

Ⅱ-12 情報共有環境を用いた岩盤計測管理システム

日高英介*1

西村 毅*2

丸山能生*3

Eisuke Hidaka

Tsuyoshi Nishimura

Yoshio Maruyama

【抄録】小丸川発電所は宮崎県で九州電力㈱が建設している揚水式発電所で、この内、土木本工事第3工区では地下発電所空洞、放水路サージタンク、励磁室他を建設している。本体空洞は掘削高さ約48m、掘削幅24m、最大長さ188mで地下約400mに位置している。ここでは掘削中の岩盤挙動を監視するために岩盤計測を行なっているが、安全、適切に掘削工事を行なうには工事関係者が常に最新の現場状況を把握している必要がある。そこで掘削現場、発注者事務所、請負者事務所から遠隔操作で利用できる岩盤計測管理システムを開発し、運用した。本システムにより工事関係者間でのリアルタイムの情報共有が実現でき、安全かつ効率的に掘削工事を進めることができた。

1. はじめに

岩盤掘削工事ではその安全性を監視するために種々の計測・解析が実施されているが、工事関係者の間で現場状況を把握するために計測データを共有することが望まれている。

計測結果をより早く、より理解しやすい形に加工して工事関係者に提供するために、その時々の情報通信技術を活用した計測システムが開発され、現場で利用されてきた。本報では事務所から常に最新の現場状況を把握でき、さらに発注者事務所と請負者事務所間で情報を共有することを目的として開発した岩盤計測管理システムについて報告する。

2. 工事概要

小丸川発電所は宮崎県のほぼ中央に位置する児湯郡木城町に九州電力㈱が建設を進めている揚水式発電所である。この内、土木本工事第3工区は水車・発電機器等を設置するための地下発電所空洞および放水路サージタンク、励磁室他を建設する工事である。本体空洞は掘削高さ約48m、掘削幅24m、最大長さ188mで、地下約400mに位置している。

本システムは建設工事における情報管理システムとして開発した情報共有環境の上に計測データの管理・共有を目的として新たに開発したものである。

小丸川発電所建設工事では安全で適切な岩盤掘削工

事を行なうために各種の計測を行なっている[1]。計測機器は地中変位計、PSアンカー荷重計、ロックボルト軸力計、吹付コンクリート応力計であり、総計約200台の計器、約500チャンネルの測定点で計測している。施工現場と請負者事務所は約2km、また請負者事務所と発注者事務所とは約5km離れている。

このような現場状況において、

(1) 発注者事務所と請負者事務所における計測データの共有、

(2) 計測および計測データ図化処理の自動化、を目的として今回のシステム開発を行なった。

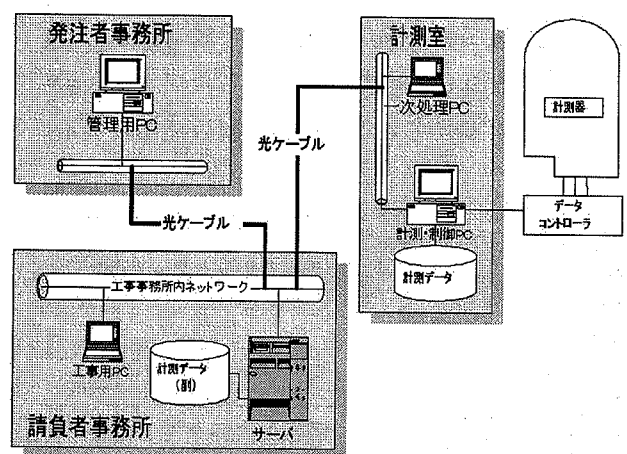


図-1 システム概要図

*1: 九州電力㈱ 土木部海外・新規事業グループ
(前小丸川発電所建設所 発電所工事区)

*2: (株)間組 (ハザマ) 九州支店小丸川作業所

*3: (株)間組 (ハザマ) 技術研究所

〒810-8720 福岡市中央区渡辺通2-1-82

〒884-0104 宮崎県児湯郡木城町大字石河内字惣田

〒305-0822 つくば市荻間 515-1

3. 情報共有環境

3-1 現場内 LAN

図-1 にシステム概要を示す。本システムの利用者は現場計測室、請負者事務所、発注者事務所の3ヶ所に分散している。各場所にはそれぞれLANが構築されている。これら3つのLANを接続するために光ケーブルを敷設した。

本システムのサーバは請負者事務所内のLAN上に設置し、計測データはこのサーバに格納する。サーバはこの事務所内のLANに接続したパソコンの他に、発注者事務所、現場計測室のパソコンからも接続できるようにしてある。これにより、現場計測室、請負者事務所、発注者事務所の各利用者が計測データを共有することができる。

