

省散水型路面清掃車の開発

井手 隆 幸

道路の路面維持管理は、交通事故対策や周囲の環境・景観保持等その重要性は益々増大している事とは別に、近年における3K(きつい、きげん、きたない)問題や公共事業への投資効率等厳しい社会情勢下にある。中でもコストについては、特に重要な課題であり、現在さまざまな取組みがなされているところである。

今回、そのような背景を基に道路維持作業でもウエイトの大きい路面清掃車について、コストの縮減を重視した「省散水型路面清掃車」の開発を行った。

キーワード：路面清掃車，コスト縮減，省力化，合理化，作業性の向上，安全性

1. はじめに

日本の社会資本整備の進捗や生活環境の向上に伴い、道路環境の保全として路面清掃は、交通事故防止や交通車両の快適な走行を確保するとともに、環境美化等についても社会的に重要な役割を担っている。

また、道路整備延長の増加と比例して、その維持管理における作業性は増加の一途をたどっているが、維持管理予算の増加は少なく、厳しい状況に直面している。また、作業内容においても、弱者対策としてのバリアフリー化、交差点等の増加、沿線地域環境の多様化などに伴い、道路形状も複雑化してきており清掃作業の減速化を起すなど、交通渋滞や事故を誘因する原因の一つとなっていることもある。

以上の背景を基に、サービスレベルを維持しながら維持管理費のコスト縮減、さらに交通渋滞の

緩和、安全性、作業効率の向上を実現させた路面清掃車(省散水型)(写真-1参照)の開発を行ったので報告するものである。

2. 現在の路面塵埃状況

路面清掃機械による清掃作業での回収物は、従来では、土・砂等が主であったが最近では都市化や道路整備が進み、また生活様式の変化によって目の細かい砂、塵埃、一般ごみ、空缶、タバコの吸い殻等、種類や性状も多様化し(写真-2参照)、車両や二輪車等の走行障害や沿線環境の低下が懸念されている。

3. 路面清掃における作業機械の特性

路面の清掃機械は大別すると、ブラシ式と真空式に分けられる。それぞれに長所・短所があるが、清掃作業全体として排出ガスの低減、作業時



写真-1 省散水型路面清掃車



写真-2 路面清掃を待つ路面

等の低騒音化、路側帯側及び中央分離帯側への左右清掃切替の容易性等を考慮し、今回は、4輪ブラシ式について以下の2点の検討を行った。

- ① 組合せ機械の見直し
- ② 作業における安全性、作業効率の向上

4. 省散水型路面清掃車の開発経緯

通常の路面清掃は、清掃に先だって散水を行う、塵埃の巻き上げ防止や散逸防止を行うため、清掃車と散水車との組合せ施工が一般的である。そこで、清掃車に散水車の機能を付加することによりコストの削減を行えないか検討した結果、散水方法を改善する事で機能の付加が可能である事が推察された。

以上の事を基に、清掃車に散水車を組合せた場合と同等以上の性能を出せる省散水型路面清掃車の開発・製作を行うこととした。

5. 開発の目標

開発を行うに当たり、清掃車に散水車を組合せた場合と同等の防塵能力を清掃車に持たせるために、現在の散水車等による連続散水方式から、路面状況に合わせて、散水量にめりはりを付けること

とした。すなわち、路面上には常時一定の塵埃があるわけではなく、塵埃の量が多い、少ない、中程度、といったように同一の清掃区間においても塵埃量は常時変化しているため、それに見合った効率の良い散水を行うことにより、制限された水タンク容量内で一日の作業をまかなえるようにしたものである(図-1参照)。また、開発に当たり、下記の項目についても考慮した。

- ① 現行の車両寸法と同等以下とする
- ② 可能な限り自動制御とする
- ③ 安全性、作業効率の向上を図る

6. 省散水型路面清掃車の仕様

2.5m³リヤリフトダンプ(ブラシ式・両ガッタ仕様)の性能、諸元は以下のとおりである。

- ① 性能
 - 清掃速度 3.0~30 km
 - 回送速度 100 km/h
 - 清掃幅 両側3.00m, 片側2.24m
- ② 諸元
 - 全長 7.260 m
 - 全幅 2.420 m (回送時)
 - 3.00 m (作業時最大)
 - 標準塵埃収納容量 2.0 m³

