

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)の検証のポイント

平成29年3月2日

平成28年度第2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

1. 建災防指針(別冊資料1-2-1)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、** (中略) 測定者に対する安全確保に十分な配慮が必要

➤ 切羽付近の定義は？

➤ 切羽から5m, 15m, 25m地点を単位作業場所相当(※)とすることの妥当性は？労働者が立ち入る場所か？

※屋内作業場で行う作業環境測定とは異なるため、単位作業場所と区別する目的で便宜的に定める。以下この資料において同じ。

➤ 山岳トンネル建設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(肌落ちガイドライン)との整合は？

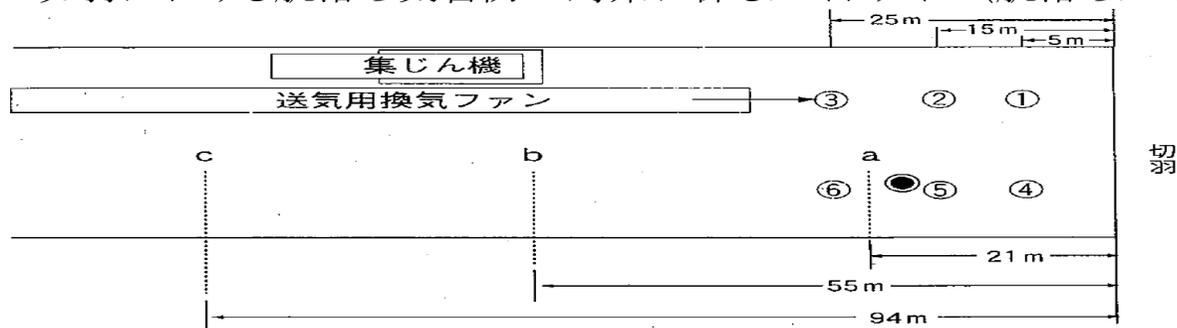


図 2-3 B3トンネル工事測定点等の概要

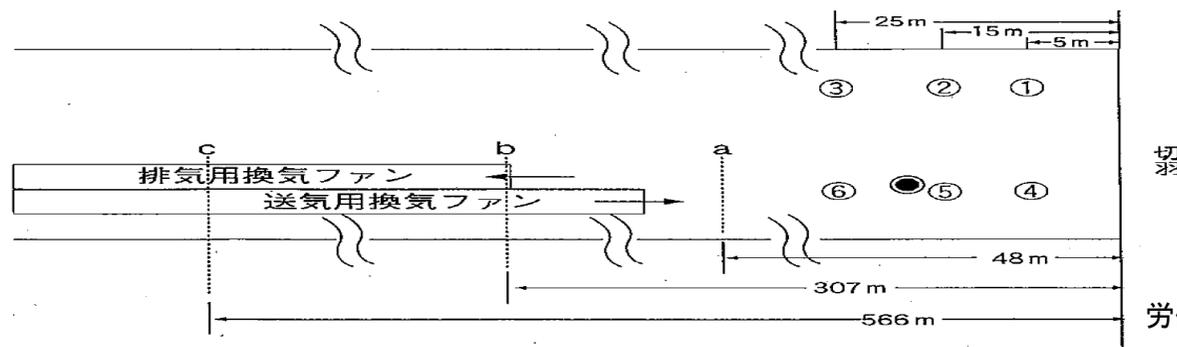


図 2-4 B4トンネル工事測定点等の概要

労働省委託調査報告書より抜粋

2. 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

- 6カ所の測定点で5回の繰り返し測定を行うことの必要性は？屋内作業場と異なるという観点以外に粉じん濃度測定におけるA測定との技術的な違いは？
- 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により、製造業などの一般の作業場とも異なる前提において、測定点等を減らしてもなお建災防指針と同様の確度・精度で粉じん濃度測定が可能か？
- 機械掘削、発破掘削の各工法に応じた測定手法は？

◎ 測定方法 (cpm)
下記手順により粉じん測定を行う。(図13参照)

手順	要点	備考
1. 測定場所を決める	(1) 測定高さは0.5～1.5mとする。	・測定の高さは本指針を参照すること。
2. ファンクションスイッチを1minの位置へ回す		
3. 計測スタートボタンを押込み、スタートする	(1) デジタル表示器のMEASの点燈とカウント状況を確認する	・カウントを開始してから1分間作動する
4. 測定値を读取する。	(1) デジタル表示は1分間で自動的に停止する	・バックカウント(B)又はダークカウント(D)を測定値から差引く。 ・様式3を用いる。
5. 所定の用紙に記録する		
6. 繰り返し測定する	(1) 計測スタートボタンを押込むとOFFとなり、再度押込むと新しくカウントを開始する。	・1箇所連続5回行う

(計算方法の例示)
下表の測定結果をもとに次に示す方法により算出する。

測定場所 番号	作業の 種別	日		測定 時間 (分)	測定 温度 (℃)	測定 湿度 (%)	換気量 (m³/min)	K 係数
		月	日					
3-(1)	作業	05	05	15:00~16:30	22	89	530	0.821

