

堤高の高いロックフィルダムにおける GPS 堤体外部変位計測結果と積雪による影響

山口大学大学院 学生会員 ○大和健大朗

山口大学大学院 正会員 中島伸一郎, 清水則一

(独)水資源機構 正会員 佐藤信光, 久保田貴史

1. はじめに

GPS 変位計測システムの導入により, ダム堤体変位を自動的かつ連続的に観測できるようになってきている¹⁾. 毎時間隔で観測される連続的な変位データにより, 堤体の詳細な挙動を捉えることが可能となり, 安全監視の高度化に資すると期待される. ただし, 高品質な変位を得るためには, GPS 特有の様々な誤差を適切に取り除く必要がある. GPS 特有の誤差の例として, GPS センサ上の積雪による計測精度の低下が挙げられる. 積雪が GPS 計測変位に与える影響については既報であるが, 本研究では徳山ダムを事例に近年のデータも追加して改めて分析した.

2. 現場概要

徳山ダムは岐阜県揖斐郡揖斐川町に位置し, 堤高 161.0m, 堤頂長 427.1m の中央土質遮水壁型ロックフィルダムである. 積雪地帯に建設されており, 毎年 100cm 近く積雪する. GPS センサは図-1 に示すように, 計測点为天端と下流側斜面に計 7 点, 堤体から離れた右岸岩盤上に基準点が 3 点設置されている.

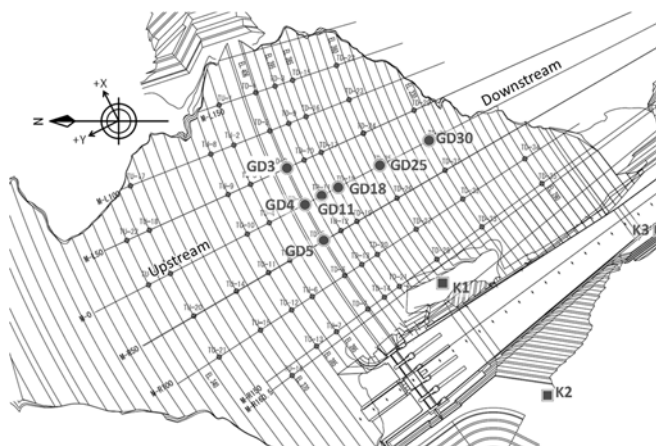
図-2 に計測点 GD-4 の設置状況を示す. GPS 変位計測は試験湛水開始から 2 カ月後の 2006 年 11 月から始まり現在まで継続中である. 計測方法はスタティック法²⁾であり, 1 時間ごとに計測される各計測点の 3 次元座標から変位を求める. 計測結果にトレンドモデル³⁾による平滑化処理を行う.

3. 計測結果

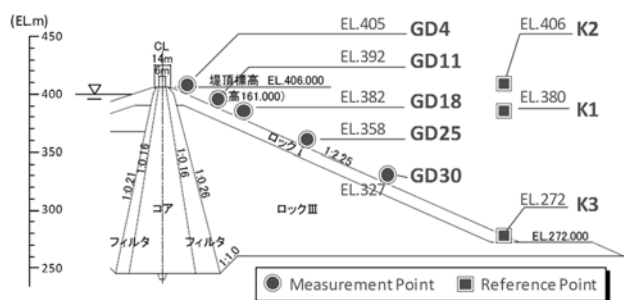
計測結果の一例として, 中央断面天端の計測点 GD-4 で得られた 3 次元 GPS 変位 (基準点は K-1 を使用) と, 同期間の貯水位, 現場の気象観測器で得られた積雪深の推移を図-3 に示す. 図-3 (b), (c), (d) は基線解析結果にトレンドモデルを適用した平滑化結果を示している. 水平方向変位, 鉛直方向変位ともに, 積雪期間に計測変位に乱れが見られる. この乱れは, GPS アンテナが積雪で覆われ, 電波の減衰および遅延が生じることによる見かけの変位である^{4),5)}.

キーワード GPS フィルダム 積雪

連絡先 〒755-8611 宇部市常盤台 2-16-1 山口大学工学部社会建設工学科 TEL (0836)85-93



(a) 平面図および GPS センサ配置図



(b) 中央断面図および GPS センサ配置図

図-1 徳山ダム図および GPS センサ配置図

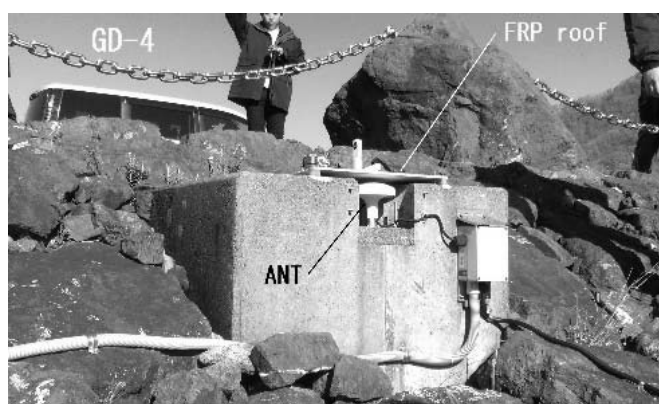


図-2 センサ設置状況図

図-4 に 2010 年度の基準点 K-1 に対する計測点 GD-4 の積雪深と計測値の乱れの関係を示す。図-4 積雪深が大きくなるほど計測変位の乱れは大きくなり、特に高さ方向変位で顕著である。また、乱れは積雪深に対して線形的に増加することも特徴的である。図-5 は他の年度についても高さ方向変位の乱れと積雪深の関係調べたものである。いずれの年度も積雪深と高さ方向変位の乱れには線形的な関係が確認できる。ただし、その線形勾配は年度により異なり、積雪深 100 cm あたり 30~150 mm と大きくばらつく結果となった。勾配が年によって異なるのは、積雪後の密度も影響しているためと考えられる。よって、積雪深から計測値の乱れを推定し、補正することは困難であると考えられる。