新路面清掃車(ブラシ式)の開発

- (1) 散水パターンを調整するため配管の区分を行う。
 - 前バンパダスプレイと前方集中ノズルの個別操作化
 - 側ブラシ前方スプレイの増設
 - 側ブラシ補助スプレイの増設
- (2) 側ブラシノズルの一部を円錐パターンノズルから散水効率の良いフラットパターンノズルに変更
- (3) 散水パターンを塵埃量すなわち発塵状態にあわせて自動で調整する。
- (4) 粉塵の飛散を防止するためにカバーを車両側部に取付ける。
- (5) 発生した粉塵を集塵散水するためのプロワファン(防水型)を増設する。回収物は埃のみのためホースは詰まることはない。

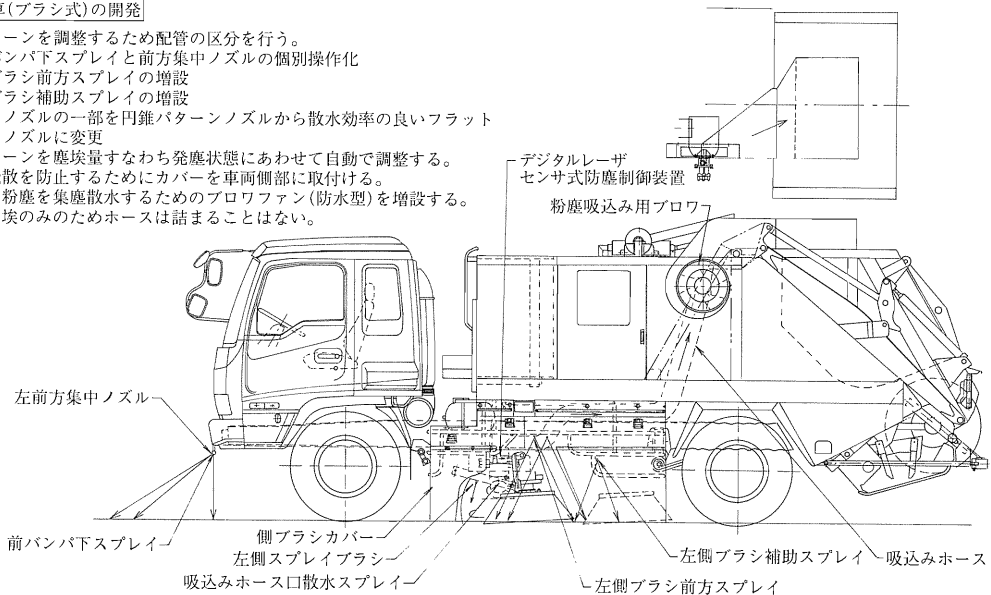


図-1 平面図

水タンク容量 1,900 L

③ 防塵装置（粉塵吸込み装置）

ブロウ

油圧モータ直結1段ターボ式

吸塵口風速 12 m/s

ホップ排気口風速 1 m/s

④ 防塵カバー

型式 一部開放簡易着脱ゴム板式（写真—3参照）



写真—3 防塵カバー

⑤ 散水制御装置

粉塵量検知装置

半導体レーザーセンサ式

最小検知物 φ 8~50 μm

型式

デジタル式透過率3段階制御式

制御パターン

3段階制御（通常清掃，発塵小，
発塵大）

⑥ 散水ノズルの形状

左側ブラシノズル

円錐，フラットの組合せ 各1個

左側ブラシ補助ノズル

円錐 1個

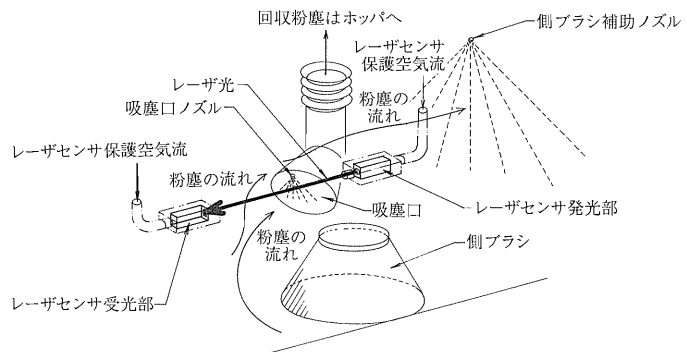
左側ブラシ前方ノズル

フラット 2個

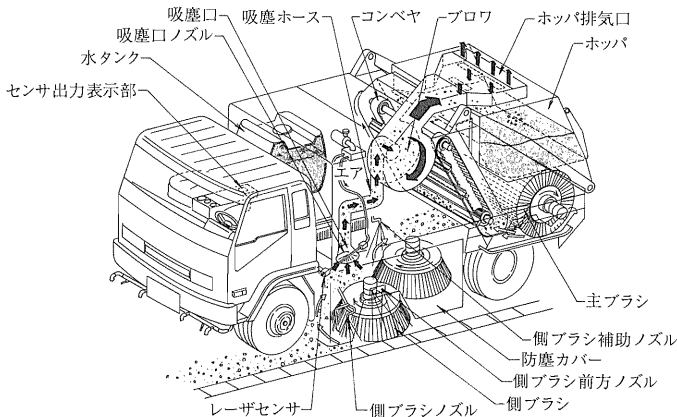
7. 各装置の構造

(1) 粉塵量検知装置

側ブラシにより発生した塵埃を，塵埃吸込みホース部付近に設置したレーザーセンサで検知する（図—3参照）。センサは塵埃量に応じ散水量を3段階に制御し，効率良く発塵を抑制する。センサは，現地の状況に対応出来るよう，感度の調整が可能であるとともに，タイムラグタイムを設けることによりセンサ指令による散水電磁バルブの頻繁なオン・オフを抑制し，チャタリングを防止した。



図—3 粉塵量検知装置の構造図



図—2 イメージ図

(2) 散水装置

発塵状況に合わせて，3段階に設定された散水量を効率的に選択するため制御する電磁バルブの数を増やすとともに，散水ノズル本体の改良により散水ノズル数を減らした（図—4，図—5参照）。

