

嘉瀬川ダム副ダム建設工事における DKS-II ミキサの採用

今北 啓介

嘉瀬川ダム副ダムは、嘉瀬川ダム4 km 上流の嘉瀬川ダムの貯水池内に建設された台形CSGダムであり、ダム本体の施工にCSG工法が適用された。

本ダムのCSG工法施工にあたっては、CSGの製造には「DKS-II ミキサ」を適用したCSG製造設備を設置した。また、CSG転圧においては通常の振動ローラでは施工困難なCSG端部の締固めに「法肩締固め機」を適用し、一般部の転圧には振動ローラに「転圧管理システム」を搭載することで台形CSGダムの施工の合理化に大きく寄与した。

キーワード：ダム、副ダム、嘉瀬川、台形CSGダム、CSG工法、混合、法肩、締固め

1. はじめに

嘉瀬川ダム副ダムは、佐賀県を北から南に流下し有明海に注ぐ嘉瀬川（一級河川）に建設された嘉瀬川ダム貯水池の上流部に位置する。ダムの目的は、一般的な貯砂機能のほかに、景観の創出、親水性の向上、湖面を利用した活動の推進、さらに、嘉瀬川ダムの水位低下による荒廃地防止と貯水池内の水質保全である。

本ダムは台形CSGダムとして計画され、CSG工法によるダム本体の施工が行われた。台形CSGダムは、堤体の断面が台形形状で、堤体の施工をCSG工法によって行うことにより、「設計の合理化」「材料の合理化」「施工の合理化」を同時に達成する新しい形式のダムである。

CSGとは、現場周辺で手近に得られる材料（現地発生土など）を分級や粒度調整を行わず、必要に応じてオーバーサイズの除去や破碎を行う程度とし、それにセメントと水を添加し、簡易な施設を用いて連続的に混合したものである。

本ダム施工における特徴は、CSG製造設備として「DKS-II ミキサ」を採用したこと、CSG端部の転圧に「法肩締固め機」、振動ローラに「転圧管理システム」を採用したことである。

