

VI-114 トンネル坑内における粉じん等の環境測定について

西松建設機技術研究所○正会員 稲葉 力

西松建設機技術研究所 正会員 石山宏二

1. はじめに

山岳トンネル坑内における浮遊粉じんの測定を始めてから5年ほど経過し、データの蓄積量も40件程になったので、全データを整理し考察を加えた。浮遊粉じんの質量濃度とK値の関係、ずり出し作業と吹き付け作業におけるK値の差、遊離けい酸の測定値についての考察を述べた。

また、某トンネルで NO_x 、 CO 、 O_2 の濃度測定を行ったので、その結果について報告した。

2. 浮遊粉じんについて

ここでは詳細な測定方法については触れない。測定に用いた計器を以下に示す。

①光散乱式デジタル粉じん計 KANOMAX MODEL 3411

②ローボリューム・エアサンプラー KANOMAX MODEL 3321

③電子天秤 サトルス 200MP6（最少目盛 0.01mg）

MODEL 3411は0点の調整が可能である。MODEL 3321の旧型では、真空計が付いていたが新型では付いていない。データとしては、両方のものが入っているが、補正していないので影響ないと考えられる。補正しないのは、ダミーフィルターを含めて2枚のフィルターを用いても、ほとんど真空計の値が変化しないからである。フィルターはグラスファイバー製のものである。その他、注意事項として、

①ローボリュームサンプラーにはフィルターを2枚重ねて用い、1枚は補正用に用いている。

②測定は原則として吹き付け作業とずり出し作業のみ。

③測定場所は、吹き付け作業では吹き付け箇所から10～30m程度離れた場所で測定、ずり出しは切羽から30m程離れた場所で行う。

④測定時間は、吹き付け作業では30～60分、ずり出し作業で60分前後である。

⑤吹き付けはほとんどが乾式であり、急結材は粉末がやはり、ほとんどであった。

以下、測定結果を示す。

図-1は吹き付け作業・ずり出し作業・削孔穿孔作業における、質量濃度と相対濃度の関係、図-2は3種の作業における質量濃度とK値の関係を示す。図-3、図-4はそれぞれ、図-2から吹き付け作業とずり出し作業のデータを抜き出した図である。表-1には各種作業における質量濃度と相対濃度、質量濃度とK値の相関および回帰式を求めた。図-1を見ると、低濃度では質量濃度と相対濃度の相関が強いが高濃度では弱いことがわかる。図-2、3から吹き付け作業では

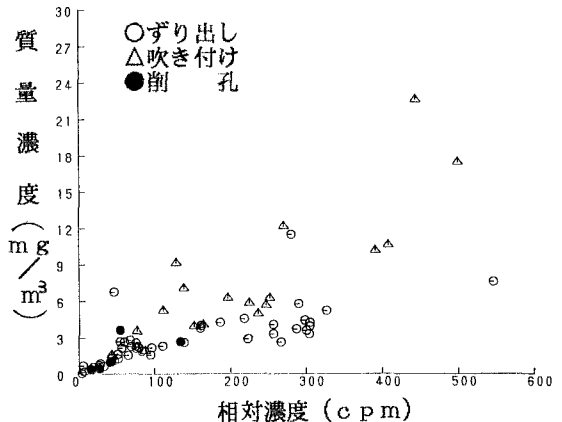


図-1 相対濃度～質量濃度の関係

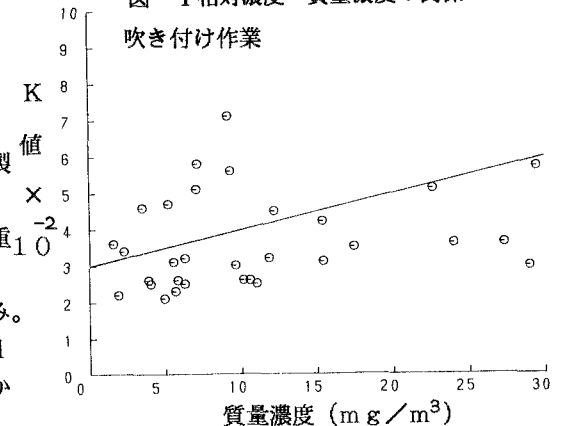


図-2 質量濃度～K値の関係（吹き付け作業）

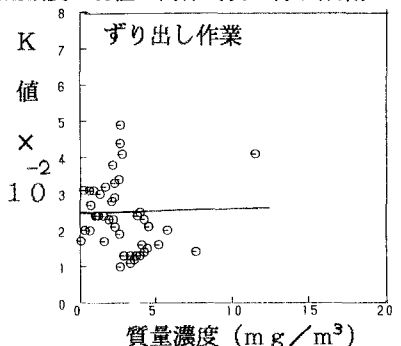


図-3 質量濃度～K値の関係（ずり出し作業）

K値が0.03程度で比較的ばらつきが少ないが、ずり出し作業では平均値を求めると0.026付近と吹き付け作業に近い値になるが、ばらつきが相当大きいのがわかる。

表-1の結果から、吹き付け作業・ずり出し作業においてはK値は0.026~0.03としてよいと考えられる。削孔・穿孔作業ではデータ数が少ないが、0.016程度と考えて差し支えないと考えられる。

