

1 4 . 環境に配慮した固化材散布機の開発

(株)NIPPO 技術開発部

○ 相田 尚

同上

片岡 直之

(株)範多機械 技術部

野田 正治

1. はじめに

路床・路盤改良工事では、現場状況に応じた施工方法や固化材が選定されている。そのうち固化材を対象土表面に散布する方法としては、より効率的に工事を進めるために、固化材散布機の積極的な採用が増えてきている。

一方、固化材の使用に起因する粉塵は周辺環境、作業環境への影響だけでなく、施工機械の腐食や故障の要因にもつながり、作業性・安全性の低下を招きかねない。

今回、上記現状を踏まえ、環境に配慮した固化材散布機の開発を行い実用化したので報告する。

2. 従来機の問題点

固化材散布機は、自走式のスタビライザにより現位置混合を行う場合に、あらかじめ対象土表面に固化材を均一に散布しておくために用いられる。

現在、わが国において使用されている固化材散布機の多くはクローラトラクタに架装され、ベルトコンベヤあるいはスクリュウコンベヤによる容積計量排出が殆どであり、問題点としては以下のようなことが挙げられる。

2.1 固化材の飛散

固化材散布機の作業工程は、①固化材ローリ（以下、ローリ）から固化材を補充→②現場へ移動→③対象土表面へ散布→④ローリ補充地点へ移動→①の繰り返しとなる。そして、1日の作業の終わりには⑤機械の清掃を行う。

従来機ではこの全ての工程の中で、固化材の飛散が起り得る。

(1) ローリからの補充時

ローリから固化材を排出する機構は、殆どが空気圧送式でエアスライドタンクあるいはエアレーションブロータンクが採用されている。一方、散布機の貯蔵タンクが元々それほど気密性が高くないことに加え、雨水の侵入や固化材による腐食に

より徐々に隙間は大きくなる。そのためローリからの圧送圧力が高いと、散布機側の隙間から大量の固化材が空気と共に大気中へ放出されることとなる（写真-1）。

発塵を抑制するためには、ローリ側では排出圧をできるだけ低くして、時間を掛けて補充せざるを得ない。



写真-1 ローリから供給時の発塵状況

(2) 対象土表面へ散布時

固化材を対象土表面へ散布するとき、その落下時の衝撃により固化材が空気中へ飛散する。これは、コンベヤの排出口が高かったり、吸引する回収機能が十分でないことから発生している。

(3) 現場内の移動時

現場内を移動するとき、クローラが散布済箇所上を通過したり、際ぎりぎりを走行すると安定材を巻き上げて粉塵が発生する。

(4) 機械の清掃時

最も発塵が多いのが作業終了時に機械を清掃するときである。作業中に機体に堆積した固化材をコンプレッサの圧縮空気ですくったり直接吹き付けたりするためであるが、湿気や雨水により固化して次の作業開始時に動作不良を起こさないためには必要な作業である。

2-2 安全性

固化材散布機はその使用する現場環境も相まって、汚れやすく非常に視界が悪く、移動時には後進も伴い、安全面で危惧するところは大きい。

2-3 残量管理

定置式タンクと違い現場内を走行しながら作業する機械である上、固結しやすい材料を扱うことから、タンク内残量を検知するためのセンサは故障が多く、正確な残量を把握できないことが多い。

3. 開発コンセプト

前述の問題点を解決するため、開発機では次の3点を開発コンセプトとした。

- ①発塵の抑制
- ②安全性向上
- ③残量の把握

4. 固化材散布機の開発

4-1 発塵抑制

発塵抑制を考慮するにあたり、作業状況に応じた対策を講じた。

(1) 材料補充時、散布時の発塵抑制

①密閉タンクの採用

ローリから材料を補充する際の発塵の原因は、散布機側のタンクの隙間が殆どである。従来の散布機では、タンクからの排出はベルトコンベヤやスクリュウコンベヤによるものが多い(図-1)。これは、タンクからの排出機構と定量散布機構とが併用されているからである。

開発機では発塵の抑制とメンテナンス性の向上を考え、密閉タンクとエアスライドコンベヤによる排出方法を採用した。

エアスライド式は、タンク底部が通気性のあるキャンバスで仕切られ、ブロウにより送り込まれた空気と粉体が混合されることで摩擦抵抗が小さくなるため、タンクにわずかな傾斜角を与えるだけで排出が可能となる(図-2)。これにより固化材の露出を全く無くすることができ、補充時の発塵が無くなった。

②ロータリーフィーダの採用

エアスライド式のタンク排出にした場合、それとは別に一定量を地表面に散布する機構が必要となる。そこで、容積計量装置として一般的なロータリーフィーダを採用した。ロータリーフィーダはケーシングとの隙間があると流動的な材料は漏れだしたり、ロータ内に付着したりするといった問題点があるが、ロータ先端部にゴム板を付け隙間を常にゼロに保つこと、また粉体が付着しにく