2. 施工実績

嘉瀬川ダム副ダムの堤体断面図を図-1に示す。堤体の形状は、天端幅8.0 m、上下流面勾配 1:0.8の

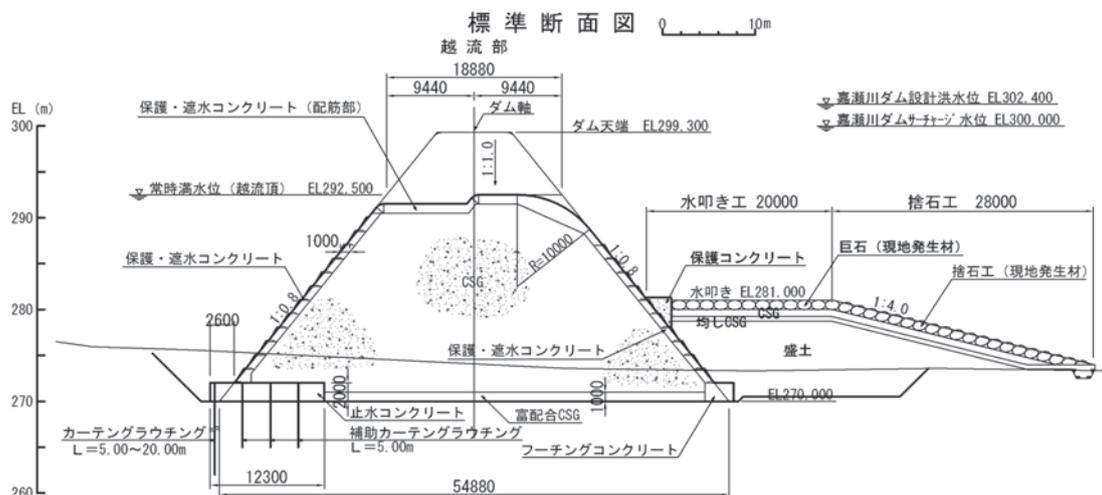


図-1 堤体断面図

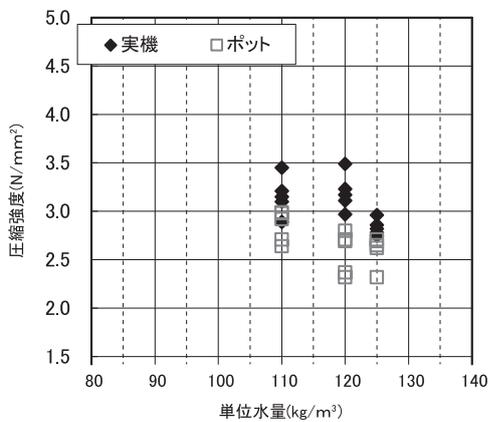
表一 1 ダム諸元

ダム形式	台形 CSG ダム
堤高	29.3 m
堤頂長	115.5 m
堤体積	65,300 m ³
うち CSG	51,700 m ³
うちコンクリート	13,600 m ³

台形形状である。そのほかダムの緒元は表一 1 のとおりである。

(1) 確認試験

DKS-II ミキサを採用するにあたって、混合装置の性能確認を行った。その結果を図一 2 に示す。



図一 2 混合装置の性能確認 (C=100 kg/m³, σ28)

(2) CSG 材の製造

CSG 材の製造方法は、嘉瀬川ダム原石山の廃棄岩(母材)を、廃棄岩置場にて移動式破碎機を使用して 80 mm 以下に破碎した。

(3) CSG の製造・施工

CSG の製造と施工は、以下の手順で行われた。写真一 1 ~ 4 に CSG の製造から堤体までの運搬状況を示す。また、図一 3 に CSG 工法の施工フローを示す。

- ① CSG 製造設備の CSG 材ストックヤードから 4.1 m³ トラクターショベルを使用して CSG 材を投入ホッパに投入する。
- ② DKS-II ミキサを使用して、CSG 材と水、セメントを混合して CSG を製造する。
- ③ 製造した CSG をベルトコンベヤで積込ホッパ (4.5 m³ × 4 室) へ輸送する。
- ④ 積込ホッパより 10t ダンプトラック荷台へ放出する。
- ⑤ 堤体まで 10 t ダンプトラックにて運搬する。
- ⑥ 堤体まで運搬した CSG は、ブルドーザ (16 t 級湿



