

CMI 報告

真空環流式路面清掃車の 粉塵抑制対策

佐野 昌伴・加藤 弘志

1. はじめに

現在、市街地で使用されている真空環流式路面清掃車（以下、路面清掃車という）は、ガッター（歩車道境界）に堆積している塵埃を清掃する際に、塵埃を湿潤させて粉塵の巻き上げを防止するため、事前散水を行う散水車との組合せ施工を実施しており、交通渋滞の原因の一つとなっている。

本稿では、この課題を解決することを目的として、国土交通省九州技術事務所の委託を受けて当研究所が平成19年度から平成21年度までの3カ年で行った要素試験や構内試験による粉塵対策技術の研究開発、およびその効果を確認するための現場実証実験について報告する。

2. 検討経緯

本検討の1年目は基礎調査、2年目は基礎研究、3年目は実用化のための現場実証実験を行った。主な試験の概要は以下のとおりである。

(1) 現道調査

現道の塵埃堆積量および粒度分布を調査した。この結果は構内試験の試験用砂（現道の塵埃の粒度分布に調整）として活用した。

(2) 構内試験①

模擬ガッターに試験用砂を堆積させ、路面清掃車による清掃を実施した。清掃時における粉塵発生箇所と粉塵発生量の関係を定量的に評価し、複数の対策技術の効果を確認した（写真-1参照）。

調査状況における条件1（散水なし）については、側ブラシから濃い粉塵を巻き上げながら、車体後方から風下側面全体にまとわりつき、徐々に拡散しながら移動しているような状況であった。また、条件2（前ノズルによる散水）を行っても、側ブラシ直近で巻き上げられる粉塵は少ないが、車体風下側側面全体にはやや濃い粉塵がまとわりついていた。

対策事例①（条件3）は、側ブラシからサクシオンフードの上部をビニールシートでカバー、前方ゴムフラップ部の面積を拡大し、路面との隙間を減少させた。しかし、対策したカバーの隙間から、粉塵が歩道側にオーバーフローし、条件2と同様に、側ブラシ上部カバーを付けても対策効果は見られなかった。

透光性遮音壁清掃機械やトンネル壁面清掃機械では、節水方法としてブラシに洗浄水を噴射する方式や、

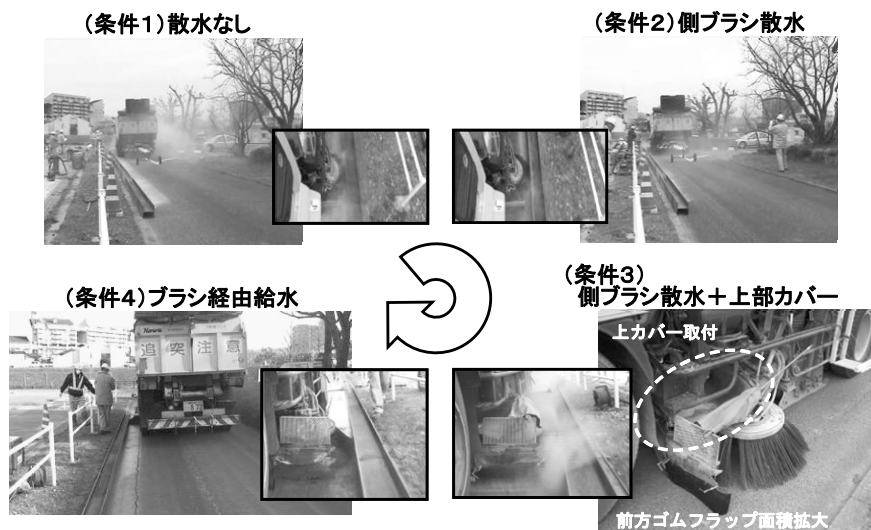


写真-1 調査状況

ブラシの回転軸中心から洗浄水をにじみ出す構造を採用している。そこで対策事例②（条件4）では、この技術を応用して、側ブラシに給水する方式を試みた。結果は粉塵の発生が抑制され、ガッター部に薄い水跡だけが残る、粉塵抑制対策の可能性を確認できた。

構内試験①の結果として、塵埃堆積量が多い（ $0.2 \text{ m}^3/\text{km}$ ）ケースでは、現行の噴霧方式は散水車による事前散水がないため、側ブラシおよび車体の後方から粉塵の舞い上がりが見られた。また、側ブラシのカバーの対策効果はなかったが、側ブラシに直接噴霧した対策は粉塵の抑制効果が見られた。

