

# 億首ダムでの情報化施工事例

松本 三千緒・江田 正敏・武本 隆太郎

国土交通省では情報化施工推進会議を発足し建設 ICT を推進している。そこで、ダム ICT 施工総合管理システムを開発し、億首ダムにて情報化施工を実施した。開発したシステムは、品質保証や施工履歴の蓄積と情報の共有を目的としたものであり、複数のサブシステムで構成される。本文ではその中から① IC タグを利用した母材運搬、仮置き管理、② CSG 材料敷均し厚さ管理、③ 締固め管理（ローラー転圧、端部法面締固め）、④ 締固め完了時間管理（CSG 材料トレースシステム）を具体例としてとりあげ、億首ダムで活用した状況について報告する。

キーワード：台形 CSG ダム、IC タグ、トレーサビリティ、締固め管理、マシンコントロール

## 1. はじめに

億首ダムは、

- ・ダム高：39.0 m
- ・堤頂長：400 m
- ・堤体積：339,000 m<sup>3</sup>
- ・総貯水容量：8,560,000 m<sup>3</sup>
- ・湛水面積：0.61 km<sup>2</sup>
- ・集水面積：14.6 km<sup>2</sup>

の台形 CSG ダムであり、その概要を図-1、表-1に示す。



図-1 億首ダム施工状況

表-1 億首ダムの用途

洪水調節	・億首ダムの建設される地点（ダム地点）において計画高水流量 300 m <sup>3</sup> /s のうち、190 m <sup>3</sup> /s の洪水調節をおこなう。
流水の正常な機能の維持	・ダム地点下流の億首川沿川の既得用水の安定化と河川環境の保全等のための流量の確保（流水の正常な機能の維持）を図る。
水道用水	・沖縄県に対し、ダム地点で新たに10,300 m <sup>3</sup> /日の水道用水の供給をおこなう。 ※約 2 万 8 千人分に相当。
かんがい用水	・億首川沿川の約 70 ha の農地に対し、新たにかんがい用水の供給をおこなう。

CSG の施工管理にあたっては、段階確認などの立会検査、目視による施工状況の把握によるほか、以下の項目について ICT による定量的確認を実施している。

- ・敷均し厚（1層 25 cm×3層）
- ・締固め  
一般部の転圧回数（無振動 2 回+有振動 6 回）  
端部法面部の締固め（30 秒）
- ・時間管理  
材料製造から転圧開始までの制限時間（6 時間以内）

## 2. 母材運搬および母材採取管理の情報化施工

母材の採取、運搬、仮置き管理に IC タグを利用することで、人為的ミスの防止や区分仮置きの実現化、

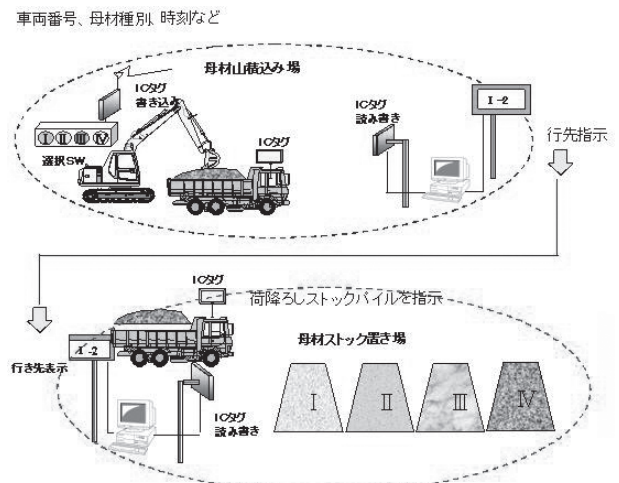


図-2 母材管理のイメージ

数量把握をおこない（図-2）、さらに調査ボーリングと地質データから、母材と廃棄岩との境界の3次元地質モデル作成。これを現地測量データで修正し、母材採取可能量の確認をおこなった（図-3）。

