

## 4. 建設発生土再利用システム

Reuse System for Excavated Soil Generated in Construction

キーワード：建設発生土，有効利用，万能土質改良機，同時計量混合，4軸直列混合方式

Soil generated in construction site, Effective use, Almighty soil quality improving machine, Measuring synchronous mixing, Serial 4 axes mixing method

鈴木 一幸 Kazuyuki SUZUKI

### 1. はじめに

現在，すべての建設工事において，環境負荷低減が求められている。そのような中で，掘削工事から発生する掘削土のうち，そのまま使用できない掘削土は廃棄処分され，また盛土材料等は購入土（山土）が使用されている。この掘削土（建設発生土）をいかに有効活用するかが求められており，建設発生土のリサイクルは避けて通れない課題であって，リサイクル技術の開発が一層求められている。このような背景から，そのままでは再利用できない「低品質な」建設発生土の有効利用を目的として本システムを開発した。

本システムは，土質性状の異なる土（粘性土，砂質土，礫質土）を混合し，新たな土を製造するシステムであり，含水比調整や粒度調整などの物理的混合処理機能を有している。1日の処理能力は約500m<sup>3</sup>であり，最大3種類の土の同時計量混合を可能にしている。また，混合方式は混合効率を高めるために，4軸直列混合方式を採用している。本システムを用いて，複数の土を適正に組み合わせることで混合攪拌することにより，再利用可能で均一な混合処理土を造ることができる。以下，本システムの概要，構成，特長，活用実績などについて紹介する。

### 2. 建設発生土再利用システム

#### 2.1 概要

本システムは，国土交通省近畿地方整備局近畿技術事務所の指導のもとに開発した技術であり，土質性状の異なる土（粘性土，砂質土，礫質土）2～3種類を混合し，含水比や粒度調整などの物理的な処理により，使用用途に応じた品質条件を満足させ，再利用を行うための技術である。システムの全景を図1に，全体の設備構成の配置例を図2に示す。

#### 2.2 構成

本システムは，土砂ホッパ，計量コンベア，投入コン



図1 システム全景

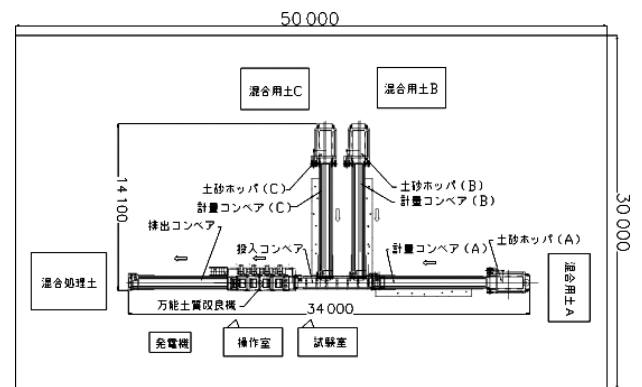


図2 全体の設備構成の配置例

ベア，「万能土質改良機」，排出コンベア，操作室，発電機により構成されている。

#### (1) 土砂ホッパ

土砂ホッパは，「万能土質改良機」に混合用土を連続的に供給する装置である。均一な混合処理土を造るためには，混合の対象となる多様な混合用土を必要量安定的に供給する必要がある。そのため，土砂ホッパには特殊なかき出し装置（特許）を装着し，連続的な供給を可能にしている。

#### (2) 計量コンベア

計量コンベアには，土砂ホッパからかき出された混合

用土を連続的に計量するための計量器（ロードセル）が装着されている。計量器の計測値は操作室内の運転装置に連動し、供給量と混合比率および時間当たりの混合処理土量を制御盤にて自動制御している。

