

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

牧野 千代春¹・平川 良一²・プロジェクトチーム³

¹九州地方整備局 九州技術事務所 施工調査課 (〒830-8570福岡県久留米市高野一丁目3番1号)

²九州地方整備局 九州技術事務所 施工調査課 (〒830-8570福岡県久留米市高野一丁目3番1号)

³「真空環流式路面清掃車の省散水化の検討」に関して組織されたプロジェクトチーム

市街地における真空環流式路面清掃車における清掃作業は、散水車との組み合わせ作業となるため、清掃作業の効率化、交通渋滞の緩和、コスト削減が強く望まれている。

これらの問題点を解決するために、清掃時の散水車の削減を目的として、要素試験、構内試験、現場実証実験を行い、粉塵巻き上がり防止を可能とする真空環流式路面清掃車の省散水化技術の開発を行った。

キーワード 真空環流式路面清掃車、省散水化、清掃作業効率化、交通渋滞緩和、コスト削減

1. はじめに

市街地における真空環流式路面清掃車（以下「路面清掃車」という。）による清掃作業は、散水車との組み合わせ作業となるため、清掃作業の効率化、交通渋滞の緩和及びコスト削減が強く望まれている。

これらの問題点を解決するために、清掃時の散水車の削減を目的とした粉塵巻き上がり防止を可能とする路面清掃車の省散水化技術の開発を行った。

2. 粉塵発生状況調査

現場における清掃作業は、散水車を先行させて事前散水を行うため、苦情が発生するような粉塵発生状況にはいたっていない。

開発を行うにあたっては、路面清掃車単独で清掃を行った場合の粉塵発生状況を把握する必要があるため、九州技術事務所構内において調査を行った。

調査は、散水状態を変え、各々の散水状態での粉塵発

生状況の把握を行った。粉塵発生の状況を写真-1に示す。

散水無しの場合は、多量の粉塵が側ブラシ周辺で発生し、路面清掃車の側面全体に広がっている。側ブラシ部のみ散水を行った場合は、低い位置での粉塵の発生がみられた。前ノズルのみの散水では車体の運転席側側面に向け粉塵の発生がみられた。

3. 粉塵発生抑制対策の検討

粉塵発生状況調査の結果をもとに、主たる粉塵発生部位の粉塵抑制対策について適用可能と思われる17技術を抽出し、必要動力、重量増加、費用等を基に、特に実現性が高く有効と思われる下記3技術について検討を行った。

(1) ブラシ経由給水方式

透光性遮音壁清掃機械やトンネル壁面清掃機械で使用されている方式であり、ブラシに洗浄水を噴射し、ブラシの回転軸中心から洗浄水をにじみ出させ濡れたブラシで清掃を行う技術である。

この技術を応用して粉塵発生を抑制する最適な散水方式を決定する。

(2) 側ブラシ回転数調整機能

現在の固定式である側ブラシの回転数を、調整式に改造し、塵埃量（清掃速度）に対応した回転数を選択できるようにすることで粉塵発生の抑制を図るものである。

(3) 水タンク容量拡大

路面清掃車単独での清掃となるため、路面清掃車の水



散水無し 側ブラシ部のみ散水 前ノズルのみ散水

写真-1 路面清掃車単独清掃による粉塵発生状況

タンク容量拡大が必要となる可能性があり、搭載場所のスペース、車両の保安基準（タイヤ負荷率、最大安定傾斜角度等）などを基に検討した。その結果、350Lの容量拡大（現在1500L）が可能であることがわかった。

上記(1)、(2)を組み合わせることにより粉塵巻き上がり防止が可能である省散水化技術の開発を行うものとする。省散水化技術の概要を図-1に示す。

4. 要素試験及び構内試験

(1) 路面清掃車改造

粉塵発生抑制対策の検討で得られた省散水化技術について、要素試験、構内試験、現場実証実験を行うため、路面清掃車をブラシ経由給水方式及び側ブラシ回転数調整機能への改造を行った。

ブラシ経由給水方式はノズルを要素試験で得られた最適な組み合わせとするため配管及びノズル設置位置の改造を行った。散水方式の比較を図-2に示す。側ブラシ回転数調整機能は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圧を調整することにより回転数を90~150rpmに調整可能な構造とした。回転数調整バルブ設置状況を図-3に示す。

