

曲面天井用研掃システムの開発

(株) 奥村組 正会員 ○田中 寛大
正会員 西山 宏一
石井 敏之

1. はじめに

高速道路トンネル等で行う補修・補強工事における研掃作業は、一般的に片側車線供用下で通行車両への粉塵の飛散を防止しながら、規制時間内に人力作業で行われている。研掃作業は高所にて無理な姿勢で行われるため、仕上がり面の品質のばらつきや作業環境の悪さが問題となっている。当社では、この研掃作業を機械化し、道路トンネルや鉄道施設¹⁾に適用し、作業の効率化や作業環境の改善を図ってきた。しかしながら、適用範囲は平面上の研掃作業に限られていたため、曲面状に対応する技術が求められていた。今回、曲面の表面に対応できる曲面天井用研掃システムを開発した。本報では、開発したシステムに対し実施工を想定した実証実験を行ったので、報告する。

2. 曲面天井用研掃システムの概要

同システムは以下の4つの装置から構成されている。外観を写真-1、2、3に示す。

- ① 噴射機を研掃位置に正確かつ迅速に移動させる「研掃装置」
- ② 噴射機からブラスト材を噴射させると同時に、発生した粉塵等を吸引する「バキュームブラスト装置」
- ③ 装置類等を運搬し、高所作業車としても利用できる「運搬車両」
- ④ 発電機やコンプレッサ等の「付帯装置」

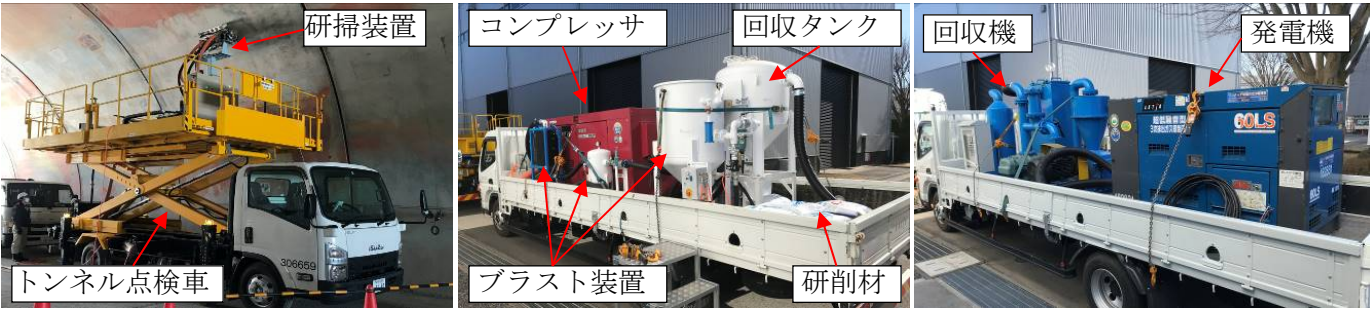


写真-1 トンネル点検車と研掃装置 写真-2 4トン車A及び付帯装置 写真-3 4トン車B及び付帯装置

(1) 研掃装置

研掃装置の外観を写真-4に、仕様を表-1に示す。

研掃装置は地上からのタッチパネル操作により研掃ヘッドに取り付けた噴射機を一定の荷重で押し付け、一定の速度で移動させることにより、研掃作業を自動化運転したものである。

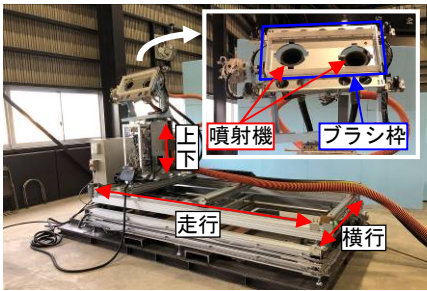


写真-4 研掃装置

表-1 研掃装置の仕様

項目	仕様
寸法	3.0×1.75×1.96m
重量	10.7kN
走行範囲	2.1m
横行範囲	1.9m
上昇範囲	0.82m
走行速度	0～10m/min
回転角度	0～±5度

(2) バキュームブラスト装置

バキュームブラスト装置の構成を図-1に示す。この装置は、コンプレッサから送られてきた高圧の圧縮空気をブラストタンクで研削材（スラグ材）と混合し、噴射機内のノズルから噴射することでコンクリート表面を研掃し、同時に発生した粉塵や微小な破片物等をバキューム吸引するものである。

