

【ダム・貯水池／コンクリートダム】

技術名	ダムコンクリート情報化施工管理システム「DACCS」
番号	No. 4. 1-4
発注者	(独)水資源開発機構
施設名	大山ダム
所在地	大分県日田市大山町
工事名称	大山ダム建設工事
施工期間	2007年4月～2013年3月
施工者	(株)熊谷組
キーワード	トレーサビリティ、リアルタイム打設情報管理

(1) 概要

コンクリートダムにおける製造設備、コンクリート試験室、ダムサイト打設現場等での施工情報を一元管理するシステムを構築し、実際の施工現場に導入した。当システムにより、ダムコンクリートの品質管理に係わる情報をリアルタイムにモニタリングし、トレーサビリティの確保に寄与することができる。

(2) 技術詳細

1) システムの概要

当システムは、コンクリートダムの各施工段階において、データベースサーバに施工情報がリアルタイムに入力される。入力されたデータは打設場所毎、施工日毎に整理・蓄積され、現場事務所の他、インターネットを介して発注者、施工者の本社・支店等で閲覧することができる。図-1に、システム概要を示す。

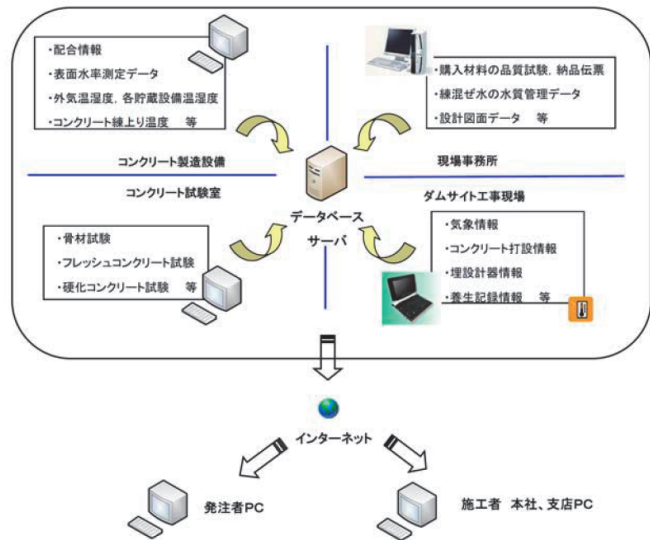


図-1 システム概要

2) システムへ入力される情報

① コンクリート製造設備

- ・配合情報 (バッチ別各使用材料の数量)
- ・表面水率測定データ
- ・外気温湿度、各貯蔵設備温湿度
- ・コンクリート練上り温度 等

② コンクリート試験室

- ・骨材試験データ
- ・フレッシュコンクリート試験データ
- ・硬化コンクリート試験データ 等

③ ダムサイト打設現場

- ・気象情報
- ・コンクリート打設情報
- ・埋設計器情報
- ・養生記録情報 等

【ダム・貯水池／コンクリートダム】

技術名	施工過程を可視化したリアルモニタリングシステム
番号	No. 4. 1-5
発注者	国土交通省九州地方整備局
施設名	雲仙普賢岳砂防施設
所在地	長崎県島原市
工事名称	赤松谷川 11 号床固工工事
施工期間	2012 年 12 月～2015 年 3 月
施工者	(株)熊谷組
キーワード	モニタリングシステム、オペレータ支援、コンクリート打設管理、 土工事運行管理、安全管理

(1) 概要

雲仙普賢岳における無人化施工工事の「赤松谷川 11 号床固工工事」において、情報化施工技術、ICT を活用した施工支援のためのシステムを構築し、利用を行った。

(2) 技術詳細

1) システムの構成

各重機、車両に計測機器として加速度計、GPS、IC タグを搭載し ICT を活用して情報の取得を行うことで、施工過程の情報を可視化し、リアルタイムで一元管理し情報の共有、活用を可能にするシステムの構築をした。リアルタイムモニタリングシステムの構成イメージを図-1 に示す。ICT としてインターネット、サーバーを使用して情報の収集、分析を行うことから、インターネット環境が整備されている場所であれば、施工情報をリアルタイムで把握することを可能にした。

