

インターネットを用いた GPS 自動計測・監視システムによるフィルダム堤体計測

The measurement of Filldam by the GPS automatic measurement, monitoring system which used the Internet technology

国際航業(株)	正会員	○岩崎智治
国際航業(株)	非会員	萩野晃平
国際航業(株)	非会員	小野博之
内閣府沖縄総合事務局	非会員	大野 誠
内閣府沖縄総合事務局	非会員	屋我直樹
山口大学	正会員	清水則一

1. はじめに

ダム建設においては、ダム完成後に試験湛水を行いダム本体、放流設備、貯水池周辺等の計測を実施してダムの安全性を検証する。また、試験湛水が終わりダムの安全性が確認されると管理（供用）段階に移行するが、管理に移行した後も計測頻度を減じながら定期的な堤体観測が実施されることも多い。試験湛水には半年～1年程度かかるのが普通であるが、場合によっては数年に及ぶこともあり、管理に移行した後の計測管理も含めると、数年以上の長期間の計測を実施する必要がある。

従来、ダム堤体および周辺の動態観測は光波測量や水準測量などの測量手法によるのが一般的であるが、計測期間が長期にわたることもあり、計測にかかる手間やコストは膨大である。また、現場で取得された計測データの整理には手間と時間を要し、試験湛水時などの即時的な計測が求められる場合には問題も多い。

そこで、我々は、土木計測用に開発された GPS 自動計測・監視システム¹⁾をフィルダム堤体に設置し、試験湛水時の堤体観測を試みた。本研究では、GPS 自動計測・監視システムと従来の光波・水準測量の計測結果の比較を通して、本システムの有用性やコスト面の優位性について検討する。

2. GPS 自動計測・監視システムの概要

本システムは、土木計測用に新たに開発された小型・軽量・安価な GPS 計測機器と、インターネットを活用した監視センターで構成される。図-1 に、新しい GPS 計測監視システムの概念図を示す。

ダム堤体に設置した GPS センサーの計測データは、公衆回線（ISDN 等）を通じて監視センターに送信される。監視センターでは基線解析を行い、解析結果を変位グラフ・平面ベクトル図等にとりまとめてインターネットを経由してダム管理者に配信される。

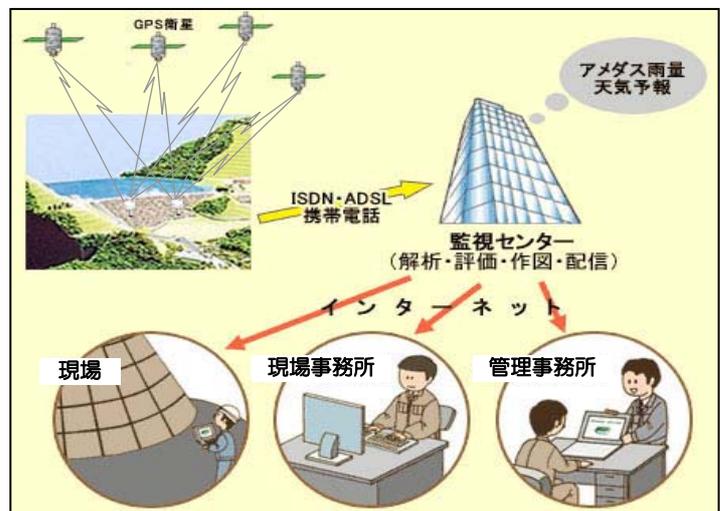


図-1 GPS 計測監視システムの概念図

監視センターでは 24 時間体制で技術者が常駐・監視し、変位発生時にはダム管理者への緊急連絡を行う。

この方式のメリットは、日本各地から回収された GPS 計測データを監視センターで一括して解析処理するため、解析処理コストが著しく低減されることである。また、インターネットが利用できれば何時でもどこでも（携帯電話も可）計測結果をモニターできるうえ、人員が手薄な夜間の監視をサポートできる。

なお、本システムでは、清水らが提案する GPS データの平滑化手法²⁾³⁾⁴⁾を導入し時系列統計処理（誤差処理）を行うことで概ね 1～2mm 程度の変位検出精度が得られている。

キーワード：ダム，維持管理，GPS，計測，監視，インターネット

連絡先：〒102-0075 東京都千代田区三番町 5 番 国際航業(株)・shamen-net 事業推進部

TEL. 03-3288-5719 FAX. 03-5213-3252 e-mail: shamen@kcc.co.jp http://www.shamen-net.com/

3. GPS 計測監視システムの試行結果

当該ダムは中央コア型ロックフィルダム（堤高 66.5m，堤長 198m）で，試験湛水の実施に際しては，従来の光波測量・水準測量によるダム堤体の計測を行っている。

図-2 に，ダム堤体周辺の計測点配置図を示す。GPS センサーは，19 箇所ある測量標的のうち堤体中央付近の 4 箇所（G-8, 9, 12, 13）に設置し，GPS と従来手法の計測結果を比較した。

G-8 の GPS 計測結果と同地点の光波測量・水準測量の結果を図-3 に示す。図の最上段はダム貯水位と降水量，以下順に NS 方向，EW 方向，沈下方向の移動量のグラフである。移動量グラフの実点は光波・水準測量（計測頻度は 1 回/週），実線が GPS 計測の結果（同・1 回/時）である。

