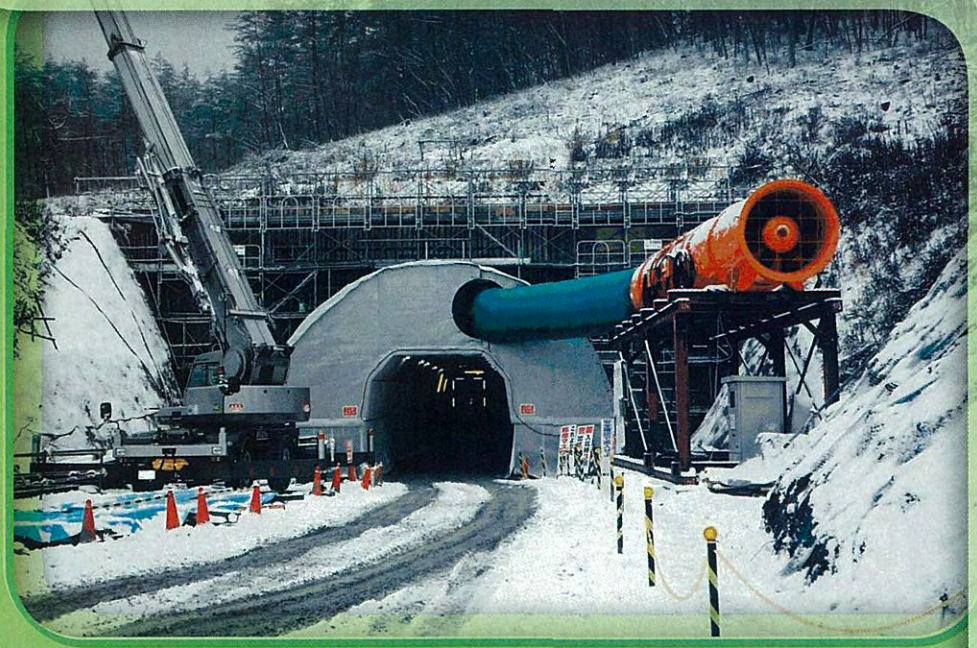
トンネル建設工事業におけるじん肺健康管理実施状況（S56、H5、H18～27）

厚生労働省
ひと、くらし、みらいのために



資料1-6

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の概要



厚生労働省

はじめに

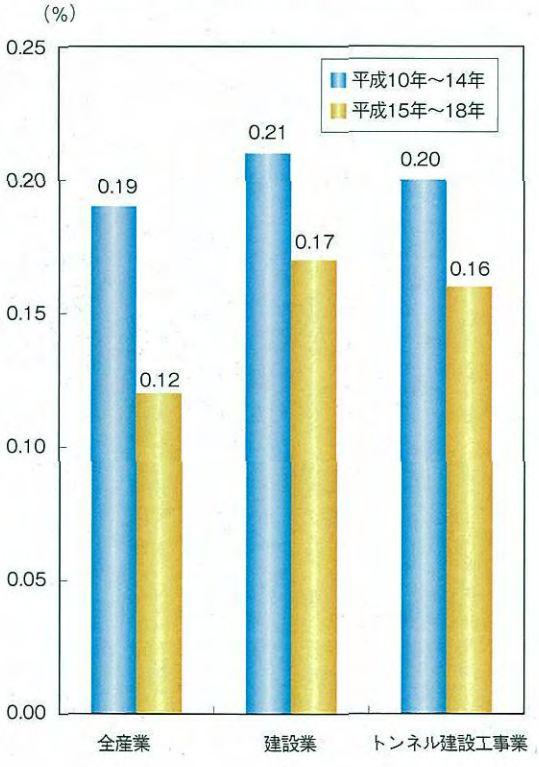
ずい道等建設工事においては、粉じん障害防止に関する関係者の取組みや、施工技術、換気技術の進歩などにより、じん肺の新規有所見者の発生数が大幅に減少してきています。

しかしながら、ずい道等建設工事を行う作業場において、近年の技術進歩や作業方法の変化により、粉じんの発生量が増加し、従来の粉じん発生源対策を講じてもなお一定の粉じんが発生する場合がみられるようになってきています。

厚生労働省では、このようなことからずい道等建設工事における粉じん障害防止対策を強化するものとして、平成19年12月に粉じん障害防止規則の改正（平成20年3月1日施行）を行い、換気装置による換気の実施、空気中の粉じん濃度の測定、電動ファン付き呼吸用保護具の使用、発破終了後の措置等について義務付けを行ったところです。これに伴い、平成12年に策定しました「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」を改正し、その内容の充実を図りました。

じん肺新規有所見者数

じん肺新規有所見者発生率（平成10年～平成18年）



ずい道等建設工事における粉じん対策の充実に関する基本的考え方

粉じん障害防止規則の施行（昭和 54 年労働省令第 18 号）

発生源対策、換気の実施、呼吸用保護具の着用、特別教育の実施

第 11 次労働災害防止計画の策定
（平成 20 年 3 月）

※効果的な換気の実施、粉じん濃度測定と測定結果に基づく必要な措置の実施、電動ファン付き呼吸用保護具の使用、適切な発破退避時間の確保等の対策の徹底

第７次粉じん障害防止総合対策の策定
（平成 20 年 3 月）

※ずい道等建設工事における粉じん障害防止対策の重点的推進

近年の技術進歩や作業方法の変化により、粉じんの発生量が増加

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の改定

※ 粉じん対策に係る計画の策定
※ 粉じんの発散を防止するための対策の実施
※ 換気装置等による換気の実施等
※ 換気の実施等の効果を確認するための粉じん濃度等の測定
※ 粉じん濃度目標レベルの設定
※ 坑内の作業に従事する労働者による防じんマスク等（特定の作業の場合は電動ファン付き呼吸用保護具に限る）の常時の使用
※ 坑内の作業に従事する労働者に対する防じんマスク等の適正な着用のための教育等

元方事業者及び関係請負人による粉じん対策の充実

ガイドラインに基づき事業者が実施する措置の概要

ずい道等建設工事における粉じん対策に係る計画の策定

粉じん濃度の低減化のための対策の実施

粉じん発生源に係る措置
（湿式型の機械装置の設置、土石を湿潤な状態に保つための設備の設置、粉じん抑制剤の使用等）

換気装置による換気の実施、集じん装置による集じんの実施及び換気装置等の管理

換気の実施等の効果を確認するための粉じん濃度等の測定

粉じん濃度目標レベル

粉じん濃度の測定結果の評価

粉じん濃度の測定結果に基づく措置（記録等の実施、作業環境改善）

防じんマスク等有効な呼吸用保護具の使用

（坑内の作業に従事する労働者による防じんマスク等（特定の作業の場合は電動ファン付き呼吸用保護具に限る）の常時の使用、保護具着用管理責任者の選任、呼吸用保護具の適正な選択、呼吸用保護具の顔面への密着性の確認等）

労働衛生教育の実施

（坑内の作業に従事する労働者に対する防じんマスクの適正な使用に関する教育、粉じん作業特別教育等）

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には、事前に、粉じん対策に係る計画を策定します。

粉じんの発散を抑制するための粉じん発生源に係る措置、換気装置等による換気の実施、換気の実施等の効果を確認するための粉じん濃度等の測定、防じんマスクなどの有効な呼吸用保護具の使用、労働衛生教育の実施などを計画に盛り込むことが必要です。

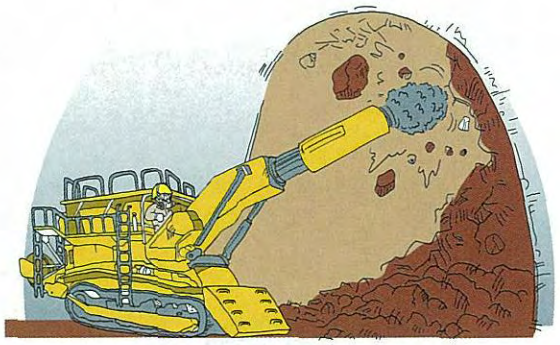
粉じん発生源に係る措置

1　掘削作業

（1）発破による掘削作業

　せん孔作業においては湿式型のさく岩機を使用します。

　なお、発破終了後の措置については、事業者において、粉じんが適当に薄まるために必要な時間をあらかじめ試算し、その設定時間の適否について、初期の実際の発破作業後に、粉じん濃度を測定し確認します。また、測定の結果も記録します。

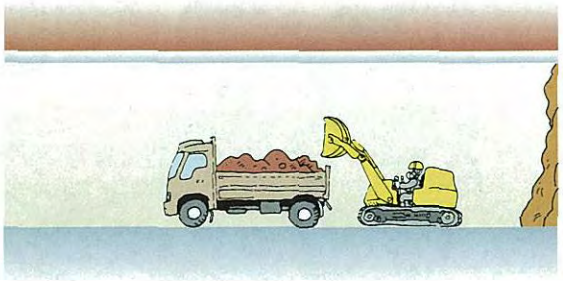


（2）機械による掘削作業

　湿式型の機械装置又は土石若しくは岩石を湿潤な状態に保つための設備を設置します。

2　ずり積み、ずり運搬等作業

　土石又は岩石を湿潤な状態に保つための設備を設置します。



3　ロックボルトの取付け及びコンクリート等の吹付け作業

（1）せん孔作業

　湿式型のさく岩機を使用します。

（2）コンクリート等の吹付け作業

　湿式型の吹付け機械装置を使用し、必要に応じて粉じん抑制剤などを使用します。

4　その他

　たい積粉じんを定期的に清掃します。

　また、走行路の散水、走行路の仮舗装、走行速度の抑制、運搬機械の排出ガスの黒煙を浄化する装置の装着などに努めます。

換気装置等による換気の実施等

1　換気装置による換気の実施

換気装置は、ずい道等の規模、施工方法、施工条件などを考慮した上で、坑内の空気を強制的に換気するのに最も適した換気方法のものを選定することが重要です。

なお、換気方法の選定に当たっては、発生した粉じんの効果的な排出・希釈及び坑内全域における粉じん濃度の低減に配慮することが必要であり、送気式換気装置、局所換気ファンを有する排気式換気装置、送・排気併用式換気装置、送・排気組合せ式換気装置などの換気装置が望まれます。