3. 遊離けい酸について

遊離けい酸の測定方法は、X線回折による方法とりん酸法（重量法）とがあり、さらにフィルターで捕集した試料を用いる方法と堆積粉じん（あるいは岩石試料）を用いる方法がある。現場で測定して、分析を外注し、ミル・リウムやハイ・リウムではなくロー・リウムを用いることを前提として考えると、岩石試料を用いてりん酸法で分析するのが適切だと考えられる。表-1に示すデータはすべてその方法で求めたものである。なお、堆積粉じんと浮遊粉じんの遊離けい酸には差がないようである¹⁾。堆積粉じんではなく岩石試料を用いる理由はNATMを採用するケースが多く、吹き付けの際のセメント粒子が飛散して岩石に付着するためである。

4. NO_x、CO、O₂の測定について

トンネルの施工で環境上、最も問題なのが下半掘削、二次覆工が上半掘削を追いかける時期であり、上半・下半の境の空気が汚れ易い。参考までに図-4に上半・下半の作業が錯綜するときにセントル周辺でNO_x、CO、O₂を測定した例を示す。使用機器は次のとおりである。

①NO_x———NO_x分析計（島津製作所NOA-305）

②CO、O₂——有毒ガス検知器（理研計器社製GX-110A）

結果を簡単に述べると、CO、NO_xとも作業を始めると急激に増加し、やがて一定値に達する。この際のNO_xは諸外国の規制値である5ppmを上回った。これに対してCOは増加するが規制値である20~50ppmに比べると小さかった。O₂濃度に変化はなかった。

参考文献】1）加賀田元、小島純、名古屋俊士、岩崎孝：「石炭坑内における浮遊粉じんと堆積粉じん中の遊離けい酸の比較に関する研究」研究・業績発表講演会講演要旨集（社）資源・素材学会 1990年春季大会 pp173-174 2）稲葉 力他：「北陸自動車道能生トンネル出張所におけるトンネル坑内環境測定報告書」西松建設機技術 研究部 昭和62年2月

表-1 相関係数と回帰式

作業と回帰式の種類	回 帰 式	相 関 係 数
掘削・ずり出し作業 質量濃度～相対濃度 K値 ～質量濃度	データ数52 $0.012X + 1.112$ $0.001X + 0.026$	0.719 0.056
吹き付け作業 質量濃度～相対濃度 K値 ～質量濃度	データ数32 $0.044X - 1.469$ $0.01X + 0.030$	0.798 0.575
吹き付け・ずり出し作業 K値 ～質量濃度	データ数84 $0.001X + 0.026$	0.352
削孔・穿孔作業 質量濃度～相対濃度 K値 ～質量濃度	データ数6 $0.017X + 0.905$ $0.010X + 0.016$	0.581 0.659

表-2 遊離けい酸含有量

岩 種	遊 離 け い 酸 (%)
泥 岩	3.8 26.3 22.0
頁 岩	26.0
粘 板 岩	51.3
粘板岩砂岩互層	3.8
砂岩頁岩互層	34.9
中硬砂岩	43.1
黒色片岩	44.3
花崗閃緑岩	26.7
閃緑ひん岩・粗粒黒雲花崗岩	48.2
粒黒片岩・輝緑凝灰岩	30.9
輝緑凝灰岩	16.8
流紋岩質凝灰岩	24.2
凝灰岩質	8.1
凝灰岩（風化赤）	1.3
凝灰岩（風化黒）	1.6

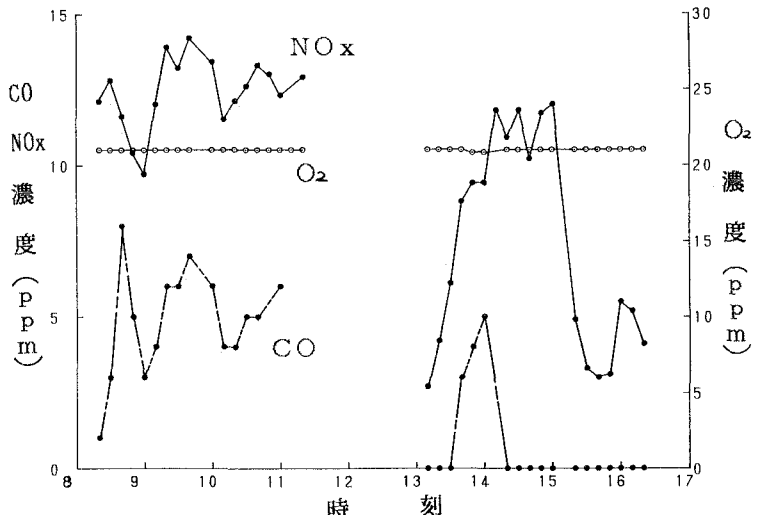


図-4 CO、O₂、NO_x濃度と作業時間の関係