

# 自走式土質改良機を適用した CSG 工法による環境負荷の低減

久保田 隆之・大城 康一・上野 善継

公共工事においてコスト縮減と環境負荷低減が求められている中、これに対応したダム建設の新しい工法として“CSG 工法”が注目されている。CSG 工法では、施工の合理化を図るため、施工設備の簡素化と作業の効率化が求められている。そこで本文では、CSG の効率的な生産を目的とした混合設備について、CSG 生産への土質改良機の適用と見込まれる環境効果について報告する。また、自走式土質改良機を活用した CSG 工法の事例として、北海道の石狩川水系当別川で建設が進む「当別ダムの上流締切工事」について紹介する。

キーワード：CSG，自走式土質改良機，環境負荷低減，コスト低減

## 1. はじめに

近年、ダム工事において、建設コストの縮減、施工に伴う環境負荷低減が重要な課題になってきている。このような背景から、建設コストの低減と、自然環境の保全に対応する新しいダムとして“台形 CSG ダム”が注目されている。

台形 CSG ダムとは、CSG (Cemented Sand and Gravel：セメントで固めた砂礫) を用いて堤体を建設した台形ダムであり『材料の合理化』、『設計の合理化』、『施工の合理化』の3つの合理化を同時に達成できる。

CSG は、建設現場周辺で、手近に得られる材料を使用してセメントと水を混合することにより生産され、従来の重力式コンクリートダムで使用される材料のような粒度調整、材料の分級、洗浄、濁水処理などの工程が不要になり、コストの縮減と環境負荷の低減が図れる。

また、CSG の製造には各種プラントが開発されているが、最近では上流締切工事等に機動性と混合性を兼ね備えた自走式土質改良機も採用されてきている。そこで本文では、環境にやさしい CSG を効率的に生産する自走式土質改良機の適用について説明し、併せてダム工事での事例を紹介する。

## 2. CSG の生産と自走式土質改良機の適用

### (1) CSG の生産設備

CSG は、原料となる砂礫・掘削土を採取し、必要に

応じ所定の粒度に調整した上で図-1に示すフローの通り、砂礫・掘削土にセメントと水を混合して生産される。小規模の工事ではバックホウが混合に用いられるが、バックホウ混合は簡素化された混合方式である一方、混合効率と施工能力が低く、生産量を求められる現場には適していない。これに対し自走式土質改良機は、現場内にて自由に設置でき、施工条件に応じてフレキシブルに対応できる設備として位置づけられる。

自走式土質改良機では原材料の採取場所が移動する場合でも、容易に移設が出来るため、材料運搬などにおける CO<sub>2</sub> の低減も期待でき、より効果的な環境負荷の低減が実現できる。