測定点	測定値					合計	平均値	標準偏差
	1回	2回	3回	4回	5回			
mt-01-0	130	126	119	118	125	817	163.4	2.59
mt-01-0	120	118	121	116	121	596	119.2	2.58
mt-01-0	121	128	129	128	135	691	138.2	2.52
mt-01-0	140	125	131	121	110	627	125.4	2.63
mt-01-0	115	140	118	109	117	599	119.8	2.52
mt-01-0	120	115	125	125	120	605	121.0	2.54

建災防指針(別冊資料1-2-1)より抜粋

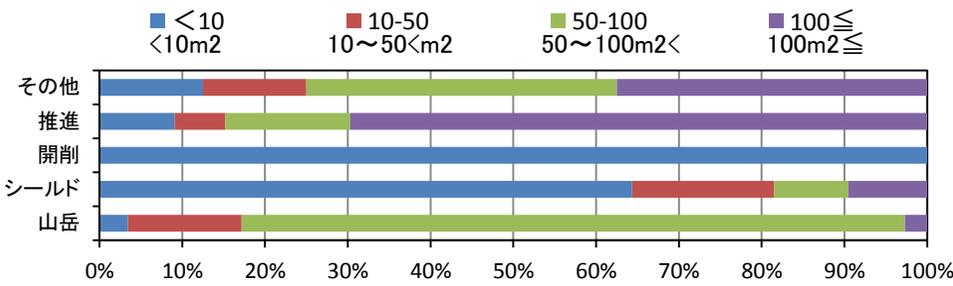


図-17 施工法と掘削断面積

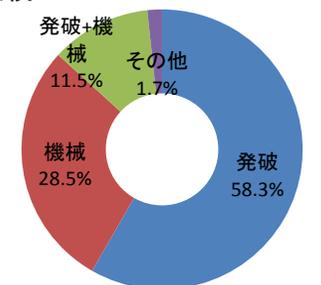


図-18 山岳工法の掘削工法の比率

■ 全断面 ■ 補助ベンチ付き全断面 ■ 上半先進ほか

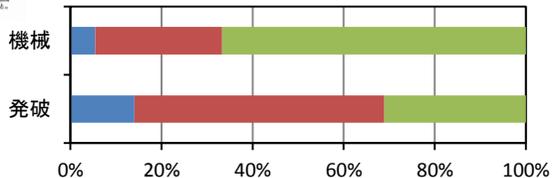
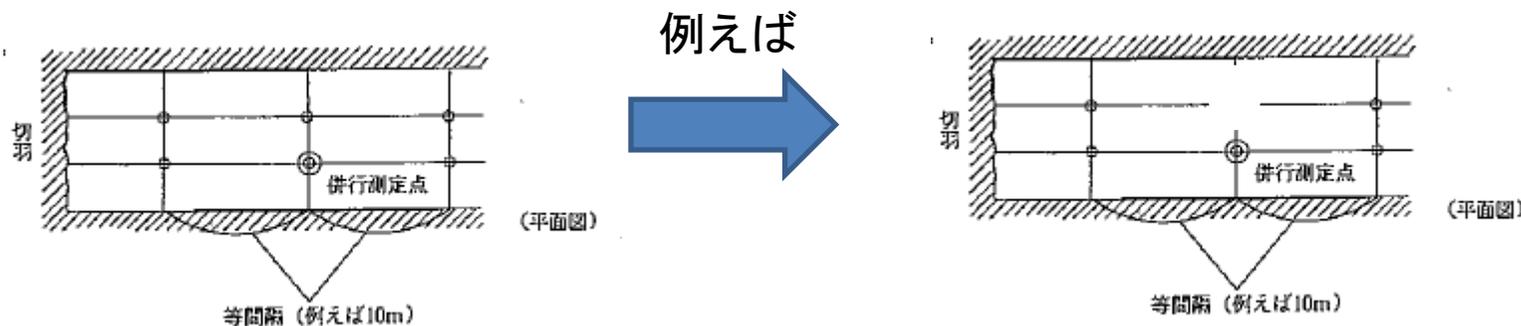


図-19 発破と機械の掘削方式と加背割

出所:トンネル年報2016より抜粋
(一般社団法人日本トンネル技術協会)

3. **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**

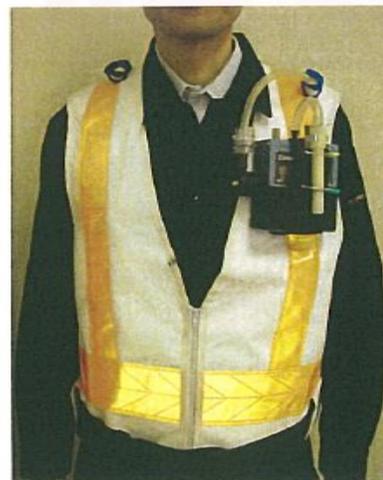
▶ 作業環境測定手法の場合に測定点を減らす／測定時間を減らす？



▶ 作業環境測定手法以外の場合は？



分粒装置と相対濃度計を組合せたサンプリング装置例



建災防指針による粉じん濃度測定はトンネル建設現場において継続しておこなわれており、現場の関係者における目標濃度として活用されている。しかし、ずり出し作業時など現在の指針では事実上測定不可能な場合もある。

