

自動化施工システムの台形CSGダム工事への適用（その2）

鹿島建設(株) 正会員 ○菅井貴洋 三浦 悟 出石陽一 青木 恒 浜本研一

1. はじめに

筆者らは、省人化、生産性、安全性の課題を解決するために「現場の工場化」を最終目標とした、建設機械の自動化技術を核とする次世代建設生産システム A⁴CSEL[®]（クラウドアクセラ）¹⁾の開発を進めている。A⁴CSEL は、自動化された建機とそれらを効率的に稼働させるために必要な施工計画、施工管制、重機管理の機能を持つ自動化施工マネジメントシステムで構成されている（図-1 参照）。A⁴CSEL は、これまでに4つのダム工事に適用しており、成瀬ダム（台形CSGダム）では、2020年に約10万m³のCSGを自動化施工によって打設²⁾した。

本稿では、成瀬ダムでの2021年の適用実績および複数の工事の施工管制機能の一元化による更なる省人化や、生産性向上を目指した「遠隔集中管制システム」について報告する。

2. 2021年度における自動化施工実績

2.1 対象範囲および施工条件

2021年度は、傾斜施工継目により上下流を二分割で施工するパターンと、ダムの上下流最大幅が132.8mの広大な一枚盤で施工する2つのパターンで自動化施工を実施した（図-2 参照）。表-1に自動化施工で使用した機械を示す。2021年度は、最大26台の機械のうち、CSG打設における敷均しおよび転圧の機械全9台については、自動運転による作業を実施した。2021年度のCSGの運搬は、他工事車両も走行する共用道路を利用したダンプトラックによる運搬が施工条件であり、安全面の都合により有人運転で実施した。

2.2 自動化施工実績

2021年度は、約40万m³のCSGを自動化施工によって打設した。自動化施工を実施した割合（面積比）を自動化施工率と定義し、打設リフト毎に算出した結果、最大値が94%、最小値が62%、全リフトの平均値が80%であった。自動化施工による打設速度は、ブルドーザ1台当りの標準積算値103m³/hに対して最大322m³/hであり、2020年度の実績の最大値271m³/hからも向上させた。自動化施工状況および自動化施工管制状況を写真-1に示す。2021年度は、自動運転および管制員（自動化システム）の作業指示で自動運転機械と連携して作業をする有人機械を合わせた最大26台の機械を4人の管制員により施工した。

キーワード 自動化施工、A⁴CSEL、台形CSGダム、施工計画、遠隔操作、遠隔集中管制

連絡先 〒107-8348 東京都港区赤坂6-5-11 鹿島建設(株)機械部自動化施工推進室 TEL03-5544-1111

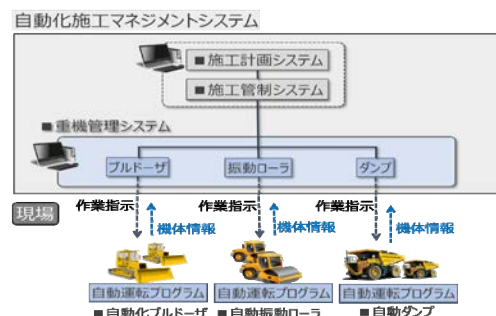


図-1 自動化施工マネジメントシステム

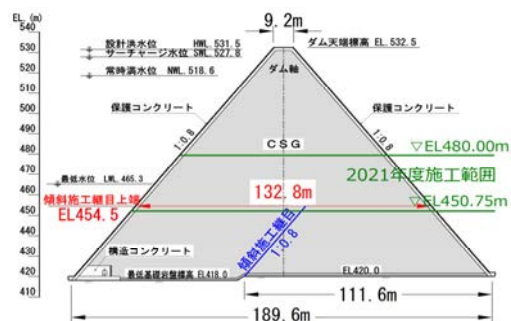


図-2 2021年度施工範囲（断面図）

表-1 使用機械一覧

機械名	仕様	台数
ダンプトラック	HD465-7E1 (55t級)	10
自動ブルドーザ	D65Pxi-18 (18t級)	3
仕上げ用ブルドーザ	D65Pxi-18 (18t級)	1
端部等仕上げ用・ 目地切りバックホウ	ZX130K-5B, ZX110-1B ZX135US-5B, ZX135USK-5B	6
自動振動ローラ	SD451 (11t級)	4
自動仕上げローラ	TW504 (7t級)	2
合計		26