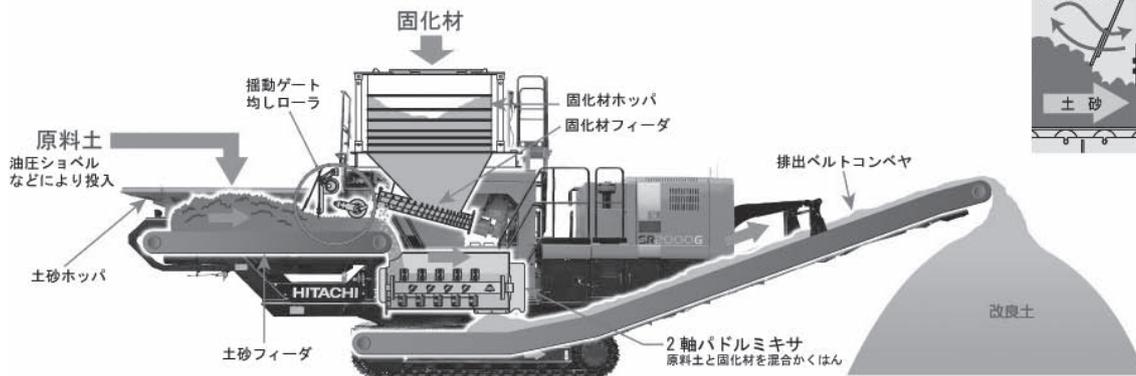
図-1 CSG 生産フロー

以下、自走式土質改良機および自走式改良機による CSG の生産について説明する。

### (2) 自走式土質改良機による CSG の生産

図-2 に自走式土質改良機の構成を示す。

自走式土質改良機は、原料となる土砂を投入する土

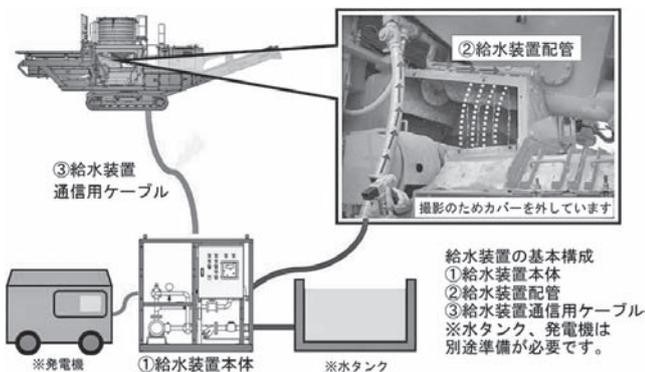


図一 2 自走式土質改良機の構成

砂ホッパ及び土砂フィーダ、固化材を貯留、搬送するための固化材ホッパ及び固化材フィーダ、土砂と固化材を混合・攪拌するための混合機（2軸パドルミキサ方式）、混合された改良土を排出する排出コンベヤが油圧式走行装置の上に実装された構成となっている。

自走式土質改良機はこのような構成であるため、CSGの生産において、図一1に示したCSG生産フローの砂礫・掘削ズリ（原料）の供給、セメント（固化材）の添加、及び混合・攪拌（混合機）までの対応が可能である。

また、CSGの生産には水の混合も必要となるため、実際には自走式土質改良機に加え、給水装置が必要となる。これについては、図一3で示すとおりポータブルタイプの給水装置を散水用の配管に接続することで対応が可能である。



図一 3 給水装置

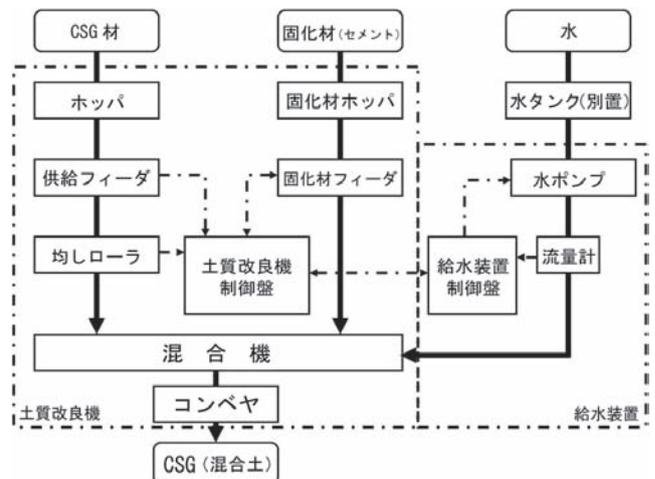
**(3) 混合品質の確保**

工事で使用されるCSGは、原料となるCSG材の粒度、表面水量が変動するという特性から、水の供給量を調整し、品質を一定の範囲内に保つ必要がある。

これに対応するため、土質改良機が備えている制御

機能に加え給水装置に流量制御機能を持たせ、図一4に示す制御システムフローによって水の供給量を調整し、一定品質でのCSG生産を可能とした。

以下、図一2及び図一4により機器構成と制御システムフローについて説明する。



図一 4 制御フロー図

**①供給CSG材量の計測**

土砂フィーダ（コンベヤ）に取付けられた速度センサと、均しローラに取付けられた土砂高さセンサにより搬送速度とCSG材の高さから混合機へ供給されるCSG材の体積を連続的に計測し、制御盤へフィードバックする。

②固化材ホッパに貯留された固化材は、計測された供給CSG材量により、あらかじめ指令された単位量に基づき一定量が供給されるよう固化材フィーダの速度が制御される。

③給水装置には水ポンプと流量計が装備されており、供給される水の量が給水装置の制御盤にフィード

バックされ、供給 CSG 材量と、流量計からの信号によりあらかじめ設定されている単位量によって一定量の水が供給されるよう制御される。

以上のように実際に供給される CSG 材量の変動しても、あらかじめ指令している単位量によって固化材の添加量と水の供給量は自動修正され、一定品質の CSG 生産を可能としている。

