

嘉瀬川ダム（RCD 工法）における ICT 施工の取組み

中 島 修・永 松 和 彦・谷 口 正 浩

嘉瀬川ダム建設工事における ICT 施工の取組み状況を報告する。重力式コンクリートダム工事（RCD 工法）に導入可能な ICT について、システムと運用マニュアルを検討し、現場で試験的に導入して確認した効果について紹介する。

キーワード：情報化施工（ICT）、重力式コンクリートダム、RCD 工法、監督・検査、施工管理

1. はじめに

近年、わたしたちの暮らしの中で様々な ICT (Information & Communication Technology) の利用が進み、生活がより便利なものとなっている。わが国の建設工事においても ICT 導入の取組みを本格化するべく、国土交通省は「国土交通分野イノベーション推進大綱」(平成 19 年 5 月)において社会資本整備・管理への ICT 導入の方向性を示し、「情報化施工推進戦略」(平成 20 年 7 月)において ICT 施工の具体的な普及方策を発表した。

嘉瀬川ダムにおいても、品質の向上、工期短縮等に留意して設計・施工を行ってきたところであるが、今後もこれらについてより一層の努力を継続することが求められている。

ICT 分野のめまぐるしい技術の発展により、様々な施工現場において ICT 導入による施工の合理化が図られている。しかし、ICT 導入による工事受注者・発注者のメリット（品質の向上、工期の短縮、施工管理の省力化、監督・検査の省力化、維持管理への活用等）についての明確な評価検討が行われていないのが実情である。そこで、昨年度より嘉瀬川ダム建設工事での受発注者への ICT 導入によるメリットを評価検討するために、有識者、専門家の指導・助言を得て、工事受注者の協力のもと、ICT 導入の検討を継続的に実施している。

本稿は、主に ICT 導入によって発注者として得られるメリットを明確にすることを目的として、嘉瀬川ダムの本体工において導入可能な ICT について検討し、それらを現場で試験的に導入して確認できた効果等、嘉瀬川ダムでの ICT 施工の本格運用に向けての検討の概要について報告するものである。

2. 工事の概要

嘉瀬川は、背振山系に源を發し佐賀平野を南流して有明海に注ぐ、流域面積約 368 km²、幹線流路延長約 57 km の 1 級河川であり、その流域は県都佐賀市を含む 3 市にまたがり、古くから流域の社会、文化の基盤となっている。

嘉瀬川ダムは嘉瀬川の上流部、佐賀県佐賀市富士町に建設中の多目的ダムで、総貯水容量 7,100 万 m³、堤高約 97 m、堤頂長約 460 m の重力式コンクリートダムであり、洪水調節、流水の正常な機能の維持、かんがい用水、都市用水の供給、並びに発電を目的としている。昭和 63 年に建設事業に着手し、平成 6 年に付替道路工事に着手、平成 17 年 9 月に基礎掘削を開始、平成 19 年 10 月から本体打設を行っており、平成 23 年度のダム完成を予定しているところである。嘉瀬川ダムの諸元を、表 1 に示す。

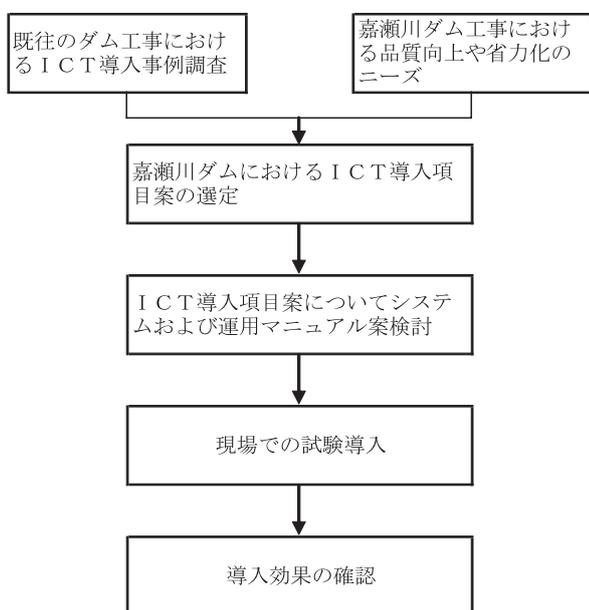
表 1 嘉瀬川ダムの諸元

形式	重力式コンクリートダム
目的	洪水調節、流水の正常な機能の維持、かんがい用水、都市用水（水道用水、工業用水）、発電
河川名、水系	嘉瀬川水系嘉瀬川
堤高	約 97 m
堤頂長	約 460 m
堤体積	約 1,000,000 m ³
集水面積	128.4 km ²
湛水面積	約 2.7 km ²
総貯水容量	71,000,000 m ³
有効貯水容量	68,000,000 m ³

