

8. 次世代型クローラ式スタビライザの開発

－ 床安定処理工法の品質、安全性向上について －

株式会社 NIPPO
 範多機械株式会社

○ 丑久保 吾郎
 小西 剛

1. はじめに

日本の平野部は国土全体の約 3 割程度と少ないにもかかわらず、都市部を中心に軟弱地盤が多い。さらに、日本列島の下には、4つのプレートが入り組んでいることで、世界有数の地震多発国でもある。近年、日本では大きな地震が相次いで発生しており、その都度地盤が崩壊し、道路や建造物は甚大な被害を受けている。

このような背景から、地盤改良工法は日本に欠かせない技術の 1 つとなっている。その中でも舗装の下約 1m 前後の地盤である路床の安定処理工法は現位置混合方式であることから、短期間、かつ低コストで施工できるため、各種建設工事で採用されることが多い。

今回、路床安定処理工法の主力機械であるクローラ式スタビライザを約 20 年ぶりに刷新し、次世代を見据えた技術を導入したので紹介する。

2. 開発の背景

現位置混合による路床改良用クローラ式スタビライザの混合装置タイプは、図-1 のように区分されている¹⁾。

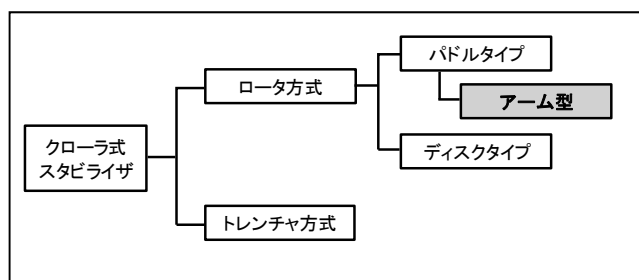


図-1 混合装置区分

本開発機の混合装置は、パドルタイプの 1 つであるアーム型を採用した。これはロータ回転中心から放射状に伸ばしたフレーム（アーム）の先端に混合爪を装着したものである。

社内での工事实績を元に評価したタイプ別の特性比較は表-1 のようになっている。

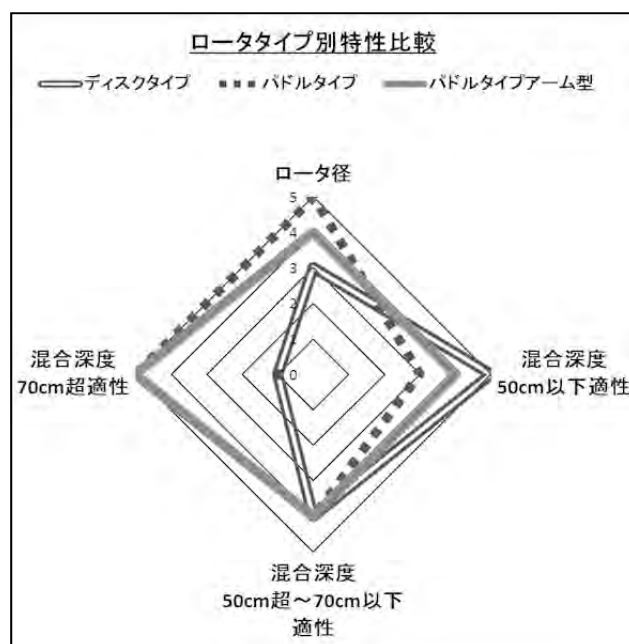


図-2 ロータタイプ別特性比較



写真-1 従来型パドルタイプ



写真-2 従来型ディスクタイプ

現位置混合による路床改良工事における混合深さは、50cm 前後の頻度が比較的多いため、そこを中心として出来るだけ広範囲の混合深さに対応できる機械が現場から求められていた。

表-1 に示すように、ロータ径が大きくなると適性混合深さも大きくなるが、50cm 以下の適性が下がる。逆にロータ径を抑えると 50cm 以下の適性は上がるが、混合深さが大きくなると適性は下がる。

