

建設発生土向けローラスクリーンの開発

Development of Roller Screen for Construction-Generated Soils

久保田 聡志* 横谷 建一郎* 林 謙太*

Satoshi Kubota Kenichiro Yokotani Kenta Hayashi

近年、土木・建設現場で発生する建設発生土の有効利用が強く求められており、その一環として軟弱な建設発生土を石灰などの固化材で改良し再利用するニーズが高まっている。しかし、土質改良機の使用時には最大塊以上のれきを排除する必要がある。網目のスクリーンを用いる従来の方法では、網目への粘性土の付着や凝集した粘土塊のため、粘性土とれきの分別が困難であった。

このことから、当社は粘性の高い建設発生土のふるい分けに適したローラスクリーンを開発した。開発にあたり、粘性土ふるい分け試験を行い、流れ方向の回転では粘性土とれきの分別が困難であったのに対し、逆流方向にローラを回転させることで分別が可能となることを確認した。実証機完成後のフィールドテストでは想定処理量を満足し、ローラスクリーンにより前処理を行った場合、土質改良機にて異常停止が発生しないことを確認した。本報ではローラスクリーンにおける社内での実証試験とフィールドテストの内容について報告する。

In recent years, there has been a strong demand to promote the effective utilization of construction waste soil generated at civil engineering and construction sites, so that there is a growing need to improve and reuse soft construction waste soil using solidification materials such as lime. However, when using soil recycler for this purpose, it is necessary to pre-screen and remove boulders of the size larger than the maximum allowable size to prevent machine failure. With the conventional methods using mesh screens, it was difficult to separate the boulders from cohesive soil due to the adhesion of cohesive soil to the mesh and the aggregation of clay lumps.

In response to this, we have developed a roller screen suitable for screening construction generated soil of high viscosity. In the development process, we conducted screening tests of cohesive soil and found that it was difficult to separate boulders from the cohesive soil when the rollers were rotated in the flow direction. However, it was confirmed that boulders could be separated by rotating the rollers in the opposite direction. Field tests conducted after the completion of the prototype machine confirmed that it satisfied the expected processing capacity and that the soil conditioner did not stop abnormally when the soil was pretreated with the roller screen. This report provides details of the in-house demonstration test and the field test of the roller screen.

1 はじめに

1.1 開発の経緯

近年、土木・建設現場で発生した建設発生土について、有効利用を促進することが強く求められている。そのため、埋立に使用できない軟弱な建設発生土を、石灰などの固化材で改良し再利用するニーズが高まっている。

しかし、軟弱な建設発生土の改良に土質改良機を使用する際、最大塊以上のものを投入すると改良機の故障原因となる。このため、最大塊以上のれきを事前にふるい分け、排除しておく必要がある。従来、バックホウのスケルトンバケットや振動スクリーンでは、粘性のある建設発生土をふるいにかける際に粘土が網目に付着して目詰まりを起こし、また凝集した粘土塊(図1)が崩れないため、れきとのサイズ分別が困難であった。

兵庫県豊岡市の株式会社吉田組殿においても同様の課題を抱えており、本課題の解決について当社へ引き合い

があったことをきっかけとして、付着性の高い原料のふるい分けに適した建設発生土向けローラスクリーンを開発することとなった。



図1 粘土塊

1.2 ローラスクリーンとは

ローラスクリーンとは、一定間隔で配列し常に回転しているローラのふりい面をもつスクリーンのことである。

構造は非常に簡単で、ローラが常に流れ方向へ回転しており、ローラ間隔よりも大きい原料はふりい面上を移動し越流して排出されオーバー製品となり、ローラ間隔よりも小さい原料は、ローラ間の隙間から落下してふるい分けられアンダー製品となる（図2）。