写真一 1 CSG 材ホッパ投入



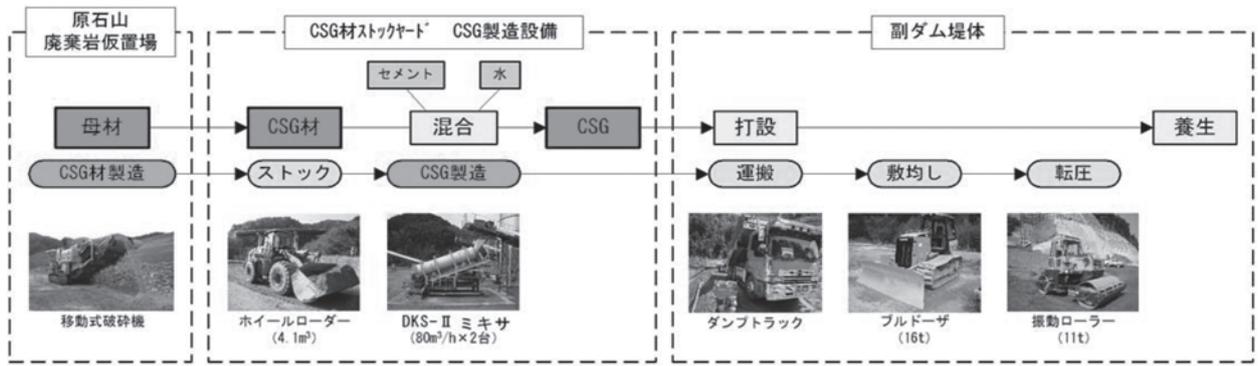
写真一 2 DKS-II ミキサによる混合



写真一 3 積込ホッパからの積み込み状況



写真一 4 堤体への運搬、敷均し施工状況



図一三 CSG 工法の施工フロー

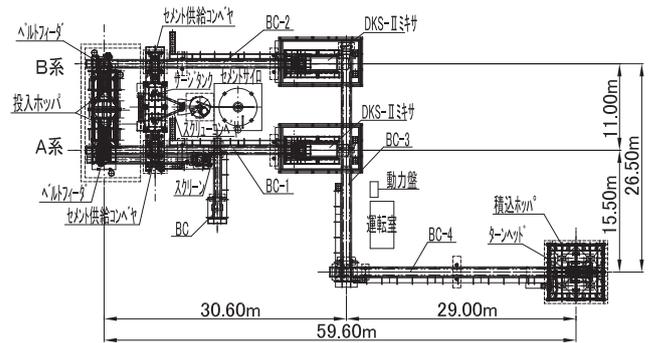
地式)にて 25 cm × 3 層 (75 cm) に敷均す。

- ⑦敷均しの後, 振動ローラ (11 t 級) にて転圧を行う。
- ⑧ 2.5 t 級振動ローラにて仕上げ転圧を行う。
- ⑨岩着部 (左・右岸アバット部) においては, 25 cm 毎に 1 t ローラ, タンピングランマにて転圧を行う。

3. DKS-II ミキサ (CSG 製造設備)

DKS-II ミキサは, 鋼製ドラムの内側に攪拌羽根を取り付け, 所要の回転数と角度を持たせることにより, 連続的に CSG を混合する装置である。材料供給装置及び材料運搬装置を組み合わせることにより計量～混合～出荷までの製造工程を自動制御する。

写真一五に DKS-II ミキサ外観, 図一四に CSG 製造設備平面図, 写真一六に CSG 製造設備全景を示す。



図一四 CSG 製造設備平面図

(1) 混合方式

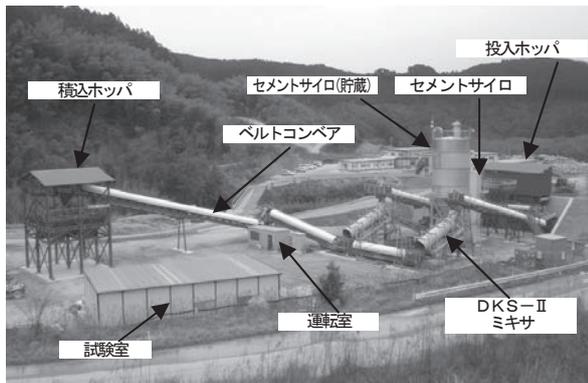
DKS-II ミキサは, 動力利用型に分類される。ミキサは鋼製で円筒形 (内径 1.5 m, 長さ 6 m) をしており, ドラム内部に計 21 枚 (3 箇所 × 7 段) の羽根が設置されている。ミキサを角度 20 度で設置し, 17 回転/分の回転を与えることによって, CSG を連続して混合し, バッチミキサと同等の品質で効率よく製造することができる。

(2) 製造能力

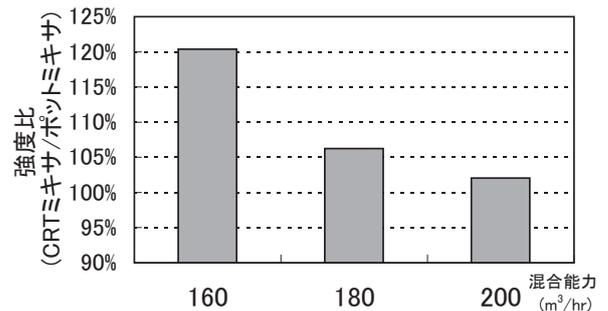
製造能力は開発当時 80 m³/h であったが, 本工事において, 大容量化を目標とした供給設備, 排出設備のシステム見直しを行い, 混合性能の確認試験を実施したところ, 200 m³/h までの CSG 製造が可能であるこ



写真一五 DKS-II ミキサ外観



写真一六 CSG 製造設備全景



図一五 性能確認結果

とが確認できた。図-5に性能確認結果を示す。

DKS-II ミキサは最大骨材寸法 150 mm で超硬練りのRCDコンクリートの製造にも対応でき、混合性能が高い。

(3) 計量方法

CSG 製造設備における混合前の各材料の計量方法は以下の通りである。

① CSG 材

CSG 材供給コンベヤの計量器（ベルトスケール：BW-600 max575 t/h）により計量する。

②セメント

セメントは、計量器（ベルトスケール：BW-450）での計量値をもとに、ロータリーバルブにより供給量を自動調整する。制御盤上でのタッチパネルで設定や変更が可能である。