大径ロータで挿入深度が小さいと、混合土をロータ後方に飛散させるようになり、混合均一性が上がらない。一方、小径ロータで挿入深度を大きくしようとすると、回転中心部が土中に埋もれる形となり、駆動部分への土砂侵入による機械トラブルの原因となる。また、小径ロータに多いディスクタイプは、強度的にも挿入深度を大きくするには不向きである。

そこで本開発機では、大径ロータの採用で挿入深度を大きくすると同時に、挿入深度が小さい場合でも、混合土を後方に飛散させる動きを抑えるロータ構造とし、高いレベルで混合深さ特性バランスを確保した。また足回りは、従来機と同様に湿地シュー（三角断面シュー）の履帯仕様とした。写真-1 に開発機の全景、表-2 に主要諸元を示す。



写真-3 開発機全景

表-1 開発機主要諸元

重量	本体質量	kg	約27,200
機体寸法	全長	mm	9,750
	全幅	mm	2,980
	全高	mm	約3,000 (キャブ折畳時)
走行性能	作業速度	m/min	(最大) 約28.5
	回送速度	km/h	(最大) 約3.3
混合装置	混合幅	mm	2,000
	最大混合深さ (最大掘削深さ)	mm	800 (1000)
	ロータ形式		パドルタイプ (アーム型)
	ロータ径	mm	1,900
	シフト量	mm	左右各 650
	チルト量	度	左右各 5

3. 開発機の概要と特徴

3.1 エンジンの排ガス規制対応

本開発機には、オフロード法 2011 年規制基準 (Tire4 Interim) 同等のディーゼルターボエンジンを搭載している。本エンジンの窒素酸化物 (NOx) 浄化方式には尿素 SCR システムが採用されている。

従来機より定格出力が 105kW (140PS) 向上したことにより、土質による負荷によらない安定した作業が可能となっている。

3.2 混合装置の特徴

3.2.1 構造

本開発機の混合装置は、前述したようにアーム型というパドルタイプの 1 つで、アーム先端に装着されている混合爪は、バックホーの掘削バケット用ポイント (爪) である。流通量が豊富な部品であるため調達が容易で、交換時の溶接作業も不要である。



写真-2 混合爪

この混合爪に改良土が乗ることで、固化材が散布されている上層部と軟弱土である下層部を連続的に入れ替えるように混合する。

また、新たに開発したハーフロータフード（写真-3）は、ディスクタイプの混合装置に装着されているフルカバータイプより軽量化を実現しながら、混合土の後方飛散を最小限に抑えられるので、フード内での対流効果による混合均一性が期待できる。また、本フードは自重によるフリーポジショニングシステムとなっているため、幅広い混合深さに対応可能である。特に従来型のパドルタイプでは、混合土の後方飛散が多くなる50cm以下の混合深さに効果的である。



写真-3 ハーフロータフード

3.2.2 混合深さ自動制御システム

路床安定処理が適用される現場は不整地である場合が多く、機体の姿勢も常に変化するため、混合装置の深さも連動して変化する。

従来機では、機体の姿勢変化をオペレータが適宜判断し、手動操作にて混合装置の深さを調整していた。

本開発機では、混合装置および機体に取り付けた複数のセンサにより、機体前後方向の姿勢と混合装置の位置を検出し補正制御を行うことができる、混合深さ自動制御システムを新たに導入した。本システムにより、機体の姿勢に影響されず、一定の混合深さを保つことが可能となった。本システム概念図を図-3に示す。

