

平成26年度トンネル建設工事における相対濃度計等を用いた粉じん濃度測定に係る実証試験報告書（平成26年9月30日 早稲田大学教授 名古屋俊士）のポイント（抜粋）

---

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

# 調査の目的(はじめにより抜粋)

- ◆ 切羽付近での作業に支障を来さず、かつ、粉じん濃度測定者(以下「測定者」という)の安全が担保されるという条件を満足した状況下で、切羽付近の作業環境下の粉じん濃度を正確に測定できるかどうかを確認
  - 安全と正確性の両立
- ◆ 科学的に十分な安定した標準的なデジタル粉じん計の質量濃度変換係数K値を求めることができるかの確認
  - 科学的に十分な安定した標準的なデジタル粉じん計の質量濃度変換係数K値を求め、デジタル粉じん計のみを用いた測定をめざしたもの

# 測定方法及びその内容

## ◆ 平成26年度実証試験報告書の概要

- 2カ所のトンネルで、切羽付近における掘削作業、積み込み又は積み卸し作業及びコンクリート等吹き付け作業時毎の測定を計画。
- 測定者の安全など各作業に分けて測定を行うことが困難な現場の状況から、掘削作業、積み込み又は積み卸し作業及びコンクリート等吹き付け作業を一連の作業としてまとめて測定を実施。
- 質量濃度変換係数K値を求める併行測定を実施。(切羽から20m地点。高さ70cm)
- 掘削作業、積み込み又は積み卸し作業及びコンクリート等吹き付け作業を行っている時、切羽から20m離れた測定点及び50m離れた測定点でも、デジタル粉じん計を用いて相対濃度を求めた。(積み込み又は積み卸し作業時は、頻繁に重機の運搬移動があり危険なため、安全に配慮して、今回は測定を実施せず。)
- 測定機器

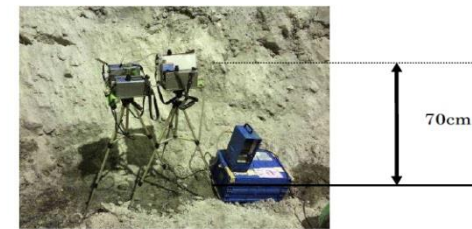


図 2.4 20m地点における併行測定の外観図

### 1) デジタル粉じん計

LD-3K2(切羽付近、併行測定、20m測定点)、 LD-5(併行測定、50m測定点)、  
 LD-5D(併行測定)、LD-6N(併行測定)

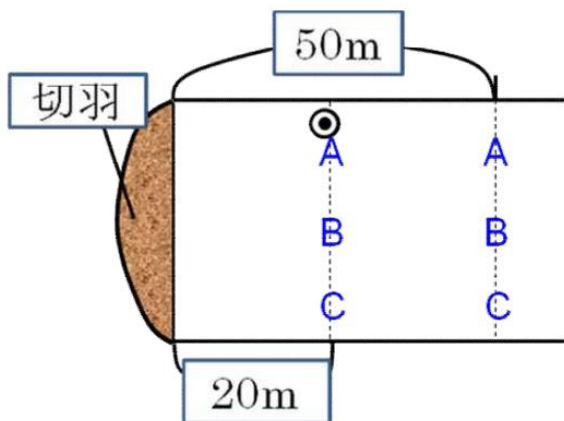
### 2) 質量濃度粉じん計

慣性衝突式ローボリュームサンプラーNW-354 型(併行測定)



## 1. 高速道路トンネル建設工事(三重県鈴鹿市)

### ➤ 20m地点における各デジタル粉じん計の質量濃度変換係数K値



A~C: 移動測定  
~各点測定時間を統一~  
K値が規定されている  
相対濃度計を使用  
◎: 併行測定点

K値(掘削、積み込み、積み卸し、吹き付けの一連の作業で求めたもの)

LD-3K2	0.0069 (mg/m <sup>3</sup> /cpm)
LD-5	0.0063 (mg/m <sup>3</sup> /cpm)
LD-5D	0.028 (mg/m <sup>3</sup> /cpm)
LD-6N	0.0032 (mg/m <sup>3</sup> /cpm)