このように、CSG を使用した工法は、作業効率の向上と、資源の有効利用による環境への配慮から、今後、ダム関連工事以外の導入にも期待がもたれている。

また、より効果的な環境負荷の低減が見込める自走式土質改良機の適用も増加するものと考えられる。

次章では、自走式土質改良機により CSG を生産したダム関連工事の実例について紹介する。

### 3. 当別ダム上流締切における適用事例

#### (1) 概要

当別ダムは、北海道の石狩川水系当別川で洪水調整、正常な流れと機能の維持、かんがい用水および石狩西部圏の水道水の供給などを目的として建設が進められる多目的ダムである。ダム建設においては、コスト縮減、環境保全の観点から、現地発生材の有効利用を目指した「台形 CSG ダム」が採用され、また上流締切にも CSG 工法が採用された。

先行する上流締切（堤長 594 m、最大堤高 10 m、堤頂幅 4 m、堤体積 3 万 8400 m<sup>3</sup>）の築堤工事の CSG 製造に自走式土質改良機が採用されたので紹介する。

#### (2) 施工状況

上流締切の施工フローを図-5、施工状況を写真-1

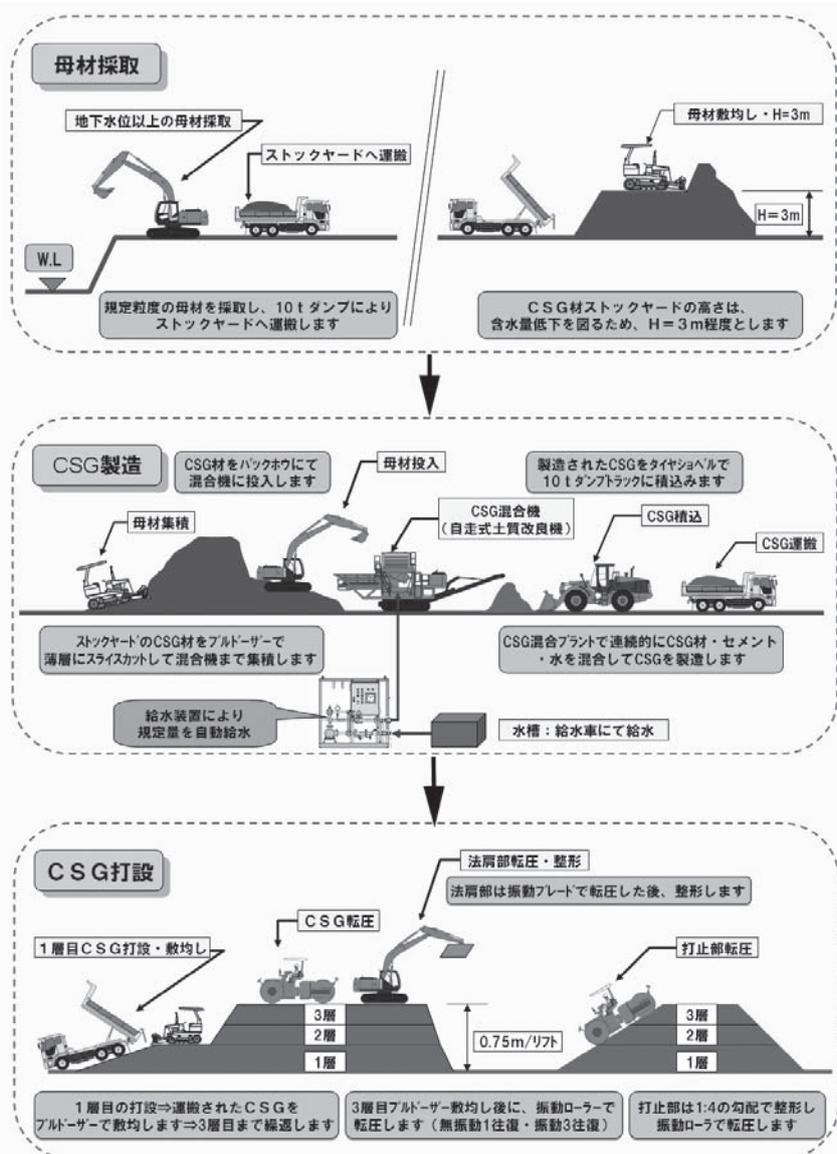


図-5 CSG 施工フロー

～4に示す。

CSGに用いた母材は、河川敷で採取した河床砂礫を使用し、母材の採取・貯蔵、CSG製造、CSG打設の工程により行なわれた。CSG製造に使用した混合設備は、自走式土質改良機SR-G2000と付帯設備を含めた以下のシステム構成からなる。