このシステムは、バックホウのオペレータが各ダンプに母材を積む時に、その種類に応じた選択スイッチを押すことで、ダンプに搭載されたICタグに母材種別の書き込みがおこなわれる。

そして、このダンプが積み込み場所を出る時にICタグの情報を讀取って、表示板に行先を表示する。ダンプの運転手はこの表示を見て、搬送先（ストックヤード）まで運転する。搬送先に到着すると、入口でダンプに搭載したICタグの情報を讀取り、母材の種類に応じた荷降ろし場所（ストックパイル）が表示される。

ここでダンプの運転手は荷卸し場所を確認することができるため、区分仮置きの実実化や人為的ミスの防止が可能となる。

また、母材採取管理では調査ボーリングと地質データから、母材と廃棄岩との境界の3次元地質モデルを作成した。そして、現地測量データでこれを修正し、母材採取可能量を確認できるようにした（図-3）。

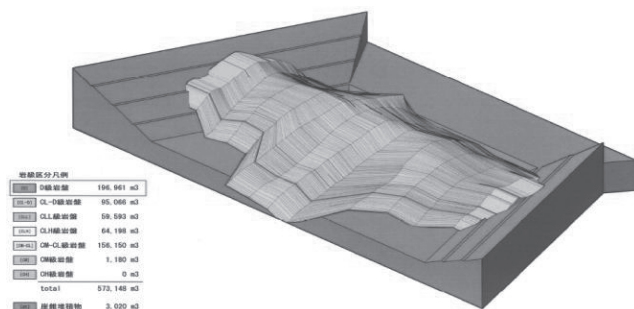


図-3 情報化施工による母材採取管理

### 3. CSG 材料敷均し厚さ管理

当初、敷均し厚さの管理は回転レーザーレベルによる方法を予定していたが、施工性および走行軌跡の記録を考慮し、マシンコントロール機能を搭載したブルドーザ（以下、MCブルドーザ）による施工方法を採用することとした。MCブルドーザはGPSを利用しブルドーザの排土板を自動制御することで、設計高さの敷均しを可能にするものである（図-4）。

この時、施工時のGPSデータは内部メモリーに記憶されるため、施工後にその情報を電子データとして利用することが可能である。

このデータを利用してMCブルドーザの各層における走行軌跡を表示させた例を図-5～7に示す。また、キャタピラの幅を60cm（両側で1.2m）とし、これにレー

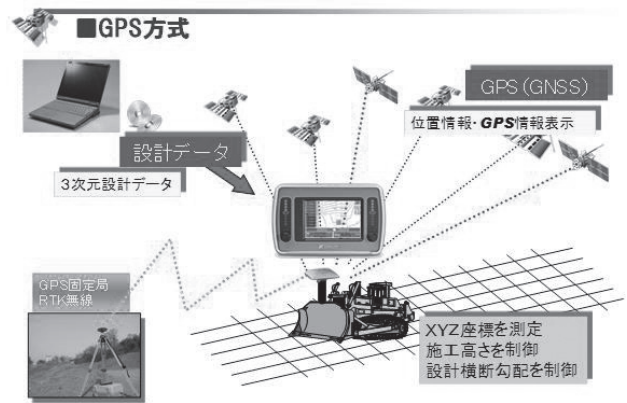


図-4 MCブルドーザ

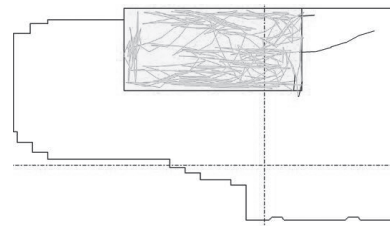


図-5 1層目走行軌跡

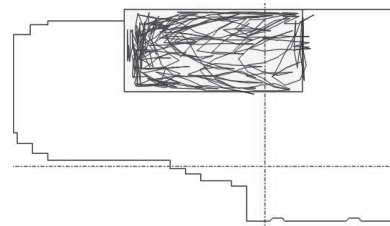
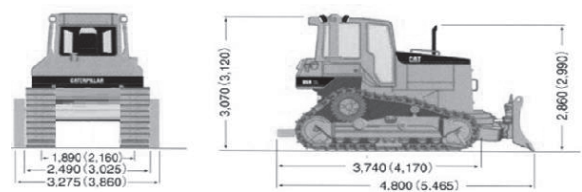


