

道路維持作業の合理化、安全性向上、コスト縮減を実現する新型清掃車の開発 ～ 洗浄水を循環再利用する水循環式排水管清掃車 ～

中部地方整備局 中部技術事務所機械課 専門職 桜田 明彦

1 はじめに

国土交通省では、工事の施工にあたり新技術・新工法等の積極的な導入を推進し、施工の効率化、安全性の向上やコスト縮減を進めているが、維持管理分野においても取り組むべき課題は多い。



写真-1 作業状況
(車両を連ねた状態での規制)

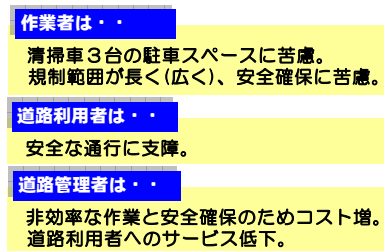
直轄国道の維持管理作業のうち、道路側溝や排水管路内の土砂等堆積物を除去・清掃する「排水構造物清掃作業」においては、大型の専用車両3台を用いた作業となることから安全面や作業の効率性、コストの面で課題を抱えている。

中部技術事務所では、平成14年度から新しい発想の排水管清掃機械の開発調査に着手し検討を進め、平成17年度には開発成果に基づく実用機が導入されるに至ったことから、今後本開発機械が広く普及し利活用されるために、機械の開発経緯と導入された機械の現場適応性等について報告するものである。

2 清掃作業の実態と開発目標

2.1 作業実態と課題

排水構造物清掃作業は一般に、①排水管清掃車からの高圧水で堆積物を洗浄、②側溝清掃車で洗浄後の泥水を吸引回収、③散水車(給水車)から排水管清掃車へ不足した洗浄水を給水、という各作業を3台の大型専用車両で実施するため作業に伴う交通規制範囲が広くなり国道を利用される方々の利便性を損ねていることは容易に想像できる。



安全、サービス、コスト面で課題

図-1 清掃作業の現状と課題

開発調査にあたり国道156号(岐阜国道事務所)および国道1号(静岡国道事務所)において作業実態を調査した結果からも、図-1に示すように安全性、施工性、コスト面の課題があることが確認できた。

2.2 新しい清掃車の開発目標

作業の効率化を図り、安全性向上、作業コストの縮減を実現

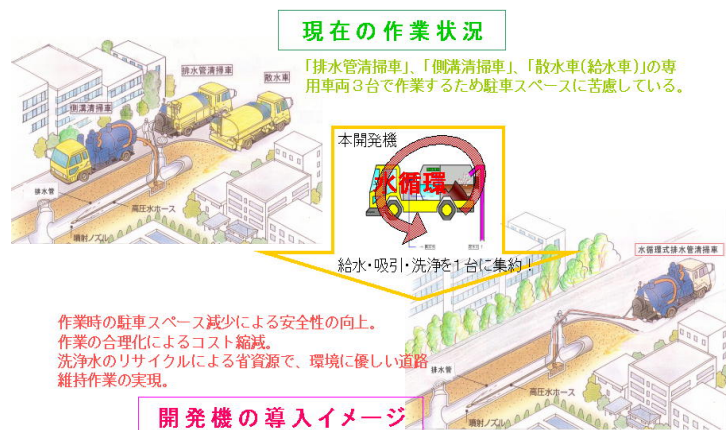


図-2 清掃作業の現況と新型清掃車導入イメージ

し現在抱えている課題を解決するために、清掃作業に不可欠な洗浄水を循環再利用することで、洗浄・吸引・給水の各作業機能を1台の車両に集約した新型清掃車を開発導入することとした

新しい清掃車の開発条件

1. 清掃作業能力を低下させないよう、新型清掃車に集約する各機能性能は、既存のそれぞれの専用車と同等程度とする。
2. 現場での利便性を確保するため、新型清掃車のサイズは既存の車両と同等程度とする。

図-3 清掃車の開発条件

(図-2)。なお、技術調査の過程で類似のコンセプトをもつ外国製品が存在することがわかったが、機構が複雑で、また車両のサイズが大きく一般国道で使用するメリットがないことから、図-3のように開発目標を設定し開発を進めることとした。

3 要素技術の検討と機械設計

3.1 新しい清掃車に適した泥水浄化方式

新型清掃車の実現には、回収泥水を洗浄水として循環再利用するための浄化方法がポイントとなる。そこで、岐阜・静岡・名古屋の各国道事務所管内の清掃現場で泥水を採取し性状分析したところ、泥水の粒径は1~100 μ mに分布していることがわかったため、この粒径に適合する、流体サイクロン、一般濾過、プレコートフィルタ、凝集沈殿などの浄化方式から適切な方式の検討をすすめた。