(3) 省散水化技術の提案

構内試験①の結果をもとに、主たる粉塵発生部位の粉塵抑制対策について、清掃方法、ブラシ構造、フィルター技術、省散水技術の側面から17技術について概略検討を行った。

また、それぞれの技術を適用した場合の必要動力、重量増加、費用等について概略検討し、実現性の高い次の3技術を抽出した。

①水タンク容量を増やし散水に活用

追加容量は、搭載場所のスペース、車両の保安基準（タイヤ負荷率、最大安定傾斜角度）などを検討した結果、350Lの増加が可能である。

②側ブラシの回転数調整

側ブラシの回転数を現在の固定式から調整式（ブラシの駆動用油圧回路に圧力補償型可変バルブを挿入して油量を調整： $90 \text{ min}^{-1} \sim 150 \text{ min}^{-1}$ ）に変えることで、塵埃量や走行速度に対応した回転数の調整によって発塵抑制を図ることができる。

③ブラシ経由給水方式

構内試験①では、前方散水、側ブラシ散水、フード内散水を行ったが効果が見られず、側ブラシに直接散水した場合は、濡れたブラシが土砂を確実に濡らして粉塵抑制に寄与することが確認できた。

次の開発課題として、適正なブラシ回転数の制御に加えて、より散水効果を得るために、側ブラシに散水する角度、ノズルパターン（直射、扇形）、ノズルの数量、ノズル位置などを（4）以降のように検証した。

(4) 要素試験

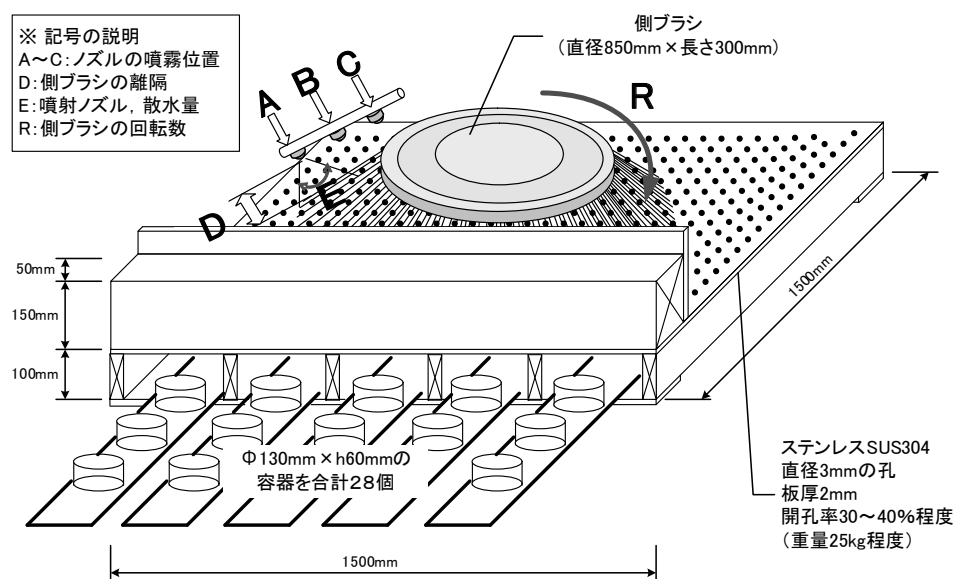
適正な噴霧量、ノズルの噴霧位置・方向、側ブラシ回転数の組合せについて、面的な水量分布を計測して定量的に評価した（図—1参照）。