なお、今回は水タンク容量の拡大は行わなかった。



図-1 省散水化技術の概要



図-2 散水方式の比較

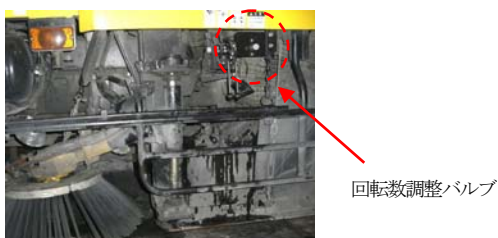


図-3 回転数調整バルブ設置状況

(2) 要素試験

ブラシ経由給水方式において、ノズルの噴霧位置、角度の最適の組み合わせを抽出するため、散水量4種類、側ブラシ回転数3種類の計12種類の条件で要素試験を行った。要素試験の概略図を図-4に示す。

要素試験において散水の水量分布の測定を行い、粉塵発生抑制に対して最も有効である清掃の進行方向に対して、側ブラシの左前方部に均一で多量の散水となる状態をノズルの最適組み合わせとした。要素試験結果におけるノズルの最適組み合わせを図-5に示す。

(3) 構内試験

要素試験で得られた最適なノズルの組み合わせ状態で、最適な作業条件を抽出するために構内試験を行った。

構内試験の概要は、下記の通りである。

- ・粉塵の散布区間は15m（または30m）
- ・塵埃量0.1m³/km及び0.2m³/kmの2種類
- ・塵埃の含水状態は絶対乾燥状態
- ・路面清掃車により清掃を行い、粉塵を測定位置で捕集し、乾燥させ質量を計測

粉塵の測定位置を図-6に示す。

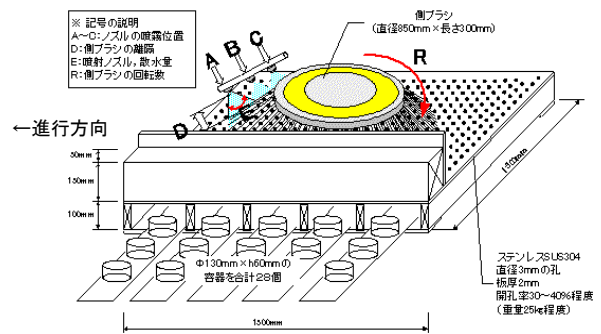
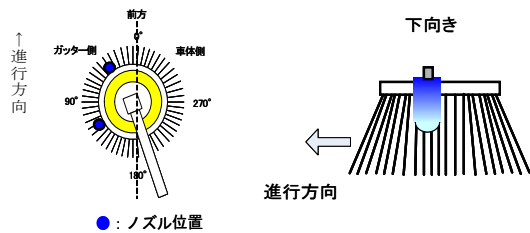


図-4 要素試験



- ・ノズルの噴霧位置：45°と120°（前方を0°とする）
- ・噴霧ノズルの角度：両ノズルとも下向き

図-5 ノズルの最適組み合わせ

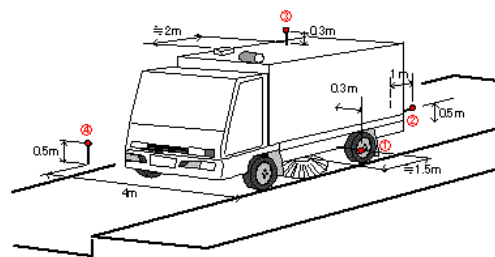


図-6 粉塵測定位置

上記条件で試験を行い、粉塵発生状況、塵埃回収率の優れた状態を最適作業条件とした結果、下記のとおりとなった。

- ①清掃速度：6 km/h、側ブラシ回転数：90 rpm、散水量4 L/min
- ②清掃速度：3 km/h、側ブラシ回転数：90 rpm、散水量3 L/min

但し、実際の清掃作業では清掃速度の速い①を最適条件と設定した。

5. 現場実証実験

(1) 現場実証実験概要

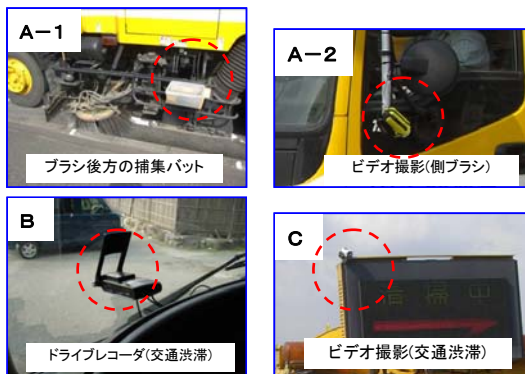
現場実証実験は、2009年度と2010年度の2ケ年において実施した。2009年度は福岡国道事務所管内の古賀地区、筑紫野地区、粕屋地区の3カ所で11月、12月に各1回、2010年度は古賀地区、筑紫野地区の2カ所で最も作業環境の厳しい8月と10月に各1回行った。なお、2009年度はブラシ経由給水方式と現行清掃方式、2010年度はブラシ経由給水方式で実験を行った。現場実証実験の概要を表-1に示す。