図-6 2層目走行軌跡



図-7 3層目走行軌跡



1層目累積走行距離	1601 m	換算平均転圧回数	3.05 回
2層目累積走行距離	1566 m	換算平均転圧回数	2.98 回
3層目累積走行距離	1970 m	換算平均転圧回数	3.75 回

図-8 平均転圧回数への換算

ン内での各層での走行距離を掛けることによりレーン内の平均転圧回数に換算する解析もおこなっている（図-8）。走行軌跡出力帳票の例を図-9に示す。

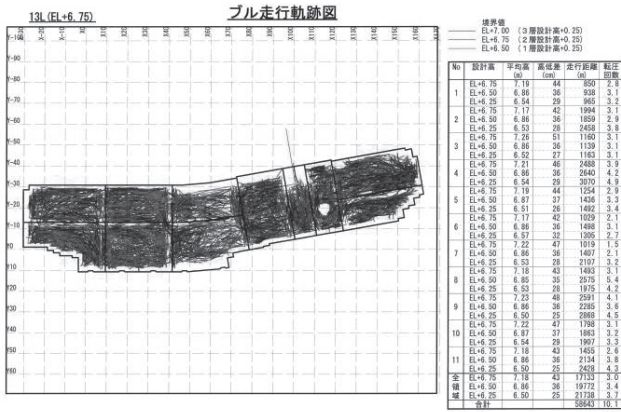


図-9 走行軌跡出力帳票の例

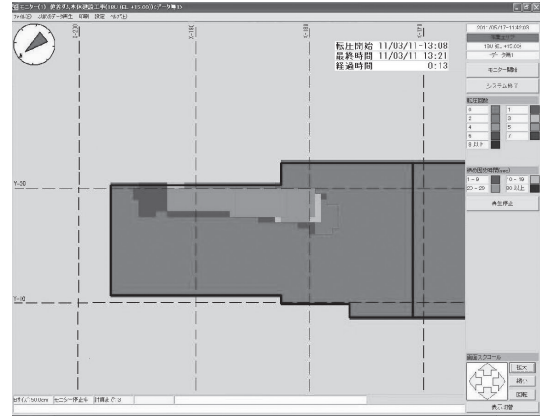


図-11 転圧表示情報共有画面例 1

なお、図-5～7では、枠内（レーン）での走行軌跡を表示したものであり、レーン外に出た部分は対象外としてカウントしていない。

#### 4. 締固め管理（ローラー転圧，端部法面締固め）

GPSや無線LAN，車載パソコンを転圧ローラーに搭載することにより，施工場所のどこを何回転圧したかをあらかじめ決められたメッシュ単位でカウントし，記録するシステム（図-10）であり，発注者事務所・JV事務所にてリアルタイムに情報共有をおこなった。

メッシュ毎の転圧回数は運転席のモニターに色別表示されるため，オペレータはこの情報に基づいて全メッシュが規定回数に達するまで走行操作をおこなう。なお，転圧ローラーが複数台であっても各メッシュには累積転圧回数が表示されるため無駄のない施工が実施できる。図-11，12に転圧表示画面の例を示す。

ローラーによる転圧回数の表示画面では転圧していないエリアが緑色，1回転圧で茶，2回で薄茶，3回で黄色，4回で朱色，5回で桃色，6回で紫色，7回で青色，8回以上は紺色で表示している（図では濃淡表示，以下同様）。オペレータはこの色を見ながら所定

