

9 産業と技術革新の  
基盤をつくろう12 つくる責任  
つかう責任

## 産学共同研究成果

SUSTAINABLE  
DEVELOPMENT GOALS【世界初】建設汚泥を安価・大量に  
中性化する再生土製造方法を実用化

炭酸ガス排出量削減にも寄与

国立大学法人横浜国立大学（学長：長谷部 勇一、以下 横浜国立大学）、domi 環境株式会社（代表取締役社長：山内裕元、以下 domi 環境）、ジャイワット株式会社（代表取締役社長：古野博巳、以下 ジャイワット）、一般社団法人再資源化研究機構（代表理事：百村英生、以下 再資源化研究機構）およびエコラボ株式会社（代表取締役：守屋勉、以下 エコラボ）は、アルカリ性建設汚泥を既存の改質剤・機械・設備等で安価、大量に中性化することを可能にする、環境負荷の少ない高品質の再生土製造方法（特許第 6559644 号）の実用化に成功しました。

この再生土製造方法は、横浜国立大学、ジャイワット、domi 環境、再資源化研究機構およびエコラボが、「アルカリ性建設汚泥を改質処理するとともに低コストで中性化して高品質の再生土を製造する技術の確立」を目的として平成 29 年から実施しています共同研究の成果です。またこの成果に至る過程で、横浜国立大学、ジャイワットおよび domi 環境が平成 26 年から 3 年間実施しました共同研究の成果「液状泥土の造粒固化方法（特許第 6260038 号）」を利用しています。

従来、建設汚泥を原料とした再生土は、アルカリ性を呈するため利用用途が限定されていましたが、中性化することによって、再生土の利用範囲が大きく拡大します。また副次的な効果として、炭酸ガスを土壌中のアルカリ（水酸化カルシウム）と反応させて炭酸カルシウムとして固化させることで、炭酸ガスの排出量削減効果も期待できます。

## 1. 背景

国土交通省が平成 26 年に策定した「建設リサイクル推進計画 2014」を達成するため、産学官が協力して、産業廃棄物排出量（年間約 4 億トン）の約 2 割を占める建設関連排出量の削減に取り組んできました。その中でトンネル建設工事などにより発生する建設汚泥<sup>\*1</sup>の再資源化率は、アスファルト塊やコンクリート塊の再資源化率に比べて低く、頭打ち傾向にあります。また、建設汚泥は、その発生処理過程あるいは中間処理過程において高アルカリ性を示すことが多く、例えば盛土の建設材料として再資源化する際には、処理土の溶出水を観測して中和処理するなどの対応が必要です。このような対応には労力とコストがかかり、建設汚泥の再資源化を阻害する要因の一つになっています。この阻害要因の克服のため、横浜国立大学（大学院都市イノベーション研究院 早野公敏教授）、domi環境、ジャイワット、再資源化研究機構およびエコラボは、平成 29 年からアルカリ性を示す建設汚泥そのものを処理過程で中性化する安価な手法の開発を目標とし、実用化に向けた研究を進めてきました。



写真 1 再生土製造プラント全景

## 2. 研究成果の概要

今回開発した再生土製造方法は、吸水性改質材が添加されたアルカリ性の建設汚泥を攪拌（改質固化工程）し、攪拌された建設汚泥を半固体状になるまで養生（改質固化養生工程）後、半固体状になった建設汚泥をほぐして細粒化（ほぐし造粒工程）して、細粒化された建設汚泥をさらに養生して水和反応を促進（水和反応促進工程）させ、水和反応が促進された建設汚泥に炭酸ガスを接触（炭酸ガス接触工程）させて建設汚泥を中和させるものです。従来の工法と比較すると、安価・大量・確実に、 $pH^{*2} = 5.8 \sim 8.6$  の中性域の良質な再生土を製造できます。また炭酸ガス接触工程で、炭酸ガスを土壌中のアルカリ（水酸化カルシウム）と反応させて炭酸カルシウムとして固定させるため、炭酸ガスの排出削減効果が期待できます。