送気口及び吸気口は、有効な換気を行うのに適正な位置に設け、ずい道等建設工事の進捗に応じて、速やかに風管の延長を行います。

2　集じん装置による集じんの実施

必要に応じて、集じん装置による集じんを行います。

3　換気装置などの管理

換気装置などについては、半月以内ごとに１回、定期に点検を行います。

換気の実施等の効果を確認するための粉じん濃度等の測定

1　粉じん濃度等の測定

換気装置等による換気の実施等の効果を確認するため、空気中の粉じん濃度、風速、換気装置等の風量などについて、半月以内ごとに１回、定期に測定を行います。

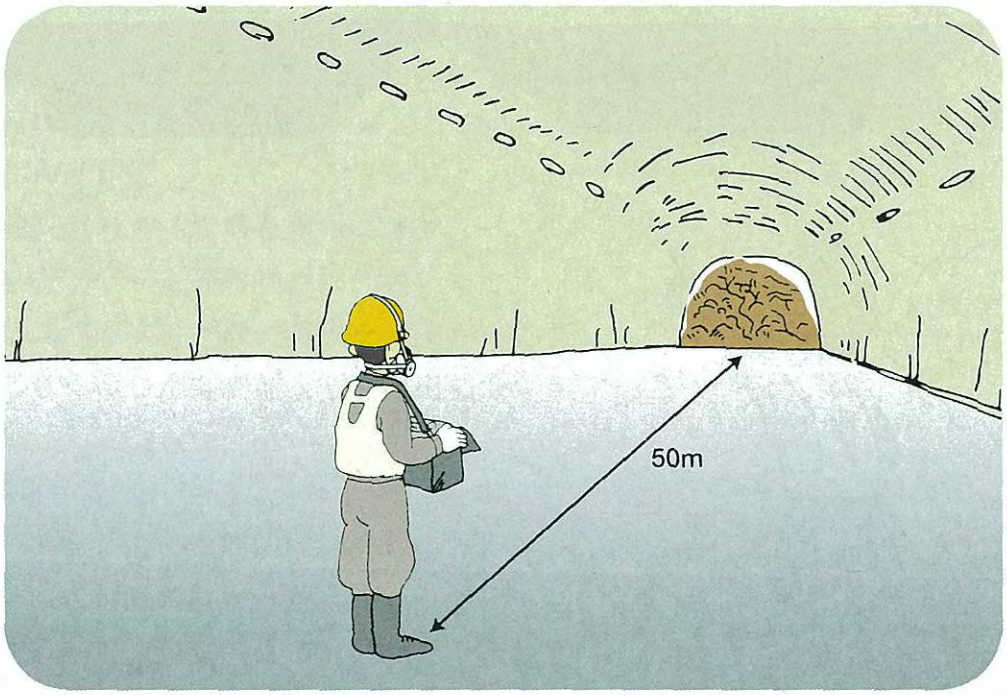
2　空気中の粉じん濃度の測定結果の評価及び測定結果に基づく措置

（１）空気中の粉じん濃度の測定を行ったときは、その都度、速やかに、粉じん濃度目標レベルと比較することにより当該測定の結果の評価を行います。

その結果、粉じん濃度目標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、その結果に基づき作業環境改善のための必要な措置を行うこととします。

（２）粉じん濃度目標レベルは３㎎/㎥以下とします。

ただし、掘削断面積が小さいため、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、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とします。



防じんマスク等有効な呼吸用保護具の使用

坑内において、常時、防じんマスク、電動ファン付き呼吸用保護具等有効な呼吸用保護具(動力を用いて掘削する場所における作業、動力を用いてずりを積み込み若しくは積み卸す場所における作業又はコンクリート等を吹き付ける場所における作業にあっては、電動ファン付き呼吸用保護具に限る。）を使用するとともに、保護具着用管理責任者の選任、呼吸用保護具の適正な選択、使用及び保守管理の徹底並びに呼吸用保護具の顔面への密着性の確認を行います。

なお、雷管取扱作業において呼吸用保護具を使用する場合は、漏電等による爆発を防止するために、電動ファン付き呼吸用保護具以外の型式検定に合格した防じんマスクを使用します。

労働衛生教育の実施

「粉じん作業特別教育」、「特定粉じん作業以外の粉じん作業に従事する労働者に対する特別教育に準じた教育」及び「防じんマスクの適正な使用に関する教育」を実施します。

元方事業者が配慮する事項

粉じん対策に係る計画の調整、教育に対する指導及び援助、清掃作業日の統一、関係請負人に対する技術上の指導などの措置を講じます。

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

第1　趣　旨

本ガイドラインは、ずい道等建設工事における粉じん対策に関し、粉じん障害防止規則（昭和54年労働省令第18号）に規定された事項及び粉じん障害防止総合対策において推進することとしている事項等について、その具体的実施事項を一体的に示すことにより、ずい道等建設工事における粉じん対策のより一層の充実を図ることを目的とする。

第2　適　用

本ガイドラインは、ずい道等（ずい道及びたて坑以外の坑（採石法（昭和25年法律第291号）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（以下「ずい道等建設工事」という。）であって、掘削、ずり積み、ロックボルトの取付け、コンクリート等の吹付け等、その実施に伴い粉じんが発生する作業を有するずい道等建設工事に適用する。

ただし、作業の自動化等により、労働者がずい道等の坑内に入らないずい道等建設工事には、適用しない。

第3　事業者の実施すべき事項

1　粉じん対策に係る計画の策定

事業者は、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生源に係る措置、換気装置等による換気の実施等、換気の実施等の効果を確認するための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、労働衛生教育の実施、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ること。

2　粉じん発生源に係る措置

事業者は、坑内の次の作業において、それぞれの定めるところにより、粉じんの発散を防止するための措置を講じること。ただし、湿潤な土石又は岩石を掘削する作業、湿潤な土石の積込み又は運搬を行う作業及び水の中で土石又は岩石の破砕、粉砕等を行う作業にあたっては、この限りでないこと。

（1）掘削作業

イ　発破による掘削作業

（イ）せん孔作業

くり粉を圧力水により孔から排出する湿式型のさく岩機（発泡によりくり粉の発散を防止するものを含む。）を使用すること又はこれと同等以上の措置を講じること。

（ロ）発破作業

発破後は、安全が確認されたのち、粉じんが適当に薄められた後でなければ、発破をした箇所に労働者を近寄らせないこと。

ロ　機械による掘削作業（シールド工法及び推進工法による掘削作業を除く。）

次に掲げるいずれかの措置又はこれと同等以上の措置を講じること。

（イ）湿式型の機械装置を設置すること。

（ロ）土石又は岩石を湿潤な状態に保つための設備を設置すること。

ハ　シールド工法及び推進工法による掘削作業

次に掲げるいずれかの措置又はこれと同等以上の措置を講じること。

（イ）湿式型の機械装置を設置すること。

（ロ）密閉型のシールド掘削機等切羽の部分が密閉されている機械装置を設置すること。

（ハ）土石又は岩石を湿潤な状態に保つための設備を設置すること。

（2）ずり積み等作業

イ　破砕・粉砕・ふるいわけ作業

次に掲げるいずれかの措置又はこれと同等以上の措置を講じること。

（イ）密閉する設備を設置すること。

（ロ）土石又は岩石を湿潤な状態に保つための設備を設置すること。

ロ　ずり積み及びずり運搬作業

土石を湿潤な状態に保つための設備を設置すること又はこれと同等以上の措置を講じること。

（3）ロックボルトの取付け等のせん孔作業及びコンクリート等の吹付け作業

イ　せん孔作業

くり粉を圧力水により孔から排出する湿式型のさく岩機（発泡によりくり粉の発散を防止するものを含む。）を使用すること又はこれと同等以上の措置を講じること。

ロ　コンクリート等の吹付け作業

次に掲げる措置を講じること。

（イ）湿式型の吹付け機械装置を使用すること又はこれと同等以上の措置を講じること。

（ロ）必要に応じ、コンクリートの原材料に粉じん抑制剤等を入れること。

（ハ）吹付けノズルと吹付け面との距離、吹付け角度、吹付け圧等に関する作業標準を定め、労働者に当該作業標準に従って作業させること。

（4）その他

イ　たい積粉じんの発散を防止するため、坑内に設置した機械設備、電気設備等にたい積した粉じんを定期的に清掃すること。

ロ　建設機械等の走行によるたい積粉じんの発散を少なくするため、次の事項の実施に努めること。

（イ）走行路に散水すること、走行路を仮舗装すること等粉じんの発散を防止すること。

（ロ）走行速度を抑制すること。

（ハ）過積載をしないこと。

ハ　必要に応じ、エアカーテン等、切羽等の粉じん発生源において発散した粉じんが坑内に拡散しないようにするための方法の採用に努めること。

ニ　坑内で常時使用する建設機械については、排出ガスの黒煙を浄化する装置を装着した機械を使用することに努めること。

なお、レディミキストコンクリート車等外部から坑内に入ってくる車両については、排気ガスの排出を抑制する運転方法に努めること。

3　換気装置等（換気装置及び集じん装置をいう。以下同じ。）による換気の実施等

（1）換気装置による換気の実施

事業者は、坑内の粉じん濃度を減少させるため、次に掲げる事項に留意し、換気装置による換気を行うこと。

イ　換気装置（風管及び換気ファンをいう。以下同じ。）は、ずい道等の規模、施工方法、施工条件等を考慮した上で、坑内の空気を強制的に換気するのに最も適した換気方式のものを選定すること。

なお、換気方式の選定に当たっては、発生した粉じんの効果的な排出・希釈及び坑内全域における粉じん濃度の低減に配慮することが必要であり、送気式換気装置、局所換気ファンを有する排気式換気装置、送・排気併用式換気装置、送・排気組合せ式換気装置等の換気装置が望ましいこと。

ロ　送気口（換気装置の送気管又は局所換気ファンによって清浄な空気を坑内に送り込む口のことをいう。以下同じ。）及び吸気口（換気装置の排気管によって坑内の汚染された空気を吸い込む口のことをいう。以下同じ。）は、有効な換気を行うのに適正な位置に設けること。

また、ずい道等建設工事の進捗に応じて速やかに風管を延長すること。

ハ　換気ファンは、風管の長さ、風管の断面積等を考慮した上で、十分な換気能力を有しているものであること。

なお、風量の調整が可能なものが望ましいこと。

ニ　送気量及び排気量のバランスが適正であること。

ホ　粉じんを含む空気が坑内で循環又は滞留しないこと。

ヘ　坑内に排気された粉じんを含む空気が再び坑内に逆流しないこと。

ト　風管の曲線部は、圧力損失を小さくするため、できるだけ緩やかな曲がりとすること。

（2）集じん装置による集じんの実施

事業者は、必要に応じ、次に掲げる事項に留意し、集じん装置による集じんを行うこと。

イ　集じん装置は、ずい道等の規模等を考慮した上、十分な処理容量を有しているもので、粉じんを効率よく捕集し、かつ、吸入性粉じんを含めた粉じんを清浄化する処理能力を有しているものであること。

