

# 大規模工事における情報化施工の導入事例

## 京極発電所上部調整池工事

太田 一 広

京極発電所上部調整池は、表面遮水壁型（プール形式）の調整池であり、広範囲の面積を改変する大規模な土工事と内側全面のアスファルトフェーシング舗設を主体とする工事である。その形状は、64%が曲面により構成されており、また、建設地点は豪雪寒冷の厳しい気象条件で、実作業期間が夏期（5ヶ月）に限定されることから、結果として複雑な形状での大土工量の急速施工を実施しなければならなかった。

この度、上記の対策として、GPS等による3次元測位と重機の油圧制御技術を融合した3次元施工システム（3次元自動制御システム）を中心に、調査、設計、施工、施工管理まで全てを一連のシステムで管理できるIT施工管理システムを適用し土工事を終了した。

キーワード：IT施工、情報化施工、GPS、3D-MC、3D-MG、アスファルトフェーシング

### 1. はじめに

建設施工分野におけるICT（情報通信技術）を活用した新しい施工法である情報化施工の普及が国土交通省を中心に産官学の連携のもと図られている。

北海道電力㈱が虻田郡京極町に建設を進めている純揚水式の京極発電所上部調整池工事（表一1）は大規模土工事の急速施工が必要であり、情報化施工の活用による施工の合理化が工事の主要な課題である。今回、IT施工管理システムを活用した土工事が終了したのでその概要を報告する。

### 2. 情報化施工導入の経緯

#### (1) 3次元設計データの共有

本工事では、当初から下記を目的に、発注者と請負

者の双方において3次元CADによる設計データを共有することとした。

- ①建設位置選定や形状決定など基本計画の効率化
- ②施工計画の効率化
- ③出来高など数量計算の迅速化
- ④出来形など施工記録の3次元データでの納品

#### (2) 情報化施工の導入

しかし、本工事は広範囲の面積を改変し大土工量を扱う大規模土工事であり、調整池形状も複雑なため（写真一1、図一1）以下のような施工上の問題点があることから抜本的な解決が必要であった。

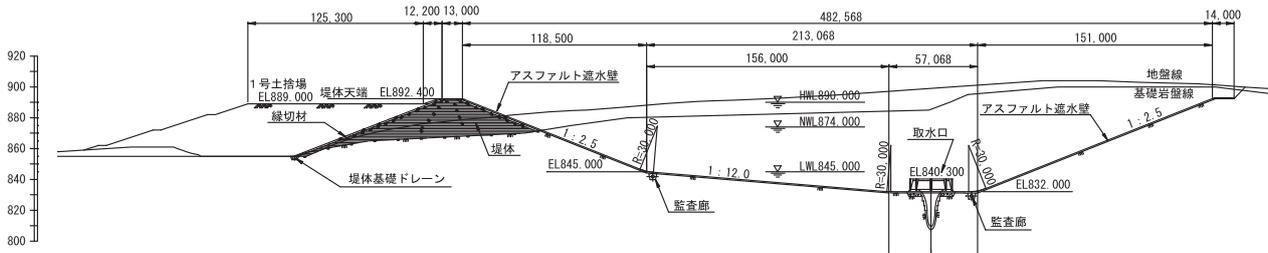
- ①航空写真測量等で作成した現況地盤標高線は、精度の問題から、伐採後に再測量する必要がある、その結果を反映した設計・施工計画を速やかに立案する必要がある。

表一1 京極発電所上部調整池工事諸元

ダム形式	表面アスファルト遮水壁型フィル(プール形式)
堤頂長	1,140.9 m
堤体積	1,539,000 m <sup>3</sup>
天端標高	892.4 m
遮水壁面積	177,750 m <sup>2</sup>
総掘削土量	6,581,000 m <sup>3</sup>
総貯水容量	4,400,000 m <sup>3</sup>
有効貯水量	4,120,000 m <sup>3</sup>



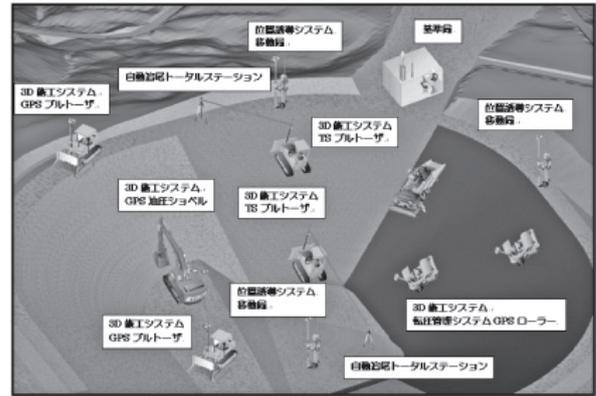
写真一1 上部調整池空撮（2009年10月16日撮影）



図一 1 上部調整池断面図

- ② 平面形状に曲面が多く縦断にも曲線が入る形状であり、測量のための座標計算が難しく測量も煩雑である。
- ③ 総掘削土量が 658 万 m<sup>3</sup> と多く、また積雪の影響により実作業期間が夏期の 5 ヶ月に限定されるため、1 日当りの土工量が極めて多くなることから、昼夜施工とせざるを得ず、丁張りを昼夜に渡り多数設置する必要がある。
- ④ 出来形を迅速に把握し、土量計算、土量変化率を工事計画に適確に把握する必要がある。