それでは各工程を説明します。

### ステップ1：改質固化工程

建設現場で排出された建設汚泥が中間処理施設に搬送されます。中間処理施設に搬送された建設汚泥には、セメントや石灰等がすでに含まれ、 $pH 9$  以上のアルカリ性を呈しています。この建設汚泥を貯泥槽に投入した後、固化材等を添加混合して改質し、貯泥槽から排出します。

### ステップ2：改質固化養生工程

建設汚泥中の余剰水分を吸水する調湿機能を有しているペーパースラッジ灰<sup>\*3</sup>系の吸水性改質材を添加し、改質固化処理を施した建設汚泥（以下、改質固化処理土）をストックヤードに山積みして養生すると、養生中の改質固化処理土の硬化反応が進行し、時間経過とともにヘドロ状から、塑性状、そして半固体状へと性状変化します。

### ステップ3：ほぐし造粒工程

半固体状となった改質固化処理土は、水和反応が進行中であり、そのまま養生を継続すると土塊状のまま固結してしまいます。そこで改質固化処理土を、解砕機能を有する土質改良機で細粒化し、再生土として利用しやすい粒度に調整します。こうして生成されたほぐし造粒土は、表面積が増えた分、乾燥しやすい状態になり、同時に空気中の二酸化炭素と反応して、 $pH$  が低減しやすい状態になっています。

### ステップ4：水和反応促進養生工程

細粒化したほぐし造粒土を再び養生ストックヤードで養生して水和反応を促進させ、余剰水を結晶水として固定します。このようにほぐし造粒工程（ステップ3）後に再度養生期間を設けることで、しっとりしていた土がサラサラの状態になります。すなわち、建設汚泥は、ほぐし造粒土から、ほぐし造粒土の固化が完結した細粒固化土になります。



写真2 建設汚泥



写真3 改質固化処理土



写真4 細粒固化土

#### ステップ5：炭酸ガス接触工程

サラサラの状態の細粒固化土に炭酸ガスを直接曝します。具体的な方法として、イ) 急速接触法、ロ) 流下接触法、ハ) プール接触法の方法が考えられます。これらの方法を単独、または組み合わせることで再生土のpHを8.6以下まで中和することができます。



写真5 炭酸ガスを曝すリアクター

### 3. 今後の展開

経済産業省はCO<sub>2</sub>を回収し、素材・燃料などへ再利用する「カーボンリサイクル」政策を推進しています。今回、開発した技術を活用して他産業分野と連携し、CO<sub>2</sub>を回収・再利用していく仕組みに発展させていくことが考えられます。

なお、横浜国立大学は、本共同研究成果を、2月5日から7日までパシフィコ横浜で開催される「テクニカルショウ ヨコハマ2020」に出展します。

#### 注釈

※1 建設汚泥 掘削工事から生じる泥状の掘削物および泥水を泥土といい、このうち廃棄物処理法に規定する産業廃棄物として取り扱われるものを建設汚泥という。

※2 pH 溶液中の水素イオン濃度を示す指数、酸性は7より小さく、アルカリ性は7より大きい。  
(出典：明鏡国語辞典)

※3 ペーパースラッジ灰 ペーパースラッジとは製紙工程で生じる繊維かすで、このペーパースラッジを焼却処理したもの。

※SUSTANABLE DEVELOPMENT GOALS(持続可能な開発目標) 国連加盟国が2015年9月25日の総会決議により採択した決議で、その狙いは、あらゆる形態の貧困に終止符を打ち、不平等と闘い、気候変動に対処しながら、誰一人取り残されないようにするため、2030年までに17の目標を達成することです。

※ 写真1から写真5は、再資源化研究機構の提供です。

本件に関するお問い合わせ先

<研究に関する問い合わせ>

横浜国立大学 大学院都市イノベーション研究院 教授 早野公敏

E-mail: [hayano-imitoshi-hg@ynu.ac.jp](mailto:hayano-imitoshi-hg@ynu.ac.jp)

<全般に関する問い合わせ>

横浜国立大学 研究・学術情報部 産学・地域連携課 E-mail: [sangaku.sangaku@ynu.ac.jp](mailto:sangaku.sangaku@ynu.ac.jp)

<吸水性改質材に関する問い合わせ>

ジャイワット株式会社 0438-38-4336

<再生土製造方法の実施に関する問い合わせ>

一般社団法人再資源化研究機構 03-5635-1551