- ①投入用油圧ショベル (0.8 m<sup>3</sup>級)
- ②自走式土質改良機 SR-G2000 (20 t級)
- ③給水装置
- ④水タンク
- ⑤発動発電機 (45KVA)
- ⑥ハンドリング用ホイールローダ (1.3～2.0 m<sup>3</sup>)



写真一 1 CSG材 (貯蔵)



写真一 2 自走式土質改良機によるCSG製造



写真一 3 CSG排出直後



写真一 4 敷き均し・転圧

CSG製造は、表一1に示す示方配合に基づき、本システムによりCSG材とセメントおよび水を連続的に混合し製造した。なお、CSG材は粒径80mm以上の含有率が少ないことから(4%程度)、グリズリ等の設備による前処理は計画されていない。

表一1 標準示方配合

CSG材最大寸法 (mm)	単位量	
	水 (kg/m <sup>3</sup> )	セメント (kg/m <sup>3</sup> )
80	165程度以下	60

本システムでは、土質改良機本体と連動した給水装置を組み合わせ、CSG材の供給量を連続的に計測し、その量の変動に応じて、セメント添加量および水の供給量を自動的に制御し、CSGの単位水量調整を容易にした。土質改良機1台あたり、施工条件や打設計画量によって変動するが、およそ200～400 m<sup>3</sup>/日であり、CSGを連続的に安定した品質で生産することができた。

従来のコンクリートダムと比べ、CSG工法は、製造設備が簡単になると同時に単位セメント量も少なく、施工面において打継部の敷きモルタル施工やグリーンカットを必要とせず、大量かつ高速の施工が可能となった。また、河川敷で採取した河床砂礫を利用した環境負荷の少ない施工を実現した。

#### 4. おわりに

今回の報告では、環境に配慮したCSG工法によるダム関連工事の事例と自走式土質改良機の適用について紹介した。今後、災害防止や災害復旧工事などへの適用も期待されており、CSGの製造に自走式土質改良機が適用されるケースも増えてくると考えられる。また、高まる環境負荷低減への要求に対応できる設備

や工法の提案も必要となる。このような環境へのニーズに対応するため、今後も設備に要求される仕様・性能などを的確に捉え、環境負荷低減に貢献できる工法の提案を行なっていきたい。

J C M A



[筆者紹介]

久保田 隆之 (くぼた たかゆき)  
日立建機㈱  
営業本部 Hi-OSS 営業部



大城 康一 (おおしろ こういち)  
日立建機㈱  
営業本部 Hi-OSS 営業部



上野 善継 (うへの よしつぐ)  
日立建機㈱  
営業本部 Hi-OSS 営業部

## 平成 22 年度版 建設機械等損料表 発売中

### ■内 容

- ・国土交通省制定「建設機械等損料算定表」に基づいて編集
- ・損料積算例や損料表の構成等をわかりやすく解説
- ・機械経費・機械損料に関係する通達類を掲載
- ・各機械の燃料（電力）消費量を掲載
- ・主な機械の概要と特徴を写真・図入りで解説
- ・主な機械には「日本建設機械要覧（当協会発行）」の関連ページを掲載

■ B5 判 約 720 ページ

■ 一般価格  
7,700 円（本体 7,334 円）

■ 会員価格（官公庁・学校関係含）  
6,600 円（本体 6,286 円）

■ 送料（単価） 600 円（但し沖縄県を除く日本国内）

注 1) 複数冊発注の場合は送料単価を減額します。

注 2) 沖縄県の方は(社)沖縄建設弘済会

（電話：098-879-2097）にお申し込み下さい。

### 社団法人 日本建設機械化協会

〒 105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

Tel. 03 (3433) 1501 Fax. 03 (3432) 0289 <http://www.jcmanet.or.jp>