3. ICT 導入の検討

(1) 検討の方法

嘉瀬川ダム工事において効果的な ICT 施工を実現するため、既往のダム工事における ICT 導入事例と嘉瀬川ダム工事における品質向上や省力化のニーズに基づき、検討の対象とする ICT の項目案を選定した。それらの ICT 導入項目案について、システム機器やソフトの内容を検討し、現場で運用するにあたってのマニュアル案を策定した。それらのシステムや運用マニュアル案について現場で試験導入を実施し、品質の向上や施工管理の省力化等の程度についての効果を確認した。嘉瀬川ダムにおける ICT 導入検討のフローを、**図—1**に示す。



図—1 ICT 導入検討のフロー

(2) ICT 導入項目案

既往のダム工事における ICT 導入事例に基づき、重力式コンクリートダム工事において導入可能な ICT として以下の 15 項目を選定した。

- ①岩盤スケッチ支援システム
- ②三次元出来形管理システム（掘削工）
- ③ダンプトラック運行管理システム
- ④掘削管理システム
- ⑤環境監視システム
- ⑥締固め回数管理システム
- ⑦関係者間工程共有システム
- ⑧積算温度管理システム
- ⑨三次元出来形管理システム（堤体工）
- ⑩配筋検査支援システム

- ⑪埋設計器無線システム
- ⑫ボーリング検尺システム
- ⑬グラウチング監視システム
- ⑭法面動態観測システム
- ⑮ダム維持管理支援システム

さらにこれらの中から、嘉瀬川ダム工事における ICT 導入のニーズおよび委員会での審議に基づき、本格的に検討する対象として 8 つの ICT 導入項目案を選定した。ICT 導入項目案の概要を、**表—2**に示す。

(3) システムおよび運用マニュアル案検討

8 つの ICT 導入項目案について、それぞれ具体的なシステム機器やソフトの内容を検討し、現場でそれらを実際に使用して施工管理や監督・検査を実施するための運用マニュアル案を策定した。例として「積算温度管理システム」についてのシステム構成図を、**図—2**に示す。このシステムによって積算温度管理を行う場合の運用フローを、**図—3**に示す。

(4) 試験導入

8 つの ICT 導入項目案について、システム機器やソフトを準備し、現場で試験導入を行った。試験導入では可能な限り運用マニュアル案に沿って模擬的な施工管理や監督・検査を行い、品質や省力化の程度等の効果を確認した。例として「積算温度管理システム」における試験導入の状況を、**写真—1**、**写真—2**に示す。本システムの出力図（積算温度の履歴）を、**図—4**に示す。

