

煤煙が付着したトンネルの高圧水を利用した効率的な洗浄方法

JR 東日本 正会員 ○山田 啓介
 JR 東日本 正会員 在田 浩之
 JR 東日本 正会員 高桑 靖匡

1. はじめに

当社は路線延長にして約 900km の鉄道トンネルを保守管理している。これらのうち古いトンネルの覆工表面は蒸気機関車の煤煙が付着するなど著しく汚れており、検査等の妨げになっている。煤煙を除去するため、高圧水を利用した洗浄方法¹⁾や炭酸カルシウムを利用した洗浄方法²⁾が開発されているが、費用対効果の観点から実用化されていないのが実態のようである。そこで低コストで煤煙を除去することを目的として、図1に示すように軌陸車に搭載したトンネル洗浄装置を製作することとした。作業速度は 3km/h を標準とし、ホッパー部はトンネル壁面に追従する機構とした。経済的・効率的な施工を目的として、高圧水を用いて煤煙を除去する方法とした。室内試験および現地試験にて、高圧水を利用し効率的に煤煙を除去する洗浄方法を検討したのでここに報告する。

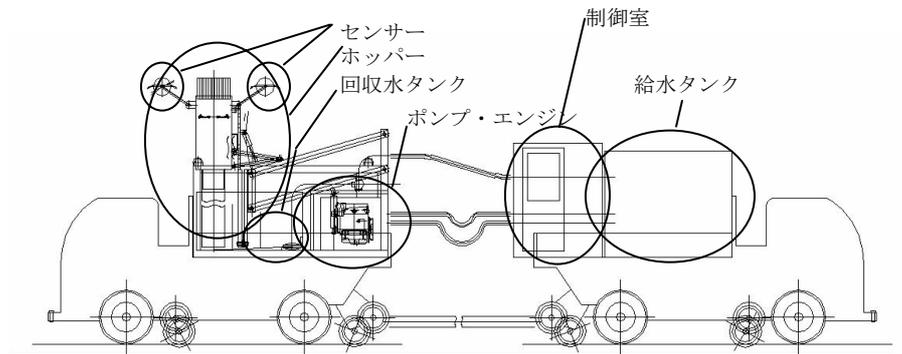


図1 トンネル洗浄装置概要図

2. 高圧洗浄ノズルの選定

トンネル洗浄を高圧水で行うにあたり、効率的に洗浄可能な高圧洗浄ノズルを選定する試験を行った。洗浄に適したノズル形状を選定するため、様々な業種で用いられている洗浄用のノズルを用い、トンネル壁面を模した発泡スチロールの表面を着色し、3km/h で移動させながら高圧水を吹きつけた。試験後の発泡スチロールを写真1に示す。これによれば、扇形ノズルが最も洗浄に適しているといえる。洗浄対象が移動していることから、回転式ノズルは洗浄範囲内を一様に洗浄することが難しい。また、円錐形ノズルは移動方向に対して幅が無いことから、同じ吐出量の場合、洗浄範囲が狭く、洗浄能力も低いことが判明した。

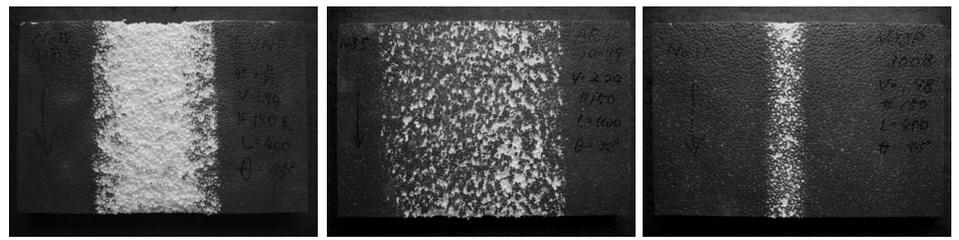


写真1 ノズル種類別試験結果

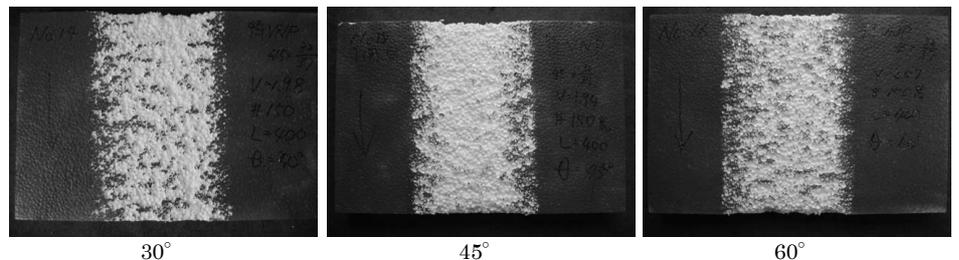


写真2 噴射角度別試験結果(速度 3km/h)