い塗料をケーシングとロータに塗布することで解決できた(写真-2)。

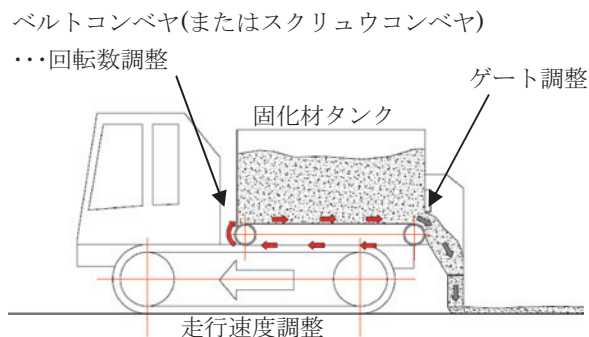


図-1 従来型の排出散布機構

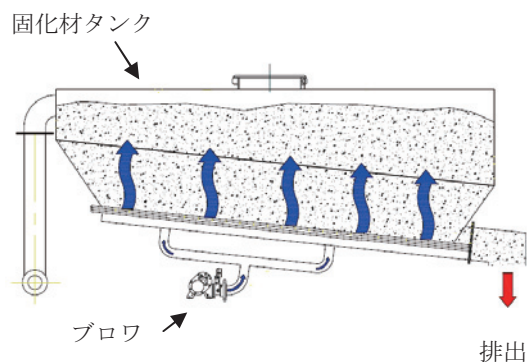


図-2 開発機の排出機構

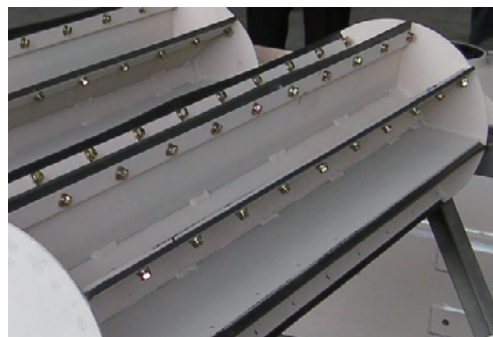


写真-2 ロータリーフィーダ

③車載型固化材回収機の開発

散布時に発生する粉塵は、固化材が対象土表面に落下したときに発生する。このため、ロータリーフィーダの後部に吸引室を設け、散布直後の発塵をそこから回収機で吸引する機構とした。フィルタに回収した固化材は、圧縮空気により払い落とされ、また対象土表面に排出される。

回収機は散布機全体の中に収まるように出来るだけコンパクトで且つ回収性能も強力なものにした。また、ローリからの補充時および散布時のタンク内のエア抜きとして利用するため、回収機の吸込み口を固化材タンク上部にも設けた。回収機構を図-3に、諸元を表-1に示す。

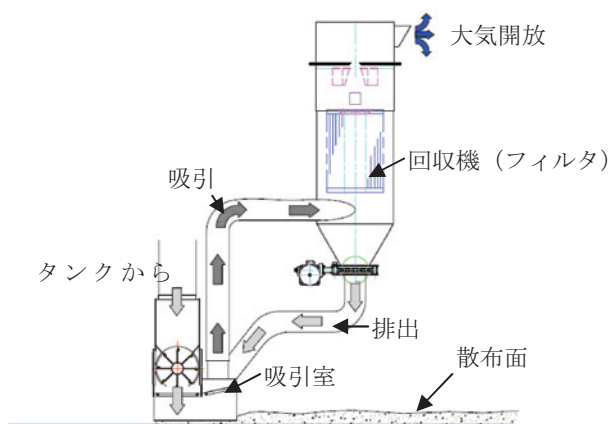


図-3 散布時発塵回収機構

表-1 車載型固化材回収機主要諸元

処理風量	12m ³ /min
フィルタ面積	12m ³
フィルタ素材	テフロン
フィルタ再生	パルスジェット逆洗

(2)移動時の発塵抑制

機械の輸送を考えた場合、殆どが車体幅以上の散布幅を得ることは出来ない。そのため、散布した場所に隣接して散布するような場合に散布済みの固化材の際を走行するために発塵することが多い。

散布装置の左右スライド化なども含め検討したが、構造上よりシンプルな上部旋回機構を採用した。散布幅が履帯外となるように若干上部を旋回させて散布することで、散布済固化材上を走行することなく隣接した散布が可能となった（図-4）。

