

自走式土質改良機

菱山 徹・山本 義実

自走式土質改良機は、建設発生土のリサイクルを目的に開発されて十数年が経過した。その特徴である「自走できる」、「粉塵が少ない」、「混合品質が良い」、「作業効率が良い」などが評価され、現在はリサイクルに限らず、地盤改良、道路改良、河川築堤、災害復旧、土地造成や汚染土壌改良などの多岐にわたる工事分野に適用されている。建設発生土を現場内で改良・再利用できるので、建設発生土運搬にともなう石油資源消費やCO₂排出を削減できること、また、混合時の粉塵を低減できることで、環境負荷低減も期待できる。

その機械としての一般的な特徴や構造・仕組みや適用を説明し、実際の稼働事例を紹介する。

キーワード：土質改良機，自走式，リサイクル，稼働事例，地盤改良，道路改良，河川築堤，災害復旧

1. はじめに

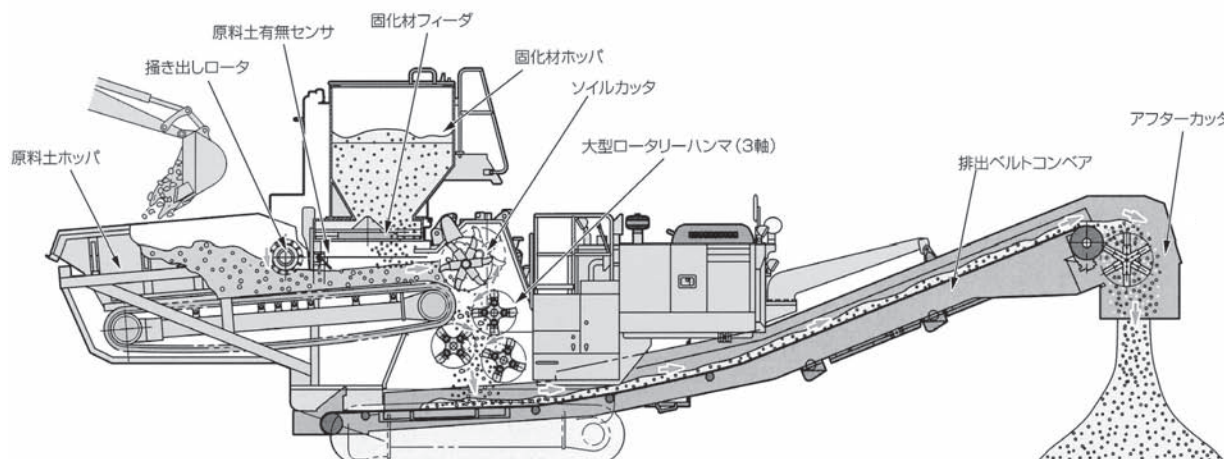
自走式土質改良機は、建設発生土を発生現場や現場近くで効率良く改良し、リサイクルすることを目的に開発されて十数年が経過した。現在ではリサイクルに限らず、多種多様な一般土木工事に適用されるようになってきている。その適用分野は地盤改良、建設発生土改良から始まったが、道路・鉄道、基礎地盤、裏込め、下水道、防災インフラ、災害復旧、汚染土壌改良、改良土プラントなど、様々な分野に広がっている。最近では、自走式土質改良機の多くが国土交通省新技術情報提供システム（NETIS）に登録されており、有用な新技術に指定されているものもある。

2. 自走式土質改良機の概要

(1) 自走式土質改良機の特徴

自走式土質改良機の主な特徴は、以下のとおり。

- ①自走できる走行装置を有し、現場で改良作業が行える。
動力源、供給装置、混合機、排出装置など、必要な装置を載せて自走するので設置が容易である。現場で改良するのでプラントへの対象土運搬に伴うコスト・時間や石油資源消費、CO₂排出を削減できる。
- ②固化材添加から混合作業までを閉鎖された混合機内で行うので、粉塵の飛散が少ない。
- ③混合品質、効率が良い。



図一 自走式土質改良機

対象土と固化材の混合ムラが少ない品質の良い改良土が得られる。また、従来工法（バックホウ混合など）に比べてオペレータの技量への依存が少ない。また、固化材使用量を縮減でき、工期短縮もできる。

