

41. 地下鉄営業線における石綿含有吹付け材の除去

トンネル部、換気口部の石綿除去用保守台車の開発と実用化

大成建設株式会社 寺田正人 ○萩原純一
東京地下鉄株式会社 奈須秀人

1. はじめに

東京地下鉄株式会社では昭和39年～49年に列車走行音緩和対策として銀座線の神田駅～末広町駅間のトンネル側壁部及び、丸ノ内線・日比谷線・東西線・千代田線の換気口部に石綿が吹付けられていた。国土交通省の指示に基づき石綿含有成分と大気中の石綿濃度調査を平成17年8月に実施した。その結果、アモサイト、クロシドライト、クリソタイトの含有が確認されたが石綿の大気への飛散は認められなかった。しかし、安全を最優先に考えこの石綿の恒久的なばく露防止対策として石綿の完全除去を行うこととした。

2. 開発の目的

従来の石綿除去方法では除去工事期間中の列車を終日運休する必要があるためその方法では社会的影響が大きい。そこで地下鉄営業を確保するため、日々終車以後～始発以前の時間帯で点検時間も考慮に入れ、トンネル部とそれに接続される換気口の内壁面に吹付けられた石綿を飛散させることなく除去作業を可能とした石綿除去用保守台車を開発した。

3. システムの概要

石綿除去用保守台車はトンネル部用（図-1）と換気口部用（図-2）の2編成の専用車両を製作した。各台車の機能と役割を以下に示す。

- a. トロ台車（除去した石綿を運搬）
- b. 遠隔操作車（モーターカーを遠隔から操作）
- c. セキュリティー台車（作業員の保護具等の着脱管理区域外部への石綿粉じん漏出防止）
- d. 下部作業台車（トンネル下半分の石綿除去用作業空間を電動油圧制御にて25cmスライド可能）
- e. 上部作業台車（トンネル上半分の石綿除去用作業空間を電動油圧にて27cm上昇、25cmスライド可能）
- f. モーターカー（車両全体をけん引する動力車）

