

30. 函渠・側溝等における清掃機械の開発

国土交通省四国地方整備局 四国技術事務所 元木 真二
同上 大岡 正憲
同上 ○佐々木 力

1. はじめに

道路に付属する函渠・側溝の清掃作業（汚泥除去）は、現在側溝清掃車（汚泥吸引車）を用い、その吸引ホースを人力により汚泥付近まで持っていき、吸引作業を行っている。しかし、汚泥と一緒に函渠・側溝にある汚水まで吸引しているため、産業廃棄物処理量が増加し、清掃作業効率が悪い。また、比較的内空断面の大きい函渠・側溝では、複数の作業員がその中に入り、ミニバックホウなどの汎用建設機械により堆積土砂の掻き寄せ作業を行った後、吸引ホースで吸引している。そのため、長時間の低姿勢による作業、及び機械に近接した作業など、非常に苦渋で危険な作業となっている（写真－1参照）。

今回は、このような比較的内空断面の大きい函渠・側溝における劣悪な条件下での清掃作業について「産業廃棄物の縮減」、「作業員の苦渋性解消」、「清掃作業のコストダウン」を図るため、現有の側溝清掃車に取付可能なアタッチメント機械を開発した。

2. 開発概要

2. 1 機械構造・機構の検討

「産業廃棄物の縮減」「作業員の苦渋性解消」「清掃作業のコストダウン」を目指し、以下の項目について検討した。

2. 1. 1 水切り機構

水分の多い現場で「産業廃棄物の縮減」を目指したアタッチメント機械の構造・機構として、回収する汚泥から水分を除去出来る様、水切り機構を検討した。

検討ではネットコンベア式、トレンチャ式、スクリーュー式の3方式（図－1参照）による要素試験を行い、揚泥効率、水切り効率等から評価を行った。その結果、開発機には水切り用網付きバケットを使用したトレンチャ式を採用することとした。



写真－1 函渠・側溝清掃作業の現状

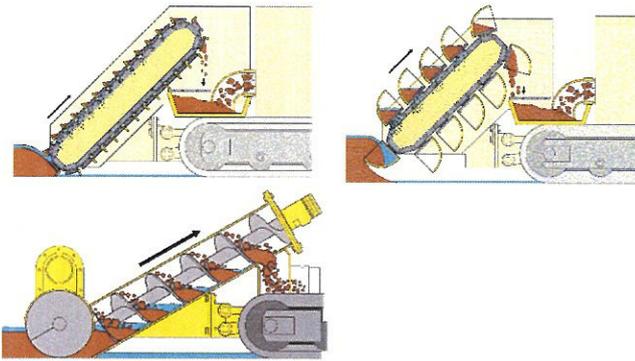


図- 1 機械構造・機構の検討 (左上: ネットコンベア式、
右上: トレンチャ式、左下: スクリュー式)

2. 1. 2 多種多様な現場に対応が可能

開発目的の基本機能は水切り機構を有したトレンチャ式アタッチメントであるが、多種多様な現場条件に対応する為、土砂搬出専用の排土板式アタッチメント、及び吸引ホース取付を行った直接吸引式アタッチメントを加えた3種類のアタッチメントを考案した(図- 2参照)。

2. 1. 3 遠隔操作が可能

開発機械は遠隔操縦式とし、作業員は函渠に入らずに作業をすることで、無人化施工による「作業員の苦渋性解消」を目指した。

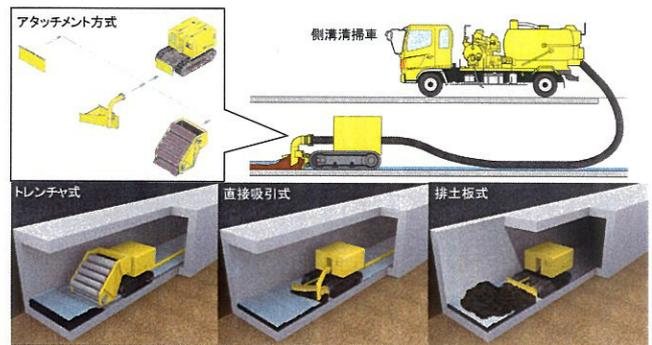


図- 2 開発機械の全体イメージ

2. 2 試作機の製作

試作機の検討・設計に基づき、試作機の製作を行った(写真- 2参照)。試作機の基本仕様を表- 1に示す。

表- 1 試作機基本仕様

| 基本仕様 | 単位 | トレンチャ式 装着時 | 直接吸引式 装着時 | 排土板式 装着時 |
|--------|------|---------------|--------------|-------------|
| 全長 | (mm) | 2,358 | 2,020 | 1,650 |
| 全幅 | (mm) | 814 | 814 | 814 |
| 全高 | (mm) | 880 | 880 | 880 |
| 質量 | (kg) | 790 | 555 | 520 |
| 最低地上高 | (mm) | 75 | 75 | 75 |
| 走行可能水深 | (mm) | 340 | 340 | 340 |