3-2 情報共有機能

情報共有機能は工事関係者の間で文書や図面、工事写真等を共有する目的で開発された機能である。利用者のパソコンに表示される画面の例を図-2に示す。画面中央左寄りにあるフレームにはサーバ上にあるフォルダのツリー構成が表示さる。ここでフォルダを指定すると、そこに格納されているファイルの一覧が画面右上のフレームに表示される。さらに一覧からファイルを指定すると、その内容が右下のフレームに表示される。

このような情報共有機能を使用することにより、利用者はサーバ上のデータをあたかも自分のパソコン上にある物のように、手軽に扱うことができる。

後述する図化処理機能は、指定したファイルの中身をフレームに表示する機能の中に組み込んである。す

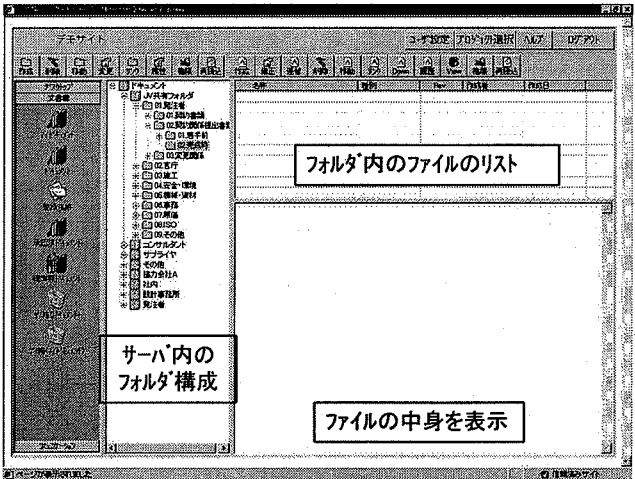


図-2 情報共有環境画面

なわち、グラフを表示するための専用ファイルを用意しておき、そのファイルが指定されると作図プログラムが自動的に起動して最新データを使ったグラフを作成し、HTMLに変換して右下のフレームに転送する。右下のフレームではサーバから送られたHTMLを表示する。

なお、この情報共有機能は標準的なインターネットブラウザで使用でき、利用者のパソコンにはその他の特別なプログラムは必要無いので、利用者に対する負担が軽減される。

4. 岩盤計測管理システム

4-1 計測データ管理機能

本システムにおける計測データの取扱いについて説明する。図-3に処理の流れを示す。

現場計測室にある計測・制御パソコンは指定された時間間隔で変位・荷重等の計測を行い、そのデータを蓄積する。このデータを計測データの原本とする。

計測・制御パソコンは定時の計測を完了すると、直ちに請負者事務所にあるサーバにデータを転送する。

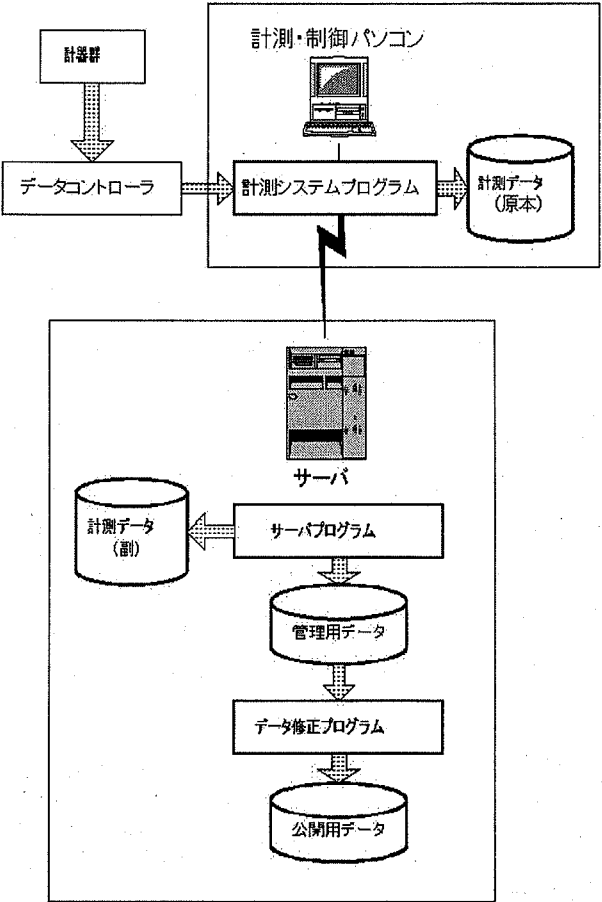


図-3 計測データ管理

サーバは受け取ったデータを2つのデータファイルに記録する。第一は計測データのバックアップ用ファイル（計測データ（副））で、計測・制御パソコン上に記録された原本と同じ内容、かつ同じ書式で記録する。このファイルは原本が何らかの理由で壊れた時のバックアップに利用するために記録している。