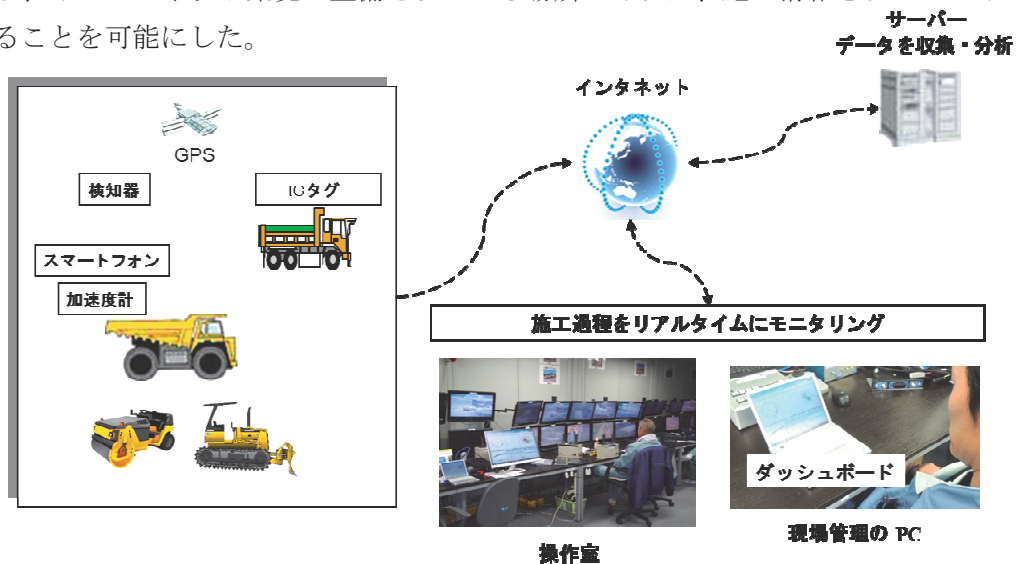


図-1 リアルタイムモニタリングシステムの構成イメージ

2) RCC コンクリート打設管理システム

RCC コンクリート打設管理システムの管理画面を図-2 に示す。リアルタイムで進捗状況を把握するとともに、コンクリートの練混開始から転圧完了までの時間管理（トレサビリティ）をおこなうことで品質管理を実施する。通常の現場であれば、リアルタイムでの時間管理をおこなうことは労力を要するが、システムを構築し情報を一括管理することでコンクリートの品質確保のための時間管理を容易にした。

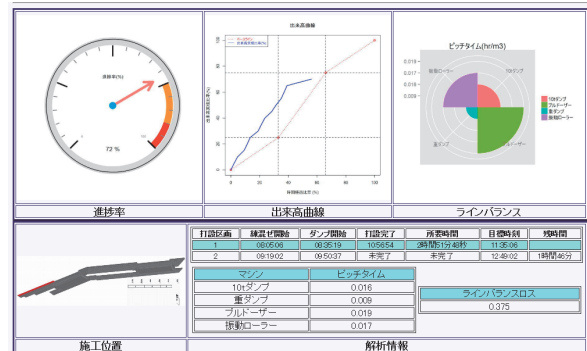


図-2 RCC コンクリート打設管理システム

3) 土工事の運行管理システム

土工事の運行管理システムの管理画面を図-3、各重機、車両の走行軌跡、土量を図-4 に示す。重ダンプに GPS を搭載していることから積み込み場所から荷卸場所までを1台1台管理することができ、測量作業をすることなくトレサビリティを定量的かつ明確にすることを可能にした。また、その情報をリアルタイムで得られることから、進捗状況に合わせた指示や施工条件の相違による土運搬量の評価をした。