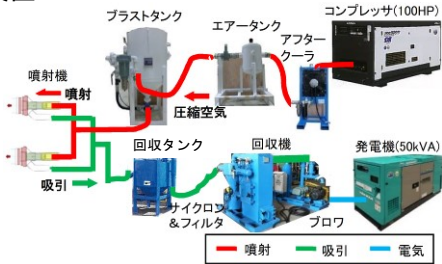


図-1 バキュームブラスト装置

キーワード 補修工事，表面処理，機械化，粉塵飛散防止，

連絡先 〒108-8381 東京都港区芝 5-6-1 (株) 奥村組 東日本支社 リニューアル技術部 T E L 03-5427-8364

(3) 運搬車両

運搬車両は、特殊なトンネル点検車、4 トン車 A、4 トン車 B からなり、この順番で工事規制エリアに進入させる。なお、研掃装置を載せる車両にトンネル点検車を選定したのは、作業床に装置を載せた状態で運搬ができ、現場で作業床の昇降と拡張、更にローラージャッキによって作業床を上げたまま移動ができるためである。

3. 実証実験の概要

実験状況を写真－5に示す。実験では2車線の実大トンネルにおいて1車線を占有し、側壁から天井までの研掃面を3ラインに分けて曲面天井用研掃システムの自動化運転により、作業員3人で研掃作業を行った。実験では(1)自動化運転状況、(2)仕上がり面状況、(3)粉塵の吸引状況、(4)施工性の確認を行った。

使用する実大トンネルを写真－6に、施工フローを図－2に示す。実験では、同図に示した手順の通りに研掃作業を行った。その間、研掃装置が記録している施工データ、あるいは目視により各実験項目について確認した。

4. 実験結果

(1) 自動化運転状況

自動化運転による施工時間・施工効率を表－2に示す。自動化運転状況について、タッチパネルの操作により、曲面に追従して動作し研掃できることを確認した。また、研掃作業の機械化により、人力施工と比較して作業効率が3倍以上に向上した。

(2) 仕上がり面状況

仕上がり面の状況を写真－7に示す。コンクリート表面を取り残しなく、均一に研掃処理ができており、人力に比べ仕上がり面の品質が向上していることを確認した。

(3) 粉塵の吸引状況

回収機によるバキューム吸引およびブラシ枠により、人力作業では発生していた粉塵等の飛散が抑止され作業環境の改善が図られることを確認した。

(4) 施工性

研掃装置の操作状況を写真－8に示す。地上でのタッチパネルの操作によって研掃作業ができる。これにより高所での無理な姿勢による人力作業がなくなり、天井面の研掃作業の省力化および安全性が向上することを確認した。工事規制エリア内への進入、準備、撤去時間についても、それぞれ15～20分程度と短く、次の研掃位置への盛替えも作業床を上げたまま移動が可能なることから5分程度であり、素早く研掃作業に移ることができることを確認した。

5. おわりに

本実験により、曲面天井用研掃システムは曲面天井の研掃作業において、仕上がり面の品質向上、地上からの操作と粉塵抑制による安全性および作業環境の改善、機械化による施工効率の向上を確認した。

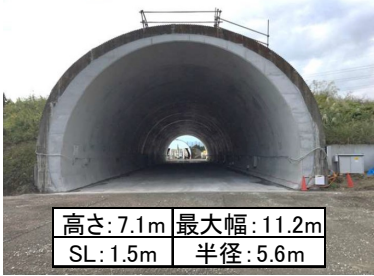
今後は、現場適用に向けた最終調整を進め、実績を積み発注者に積極的に提案していく所存である。

【参考文献】

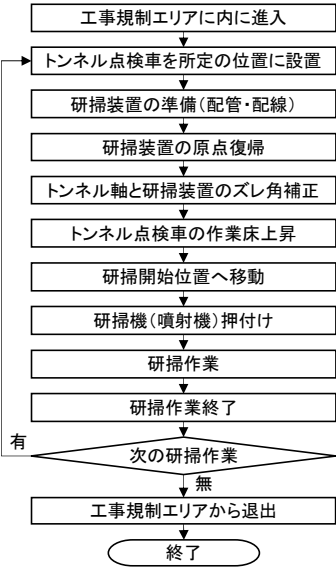
1) 丸山ら：天井用車載型乾式研掃装置の自動化運転による地下鉄補修工事への適用について、令和元年度建設施工と建設機械シンポジウム、pp.167-172,2019.12



写真－5 実験状況



写真－6 実大トンネル外観



図－2 施工フロー

表－2 施工時間・施工効率

		1ライン	2ライン	3ライン	平均
施工時間(h)	準備	0.25	0.28	0.23	0.26
	研掃作業	1.27	1.27	1.55	1.36
	片付け	0.20	0.25	0.25	0.23
	合計	1.72	1.80	2.03	1.85
研掃面積(m2)		18.72	22.50	29.16	23.46
1時間当たり(m2/h)		10.9	12.5	14.3	12.6
1人1時間当たり(m2/人・h)		3.6	4.2	4.8	4.2



写真－7 研掃面仕上がり状況



写真－8 研掃装置の操作状況