ロ　集じん装置は、粉じんの発生源、換気装置の送気口及び吸気口の位置等を考慮し、発散した粉じんを速やかに集じんすることができる位置に設けること。

なお、集じん装置への有効な吸込み気流を作るため、局所換気ファン、隔壁、エアカーテン等を設置することが望ましいこと。

ハ　集じん装置にたい積した粉じんを廃棄する場合には、粉じんを発散させないようにすること。

（3）換気装置等の管理

イ　換気装置の点検及び補修等

事業者は、換気装置等については、半月以内ごとに１回、定期に、次に掲げる事項について点検を行い、異常を認めたときは、直ちに補修その他の措置を講じること。

（イ）換気装置

a　風管及び換気ファンの磨耗、腐食、破損その他損傷の有無及びその程度

b　風管及び換気ファンにおける粉じんのたい積状態

c　送気及び排気の能力

d　その他、換気装置の性能を保持するために必要な事項

（ロ）集じん装置

a　構造部分の磨耗、腐食、破損その他損傷の有無及びその程度

b　内部における粉じんのたい積状態

c　ろ過装置にあっては、ろ材の破損又はろ材取付け部分等のゆるみの有無

d　処理能力

e　その他、集じん装置の性能を保持するために必要な事項

ロ　換気装置等の点検及び補修等の記録

事業者は、換気装置等の点検を行ったときは、次に掲げる事項を記録し、これを３年間保存すること。

（イ）点検年月日

（ロ）点検方法

（ハ）点検箇所

（ニ）点検の結果

（ホ）点検を実施した者の氏名

（ヘ）点検の結果に基づいて補修等の措置を講じたときは、その内容

4　換気の実施等の効果を確認するための粉じん濃度等の測定

（1）粉じん濃度等の測定

事業者は換気の実施等の効果を確認するため、半月以内ごとに１回、定期に次の事項について測定を行うこと。

なお、測定は、別紙「換気の実施等の効果を確認するための空気中の粉じん濃度、風速等の測定方法」に従って実施すること。

また、事業者は、換気装置を初めて使用する場合、又は施設、設備、作業工程若しくは作業方法について大幅な変更を行った場合にも、測定を行う必要があること。

イ　空気中の粉じん濃度

ロ　風速

ハ　換気装置等の風量

ニ　気流の方向

（2）空気中の粉じん濃度の測定結果の評価

事業者は、空気中の粉じん濃度の測定を行ったときは、その都度、速やかに、次により当該測定の結果の評価を行うこと。

イ　粉じん濃度目標レベル

粉じん濃度目標レベルは3㎎/㎥以下とすること。

ただし、掘削断面積が小さいため、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、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。

ロ　評価値の計算

空気中の粉じん濃度の測定結果の評価値は、各測定点における測定値を算術平均して求めること。

ハ　測定結果の評価

空気中の粉じん濃度の測定結果の評価は、評価値と粉じん濃度目標レベルとを比較して、評価値が粉じん濃度目標レベルを超えるか否かにより行うこと。

（3）空気中の粉じん濃度の測定結果に基づく措置

事業者は、評価値が粉じん濃度目標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の必要な措置を講じること。

また、事業者は、当該措置を講じたときは、その効果を確認するため、（1）の粉じん濃度等の測定を行うこと。

（4）粉じん濃度等の測定等の記録

事業者は、粉じん濃度等の測定及び空気中の粉じん濃度の測定結果の評価を行ったときは、その都度、次の事項を記録して、これを7年間保存すること。

なお、粉じん濃度等の測定結果については、関係労働者が閲覧できるようにしておくことが望ましいこと。

イ　測定日時

ロ　測定方法

ハ　測定箇所

ニ　測定条件

ホ　測定結果

ヘ　測定結果の評価

ト　測定及び評価を実施した者の氏名

チ　評価に基づいて改善措置を実施したときは、当該措置の概要

5　防じんマスク等有効な呼吸用保護具の使用

事業者は、坑内の作業に労働者を従事させる場合には、坑内において、常時、防じんマスク、電動ファン付き呼吸用保護具等有効な呼吸用保護具（動力を用いて掘削する場所における作業、動力を用いてずりを積み込み若しくは積み卸す場所における作業又はコンクリート等を吹き付ける場所における作業にあっては、電動ファン付き呼吸用保護具に限る。）を使用させるとともに、次に掲げる措置を講じること。

なお、作業の内容及び強度を考慮し、呼吸用保護具の重量、吸排気抵抗等が当該作業に適したものを選択すること。

（1）保護具着用管理責任者の選任

保護具着用管理責任者を次の者から選任し、呼吸用保護具の適正な選択、使用、顔面への密着性の確認等に関する指導、呼吸用保護具の保守管理及び廃棄を行わせること。

イ　衛生管理者の資格を有する者

ロ　その他労働衛生に関する知識、経験等を有する者

（2）呼吸用保護具の適正な選択、使用及び保守管理の徹底

呼吸用保護具の選択、使用及び保守管理に関す

る方法並びに呼吸用保護具のフィルタの交換の基準を定めること。

また、フィルタの交換日等を記録する台帳を整備すること。

なお、当該台帳については、３年間保存することが望ましいこと。

（３）呼吸用保護具の顔面への密着性の確認

呼吸用保護具を使用する際には、労働者に顔面への密着性について確認させること。

（４）呼吸用保護具の備え付け等

呼吸用保護具については、同時に就業する労働者の人数と同数以上を備え、常時有効かつ清潔に保持すること。

６　労働衛生教育の実施

事業者は、坑内の作業に労働者を従事させる場合には、次に掲げる労働衛生教育を実施すること。

また、これら労働衛生教育を行ったときは、受講者の記録を作成し、３年間保存すること。

（１）粉じん作業特別教育

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。以下同じ。）に従事する労働者に対し、粉じん障害防止規則第 22 条に基づく特別教育を行うこと。

また、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実施すること。

（２）防じんマスクの適正な使用に関する教育

事業者は坑内の作業に従事する労働者に対し、次に掲げる事項について教育を行うこと。

イ　粉じんによる疾病と健康管理

ロ　粉じんによる疾病の防止

ハ　防じんマスクの選択及び使用方法

７　その他の粉じん対策

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、次に掲げる措置を講じた休憩室を設置することが望ましいこと。

イ　清浄な空気が室内に送気され、粉じんから労働者が隔離されていること。

ロ　労働者が作業衣等に付着した粉じんを除去することのできる用具が備えられていること。

第４　元方事業者が配慮する事項

１　粉じん対策に係る計画の調整

元方事業者は、上記第３の１の粉じん対策に係る計画の策定について、上記第３により事業者の実施すべき事項に関し、関係請負人と調整を行うこと。

２　教育に対する指導及び援助

元方事業者は、関係請負人が上記第３の６により実施する労働衛生教育について、当該教育を行う場所の提供、当該教育に使用する資料の提供等の措置を講じること。

３　清掃作業日の統一

元方事業者は、関係請負人が上記第３の２の（４）のイにより実施する清掃について、清掃日を統一的に定め、これを当該関係請負人に周知すること。

４　関係請負人に対する技術上の指導等

元方事業者は、関係請負人が講ずべき措置が適切に実施されるように、技術上の指導その他必要な措置を講じること。

【別紙】

換気の実施等の効果を確認するための空気中の粉じん濃度、風速等の測定方法

1　測定位置

空気中の粉じん濃度及び風速の測定点は、切羽から坑口に向かって50メートル程度離れた位置における断面において、床上50センチメートル以上150センチメートル以下の同じ高さで、それぞれの側壁から1メートル以上離れた点及び中央の点の3点とすること。

ただし、設備等があって測定が著しく困難な場合又はずい道等の掘削の断面積が小さい場合にあっては、測定点を3点とすることを除き、この限りでないこと。

なお、換気装置等の風量の測定における風速の測定点は、風管等の送気口又は吸気口の中心の位置とすること。

2　測定時間帯

粉じん濃度等の測定は、空気中の粉じん濃度が最も高くなる粉じん作業について、当該作業が行われている時間に行うこと。

3　測定時間

空気中の粉じん濃度の一の測定点における測定時間は、10分以上の継続した時間とすること。

ただし、測定対象作業の作業時間が短いことにより、一の測定点について10分以上測定できない場合にあっては、この限りでないが、測定時間は同じ長さとする必要があること。

4　測定方法

（1）空気中の粉じん濃度の測定

空気中の粉じん濃度の測定は、相対濃度指示方法によることとし、次に定めるところにより行うこと。

イ　測定機器は、光散乱方式によるものとし、作業環境測定基準（昭和51年労働省告示第46号）第2条第3項第1号の厚生労働省労働基準局長が指定する者によって1年以内ごとに1回、定期に較正されたものを使用すること。

ロ　光散乱方式による測定機器による質量濃度変換係数は、当該測定機器の種類に応じ、次の表にそれぞれ掲げる数値とすること。

なお、次の表に掲げる測定機器以外の機器については、併行測定の実施あるいは過去に得られたデータの活用等により当該粉じんに対する質量濃度変換係数をあらかじめ定め、その数値を使用すること。

測　定　機　器	質量濃度変換係数（mg/m³/cpm）
LD−2	2
3451	0.6
P−5L、P−5L2、P−5L3	0.04
LD−1L、3411、LD−5D	0.02
P−5H、P−5H2、P−5H3	0.004
3423、3442	0.003
LD−1H 、LD−1H2 、LD−3K 、LD−3K2、LD−5	0.002

ハ　粉じん濃度は次式により計算すること。

$$\text{粉じん濃度}\ (\text{mg/m}^3) = \text{質量濃度変換係数}\ (\text{mg/m}^3/\text{cpm}) \times \text{相対濃度}\ (\text{cpm})$$

（2）風速の測定

風速の測定は、熱線風速計を用いて行うこと。

（3）換気装置等の風量の測定

換気装置等の風量は、次式により計算すること。

換気装置等の風量（m³/min）

＝風速(m/sec)×0.8×60×送気口又は吸気口の断面積(m²)