g. 昇降設備台車（換気口に接続 石綿除去作業場所の前室で可変昇降設備を備える）

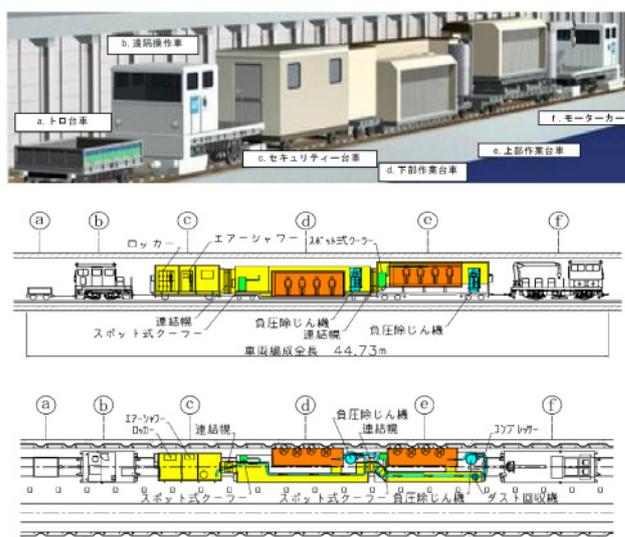


図-1 トンネル部用石綿除去用保守台車

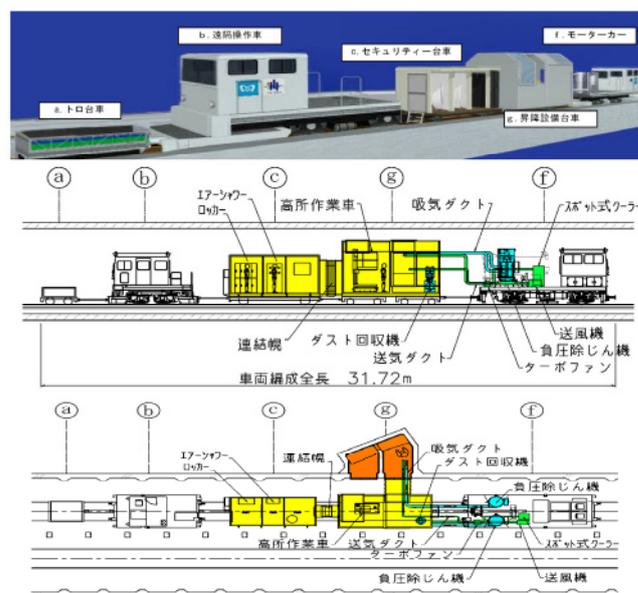


図-2 換気口部用石綿除去用保守台車

実際に石綿除去作業をする台車内管理区域の床と作業空間は3次元的に移動が可能であり、石綿吹付け

場所に接続・切り離しが容易である。また、管理区域である石綿汚染場所と非汚染場所の隔離養生と負圧管理を迅速に構築できる構造・機能を有し、各種計測機器を備えている。石綿除去用保守台車に搭載した各種環境機器は、特殊条件下で使用するため新規に開発した。各機器の性能と機能の確認は工場にて実機試験を行い全て環境基準等を達成している。写真-1にクイックブース（ブース型養生シート）と負圧除じん機及び石綿回収機の検査及び機能試験状況を示す。



写真-1 開発機器類性能検査及び機能試験状況

4. トンネル部石綿除去工法

4.1. 全体施工フロー

トンネル側壁部の石綿吹付部は、まず支柱及びパネルで一旦囲い込み、その後石綿除去用保守台車を用いて密閉された管理空間を確保しながら日々決められた場所の石綿除去作業を繰り返し行う。

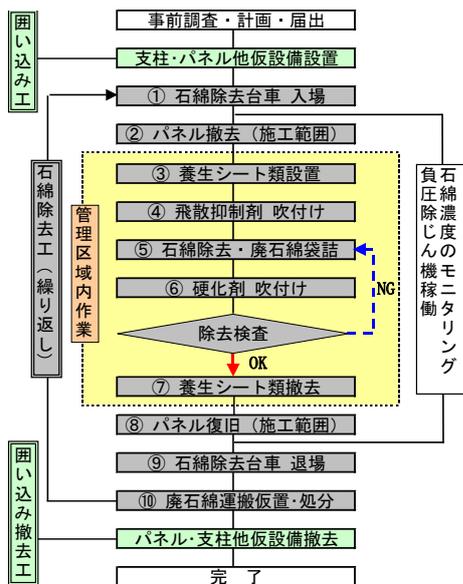


図-3 全体施工フロー（トンネル部）

4.2. 石綿吹付け面の囲い込み工

図-4に示すように、支柱を骨組みとし脱着可能なパネルで吹付け石綿を囲い込むと共に、石綿を一定区画ごとの作業空間に分割する。密閉性を確保するため、パネル継目と端部はパッキンとコーキング処理を行った。その囲い込み状況写真を写真-2に示す。

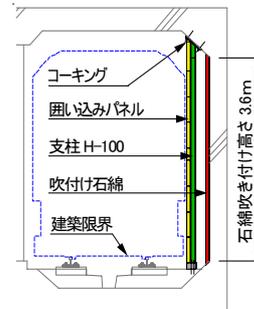


図-4 囲い込み断面図 写真-2 囲い込み状況

4.3. 石綿除去工（図-3 参照）

①石綿除去用保守台車入場

き電停止後（午前1：00頃）車両基地を出発し、作業現場の所定位置に合わせる。

②囲い込みパネル撤去

1日の施工範囲（上部・下部共：7.2 m²）の囲い込みパネルを取り外す。

③養生シート設置（クイックブース）（図-5 参照）

上部・下部作業台車を上昇、スライドさせ、開口部周辺のパネルに押し当てる。内側に数分で脱着可能なクイックブースを装着することで、除去作業を行う台車内作業空間とパネルで囲われたトンネル壁面空間とを一体化し密閉・隔離された管理区域を形成する。

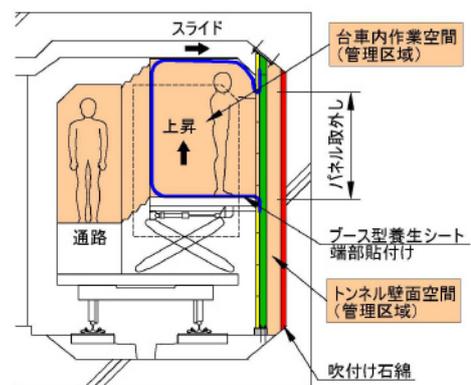


図-5 作業台車と除去場所の取合い断面図

④飛散抑制剤吹付け

エアレスタイプの噴霧器を用いて飛散抑制剤を散布し下地まで浸透させ、石綿を湿潤化させる。

⑤石綿除去・廃石綿袋詰

ヘラやケレン棒を用いて手作業で側壁から石綿を掻き落とし、仕上げにワイヤーブラシや研磨用電動工具を用いコンクリート面から削り落とす。廃石綿及び石綿汚染物は管理区域内で専用のプラスチック袋に詰め、その後セキュリティー台車内で2重目の袋で密封し、点検の後、トロ台車に積み込む。