(3) 投入コンベア

投入コンベアは、それぞれの計量コンベアで計量した土砂を合流させ、「万能土質改良機」に供給する装置である。

(4) 「万能土質改良機」

「万能土質改良機」は本システムの心臓部である。混合方式は4軸直列混合方式（特許）を採用し、混合室は4室で構成されており、それぞれの混合室に回転軸に固定

した攪拌羽根を取り付けている。攪拌羽根は、土を回転により入口から出口に向かって効率よく混合できるように配置されている。「万能土質改良機」の外形図を図3に示す。

(5) 排出コンベア

排出コンベアは、「万能土質改良機」により混合処理された混合処理土を排出する装置である。

(6) 操作室

操作室は、本システムの運転の管理・制御を行う部屋である。室内には、システムを稼働する動力盤、運転制御する制御盤、運転状況を表示するモニター盤が装備されている。

(7) 発電機

本システムの動力となる電源を確保する装置である。

2.3 フローチャートおよび仕様

(1) フローチャート

本システムは、2種類および3種類の建設発生土の混合が可能である。3種類の建設発生土を混合する場合のフローチャートを図4に示す。

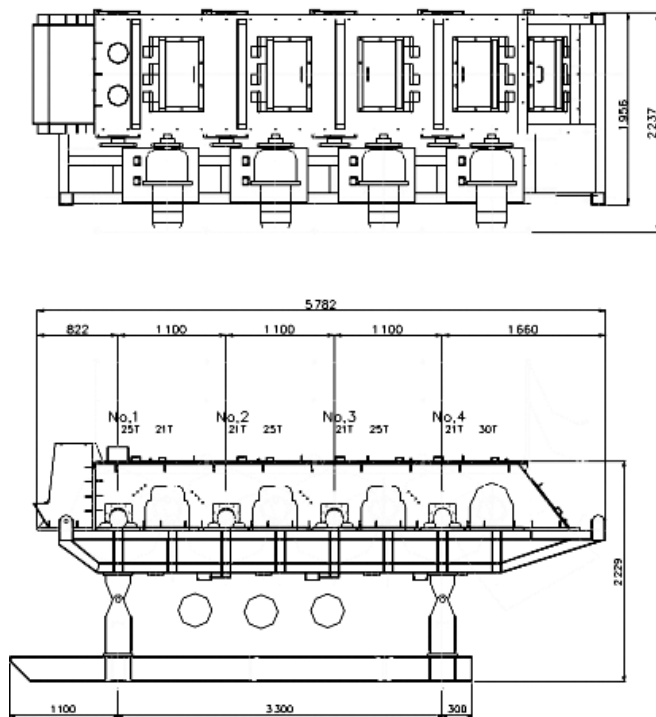


図3 万能土質改良機外形図

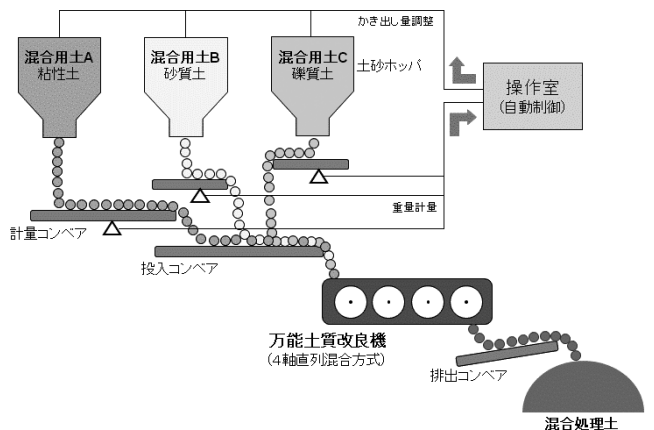


図4 システムのフローチャート

表1 システム各設備の仕様

設備名	規格	用途
土砂ホッパ※ (掻き出し装置付)	モータ容量：7.5 kW ホッパ容量：2 m <sup>3</sup>	土砂の投入口 定量土砂の搬出
計量コンベア※	モータ容量：7.5 kW ベルト寸法：750 mm巾×10 m (軸間距離)	定量土砂の搬送 計量
投入コンベア	モータ容量：5.5 kW ベルト寸法：750 mm巾×7 m (軸間距離)	中間搬送
万能土質改良機	モータ容量：22 kW×4 攪拌軸寸法：1 mφ×1 m巾 (1軸あたり)	土砂の混合
搬出コンベア	モータ容量：7.5 kW ベルト寸法：750 mm巾×10 m (軸間距離)	混合土砂の搬送
操作室	4.5 m×2 m×2.39 m高	システムの制御
発電機	250 kVA	電源