今回開発する清掃車は、1台の車両に浄化システムだけでなく高圧洗浄装置や吸引装置等も搭載するため、その浄化方式は「単純な機能で浄化」できるものが望ましく、濁水処理プラント等で多くみられる流体サイクロン方式などの効率的な泥水処理が期待できる方式より、複雑な機械装置を持たず固液分離できる凝集沈殿方式とするのが有利であると考えられる。しかし、清掃現場で採取した泥水のSS(濁水)濃度は2,000~6,000mg/ℓと高めであったことから、採取泥水に凝集剤(PAC:ポリ塩化アルミニウム)を添加し凝集沈殿試験を行った結果、3現場の採取泥水ともPAC添加率200ppmにおいて40分後のSS濃度が300mg/ℓ以下まで低下することが確認できたため、新型清掃車における回収泥水の浄化は凝集沈殿方式として問題ないと判断した(表-1、写真-2)。

なお、この試験結果から新型清掃車の浄化性能の目標値は、水質汚濁防止法に基づく排水基準のSS濃度である200mg/ℓ程度とすることとした。

3.2 新しい清掃車の機械構造の検討

新型清掃車にはその機能上、洗浄水と回収泥水を

表-1 PAC添加率とSS濃度

| 項目 | 採取場所 | SS濃度(mg/ℓ) | | |
|---------|--------|------------|----------|----------|
| | | R1(沼津) | R41(名古屋) | R156(美濃) |
| 回収泥水のSS | | 1,748 | 2,553 | 6,736 |
| PAC添加率 | 40ppm | 600 | 250 | 800 |
| | 100ppm | 500 | 60 | - |
| | 200ppm | 300 | 40 | 100 |



写真-2 凝集沈殿試験状況

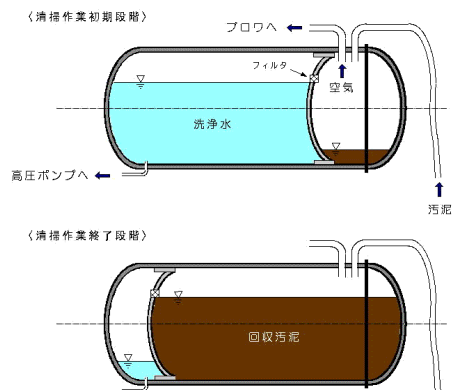


図-4 可動隔壁タンク構造

それぞれ貯留するタンク、回収泥水を浄化するための凝集沈殿タンクが必要となるが、これらを個別に設けるのは車両サイズと作業能力の面から現実的ではなく開発目標も達成できない。

そこで、ひとつのタンク内に可動する隔壁を設け洗浄水室と回収泥水室として分離し、さらに泥水の浄化は回収泥水室で直接凝集沈殿させることとした。これにより清掃作業の進行に合わせて洗浄水室と回収泥水室の容量を変化させ必要な容量を確保することができ(図-4)、従来の専用機と同等のタンク容量(4m³)を1台の車両のタンクで確保することが可能となった。

これらの検討結果に基づき、新型清掃車の構造設計を行い実機導入のための要求仕様を平成16年度にとりまとめた。

表-2 新型清掃車の要求仕様

| 項目 | 仕様 |
|---------|--|
| 1. 基本仕様 | ① 高圧水により排水管や側溝を洗浄し、発生した泥水を吸引する。 ② 回収した泥水を浄化し洗浄水として再利用する。 |
| 2. 車両 | ① 車種 8t級トラック ② 車両総重量 17,000kg以下 |
| 3. 作業装置 | ① 水浄化装置 i 浄化方式 凝集沈殿方式 ii 浄化性能 浄化水SS濃度200ppm iii 凝集剤 無機凝集剤(有害性のないもの) ② タンク i 構造形式 可動隔壁構造鋼板溶接円筒型 ii 容量 洗浄水室(最大)3.9m ³ 以上 回収泥水室(最大)4.7m ³ 以上 ダンプ式 iii 泥土排出 ③ 高圧水ポンプ i 最大吐出量 180ℓ/min以上 ii 最大使用圧力 20MPa以上 ④ 吸引プロア i 風量 40m ³ /min以上 ii 静圧 -90kPa以下 |

4 実機の導入と現場適応性確認試験

新型清掃車は、平成17年度に「水循環式排水管清掃車」として実機導入されたことから、導入される清掃車が開発目標どおりの性能を持ち、現場における課題解決の有効性を有しているかを確認するための現場適応性試験を実施した。

4.1 工場における機能確認

製作中の工場において、基本性能、機能を満足していることを確認した。特に水循環式排水管清掃車の中心技術である水浄化能力については、泥水タンクに回収した泥水に凝集剤を添加し、攪拌、沈降した後に浄化水を採取しSS濃度を測定し要求機能を満足していることを確認した。



写真-3 性能試験状況

4.2 実作業現場における調査

今後本清掃車を用いて清掃作業を効率的に進めるためには、実作業現場での機能の評価を行うと共に、施工歩掛等を取りまとめておく必要があることから、清掃車が配置される紀勢国道事務所管内の一般国道42号において作業を行い、各種調査を実施した。



写真-4 作業現場状況
(最小限の交通規制状況)