(3) 散水ノズルの改良

側ブラシと路肩が接触する部分の散水には，円錐パターンノズルを使用し

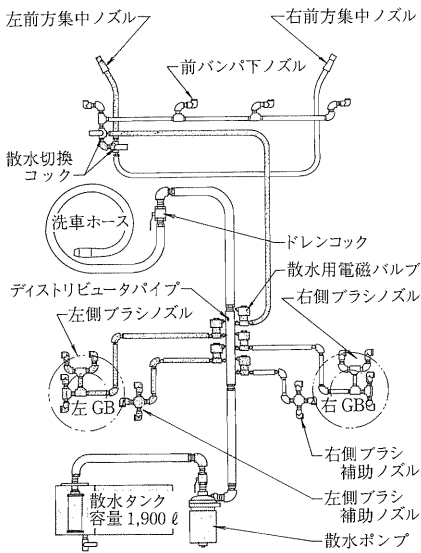


図-4 標準仕様車の配管系統図

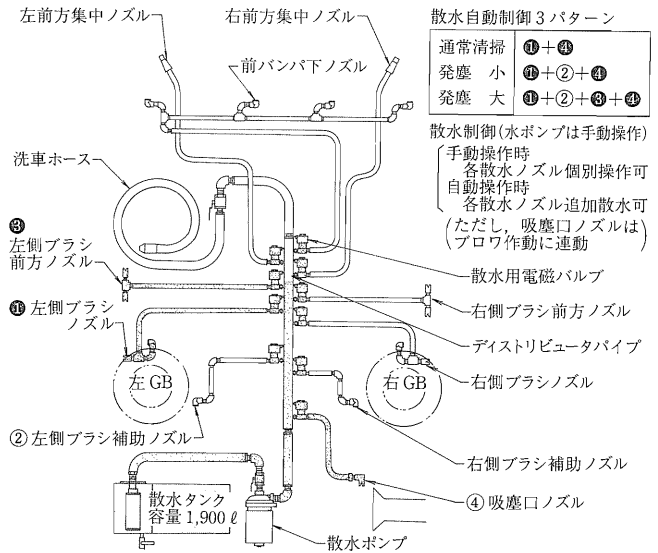


図-5 省散水型車の配管系統図

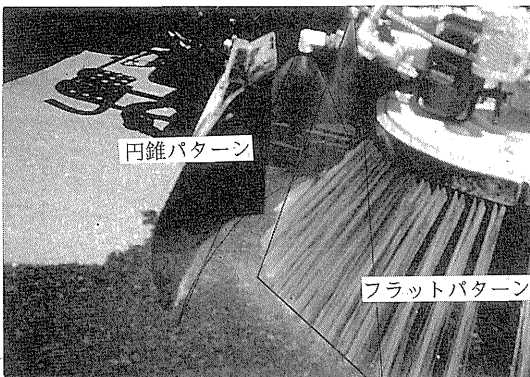


写真-4 ノズルの組合せ

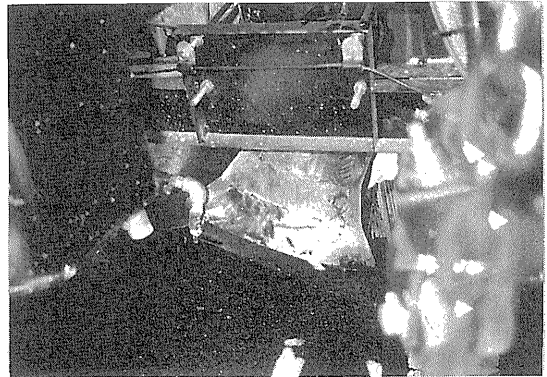


写真-5 粉塵及び吸込み部

ていたが、土、砂が掻き出された形状に合わせて散水出来るフラットパターンノズルを採用した(写真-4参照)。また両ノズルの組合せを最適化する事により、少量の散水で発塵を押えるようにした。

(4) 粉塵吸込装置

側ブラシによる掻寄せ時に発生した巻き上げ塵埃を、側ブラシ上部付近に設置した吸込みホース口からホッパ内に集塵する(写真-5参照)。その際、ホース入口部において霧状散水を行うことにより塵埃の比重を増やしホッパ内へ自然落下するようにした。

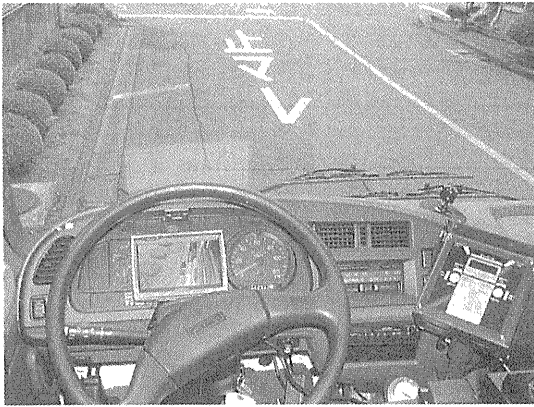
そのことにより吸込み部付近における風速12 m/sは、最終出口風速1 m/sとなり、ホッパ内で

はほとんど風速は無くなるためフィルタ等は不用とした。

(5) 安全性及び作業効率の向上