(2) 塵埃含水率の分布

現場実証実験を行うに当たり、まず現場の塵埃の状況を把握するため含水率の測定を行った。古賀地区及び筑紫野地区の塵埃の含水率の分布を図-7に示す。

表-1 現場実証実験概要

測定項目	測定・評価方法
粉塵発生量	粉塵捕集容器を側ブラシ後方に取り付け km当たりの乾燥質量で評価 (写真A-1)
	目視 (ビデオ撮影、ブラシ直視・歩道) (写真A-2)
清掃能力 (清掃前後の堆積塵埃量)	清掃前後に堆積塵埃量を重量計測 (採取範囲はガッターの1m幅) 回収率 (%) = (清掃前 - 清掃後) ÷ 清掃前 × 100
清掃速度	清掃車にドライブレコーダを取り付けて計測 (写真B)
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
ブラシ回転数	デジタル回転計 (ブラシを路面に接触した状態で計測)
交通渋滞状況	目視 (清掃車の後部からビデオ撮影) (写真C) 記録 (旅行速度の変化をドライブレコーダで計測) (写真B)
気象条件	気温・湿度・天候・路面温度



塵埃の含水率については、2009年度の筑紫野地区の値についてはバラツキが大きい、その他については低い値となっている。特に、2010年度の1回目の8月は非常に低い値となっており、粉塵が発生しやすい状況であると言える。

(3) 粉塵発生量

1 km当たりの粉塵発生量の比較を図-8に示す。

粉塵発生量は、現行清掃方式では2.06 g/kmであったのに対し、ブラシ経由給水方式では2009年度の平均で1.05 g/km、2010年度は0.56 g ~ 1.22 g/kmと良好な結果が得られた。なお、2010年度の1回目の結果は0.90 g/kmと0.95 g/kmであり粉塵の発生しやすい夏場でも十分に有効である結果が得られた。

写真-2にブラシ経由給水方式での清掃作業時の粉塵発生状況を示す。ブラシ経由給水方式での清掃作業時には、粉塵発生が抑制されていることが確認できた。

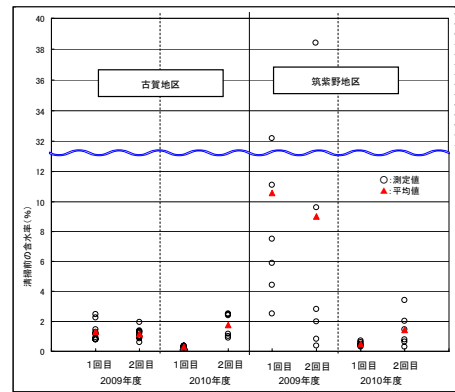


図-7 塵埃の含水率分布

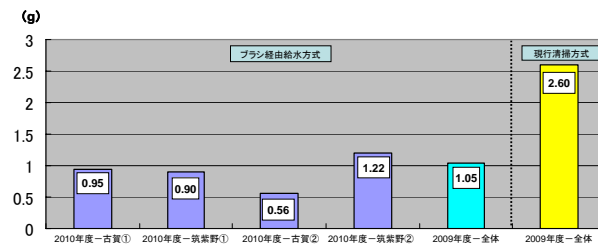


図-8 1 km当たりの粉塵発生量



写真-2 粉塵発生状況 (ブラシ経由給水方式)

(4) 塵埃回収率

塵埃回収率の比較を図-9に示す。

塵埃回収率は、現行清掃方式では97.6%であったのに対し、ブラシ経由給水方式では2009年度の平均で99.3%、2010年度は筑紫野地区の1回目を除いては97.9~99.7%と良好な結果が得られた。なお、筑紫野地区の1回目の塵埃回収率が低かったのは、現場でのブラシの設置圧の関係で回転数が70rpmと遅くなっていたためと考えられる。

(5) 交通渋滞状況

渋滞調査は、追跡車にドライブレコーダを取り付け、追跡車の走行速度が低下した時から元の速度に回復するまでを渋滞距離として行った。図-10に複数車線における現行清掃方式の渋滞状況を示す。