※土砂ホッパおよび計量コンベアは、混合用土数に応じて使用台数が変わる。  
2種混合の場合・・・2台 3種混合の場合・・・3台

## (2) 各設備の仕様

本システムの最大処理能力は250 t/hである。各設備の仕様を表1に示す。

### 2.4 特長

建設発生土には様々なサイズの土塊や異物が混入するため、機械の停止などが発生し除去にも手間がかかる。また、建設発生土には粘性土、砂質土、礫質土などの種類があり、どの土質にも対応できることが求められるとともに、これらの土質を組み合わせた混合比率を一定に保つ必要もある。これらの条件を考慮し開発した本システムの特長を下記に示す。

#### (1) 4軸直列混合方式

投入された土が回転軸に対し直角（正面に相對する）に送り込まれ、攪拌羽根のかき上げ効果によって攪拌効果を引き上げて、本体部を移動しながら排出される構造

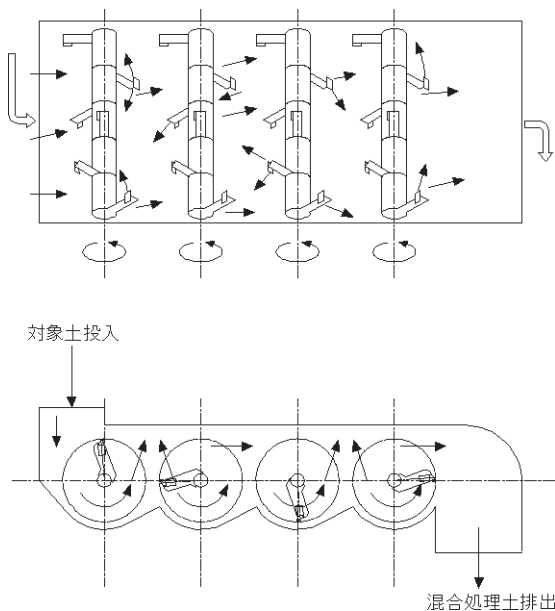


図5 攪拌軸詳細図



図6 攪拌羽根

となっている。攪拌軸は4軸あり、1本の軸に対する攪拌羽根は、巨礫や異物の噛み込みのないように適度な間隔を設け、多数取り付けられている。攪拌羽根の先端は摩耗対策として超合金を使用している。攪拌軸の詳細を図5、攪拌羽根の詳細を図6に示す。

#### (2) 同時計量混合

混合比率の制御は、計量コンベアに取り付けた計量器で計量した混合用土の1時間当たり通過重量測定値(t/h)と設定値の比較判定を行い、その誤差を土砂ホッパのかき出し量で調整している。かき出し量の制御は、土砂ホッパ底部に取り付けたかき出し装置の回転数で行っている。

## 3. 活用実績と活用事例

### 3.1 活用実績

本システムは1997(平成9)年に開発し、現在までに約480万 $m^3$ の混合実績を有し、主に河川堤防の盛土材料として活用されている。また、平成24～26年にかけて東日本大震災で発生したガレキと津波により堆積した津波堆積土を混合し、海岸堤防道路の盛土材料としても活用されている。

2002(平成14)年には、(社)日本材料学会の「地盤改良」に関わる技術評価証明(第1005号、平成19年更新)を受け、同年の技術賞を受賞した。また、国土交通省民間新技術(NETIS)に登録し(KK-980012-V)、平成20年度活用促進技術に指定された。