4. まとめ

積雪により冬期の GPS 変位に乱れが生じることは以前より知られており、徳山ダムの実運用では積雪期間のデータを除外して対応している。本研究では、10 年間分の冬期計測データから、積雪深と乱れの大きさの関係を改めて調査した。積雪深と乱れの大きさには線形関係が確認できるものの、その線形勾配は年度によって異なるため、単純な線形関係を利用した乱れの補正は困難であることがわかった。

参考文献

- 1) 岩崎智治, 小堀俊英, 増成友宏, 山口嘉一, 清水則一: フィルダム外部変形計測への GPS 自動変位計測システムの適用に関する研究, ダム工学, vol.22, No.1, pp.4-15, 2012.
- 2) 清水則一: GPS による変位計測技術の変遷と展望, ダム技術, No.296, pp.4-12, 2010.
- 3) 北川源四郎: 時系列解析プログラミング-FORTRAN77, 岩波書店, p390, 1993.
- 4) 漆山洋治, 宮崎裕之, 山口嘉一, 小堀俊秀, 池澤市郎, 岩崎智治, 飯島功一郎: 天端埋設型 GPS を用いた豪雪地帯におけるフィルダムの安全管理に関する検討, 土木学会東北支部 2006 年度研究発表会講演集, 2007.
- 5) 佐藤渉, 岩崎智治, 飯島功一郎, 曾田英揮: 豪雪地のフィルダムでの標的埋設型 GPS を用いた外部変形計測の実用性検証, 土木学会第 63 回年次学術講演会, 2008.

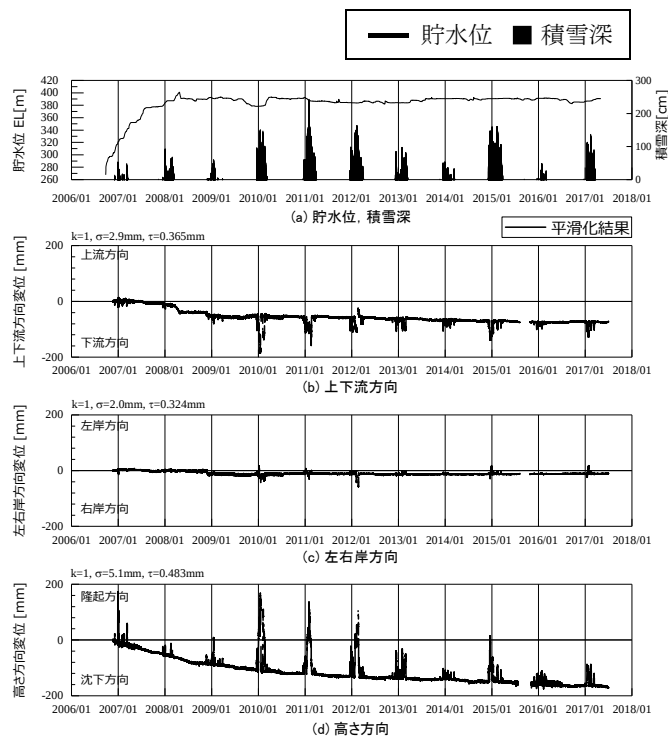


図-3 GD-4 (基準点 K-1) の GPS 変位計測結果

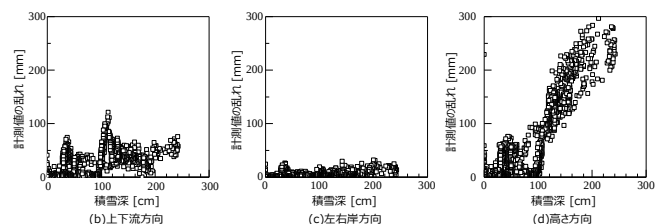


図-4 積雪深と計測値の乱れの関係

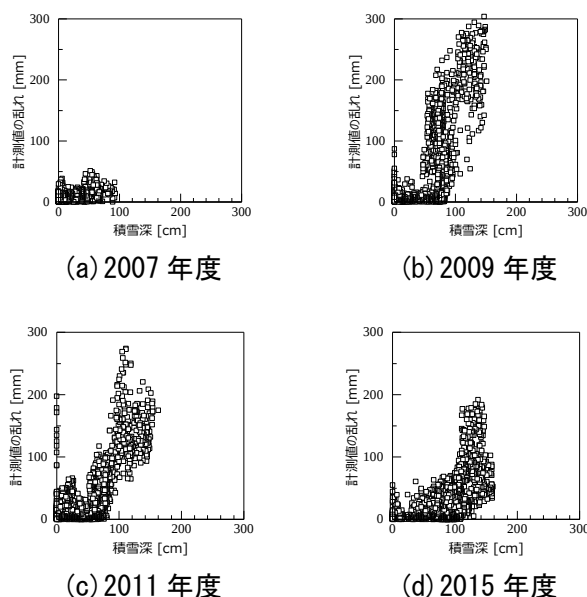


図-5 年度別積雪深と高さ方向計測値の乱れの関係