第二は管理用データファイルである。このファイルは工事管理や解析等の目的で計測データを利用するときに使う。データを取り扱う際に間違えて書き換えてしまったり、ファイル自体を壊してしまう恐れがあるので、計測データファイルと別のファイルを用意してある。

さらに、サーバにはデータ修正プログラムがあり、管理用データを修正して公開用データを作成するために利用する。データ修正プログラムは欠測点の削除、明らかに異常と判断できる測定データの削除等を行なう。この様にして作成された公開用データが本システ

ムの利用者に対して公開される。以下に説明する時刻歴グラフ等はこの公開用データを使って作成される。

4-2 グラフ作成機能

本システムは岩盤計測データを使って各種のグラフを作成し、表示する機能を持っている。グラフには時間的变化と空間的变化を表示する機能がある。以下に作図機能の一部を示す。

(1) 図化位置指定機能

発電所本体空洞掘削工事では約500チャンネルの計測点がある。計測点のデータを表示する際には、画面上的各計測断面に表示される計器名をクリックすることにより、グラフが作成されるようにした。また、本システムでは位置、内容および事前に決めた管理方針にしたがって計測点をグループ化し、グループを指定してグラフを作成するようにしている。図-4に図化するグループを指定するための画面例を示す。

図-4は経時変化を表示する計測点グループを選択

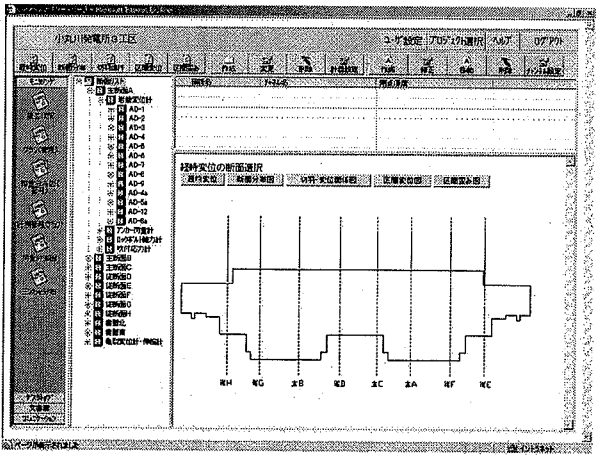


図-4 グラフ表示計器指定画面

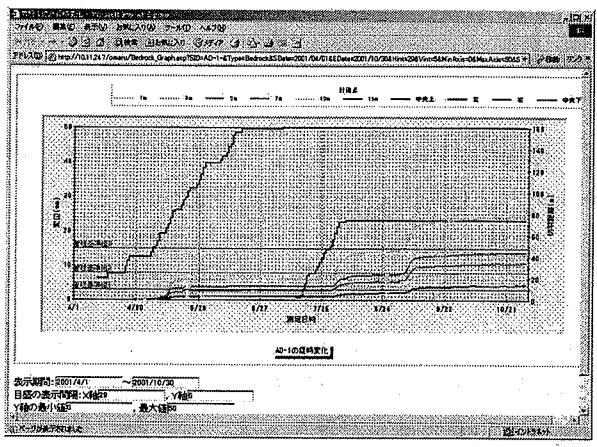


図-5 時刻歴グラフ

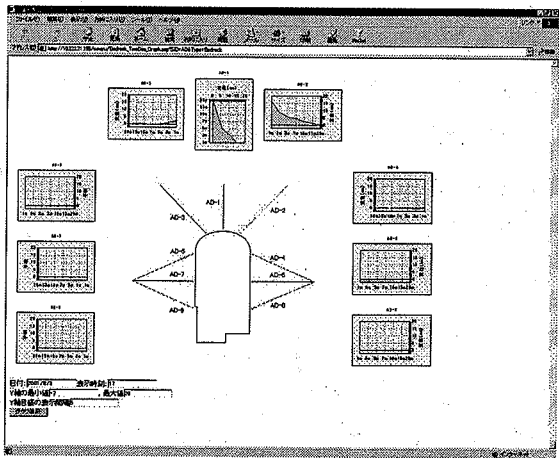


図-6 断面分布図

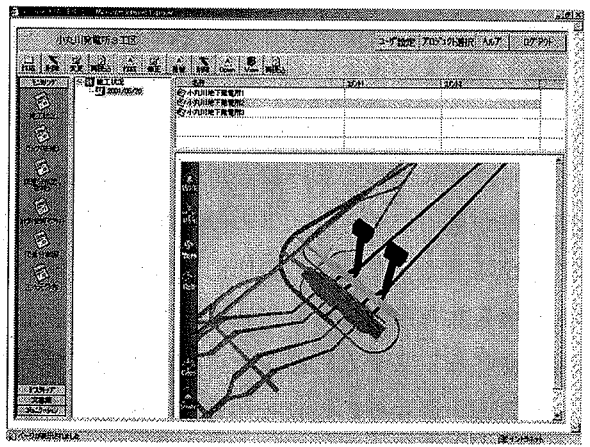


図-7 施工進捗状況図

する画面の一つである。計測点グループは画面左寄りのツリー構造図、および画面中央の断面図の両者を使って指定することができる。すなわちこの画面ではフォルダーのツリー構造図がグラフの種類を指定するための選択肢になっている。また断面図はツリー構造に対応するだけの種類を用意しており、そこに貼り込んだグループ選択用のボタンを指定することで、ツリー構造と同様の計測点グループを指定することができる。

なお、工事の進行に伴って計測点が増加するが、計測点グループの追加や内容の更新は管理権限を持つ利用者によって実行することができる。

(2) 時刻歴グラフ作成

図 - 5 に岩盤計測データの時刻歴グラフの表示例を示す。前述の様にグループ化された計測点のデータを同一画面上に表示する。また、掘削進行距離のように自動計測を行っていないデータを別途手動で入力し、計測データと重ねて表示することができる。これにより、測定点同士の相関関係や工事進行と岩盤状態の関係を読み取ることができる。

時刻歴グラフには管理基準値を重ねて表示することができる。この機能により、岩盤の挙動と管理基準の関係を把握することができる。これは将来の岩盤挙動を予測するために重要な情報を与える。