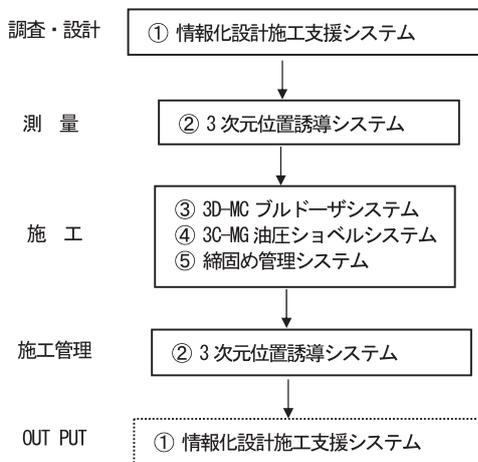
そこで本工事では、当時（2000 年）、道路工事などの比較的平坦な工事導入例があった 3 次元施工システムに着目し、IT 施工管理システムを全面的に採用することとした。



図一 3 施工イメージ

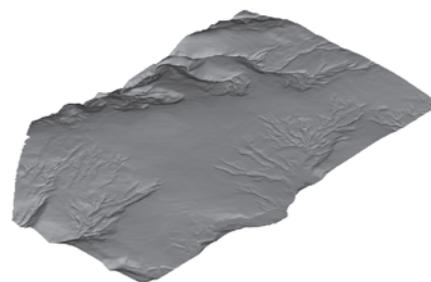
### 3. IT 施工管理システムの概要

IT 施工管理システムは、システム構成図（図一 2, 3）に示す 5 種類のシステムから構成され、情報化設計施工支援システムにより作成される 3 次元設計データを基点にシステム全体が成り立っている。以下にシステムの概要を述べる。

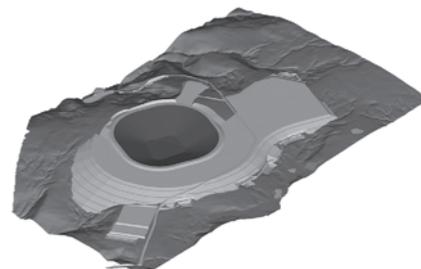


図一 2 システム構成図

(1) 情報化設計施工支援システム (3D-DAM CAD)  
 本システムは、AutoCAD をベースとして開発したシステムであり、ダム設計・施工に伴う膨大なデータを 3 次元図形処理（図一 4, 5）により、計画の変更・追加に迅速に対応すると共に、大幅な省力化及び高品質化を実現した設計施工支援システムである。大きな特長は以下のとおりである。



図一 4 景観 CG (着工前)



図一 5 景観 CG (上部調整池完成)

- ① 3次元測量結果からの地形図の自動作図
- ② ダム、トンネル、道路造成等の3次元自動作図
- ③ 土量、面積等の自動数量計算・帳票出力
- ④ 出来形数量の自動作図・数量計算・帳票出力
- ⑤ 景観CGの自動作図

## (2) 3次元位置誘導システム (3D-NAVi) (写真-2)

本システムはあらゆる規模の土工事現場において、リアルタイム測量を利用した今までにはなかった新しい測量方法を実現させたものである。

3D-NAViは、RTK-GPS、自動追尾トータルステーション等をポジショニング機器として使用し、ペンタイプコンピュータに予め3D-DAM CADで作成したメッシュデータを3次元登録し、設計データ上の位置を画面上で指示することで、ワンマンで測定者を指定した位置に誘導することができる。この基本機能を利用し、法面の切り出し位置、盛り立て位置への誘導を簡便、迅速にできるのが、3D-NAViの最大の特長である。



写真-2 3D-NAViによる測量状況

## (3) 3次元施工システム

本システムは、3次元設計データとRTK-GPS、自動追尾トータルステーションによって測定された重機的位置情報をリアルタイムに照合させ、現場に3次元設計データをそのまま再現できることが特長である。これにより従来、種々の工程を踏んで行われた作業を省力化し、かつ効率的な施工を実現できるようになった。

以下に機種毎のシステムの概要を述べる。

- ① マシンコントロールシステム (3D-MC ブルドーザ)  
(図-6, 写真-3, 4)