③単位水量

CSG 材の表面水率を事前に測定し、単位水量から表面水率を差し引いた水量を制御盤に入力する。設定された必要水量を流量計からの信号をもとに、電動バルブで自動調整して供給する。

(4) 混合手順

①投入

CSG 材ストックヤードにおいて、ホイールローダ(4.1 m³級)により、CSG 材を CSG 製造設備の投入ホッパに投入する。

②計量・運搬

投入ホッパからベルトフィーダにより CSG 材供給コンベア上に CSG 材を供給する。

セメントはインバータ制御のロータリーフィーダにより供給量を制御した後、ベルトスケールにより計量を行い、CSG 材供給コンベア上で添加する。

③混合

CSG 材供給コンベヤで運ばれた CSG 材とセメントを DKS-II ミキサへ投入し、水を所定量加えながら混合する。

④排出・積み出し

混合が完了し、DKS-II ミキサの下部から排出された CSG をベルトコンベヤにより積込ホッパまで運搬し、下部のダンプトラックに積込み、目的地まで運搬する。

図-6に CSG 製造フローを示す。

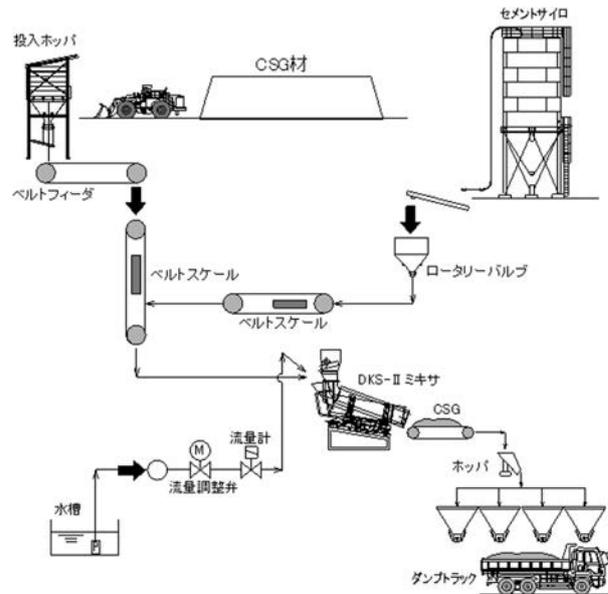


図-6 CSG 製造フロー

4. CSG 製造設備の組立・解体、運転

CSG 製造設備の組立解体、運転に関する特徴について以下に示す。

(1) 設置に必要な面積

設備の設置面積としては、約 1,200 m² 程度であるが、設備組立に必要な面積は、約 1,000 m² であった。特に組立ヤードを確保しなければならなかった作業は、ベルトコンベヤ地組み、積込ホッパの屋根の地組み、セメントサイロ組立等であった。

(2) 所要日数

設備の組立解体に要した日数は以下のとおりである。

表-2 組立・解体所要日数

工程	期間	実動
組立	平成 20 年 11 月 17 日 ～平成 20 年 12 月 25 日	33 日間
解体	平成 22 年 7 月 30 日 ～平成 22 年 8 月 12 日	12 日間

(3) 荷役・クレーン等

設備の資材搬入量は、10 t トラック 28 台であった。荷役・組立クレーンとしては、50 t ラフタークレーンを 2 台/日使用した（組立部材が長尺なため作業半径の確保が必要であった）。その他の機械として、高所作業車 2 台/日を使用した。

組立部材の最大重量としては、DKS-II ミキサ（架台 1 体品）が約 12 t であった。



写真一七 設備の組立状況



写真一八 法肩締め締め施工状況

写真一七に設備の組立状況を示す。

(4) メンテナンス

CSG 製造後の終業清掃には、約 1.5 時間程度を要した。おもな清掃箇所は、ミキサ内部に付着した CSG の研りとガラへの搬出、また、ベルトコンベヤのリターンローラに付着した CSG の除去（水洗等）であった。

設備の点検と調整は CSG 製造の休止日に行った。作業内容は、各ベルトコンベヤのプーリ軸部とモータギヤスプロケット部の給脂のほか、テンションローラ、スナップローラでのベルトテンション調整（蛇行修正）であった。