(2) 自走式土質改良機の概要

図一1に自走式土質改良機（断面）を示す。

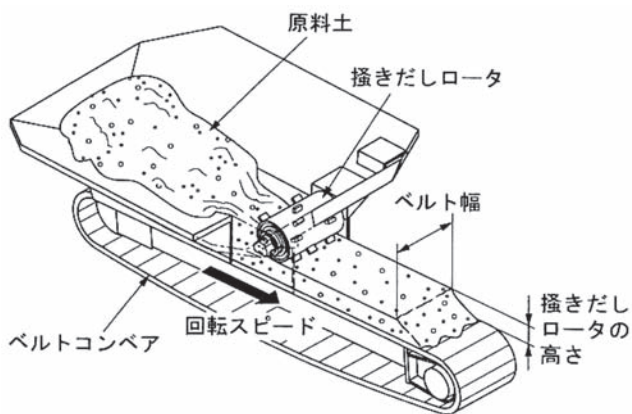
一般的な土質改良の流れは以下のとおり。

- ①原料土ホッパに投入された土は、ベルトコンベアなどで送られる。その際、ロータなどで一定量に均すか、土量を計測する。
- ②その土の上に固化材供給装置から、設定された量の固化材が添加される。
- ③土と固化材は、混合機に送り込まれ混合される。図一1では、ソイルカッタで切削混合、更に高速回転する3軸ロータリーハンマで衝撃混合する構成となっている。
- ④混合機から出た改良土は、排出ベルトコンベアにより排出される。図一1では、排出ベルトコンベア出口に設けられたアフターカッタで更に切削混合される構成になっている。

(3) 供給装置の仕組み

(a) 原料土供給装置の仕組み

原料土供給装置の仕組みの例を図一2に示す。

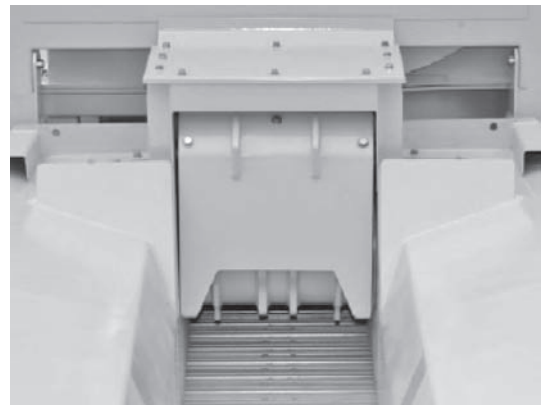


図一2 原料土供給装置の仕組み

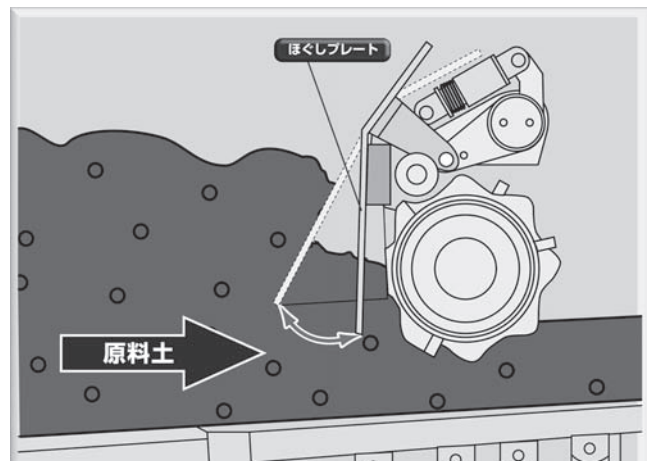
ホッパに投入された原料土はベルトコンベアで運ばれ、掻き出しロータで上部をすり切れ帯状になって進む。ベルトコンベア上の原料土の有無をセンサによって感知すると固化材が添加される。原料土の容積は、「ベルト幅」×「掻き出しロータ高さ」×「ベルト速度」で求められる。

また、原料土の粘性が高い場合、ホッパに投入してもホッパの傾斜部に引っかかりベルトコンベア上に落

ちず、うまく供給できないことがある。そのような場合に原料土に力を加えてほぐす装置が採用されている（写真一1、図一3）。



写真一1 ほぐし装置



図一3 ほぐし装置の動作

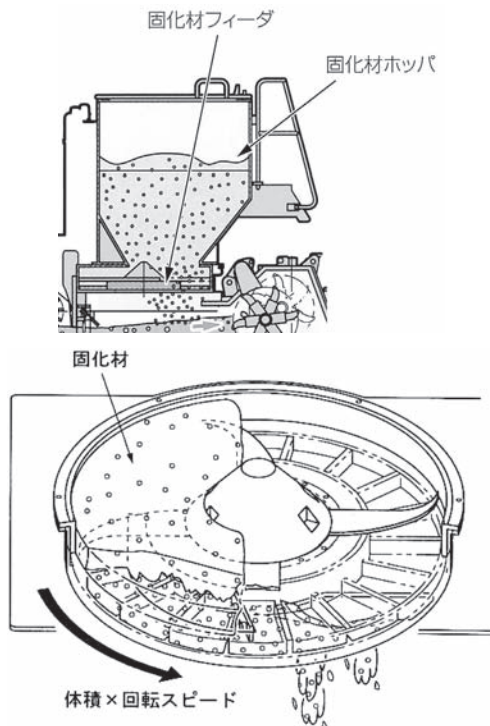
図一3のほぐし装置は、掻き出しロータ前に設けられたほぐしプレートが前後に動き、原料土に力を加えてほぐす仕組みである。