ブルドーザを所定の位置まで誘導することができ、排土板の高さ、チルトの自動制御と方向指示を行うことができる。一般的な土工事の施工精度でよい箇所はRTK-GPSを使用し、アスファルトフェーシングの施工基盤(水工フォームドアスファルト混合物  $t = 15\text{ cm}$ ) など厳密な厚さ管理が必要な箇所については、

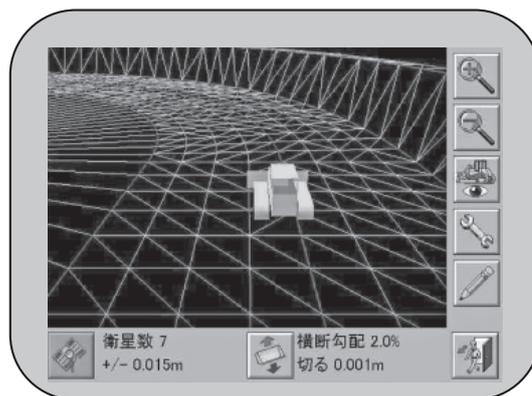


図-6 ブルドーザシステム専用表示器画面

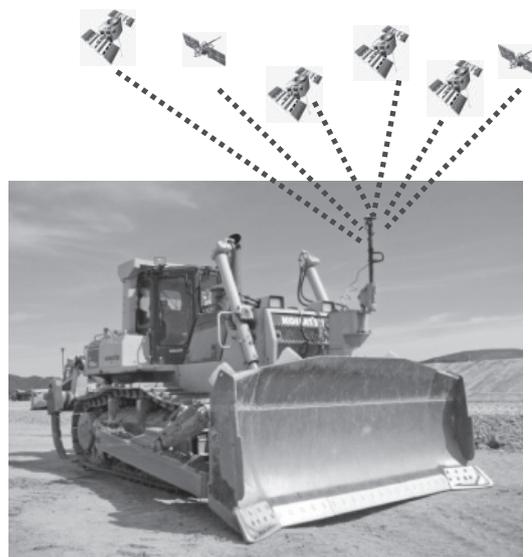


写真-3 3D-MC ブルドーザ

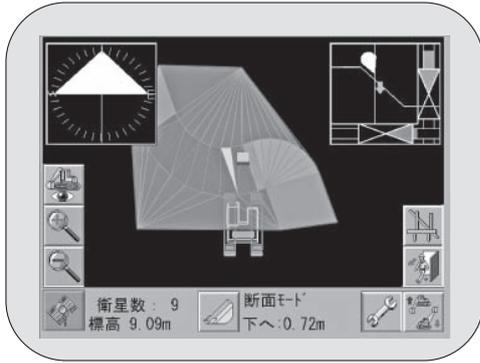


写真-4 堤体敷均し状況

自動追尾トータルステーションを使用する。

- ② マシンガイダンスシステム (3D-MG 油圧ショベル)  
(図-7, 写真-5, 6)

油圧ショベルを所定の位置まで誘導することができ、バケットが設計法面の切り出し位置や法面に対する位置を運転席の専用コンピュータに表示することにより曲線でも丁張りを設置することなく作業できる。



図一七 油圧ショベルシステム専用表示器画面



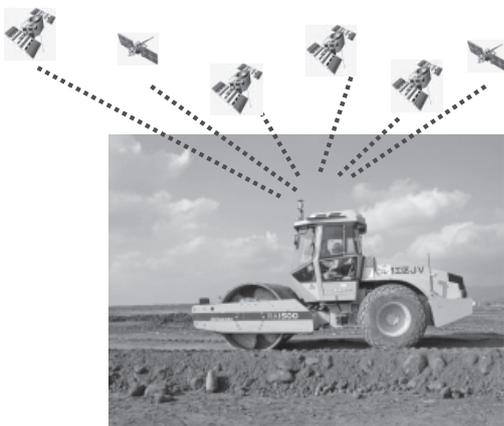
写真一五 切取法面仕上げ状況



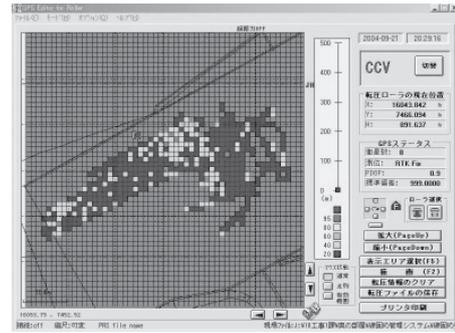
写真一六 堤体法面整形状況

(4) 締固め管理システム (写真一七, 図一八)