※黒字：管制員（自動化施工システム）の作業指示で自動化機械と連携して有人運転により作業する機械

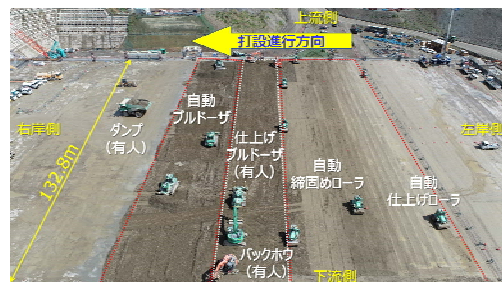


写真-1 自動化施工および管制状況

3. 遠隔集中管制システム

A⁴CSEL では、予め計画した作業データを基に、必要最小限の人員で多数の自動化機械を同時に稼働させることで現場の生産性を向上させてきた。中長期的に懸念されている建設業における担い手不足や働き方改革等の労務課題を踏まえて、更なる省人化や生産性向上を目指す必要がある。

これまで、自動化施工と遠隔操作の技術を組合せ、A⁴CSEL が稼働する複数の工事の管制機能の一元化について開発を進めてきた。JAXA との共同研究の一環として、JAXA 相模原キャンパスの宇宙探査実験棟から約 1,000km 離れた種子島の建設機械を遠隔で操作し、さらには同キャンパスからの指令で自動運転に切り替えて作業できることも実証³⁾している。

今回、写真-2 に示すように、集中管制室（東京都）と複数の現場を公衆回線で結び、各所にて自動運転および遠隔操作による作業を行った。集中管制室には、施工管制システムをはじめとする自動化施工システムを搭載したコンピュータと各所の状況を確認できるモニタを設置し、管制員が自動化施工を集中管制した。各所で実施した作業内容と稼働した建設機械を表-2 に示す。成瀬ダムでは堤体上に自動化専用道路を設定し、自動ダンプを稼働させた。①～③の3箇所合計 20 台の機械を同時に稼働させる場合、有人施工であればそれぞれの場所の機械数に応じた重機オペレータが必要であるが、遠隔集中管制による自動化施工であれば 1/5 の 4 名の管制員で円滑に行えることを実証した。

表-2 実施内容および使用機械

現場名		①	②	③
現場名		成瀬ダム堤体打設工事 秋田県	赤谷3号砂防堰堤工事 奈良県	西湘実験フィールド 神奈川県
施工種別		ダム堤体CSG打設	擁壁背面埋戻し	自動化施工試験
作業内容	材料運搬	○	-	○
	敷均し	○	○	○
	締固め転圧	○	○	○
	仕上げ転圧	○	-	-
使用機械 (台)	自動ダンプトラック	6 ^{*1}	-	1
	自動ブルドーザ	3	1	1
	自動振動ローラ	4	1	1 ^{*2}
	自動仕上げローラ	2	-	-
合計		20		

※1 成瀬ダムの自動ダンプは、専用道路化が可能な堤体上のみ自動運転を実施した

※2 西湘の振動ローラは、遠隔操作によって自動運転初期位置まで移動させ、その後自動運転を実施した

4. おわりに

自動化施工システムと遠隔集中システムは少人数の管制員による施工を実証してきた。今後も省人化、生産性の課題解決に向け更なる開発を進めたい。本稿では、A⁴CSEL による自動化施工のダム工事への適用について述べたが、今後はダム工事以外の工種にも適用範囲を拡張する計画である。

鹿島本社 集中管制室
(東京都)



成瀬ダム堤体打設工事 (秋田県)



赤谷3号砂防堰堤工事 (奈良県)



西湘実験フィールド (神奈川県)

写真-2 遠隔集中管制による施工状況

参考文献

- 1) 三浦悟：次世代建設生産システムA⁴CSEL[®]の適用，土木施工，VOL62 No.1，2021 Jan.
- 2) 菅井貴洋ほか：自動化施工システムの台形CSGダム工事への適用，土木学会第76回年次講演会，VI-209，2021.
- 3) 鹿島建設株式会社，プレスリリース，2021/5/18 (<https://www.kajima.co.jp/news/press/202105/18c1-j.htm>)