

トンネル覆工コンクリート洗浄工法の検討

東海旅客鉄道（株）正会員 樋口 邦寛
 正会員 岡村 幹男 中西 巧
 正会員 丹間 泰郎 正会員 鈴木 繁

1. はじめに

鉄道トンネルには、蒸気機関車に供用したトンネルが一部あり走行に伴う排煙が覆工面に付着している箇所がある。この覆工面に対してウォータージェット工法によりコンクリート表面を痛めることなく、壁面洗浄を実施し、付着排煙と浮き部およびエフロレッセンス等の除去を行う際の最適施工条件となる、水圧、洗浄ガンの種類、スタンドオフ、洗浄時間、水温の各パラメーターを確認することを目的として試験を実施したので報告する。

2. 試験概要

ウォータージェットガンの選定と圧力上限の設定

洗浄ガンとしては、扇形ノズル、回転揺動式多穴ノズル、回転ノズル及び直噴式などのガンが上げられる。今回の場合は、広範囲に広がった付着排煙の除去とエフロなど一部分に固結した付着物や部分的な浮きの検出や除去が必要であった。そこで、幅広い洗浄に向いている扇形ノズルガン及び特定された部位へ集中して噴射できる回転ノズル（1穴及び2穴）ガンを選定した。選定したガンのノズル部を図-1に示す。また、供用中の施工であるため、コンクリートの健全部は傷をつけない前提条件があり、ガンを躯体にほとんど接触させても傷（明らかな目荒らし状態）がつかない条件を実際に確認し、20Mpaを圧力上限と設定した。

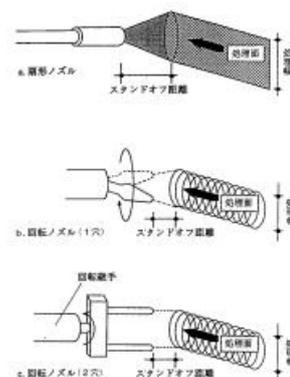


図-1 使用した洗浄ガン

2.1 予備試験

トンネル内での作業時間帯は3時間/日程度と限られているため、トンネル外（基地内）で事前に洗浄条件を絞り込む予備試験を実施した。浮き部の検出、除去や付着排煙の除去に適した洗浄条件として噴射圧力、スタンドオフ（対象物とノズル間の距離）、洗浄速度など要因として取り上げ、それぞれを変化させ汚れの落ち具合、躯体への損傷の有無などを確認し、洗浄条件を絞り込んだ。

2.2 トンネル内洗浄試験

(1) 洗浄性能確認試験

噴射条件：噴射圧力：(10、20Mpa)、スタンドオフ(L=10~50cm)

使用ガン：扇形25度ノズル、回転1穴、2穴ノズル

洗浄位置：側壁部、アーチ部

洗浄位置の側壁部およびアーチ部それぞれ、高さ1m、幅10mの区間を1m毎に区分けして、上記条件によって試験を実施した。

それぞれの結果に関しては、目視および写真撮影によって排煙の落ち具合、浮き部の検出、エフロの除去程度や躯体への損傷の有無などを目視によって判定した。洗浄試験に使用した機器編成を写真-1に、実施状況を写真-2に示す。また、試験結果を表-1に示す。



写真-1 使用機器編成

位 置	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5 ~ A 7	A 8、A 9	A 10
ノズル	回転2穴				回転1穴		
圧 力	20Mpa		10Mpa		20Mpa		10Mpa
スタンドオフL	L=20cm				L=10~20cm		
時 間	1分/m ²	2分/m ²	1分/m ²	2分/m ²	2分/m ²		
結 果	良好	良好	汚れやや残る	汚れやや残る	クラック、ジャンカ等の検出を確認	エフロ除去を確認	エフロあまり落ちず

表 - 1 洗浄性能試験結果（側壁部）

(2) 作業性確認試験

洗浄位置：アーチ部

本試験では、洗浄性能確認試験結果において効果のあった噴射条件、20Mpa、スタンドオフL=30cm、使用ガン、扇形25度ノズルを使用した。それぞれ半分（長さ5m×幅1m）ずつを上記条件で常温、温水（70）を用いて連続洗浄し、排煙と付着物の落ち具合や作業時間を測定した。その結果、排煙の除去には2分/m²程度の速度で実施することにより排煙の除去（一部、過去の流水の影響で浸透固着した部分を除き）が可能であることを確認した。また今回の試験では常温水（15~20程度）と温水（70）を用いて実施したが差異は見られなかった。



写真- 2 洗浄試験実施状況

3. 得られた成果と課題

3.1 得られた成果

- (1) 付着排煙の除去：扇形ガンをを用い、適切な圧力、スタンドオフおよび洗浄速度で実施することにより除去できることを確認した（ただし、側壁の条件（水の有無、経年等）の違いで強固にしみ込み付着している場合はスタンドオフを近づけたり、圧力を多少上げる必要がある）
- (2) 浮き部の検出：回転1穴ガンをを用い、適切な圧力、スタンドオフで噴射することにより浮き部を顕在化することができた。除去に関して、表面部分の除去は可能であるが、躯体と連がっている部分は困難であった。
- (3) 不具合部分の検出：扇形ガン、回転1穴ガンおよび回転2穴ガンのいずれの方式によっても、洗浄後、ジャンカ、クラック等の検出ができた。

3.2 今後の課題

- (1) 除去物の飛散防止と回収：側壁下部への落下物はネットにより回収できたが、台車上および軌道上への飛散物がかなり発生した。これに対しては、ノズル付近で一時的に受け、吸引回収するか下部ネットへ落下させる等の対策が必要であることを把握した。
- (2) 使用水の回収：噴射水の跳ね返る他、多くは壁面に沿って流れ落ちることを確認した。回収のためには、ノズル付近で除去物と一緒に吸引回収する方法が効果的である。

4. まとめ

今回の成果によって今後、供用中のトンネル内壁の洗浄作業を効率良く、安全に実施していくためには、得られた基本的なデータをもとに洗浄作業を機械化していくと同時に、飛散水の回収や除去物の飛散対策を検討する必要があることを確認することができた。