

伸縮風管システム（排気方式）によるトンネル機械掘削時の粉じん低減技術

独立行政法人土木研究所 正会員 ○ 宇田川義夫, 小橋秀俊
 菅機械工業株式会社 飯島茂明
 鹿島建設株式会社 佐藤政昭, 和田広治

1. はじめに

トンネル工事に伴って発生する粉じんは、じん肺症等の原因と考えられている。特に機械掘削時には多量の粉じんが発生する場合がある。独立行政法人土木研究所では、平成18年度から平成20年度まで3ヶ年にわたって、「山岳トンネルにおける機械掘削時の粉じん低減に関する研究」について、財団法人先端建設技術センターおよび民間会社8社と共同研究を行った。本論は、機械掘削時の粉じん低減技術の開発を目的とした、土木研究所内の建設工事環境改善実験施設（延長100m、断面積80m²）を利用した実物大トンネル模擬実験を行い、得られた実験結果から、粉じん低減技術のひとつである、伸縮風管システム（排気方式）による粉じん低減効果について検証を行ったものである。

2. 伸縮風管システム（排気方式）の概要

本システムは、切羽で発生した粉じんをトンネル切羽後方に拡散させずに、切羽近傍で吸引・捕集する換気システムである。システムの主要設備は、坑内に設置する伸縮風管（伸縮比3:1）、主送風機、坑外に設置する湿式除塵機からなる捕集排気設備、ならびに伸縮風管吸込口（ベルマウス）へと切羽近傍の高濃度粉じんを誘導する局所送風機ファンで構成される。主送風機に装備した伸縮風管の先端を切羽からL_a、局所送風機SFファン（ジェットファン）を設置する（L_a < L_b）。また、Q_d < 0.7 × Q_aとなるように局所送風機を選定する。

坑内へ流入する換気空気は徐々に汚染され、低濃度の汚染空気となるが、局所送風機（SFファン）で切羽にぶつける事で、切羽付近の高濃度の汚染空気を伸縮風管先端のベルマウスへ誘導する。伸縮風管に吸込まれた汚染空気は、主送風機によりナイロン風管で坑外まで排気する。坑外に排気すると同時に、フレッシュエアが坑内へ入り、局所ファンで切羽へ送気し、掘削機械粉じんを伸縮風管ベルマウスへと導いた。

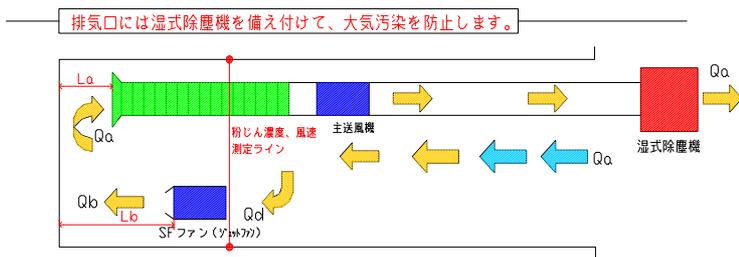


図1 伸縮風管システム（排気方式）概要図



図2 実験状況

3. 実験の概要

実験は平成19年6月に行なった。機械掘削の試験体は、中硬岩を模擬したコンクリート（一軸圧縮強度30MPa）を使用した。掘削機械は、ブームヘッダRH-8Jを使用した。実験は、模擬岩盤を切削し、発生した粉じんを粉じん測定機器により計測した。粉じん測定機器は、切羽から10m、35m、50mの各地点に、デジタル粉

キーワード トンネル, 機械掘削, 粉じん, 伸縮風管

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6 (独) 土木研究所技術推進本部施工技術チーム TEL029-879-6759

じん計 (LD-3K・LD-5D) , ローボリウムエアサンプラー (分粒装置 C-30+吸引ポンプ LV-40BR) , アンダーセンサンプラー (AN-200) を配置し粉じん計測を行なった。