(5) 導入効果

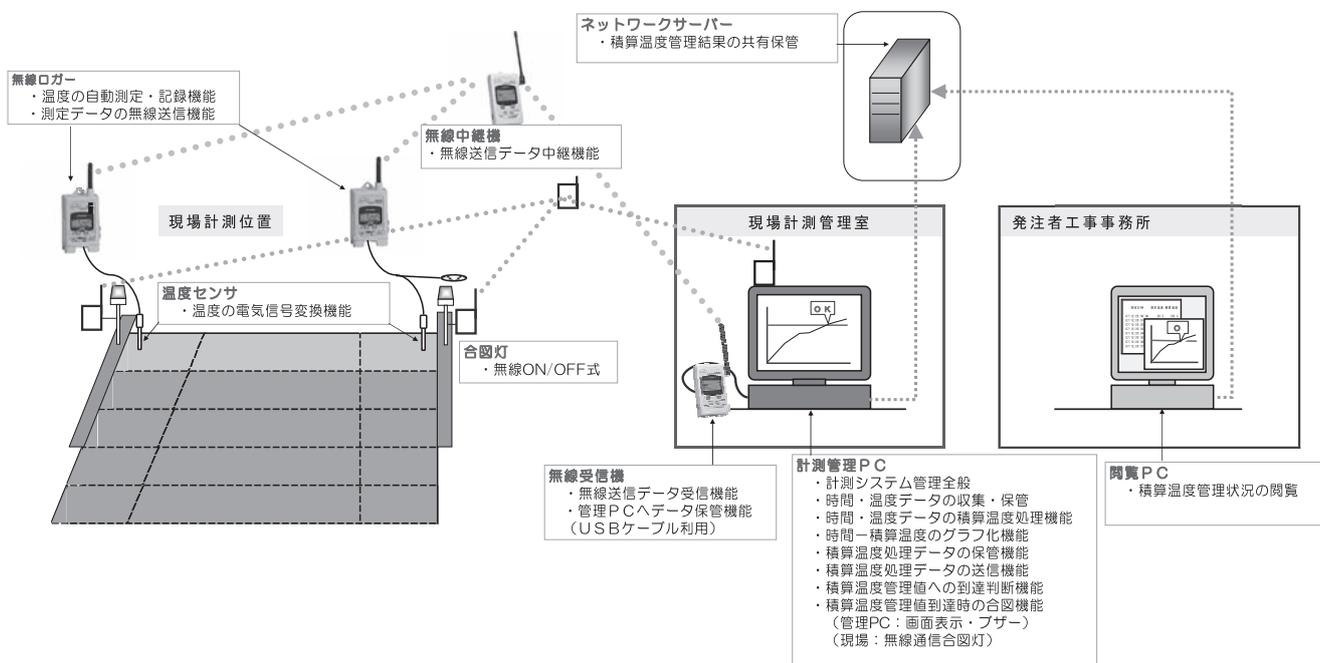
8 つの ICT 導入項目案について、試験導入によって確認できる効果を整理した。各 ICT 導入項目案の試験導入による効果を、**表—3**に示す。全般的に、品質確保・向上、監督・検査や施工管理の省力化に寄与するものが多い結果となっている。

4. おわりに

今年度も引き続き、嘉瀬川ダムにおいて適用性が高いと判断される ICT を選定し、それらについて各種課題（技術的課題、運用上の課題、コストの課題）とその解決方法について検討し、課題が容易に解決できるものについてできるだけ早期に本格運用を開始することを考えている。

表一 嘉瀬川ダム工事における ICT 導入項目の名称と概要

名称	概要
岩盤スケッチ支援システム	デジタルカメラで岩盤を撮影し、撮影画像を台紙として現場の所見（亀裂、断層位置、岩級区分等）を記入し、現場での調査を省力化（スケッチ時間短縮等）する。撮影画像を岩盤スケッチ図と対応した平面画像で保管し、ダム再開発等の際、岩盤の画像情報を利用しやすくする。
三次元出来形管理 + 地質分布モデル作成システム（原石山掘削工）	原石山の事前の地質調査結果に基づき、三次元 CAD を利用して地質分布モデルを作成しておく。実際の掘削作業において、地質境界（採取岩と廃棄岩）等の出来形や出来高を確認する箇所の三次元座標を測量する。これを三次元 CAD に入力し、廃棄岩等の数量を算出する。さらに、掘削面等から得られる地質情報をもとに未掘削領域の地質分布モデルを修正し、原石賦存量の予測等に利用する。
締固め回数管理システム	GPS で締固め重機の走行軌跡を取得し、キャビン内に設置したモニタで締固め回数を面的に把握することで所定の締固め回数を確保し、その施工結果を記録する。
積算温度管理システム … 図一 2、図一 3 参照	外部コンクリートの型枠スライド時期を、積算温度により管理する。コンクリートの温度計測値を 1 時間毎に無線でパソコンに送信し、算出した積算温度が管理値を上回れば型枠のスライドが可能であると判定する。
三次元出来形管理システム（堤体）	トータルステーション（TS）を用いて堤体の出来形計測点の三次元座標を計測し、堤体の出来形（堤幅、ジョイント間隔、基準高）を確認する。あらかじめ出来形計測点の設計座標を TS に入力しておくことで、測量と同時に出来形の過不足をチェックする。測量結果を帳票作成ソフトに入力し、出来形帳票を自動作成する。
配筋検査支援システム	鉄筋配置が複雑な箇所について、設計配筋図を三次元モデルで作成しておき、施工時の段取り筋等の配筋計画に利用する。また、配筋検査において、携帯パソコン画面上で設計配筋図の三次元モデルを表示し、現場の配筋状況と照合する。
埋設計器無線システム	無線によって計測値を送信できる埋設機器を用いることで、ケーブル設置作業を省略し、ケーブルに起因する計測障害の発生リスクを低減する。
ダム維持管理支援システム	各種の施工データを位置情報に関連づけて GIS 上に記録する。これにより、リスト No、ブロック No、打設日等を検索キーとして迅速に必要なデータを引き出す。