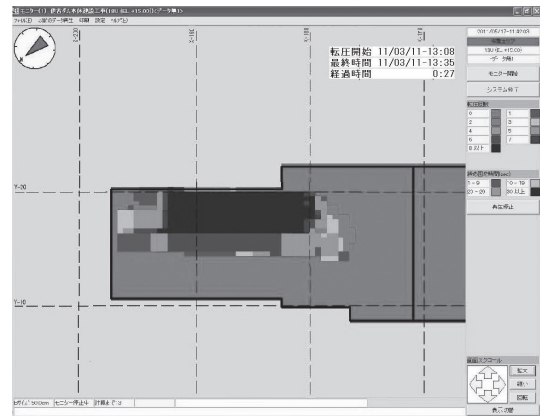


図-12 転圧表示情報共有画面例 2

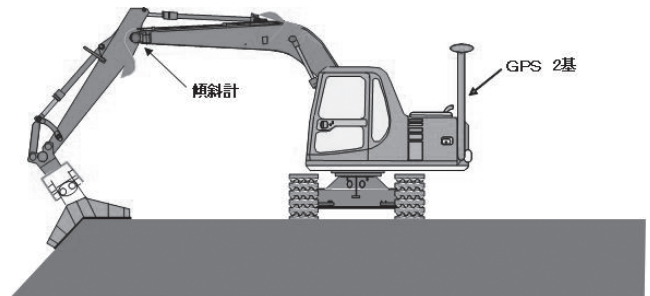


図-13 端部法面締固めイメージ（横断方向）

回数の転圧をおこなう。

次に，端部法面部での締固めイメージを図-13，14に示す。端部法面部は起振器を装置した専用機械により締固めをおこなっている。端部法面部では，ローラーによる転圧とは異なり締固め位置と締固め時間により管理しており，ある位置に対しての締固め累積時間が所定の秒数（30秒等）になるまで締固めをおこなう。

その理由は，一ヶ所を連続的に締固めると端部法面部に段差等が生じる恐れがあるため，場所を移動させながら繰り返し締固めをおこなう方法をとっている。そして，各位置の締固め累積時間が所定の時間（30秒等）になったことが分かるような表示をおこなっている。

この時間は，1～9秒で茶色，10～19秒で黄色，20～29秒で桃色，30秒以上は紺色で表示。この端



図-10 転圧ローラー

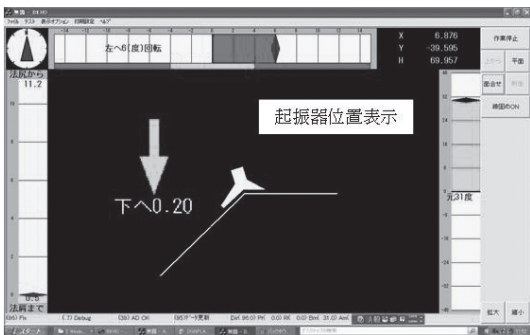


図一 14 端部法面締固め実施状況

部法面締固めの状況は、ローラー転圧の画面（図一 11, 12）と一緒に表示されるため、オペレータはこの表示と起振器の位置誘導画面（図一 15）を見ながら締固め作業をおこなう。

