

GPS を用いた堤体表面変位観測の小規模フィルダムへの適用事例 Application of GPS Displacement Monitoring System to a Small Fill Dam

○田頭秀和* 増川晋* 浅野勇* 林田洋一* 佐藤哲郎** 鈴木敏之***
TAGASHIRA Hidekazu, MASUKAWA Susumu, ASANO Isamu HAYASHIDA Yoichi, SATO Tetsuro and SUZUKI Toshiyuki

1. はじめに

フィルダムの効率的な監視手法のひとつとして、GPS を用いた堤体表面変位観測が提案されている¹⁾が、小規模なフィルダムへの適用性については十分な検証が行われていない。そこで、現地観測を実施してその適用性を検討した。

2. 観測地および観測方法の概要

2.1 観測地 観測の対象としたのは、堤高 14.9m、堤頂長 80m の傾斜遮水ゾーン型フィルダムの A 調整池である。図-1 に標準断面図、図-2 に平面図を示す。横断面は約 25° の方位角を有する。

2.2 観測方法 図-2 中の E 点を固定点として A~D 点の 4 箇所を対象に試験湛水期間中のダム堤体表面変位を観測した。A、D は最大横断面に位置する。A 点~E 点における天空内障害物の角度を表-1 に示す。上下流方向には上空視界が開けているが、谷が狭いために天空全体としては障害物が多く、GPS 観測を実施するにはやや厳しい条件と言える。

使用した受信機はトプコン社製の GNSS(GPS/GLONASS)受信機で、観測時間を 3 時間として 1 周波スタティック方式による観測を行った。観測時間中に 5 以下の DOP 値を得られなかった場合は、欠測として処理した。なお、トータルステーションとオートレベルを使用した手動観測が 1 回/週の頻度で実施されている。

3. 観測結果と考察

GPS 観測結果には、マルチパスの影響と考えられる日単位の周期的変動が認められた。天空に障害物が多い A 点と D 点では変動幅が他の 2 点よりも大きかった。A 点と B 点を対象に、その影響を軽減する便宜的な方法として日平均値による整理を行った結果を手動観測結果と併せて図-3 に示す。GPS 観測結果については、A 点は B 点よりも観測値のバラツキが大きく、天空内障害物の影響が残存していることが判る。特に鉛直変位でその傾向が強い。両点において水平変位は鉛直変位よりも連続性が高く、鉛直方向よりも水平方向の測定精度が高い GPS 観測の特性が表れている。今回採用した観測方式の製品公称精度は水平で $\pm(5\text{mm}+1.5\text{ppm}\times D)\text{m. s. e.}$ 、鉛直で $\pm(6\text{mm}+1.5\text{ppm}\times D)\text{m. s. e.}$ である。実際の堤体変位挙動が方向の短期的変化や不連続がなく滑らかに推移するものとすれば、観測値の最大誤差は水平で約 3mm、鉛直で約 5mm であり、日平均処理という簡便な処理でも 2 倍以上の精度が得られた。また、手動観測結果に比べると、GPS 観測結果はバラツキが少なく、挙動も一定の傾向が得られている。

図-4 は、水平変位の挙動履歴をダム平面図上に示したものである。図-5 は各観測点における鉛直変位履歴である。両図とも、GPS 観測結果は手動観測実施日の日平均値のみを記している。全観測地点において GPS 観測結果が手動観測結果よりも変位方向が安定しており、堤体全体としての挙動に統一性が認められる。

以上から、小規模なフィルダムでは堤体変位量が小さいために、種々の条件が重なると手動観測では計測誤差によって堤体の挙動を識別し難くなる可能性があるが、GPS 観測は適当なデータ処理を行うことで有効な測定精度を保持することができると言える。

* (独) 食研機構農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering GPS 表面変位 フィルダム

**計測ネットサービス(株) Keisoku Net Service Co., Ltd.

*** (株)トプコン販売 Topcon Sales Co., Ltd.

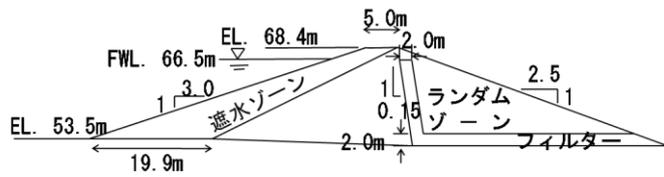


図-1 標準断面図
Cross Section of A Dam

表-1 観測地点における天空内障害物の仰角
Angles of Elevation of the Obstacles in the Sky
at the Observation Points

| 地点 | 左岸方向 | 右岸方向 | 上流方向 | 下流方向 |
|--------|-------|-------|------|------|
| A | 32~42 | 23~27 | 5~11 | 1~10 |
| B | 21~31 | 23~32 | 8~11 | 3~14 |
| C | 18~24 | 25~39 | 7~10 | 4~13 |
| D | 28~47 | 25~27 | 7~14 | 5~10 |
| E(固定点) | 18~23 | 34~38 | 9~14 | 3~11 |

(単位: 度)