図一 2 積算温度管理システムのシステム構成図

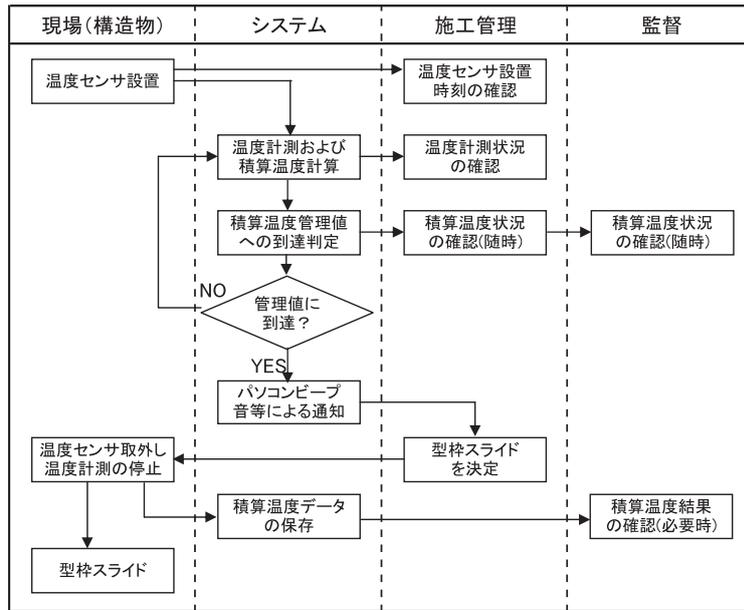


図-3 積算温度管理システムの運用フロー

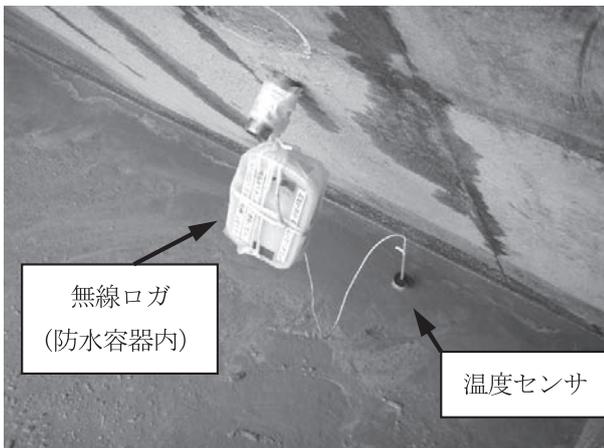


写真-1 試験導入状況 (温度センサと無線ログ設置)



写真-2 試験導入状況 (無線受信器と計測管理 PC)