従来は、路肩と側ブラシの接地部位の確認はサイドミラーで行っていたが、小型カメラを設置し、運転席正面の作業確認モニターで左右および後方のブラシの追従および発塵状況等の確認を集中化する事で、視線の動きを少なくすることにより安全性を高めた(写真-6, 写真-7参照)。

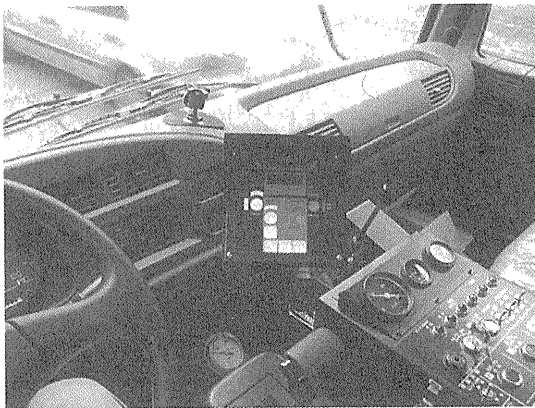
さらに、清掃作業中の散水状況やブラシの作動状況が瞬時に分かるよう、運転席にインフォメーションパネルを設置し、作業効率の向上を図り運転操作性の改善を行った(写真-8参照)。



写真—6 運転席全景



写真—7 作業確認モニター



写真—8 インフォメーションパネル

7. 作業試験の比較評価

清掃時の発塵および清掃後の仕上がり状況を、

標準仕様車と省散水型清掃車について評価基準を設定し、比較評価を行った。

(1) 発塵及び仕上がり評価表

表—1、表—2 に評価基準を示した。

表—1 発塵評価基準

評価点	状 態
1	塵埃がほとんど立たない
2	側ブラシに少し塵埃が立つ
3	側ブラシ、主ブラシ付近の足回りに塵埃が少し立つ
4	清掃車の周りに塵埃が少し立つ
5	清掃車は見えるがかなりの塵埃が立っている

表—2 仕上がり評価基準

評価点	状 態
1	路面が乾燥し、散水の後が少し見られる
2	路面は濡れているが、塵埃は付着していない
3	路面は濡れ、塵埃が僅かに付着している
4	路面は濡れ、塵埃が付着している
5	路面は壁土を塗布したようになっている