従来の振動スクリーンに比べて、以下のような特長がある。

①目詰まりが少ない

ふるい面（ローラ）が常に動いているため、原料が付着しにくく目詰まりが少ない。

②振動が少ない

発振体（偏心軸）を用いず、ローラが定常回転しているだけなので、基礎架台の振動が少ない。

③騒音が少ない

ふるい分けの際、原料をふるい網で叩くことが無いので騒音が少ない。

これらの特長を活かし、粘性の高い建設発生土に対しても効果的に対応できると考え、新たに建設発生土向けの新用途開発を行った。本報ではこの事例を紹介する。

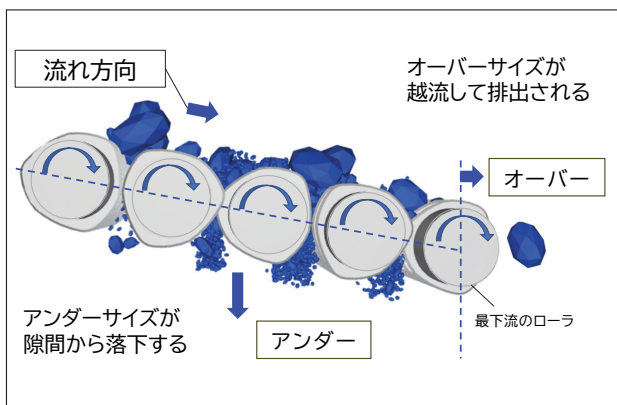


図2 ローラスクリーンの構造



図3 流れ方向運転試験 試験状況

2 社内での実証試験

まず粘性土をふるい分ける運転条件を検討するため、当社住吉工場技術センター内ローラスクリーン試験設備にてふるい分け試験を実施した。

試験原料は吉田組殿より供試いただき、分級点 100 mm より大きなれき 10 個、含水率 20 % の粘性土 300 kg を混合しスクリーンへ直接投入した。

主な試験条件を表 1 に示す。

試験結果を表 2 に示す。回転方向が流れ方向の場合では、いずれの条件でも粘性土とれきを分別することはできなかった。試験の状況を図 3 に示す。試験原料の粘性が高い状況の場合、粘性土が塊となり隙間に落ちていかず、れきとともにオーバーへ排出されてしまうことがわかった。

これに対し、回転方向を反流れ方向とし、且つ本体を下り傾斜させることで、粘性土とれきを分別することがわかった。試験の状況を図 4 に示す。試験原料の粘性が高くほぐれにくい状態であっても、反流れ方向へローラが回転することにより、粘性土を隙間に落とすふるい時間を確保し、れきをオーバー、粘性土をアンダーへ排出することができた。

また、回転方向に関わらず、いずれの条件でもローラへの激しい付着はなく、付着による目詰まりが懸念され

表 1 ふりい分け試験条件

分級点 (mm) ^{注)}	100
ローラ本数 (本)	11
回転方向	流れ方向・反流れ方向
回転速度 (min ⁻¹)	110 ~ 200
傾斜角度 (度)	下り傾斜 0 ~ 30

注) 分級点より大きなサイズの粒子をオーバー、小さなサイズの粒子をアンダーとする「ふるいの基準」となる粒子径のこと。ローラの隙間により定義される。

表 2 ふりい分け試験結果

回転方向	流れ方向	反流れ方向
ふるい分け状況	粘性土・れきをオーバーへ排出	粘性土をアンダー、れきをオーバーへ排出
判定	×	○



図4 反流れ方向運転試験 試験状況

る振動スクリーンに比べて優れた結果が得られた。

さらに機械仕様を決定するため、角度条件・回転速度条件についての比較検討を行った。結果を表3に示す。

比較の結果、回転速度が大きいほど排出時間が短くなる傾向にあることがわかった。また、150 min^{-1} 以下の回転速度、20度以下の下り傾斜ではローラ間でのれきの噛み込みが頻発したことから、回転速度・下り傾斜が小さいほどれきの噛み込みが生じることがわかった。加えて、下り傾斜30度の場合には角度過大により試験原料がオーバーへすべて流れてしまったため、篩切ローラ本数が11本を超え、原料をふるい分けることができなかった。

これらの結果から、回転方向は反流れ方向とし、25度・200 min^{-1} 、20度・200 min^{-1} とすることが優位な運転条件であることがわかった。この試験結果を受け実機仕様を決定したことから、次ステップとして顧客現場にて実際の原料・重機を用いたフィールドテストを実施するため、実証機の製作へ移ることとした。

3 粘性土向けローラスクリーンRS1218の製作

試験結果および客先の使用環境を踏まえ機械仕様を決定した。表4に粘性土向けローラスクリーンRS1218の機械仕様を示す。また、図5にRS1218の外観写真を示す。

本機は可搬式をコンセプトとし、アンダー製品用コンベヤとともに10tトラックへの積載が可能な設計となっている。例えば、ローラスクリーンを使用する現場において目標処理量を達成した後、他の現場に移設し再設置して使用することが想定されている。

角度調整は標準装備された電動油圧シリンダにより容易に行うことができ、メンテナンスや輸送時には装置を水平に保つことが可能である。また、ローラにれきが噛み込んで運転停止した際には、ローラを逆転させることで迅速にれきを排出できる。さらに、ローラの逆転操作は、オプションで無線リモコンを取り付けることで、オペレータが重機を降りることなく実施可能である。これらの機能により、作業効率の向上を図っている。