（4）気流の方向の測定

スモークテスター等により気流の方向の確認を行うこと。

ご不明の点などがありましたら、最寄りの都道府県労働局・労働基準監督署にお問い合わせください。

資料1－7

今後のスケジュール（案）について

平成28年11月30日
平成28年度第1回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

今後のスケジュール（案）

厚生労働省
ひと、くらし、みらいのために

平成28年度	
第1回検討会（11月30日）	➢ 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 ➢ 切羽付近の粉じん濃度の測定方法について
第2回検討会（平成29年2～3月）	➢ 切羽付近の粉じん濃度測定方法について ➢ 工法、作業状況、地山の状況、切羽付近の濃度等、記録すべき事項について
平成29年度	
切羽付近の粉じん濃度測定［5現場程度を予定］（4～7月）	
第1回検討会（8～9月）	➢ 切羽付近の粉じん濃度結果の検討
（以降、1～2ヶ月に1回程度の頻度で、以下の事項について順次検討）	➢ 切羽付近の作業環境の改善方法について ➢ 呼吸用保護具の適切な管理について ➢ 労働者の教育について
検討会報告書取りまとめ（平成30年3月目途）	

参考資料１－１（１）

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開催要綱

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。

参考資料１－１（２）

（別紙）

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参集者名簿

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安全部長）

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）

及川　浩　　全国トンネルじん肺根絶原告団事務局次長

大野　幸次　一般社団法人全国建設業協会労働委員会建設キャリアアップ検討 WG 委員（西松建設株式会社土木事業本部土木部長）

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主任研究員

熊谷　信二　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客員教授

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）

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研究推進・国際センター首席研究員

土屋　良直　一般社団法人日本トンネル技術協会技術委員会安全環境小委員会委員（株式会社熊谷組執行役員安全本部長）

外山　尚紀　労働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）

野﨑　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　東京工業大学大学マネジメントセンター特任教授

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

（５０音順：敬称略）

参考資料1－2

トンネル建設工事の工法等について

平成28年11月30日
平成28年度第1回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

トンネル建設工事の代表的な工法について

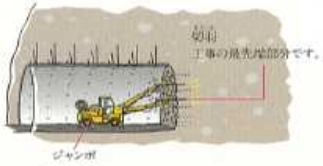
厚生労働省
ひと、くらし、みらいのために

トンネルのつくりかた

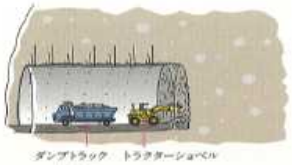
トンネルのつくりかたは、大きく分けると4種類あります。
それぞれは、トンネルをつくる場所の状況に応じて採用されます。

山岳トンネル

1 削孔・爆破
孔をあけて爆薬を詰め、岩盤を爆破します。
岩盤がかたくないときは、機械だけで掘ります。

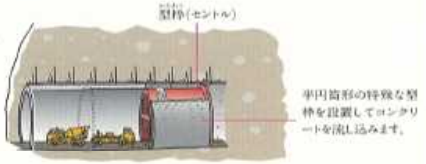


2 ずり出し
爆破や機械で砕いた岩をトンネルの外に運び出します。



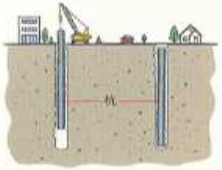
3 支保工
ロックボルト、吹付けコンクリート、鉄骨などで、
掘ったあとの岩盤を支えます。
「1」「2」「3」を繰り返してトンネルを掘り進めます。

4 覆工コンクリート
仕上げとして、コンクリートを流し込みます。



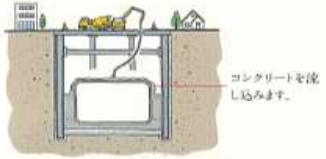
開削トンネル

1 土留め
トンネルの側面に沿って両側に杭を打ち、
壁をつくります。



2 支保工と掘削
地面を掘り下げます。

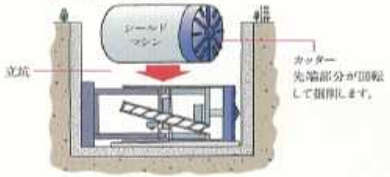
3 構築
地下でトンネルをつくります。



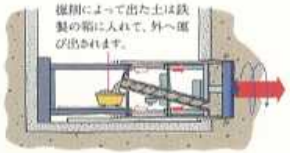
4 埋め戻し・復旧
トンネルができたあと、土を埋め戻し、
地上を元に戻します。

シールドトンネル

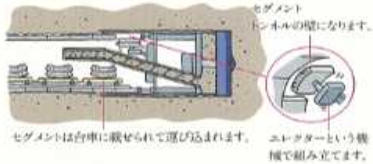
1 シールドマシンの設置
地面を掘り下げて立坑をつくり、
シールドマシンを投入します。



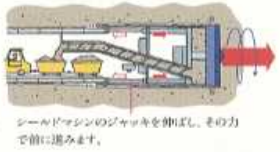
2 掘進開始
壁に穴をあけて
シールドマシンの先端が回転して掘り始めます。



3 セグメントの組み立て
セグメントを組み立て、まわりの土砂を支えます。



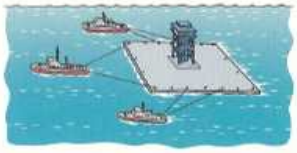
4 掘進
シールドマシン自体で掘り進んでいきます。
「3」と「4」を繰り返してトンネルをつくります。