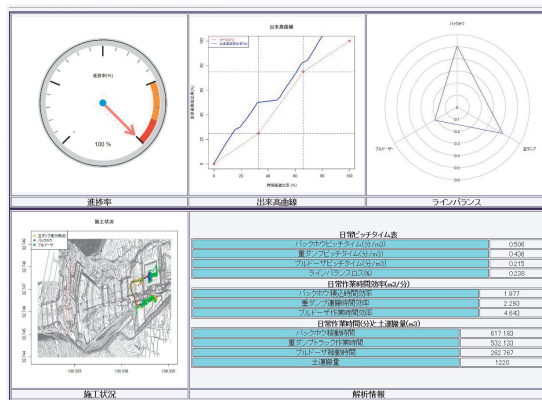


図-3 土工事の運行管理システム

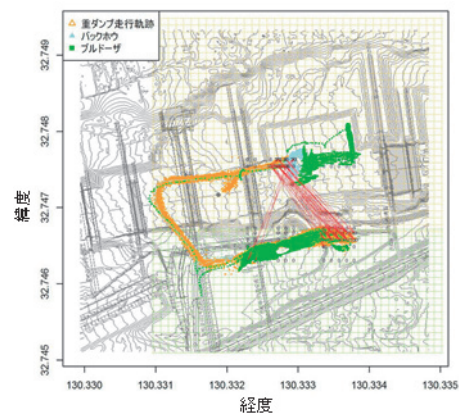


図-4 各重機、車両の走行軌跡、土量

4) 安全管理システム

ハザードマップを図-5 に示す。左右、前後、上下方向の3軸の加速度応答値を解析することで、縦滑り、横滑り、不陸のハザードを検出する。この数値は道路の損傷の状態を表しており、同じ場所に連続して発生することにより道路補修の時期を示す1つの指標となった。また、危険である場所をリアルタイムに把握しながら操作ができオペレータ支援に有効であることが解った。

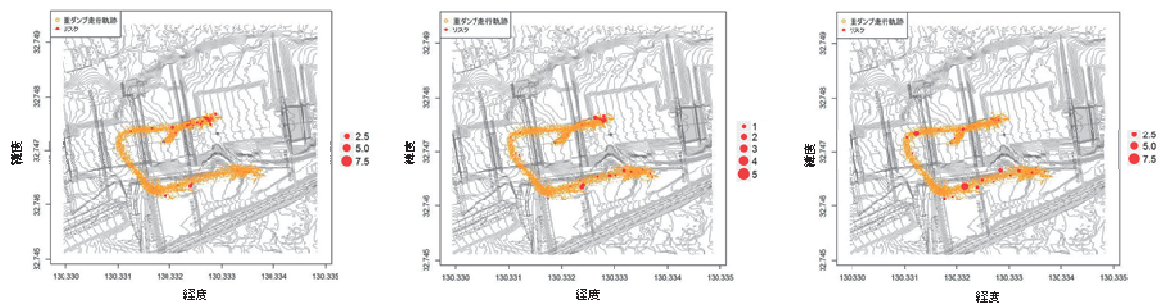


図-5 ハザードマップ

(3) 結果

本システムの開発により、施工管理、安全管理の進捗状況をリアルタイムに確認することができ、工事の可視化を実現することができた。

今後の課題・展開として、施工CIMデータとしてのリンク付けなど、さらならシステムの構築、発展をしていくことで施工、施工管理の支援につなげていくことが必要である。

参考文献	土木学会第70回年次学術講演会：(株)熊谷組 天下井哲生他 VI-241 2015年9月
備考	—

【ダム・貯水池／コンクリートダム】

技術名	GPS を搭載した運行管理、トータルステーションを使用した出来形管理システム
番号	No. 4. 1-6
発注者	佐賀県
施設名	井手口川ダム
所在地	長崎県伊万里市
工事名称	井手口川ダム（本体）建設工事
施工期間	2008年3月～2011年10月
施工者	戸田・中野・中島特定建設共同企業体
キーワード	車両運行管理システム、省人化、見える化、3D 出来形管理、TS スキャニング

(1) 概要

井手口川ダムは、井手口川総合開発の一環をなすもので、洪水調節、既得取水の安定化、水道用水の確保、河川環境の保全を目的として、松浦川水系井手口川中流部の佐賀県伊万里市大川町に建設が進められている多目的ダムである。佐賀県では13番目の県営ダムで、ダムサイトの近傍に集落やJRの駅がある『里ダム』である。