図 3.2 測定点概略図

### ➤ K値について

- K値は、粒径依存性があり、一般的に粒径が大きくなるとK値は大きくなる傾向にある。
- 切羽に近い20m地点の粉じんの粒径は、50m地点での粉じんの粒径に比べて大きい事から、20m地点のK値は、50m地点でのK値に比べて大きくなる。
- 20m地点の粉じん粒径は、掘削作業、積み込み又は積み卸し作業及び吹き付け作業ごとに時々刻々粉じん濃度と伴に変化をすること、併せて風管からの吹き出し気流の影響などを受けて粉じん濃度が不均一になる等が考えられることから、併行測定点の位置によっても変化する可能性がある。

## ➤ 20m及び50mの測定点における各作業別粉じん濃度測定結果

※1 20m 測定点では、LD-3K2 を、50m 測定点では、LD-5を用いて測定。

※2 20m 測定点におけるK 値は、今回併行測定で求めた0.00696 (mg/m<sup>3</sup>/cpm)、50m 測定点におけるK 値は、ガイドライン(平成20年2月改正)で規定している値である0.002 (mg/m<sup>3</sup>/cpm)を用いて質量濃度を算出。

- 掘削作業時も吹き付け作業時も相対濃度は、20m地点よりも50m地点の方が高い値を示す時間帯もあったが、質量濃度では、20m地点での全ての値が50m地点よりも高い値を示した。これは、20m地点のK 値が、50mのK 値より大きかったため。
- 50m地点よりも20m地点の方が粉じん濃度の平均値が大きい値を示したが、個々の相対濃度を比べた場合、必ずしも20m 地点の方が粉じん濃度が高いわけではない。これは、作業内容及び吹き出し風管の位置等により、20m 地点と50m 地点の相対濃度の差は異なるが、K 値により結果として20m地点での粉じん濃度は高くなる。
- K 値は、併行測定点の位置によっても変化する可能性があり、今回、併行測定点は、切羽に向かって右側の壁際に設置したが、仮に、その時同時に左側の壁際に設置したとしたら、今回のK 値と違ったK 値が求まる可能性がある。

# 測定結果について

## 2. 高速道路トンネル建設工事(大阪府茨木市)

### ➤ 20m地点における各デジタル粉じん計の質量濃度変換係数K値

K値(掘削、積み込み、積み卸し、吹き付けの一連の作業で求めたもの)

LD-3K2	0.0027 (mg/m <sup>3</sup> /cpm)
LD-5	0.0032 (mg/m <sup>3</sup> /cpm)
LD-5D	0.033 (mg/m <sup>3</sup> /cpm)
LD-6N	0.0037 (mg/m <sup>3</sup> /cpm)