⑥硬化剤吹付け

除去完了後、躯体表面および除去作業エリアの養生シート内面等に残存する微量の石綿は、硬化剤を散布して皮膜を形成し、粉じんの飛散を防止する。

⑦養生シート（クイックブース）撤去

養生シートは石綿で汚染されるため毎回交換する。

⑧パネル復旧

上記「②」で撤去したパネルを復旧する。

⑨石綿除去台車退場

現場を午前3:30頃出発し台車は車両基地に戻る。

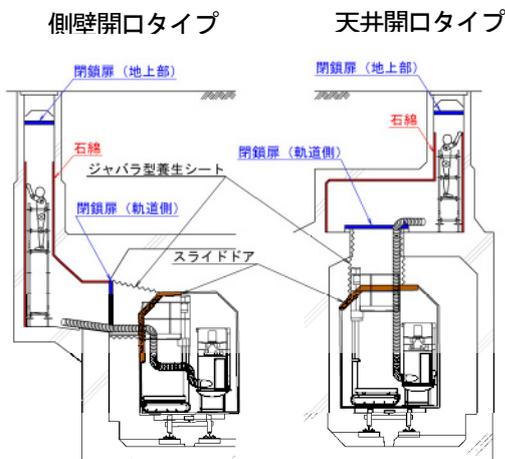
⑩廃石綿運搬・仮置・処分

廃石綿は車両基地内の一時保管倉庫に仮置きし後日、特別管理産業廃棄物として処分する。

5. 換気口部石綿除去工法

換気口部石綿除去

換気口部は囲い込みの方法、台車と換気口への接続方法を除いた石綿除去工法は基本的にトンネル



図ー6 昇降設備台車・換気口取合い断面図

部の施工管理方法と同様である。図ー6に示すように囲い込みは、地上部と軌道側に鋼製の閉鎖扉を設置した。また、換気口と台車の接続は昇降設備台車のダブルファスナー方式ジャバラ型養生シートの交換のみで全換気口の施工対応が可能である。

6. 石綿飛散濃度測定と管理

石綿ばく露災害を防止するため、石綿除去作業中は次の3項目について管理を行った。

- ・位相差顕微鏡による気中石綿繊維濃度測定（PCM法）
- ・リアルタイムモニターによる気中石綿繊維濃度測定
- ・デジタル式差圧計による管理区域内負圧管理

6.1. 位相差顕微鏡による気中石綿繊維濃度測定

1) 測定方法

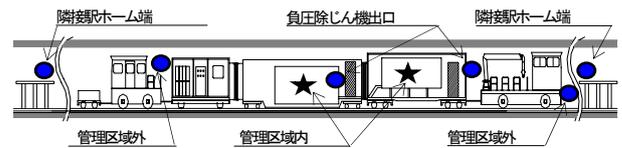
PCM法による気中石綿繊維濃度の測定は「石綿に係る特定粉じん濃度の測定法」に準じて、位相差顕微鏡を用いて石綿繊維を計測した。

2) 測定頻度

測定は施工前・施工中・施工後に行う。施工中は、東京都環境確保条例に定めるところにより当該期間中、6日ごとに1回測定を実施した。

3) 測定位置

図ー7にトンネル部石綿除去作業時の気中石綿濃度測定位置を示す。



図ー7 トンネル部石綿除去時測定位置図(8箇所)

4) 測定結果

表ー1にPCM法による気中石綿繊維濃度測定結果を示す。管理区域外の気中への石綿の飛散は認められなかった。

表ー1 PCM法による測定結果（単位：本/ℓ）

| | 記号 | 測定結果 | 基準値 | 備考 |
|-------|----|---------|-------|----|
| 管理区域内 | ★ | 85~1713 | 7,500 | ※1 |
| 管理区域外 | ● | 0.5未満 | 10 | ※2 |