この結果、清掃の進行方向に対して、側ブラシのガッター側前方散水量が多いほうが、塵埃に効率的に散水できると考え、最適な組合せを決定した。

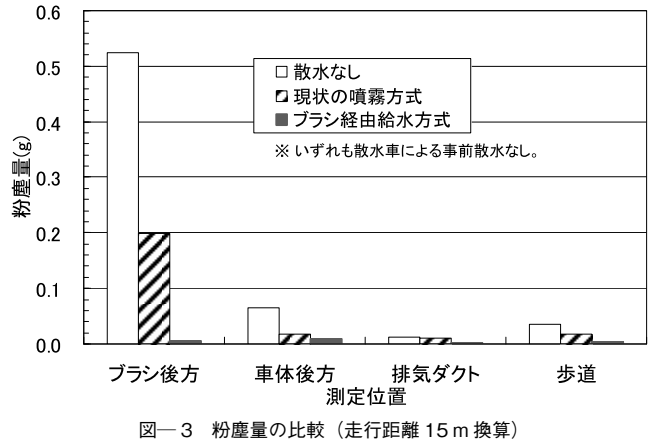
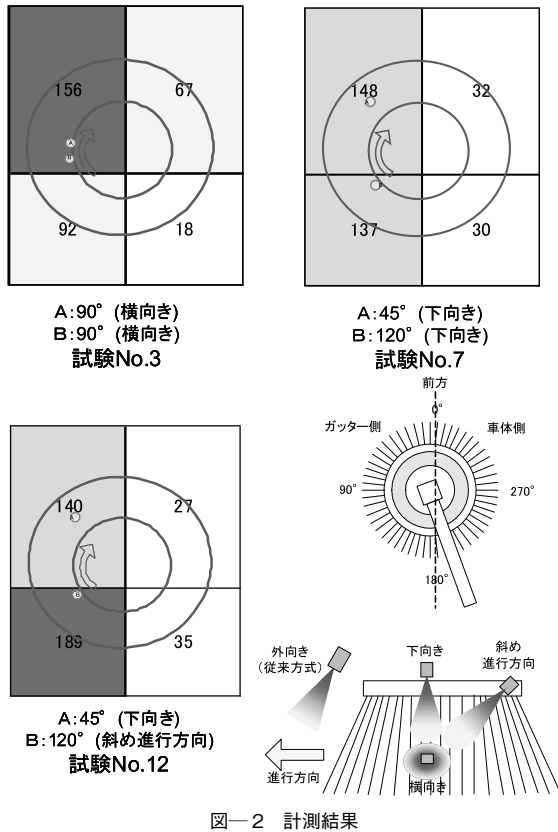
図—2は、ガッター側前方散水量に着目した検討結果であるが、高回転（側ブラシ回転数 150 min^{-1} ）の試験 No.3 は、実作業の際に縁石等に衝突する可能性があるため、実務では採用できない。

中回転（ 120 min^{-1} ）の試験 No.12 は、Bノズルが斜め進行方向であるため、直接路面に散水されるので、ブラシ経由の給水方式の効果が低減されると考える。

低回転（ 90 min^{-1} ）の試験 No.7 は、側ブラシのガッター側前方及び後方の散水量が多く、高回転や低回転でも同様な傾向が見られ、回転数が異なっても良いバランスを維持できている。このため、ブラシ経由の給水方式での最適な組合せは「 45° 下向き and 120° 下向き」であると考える。



図—1 要素試験概略図



3. 粉塵の巻き上がり防止技術の概要

以上から、清掃時の粉塵の巻き上がりを防止するには、現行の噴霧方式より「ブラシ経由給水方式」のほうが、少量噴霧で粉塵対策に有効であることを確認した。側ブラシの噴霧方式の違いを表-1に示す。

側ブラシに水を直接噴霧することで、側ブラシ先端は絶えず湿潤状態となり、側ブラシと接触する土砂を確実に湿らせ、粉塵の抑制を図ることができる。

また、側ブラシの回転数を塵埃堆積量（清掃速度）に対応した回転数（ 90 min^{-1} ）の調整によって粉塵を抑制できる。

4. 現場実証実験

現場実証実験では、現行の噴霧方式に対してブラシ経由給水方式の効果を客観的に評価するために比較検討を行った。実施回数は3地区×2回の合計6回で、清掃作業距離（実測値、往復で側道含む）は、KG地区29km、TS地区31km、KY地区14kmである。

現場実証実験結果の評価を表-2に示す。これより、ブラシ経由給水方式による清掃は、散水車（事前散水）なしで粉塵を抑制した清掃が可能であると評価できる。また、現行の噴霧方式に比べて清掃効果の向上やブラシ摩耗量の延命といった効果も認められ、コスト削減を図ることが可能と判断される。

5. おわりに

路面清掃車の清掃時における粉塵の巻き上がり防止技術として、ブラシ経由給水方式を提案し、現場実証実験結果から、現行の噴霧方式に対するブラシ経由給水方式の効果を確認した。

今後は、ブラシにより清掃を行う他の清掃機械に対

(5) 構内試験②

模擬ガッターに試験用砂を堆積させ、路面清掃車の清掃を実施し、ブラシ経由給水方式について、塵埃堆積量、清掃速度、ブラシ回転数、噴霧量の組合せを定量的に評価した（写真-2、図-3参照）。

