

# IT を活用したロックフィルダムの施工

品川 敬・菅原 俊幸・大原 伸浩

胆沢ダム堤体盛立工事は堤高 132 m, 堤頂長 723 m, 盛立量 1,350 万 m<sup>3</sup> という国内有数の大規模なロックフィルダム工事である。また, 厳しい気象条件のもとでの大型重機を用いた大規模土工であるため, GPS と 3D - MC を活用した IT を駆使し, 施工・品質管理の効率化・合理化を図ることが当工事の重要課題となっている。当ダムに適用した IT 施工管理システムの現状について報告する。

キーワード: ロックフィルダム, IT 施工, GPS, 3D - MC, 大規模土工, 転圧管理

## 1. はじめに

胆沢ダムは岩手県南部に位置する奥州市胆沢区に, 「北上川総合開発計画」の一環として 1953 年に建設された石淵ダムの再開発事業として建設が進められている, 洪水調節, 河川環境の保全, かんがい用水・水道用水の供給, 発電を目的とした, 堤体積 1,350 万 m<sup>3</sup> の中央コア型ロックフィルダムである。

本工事の発注上の特徴として「分離発注併用」の「CM 試行工事」であることが挙げられる。工区分けとしては堤体基礎掘削工事, 原石山準備工事, 堤体盛立工事, 原石山材料採取工事, 洪水吐き打設工事の 5 工事に大別され, 当工事事務所は堤体盛立工事を受け持つ。

施工上の特徴としては, 国内最大級のロックフィルダムであり, 厳しい気象条件のもと効率的に盛立工事を施工するために大型重機を使用した大規模土工となることである。また, 施工速度の高速化に伴い, 現場における品質管理試験頻度も増えるため, 施工・品質管理の合理化を図ることが重要となった。

胆沢ダムの IT として

- ① GPS 搭載重機による施工 (3D - MC)
  - ② 締固め管理システム
  - ③ IC タグを利用したダンプ運行管理システム
  - ④ IC タグを利用した安全管理システム
- を積極的に取り入れて施工, 品質管理の合理化, 安全性の向上への試みを行っている。

## 2. 工事概要

### ダム諸元

形式:	中央コア型ロックフィルダム
地質:	石英安山岩類
堤頂標高:	EL364 m
堤高:	132 m
堤頂長:	723 m
堤体積:	13,500,000 m <sup>3</sup>
流域面積:	185 km <sup>2</sup>
湛水面積:	4.4 km <sup>2</sup>
総貯水容量:	143,000,000 m <sup>3</sup>
有効貯水容量:	132,000,000 m <sup>3</sup>
洪水調節容量:	51,000,000 m <sup>3</sup>
利水容量:	81,000,000 m <sup>3</sup>



写真一 1 ダム完成予想図

### 3. 施工計画

#### (1) 目的

ロックフィルダムの盛立は

- ①ブルドーザーによる敷き均し
- ②油圧ショベルによる異種材料境界部（コア材とフィルタ材）の整形
- ③振動ローラーによる転圧
- ④油圧ショベルによる堤体上下流面のリップラップの作業で構成される。

従来の手法では、測量者が張り付きとなり、現場の施工に先立ち丁張りをかける必要があった。この場合、測量業務の遅れや丁張り付近での重機の作業効率低下、測量作業時の重機作業との錯綜による安全性確保等の問題があった。

③の転圧作業においても転圧回数の管理は現場での確認のみに委ねられており、また現場品質管理試験（密度・透水試験）の度に該当箇所の盛立作業との調整が必要であった。

そこで、胆沢ダムにおいては施工管理・品質管理の合理化を図るべく GPS を中心とした IT の導入を計画した。

システムに共通して言えることは、重機に GPS アンテナを搭載し、自機の位置を RTK - GPS（従来からの GPS 測量に無線を組み込むことで、基準局で受信したデータを移動局（重機）に送信し、移動局の受信機内で解析することにより、即座に精度の高い座標値が得られる測量法）で把握し、設計図面との位置関係を車載モニター上にリアルタイムで示す機能を有していることである。

施工管理の合理化の目的を以下に挙げる。

- ・各重機キャビン内車載モニターの設計線との位置関係の確認がリアルタイムに可能となることによる施工精度の向上と手待ち、手戻り等の無駄の排除
  - ・ブルドーザーにおける排土板自動油圧制御による押土回数低減による施工速度向上
  - ・締固め管理帳票の自動出力による施工管理の効率化
- 品質管理の合理化の目的を以下に挙げる。
- ・敷均し厚、転圧範囲・回数が記録で残せるため、敷均し厚、転圧のトレーサビリティ確保が可能
  - ・従来、点の管理であった品質管理を面的に保証することによる、従来手法による盛立面での現場試験頻度の削減