表3 角度・回転速度条件の比較試験

角度 (度)	回転速度 (min^{-1})	排出時間 (s)	噛み込み	篩切ローラ本数 ^{注)} (本)	判定
30	200	12.0	無し	不足	×
	150	26.6	無し	不足	×
25	200	13.3	無し	11本以内	○
	150	43.3	有り	11本以内	×
20	200	10.3	無し	11本以内	○
	150	28.3	有り	11本以内	×

注) 原料内のアンダー製品をアンダーに排出し終えるまでに必要なローラ本数のこと。篩面寸法。本試験においては最大11本。

表4 RS1218 機械仕様

形式	RS1218
分級点 (mm)	100
ローラ本数 (本)	8
角度 (度)	下り傾斜0～25
回転方向	反流れ方向 (可逆)
回転速度 (min^{-1})	200
篩面積 (mm)	W 1200 × L 1800
処理量 (t/h)	30～60
投入重機	0.45BH ^{注)}
電動機 (kW)	7.5 × 2台
総重量 (t)	5.5

注) バケット容量0.45 m^3 級のバックホウを表す。



図5 RS1218 外観写真

4 フィールドテスト

製作した実証機について、実際の原料を用いたふるい分けの実証、機械性能（処理量・ふるい精度）の実証を目的とし、吉田組殿現場内へ設置しフィールドテストを実施した。表5に試験条件を示す。

4.1 ローラスクリーン単体試験

まず、後段に土質改良機を接続せず、アンダー製品はコンベヤを通じて崖下へ排出する形でのローラスクリーン単体試験を実施した。原料は社内試験でも使用した粘性土を含む吉田組殿保管土とした。試験結果を表6に示す。試験結果から、機械仕様としては想定処理量を満足しており、アンダー製品に土質改良機の最大塊より大きなサイズのれきがないことを確認することができた。

4.2 プラント連動運転試験

単体試験の結果を受け、重機投入での処理量に問題なく、アンダー製品に土質改良機の最大塊より大きなサイズの塊がないことを確認することができたため、ローラスクリーン～コンベヤ～土質改良機の簡易プラントを設置、プラント連動運転試験を改めて実施した。試験結果を表7、プラントレイアウト写真を図6に示す。

試験の結果、含水率やオペレーションの状況により増減はあるものの、基本的には想定を上回る処理量を発揮できることがわかった。単体試験よりも処理量が大いなのは、オペレータの作業熟度が向上したことや、投入原料を適切な場所へ寄せる補助重機の存在によるものと考えられる。また、フィールド期間中、下流の土質改良機の異常停止は一度も生じなかった。これらの試験結果から、開発当初の要求機械性能を十分満たすことを確認した。

表5 フィールドテスト試験条件

確認事項	可否判定条件
処理量	設計仕様 30～60 t/h を満たす
ふるい精度	アンダー製品内に土質改良機の最大塊を超える塊がない

表6 単体試験の結果

投入重機	0.45BH
原料	客先保管土
含水率 (%)	15
処理量 (t/h)	30～60
ふるい精度	アンダー製品の目視確認により合格

表7 プラント連動運転試験の結果

投入重機	0.45 BH
原料	客先保管土
含水率 (%)	15
処理量 (t/h)	70～130
ふるい精度	試験期間中、アンダー製品による土質改良機の異常停止なしにより合格



図6 プラントレイアウト写真

最後にフィールドテストによって生産されたオーバー製品、アンダー改良後製品をそれぞれ図7、図8に示す。

5 まとめ

粘性の高い建設発生土を効率的にふるい分けるため、新たにローラスクリーン RS1218 を開発した。開発にあたり、粘性土ふるい分け試験を行い、従来の流れ方向の回転では粘性土とれきの分別が困難であったのに対し、反流れ方向にローラを回転させ、且つ本体を下り傾斜させることで分別が可能となることを確認した。実証機完成後のフィールドテストでは想定処理量を満足し、ローラスクリーンにより前処理を行った場合、土質改良機にて異常停止が発生しないことを確認した。

フィールドテストの結果から、ローラスクリーン RS1218 は、粘性の高い建設発生土に対して効果的にふるい分けを行うことができ、土質改良機の前処理においても十分に機能することが確認された。本技術の導入により、建設発生土の有効利用促進が期待される。今後もさらなる現場での運用実績を積み重ね、より一層の技術改良を進めていく。

執筆者：

久保田 聡志

2020 年入社

スクリーンの設計・開発、
画像処理による粒度分布測定技術の
開発に従事



横谷 建一郎

技術士（機械部門）

2004 年入社

破碎機、浚渫ポンプの設計・
開発に従事



林 謙太

2022 年入社

電気計装の設計・開発に従事



図7 オーバー製品



図8 アンダー製品