(b) 固化材供給装置の仕組み

固化材供給装置の仕組みの例を図一4に示す。

固化材ホッパに入れられた固化材は、固化材フィーダの円盤の穴に落ちて回転し、下部に穴が開けられた穴から原料土の上に落ちる。穴の容積は一定なので、回転数に比例して固化材添加量に変化する仕組みである。原料土ベルトコンベアの手速や土量に比例して固化材フィーダの回転速度を変化させるので、設定した割合で固化材が添加できる。

固化材供給装置には、他にスクリーフィーダタイプもある。



図一4 固化材供給装置の仕組み

(4) 混合装置の仕組み

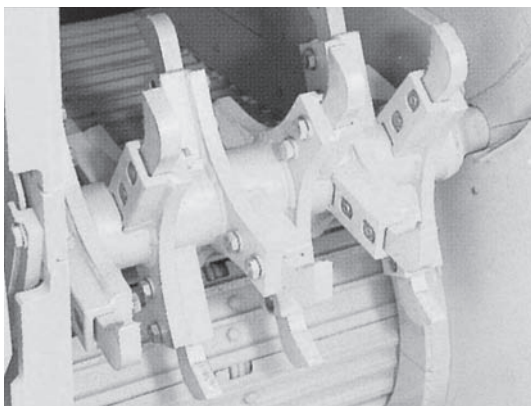
自走式土質改良機の混合装置の種類には、主なものでロータリーハンマミキサ、パドルミキサなどがある。

図一1の自走式土質改良機では3つの装置で混合処理をしている。その工程は、以下のとおり。

- ①混合機に入った土と固化材をソイルカッタで切削。
- ②3軸のロータリーハンマで衝撃を与えて粉碎・混合。
- ③混合された土が混合機を出て排出ベルトコンベアから排出された直後に、アフターカッタで切削混合して細粒化。

各混合装置の構造と作用を以下に示す。

(a) ソイルカッタ：切削混合 (写真一2)

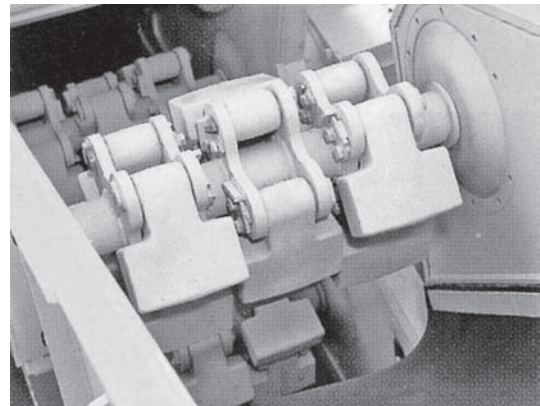


写真一2 ソイルカッタ

混合機に入ってきた土と固化材をカッタで切削混合する。ソイルカッタは揺動式で、礫などが混入してい

た場合には、上方方向に逃げるようになっている。

(b) ロータリーハンマ：衝撃混合 (写真一3)

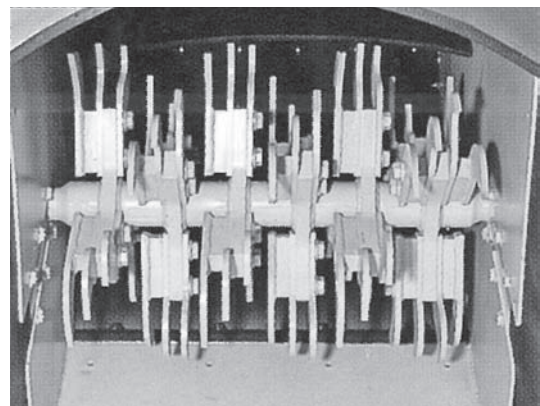


写真一3 ロータリーハンマ

3軸のハンマを回転させて土に衝撃を与え、細粒化して固化材と均一に混合する。ロータリーハンマは揺動式で礫などが混入していた場合には、逃げるようになっており、詰まりにくい構造になっている。