1. 切羽付近の6地点(5回)測定の簡略化する。6地点の濃度のばらつきが少ないこと、測定者(特に外部委託の場合)の安全を考えると**測定の回数、地点数の再検討**が必要である。

- 簡略化した測定で十分に精度が保てるかについて、今後実際のトンネル建設工事現場において検証が必要。

2. 略

3. 切羽付近での粉じん濃度の自動連続測定を検討する。測定装置とコンピュータを接続することにより連続測定する方法は近年安価で容易になってきている。装置についてはさらに検討を要するが、**この測定では作業別の粉じん発生の解析、風管風量の調節、作業者への粉じん発生警報などじん肺の防止に即効的な利点**がある。

- 最新の機器において対応は可能かについて確認するために、今後実際のトンネル建設工事現場において検証が必要。

平成9年度に実施した現地測定結果から、建災防指針に基づく粉じん濃度測定の幾何平均値は0.6～19.0mg/m³であり、質量濃度変換係数(K値)は、現場で使用しているデジタル粉じん計としてP-5LとP-5Hの感度があるが、P-5Lの感度に換算してみると、0.03～0.05であり、また、遊離けい酸含有率は0.3～21.6%の範囲であった。(中略) **特にK値については一定の数値を採用することが可能であると考えられる。**

- 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により、製造業などの一般の作業場とも異なる前提において、K値を求めるために併行測定を行っているが、その併行測定点1点は、本来工程毎にK値が異なることが予想されるにもかかわらず、単位作業場所相当を代表するK値と言えるか、今後実際のトンネル建設工事現場において検証が必要。

【参考】併行測定点の決定に際しての注意事項(屋内作業場における測定)

発散源からの距離により粉じんの粒径分布が異なり、粒径分布はK値に影響を及ぼすことが考えられるので、単位作業場所の粉じんを代表できる位置で併行測定を行うことが大切であり、発散源から放出される際に粒子が持っている慣性の影響を直接受けるような発散源に近い場所や、主要な発生源からの粉じんが浮遊していないような発生源から離れすぎた場所で併行測定を行わない。

1. 略

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

- 建災防指針(別冊資料1-2-1)は測定の度に毎回K値を併行測定により求めるが、結果が即座に得られることに等に着目した場合、この方法のメリット(併行測定を行うことのメリット)は？
- 測定者の安全と当該測定者が行う測定の正確さの両立は可能か、今後実際のトンネル建設工事現場において検証が必要。
- デジタル粉じん計のみの使用について検討した場合、K値(質量濃度換算係数)は安定したK値といえるのか、今後実際のトンネル建設工事現場において検証が必要。

4. 略

5. 略

以下の調査方法における使用機器等について最新の機器に関する知見に照らして更新等は必要か（汎用性等について妥当か）？

◆ 調査方法

- 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
- 測定機器：
デジタル粉じん計P-5H2
多段型分粒装置（C-30型）付きのろ紙ホルダー
グラスファイバーろ紙（T60A20 φ25mm 東京ダイレック（株））
サンプリングポンプAirCon2（日本カノマックス（株））
- 測定条件
流量15.0ℓ/minで10～60分間のサンプリング
- 遊離けい酸含有率測定はあらかじめ金属基底標準板（亜鉛）のX線強度を測定済みのグラスファイバーろ紙を併行測定用のろ紙として使用し、サンプリング後、X線回折装置（XD-6000（株）島津製作所）を使用して基底標準吸収補正法により、粉じんのSiO₂を定量し、含有率を算出。

◆ 分析方法

- 多段分粒装置（C-30型）からグラスファイバーろ紙を取り出し、読み取り限度0.01mgの天秤（AEG-45SM（株）島津製作所）の天秤でそれぞれ秤量し、グラスファイバーろ紙上の粉じん質量を吸引空気量で除して粉じん質量濃度を算出した。
- 遊離けい酸含有率は、多段分粒装置（C-30型）からグラスファイバーろ紙を取り出し、読み取り限度0.01mgの天秤（AEG-45SM（株）島津製作所）の天秤でそれぞれ秤量し、グラスファイバーろ紙上の粉じん質量を求めた後、X線回折装置（XD-6000（株）島津製作所）でサンプリング後のろ紙と金属基底標準板（亜鉛）の強度、石英の強度を計測し、基底標準吸収補正法により石英の質量を算出し、グラスファイバーろ紙上の粉じん質量で除して遊離けい酸含有率を求めた。