沈埋トンネル

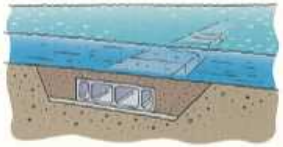
1 トンネルの製作
トンネルの一区間を、地上でつくります。

2 運搬
工事現場まで、トンネルを浮かべて運びます。



3 接続
決められた場所にトンネルを沈めます。
その後、トンネル同士をつなげます。

4 埋め戻し
トンネル全体をつなげたら、
埋めて完成します。



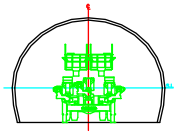
出所：一般社団法人日本トンネル技術協会

山岳工法（NATM工法）における一般的な作業工程について

厚生労働省
ひと、くらし、みらいのために

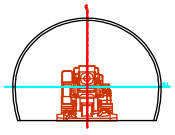
① 穿孔・発破（発破掘削） or 切削・掘削（機械掘削）

発破掘削

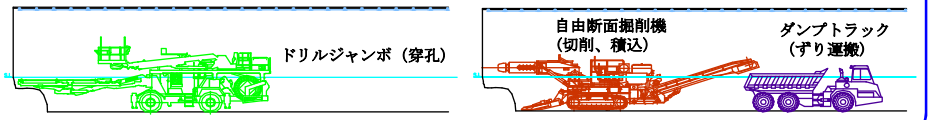


穿孔状況

機械掘削

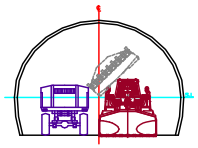


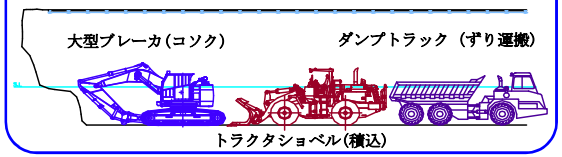
切削・掘削状況



② コソク・ズリ出し

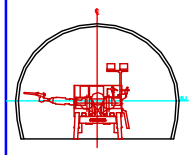
ズリ出し状況

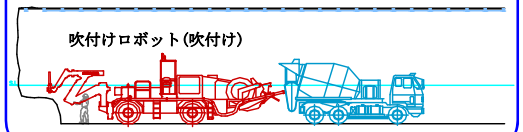




③ 一次吹付けコンクリート

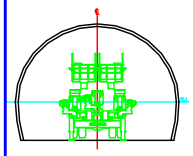
一次吹付け状況

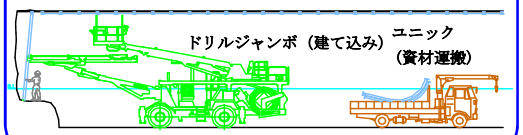




④ 鋼製支保工建て込み

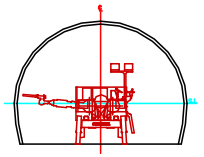
支保工建て込み状況

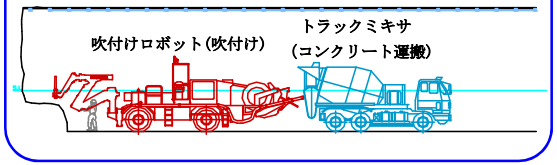




⑤ 二次吹付けコンクリート

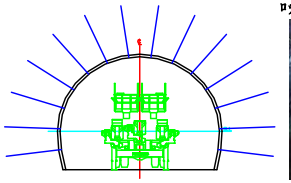
二次吹付け状況





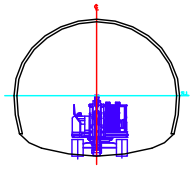
⑥ ロックボルト

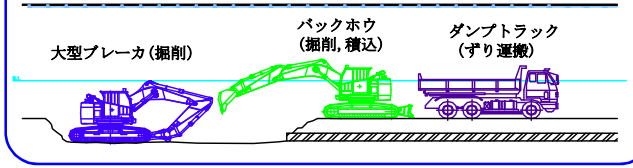
ロックボルト施工状況



⑦ インバート掘削

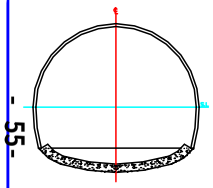
インバート掘削状況

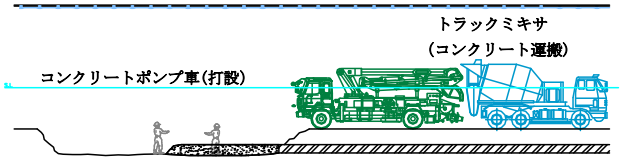




⑧ インバートコンクリート

インバートコンクリート打設状況





1mごとにこの
サイクルを繰り返し、
24時間で4～5m
進む

資料提供：前田建設工業株式会社

山岳工法（NATM工法）における一般的な使用機械等について

厚生労働省
ひと、くらし、みらいのために

NATM工法におけるトンネル機械掘削の例

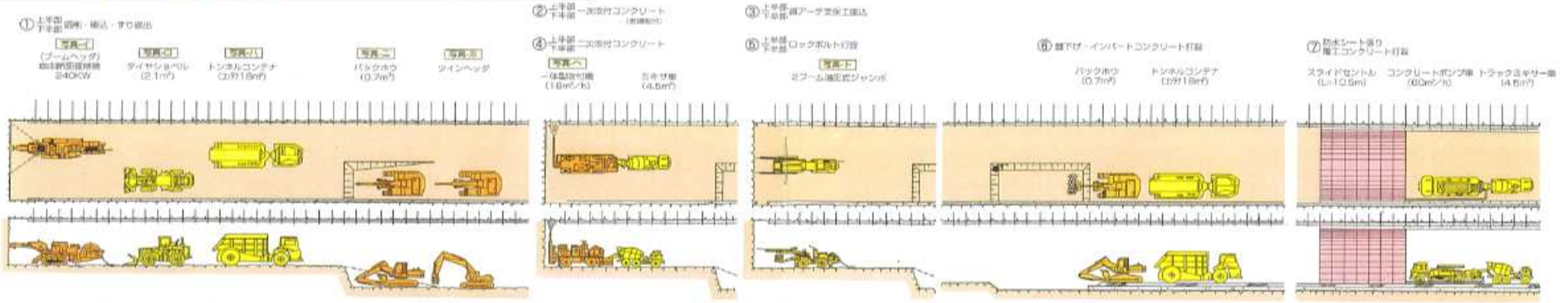


写真-イ

写真-ロ

写真-ハ

写真-ニ

写真-ホ

写真-ヘ

写真-ト

■トンネル施工要領

トンネル掘削方式は、機械掘削（軟岩用トンネル専用掘削機）によるNATM工法で、上部半断面先進ショートベンチカット方式です。

上半掘削は、ブームヘッダ（240kw）、下半掘削は、大型ブレーカ及びツインヘッダを使用します。

ずり搬出は、2.1m³積みタイヤ式トラクタショベルでコンテナ車（1.8m³）に積み込み、コンテナ運搬車で坑外のずり仮置き場まで搬出します。

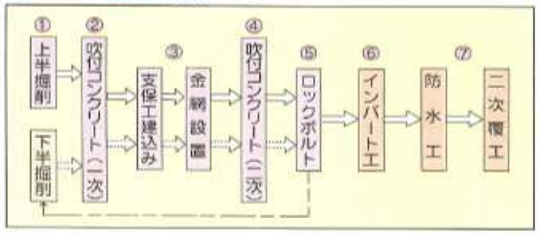
吹付コンクリートは湿式方式で、坑外設置のバッチャープラント（0.5m³強制練り）で混練りしたものを、トラックミキサ（4.5m³積み）で坑内に運搬し、吹付機（コンプレッサ搭載、一体型）で吹付を行います。

金網設置、支保工建込み及びロックボルトの穿孔は、2ブーム油圧式ホイールジャンボを使用し、支保工建込み時の位置決めは、コンピュータ制御によるレーザ光を使った自動照射方式を採用しています。

インバートの掘削及びコンクリート打設は、切羽作業と並行させ、車輌通路確保のため、片側半断面の交互施工を予定しています。また、全断面施工を可能とする移動式機構も併せて計画しています。

二次覆工は、変位の収束を計測で確認した後、台車（L=4.5m）を足場として防水シートを張り、全断面スライドセントル（L=10.5m）を型枠として、1回／2.5日のサイクルでコンクリート打設します。

■NATM施工手順



出所：一般社団法人日本トンネル技術協会

山岳トンネル

（1）山岳トンネル技術

山岳トンネルの建設においては、NATMの導入が機械化や様々な技術開発を誘発し生産性の向上と施工時の安全性の向上に大きく貢献しました。NATM（New Austrian Tunneling Method）は、掘削した部分にコンクリートを吹付け、ロックボルト（岩盤およびコンクリートと一体化するボルト）を周辺岩盤に打ち込み、トンネルの安定化を図りながら施工する工法です。現在では、ほとんどの山岳トンネル建設でNATMが採用されています。

（2）建設生産性向上の内容

施工の高速化

○NATMが山岳トンネルの標準工法として採用されて以降、機械化の促進が図られた。
○施工機械の大型化や能力向上、効率的な掘削工法の確立により、施工の高速化が可能となった。
○トンネル建設において必要となる作業員数は、機械化の導入・発展によって大きく減少している。

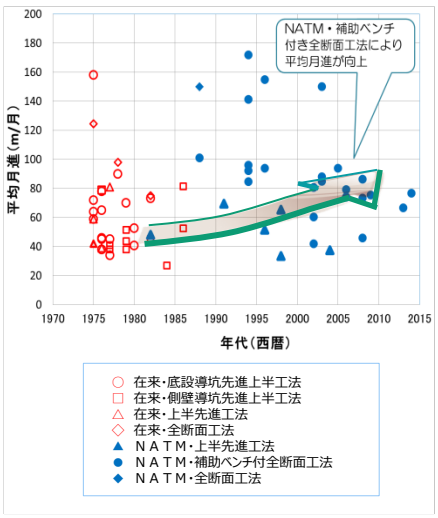
支保部材の高強度化

○鋼製支保工の導入で施工空間が確保されたことNATMの導入により、大型機械による効率的な施工（補助ベンチ付全断面工法）が可能になるとともに、施工時の安全性が向上した。
○支保部材の高強度化により、大断面トンネルの施工が効率化され、掘削断面積の削減や支保施工量の減少が可能となった。

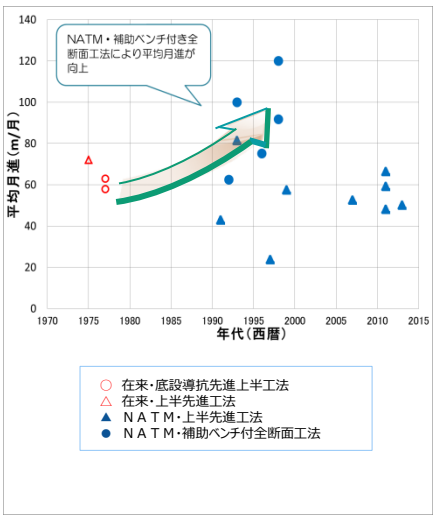
補助工法による適用地質の拡大

○補助工法の開発・採用により、従来の山岳工法では不可能であった地質でも、トンネル建設が可能となった。
○トンネル掘削による周辺環境への影響が低減されるとともに、施工時の安全性が向上した。
○情報化施工により施工管理の合理化が図られ施工性・安全性が大幅に向上した。

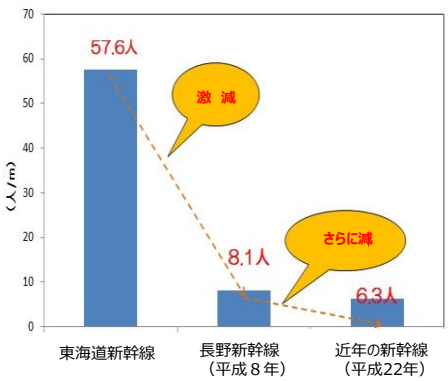
発破掘削による平均月進の推移



機械掘削による平均月進の推移



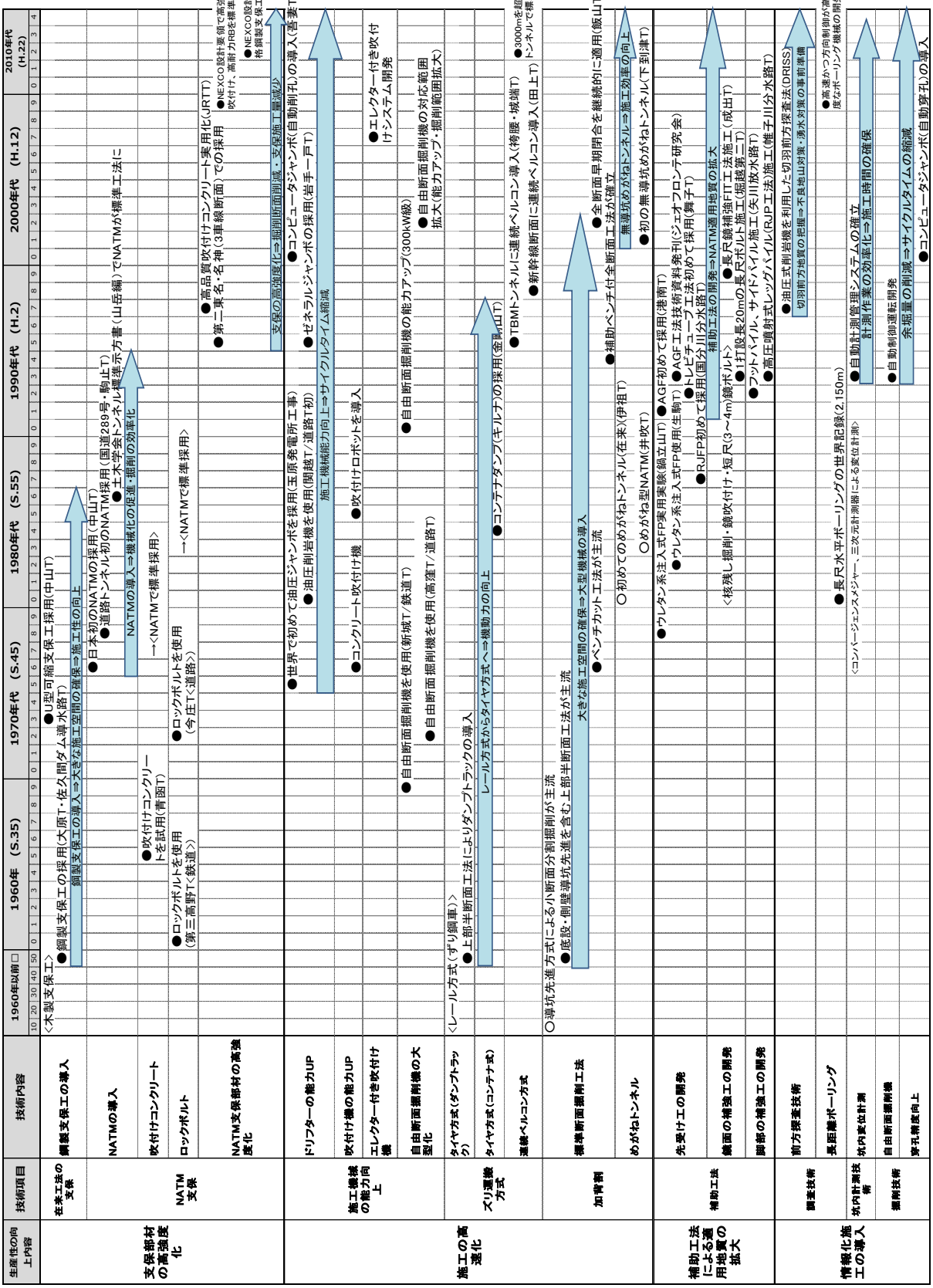
トンネル1mあたりに要する作業員数の比較



出典：新幹線のインフラコストと建設技術の進展、廣田良輔、土木学会誌、1997.9付録
新幹線工事における山岳トンネルの変遷、金澤博、トンネルと地下、2011.3巻頭言