※1：管理区域内での気中石綿繊維濃度基準値：7,500本/ℓ以下（管理区域内で使用した防じんマスクの基準値より）

※2：敷地境界での大気中の気中石綿繊維濃度基準値：10本/ℓ以下（大気汚染防止法 施行規則 第16条の2より）

6.2. リアルタイムモニターによる気中石綿繊維濃度

1) 測定方法

灰化装置付きリアルタイムモニターは採取した空気にレーザー光を当て気中石綿繊維濃度の概略値を直ちに計数化するものである。(PCM法は結果が出るまで最早で7日かかる)管理区域内及び管理区域外の気中石綿繊維濃度を常時測定管理した。

2) 測定結果

図-9にリアルタイムモニターによる管理区域内の気中石綿濃度結果を示す。本装置は鉱物繊維以外を灰化処理している為、測定された気中石綿繊維濃度はPCM測定法の結果と比較的よく一致した。本データは施工時の即時管理の手法とした。

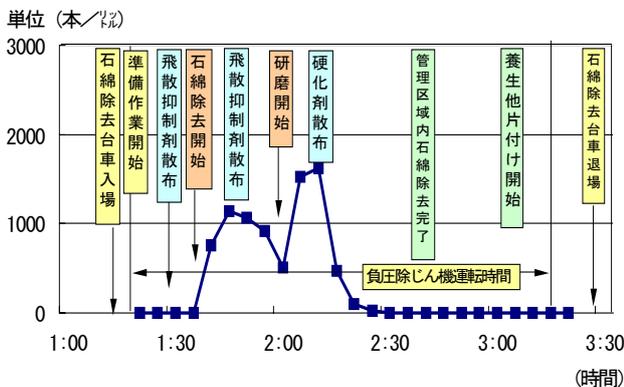


図-9 リアルタイムモニター測定結果

3) 施工管理方法

管理区域内の気中石綿繊維濃度が 3,000 本/μL以上になった場合は、管理区域内に飛散抑制剤を散布し、再湿潤化を図った。石綿の除去完了後、管理区域内の気中石綿繊維濃度が 5 本/μL以下になったことを確認後、作業台車内の養生シートの撤去を開始した。管理区域外の坑内では気中石綿繊維濃度が常に 10 本/μL以下であることを確認した。

6.3. 差圧計による負圧管理

石綿除去作業中は、台車に設置された超高性能微粒子フィルター付き負圧除じん機を稼働し、インバーター制御する事により管理区域内を常時 - 20 ~ - 30Pa 負圧に保ち換気し、坑内への石綿の飛散を防止した。写真-3にデジタル式差圧計と負圧除じん機を示す。除じん換気システムをはじめ各主要機器類は万一のトラブルに対処できるよう2系統の設備を備え二重の安全対策を講じた。また、管理区域内での作業員の

熱中症対策を含め作業環境の改善を図るため温度・湿度の常時計測とそのコントロールが可能な設備を備えた。

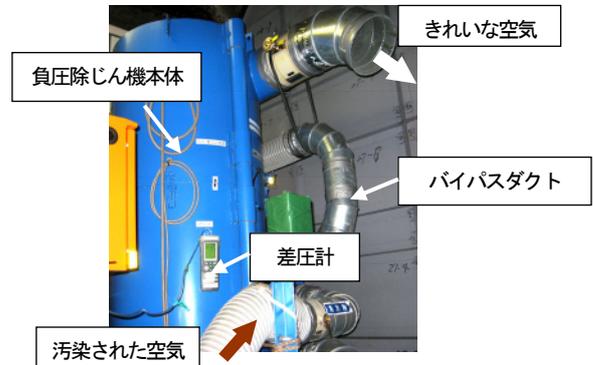


写真-3 負圧除じん機と計測機器

6.4 管理区域内外の連絡方法

管理区域外から管理区域内の状況を常時把握できるように、透明部材を使用した点検用窓を設けた。(写真-4参照)



写真-4 点検用窓

7. 施工サイクル

作業時間は、夜間き電停止中の午前1:00~4:00の限られた時間であり、更に移動や準備・片付け時間を差し引くと、1日当たりの実質石綿除去作業時間は60分程度であった。また、台車内はスペースが限られているため、石綿除去に14名・その他6名にて作業を行い1ブロック(18.6 m²)をコンスタントに除去した。

8. まとめ

今回開発した石綿除去用保守台車と除去工法により2007年3月末に無事故で工事が完了した。

本石綿除去工法は、トンネルに代表される作業空間が線状に絶えず移動する場所や大型施設等に最適であり幅広く利用が可能と考える。

謝辞：本工事の計画から施工にあたりご指導頂きました所轄労働基準監督署、東京都環境局及び所轄区役所の関係者各位にこの紙面をお借りして、厚く御礼申し上げます。