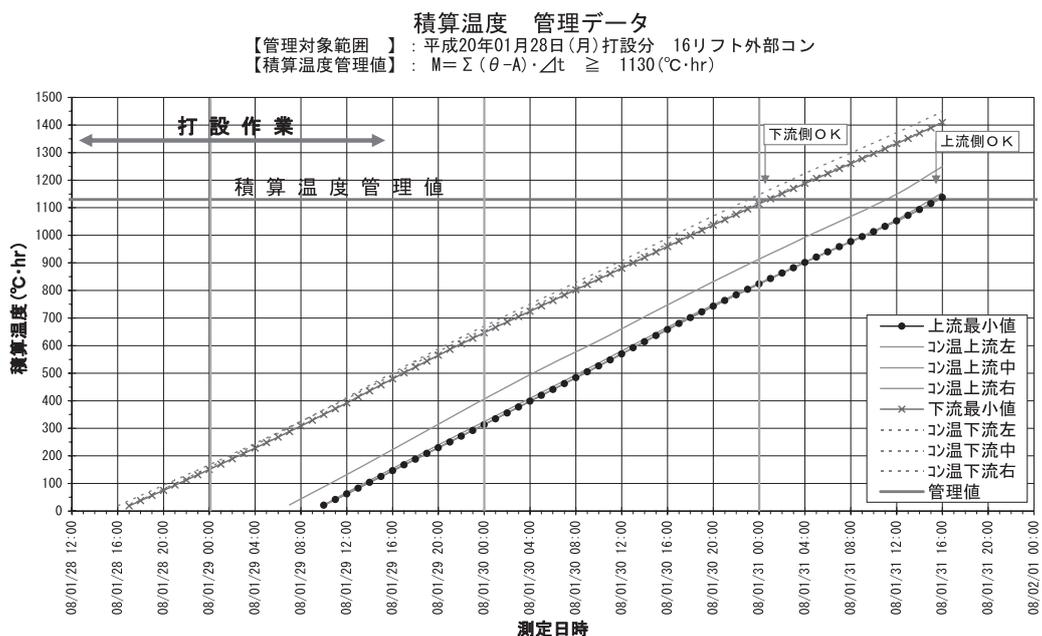


図-4 積算温度管理システムの出力図 (積算温度の履歴図)

表一3 各ICT導入項目案の試験導入による効果

ICT 導入項目案	試験導入で判明した効果 (○:効果あり, ×:効果なし, △:従来と変わらない)				
	①品質確保・向上	②工期短縮	③監督・検査の省力化	④施工管理の省力化	⑤維持管理への活用
岩盤スケッチ 支援システム	-	×:仕上げ掘削段階 では従来方法のほう がスケッチ所要時間 が短い	-	×:仕上げ掘削段階 では従来方法のほう がスケッチ所要時間 が短い	○:平面図化処理し た岩盤画像をスケッ チ図とともに保管 し, 維持管理・ダム 再開発に活用可能
三次元出来形 管理+地質分布 モデル作成 システム (原石山)	-	-	○:器械盛替え作業 が不要のため, 地質 境界の位置を確認す る立会時間が短縮	○:器械設置作業・ 盛替え作業が不要, ワンマン測量が可能 ×:三次元モデルで の数量算出は, 従来 の平均断面法との差 が大きい	-
締固め回数管理 システム	○:RCD 転圧回数 についての施工品質 確保	△:転圧効率従来 と変わらない	○:規定回数の転圧 を行っていることを 帳票等で確認可能	○:規定回数の転圧 を行っていることを モニタ・帳票で確認 可能	-
積算温度管理 システム	○:型枠スライド時 に外部コンクリート 強度が十分かどうか を確認可能	-	○:管理データある いは帳票により脱枠 可能時期の妥当性を 確認可能	△:温度センサ設置 等の手間は小さい	-
三次元出来形 管理システム (堤体)	-	-	○:従来のレベル+ メジャーによる測量 に比べて立会時間が 短縮	○:出来形管理(測 量および帳票出力) に要する時間が短縮	-
配筋検査支援 システム	○:段取り筋や継ぎ 手位置等も入力可能 とすることで, 請負 者による配筋計画を 容易化	-	×:現状のシステム では操作性が悪く, 時間短縮につながら ない ○:断面が変化する 箇所等の設計配筋の 理解に役立つ	×:現状のシステム では操作性が悪く, 時間短縮につながら ない	-
埋設計器無線 システム	○:65m 程度 のコ ンクリート中の無線 通信が可能	-	-	-	-
ダム維持管理 支援システム	-	-	△:打設データのシ ステムへの登録に要 する手間は小さい	-	○:必要なデータの 検索・出力が容易

【筆者紹介】



中島 修 (なかしま おさむ)
国土交通省 九州地方整備局
嘉瀬川ダム工事事務所
事務所長



谷口 正浩 (たにぐち まさひろ)
国土交通省 九州地方整備局
嘉瀬川ダム工事事務所
工務第二課 専門調査員



永松 和彦 (ながまつ かずひこ)
国土交通省 九州地方整備局
嘉瀬川ダム工事事務所
工務第二課長