出所:一般社団法人日本建設業連合会「建設イノベーション」 4

山岳トンネル建設における生産性の向上に関する年表



出所:一般社団法人日本建設業連合会「建設イノベーション」

参考資料1－3

トンネル建設工事の統計資料

平成28年11月30日
平成28年度第1回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

全国のトンネル箇所数と今後の展望

厚生労働省
ひと、くらし、みらいのために

トンネル現況総括表

表74−1

（単位：箇所，m）

道路種別	延長区分	100m未満	100m〜500m未満	500m〜1000m未満	1000m〜3000m未満	3000m〜5000m未満	5000m〜10000m未満	10000m以上	合計
高速自動車国道	箇所数	17	359	269	300	37	5	2	989
	延長	1,227	108,155	192,560	506,842	140,415	33,208	21,720	1,004,127
一般国道（指定区間）	箇所数	145	748	309	227	22	1	−	1,452
	延長	9,420	200,274	216,669	365,460	84,146	9,547	−	885,516
一般国道（指定区間外）	箇所数	432	1,362	397	237	19	3	−	2,450
	延長	27,563	348,328	276,630	365,556	70,839	17,635	−	1,106,551
一般国道	箇所数	577	2,110	706	464	41	4	−	3,902
	延長	36,983	548,602	493,299	731,016	154,985	27,182	−	1,992,067
主要地方道	箇所数	337	895	227	96	5	−	−	1,560
	延長	19,330	220,609	156,189	140,960	17,919	−	−	555,007
一般都道府県道	箇所数	322	564	98	55	3	−	1	1,043
	延長	17,498	133,714	67,456	80,947	9,881	−	10,223	319,719
都道府県道	箇所数	659	1,459	325	151	8	−	1	2,603
	延長	36,828	354,323	223,645	221,907	27,800	−	10,223	874,726
国・都道府県道	箇所数	1,236	3,569	1,031	615	49	4	1	6,505
	延長	73,811	902,925	716,944	952,923	182,785	27,182	10,223	2,866,793
市町村道	箇所数	1,355	1,099	121	28	4	1	−	2,608
	延長	65,938	240,472	81,257	42,868	14,387	7,767	−	452,689
一般道路	箇所数	2,591	4,668	1,152	643	53	5	1	9,113
	延長	139,749	1,143,397	798,201	995,791	197,172	34,949	10,223	3,319,482
合計	箇所数	2,608	5,027	1,421	943	90	10	3	10,102
	延長	140,976	1,251,552	990,761	1,502,633	337,587	68,157	31,943	4,323,609

（注）東日本大震災の影響により、市町村道の一部に平成26年4月1日以前のデータを含む。

凡例：1：平成26年4月1日現在の数値である。ただし、東日本大震災の影響により、岩手県、宮城県及び福島県においては、市町村道の一部に平成26年4月1日以前のデータを含む。
2：延長の単位はメートルである。
3：トンネルが二つの都道府県および政令指定市にまたがる場合は、当該トンネルを管理する都道府県（指定市）に、両都道府県（指定市）で管理する場合は、協議によりいずれか一方の都道府県（指定市）に、また、2都道府県以上にわたって管理区域を有する場合のトンネルについては延長の長い方の都道府県（指定市）に計上している。

種類	箇所数	延長（m）
鉄道	4，899	3，832，606
民鉄	（1，250）	（1，445，502）
JR	（3，649）	（2，387，104）

出所：国土交通省
「2015道路統計年報」、
「鉄道統計年報（平成25年度）」

全国のトンネル箇所数と今後の展望

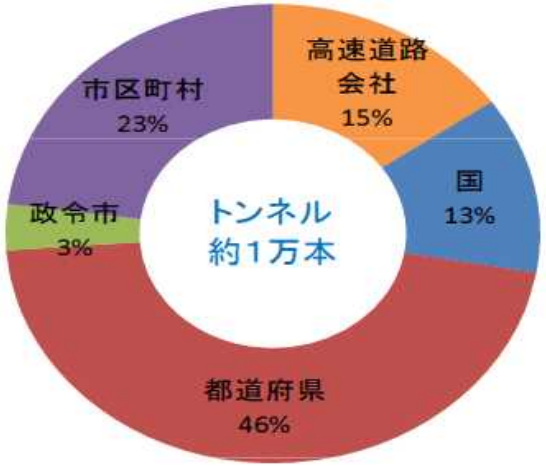
厚生労働省
ひと、くらし、みらいのために

道路構造物の現状(トンネル)