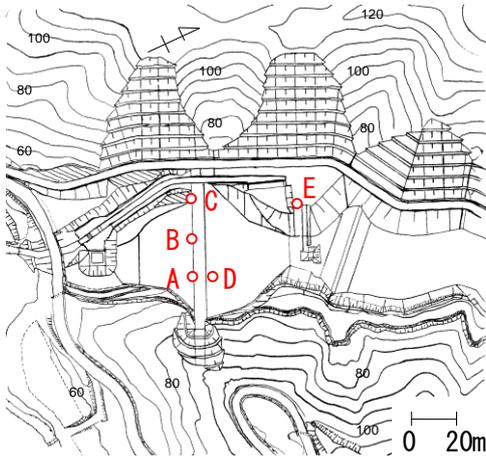
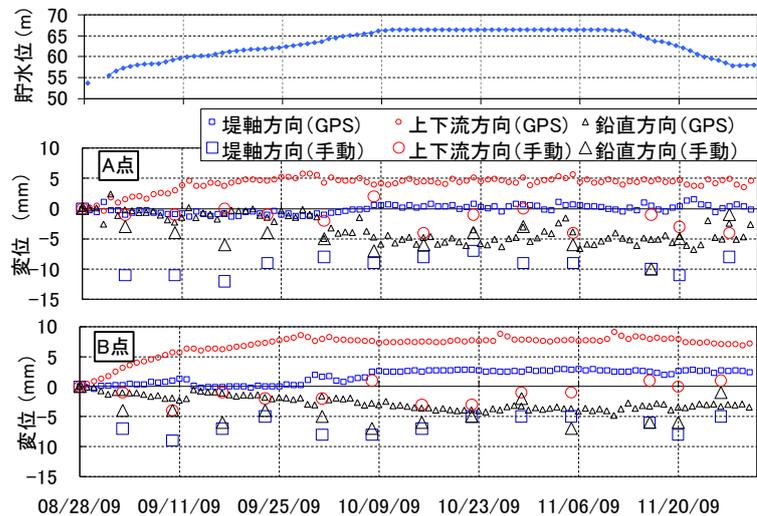


図-2 平面図
Plane of A Dam



【+の方向】堤軸方向: 右岸側 上下流方向: 下流側 鉛直方向: 上方

図-3 堤体表面変位観測結果

History of Displacements on the Dam Body Surface

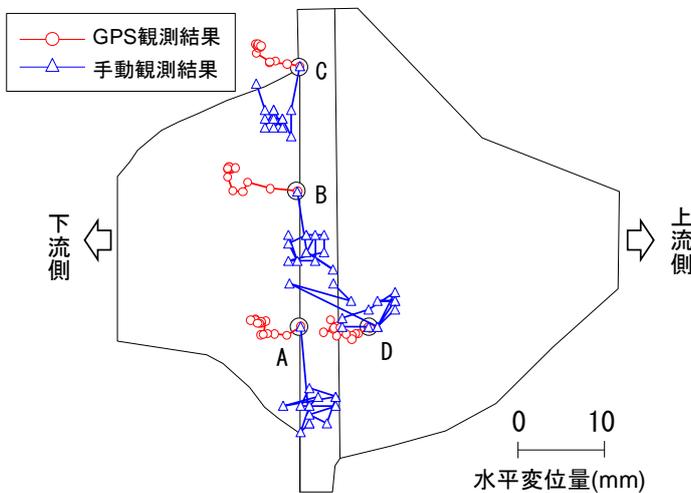


図-4 水平変位履歴
History of Horizontal Displacements

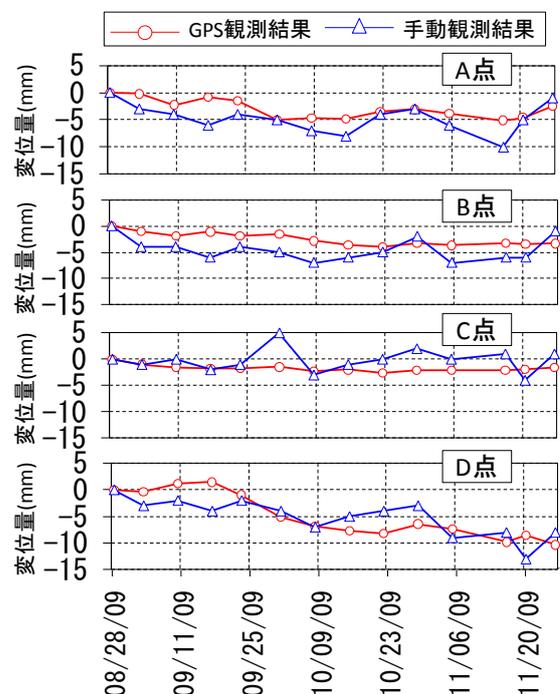


図-5 鉛直変位履歴 (+: 上方)
History of Vertical Displacements

4. 今後の課題

今後は、適用事例の蓄積とともに、GLONASS衛星利用の利点の検証を含めた詳細な分析・検討を進める予定である。

謝辞: 本研究の実施にあたっては、関東農政局大井川農業水利事業所から全面的なご協力を頂きました。この場をお借りして謝意を表します。

参考文献: 1) 山口ら: フィルダムの外部変形計測へのGPSの適用, 大ダム, No. 205, pp. 90-98