(2) 発塵と仕上がり評価表

上記の評価基準で、乾燥土砂を散布した性能試験の結果を表—3、表—4 に示した。

(3) 散水量の影響

各種散布土砂量による散水量の仕上がり精度評価の効果を表—5、表—6 に示した。

8. 作業試験結果

(1) 散水量に対する発塵評価

散布土砂量が $0.2 \text{ m}^3/\text{km}$ および $0.5 \text{ m}^3/\text{km}$ において側ブラシのノズルのみの散水条件と比較すると、省散水型車の側ブラシノズル等の改善によって、標準仕様車より発塵防止効果が十分得られた。さらに、実清掃に即した散布土砂量 $0.2 \text{ m}^3/\text{km}$ においては、標準仕様車の散水量を省散水型車と同条件の散水量（通常の半分）にした場合、その差が顕著に現れた。よって、標準仕様車では、発塵抑制に散水量の寄与が大きい事が分かった。また発塵はブラシの回転速度による影響は受けなかった。

表—3 乾燥土砂散布による防塵性能試験結果（標準仕様車）

・試験条件：①散布土砂の含水比2% ②散布土砂は山砂 ③作業装置は左側ブラシ（左GB），主ブラシ，コンベヤ ④作業用エンジン回転数：2,200 min⁻¹ ⑤側ブラシ回転数：187 min⁻¹ ⑥主ブラシ回転数：167 min⁻¹ ⑦測定区間：30 m
試験 No. A 気象条件：無風状態

試験 No.	散布量 m ³ /km	清掃速度 km/h	散水量 L/min				発塵評価値						残留土砂量 cc (1m間)	備考
			左GB	左前方集中	前ハンパ下	合計	仕上がり評価値							
						A	B	C	D	E	総加平均			
A-1	0.2	6	6.2	—	—	6.2	2 3	2 3	3 3	2 2	2 3	2.2 2.8	25	
A-2	0.5	6	6.2	—	—	6.2	4 3	4 3	5 3	4 3	4 3	4.2 3.0	50	
A-3	0.1	6	6.2	—	—	6.2	2 4	2 4	2 3	2 3	2 4	2.0 3.6	15	
A-4	0.2	6	4.1	—	—	4.1	5 2	5 2	5 2	5 2	5 1	5.0 1.8	12	左GBノズル4個→2個
A-5	0.5	6	6.0	3.8	—	9.8	2 3	2 3	2 3	2 3	2 3	2.0 3.0	45	

表—4 乾燥土砂散布による防塵性能試験結果（省散水仕様車）

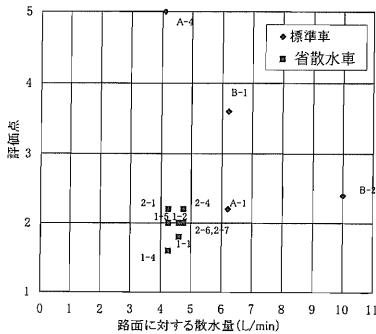
・試験条件：①散布土砂の含水比2% ②散布土砂は山砂 ③作業装置は左側ブラシ（左GB），主ブラシ，コンベヤ，ブロウを作動 ④作業用エンジン回転数：2,600 min⁻¹ ⑤主ブラシ回転数：166 min⁻¹ ⑥ブロウ回転数：2,950 min⁻¹，ブロウ風量：52 m³/min ⑦測定区間：30 m