写真- 2 試作機完成写真 (左: トレンチャ式、中: 排土板式、右: 直接吸引式)

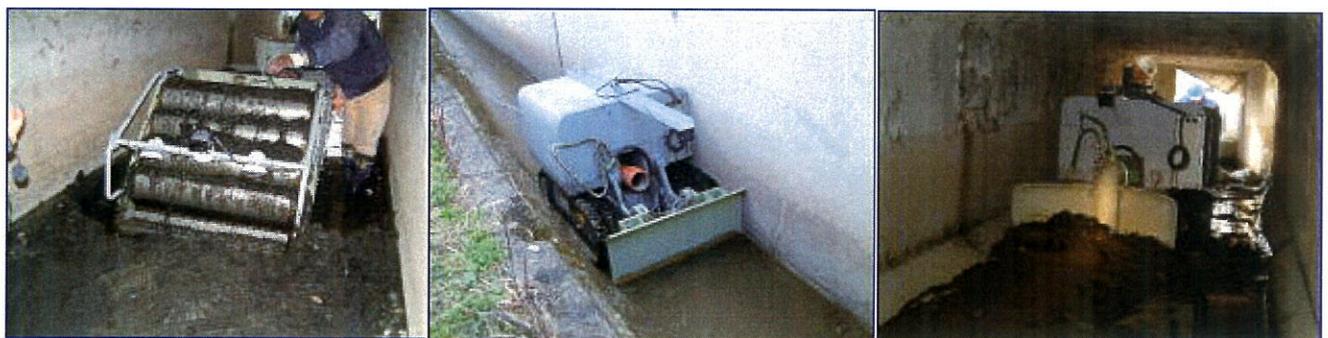


写真- 3 現場適応性試験状況 (左: トレンチャ式、中: 排土板式、右: 直接吸引式)

2. 3 工場内性能試験

各アタッチメント毎に様々な現場条件を想定した負荷試験を実施した。

試験条件は堆積土砂厚さ（10cm、20cm、30cm）、水深（10cm、20cm、30cm）を設定し、各条件で試作機の性能についてデータの収集を行った。

2. 4 現場適応性試験

香川県で試験可能な函渠を選定し、4箇所の現場において現場適応性試験を実施し、データの収集を行った（写真－ 3参照）。

3. 施工改善効果

工場及び現場にて試験機による土砂回収作業を行い、その際の土質条件、土砂堆積厚、水深、作業時間、作業パーティ構成等を記録し、データを採取した。そのデータを基に開発機械の施工改善効果を検証した。

3. 1 施工能力

各試験時の施工能力を表－ 2に示す。

表－ 2 施工能力のまとめ

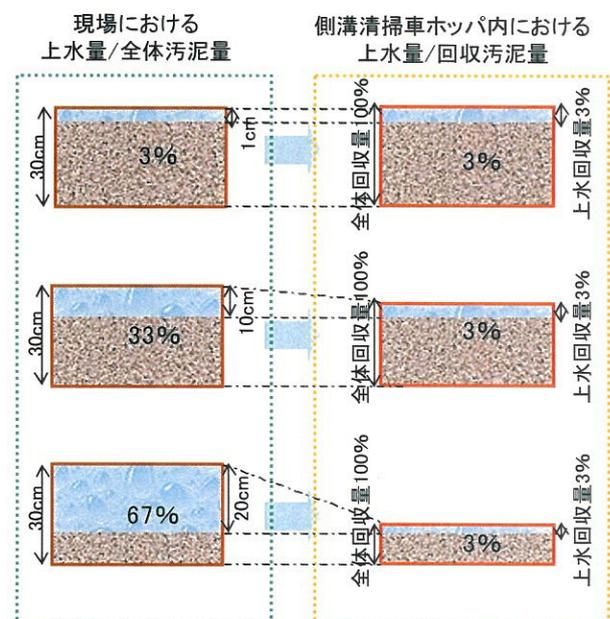
| アタッチメント形式 (土質条件) | 土砂堆積厚(cm) | 1時間当たり施工量(m ³ /h) | | |
|-------------------------------|-----------|------------------------------|------|------|
| | | 10cm | 20cm | 30cm |
| 排土板式 (砂礫、中細砂、シルト・粘土(有機)) | | 2.34 | 2.75 | 2.92 |
| 直接吸引式 (砂礫) | | 2.41 | 2.38 | 2.38 |
| 直接吸引式 (中細砂、シルト・粘土(有機)) | | 1.57 | 1.57 | 1.57 |
| トレンチャ式 (砂礫、中細砂、シルト・粘土(有機)) | | 1.55 | 1.53 | 1.52 |

従来施工の実績より、ミニバックホウと人力の併用作業の1時間当たり施工量は 1.63m³/h である。これ

により、施工能力については従来施工とほぼ同等であるか、それ以上であると言える。

3. 2 産業廃棄物の縮減

トレンチャ式の試験の結果において、現場の水分量に関係なく回収後の上水割合が3%程度で一定となった（図－ 3参照）。これは、バケットで汚泥を回収する際に十分水を切った状態で土砂を回収しているためである。このことから、「産業廃棄物の縮減」により、回収土砂を汚泥として処分する際の容量が減少し、処分費用の低減につながると言える。