### 3.2 活用事例

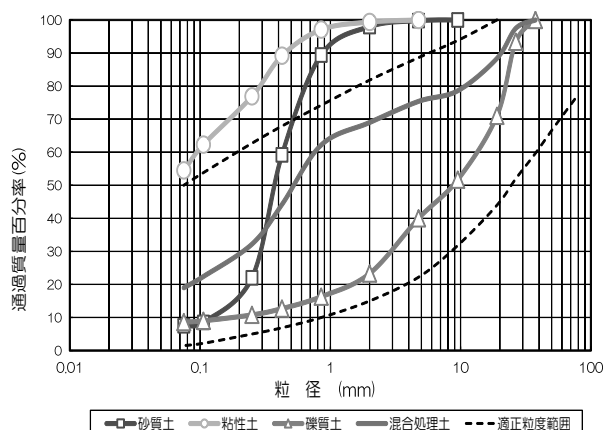
堤防盛土工事では、大量の盛土材料が必要となり、盛土材料として建設発生土を再利用できれば、リサイクルは促進されることになる。しかしながら、建設発生土の品質は一定ではなく、中には堤防盛土材料としての強度や粒度分布が品質条件を満足しないものがある。

以下に、鳴瀬川左岸地区掘削改良工事での混合事例を示す。

- ・ 工事場所：宮城県遠田郡美里町二郷～練牛地内
- ・ 発注者：国土交通省 東北地方整備局  
北上川下流河川事務所
- ・ 施工時期：平成21年11月～22年3月
- ・ 処理土量：63000  $m^3$
- ・ 工事内容：鳴瀬川中流部緊急対策特定区間事業において、流下能力向上を図るために河道掘削を行い、発生した河道掘削土(砂、粘土、礫)を混合し、築堤盛土材として再利用する。
- ・ 品質条件：粒度特性(適正粒度範囲内にある、細粒分混入率15～50%)  
強度特性(コーン指数800  $kN/m^2$ )

表2 土質試験結果一覧

試験項目	混合用土			混合 処理土
	砂質土 河道 掘削土	粘性土 高水敷 掘削土	礫質土 購入碎石	
含水比 (%)	20.9	37.5	3.6	19.2
粒 度	最大粒径 (mm)	9.5	4.75	37.5
	礫分 (%)	2.0	0.6	76.7
	砂分 (%)	90.5	44.9	14.7
	シルト・粘土分 (%)	7.5	54.5	8.6
土質分類	S	Fm	G	SF
コーン指数 (kN/m <sup>2</sup> )	523	196	6311	937
適 合 性 評 価	適正粒度範囲内にある	×	×	○
	細粒分混入率 15 ~ 50 %	×	×	○
	コーン指数 ≥ 800 kN/m <sup>2</sup>	×	×	○
	総合評価	×	×	○



・混合計画：3種類の混合用土はいずれも品質条件を満足していない(砂質土，粘性土は粒度，強度ともに満足していない。礫質土は強度は満足しているが粒度が満足していない)。これらを容積混合比(砂質土：粘性土：礫質土 = 40：30：30)にて混合することにより，混合処理土は粒度，強度ともに品質条件を満足する結果を得た。

土質試験結果一覧を表2に示す。

#### 4. おわりに

建設工事から発生する掘削土の処理は，不法投棄の問題なども含め課題は山積している。「建設発生土再利用システム」による建設発生土の再利用技術は，東京オリンピック・パラリンピック関連のインフラ整備や2027年開業予定のリニア中央新幹線など，今後も大量に発生が見込まれる建設発生土のリサイクルの推進，環境負荷低減に役立つとともに，「資源循環型社会」を構築するために大いに貢献できるものと考えている。

#### Summary

Hitherto, unsuitable soil (not use as it is) generated in a construction site is disposed. This system is a technology in which unsuitable soil and 2 or 3 soils which are different in the soil quality are mixed, and mixed soil is suitable to quality condition (strength, particle size and so on) corresponding to the purpose of use to be recycled.



鈴木 一幸 Kazuyuki SUZUKI

明石工業高等専門学校卒業  
(株)オクノコトー  
Okunokotoh Ltd.  
顧問

原稿受理 2014年10月31日

## 日本冷凍空調学会メールマガジン配信中

学会からのお知らせ，イベント情報，学会誌・論文集の目次  
冷凍空調・食品業界ニュースなどを，メールでお届けします。  
未登録の方はアドレスを登録して最新情報を！！

アドレスの登録先

<http://www.jsrae.or.jp/mmag/regist1.php>