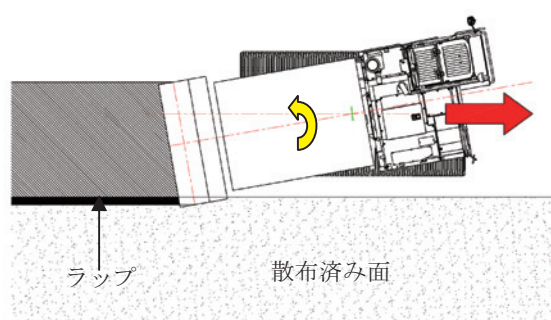


図-4 連続施工時の散布方法

(3)清掃時の発塵抑制

上記(1)、(2)の方策を盛り込むことにより、作業終了時の清掃箇所が大幅減少し、結果的に発塵を抑えることに繋がった。

特に、密閉タンクの効果により材料を積み置きすることが可能となったため、タンク内の清掃が不要となったことが大きい。

4-2 安全性向上

一般的に固化材散布機が使われる改良工事での固化材添加量は 10～100kg/m² 程度である。1 日の施工量によっては、約 100t から 150t の固化材を散布する必要がある。散布機のタンク容量は最大 6t となったため、ローリからの補充作業を 1 日約 25 回行うことになる。そのため現場内での移動が多く、特に視界が悪くなりがちな散布機の走行は危険を伴うケースが多かった。

今回上部旋回機構としたことにより、後進作業を殆ど無くすることができ、安全面は格段と向上した。旋回状況を写真-3 に示す。



写真-3 旋回状況

4-3 残量の管理

固化材の残量の管理は、タンク補充時のオーバーフロー、施工時の散布量の把握をする上で重要な要素である。しかし、タンク内の粉塵、湿気による検知部への固化材付着と固結、走行による振動といった悪条件でを使用することから、耐久性に問題があり、数年で使用できないといったケースが少なくない。

そこでこうした環境でも影響を受けにくいレーダーレベル計を採用した（写真-4）。レーダーレベル計は、測定対象面に向けてマイクロ波パルスを発信し、そのマイクロ波が戻って来るまでの往復時間を測定し、距離を求める方式である。従来のコンベア式によるタンク排出では、出口側に圧密が加わりタンク内の材料高さが均一にならないが、エアースライド式のタンクでは、およそ均等な減り方であるため、一個のレベラで 1 タンクの残量が把握できる。操作席では LED インジケータにより残量が常時把握でき、補充時はタンク内が満タンになった時に、警告の回転灯を連動させてオーバーフローを防ぐことができる。



写真-4 タンク内に設置されたレーダーレベル計

以上の要素を取り入れた開発機の主要諸元を表-2に、全体外観を写真-5示す。

表-2 開発機の主要諸元

質量	15,300kg
散布速度	10～100m/min
接地圧	39kPa(載荷時)
散布幅	2,400mm(1,200mm)※選択式
全長	6,750mm
全幅	2,570mm
全高	2,910mm
履帯幅	700mm



写真-5 開発機外観

5. 現場供用試験

実用化に向けて、約 10,000m² の現場で供用試験を行った。

(1) 発塵抑制効果

旧型機との併用で発塵抑制効果を検証した。固化材の補充時、散布時とも良好な結果であった。写真-6 は、従来機と開発機の散布時の比較写真である。

また、固化材の回収量を測定した結果、12t 積載ローリ 1 台あたりおよそ 8kg (0.07%) であった。写真-7 は、散布時に回収機を使用した時と使用しない時の違いを比較したもので、回収効果は明らかである。

(2) 施工能力

当該機の散布機構はロータリーフィーダ方式、即ち容積式計量であるため、材料の比重によって吐出量は違ってくる。今回供用試験をした結果、セメント系固化材の散布では、10m/min～100m/min の施工速度範囲で、10kg/m²～100kg/m² の安定した散布が可能であった。5mm アンダーの生石灰も問題なく積込み、散布が可能で、比重が小さい分およそ 5kg/m²～50kg/m² の散布能力となる。

(3) 散布精度

エアスライドコンベアとロータリーフィーダの組合せによる散布では、タンク内の貯蔵時間等による比重の違いが生じず、常に一定の比重で散布できる。

また、散布量はロータリーフィーダの回転数を変えずに車速を変えることで調整する。操作盤では設計散布量を入力すると目標の車速が表示され、オペレータは車速を合わせるだけで良い。

これらの結果、従来機よりも簡単に、且つ精度の高い散布量が実現できた。

6. おわりに

環境問題への関心は年々高まりつつある。その一方では建設コスト縮減の影響で施工の合理化、高効率化等によるコストダウンも求められている。開発した固化材散布機は、環境改善に重点をおいた結果、省メンテナンス化が図られ、長寿命化も期待できる。即ち、中長期的に見ればコストダウンに繋がることになる。今後もより多くの現場に対応できるよう、改良改善を進めていきたい。



写真-6 従来機（上）と開発機（下）の散布状況



写真-7 回収なし（左）と回収あり（右）の発塵状況の違い