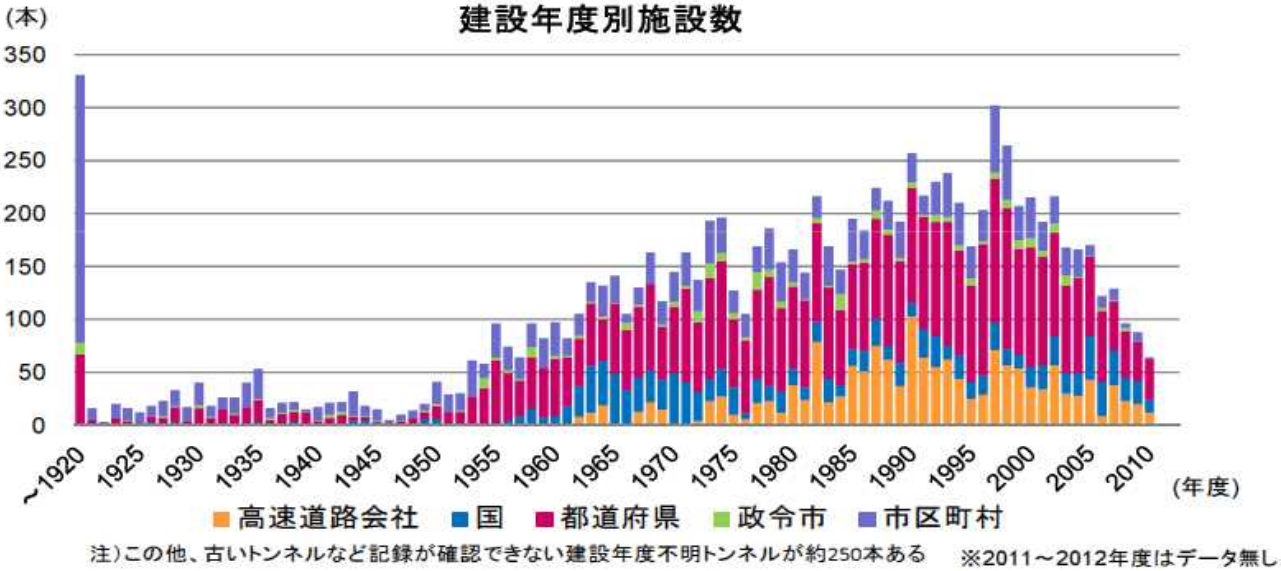
※都道府県・政令市は、地方道路公社を含む
※H25.4道路局集計

全国のトンネル数は約1万本。このうち、建設後50年を超えたトンネルの割合は、**現在は20%**であるが、**10年後には34%、20年後には50%**へと増加

道路管理者別ごとの施設数



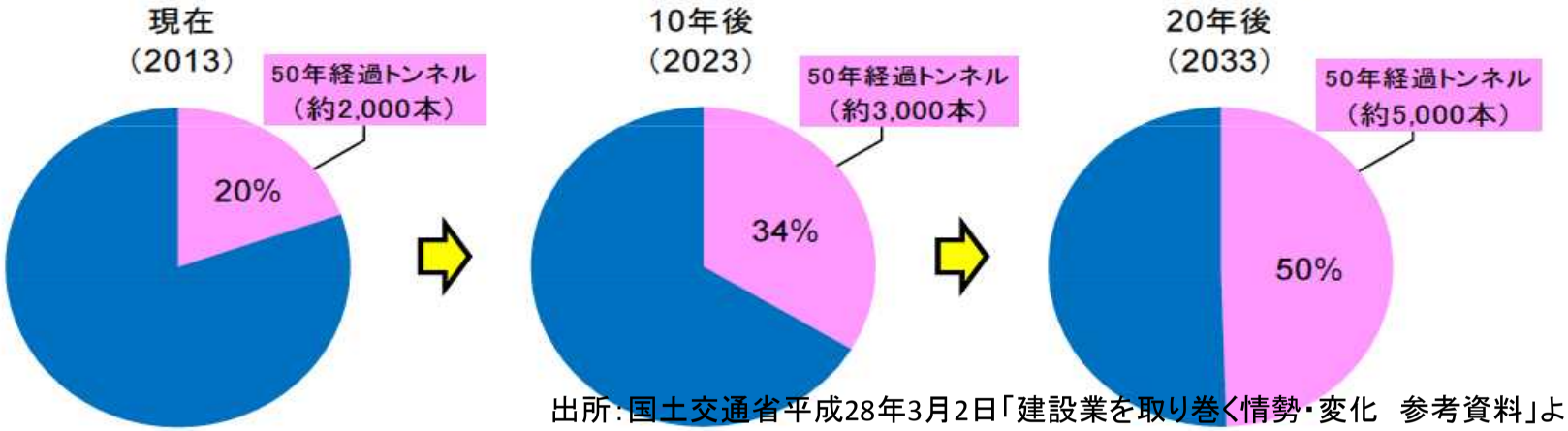
建設年度別施設数



注)この他、古いトンネルなど記録が確認できない建設年度不明トンネルが約250本ある　※2011~2012年度はデータ無し

50年経過施設の割合

※建設年度不明を除く



出所:国土交通省平成28年3月2日「建設業を取り巻く情勢・変化　参考資料」より抜粋

トンネル建設工事量の推移

厚生労働省
ひと、くらし、みらいのために

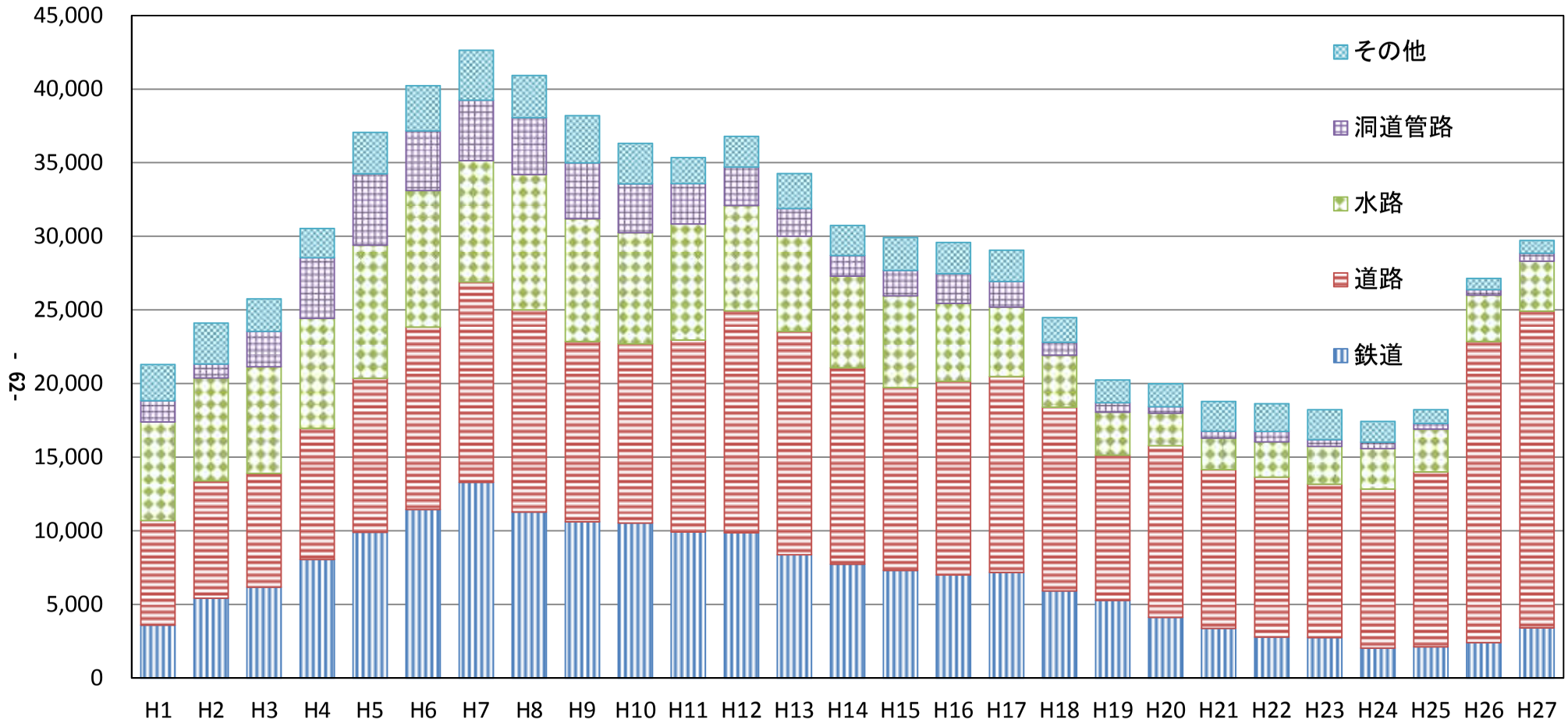


図-2　国内工事量の推移(手持ち請負額-地下街等を除く)
※以下手持ち請負額を単に請負額と示す。

出所：一般社団法人日本トンネル技術協会「トンネル年報2016」

国内におけるトンネル工事の現況（平成27年12月現在）

厚生労働省
ひと、くらし、みらいのために

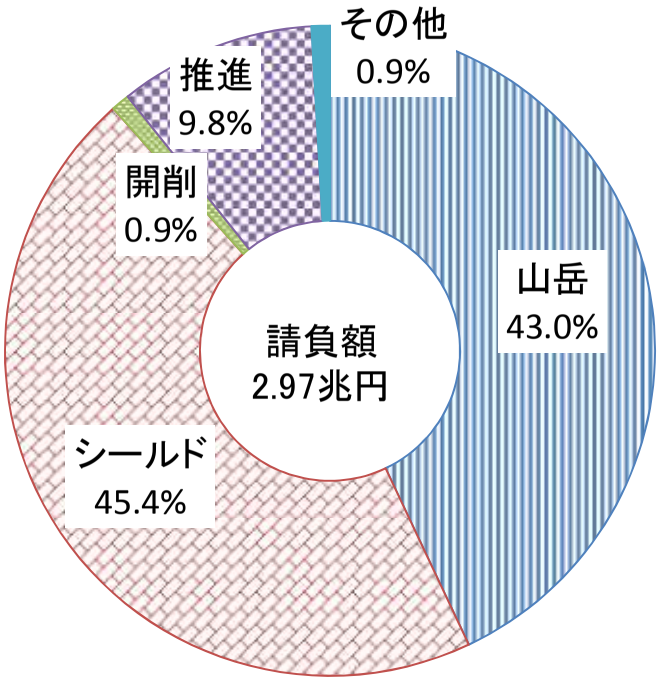


図-14　施工法別比較（手持ち請負額）

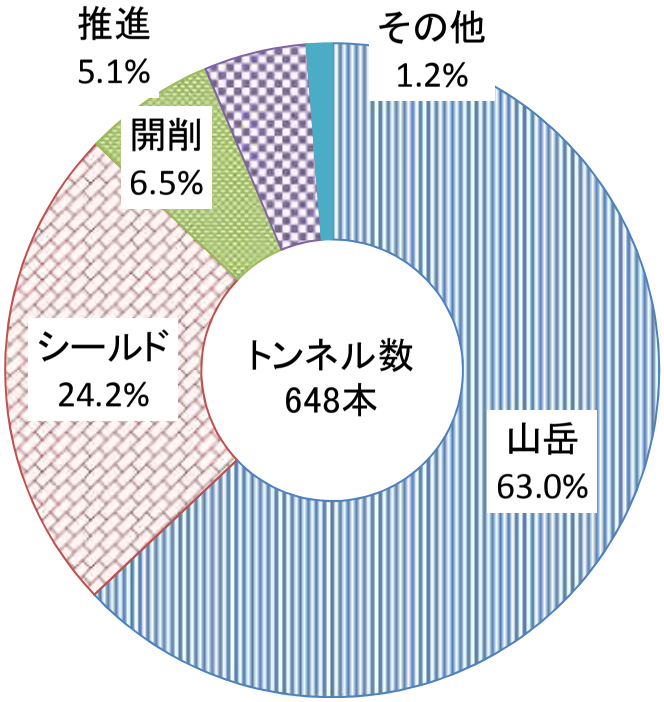


図-15　施工法別比較(トンネル数)

