

シールド工事における発進基地 P.P 換気システムの効果について

戸田建設（株） ○正会員 梅原 勉 弘瀬 雄太

1. はじめに

横須賀市上下水道局では、老朽化した施設への対応や、人口減少や節水機器の普及等により施設を統廃合するための再構築を行うことを目的として、下水道再構築事業（事業期間；2011 年～2021 年）を行っている。

本工事は、前述事業の一環の重要工事として、上町浄化センターと下町浄化センター間を結ぶ約 2.2 km のバイパス管セグメント外径 2,750 mm を、土圧式シールド工法(泥土圧)にて掘削し、築造するものである。

内径 2,494～2,544 mm の鋼製セグメント（0.3m～1.0m/リング）を埋設する計画であるが、セグメント間の継手は計 2464 箇所にあふ。当該継手間には、止水性を確保するために水膨張シール材を貼り付けるが、その際に有機溶剤を主成分（トルエン）とした接着材を使用する。

本文では、大気中で拡散しにくい有機溶剤蒸気を、効率的かつ効果的に屋外に排気するための換気システムについて、計測データを用いて分析・検証した内容について報告する。

2. 課題

一般にセグメントに使用される水膨張シール材は水膨張樹脂とクロロプレンゴムを主材とした合成ゴムである。接着剤にはトルエンを主成分としたクロロプレンゴム系溶剤形接着剤が使用される。

写真-2 のように作業員は防音ハウスで囲まれた発進基地内で長期間に渡り繰り返しの作業となる。換気が不十分な場合には、人体への甚大な影響（麻酔作用や幻覚、頭痛、脳波の異常、視力障害など）が懸念されるため、作業箇所の適切な換気方法が課題となった。

3. 従来の防音ハウス内の換気

従来、防音ハウスの換気は全体換気として換気回数で計画されてきた。防音ハウス内空間に供給される空気は、外気が単位時間に入れ換わる回数で回/h で示される。従来の防音ハウスの換気回数は 3～5 回/h で計画されている例が多い。屋内の必要換気回数には業務別換気回数の目安（衛生試験所指針）がある。掘削土搬出、資機材搬出入業務では 10 回/h 以上、有害ガス発生業務では 30 回/h 以上となる（表-1 参照）。

よって、閉塞された空間の防音ハウス内で、人体に甚大な影響を及ぼす可能性のある有機溶剤を使用する本ケースでは、従来の全体換気の換気回数では不十分であった。



図-1 工事位置図



写真-1 防音ハウス全景



写真-2 セグメントシール貼り状況

表-1 標準的な換気回数

一般工場（作業別）	換気回数(回/h)
木工所	12～20
機械工場	7～10
一般工場	6～12
繊維工場・紡績工場	6～12
自動車修理工場	8～12
有毒ガス発生工場	30以上
ヒュームを発生する工場	12～60
屋内駐車場（参考・駐車場法）	10以上
事務室（参考）	6

キーワード シールド，プッシュプル，換気，防音ハウス

連絡先 〒103-0023 東京都中央区日本橋本町 2-7-1 TEL 03-3535-1585 FAX 03-3663-3325

戸田建設株式会社 首都圏土木支店

4. 課題に対する対策

シーリング作業はセグメント仮置き位置ごとに移動する。このため、密閉設備、局所排気は困難である。対処可能な装置はプッシュプル換気となる（図-2参照）。プッシュプル換気システムは、プッシュファンとプルファンで構成される。発散蒸気を捕捉気流としてプッシュファンのプッシュ気流でつつみ、プルファンまで運び排気するものである。当現場では、図-3のようにセグメントを固定プッシュプル気流空間（プッシュプル距離≒11m）に3リング分+2段重ね（計6リング分）で配置し、シーリング業務ができるよう計画した。換気構成として、プッシュファン1台対して6台のプルファンを配置した。また、給気ダクトは屋根面に配置した。

