

部 会 報 告

成瀬ダム堤体打設工事 現場見学会

建設業部会

1. はじめに

建設業部会では、令和5年度建設業部会夏季現場見学会を2023年8月31日に秋田県の成瀬ダム堤体打設工事において実施した。参加者は事務局を含め20名であった。

2. 工事概要

成瀬ダムは、雄物川水系成瀬川の秋田県雄勝郡東成瀬村椿川地内に建設される多目的ダムとして建設するものであり、雄物川水系河川整備計画の一環をなすものである。

ダムの目的は、洪水調節、流水の機能維持（流域の自然環境保全）、農業用水・生活用水の確保、水力発電である。

発注者 国土交通省東北地方整備局成瀬ダム工事事務所

施工者 鹿島・前田・竹中土木特定建設工事共同企業体

ダム諸元

型式	台形CSGダム
堤高	114.5m
堤頂長	755.0m
堤体積	485万 ³ m ³
総貯水容量	7,850万 ³ m ³
有効貯水容量	7,500万 ³ m ³

現場の特徴は3点が挙げられる。

日本独自のCSG（Cemented Sand and Gravel）工法を導入しており、完成すると台形CSGダムとして日本最大の高さ、大きさとなる。

鹿島が独自に開発した建設生産システム「A⁴CSEL（クワッドアクセル）Automated/Autonomous/Advanced/Accelerated Construction system for Safety, Efficiency, and Liability」をはじめとした最先端のICTを用いた機械化・自動化の施工技術を数多く導入している。

冬季は多いところで3m弱の積雪を観測する豪雪

地帯のため施工が行えず（グラウチング等は実施）、年間で工事ができる期間が6か月程度しかない。

3. 現場見学

現場見学にあたり、事務所の会議室で工事概要ならびにA⁴CSELをはじめとする数多くの施工技術の説明を受けた。

A⁴CSELの手順だが、施工計画システムで当日の作業内容を決め、機械の配分などの条件を設定すると、AIとシミュレーションによって各重機の工程や作業区画が自動的に決定する。続いて施工管制システムで各重機に作業指示データを送るとともに、施工の進捗管理を行う。環境変化等によって計画との差異が生じたときは、システムによって軌道修正を行う。施工管制システムから送られてきた指示は、重機管理システムで各重機に送信し、自動的に決められた経路で作業を行う。

各重機はいずれも汎用の建設機械であり、GNSS、ジャイロ、レーザスキャナなどの計測機器と制御用PCを搭載している。使われている重機は、55t級自動ダンプトラック、21t級自動ブルドーザ、11t級自動振動ローラである。他に有人のバックホウ、ホイールローダなども稼働している。有人、無人の施工エリアは分けられており、干渉することはない。また各重機にはセンサが取り付けられており、他重機や車両、作業員が接近したときは停止するようになっている。

自動化施工率（＝自動化施工面／リフト面積）は最大で97%を達成している。堤体端部は型枠と干渉するため振動機を取り付けたバックホウで締め固めなければならないことと、GNSSが入りにくいエリアが一部あったため、この数値とのことである。

夜間も自動化施工を行うことができ、28時間20分の連続稼働に成功している。2023年5月には最大28.1万³m³（うちCGS26.1万³m³）を打設している。

8月26日現在で堤体CSG打設は3,181,600³m³（73.8%）、コンクリート打設は383,100³m³（64.2%）であり、CSG打設は今年で90%の施工が終わる予定である。

まずは右岸天端より堤体全景を見学した。この日は右岸側で堤体打設を行っていた（写真—1）。

この日も A⁴CSEL によって施工されていた（写真—2）。ただ、本来 CSG 製造設備で製造した CSG は、ベルトコンベアと SP-TOM と呼ばれる輸送設備（写真—3）で堤体まで運搬され、自動ダンプトラックが受け取るが、本日は施工場所の関係により、ダンプトラックは有人運転であった。有人運転の場合でも、システムによってどのプラントで CSG を積み込み、どの位置に降ろすかが運転席のタブレットに表示され、それに従って運転を行っていた。

重機であるが、有人操作と比べて一糸乱れぬ動きをしていることが非常に印象的であった。遠くから眺めていても、ブルドーザによる敷き均し、ローラによる締め固めの均一さがわかる。また、旋回や速度調整も自動で行われており、重機が接近して接触するかもしれないといった不安は、全く感じない。

ここまでの自動運転を成立させるため、毎日トライアル & エラーを行い、最適となる軌跡を求めているとのことである。

CSG 堤体の耐久性を高めるため、上下流の表面に

75 cm の階段形状のコンクリートが施工されている。型枠は H 形鋼（400H）5 m を 2 段重ねたもので、従来なら堤体上面の移動式クレーンで移動するが、CSG 打設のダンプと輻輳して安全性と生産性を阻害するため、「置き型枠自動スライドシステム」を使用している。置き型枠の引き上げ、設置、設置後の台車の横移動という一連の作業を自動化でき、作業員 1 人で施工ができ、作業時間も 1/5 短縮することができる。

続いて堤体右岸側サイトにある KAJIMA DX LABO に案内してもらった（写真—4）。AR、VR やパネルを活用し、工事などについて体感・学習できる施設である。

ここでは成瀬ダム施工概要と A⁴CSEL を中心とした技術紹介のシアター、そして成瀬ダムのジオラマによる AR 体験とパネル紹介、展望デッキでの AR 体験を行った（写真—5）。なお、こここの 2 階が A⁴CSEL の管制室となっていた。現在は他の自動化施工の現場と合わせ、鹿島本社関連施設の管制室から、複数現場の一括自動化施工管制による稼働を実施中である。

最後に、CSG 製造設備とコンクリート製造設備に案内してもらった（写真—6, 7）。CSG 製造設備は



写真—1 現場全景（左岸側から望む）



写真—3 SP-TOM とベルトコンベア



写真—2 A⁴CSEL による施工状況



写真—4 KAJIMA DX LABO



写真—5 成瀬ダムジオラマとAR体験状況



写真—7 CSG ダンプホッパー



写真—6 CSG 製造設備



写真—8 CSG 中央制御室

合計3系統設けられており、1系統当たり $360 \text{ m}^3/\text{h}$ の製造が可能である。

CSG材の製造は、中央制御室に数人が常駐するだけで、工程はすべて自動化である（写真—8）。プラント内の各所にカメラやセンサを設置し、異常時には制御室で確認できる体制となっている。またCSG材の粒度分布計測など、品質管理の効率化も行われている。

4. おわりに

A⁴CSELを一度この目で見たいと思い、非常に楽しみしていた見学会であったが、想像以上の機械の動き

に圧倒された。また、システムの開発・運用・改善に対する現場の熱意を強く感じ、非常に有意義であった。

最後に、大変お忙しい中、今回の見学会にご協力頂きました建設共同企業体の関係者の皆様に、厚く御礼申し上げます。

JCMMA

【筆者紹介】

浅井 秀明（あさい ひであき）
前田建設工業㈱
土木事業本部 機械部 機械技術グループ
主幹