両施工機械のオペレータは、この表示を運転席モニターで見ながら作業をおこなうため締固め不足を防止できる。

また、これらの情報は蓄積・保存されるため、過去に遡って連続再生表示する事も可能になっており、発注者事務所・JV 事務所の双方で活用している。



図一 15 端部法面締固めオペレータ用画面例

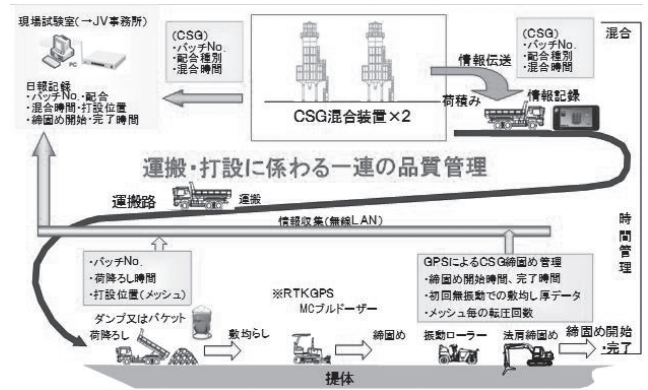
### 5. 締固め完了時間管理（CSG 材料トレースシステム）

プラントでの CSG 製造から材料搬送、敷き均し、ローラー等による転圧開始時間（CSG 製造からの制限時間 6 時間）および転圧完了時間を管理するシステムであり、

- ・ CSG プラントにおける CSG 製造情報の車両への伝送
- ・ 車両での打設位置計測と情報伝送
- ・ CSG 締固め開始・完了時間の表示で構成される（図一 16）。

これらも発注者事務所・JV 事務所間で情報共有をおこなっている。

まず、CSG 混合装置（プラント）で製造された CSG



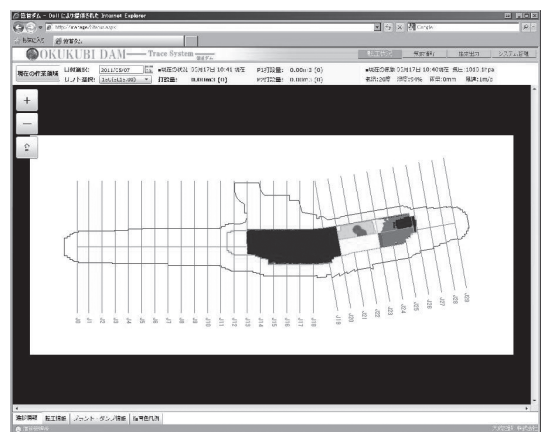
図一 16 締固め完了時間管理システム

材料をダンプトラックに投入する時に、材料のバッチ情報（バッチ番号、配合種別、製造時間など）もダンプに搭載したパソコンに伝送する。このダンプには DGPS（ディファレンシャル GPS：精度 50 cm）を搭載しているため、現場まで運搬し材料を荷降しした位置を知ることができる。そこで、荷降ろし位置とバッチ情報の両方を無線 LAN により現場の監視室へ伝送する。

次に、ブルドーザによる敷均しがおこなわれ、ローラーによる転圧（端部法面締固めを含む）がおこなわれる段階で、どの位置の材料が製造から何時間たっているか分かるため、ローラー（端部法面も同様）のオペレータは優先して転圧する場所を知ることができる。この時の時間管理画面を図一 17 に示す。

なお、材料が製造から何時間たっているかは、画面上に色別で表示される。この変化状況を図一 18～20 に示す。

敷均しがおこなわれていない場所は白色で示されており、1 層目の敷均し後は薄緑色、2 層目は緑色、3 層目は濃緑色で表示される。また、材料が製造から 2 時間を経過したものは黄色で表示され、4 時間を経過すると赤色に変化する。そこで、転圧や端部法面締固めのオペレータはこの表示を見ながら優先すべきエリアを転圧・締固めする。転圧や締固めがおこなわれた