(1) 発塵と仕上がり

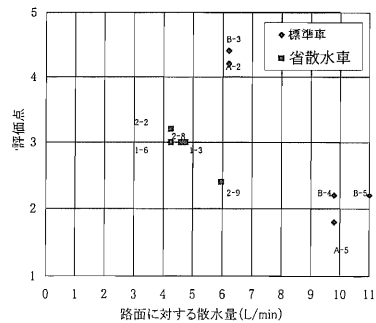
試験 No. 1 気象条件：無風状態

試験 No.	散布量 m ³ /km	清掃速度 km/h	散水量 L/min					発塵評価値						残留土砂量 cc (1m間)	備考
			左GB	左GB前方	左GB補助	吸塵口	合計	仕上がり評価値							
							A	B	C	D	E	総加平均			
1-1	0.2	6	3.6	—	—	1.0	4.6	1 2	2 2	2 2	2 2	1.8 2.0	16	GB回転数 140 min ⁻¹	
1-2	0.2	6	3.6	—	—	1.0	4.6	1 2	2 3	2 3	2 3	2.0 2.8	20	GB回転数 180 min ⁻¹	
1-3	0.5	6	3.6	—	—	1.0	4.6	3 2	3 2	3 2	3 2	3.0 2.0	50	GB回転数 180 min ⁻¹	
1-4	0.2	6	3.6	—	—	0.65	4.25	1 1	2 1	2 1	1 1	1.6 1.0	16	GB回転数 180 min ⁻¹	
1-5	0.2	6	3.6	—	—	0.65	4.25	2 1	2 1	2 2	2 1	2.0 1.2	20	GB回転数 140 min ⁻¹	
1-6	0.5	6	3.6	—	—	0.65	4.25	3 2.5	3 2	3 2	3 2	3.0 2.3	35	GB回転数 140 min ⁻¹	

表—5 散水量による発塵評価

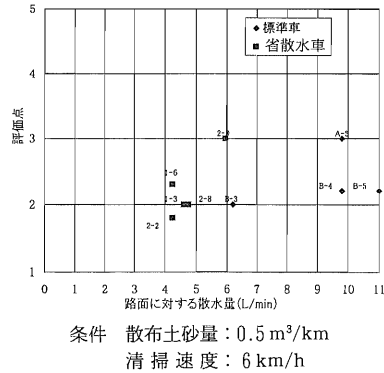
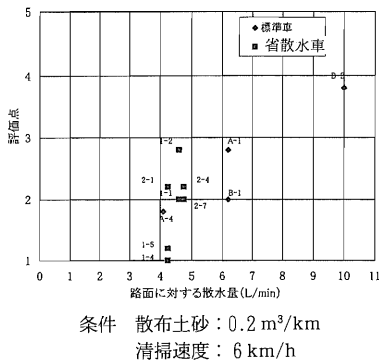


条件 散布土砂：0.2 m³/km
清掃速度：6 km/h



条件 散布土砂量：0.5 m³/km
清掃速度：6 km/h

表一六 散水量に対する仕上がり精度評価



(2) 仕上がり評価 (散水量に対する, 仕上がりおよび仕上がり精度評価)

散布土砂量が 0.2 m³/km の場合, 省散水型は散水量を少なくすることにより, 仕上がり評価及び仕上がり精度がともに標準仕様車と比較して向上している。ちなみに, 標準仕様車で側ブラシ部の散水量を半分にした場合, 仕上がり精度は良くなるが, 発塵状況がかなり悪くなった。散布土砂量が 0.5 m³/km の場合は仕上がり及び仕上がり精度評価は同等であった。

以上の試験結果から, 省散水型は散水量を減らしても発塵, 仕上がりとも標準仕様車に比べ良好な結果が得られた。また, 防塵装置の設置, 吸塵・散水ノズルの改善などにより散水量を減らすことができ, 表一七のように積載水容量による散水時間の延長を図ることが可能となった。

表一七 1日当たりの散水量の削減効果 (標準車を 100 とした場合)

	省散水車散水量 (L/min)	標準車散水量 (L/min)	散水量削減率 (%)
通常清掃	4.75	6.2	77
発塵少	5.55	6.2	89
発塵大	7.45	12.0	62

9. コストによる比較

省散水型清掃車は, 組合せ機械である散水車を省くことにより経費が約 27% 削減できる。また, 散水車の保有に係る間接的な経費の削減が行える (表一八 参照)。

表一八 コストの比較 (%)

名称	標準仕様車+散水車	省散水型路面清掃車
比較	100	73

10. あとがき

省散水型路面清掃車の開発は, 現場を十分に観察することで現在の清掃における問題点を抽出し, 路上試験を繰返しながら行った結果, 当初目標に近い成果を収める事が出来た。この清掃車は現在, 順調に稼働中であり, 良好な結果を得ている。しかしながら, 塵埃量や1日当たりの清掃延長など, 現場条件によっては省散水車では, 満足できない場合も考えられる。今後も追跡調査を行い, さらなるコスト削減や作業効率の向上に努める予定である。

さらに, これからの清掃車 (維持機械全般を含めて) は, CNG 車やハイブリッド車等, 地球環境にも寄与できる車両であることが望ましいと考える。

【筆者紹介】

井手 隆幸 (いで たかゆき)
国土交通省九州地方整備局
福岡国道工事事務所
機械課