実験は、粉じん低減効果を検証するために、伸縮風管システムを適用した実験に先立って、無対策としての基礎実験を最初に行い、無対策時の粉じん濃度を測定した。実験は全部で 6 ケース (ドラム散水有無 2 ケース×伸縮風管吸込口位置、切羽より 5m,12m,21mの 3 ケース) で行った。ドラム散水とは、ブームヘッドのドラム先端部の切削ビット周辺に配置された散水ノズル (6 孔) からの切削ビット磨耗防止のための散水のことである。

伸縮風管システムは、伸縮風管+排気ファン+排気用風管+集じん機+局所ファンを使用した。集じん機へ径 1,500mm×30mのジャバラ式伸縮風管と径 1,500mm×20mのスパイラル風管を設置して、集じん機で除じん後、排気風管で坑外へ排気した。局所ファンとして、SFファン (ジェットファン) 5.5kw×300m³ を風管無しで使用した。伸縮風管の吸込口位置、5mと 12m時には、切羽後方 21mより吹き付けた。切羽先端風速が 2~6m/s あった。伸縮風管の吸込口位置、21m時は、局所ファンを切羽上部へ向けて切羽 26m後方に設置した。

4. 伸縮風管システム (排気方式) の粉じん低減効果

(1) 粉じん低減効果係数

伸縮風管システムの粉じん低減効果は、無対策時 (基礎実験結果) との対比により、次式の低減効果係数 β により示す。

$$\beta = [\text{伸縮風管システムによる粉じん濃度 (mg/m}^3\text{)}] \div [\text{無対策時 (基礎実験) の粉じん濃度 (mg/m}^3\text{)}]$$

ここで、粉じん測定地点 10m, 35m, 50m の区別を付けるときには、 β_{10} , β_{35} , β_{50} のように表記し、粉じん測定地点の、左、右、中央の区別をつける場合には、 β_{10L} , β_{10R} , β_{50C} のように表記する。 β は小数点以下 2 桁で表記する (例: $\beta_{50C}=0.26$) 。

(2) 粉じん低減効果

- 1) ドラム散水無しの実験ケースでは、10m左側は無対策時に比べて粉じん濃度が多くなっている ($\beta_{10L}=2.63 \sim 21.25$, 平均値 10.47) が、10m右側は $\beta_{10R}=0.58 \sim 0.86$, 平均値 0.74 となり、およそ 25%の粉じんを低減している。35m, 50m地点は $\beta_{30C}=0.00 \sim 0.01$, $\beta_{50C}=0.00 \sim 0.01$ とほぼ 100%の粉じんを低減している。10m左側の粉じん濃度が多いのは、局所ファンによって粉じんが左側に押しやられた結果であると考えられる。
- 2) ドラム散水 6 孔の実験ケースでは、10m左側は $\beta_{10L}=0.41 \sim 0.84$, 平均値 0.55 となり、およそ 45%の粉じんを低減している。10m右側では $\beta_{10R}=0.06 \sim 0.32$, 平均値 0.23 となり、およそ 77%の粉じんを低減している。また、伸縮風管位置が切羽に近づくにつれて 10m右側の粉じん濃度は低くなっている。35m, 50m地点では $\beta_{30C}=0.00 \sim 0.01$, $\beta_{50C}=0.00$ とほぼ 100%の粉じんを低減している。ドラム散水 6 孔 (31 L/min) は、非常に効果が有り、特に 6 回目の伸縮風管位置 5m時では、切羽視界も良かった。
- 3) 当初、伸縮風管による吸込み風量として、実験ケースよりも大きな 900m³/min, 1,200m³/min, 1,500m³/min の 3 段階を計画していたが、880m³/min でよい結果が出ており、ドラム散水と伸縮風管システムによる高濃度粉じんの捕集、粉じん低減効果の有効性が認められた。

5. まとめ

今回の実験により、伸縮風管システム (排気方式) によって大きな粉じん低減効果が得られることが実証された。実験では、送気方式の伸縮風管システムも粉じん低減効果を発揮したが、別の発表で公表したい。最後に、実験に協力して頂いた、他の共同研究メンバーである、(財) 先端建設技術センター、カヤバシステムマシナリー(株)、清水建設(株)、西松建設(株)、日鉄鉱業(株)、(株)フジタ、(株)三井三池製作所の関係各位に謝意を表します。