(3) 断面分布図作成

断面分布図の例を図 - 6 に示す。これは計測データの空間的な変化を表示する機能である。事前に計画した測定線に沿った断面図に計測データの空間的な分布図を重ねて表示することができる。

4-3 現場状況共有機能

情報共有機能を利用すると、工事写真や各種の図表を共有することができる。図 - 7 はオフラインで作成した施工進捗状況図を情報共有機能で表示した例である。完成予想図を背景として、掘削が完了した部分を色付けして表示している。形状データはVRMLで作成しており、VRMLビューワを用いれば画面の中での視点移動が自由にでき、工事の概況を具体的に把握することができる。また、この他に工事写真、3次元地質図を情報共有機能で工事関係者に提供している。

岩盤計測管理システムには上記の機能の他にデータ一覧表や日報・週報等の数表を作成する機能、岩盤挙動の分析・評価に必要な資料を自動で作成する機能、時刻や計器名を指定して必要なデータをテキスト形式

で出力する機能等を備えている。

5. 導入効果

岩盤計測と計測データの図化処理を自動的に行ない、その結果を共有することで、工事関係者が現場の状況をほぼ実時間で把握できるようになった。この情報を利用して、情報化施工の日常管理として、適宜工事関係者による掘削状況報告会を実施し、地質観察結果等の情報を加えて対策を検討した。その結果、比較的小規模な変状に対して迅速に対応できるようになった。

また、アーチ完了時や盤下げの各リフト完了時等に実施したステップ管理では、計測データ、地質観察結果の総合評価とともに、これらの最新データを数値解析モデルに反映させて、将来予測の精度を高め、空洞安定性の検討を行った。これは、補強対象範囲を限定化し、必要な箇所のみにより目的に応じた支保工を追加する岩盤補強を目指したものである。

本体空洞掘削工事は平成 13 年 4 月に着手し 23 ヶ月間の工期を経て平成 15 年 2 月に完了した。本システムを利用した情報化施工管理の運用は、早期に岩盤挙動の変化を把握し、適切な対策工をとるために有効であり、大きな変動への発展や工事の手戻りも無く掘削工事が完了し、本システムの効果が認められた。

6. おわりに

本システムは情報共有環境上に構築したものであり、文書、図面等の共有以外にメール配信や掲示板等の機能を備えている。そのため、計測結果と施工管理に必要な文書等の交換・共有が同一の操作画面内で実行できるという特徴がある。しかし、汎用的な機能の上に構築したため、処理内容によって応答が遅くなる現象が発生した。そのため、情報共有環境上のシステムとは別途の計測結果表示用の専用ソフトも併用して利用し、計測管理を行った。

今後は、計測管理システムが持つべき機能を精選し、システムの即応性を損なわない設計を行い、より使いやすいシステムへの改良を目指したい。

参考文献

[1] 鶴田正治, 河原田寿紀, 日高英介: 小丸川地下発電所の設計解析と情報化施工計画, 電力土木, No. 300, pp. 114-118, 2002.