井手口川ダムの特徴としては、堤体左右岸に造成アバットメント、直上流に表面遮水のためのコンクリートフェーシングが設計されていることである。また、施工上の特徴としては、堤体コンクリートに購入骨材を使用することが挙げられる。

ダム諸元を表-1、堤体平面図を図-1、堤体断面図を図-2、堤体下流面図を図-3に示す。

表-1 ダム諸元

形式	重力式コンクリートダム
地質	頁岩 砂岩 玄武岩
堤頂標高	EL 106.7m
堤高	43.7m
堤頂長	235.0m
堤体積	120,600m ³
湛水面積	160,000m ²
総貯水量	2,180,000m ³
有効貯水量	2,030,000m ³
洪水調整容量	770,000m ³
利水容量	1,260,000m ³

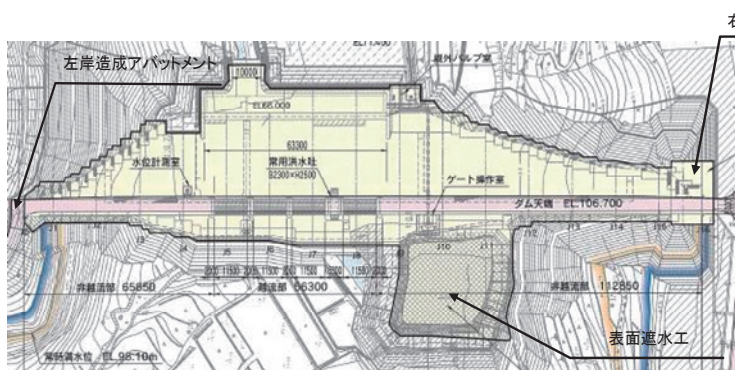


図-1 堤体平面図

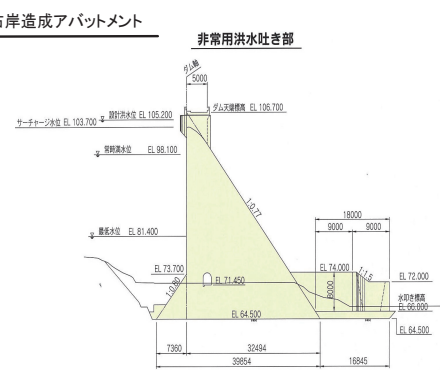


図-2 堤体断面図

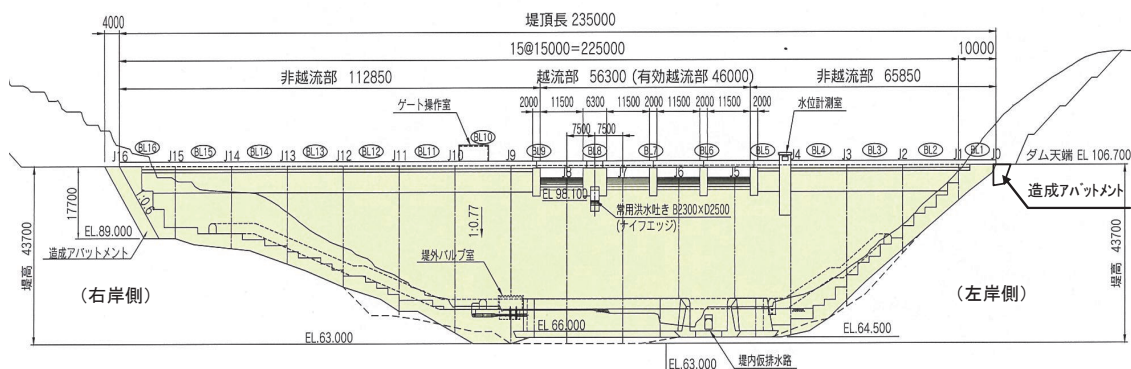


図-3 堤体下流面図

(2) 技術詳細

施工の制約を考慮して品質・安全管理において、現場で取組んだ施工の合理化として、「GPSを搭載した骨材等運搬車両の運行管理」、「トータルステーションを利用した出来形管理」について以下に示す。