#### (2) 使用機器・重機

導入した IT 施工管理システムは 3 次元 CAD によ

る設計、GPS による 3 次元測位および重機の油圧制御技術を融合した 3 次元施工システムを中心に調査・設計段階から、施工および施工管理までを一連で管理できるものである。

以下に現場において使用する機器・重機とその適用作業を示す。

##### ① 3D - Navi

3D - Navi(GPS)は測量者がペンタイプ・コンピューターと GPS アンテナを携帯し、地形変化点の位置記録操作をその場で立ち止まり直接画面に指示することだけで連続測定が可能となる。基準点との見通しの可否



写真-2 3D - Navi による測量状況

にかかわらず基本的にワンマンでの測量が可能である。

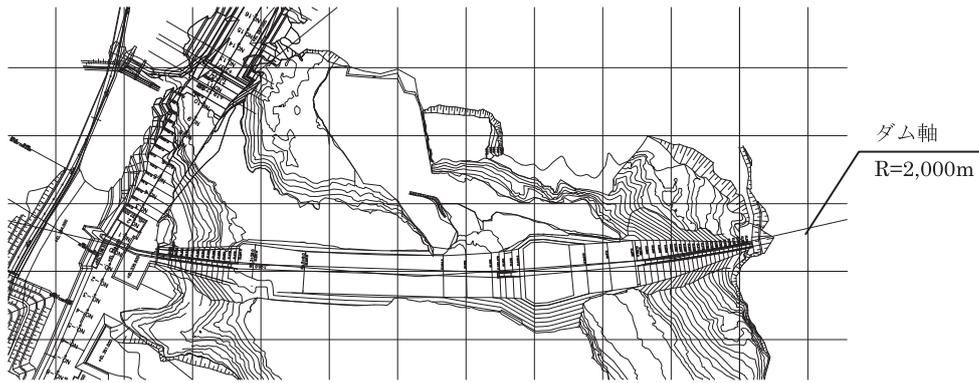
##### ② 3D - MC ブルドーザー

GPS アンテナを搭載し自機位置をリアルタイムで把握し、排土板を自動油圧制御することで設計面に合わせた敷均し作業が可能となる。

胆沢ダムではコア・フィルタ敷均しに 28, 40 t 級、コア材パイリングに 28t 級、ロック敷均しに 40, 50 t 級のブルドーザーを使用している。



写真-3 3D - MC ブルドーザー



図一1 堤体平面図

③油圧ショベル

ブルドーザーと同様に、GPS アンテナを搭載し自機位置をリアルタイムで把握し、バケット位置と設計面との差をキャビン内モニター上で確認可能である。

胆沢ダムにおいてはコア・フィルタ境界部の造成、ロック上下流面のリップラップ施工およびバケットをツインヘッダーに交換してのコア敷き面仕上げ掘削に使用している。



写真一4 GPS 搭載油圧ショベル

④振動ローラー

GPS を搭載した振動ローラーの軌跡を把握することで設計図面上にローラーが転圧した回数をリアルタイムに表示することが可能で、転圧済み範囲をオペレーターが確認しながらの作業を行える。

胆沢ダムではコア・フィルタ転圧に11t級、ロック転圧に19t級を使用している。



写真一5 GPS 搭載振動ローラー

4. 施工実績

(1) 3D - MC ブルドーザー

従来、ブルドーザーで敷均しを行う場合、敷均し面の高さ測定は仕上がり面に測定用の丁張りを多数設置し、水系により行ってきた。このため、曲線部では丁張り間はオペレーターの判断により仕上げられてきた。

胆沢ダムはダム軸がR = 2,000 mの弧を描いており、それに伴いコア・フィルタ・ロックの各境界も弧を描く(図一1)。

そのため、後工程となる油圧ショベルによる整形作業を低減させるためにもいかに精度良く材料を撒き出し、敷き均せるかが施工速度に大きくかかわってくる。

今回はGPS アンテナを2台搭載することで排土板端部の位置をモニター表示できるシステムとすることで、すべての箇所において排土板端部と円を描く境界部の設計位置との差をリアルタイムで確認でき、的確な撒き出し、敷き均し作業を行うことが可能となった。

