

## 小石原川ダムのコア盛立における ICT 施工の導入成果

(独)水資源機構 正会員 ○福島雅人, 坂本博紀  
鹿島建設(株) 正会員 小原隆志, 小林弘明

## 1. はじめに

国土交通省では、建設現場の生産性向上の取組として、i-Construction が推進されている。フィルダム建設の分野においては、殿ダムや大分川ダムをはじめとして、GNSS (Global Navigation Satellite System) 測量機、UAV、MG・MC (Machine Guidance・Control) 機械などを活用した ICT 施工が導入され、測量・数量計算・出来形管理の省力化、作業効率・安全性の向上などの成果が報告されている。

2020年3月現在、水資源機構では、福岡県朝倉市において、堤高139m、堤頂長558m、堤体積約870万 $m^3$ のロックフィルダムである小石原川ダムを建設中であるが、堤体盛立を約20.7ヶ月で完了させ、高品質なコア盛立を達成した<sup>1)</sup>。本稿は、小石原川ダムのコア盛立を対象として、品質管理・施工管理のために導入した ICT 施工の概要とその成果を報告するものである。

## 2. 小石原川ダムのコア盛立の品質管理目標

締固め土の工学特性（乾燥密度、変形係数、透水係数）は、含水比、粒度、締固めエネルギー（以下、CELという）の3つで規定される。小石原川ダムでは、高密度・高剛性・低透水のコア盛立を実現するため、(1)現場のCEL (CEL<sub>F</sub>) に基づく管理含水比の設定、(2)飽和度の管理下限値の設定、(3)含水比、粒度、CELの全量管理の3点を目標に掲げた<sup>2)</sup>。図-1に示すように、上記(1)・(2)の設定により、管理範囲は左上にシフトしている。これは、締固め後の平均的な乾燥密度が高い範囲にあることを意味しており、従来よりも高い盛土性能が期待できることを示している。そこで、(3)を達成するための手段として、品質管理・施工管理の各過程において、ICT施工を導入した。さらに、締固め後のコアに対する品質管理試験に対してもICT施工を導入することにより、コア盛立に係る総合的な品質管理システムの構築を試みた。

## 3. ICT 施工を活用したコア盛立の品質管理・施工管理

表-1に、小石原川ダムのコア盛立に対する ICT 施工の導入実績を示す。

## (1) 品質管理

既往のダムでは、含水比・粒度をJIS法（迅速法）、CELを施工仕様規定によって管理してきたが、小石原川ダムでは、上記に加えて、含水比に対して近赤外線水分計（全量）、粒度に対して画像粒度解析システム（1回/30分）、CELに対してICT転圧管理システム（全量）を導入した。

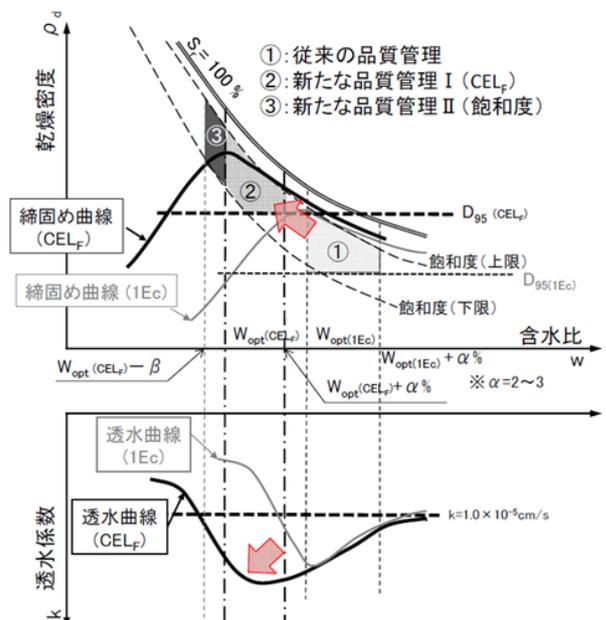


図-1 小石原川ダムのコア盛立の品質管理目標<sup>2)</sup>

表-1 コア盛立に対する ICT 施工の導入実績

No.	項目
品質管理	
1	「近赤外線水分計」によるコア材の含水比の管理・調整
2	「画像粒度解析システム」によるコア材の粒度管理
3	「ICT転圧管理システム」による転圧回数・軌跡の管理
4	「CCV」による盛立面の遮水性の面的管理
施工管理	
5	「風化度判定システム」によるコア細粒材と廃棄岩の選別
6	「GNSSアルトメータ」による薄層スツックパイル造成・切崩管理
7	「GNSSバックホ」によるコア材のまき出し時の分離防止
8	「GNSSアルトメータ」によるまき出し厚管理
9	「UAV空撮画像」によるまき出し状態の品質保証
10	「FEM情報化施工」による盛立時の間隙水圧の管理

キーワード ロックフィルダム, ICT 施工, 品質管理, 施工管理

連絡先 〒330-6008 埼玉県さいたま市中央区新都心11-2 (独)水資源機構 TEL:048-600-6500

また、締固め後のコアが有する地盤剛性と透水係数の相関性を利用して、地盤剛性ローラ加速度応答法による指標である CCV を採用することで、間接的ながらも面的なデータで遮水性を評価した。図-2に、盛立面で計測された CCV の一例を示す。