3. 噴射角度の検討

扇形ノズルを用いて、ノズルとトンネル壁面の最適角度を

キーワード トンネル洗浄, 煤煙除去, 高圧水, 高圧洗浄ノズル

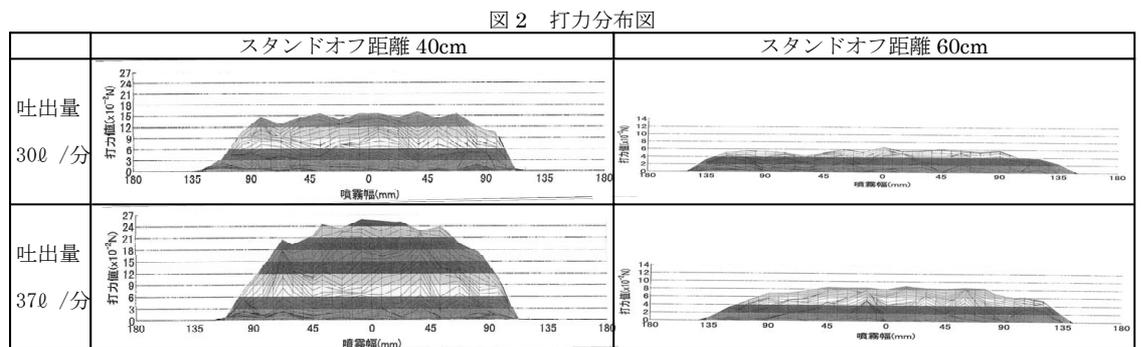
連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町 2-0 JR 東日本研究開発センター TEL 048-651-2552

求める試験を上記試験と同様に発泡スチロールを用いて行った。洗浄ノズルと壁面の角度は 30° 、 45° 、 60° とした。発泡スチロールの移動速度は 2, 3, 4km/h と変化させた。

試験の結果、いずれの移動速度とも 45° の状態が最も洗浄能力が高かった。次いで 60° の場合に高い洗浄能力を示した。（写真 2）他の形状のノズルにおいても試験を行ったが、試験結果の傾向は同様であった。

4. スタンドオフ距離・吐出量の検討

ノズルからトンネル壁面までの距離（スタンドオフ距離）および、ノズルから噴出する高圧水の吐出量について検討を行った。スタンドオフ距離・吐出量を変化させた場合の打力分布を図 2 に示す。スタンドオフ距離 40cm はスタンドオフ距離 60cm に比べ打力は 2.5~3 倍となっており、吐出量 370 /分は 300 /分に比べ 1.5 倍程度となっている。



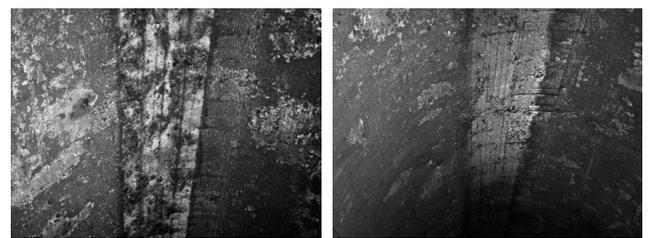
釜石線鱒沢トンネルにて上記試験より最も洗浄能力が高い扇形ノズルを用い、噴射角度は 45°

とし、軌陸車速度は 3km/h として実地試験を行った。高圧水の圧力は 4.5MPa で一定とし、スタンドオフ距離を 40cm、60cm と変化させ、高圧水吐出量を 300 /分、370 /分として比較を行った。

スタンドオフ距離 60cm の場合には満足した洗浄度が得られなかった。40cm の場合では洗浄度は向上したが、300 /分の吐出量では満足する洗浄度とならなかった。370 /分の吐出量とした場合は、煤煙の除去が完全にできており、満足する洗浄度となった。

5. 煤煙の付着が激しい場合の対応

勾配が大きく延長の長いトンネルでは煤煙の付着が著しく、3~5cm の厚さで壁面に付着している。煤煙の付着が激しい釜石線土倉トンネルにて、煤煙の除去が可能か試験を行った。上記で最適となった条件に比べ①同じ箇所を複数回洗浄する場合、②軌陸車速度を下げた場合、③スタンドオフ距離を短くした場合について検討した。①では、写真 3 に示すように、一度洗浄した箇所を再度洗浄することで満足する洗浄度となった。②では、速度を 1.5km/h に落とし洗浄を行ったが洗浄度は①より低かった。③では、スタンドオフ距離を 20cm とし洗浄を行ったが、②と同程度の洗浄度となった。したがって煤煙の付着が激しい場合であっても、軌陸車の速度は変化させることなく、洗浄し切れなかった箇所については再度洗浄を行うことが最も効率的であることが分かった。



1回洗浄後
2回洗浄後
写真 3 土倉トンネル洗浄試験結果(①条件)

6. おわりに

本成果により、トンネル覆工表面の視認性向上やトンネル内の環境改善を、限られた時間で効率的に行うことが出来る。検査や工事に支障する箇所においては、従来は人力により高圧水等を用いて煤煙の除去が行われているが、今回開発したトンネル洗浄装置を用いれば費用は約 1/10 になるほか、3K 作業からの脱却につながり作業の安全性が向上することと確信する。

参考文献

- 1) 須藤 慧, 武井幸男: トンネル覆工洗浄・剥離除去装置の開発, 日本鉄道施設協会誌 p42, 1997-9
- 2) 小林睦志, 長田文博: 環境に配慮した覆工表面等清掃方法の開発, 日本鉄道施設協会誌 p35, 2003-4