図一 17 締固め時間管理情報共有画面例

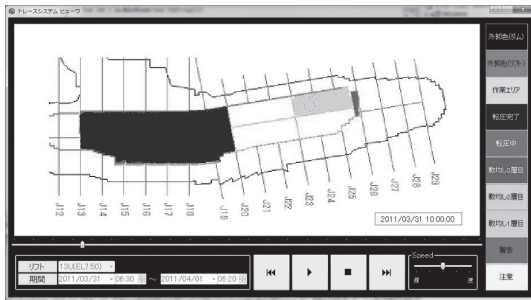


図-18 締固め時間管理再生画面例 1

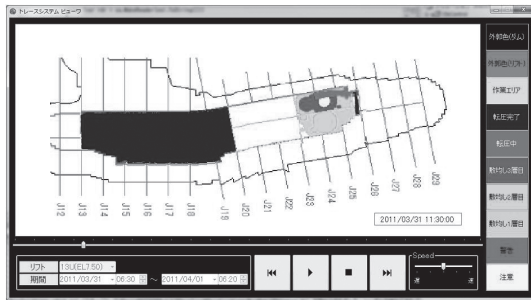


図-19 締固め時間管理再生画面例 2

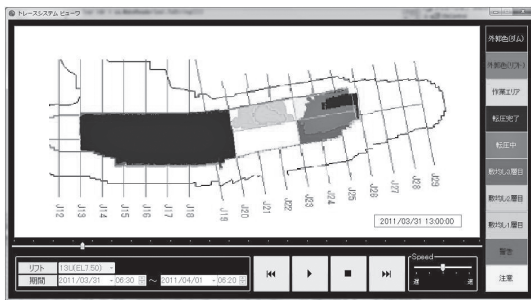


図-20 締固め時間管理再生画面例 3

エリアは灰色に変わり、転圧・締固め完了時には紺色で表示される。なお、この締固め完了時間管理（CSG材料トレースシステム）もデータを蓄積・保存しているため、発注者事務所やJV事務所などで過去に遡って再生表示することが可能になっている。図-21にトレースシステムの運用状況を示す。

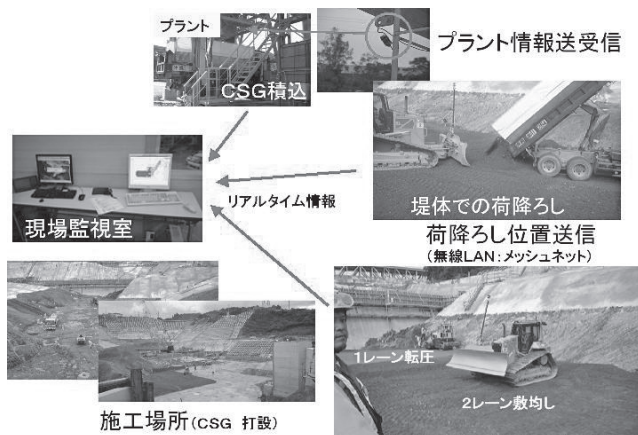


図-21 トレースシステム運用状況

## 6. おわりに

ICタグによる母材運搬・仮置き管理，CSG材料敷均し厚さ管理，締固め管理（ローラー転圧，端部法面締固め），締固め完了時間管理（CSG材料トレースシステム）の4つのシステムを億首ダムに適用し，品質保証や施工履歴の蓄積，これらの情報の共有に活用することができた。このダムICT施工総合管理システム「4D-DIS」はCSG材料以外にも応用可能であるため，今後はこの技術を応用・発展させ，道路や造成工事などを対象に品質向上に役立てていく予定である。

JICMA

### 【参考文献】

- ・中島 修「嘉瀬川ダム副ダムのCSG工法」(社)九州地方計画協会 九州技報 第46号 2010.01
- ・阪田史郎, 山田暁飯, 塚宏之, 伊藤哲也 「無線LANメッシュネットワークの技術動向」 電子情報通信学会誌 Vol.92 No.10 pp.841-846 2009年10月

### 【筆者紹介】



松本 三千緒(まつもと みちお)  
大成建設株式会社  
技術センター  
土木技術開発部プロジェクト室  
建設ICTチーム次長



江田 正敏(えだ まさとし)  
大成建設株式会社  
九州支店  
億首ダム本体建設工事  
次長



武本 隆太郎(たけもと りゅうたろう)  
大成建設株式会社  
土木本部 土木技術部 ダム技術室  
課長