(c) アフターカッタ：切削混合 (写真一4)

排出ベルトコンベア出口でカッタを回転させて切削混合し、さらに細粒化する。



写真一4 アフターカッタ

3. 自走式土質改良機の適用

(1) 適用可能な範囲

原料土の土質は、粘性土から砂質土、礫混じり土まで広範囲にわたる。軟弱土については、塑性状態の軟弱土まで適用可能であり、流動性のある軟弱土は前処理にて含水比を低下させれば、適用可能な場合もある。また、異物（たとえば、大きな礫）は前処理で除去することが必要である。

固化材は、目的に応じて選択されるが、その種類の主なものは下記のとおりである。

- ①セメント系（ポルトランドセメント、高炉セメント、セメント系固化材など）

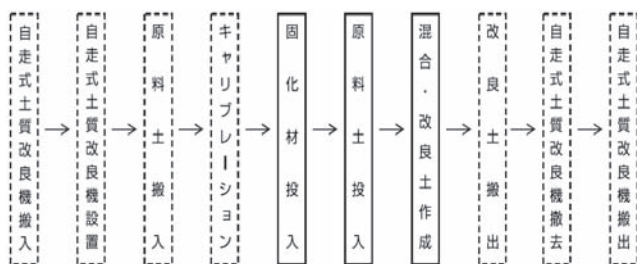
②石灰系（生石灰，消石灰，石灰系固化材など）

上記は，固化材であるが，用途により液状の添加材を用いる場合もある。また，汚染土壌対策の場合は，その汚染物質にあわせた薬剤を添加し混合する。

4. 標準的な施工例

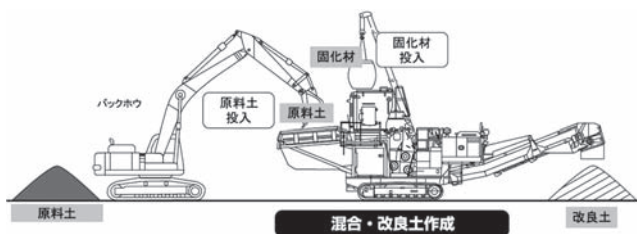
自走式土質改良機の適用分野は様々で，施工フロー，使用機械，固化材なども様々である。ここでは，比較的標準的なケースの土質改良の施工フローを表一1に示す。

表一1 施工フロー



表一1で，固化材投入→原料土投入→改良土作成まで（実線部分）が土質改良の工程である。

概略レイアウトを図一5に示す。



図一5 概略レイアウト

概略レイアウトでの使用機械は，原料土投入にバックホウ，固化材投入および混合・改良土作成に自走式土質改良機で構成されている。排出側は，改良土の移動・積み込みのためバックホウなどや，運搬のためのクローラダンプなどが使われる。

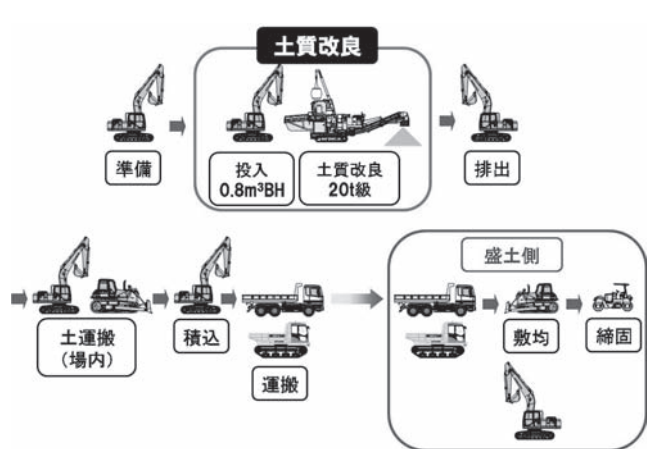
5. 稼働事例

自走式土質改良機は，様々な分野で適用されているが，ここでは主な適用分野である道路改良工事，河川築堤工事，防災工事，災害復旧工事での事例を紹介する。

(1) 道路改良工事

道路改良工事においては，路体盛土，路床改良，構

造物裏込めなどで適用されている。ここでは，路体盛土の事例を紹介する。路体盛土では，トラフィカビリティの確保を目的に適用されている。粘性土が対象となる場合が多く，固化材には生石灰，石灰系あるいはセメント系固化材などが使用される。自走式土質改良機は，①他工区で発生した建設発生土を改良ヤードで改良，あるいは，②自工区の切土現場の掘削土を現場内で改良などに用いられ，改良土は，盛土工区へ10tダンプなどで運搬され，敷き均し，締固めされて利用される（図一6）。運搬距離を短くすることで，運搬コスト，環境負荷を低減できるので，改良ヤードの位置は重要である。