出所：一般社団法人日本トンネル技術協会「トンネル年報2016」

国内におけるトンネル工事の現況（平成27年12月現在）

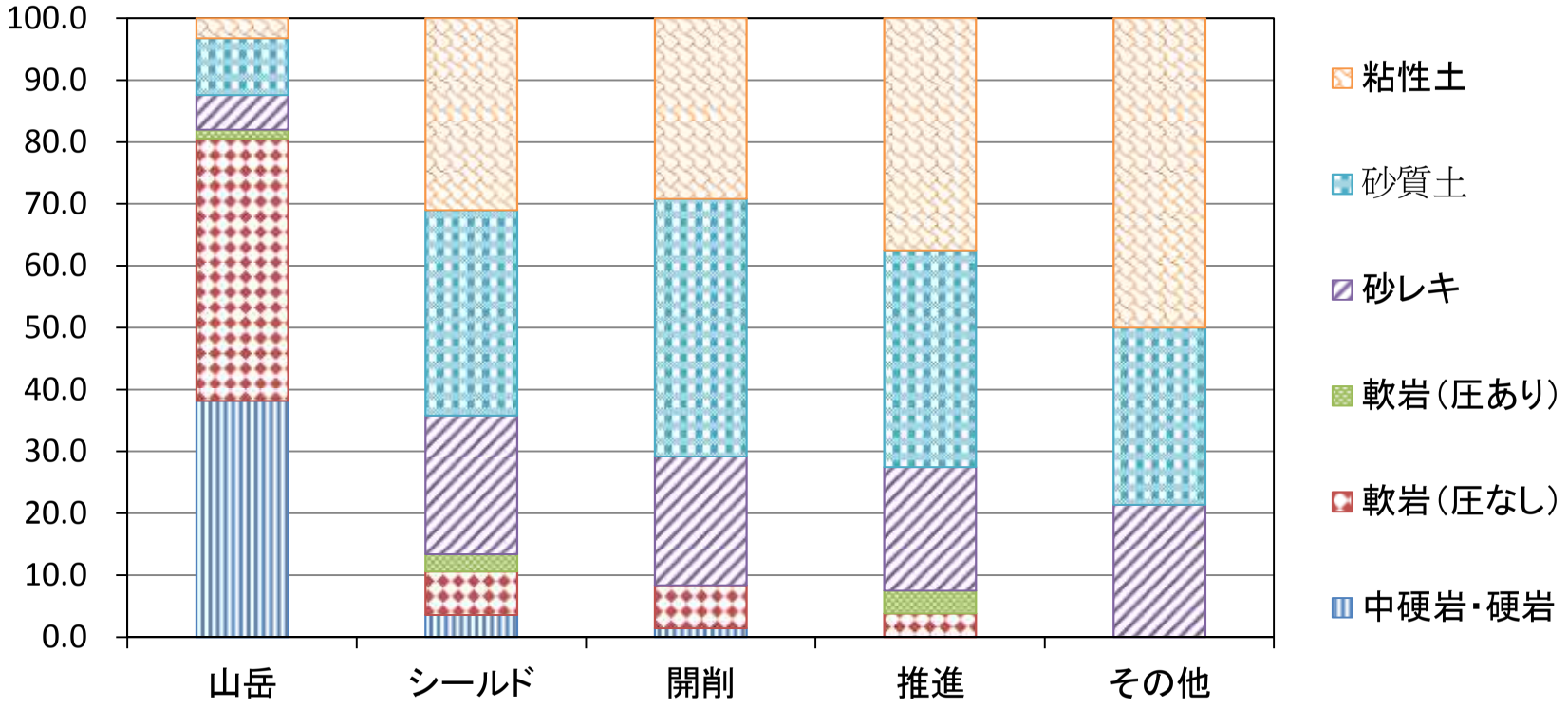


図-22　掘削工法と地質（複数回答）

出所：一般社団法人日本トンネル技術協会「トンネル年報2016」

国内におけるトンネル工事の現況（平成27年12月現在）

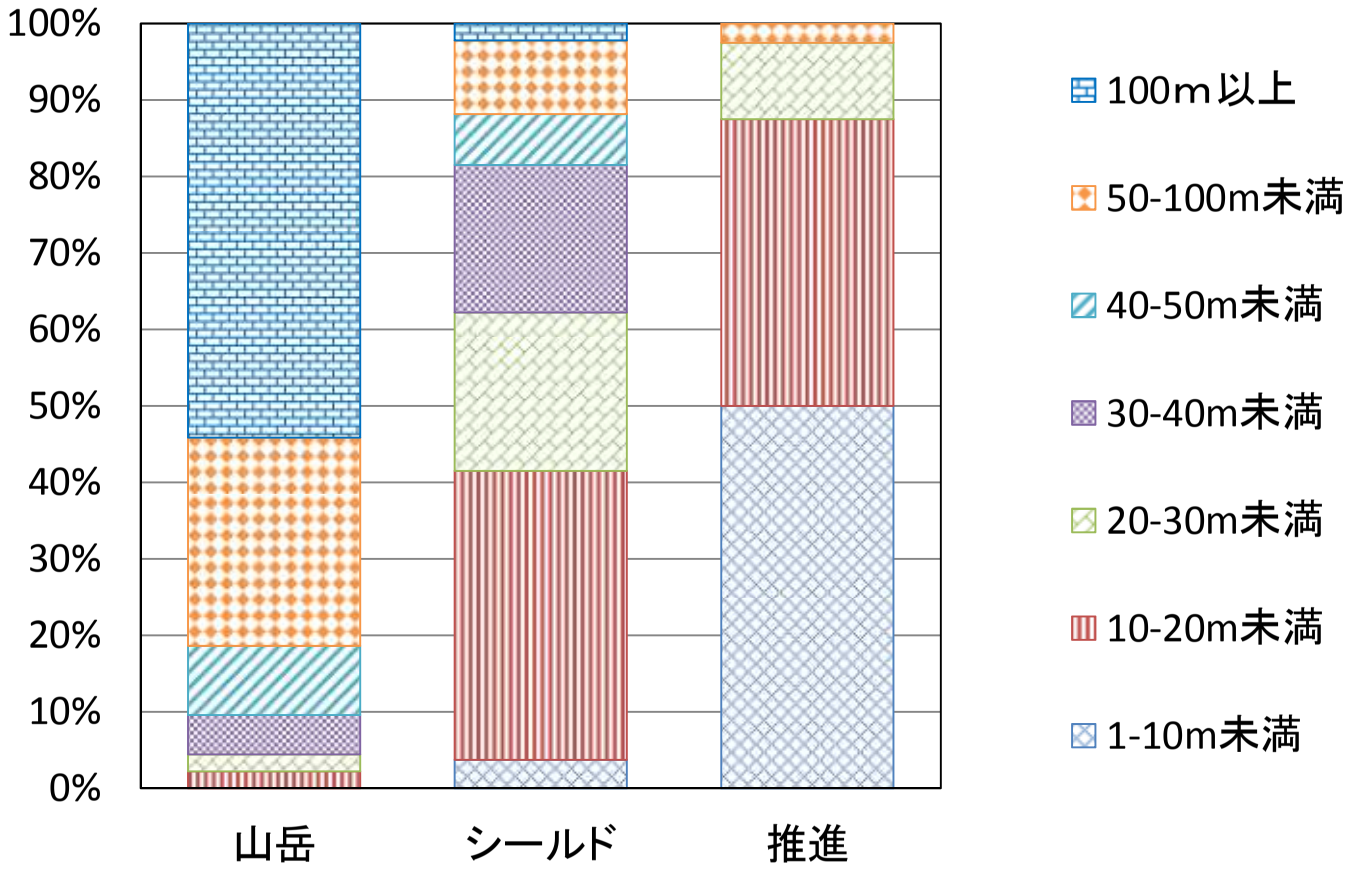


図-26　掘削工法と土被り（回答分の比率）

出所：一般社団法人日本トンネル技術協会「トンネル年報2016」

トンネル建設工事の安全に関する統計

厚生労働省
ひと、くらし、みらいのために

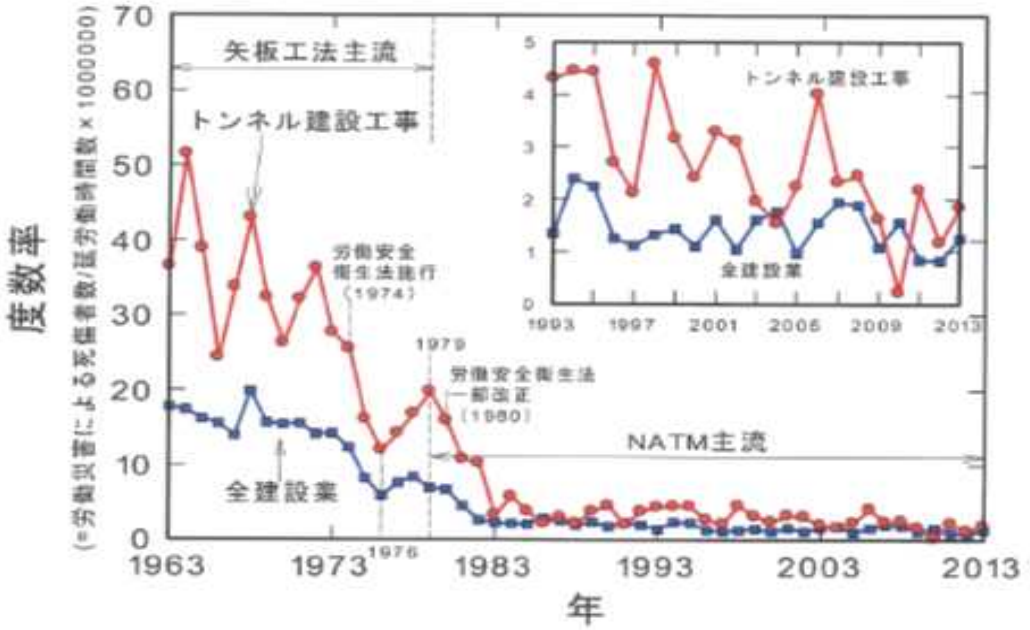


図２　全建設業およびトンネル建設工事における度数率の推移

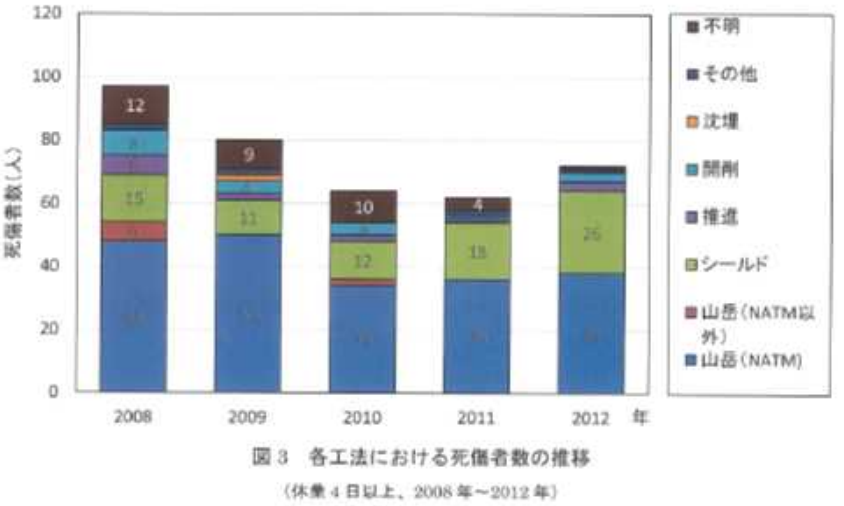


図３　各工法における死傷者数の推移

(休業４日以上、2008年～2012年)

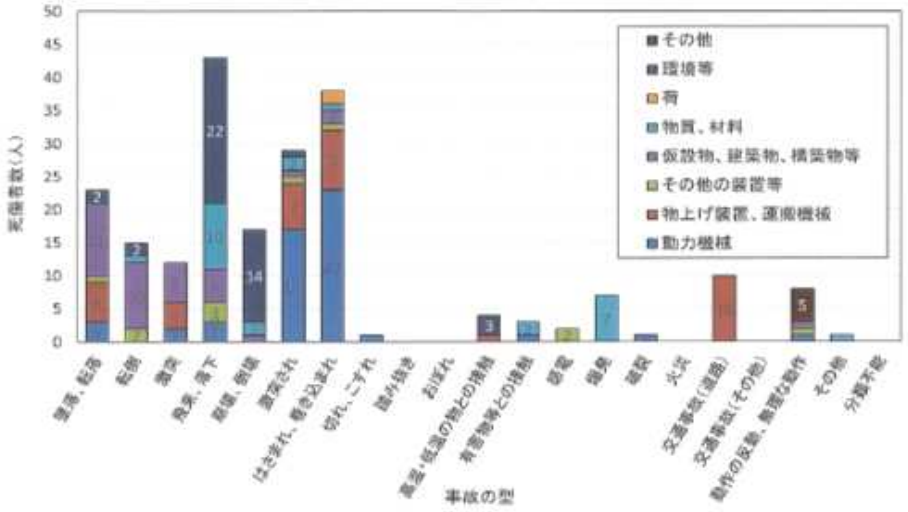


図６　山岳工法における事故の型と起因物の関係

(2008年～2012年、休業４日以上の死傷者数)

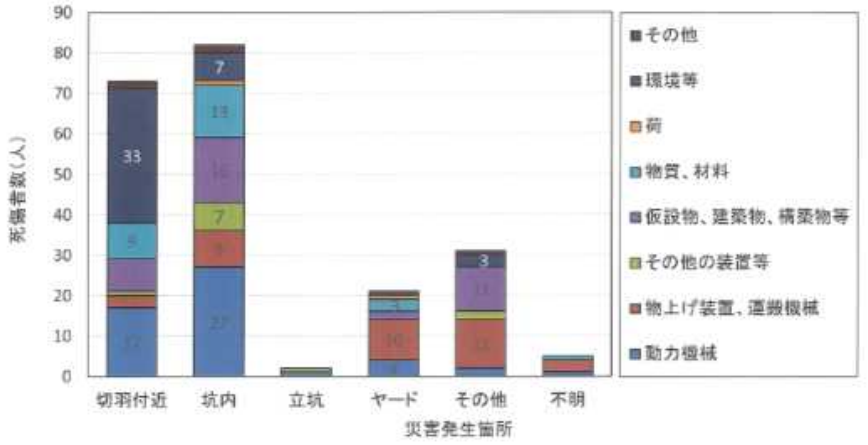


図５　山岳工法における災害発生箇所と起因物の関係

(2008年～2012年、休業４日以上の死傷者数)

出所：一般社団法人日本トンネル技術協会「ゼロ災害を目指せ　日本トンネル技術協会40周年記念安全運動」