また、排土板高さも同様に確認でき(写真一6)、施工速度向上と品質面でも敷き均し厚の均一化が図れる。



上段: 設計高からの設定オフセット量 設計面の勾配とブレッドのチルト角の差  
下段: 設定した高さでブレッドの高さの差

写真一6 ブルドーザーキャビン内モニター

コア材ストックパイル造成は粗粒，細粒の2種のコア材料を定められた比率となるように各層を互層に所定厚さでパイリングする必要があるが，通常行うパイル天端端部での測量丁張り作業が完全に省略でき，高速化，安全性向上に大きく寄与している。

(2) 油圧ショベル

油圧ショベルについては通常のショベルとしての使用例は前述のコア・フィルタ境界部施工(写真一4)と，上下流面リップラップ施工である。写真一7に示すように，丁張りは一切行わずに施工を行っている。



写真一7 下流面リップラップ施工状況

コア敷き仕上げ掘削 (t = 50 cm) においてはツインヘッダーによる施工を行ったが，GPS搭載の油圧ショベルを使用することで，測量者を全くつけずに仕上げることが出来た。特に斜面部の仕上げ掘削，夜間作業において，その効力を発揮した(写真一8)。

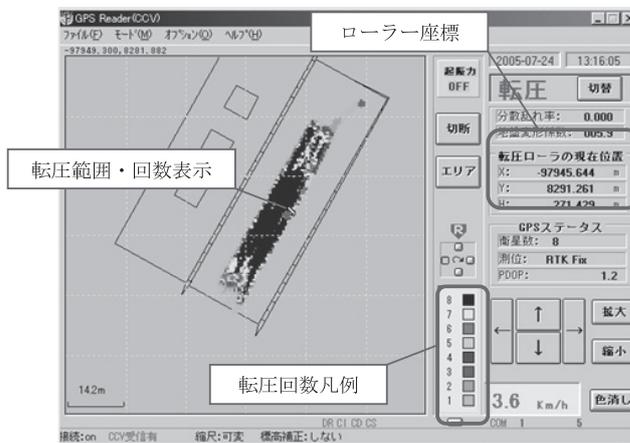


写真一8 仕上げ掘削施工状況

(3) 締固め管理システム

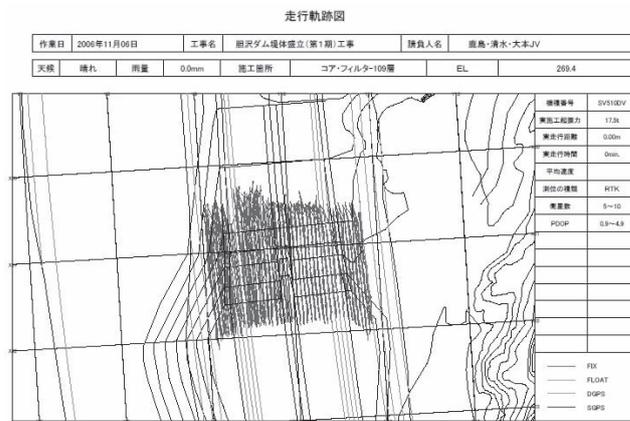
締固め管理システム搭載の振動ローラーキャビン内

モニターには現在位置と振動起振時の軌跡をもとに50 cmメッシュで区切られた範囲が締固め回数により色塗りされる。これにより，オペレーターは一目でリアルタイムに転圧の過不足が分かり，均一で効率的な施工を行うことができる。