図一6 自走式土質改良機が稼働する工事の全体（例）

土質改良部分の施工フローは表一1に示したとおりだが，土質改良現場では原料土準備～改良土積み出しの工程があり，写真一5の現場では，積込，運搬などの作業でバックホウ，ブルドーザが稼働していた。



写真一5 道路改良工事で稼働事例

(2) 河川築堤工事

河川築堤工事においては，築堤盛土などに適用されている。写真一6の現場では，洪水対策の河道拡幅のための伐開・掘削時に発生する掘削土を自走式土質改良機で土質改良し，リサイクルした（写真一6:上）。改良土は築堤盛土材に使用され，ブルドーザによる敷

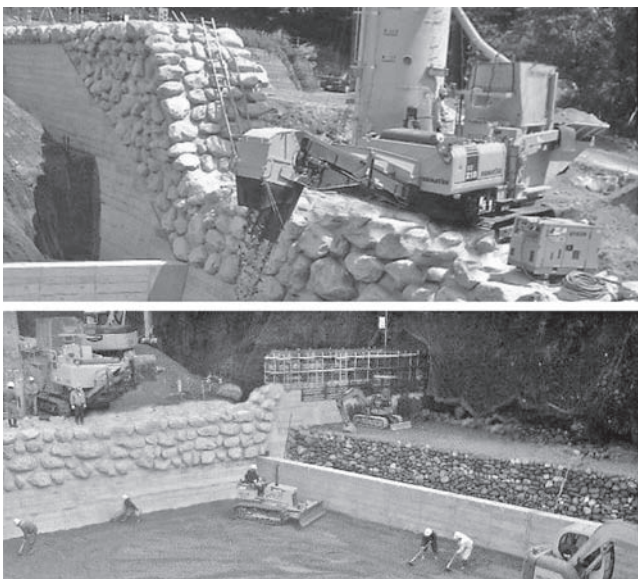


写真一六 河川築堤工事での稼働事例
上：堤防内で稼働 下：築堤後

き均し、タイヤローラでの締固めを経て堤防を大きく強固なものにした(写真一六：下)。

(3) 防災工事

防災工事では、1999年の雲仙普賢岳における砂防CSG工法での採用や、富士川砂防、足尾砂防、北海道での十勝岳、駒ヶ岳、有珠山など、数多くの工事で自走式土質改良機は活用されている。砂防CSG工法では、固化材にセメントが比較的多くの添加量で使われる場合が多く、写真一七のように自走式土質改良機の脇にセメントサイロを設置し、プラントのように使われている。



写真一七 砂防CSG工事での稼働事例
上：稼働中 下：CSG材の敷き均し

(4) 災害復旧工事

自走式土質改良機はその高い機動性を生かして、地震、水害などの災害復旧工事などに採用されている。

最近では、2007年3月に発生した能登半島地震の災害復旧に適用されている。能登有料道路では51カ所の災害が発生し、そのうち11カ所は大規模崩落であった。本復旧にあたっては、9～11月の盛土工事期間に10台以上の自走式土質改良機が投入され、大規模崩落箇所などで現地発生土改良が行われた。その結果、11月末に全迂回路が解消され、本線供用が再開になった。

(5) 汚染土壌改良工事

自走式土質改良機は、安定した混合品質が現場で得られる自走式「混合機」である。多種多様な「工法」の枠にとらわれることなく、「混合機」として汚染土壌の改良工事にも多く適用されている。

6. まとめ

平成20年度建設副産物実態調査結果によれば、平成20年度の建設発生土の排出状況は、1億4,063万 m^3 で平成17年度調査時の1億9,518万 m^3 に比べ減少しているが、その有効利用率は78.6%（100%現場内完結工事含む）に留まっている。目標値は、平成22年度（中間目標）は85%、平成24年度は87%となっており、さらなる建設発生土利用と新材利用量削減が求められている。

多くの施工者の方々に活用され、稼働実績を重ねてきた自走式土質改良機が、環境負荷低減と建設発生土の有効利用率の向上に貢献することを期待したい。

JCMA

[筆者紹介]

菱山 徹（ひしやま とおる）
コマツ
開発本部
商品企画室 機種グループ



山本 義実（やまもと よしみ）
コマツ建機販売(株)
マーケティング部
商品サポートグループ
技術担当課長