図－ 3 回収時の上水量



写真－ 4 遠隔操作状況

3. 3 苦渋性の解消

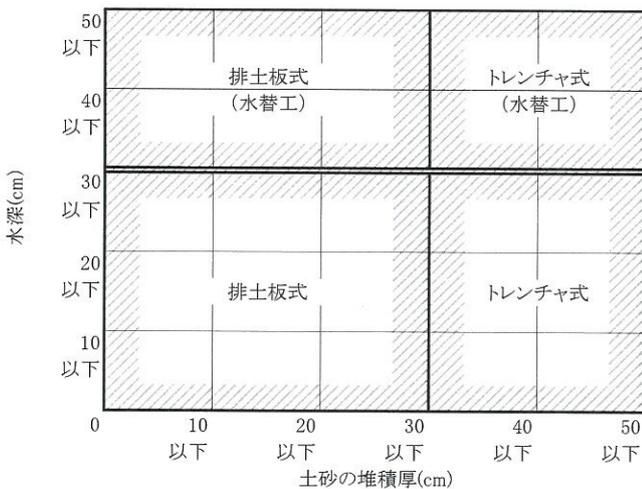
作業員の苦渋性を解消する為に、開発機械では無人化施工を目指し、有線方式による遠隔操作にて作業を行った（写真－ 4 参照）。

しかし、現場適応性試験時においては「夾雑物除去」「ホース及び操作用ケーブルの案内」について函渠内作業を行う人員が必要であった。これらの結果から、全ての現場での完全無人化施工は困難であることがわかったが、函渠内で作業を行う人員の低減により、「作業員の苦渋性解消」には一定の効果が得られることが確認できた。

3. 4 アタッチメントの選定

現場条件に合わせて最適なアタッチメントの選定が行える様、アタッチメント選定図（図－ 4 参照）を作成した。

選定図の作成は、水深、土砂の堆積厚さ、土質、アタッチメントの各条件毎にまずコストの比較を行った。さらに現場適応性試験で確認された事象や条件を考慮し、選定図を作成した。



図－ 4 アタッチメント選定図

3. 5 適応現場の整理

本機械が適応可能な現場の目標は「比較的内空断面の大きい函渠・側溝」であり、その寸法は、従来施工であればミニバックホウが投入される程度の寸法である高さ 1m、幅 1m 以上としていた。

本機械は、試作機の実寸計測で高さ 880mm、幅 814mm であり、内空断面 1m 角以上の函渠であれば適応可能である。

ただし、機械を投入するスペースの確保や、つり込

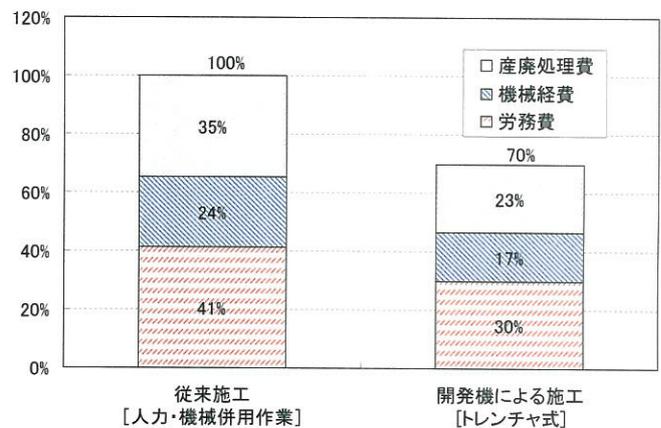
みを行うクレーン等の設置場所等、本機械を現地に投入するには現場条件の事前調査が必要である。

よって、作業員が本開発機械を使用するにあたり、事前に確認を要する現場条件項目等を「清掃対象箇所選定要領」としてとりまとめた。これにより、本開発機械が適用可能かどうか、及び使用するアタッチメントはどれか、といった項目が容易に確認できるようになった。

3. 6 清掃作業のコストダウン

試作機による試験結果により算出した施工単価と、従来施工（人力・機械併用作業）を比較したグラフが図－ 5 である。

グラフから、約 30% の「清掃作業のコストダウン」が確認できる。これは清掃作業の機械化により、作業時間の短縮が人件費及び機械経費の低減に繋がったことと、トレンチャ式については回収土砂内の水分量を従来施工より減量することによる「産業廃棄物の縮減」効果によるものである。



図－ 5 施工費比較

4. おわりに

本開発機械により、当初目的としていた「産業廃棄物の縮減」「作業員の苦渋性解消」「清掃作業のコストダウン」について一定の成果が得られた。

今後は開発した機械が実現場で使用され、より効率的で安全な清掃作業が行われるようにフォローアップを行っていきたい。