現行清掃方式では、路面清掃車と散水車が数百m離れて作業を行うため、2度渋滞を引き起こすこととなり、約560mの渋滞距離となった。

地区毎に車線数や交通量等の条件が異なるが、今回の調査では複数車線における現行清掃方式では500~600m程度の渋滞距離となった。

図-11に複数車線におけるブラシ経由給水方式での清掃作業の渋滞状況を示す。

今回の調査では複数車線におけるブラシ経由給水方式での清掃作業では200~500m程度の渋滞距離となり、従来清掃方式より渋滞距離が短くなることが確認できた。

(6) 清掃作業における散水量

図-12に、2010年度の高賀地区での清掃作業時

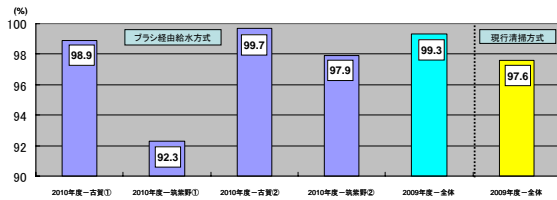


図-9 塵埃回収率の比較

に使用した累計散水量の時系列変化を示す。

図の折れ線は、散水ノズルの稼働状況を元に算出を行った散水量である。

清掃作業終了後に水タンクの残量から計測した散水量とは若干の違いはあるが、散水量は第1回目の実験では約1000L、第2回目の実験では約1200Lであり、どちらも路面清掃車の水タンク容量(1500L)を下回っており、朝1回の給水で1日の清掃作業をまかなえることが確認できた。

6. まとめ

今回、真空環流式路面清掃車の清掃時における粉塵の巻き上がりを防止する省散水化技術の開発検討及び各種実験の結果、作業条件が厳しい夏場を含めた現場実証実験において、粉塵発生量、塵埃回収率とも良好な結果が得られ、省散水化技術の有効性が確認できた。

省散水化技術の適用により、真空環流式路面清掃車単独での清掃作業が可能となり、作業効率の向上、交通渋滞の緩和、コスト削減が図れる見通しとなった。

今後は、今回開発を行った省散水化技術に基づき九州地方整備局内の真空環流式路面清掃車の改造を行い、清掃作業の効率化を図っていく。

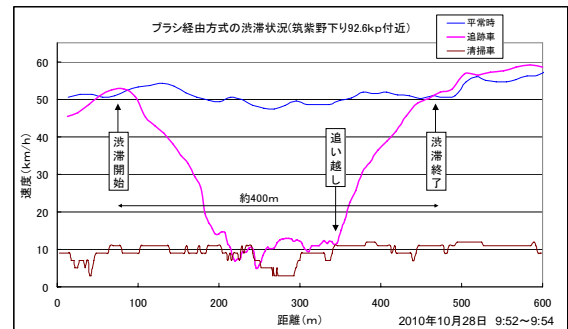


図-11 渋滞状況 (ブラシ経由給水方式 複数車線)

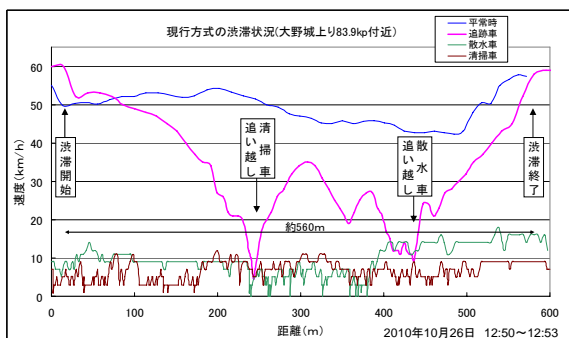


図-10 渋滞状況 (現行清掃方式 複数車線)

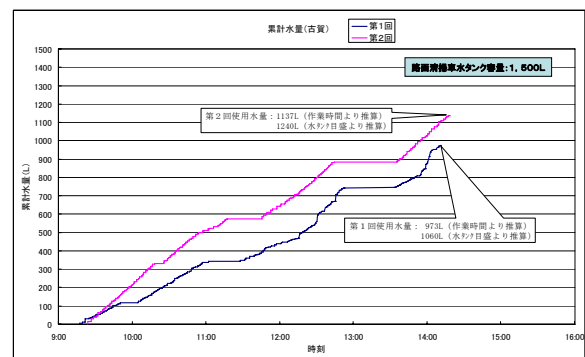


図-12 散水量 (2010年度 高賀地区)