1) GPS を搭載した骨材等運搬車両の運行管理

堤体コンクリート打設時は、日平均100台の大型車両が採石場等から現場まで一般道を往復する。このような状況の中で、近隣住民に対して交通の安全確保を図ることが重要な課題となる。当工事では、交通の要所にガードマンを増員することと材料運搬車両にGPS端末機を搭載しリアルタイムに車両運行管理を行うシステム(図-4)を導入して上記の課題に対応した。

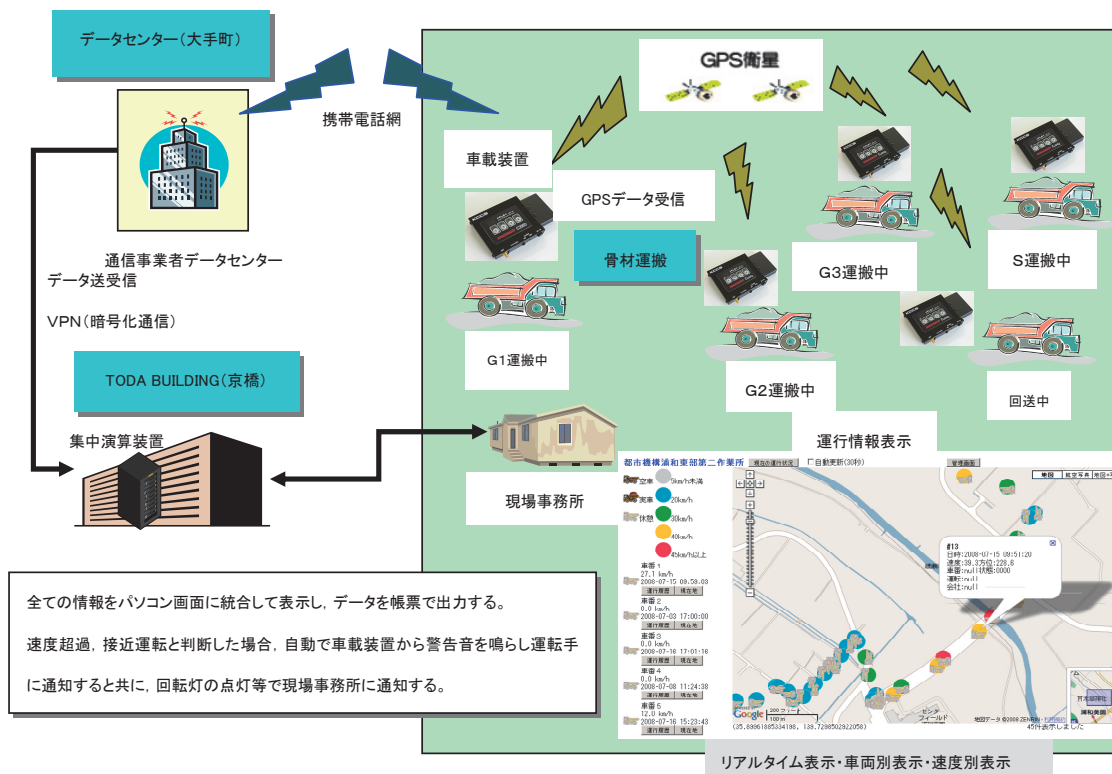


図-4 GPS 車両運行管理概念図

今回採用した運行管理システムは、規制区間の設定、規制の内容(速度・走間距離等)を自在に組み合わせることが可能であり、出カデータも必要なデータを選別して出力することができる。また、本社のサーバーで情報を集中管理しているため、ネットワークにつながば、どのパソコンでもリアルタイムの運行状況を見ることができる。現場の運用では、近傍の5 kmにおいて速度規制(40km)・連行運転規制(100m)を実施した。違反した場合には図-5に示すように音声で運転手に警告するとともに、現場事務所の管理用パソコンから警報を発するシステムとした。