5. 効果

効果を確認するため気流速度、蒸気濃度（トルエン）の測定を行った。

①気流速度

a)セグメント配置なし

条件：プッシュファン回転数—43rpm

気流は、0.8～0.3m/s の範囲に入っている。（図-4参照）

b)セグメント配置あり

条件：プッシュファン回転数—25rpm

プッシュ気流はセグメントを包み込むように流れるため、気流の流れる空間はセグメント間、セグメント上部となる。このため損失はあるものの、空間断面積は減るため風速は大きくなる。セグメント配置に合わせセグメント間（気流方向）の風速が0.5m/s 以下になるようにプッシュファン回転数を設定した。セグメント間の方向別の気流範囲を以下に示す。（図-5参照）

気流方向—0.7～0.3m/s 流横断方向—0.3～0.1m/s

上記の結果から、気流は一様流にはならないが、発散蒸気は拡散しないでプルファンに補足されている。気流横断方向では渦や停滞部をもった流れとなっていると考えられる。

②蒸気濃度

写真-3は蒸気濃度測定状況である。塗布面から上方30cm では、気流方向、気流横断方向ともトルエンは検知できなかった。業務空間はトルエンの管理濃度50ppm以下になっており、発散蒸気は拡散することなく、プルファンに捕足されていると考える。

6. 改善案とまとめ

前頁結果よりプッシュプル気流を安定させる方法として、妨害気流遮断、プルファン吸込み気流有効化等が考えられる。改善案として作業箇所案内カーテンを設置する案が考えられる。また、プッシュファン台数を増やすことにより大断面シールド工事に対しても対応可能となる。

今回、当現場において有機溶剤発散蒸気の換気システムを本格的に採用した。本換気システムは省面積セグメントストックシステムの一つとして位置付けている。システムとしては初期段階であるため、データを集積し更なるシステム向上を図る必要があると考える。

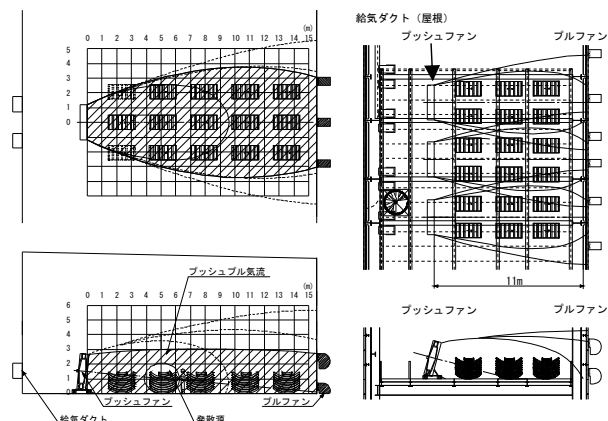


図-2 換気システム概要図

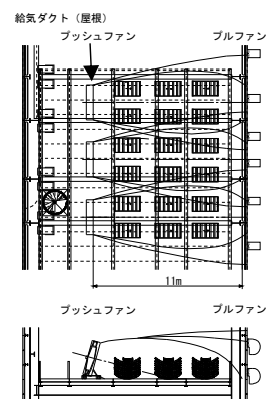


図-3 現場換気装置構成

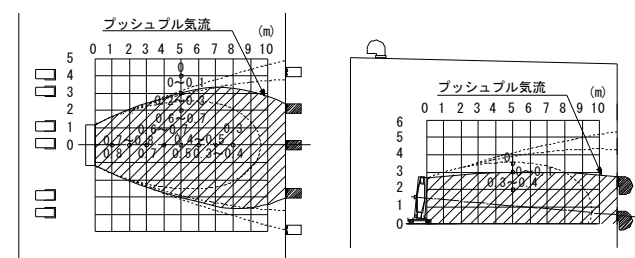


図-4 計測速度分布図（43rpm；セグメントなし）

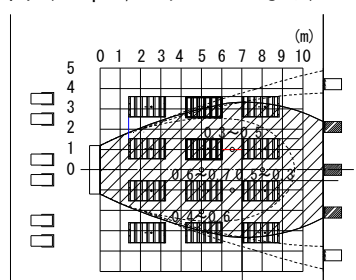


図-5 計測速度分布図（25rpm；セグメントあり）



写真-3 蒸気濃度測定状況