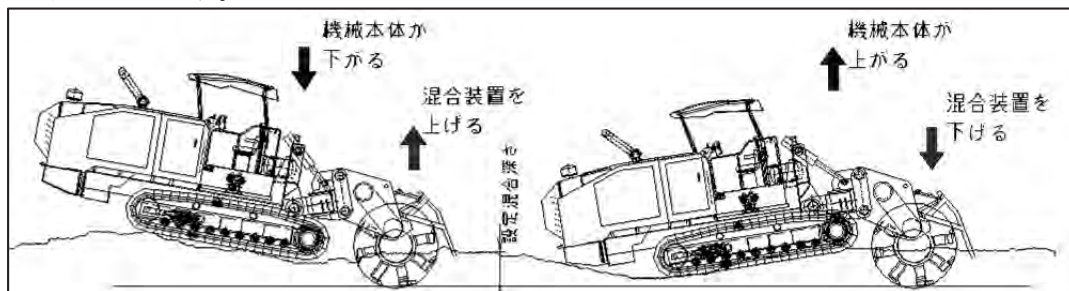


図-3 混合深さ自動制御システム概念図

本自動制御システム稼働中は、混合装置にかかる負荷検出機能とも連動させることで、過負荷検出時には制御を一時的に中断し、通常負荷になると制御を自動復帰させるようになっている。この機能は、混合装置各部の保護を目的としている。



図-3 混合深さ自動制御システムパネル

なお、混合深さ自動制御中において、一時的に手動スイッチによる操作を行った場合は、手動操作を優先させるプログラムを採用している。

また、本混合装置にはチルト機構も組み込まれており、左右各5度ずつ傾斜させることができる。これにより、機体の前後方向だけでなく左右方向の姿勢に応じた、きめ細かな深度調整が可能である。

さらに今後、現場使用状況の調査とヒアリングを行い、前述した混合装置自動制御システムに、横断方向の傾斜を任意の設定値に保つ自動チルトシステムの追加も検討している。

3.2.3 操舵微調整システム

混合装置を左右にスライドした状態での施工は、走行負荷が著しく偏るために直進性の確保が難しい場合がある。また、ロータにかかる負荷によっても影響される。

従来機では、左右独立の操舵レバーをオペレータが手動で操作するため、常に操舵レバーを微調整していた。

本開発機では、電子油圧制御による操舵微調整システムを採用した。左右の走行モータへ出力する指令値に、左右の走行負荷を加味した補正を加えることで、直進性を確保することができる。

なお、本システムの操作パネル(写真-4)は、運転席の左右に1つずつ配置されているので、オペレータのポジションが左右いずれの場合でも手元での操作が可能となっている。



写真-4 操舵微調整システムパネル

3.3 安全性向上技術

従来機および本開発機のように全長・全幅が大きく、運転席が機体中央付近にレイアウトされた機械は死角が多く、視認用ミラーも有効な位置に装着できない場合が多い。

今回新たに採用した「バードモニタ」(全方位俯瞰モニタリングシステム)は、機体周囲に設置した6個のカメラから取得した画像が、コントローラを介して合成処理され、上空から撮影したような画像となる(写真-5)。この画像は連続的に更新されるので、死角のない機体周囲の画像をリアルタイムでモニタリングできる。



写真-5 バードモニタ

また、「バードモニタ」画像と各カメラ単体のポイント画像との切り替え表示が可能になっているため、状況に応じて最適な画像を選択し、安全性の向上を図っている。

なお、6個のカメラの内、後方カメラについては、機体部分から混合装置を跨ぐように設置されており、混合装置の上下左右動作に影響されず定点画

像を取得することができる。運搬時はカメラステーの伸縮機構により格納して、運搬による振動からカメラを保護できる(写真-8、写真-9)。



写真-6 後方カメラ伸長時



写真-7 後方カメラ格納時

4. 工事実績

H28年4月～7月までの期間で関東地方の4件の現場で稼働した。混合深さについては、現場毎に55～80cmと広範囲であったが、それぞれ良好な混合状況を確認できた。

5. おわりに

本開発機は、従来機の踏襲と新技術の採用をバランスよく組み合わせることに意識をおいた。特に新技術については、事前準備や複雑な操作を極力なくし、オペレータの技量によらない機械を目指したつもりである。

現位置混合による路床安定処理工事は、年毎に増減はあるが、長期に渡り継続的に発注が出ており、将来的にも需要が続くと考えられる。

今後、本開発機についても新たな要望が出てくると予想されるが、常に現場施工に寄り添った技術開発を心がけていきたい。

参考文献

- 1) 福川 光男：舗装技術者のための建設機械の知識題目、舗装41-11、2006年