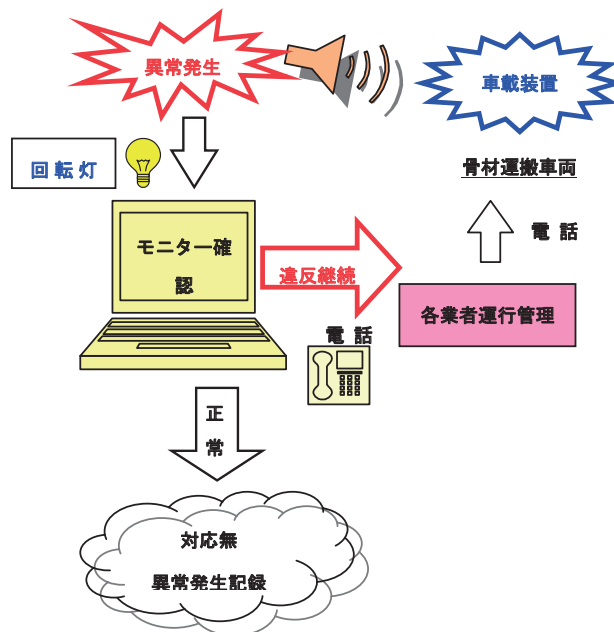


図-5 違反時の対応

2) トータルステーションを利用した出来形管理

ダム岩着部の出来形管理の省力化と岩盤形状データの一元化を図る目的で、トータルステーションと3D CADを組み合わせ管理した。今回使用したトータルステーションは自動追尾式のため1人で測量することができる。1,000点のデータをスキャンングするために要する時間は6～7分程度であり、手動のものと比較すると性能が大きく向上している(図-6、図-7)。



図-6 スキャンングした画面

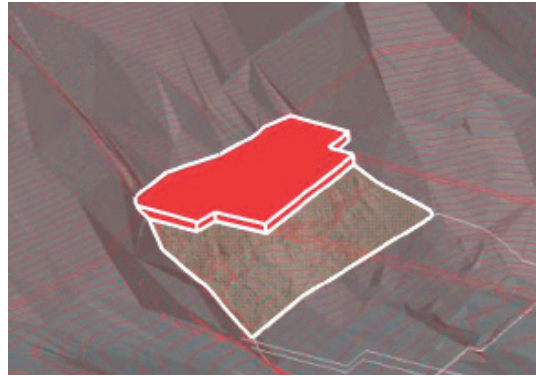


図-7 打設ブロックの3D化

(3) 結果

当工事においては、ダンプトラック等の運搬車両にGPS端末機を搭載して、運行管理を行い、トータルステーションにより出来形管理を行うことで、安全管理のシステム化や測量・出来形管理の省力化を図ることができた。

1) GPSを搭載した骨材等運搬車両の運行管理

運用の結果は、速度・連行運転共に違反した場合でもほとんどの場合が数秒であった。違反した場合の音声警報やGPSで常に監視されている緊張感が効果的であったと考える。

2) トータルステーションを利用した出来形管理

① 作業の効率化

一人での計測も可能であり、計測の準備作業が軽減でき、計測時間も短縮できるため出来形管理の効率化を図ることができた。

② 測量等ミスの軽減

自動記録された計測データは、簡単にパソコンに入力でき、帳票等が自動作成されるため効率的な管理や転記ミスの防止等の効果があった。また、出来形計測と同時に現場で設計値と比較できるので、出来形不足などが迅速に発見でき、施工にフィードバックすることができた。

③ データの活用

トータルステーションを使用して起工測量や丁張管理、堤体工における型枠・埋設物等の管理に利用することも可能で、施工管理業務全般の効率化が見込める。また、検査書類の省力化や出来形管理で計測した3次元データを維持管理業務等で活用することも可能である。例えば、試験湛水直前に貯水池内の地形を3Dで把握し貯水量や堆砂量の正確なデータを活用することもできる。