図-3 を見ると，光波測量・水準測量と GPS 計測の計測値は整合していると言える。しかし，NS・EW 方向については，GPS 計測より光波測量の計測値の方がバラつきが大きく，相対的に GPS 計測がより高精度であることが示されている。

これは，本 GPS 計測監視システムでは，常時自動計測することで膨大な計測値を取得し，トレンドモデルによる時系列統計処理で GPS 計測に含まれる誤差を効果的に除去しているためである。

4. まとめ

本研究では，フィルダムの試験湛水に合わせて，土木計測用の新しい GPS 自動計測・監視システムを設置・運用した。その結果，本システムは光波・水準測量と同程度かそれ以上の計測精度を有すうえ，リアルタイムの計測が可能で，24 時間常時監視が行われる等，非常に利便性の高いシステムであることがわかった。また，計測コストは従来の測量手法の 1/2～1/3 程度に縮減でき，今後のダム管理において非常に有用と考えられる。

<参考文献>

- 1) 岩崎智治・武智国加・武石朗・清水則一：道路斜面の維持管理を目的とした計測評価システムの開発，土と基礎，Vol. 50，No. 6，Ser. No. 533，pp25-27，2002
- 2) 清水則一・安立寛・小山修治：GPS 変位モニタリングシステムによる斜面変位計測結果の平滑化に関する研究，資源と素材，Vol. 114，pp. 397-402，1998.
- 3) 松田浩朗・安立 寛・西村好恵・清水則一：GPS による斜面変位計測結果の平滑化処理法と変位計測予測手法の実用性の検証，土木学会論文集，No. 715/III-60，pp. 333-343，2002. 9.
- 4) 岩崎智治・武智国加・及川典生・武石朗・清水則一：斜面維持管理のための GPS 計測評価システム—計測精度と誤差処理について—，平成 15 年度全国大会第 58 回年次学術講演会，III-222，2003

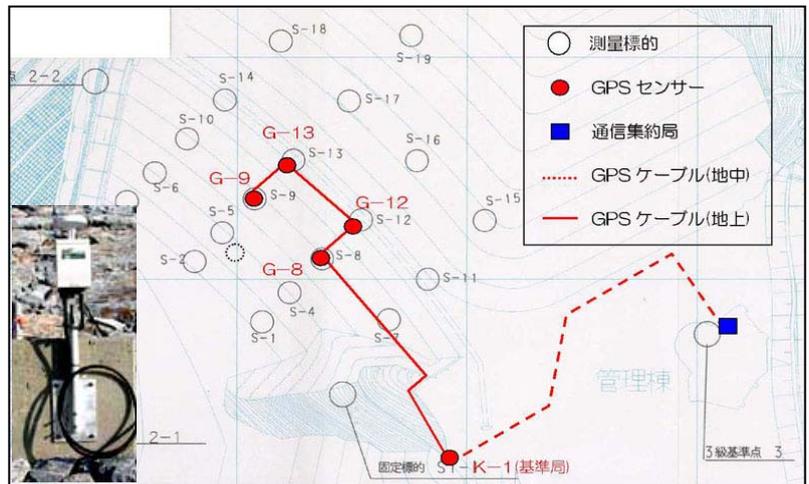


図-2 計測点配置図

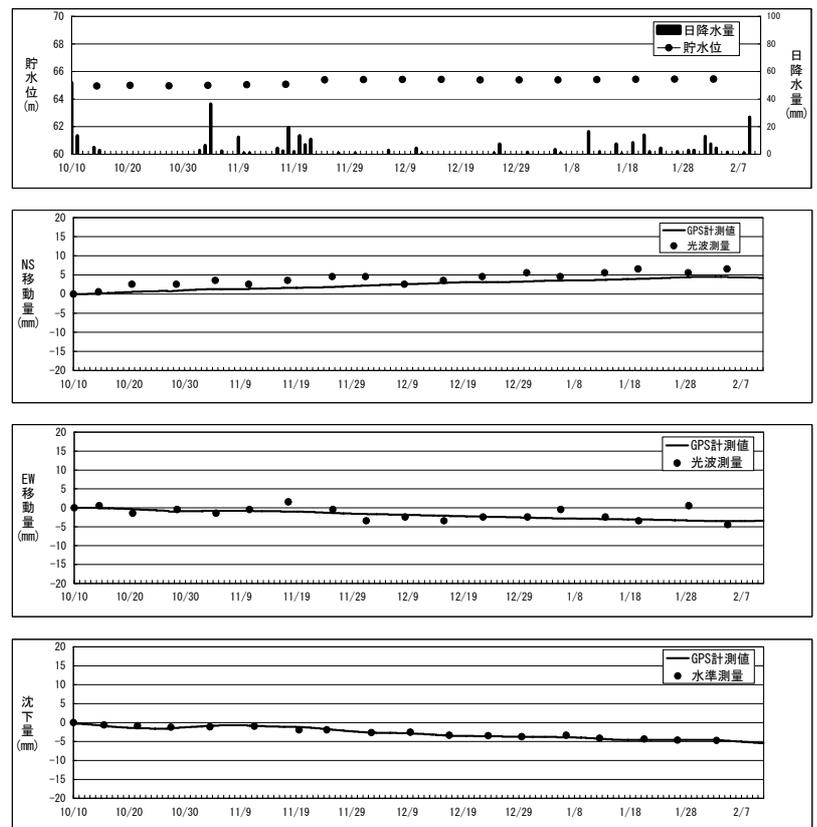


図-3 GPS 計測値と測量値の比較図 (G-8)