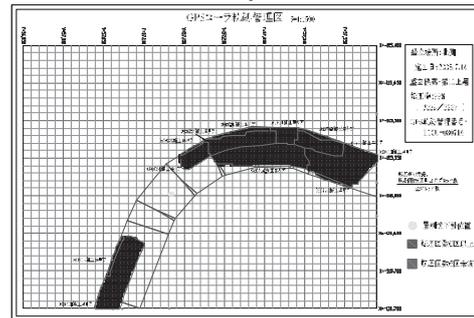
本システムは、ローラに搭載した RTK-GPS の位置情報から走行軌跡を認識し、締固めを行う盛土地盤全



写真一七 締固め管理システム搭載振動ローラ



オペレータ用画面



帳票出力

図一八 締固め作業中の表示画面と出力帳票

体を CAD 図表上でメッシュに区切って、各エリア毎に転圧回数を把握し管理するものである。また、転圧結果は、運転席の専用コンピューター画面に表示される。

4. 導入のねらいと成果

IT 施工管理システムを導入したねらいとその成果について QCDSE に区分し以下にまとめる。

① Q: 品質

曲面が多い複雑な形状のため、丁張りなどの遣り方を多数設置しなければ面的(連続的)に均一な精度確保が困難と考えられた。丁張りが不要で任意の位置で一樣な精度を確保することが可能と考え本システムを導入した。

[成果]

- ・任意の位置で均一な精度の確保が可能
- ・従来工法の丁張りが設置された箇所と 3次元施工システムでの施工精度は変わらない
- ・マシンコントロールではオペレータの技量の違いによる施工精度の差が少ない

以上から、従来工法では丁張りを数多く設置する必要があった複雑な形状で、より導入効果を発揮すると考えられる。

## ② C：コスト

測量費の低減と作業効率の向上による施工費の低減によりシステムの導入費を回収することを目標とした。

[成果]

- ・出来形測量以外の測量作業は殆ど不要
- ・日当たり施工量の増加が曲面部において顕著
- ・システムメンテナンスの手間と費用負担が大きい
- ・施工用の3次元データの作成が必要

以上から、従来工法では施工性が悪く測量作業が煩雑な形状ほど、コストメリットは大きいと考えられる。

## ③ D：工程

測量作業待ちのアイドルタイム削減による稼働率の向上を導入のねらいとした。

[成果]

- ・日当たり施工量の増加
- ・夜方も測量なしで昼方と同様な作業が可能
- ・測量作業が不要なため、連続して次工程へ進むことが可能

以上から、工程短縮に効果的で急速施工にも有効な手段と考えられる。

## ④ S：安全

導入に当たり、特段の効果は期待していなかった。

[成果]

- ・測量作業や手元が不要なため人と重機の分離が可能

以上から、人と重機の接触災害防止に有効である。

## ⑤ E：環境

導入に当たり、特段の効果は期待していなかった。

[成果]

- ・作業効率が向上し重機の運転時間が短くなるため、燃料消費量の削減が可能

以上から、CO<sub>2</sub>排出量の削減に効果的である。

## 5. 情報化施工技術普及への課題

本工事では、丁張りを一切設置しないことを目標にIT施工管理システムを導入し、この度、土工事を終了した。今後、情報化施工の普及を図っていくに当たり課題と感じた点を以下にまとめる。

## ① 3次元CADデータが必須

情報化施工の運用には3次元CADデータが必要である。発注者と施工者間での3次元CADデータの共有は、基本計画、設計、施工計画、施工管理・監督にも有効なことから、マシンコントロールなどの使用にかかわらず、3次元CADによる設計を標準とすべきである。

## ② システムが高価

システムが高価なため、初期導入費用が大きくなり、大規模工事以外では、導入費用を測量費や施工費の低減によるコストメリットで回収できない可能性が高い。適用工事を増やし、レンタルなどにより転活用を促進する仕組みづくりが必要である。

## ③ システムの運用・維持の負担が大きい

システム自体が高精度の計測機器で構成されることから、土工事のような劣悪な環境では損傷を受けやすい。このため、システムの稼働率を高く保つためには日常のメンテナンスが重要であり、この負担が大きい。メーカーには、システムの弱点をモニタリングし改善を継続することが望まれる。

また、メンテナンス体制を構築すれば、システムの台数が増えても負担はさほど変わらないので、情報化施工を導入する場合は、部分的にではなく工事全体に導入することが効果的と考えられる。

## ④ オペレータの養成・教育が必要

3次元施工システムのオペレータには、導入教育が必要である。短期間の現場に導入する場合は、このことが導入の障害となる。施工経験のあるオペレータの登録制度などを準備することも必要と考えられる。

JICMA

## 《参考文献》

- 1) 堀川ほか、大規模アスファルトフェーシングダム工事への情報化施工の適用－北海道電力京極発電所上部調整池建設工事－、建設の機械化、2002、No.630、p.3-8

## [筆者紹介]

太田 一広 (おた かずひろ)  
鹿島建設㈱  
京極発電所上部調整池JV工事事務所  
所長