4.2.1 浄化性能の確認

回収した泥水の浄化効果をタンクの観察窓で確認し、写真-6に示すように極めて明確な凝集沈殿効果を確認した。さらにタンクから浄化水を回収しSS濃度を測定した結果、目標とした浄化性能の200mg/ℓをほぼ達成できることも確認したことから、凝集沈殿方式による浄化システムの現場適用性は高いと評価できるものである。

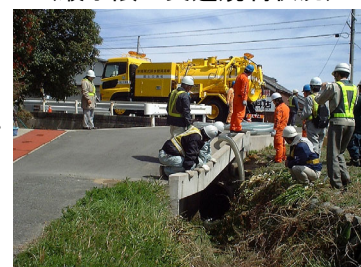


写真-5 洗浄吸引作業状況

4. 2. 2 施工歩掛とコスト縮減効果

施工状況を分析した結果、水循環式排水管清掃車による清掃作業は、使用機械が本清掃車1台ですみ、施工歩掛が改善されるため、排水管清掃1日あたりの施工コストは現況作業に比べ約30%の縮減が期待できることがわかった(図-4)。さらに清掃車の購入費と維持費も含めた総コストを試算した結果、10年間で約29%のコスト縮減効果が予測される(図-5)。

なお、試算には交通規制に要する費用は含めていないため、現場条件によってはさらに大幅なコスト縮減効果が発揮できると考えられる。

4. 2. 3 機械仕様の改良点

現場での作業状況の観察並びに国道事務所職員、維持作業会社担当者等の意見等から、今後水循環式排水管清掃車が広く使用されるために必要な改良点等を整理した結果は図-6に示すとおりである。今後検討を進め、本清掃車導入時の要求仕様に反映させることで、現場での作業担当者が使いやすい機械としていく必要がある。

5 おわりに

新たに開発し現場導入した「水循環式排水管清掃車」は、排水構造物清掃作業が抱えている安全面や作業性に係わる課題を解消するとともにコスト縮減に効果があることが確認できたことから、今後の普及と利活用を期待するものである。

ただし、本清掃車が今後広く普及するためには、標準歩掛の策定や施工マニュアルのとりまとめが必須である。また、作業現場でより使いやすい機械としていくための機械仕様や機能の改善事項抽出も行う必要があることから、多くの現場で試行活用し施工歩掛調査や作業実態調査を継続する必要があると考える。

さらに、本清掃車は車両が1台のみで現場へ移動し濁水を効率的に処理できる特徴を有することから、開発目的とした国道の排水構造物清掃作業以外でも活用できると思われるため、多様な現場での活用方法について各所で検討されることも期待したい。

最後に、本清掃車の開発調査と検討成果に基づく実機導入にあたっては、関係する国道事務所、出張所の多くの皆様のご協力があったことを記し謝意を表します。

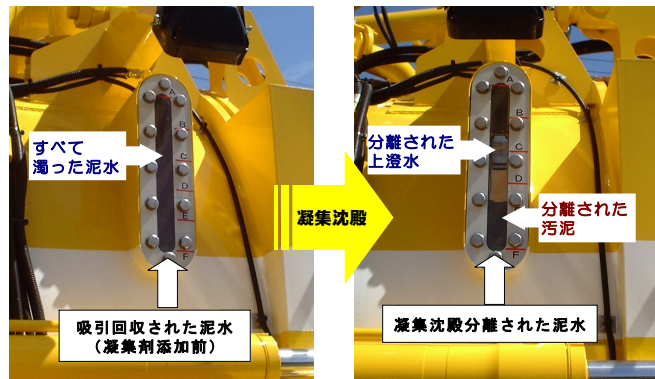


写真-6 タンク観察窓での浄化状況の確認

| 現況作業(組合せ作業) | | 水循環式清掃車による作業 | |
|-------------|-----------------------------|--------------|--------------------|
| 使用機械 | 排水管清掃車 側溝清掃車 給水車(必要時) | 使用機械 | 水循環式清掃車 |
| 作業歩掛 | 世話役 1人 普通作業員 4人 | 作業歩掛 | 世話役 1人 普通作業員 3人 |

日あたり施工単価
が約30%縮減

図-4 日あたりの施工歩掛とコスト

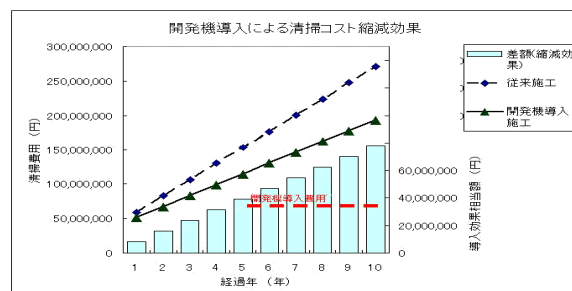


図-5 総コスト縮減効果

より使いやすい清掃車とするために

- ①浄化性能を左右する凝集剤
多様な現場で性能を発揮できるものや環境に優しいものに。
- ②タンク内の状況把握技術
浄化性能の確実な発揮のため、タンク内の凝集沈殿状況や水位を容易に確認できるものに。

図-6 利便性を向上させるための改良点