

## 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(IT 施工)の適用(その2)

鹿島・大林・飛鳥・伊藤組共同企業体	正会員	太田 一広
鹿島・大林・飛鳥・伊藤組共同企業体	正会員	菅野 義人
北海道電力(株)京極水力発電所建設所	正会員	飯塚 一人
(株)トプコン	正会員	江藤 隆志

### 1. はじめに

京極発電所上部調整池は国内有数の積雪寒冷地に位置し、施工期間が夏季に限定されるため、短期間で大土工量を扱う急速施工が求められている。またアスファルト表面遮水壁はトランジションを含め5層構造からなり、すり鉢状で曲面が多いことから、施工のための測量が煩雑で施工精度の確保に多大な時間と労力を要する。そこで丁張り設置など施工測量を必要とせず、重機の自動制御も行える IT 施工の活用による施工の合理化および高精度化が主要な課題となっている！)

今回、上部調整池に計画されているアスファルト表面遮水壁の品質・機能検証等を目的に実施工を模擬した斜面部舗設試験を実施し、併せて IT 施工の適用性について検証したので、その結果について報告する。

### 2. IT 施工管理システムの検証項目

斜面部舗設試験は、上部調整池の斜面（法面勾配 1 : 2.5）を模擬した斜面舗設長が実物の約 1/3 の試験ヤード（幅員：48m，斜面部：36m，曲面部（R=30m）：11m，面積：3,600m<sup>2</sup>）を造成し、実際のアスファルト表面遮水壁の全層を舗設して実施した。本試験では、アスファルト表面遮水壁の品質・機能の検証，施工・品質管理方法の検証<sup>2)</sup>と同時に、IT 施工管理システムの適用についても検証を行った。

IT 施工管理システムは 3 次元 CAD による設計，GPS・レーザー測定機等による 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全てを一連で管理できるもので、今回の試験では、各段階でのシステムの円滑な連携と、それぞれのシステムの適用性を表 - 1 に示すとおり検証した。



写真 - 1 斜面部舗設試験全景

表 - 1 IT 施工管理システムの検証項目

区分	項目	システム	検証内容
調査・設計	現況測量	3D-NAVi <sup>1)</sup> (GPS)	・リアルタイム測量結果の画面表示状況 ・電子データ出力
	現況地形図	3D-DAM CAD <sup>2)</sup>	・コンタ図の仕上り（現地との相違）
	設計(レイアウト)		・土量算出の作業性
	舗設レーン割		・レーン割りの形状
	重機制御用データ		・制御データへの変換状況
施工	ヤード造成 (土砂の敷均し)	3D-MC <sup>3)</sup> (GPS) ブルドーザ	・リアルタイム測量に基づくブレードの制御状況
	トランジション 施工基盤層	3D-MC(TS) ブルドーザ	・敷均し施工精度・施工能力 ・運転席の画面表示
		斜面自走式 振動ローラ (GPS, 振動加 速度計)	・GPSによる転圧回数記録 ・CCV <sup>4)</sup> による締固め管理
	アスファルト 遮水壁	アスファルトフィ ニッシャー (回転レーザー)	・アスファルトフィニッシャーの鉛直回転 レーザーでの誘導による自動操縦での直進性
スクリード (超音波センサー)		・敷均し厚さ管理	
施工管理	舗設高さ・厚さの 測定	3D-NAVi(TS)	・リアルタイム測量の斜面部での作業性
	出来形, 品質管理図	3D-DAM CAD	・出来形, 品質管理図の作成

- 1 3D-NAViとは RTK-GPS または自動追尾トータルステーションをポジショニング機器として使用し、測量者が携帯しているペンタイプコンピュータでリアルタイムに位置情報や設計情報を把握できる測量システムである。
- 2 3D-DAM CADとは鹿島建設(株)が Auto CAD をベースに開発したシステムであり、ダム設計・施工に伴うデータを 3 次元図形処理する設計施工支援システムである。
- 3 3D-MC ブルドーザとは RTK-GPS または自動追尾トータルステーションをポジショニング機器として使用し、測定された重機の位置情報を 3 次元設計データとリアルタイムに照合させ、ブルドーザのブレードを自動制御するシステムである。
- 4 CCV とは振動ローラの振動輪に取付けた、加速度センサーによって求めた振動加速度波形を演算処理することにより求めた値。CCV と密度の相関を求めて締固め管理を行う。

キーワード：IT 施工，測量，3 次元 CAD，GPS，アスファルトフェーシング

連絡先：〒044 - 0072 北海道虻田郡倶知安町字八幡 440 - 1 鹿島・大林・飛鳥・伊藤組共同企業体 TEL0136 - 21 - 5377

### 3. IT 施工管理システムの検証結果

#### 3.1 調査・設計

##### (1) 現況測量，現況地形図の作成

現況測量は，RTK-GPS をポジショニング機器とした 3D-NAVi (GPS) を使用して行った．3D-NAVi (GPS) は，測量者がペンタイプコンピュータと 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だけで連続して測定することが可能であり，人工衛星を利用することから見通しが悪い箇所でも，基準局の設置から測量完了まで測量者 1 人で約 5 時間で作業することができた．