④ 基礎処理工への利用

3次元座標を持った基礎岩盤の連続写真撮影により、地質情報と併せて基礎処理工への参考資料とすることができる。

参考文献	井手口川ダムの合理化施工：戸田建設(株)佐藤小次郎・野地祐史、ダム工学 Vol.22 No.1 (ダム工学会)、P68～71、2012年3月
備考	—

④ 現場事務所

- ・ 購入材料の品質試験データ、ミルシート ・ 練混ぜ水の水質管理データ
- ・ 設計図面、施工図面データ、リフトスケジュール 等

上記の情報が、各所よりリアルタイムに入力される。重複データや、規格値を外れたデータについては、入力時に確認できるように、表示機能をつけた。

3) システムから出力される情報（図-2）

① コンクリート製造

- ・ 品質管理日報、週報、月報形式出力
- ・ 各種データベース出力 等

② コンクリート打設

- ・ 打設日報
- ・ 打設数量、進捗図、進捗グラフ
- ・ 埋設計器計測データ
- ・ ダムの各種図面データ 等

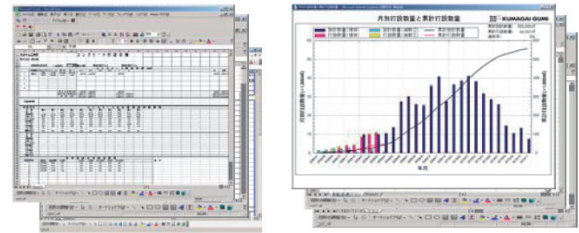


図-2 出力例（品質管理日報、打設進捗グラフ）

4) システムの特徴

システムへの入力は、許可された技術者のみが入力できるように利用者を管理した。ダムサイトにおける入力は、打設担当者への入力負担を軽減できるよう、プルダウンメニューリストからのタッチペン選択によって行う方法とし、打設現場でのキーボード入力を排除した。

出力は、打設場所（ブロック・リフト）を指定して必要なデータを表示する方法と、日時を指定して必要なデータを表示する方法と大きく二つに分けた（図-3）。また、打設日報等の帳票類の出力だけでなく、全てのデータをファイルにて出力可能にすることにより、任意のグラフ等の作成を短時間でできるようにした。

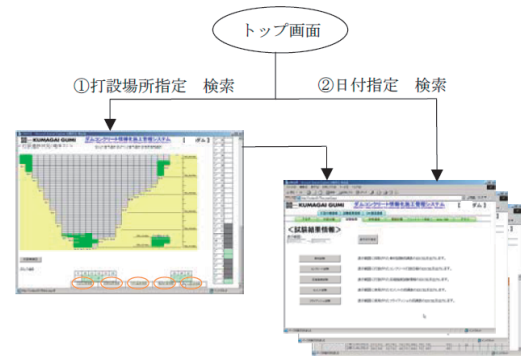


図-3 出力方法イメージ

(3) 結果

当システムにより、コンクリート練混ぜ材料の品質、コンクリート製造品質、コンクリート打設時の施工情報、練上り・打込み温度や気象情報などが逐次現場にて入力されることにより、事務所や本社などから最新のダムコンクリート施工情報をリアルタイムに確認できることとなった。また、打設担当者はコンクリート打設情報をモバイルPCを利用して



図-4 現場入力イメージ

入力することにより、これまで野帳に記録していた情報を、現場で瞬時に電子化できる（図-4）ことにより、事務所に戻ってからデータを整理・入力する必要がなく、日常業務の省力化が可能

となった。

当システムは、現場事務所だけでなく、本社・支店等からでも最新の施工情報を把握することができることから、ダム専門技術者が現場に常駐することなく技術的支援を行うことが可能となった。

基本スペックについて紹介したが、今後の課題・展開として、以下のシステムの拡充について検討・開発を行っている。

- ・現場の施工写真の一元管理
- ・監視モニタ画像へのリンク
- ・三次元 CAD 図より、次打設リフトスライス平面図の作成、及び打設計画の補完（図-5）。
- ・三次元温度応力解析とのリンク 等

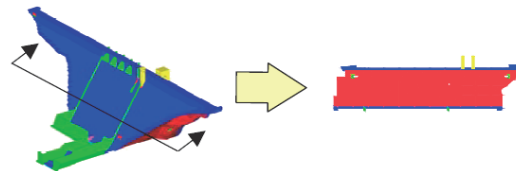


図-5 堤体スライス平面図作成イメージ

参考文献	土木学会第 64 回年次学術講演会：(株)熊谷組 山田一宏他 VI-158、2009 年 9 月
備考	—