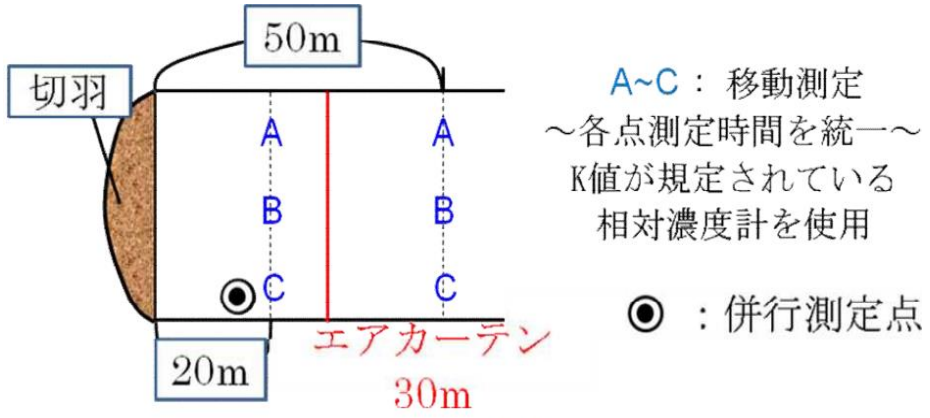


図 3.7 測定点概略図

### 【参考】

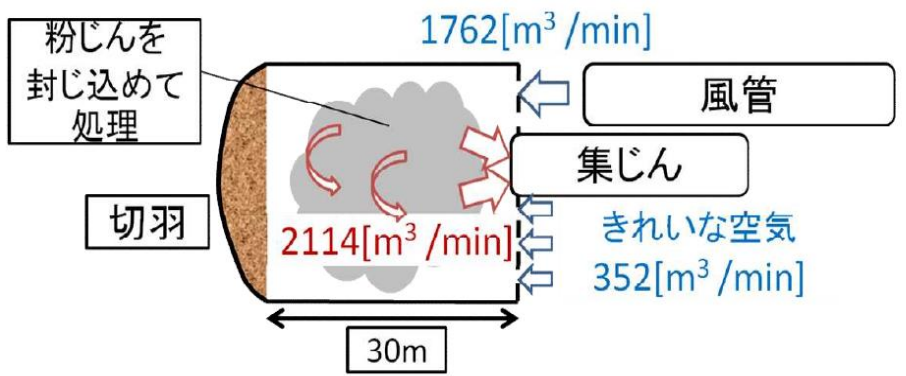


図 3.6 エアカーテン方式の概要



図 3.8 デジタル粉じん計の測定終了後の状況図

## ➤ 20m及び50mの測定点における各作業別粉じん濃度測定結果

※1 20m 測定点では、LD-3K2 を、50m 測定点では、LD-5を用いて測定。

※2 20m 測定点におけるK 値は、今回併行測定で求めた0.0027(mg/m<sup>3</sup>/cpm)、50m 測定点におけるK 値は、ガイドライン(平成20 年2月改正)で規定している値である0.002(mg/m<sup>3</sup>/cpm)を用いて質量濃度を算出。

- 切羽より30m地点にエアカーテンが出来ることから、エアカーテンの内部にある20m地点の粉じん濃度は、切羽における作業状況に直接影響を受ける。
- 一方、50m地点の粉じん濃度は、エアカーテンの外側にあることから、エアカーテンにより切羽からの粉じん飛散影響を直接受けない。
- そのために20m地点と50m地点では、著しく粉じん濃度が異なる。
- 各作業別の全ての測定点において、30m地点のエアカーテンより切羽に近い20m 地点の方が、50m地点より粉じん濃度の値が大きい値を示した。

# 科学的に十分な安定した標準的なK 値について

## ◆ 質量濃度変換係数K値について

- 今回測定を行った第2現場のK 値は、掘削作業、積み込み又は積み卸し作業及び吹き付け作業時の一連の作業で求めた値。
- 第1現場と第2現場のそれぞれの測定地点で求めたK 値を比較すると、第1現場の方が高い値を示しており、このことから、**同一の測定地点であっても、現場の状況によってバラツキがある。**
- 本来、第1現場(三重県鈴鹿市)の送気・排気方式に比べて、第2現場(大阪府茨木市)のような切羽付近の作業時に発生した粉じんを封じ込める送気式とエアカーテン方式の組み合わせた換気方式の方が20m地点の粉じん濃度は高くなる傾向にあるが、今回はそうして傾向とは違った結果になった。これは、隧道岩盤の岩質や含水率、切羽での掘削方式、換気方式など現場の作業状況が、複雑にからみあって粉じんが発生するので、同様な作業を行っているような現場であっても**発生粉じん量やK 値が著しく異なることがあるため。**
- そのため、20m地点で併行測定を行い、科学的に十分な安定したK 値を求めることは難しい。さらに、**今後多くの現場で20m地点で併行測定を行ったとしても、ガイドライン(平成20年2月改正)で規定しているような、どのトンネル現場においても使用できるような科学的に十分な安定した標準的なK 値を求めることは困難**と考える。



# まとめ

- ◆ 切羽における掘削作業、積み込み又は積み卸し作業及びコンクリート吹き付け作業時の測定は、今回の2現場においては、切羽から20m地点(切羽付近)での、デジタル粉じん計による相対濃度測定については一定の結果を示すことができた。
- ◆ 一方、切羽より20m離れた地点に併行測定点を設けて質量濃度変換係数K値を求めたものの、**測定場所等に依存してバラツキが大きい**ため、**科学的に十分な安定した標準的なK値を求めることは困難**であった。
- ◆ したがって、今回は、20m地点でデジタル粉じん計による相対濃度を求めることは出来たが、**K値については、20m地点では、作業に伴う粉じん濃度及び粉じん粒径の変動、風管の位置及び風管からの吹き出し気流の風速などの影響を受けてトンネル断面の粉じん濃度が不均一になる等の影響を大きく受けやすく、同様な作業を行っているような現場であっても発生粉じん量が著しく異なること**から、ガイドライン(平成20年2月改正)で規定している様などの様なトンネルでも使用できる科学的に十分な安定した標準的なK値を20m地点で求める事は現状では困難と考える。