地形図（コンタ図）の作成は，3D-NAVi で記録された位置情報 (X,Y,Z) を電子データとして 3D-DAM CAD に受け渡すことにより，点データから自動的に CAD 上で 3 次元コンタとして作図することが可能である．現況地盤は起伏に富んだ複雑な部分もあったが，地形の変化点を確実に測定することで，図 - 1 に示すとおり現況を正確に再現した地形図（対象面積：150m×200m，測定点数：358 点）を自動作図することができた．

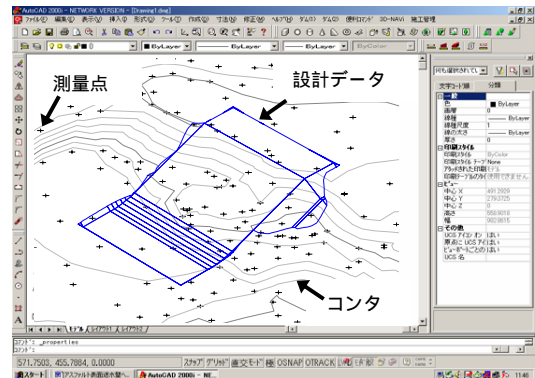


図 - 1 測量点から自動作図したコンタ図と設計データ

##### (2) 設 計（レイアウト）

造成工事の設計は，平面位置や高さを数回変更し，法面形状および土工量などを比較検討することによって最適なレイアウトを決定する．3D-DAM CAD では造成面の 3 次元設計データと 3 次元コンタデータを基に造成により生じる法面形状を自動作図し，切盛土量をメッシュ法およびスライス法で自動計算できるため，造成位置のトライアルを数多く行うことができ，目的に応じた最適なレイアウトの設定ができる．今回は造成位置を 3~4 回変更しながら，約 3 時間で図 - 1 に示すとおり設計することができた．

#### 3.2 施 工（トランジション・施工基盤層の敷均し）

従来，ブルドーザで造成を行う場合，造成面の高さ測定は仕上り面に測定用の定点（丁張り）を多数設置し，水系により行ってきた．このため，曲面部では定点と定点の間はオペレータの判断で仕上げられていたが，3D-MC ブルドーザでは連続的に設計データとの照合を行うため，これらの定点は一切設置しないで施工することができ，縦断曲線半径が 30m の曲面部においても図 - 2 に示すとおり，設計値との差が平均 1cm 程度（変動幅：±2cm）の精度を連続的に確保し施工することができた．

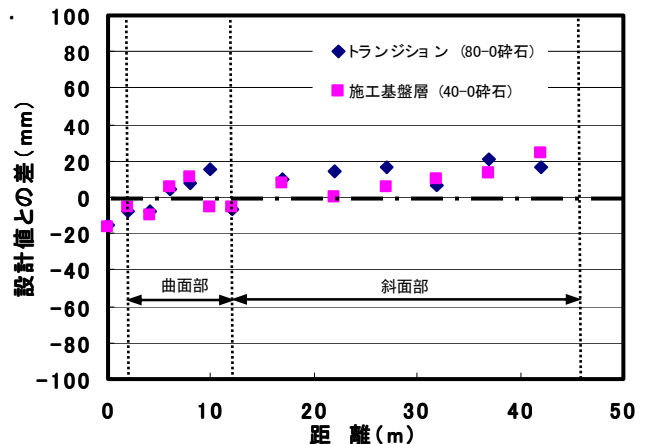


図 - 2 3D-MC の精度検証結果

#### 3.3 施工管理（舗設高さ，厚さの測定）

従来の方では，舗設高さ測定前に事前に測定箇所の位置出しが必要となるが，本システムではペンタイプコンピュータに表示された測定点をペンでタッチするだけで測定箇所への誘導と位置 (X,Y,Z) 記録が即時に行えるため，事前の位置出しは不要である．本システムを使用しアスファルト表面遮水壁全層において，同一位置で仕上り高さ測定を行うことにより，最終的に各層の厚さ測定も同時に行うことができ施工管理業務の軽減化が可能である．

#### 4. おわりに

今回の結果より，京極発電所上部調整池工事全般に対して世界的にも例のない規模で IT 施工管理システムが適用できる見通しがついた．今後，施工および施工管理段階での更なる精度向上と効率化を目指しシステムを構築していく予定である．

最後に，試験期間中に開催した公開デモンストレーションに参加し貴重なご意見を頂いた有識者の皆様，また，本システムの導入にあたり御指導・御協力を頂いた北海道大学菅原照雄名誉教授をはじめとする北電総合設計(株)，鹿島道路(株)の各位に深く感謝の意を表します．

#### 【参考文献】

- 1) 堀川明広, 高野 準, 江藤隆志: 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, 建設の機械化, No.630, pp.3 - 8, 2002.8,
- 2) 高野 準, 飯塚一人, 吉田考一, 理寛寺由行: アスファルト表面遮水壁における厚層舗設工法 (その 2), 第 58 回土木学会年次学術講演会概要集投稿予定, 2003.9