この結果、粉塵発生量を指標として、最適な組合せを3章のように決定した。

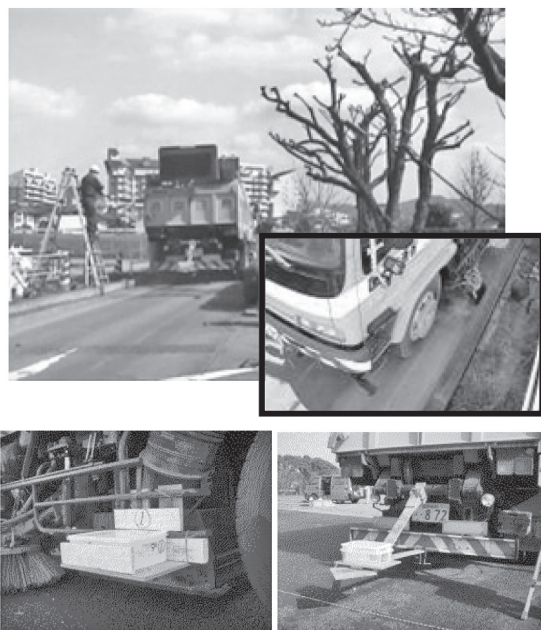


写真-2 構内試験状況

表-1 側ブラシの噴霧方式の違い

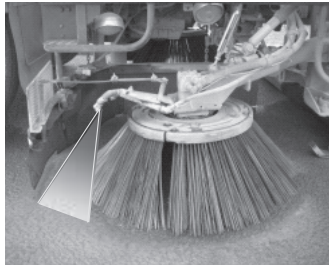

主項目	現行の噴霧方式	ブラシ経由給水方式
散水位置		
	進行方向のブラシ先端	ノズル2方向から側ブラシに給水
ブラシ回転数	150 min ⁻¹	90 min ⁻¹
清掃機械の組合せ	2tダンプトラック (作業員2名) + 路面清掃車 (作業員1名)	
	散水車 (作業員1名)	散水車なし
水タンク容量	1,500 L (+ 散水車 6,500 L)	1,500 L (350 Lの増加可能)

表-2 現場実証実験結果の評価

評価項目	評価方法	現行の噴霧方式	ブラシ経由給水方式
粉塵発生量	バットに水を張って粉塵を捕集、km当たりの乾燥質量で評価	1 (基準)	0.42 (1/2に抑制)
	目視(ビデオ撮影, ブラシ直視・歩道)	散水車+ブラシ噴霧により粉塵発生を抑制 一部に水しぶき・飛び石あり	散水車なしでも粉塵発生を抑制 水しぶき・飛び石は見られない
清掃後のガッターの塵埃残量	清掃前後に計測 (採取範囲はガッターの1m幅)	11 g	4 g (60%減少)
清掃能力 (清掃前後の塵埃量)	回収率 (%) = (清掃前 - 清掃後) ÷ 清掃前 × 100	95.2%	98.0% (約3%向上)
ブラシ摩耗量	清掃前後に長さを計測	1 (基準)	0.65 (35%抑制)
清掃速度	実測	8.8 km/h	9.8 km/h (1 km/h UP)
路面清掃車のブラシ噴霧量	10秒間のノズル噴霧量をビニール袋に捕集して求めた	散水車 20.4 L/min 清掃車 3.88 L/min	清掃車 3.88 L/min
ブラシ回転数	路面に接した状態で清掃前に計測	150 min ⁻¹ (実測 152.6 min ⁻¹)	90 min ⁻¹ (実測 91.5 min ⁻¹)
交通渋滞状況	目視(清掃車の後部からビデオ撮影)	高架等の片側1車線区間で20台程度の渋滞	左同
現行の噴霧方式に見られた傾向	清掃後のガッターに残る水量が多い ブラシ後方の捕集バットに粒径5mm超の塵埃が見られる		

注1) 太枠部分は、現行の噴霧方式とブラシ経由給水方式を比較した場合に、その効果に差がある結果である。

注2) 調査数量は、KG地区とKY地区が5データ/方式×2回、TS地区が3データ/方式×2回である。

して、ブラシ経由給水方式への取り組み(応用)が重要となる。



《参考文献》

- 1) 牧野千代春, 長友久樹, プロジェクトチーム, 真空環流式路面清掃車による清掃作業の効率化について, (社)九州地方計画協会, 九州技報第47号, 2010年7月
- 2) 長友久樹, 佐野昌伴, 真空環流式路面清掃車の粉塵の巻き上がり防止技術に関する検討, (社)土木学会, 第64回年次学術講演会, V-074, 2010年9月
- 3) 佐野昌伴, 真空環流式路面清掃車の粉塵の巻き上がり防止技術の開発, (社)日本建設機械化協会, 平成22年度建設施工と建設機械シンポジウム論文集・梗概集, II-2 S4, 2010年11月

【筆者紹介】

佐野 昌伴 (さの まさとも)
(社)日本建設機械化協会
施工技術総合研究所 研究第四部
研究課長



加藤 弘志 (かとう ひろゆき)
(社)日本建設機械化協会
施工技術総合研究所 研究第四部
主任研究員