(5) 施工中の改良点

施工中の設備の改造点は、以下のとおりである。

- ① CSG 材引出フィーダの開口部およびスカートの高上げ
- ② セメントサージタンクの雨除け枠の追加装備
- ③ DKS-II ミキサ投入口の水配管の増設
- ④ DKS-II ミキサの羽根形状の変更
- ⑤ DKS-II ミキサ出口から BC-3 への落とし口の変更
- ⑥ 積込ホッパーシュート高上げとシュート口の形状の変更
- ⑦ 積込ホッパー落とし口のカットゲートの形状変更

5. 法肩締め締め機

法肩締め締め機械は、台形 CSG ダム堤体の施工において転圧用の振動ローラ（11t 級）が近寄ることができない CSG 端部の締め締めに適用（開発）した機械である。

(1) ベースマシン

ベースマシンは、0.5 m³ 級の油圧ショベル（バック

ホウ）を採用した。なお、起振装置、転圧板を含めた機械の運転質量は 13,600 kg である。

(2) 起振装置

起振装置は、RCD 工法で採用されている「振動目地切り機械」のものを転用した。装置の諸元は以下の通りである。

表一三 起振装置諸元

型式	HP931-C
起振力	160 kN
振動数	46.6 Hz
振幅	3.0 ~ 4.0 mm

(3) 転圧板

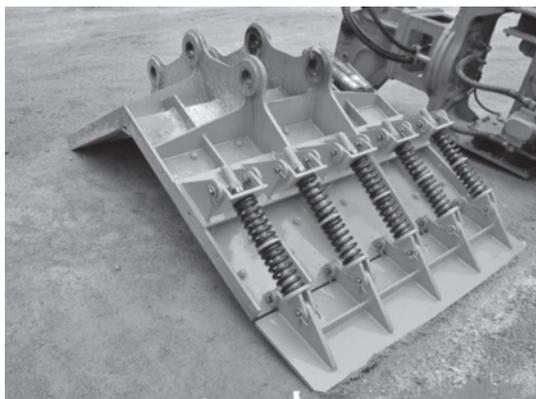
転圧板は、CSG 端部の法形状に合致するように製作した。仕様は以下の通りである。また、堤体のリフト高さ違い（標準 H = 750 mm、一部 H = 500 mm）に対応するため、同形状にて別途作成した。

表一四 転圧板仕様（H = 750 mm 用）

材質	鋼製
板全幅	1,200 mm
平面部面積	1.08 m ²
法面部面積	1.08 m ²
整形角度	129 度

本工事における転圧板の特徴を列記する。いずれも試験施工中に課題を抽出し、解決策として取り入れた改良点でもある。

- ① 転圧の荷重方向を切り替えられるピンブレード
- ② 法尻形状に合わせた可動板の装備
- ③ 転圧中に CSG 中より発生する空気抜き穴の配置
- ④ 転圧板滑り防止の鉄筋棒の装備
- ⑤ 法肩部の隅取り用板の装備



写真一〇 転圧板



写真九 転圧管理システム

6. 転圧管理システム

転圧管理システムは、RTK方式のGPSを搭載した振動ローラの堤体に対する位置情報を座標データでコンピュータに蓄積し、専用ソフトを使用して図示化することで、振動ローラの運転手に転圧箇所のガイダンスを行い、所定の転圧回数を確保することを目的に採用したものである。最近では「情報化施工」として一般化されているものとシステム構成は同様である。

同システムの適用時における課題は、GPSの測位データの取得に不安定な地形的環境であったこと、ローラに搭載した制御システムが転圧時の振動により不具合が生じたことである。なお、当課題は施工中において解決済みである。

7. おわりに

今回の工事は、新しく開発された技術「台形CSGダムの施工」ということで、施工中は種々の試行錯誤が存在したが、長年培ってきた関連技術を応用することで対応が可能であった。特にCSG製造のDKS-IIミキサについては3件の前例（試験施工等）を踏まえていることで安定かつ高品質のCSG製造に大きく貢献した。

本稿執筆に際し、関係各位に謝意を示すとともに、今件技術が今後の同様工事の一役になることを望む。

JCMA

【筆者紹介】

今北 啓介（いまきた けいすけ）
西松建設㈱
関西支店 周参見トンネル出張所
副所長