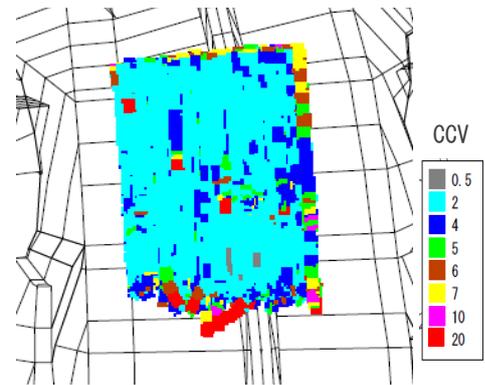


図-2 CCV マップの取得例

上記の品質管理記録は、受発注者間でリアルタイムに共有されており、タブレット端末等でアクセス可能な環境を整備した。また、トレーサビリティの確保として、CIM の属性情報としても登録されている。

(2) 施工管理

施工管理においては、GNSS 搭載建機、UAV 等を導入した。ストックパイルの造成・切崩時には、GNSS ブルドーザを用いて、薄層造成・薄層切崩を行い、含水比および粒度の均一化を図った。コア材のまき出し時には、GNSS ブルドーザを用いて、排土板とチルト角を MC により調整し、まき出し厚および排水勾配の管理を行った。また、コア・フィルター境界のまき出しでは、GNSS バックホウにより、ダム軸に曲率を有する小石原川ダムの施工を MG に従い行うとともに、コア材の材料分離を防止した。さらに、このまき出し状況については、UAV による空撮を行うことで、トレーサビリティを確保している。

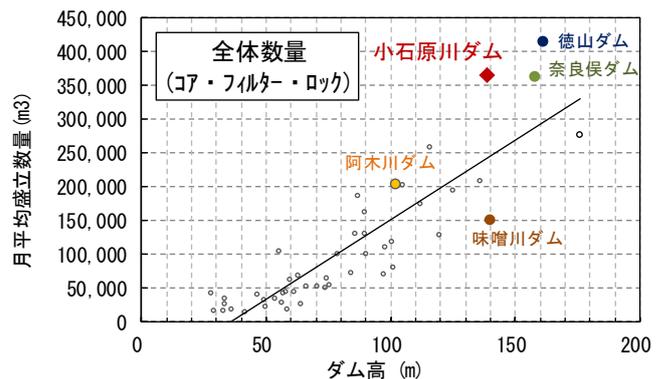
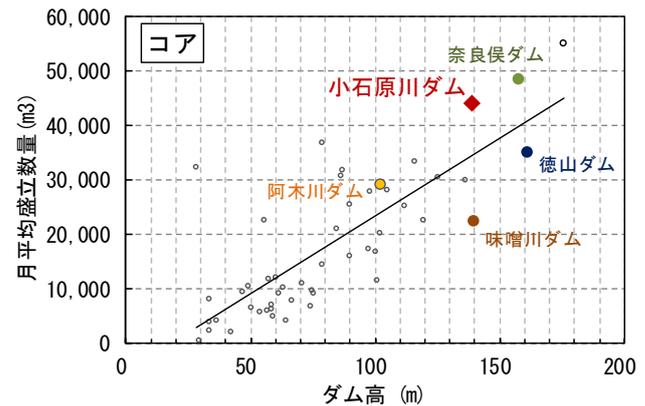


図-3 月平均盛立数量の他ダムとの比較

4. ICT 施工の導入成果

図-3 に示すように、月平均盛立数量はダム高に比例する傾向にあるが、小石原川ダムは、コア・全体数量ともに高水準であり、高速施工であったことがわかる。また、表-2 に示すように、ICT 施工の導入により、粒度、含水比、CEL の取得率が大きく向上し、ロット間や盛立面内のばらつきまで管理できるようになった。

なお、2019年5月より、RI から CCV による間接的な遮水性管理に移行しており、RI の試験回数を 210 回低減できている。

その結果として、表-3 に示すように、他ダムと比較して、最適含水比に近い管理含水比で施工できたため、D 値 100.1% と高品質なコア盛立を達成した。

表-2 含水比・粒度・CEL に対する ICT 施工の導入成果

管理項目	含水比		粒度		CEL	
	既往ダム	小石原川ダム	既往ダム	小石原川ダム	既往ダム	小石原川ダム
比較	既往ダム	小石原川ダム	既往ダム	小石原川ダム	既往ダム	小石原川ダム
試験方法	JIS 法	近赤外線	JIS 法	画像粒度	施工	転圧管理システム
内容	1,158 回	100.0%	447 回	6,926 回	仕様	99.0%
	試験回数	データ取得率※1	試験回数		規定	データ取得率※2

※1 盛立実施日に対する計測実施日の割合、※2 盛立面に対する計測面の割合

5. まとめ

小石原川ダムのコア盛立の品質管理・施工管理において、ICT 施工を導入した。その結果、高速施工でありながらも、最適含水比付近での締固めを実施し、D 値 100.1% の高品質なコア盛立を達成した。

表-3 コアの品質管理試験結果（平均値）の比較

ダム名	小石原川	阿木川	奈良俣	味噌川	徳山
ダム高	139	102	158	140	161
締固め度(Dc) <sub>IEc</sub> (%)	100.1	99.1	98.7	98.4	97.6
w <sub>n</sub> -w <sub>opt</sub> (%)	0.50	1.0	0.9	1.1	1.2
現場透水係数(cm/s)	1.1×10 <sup>-6</sup>	4.4×10 <sup>-6</sup>	1.4×10 <sup>-6</sup>	7.7×10 <sup>-7</sup>	2.2×10 <sup>-6</sup>

参考文献 1)染谷ら：小石原川ダムにおける盛立に関する技術的取組，第75回土木学会年次学術講演会，2020。2)坂本ら：小石原川ダムにおけるコア盛立の品質管理の合理化・高度化に関する検討，ダム技術，390，52-66，2019。