写真一9 振動ローラーモニター

現場転圧作業完了後，事務所にて担当者がデータ処理を行う。その結果としての帳票アウトプットを示す(図一2，3)。

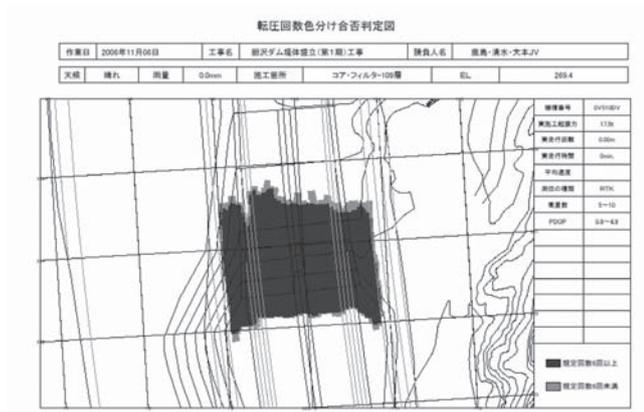


図一2 振動ローラー走行軌跡

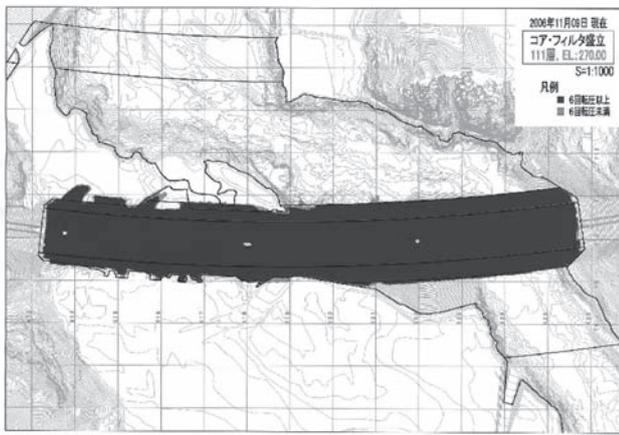
図一3はローラーの号機ごと，日時ごとの図であるが，これらを盛立の層ごとに集計することで各層全体の転圧マップが完成する。転圧マップの例を図一4に示すが，各層で転圧漏れがないことを確認した上で次層の盛立を行う手順をとる。

図一4において色塗り部分は所定の転圧回数6回を満たす箇所を示す。

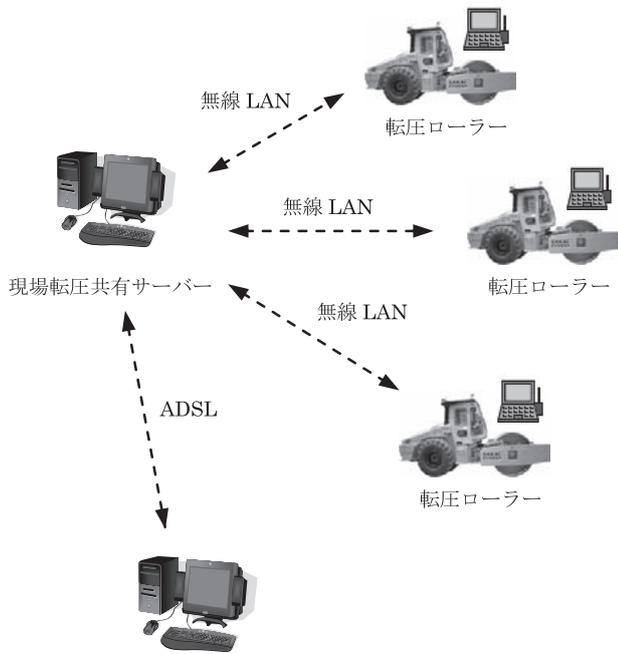
また，現場では転圧エリアが広いので転圧ローラーが複数稼働している。そのため転圧ローラー同士のデータ共有化を図る必要があったため，現場内に転圧管理共有サーバーを設置し現場の転圧状況を一元



図一三 振動ローラー転圧合否判定



図一四 転圧マップ



図一五 転圧管理共有構成

管理している。サーバーと転圧ローラーとの通信は無線 LAN を使用し、サーバーと工事事務所との通信は ADSL 回線を使用している (図一五)。

### 5. まとめ

堤体盛立は GPS を中心とした IT を活用した施工・品質管理を行い、データ収集に努めてきた。

施工上の合理化という点においては、当現場内は全く丁張りが存在しないという従来の常識を覆えしており、効率性、安全性の向上という点でも一定の成果をあげているといえる。

一方で品質管理の合理化においては、従来の品質管理試験頻度は遵守し、現場品質管理試験頻度削減を実現する為、締固め管理システムを利用したデータ収集を行ってきた。

今後の展開としては転圧マップ、現場品質管理試験結果を整理し、工法規定方式による品質管理試験の妥当性を証明し、今後、現場品質管理試験の頻度削減の実現につなげる必要がある。

今回、IT を積極的に活用したことで施工、品質の合理化、安全性の向上に大きな成果をあげることができた。さらに、当現場では他に IC タグを利用した重機周りの安全管理システム他を運用しており、今後もさらに IT 活用の可能性を追求していきたいと考えている。

JICMA

#### [筆者紹介]



品川 敬 (しながわ けい)  
鹿島建設  
東北支店 盛岡営業所  
胆沢ダム堤体盛立工事事務所  
所長



菅原 俊幸 (すがはら としゆき)  
鹿島建設  
東北支店 盛岡営業所  
胆沢ダム堤体盛立工事事務所  
副所長



大原 伸浩 (おおはら のぶひろ)  
鹿島建設  
東北支店 盛岡営業所  
胆沢ダム堤体盛立工事事務所