

## ダムサイトにおける GPS 計測の実証試験 (その1)

電源開発 (株) 正会員 喜多 佑介  
 (株) 開発設計コンサルタント 正会員 〇佐藤 孝史  
 (株) 開発設計コンサルタント 正会員 野嶋潤一郎  
 (株) 開発設計コンサルタント 正会員 西代 耕  
 古野電気 (株) 正会員 増成 友宏

### 1. 背景と目的

ダムサイトにおける計測に GPS を適用するにあたり、前方散乱や上空遮蔽が計測精度に及ぼす影響を知る必要があり、筆者らはその第一段階として試験場において GPS の受信環境を再現して精度検証を行った。GPS 計測は、人工衛星から飛来する電波を受信して位置を計測するが、GPS 電波は直進性の強い電波であるため途中に建造物や樹木などがあると飛来が妨げられて必要な精度が得られない場合がある。そこでダムサイトを想定した上空を遮る環境を設定し、実際に GPS 電波を受信して精度評価を行い、特にダムの変位およびダム基準点・視準点の観測に対する有効性を検証した。

### 2. 実環境下の上空遮蔽

上空の遮蔽が変位計測にどの程度影響するかを調べるため、上空視界の開けている場所と建物や樹木で上空が一部遮られている場所を計測点として選定し、上空の視界が開けている場所に置いた図 1 の基準点のアンテナを移動させた。そのため、すべての計測点には基準点に与えた変位と逆向きの変位が表れる。

上空の視界が開けた場所と上空が一部遮られている場所について、上空の視界写真に GPS 衛星の軌跡を重畳したものを図 2 と図 3 に、変位計測の結果を図 4 と図 5 (赤線はトレンドモデル) に示し、変位計測の標準偏差を表 1 に示す。

上空視界が良好である場合、概ね変位を追従することが確認できるが、一部遮蔽された場合、微小な変位 (0~5mm) を検出するのは困難である。

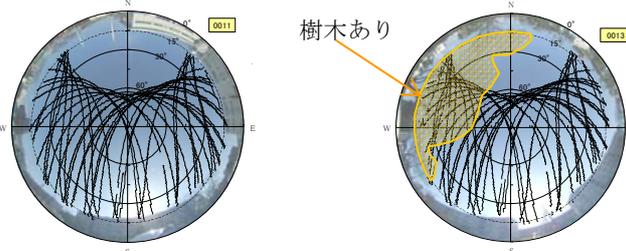


図 2 視界良好の上空写真

図 3 一部遮蔽の上空写真



図 1 基準点アンテナ

表 1 変位計測の標準偏差

	南北	東西	高さ
視界良好	1.8mm	1.4mm	5.6mm
一部遮蔽	4.6mm	3.1mm	8.4mm

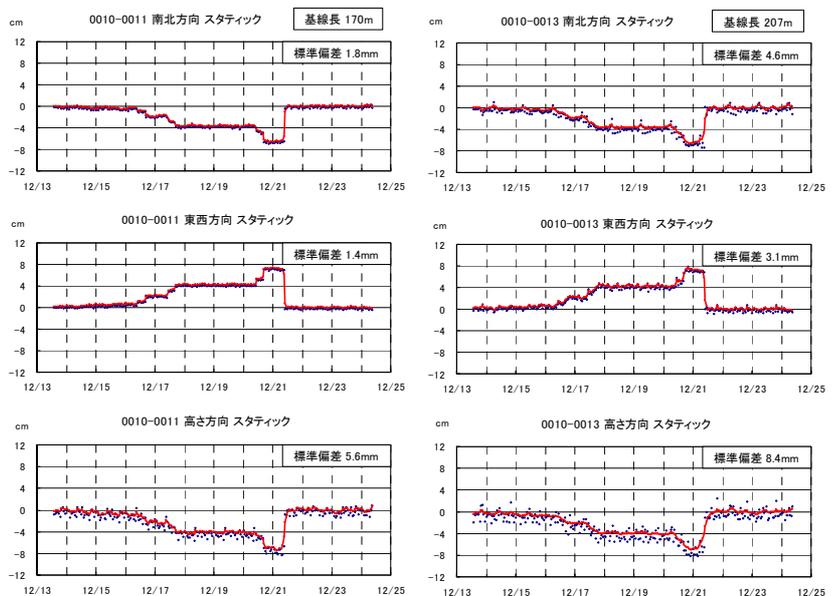


図 4 視界良好の変位

図 5 一部遮蔽の変位

### 3. 上空遮蔽試験

上空視界の遮蔽による影響を定量的に把握するため、GPS のアンテナの上部を図 6 のように覆って遮蔽方位と仰角を変えて受信試験をした。ひとつの設定の受信時間は GPS 衛星の配置が一巡する 1 日間以上とし、キーワード ダム計測, GPS, 計測精度

連絡先 〒101-0021 東京都千代田区外神田 2-16-2 (第 2DIC ビル) (株) 開発設計コンサルタント TEL03-3255-6244

の計測結果の南東方向の標準偏差を図7に示す。仰角の大きい遮蔽ほど標準偏差は大きな値を示すことが確認された。

実際に上空を覆った場合との比較を行うため、上空視界の開けている計測点の受信データを処理して変位を計測する過程で、上空の一部を任意に覆うシミュレーション処理を行った。この結果の南東方向の標準偏差を図8に示す。実際に上空を覆った場合と、シミュレーションを行った場合とではやや異なっている(上空を遮る場合はもれなどがあるが、シミュレーションだと完璧に遮断されるための違い)が上空を覆う仰角と標準偏差との関係がほぼ把握できる。

4. 近接工作物の影響

ダム天端に設置されているピアなどの構造物は上空を遮蔽するとともに、電波が反射して生じるマルチパスの影響が予想される。従って、建物の近くにGPSアンテナを設置して受信試験をした。受信時間は上空遮蔽試験と同じく1日以上とした。計測結果の標準偏差は図9に示す。建物との距離が4m以上となると標準偏差が安定する傾向にあることが分かった。

5. ダムサイトでの精度予測

ダム周辺の地形図を等高線ベクトルで図10のように描画し、実際にGPS計測を実施したい地点の上空視界状況をプロットできるようにした。そこで、計測の候補点を設定し、その場所での計測精度を上空マスクのシミュレーション試験結果をもとに表2に試算を行った。この方法により、ある程度の期待精度を予測できる可能性が示された。

6. まとめ

ダムサイトでの計測を計画するにあたり、GPSによる計測がどの程度の精度で実現できるかが事前に把握できれば、計測計画の立案から獲得データの評価方法までを効率的に策定できると考え、今般の試験を実施した。結果として、GPSによる計測は上空の視界の影響が大きいことと、その遮蔽の程度と標準偏差との関係がほぼ把握できた。

今後の課題として、(1)今回はGPS計測精度を評価する指標として、計測結果のばらつき(標準偏差)を用いたが、それがダム変位を計測する場合の指標に使えることの確認、(2)実際にダムサイトにおいて受信実験を行い、今回の試験で行った結果との照合、(3)ダムサイトでの精度予測に用いた地形図は、国土地理院の2万5千分の1の基盤地図情報を用いたが、精度予測には、近傍の詳しい地形や構造物を追加して、実態に合致するように更に精度を上げる、(4)上空が樹木などで遮蔽された場合の精度向上の方法を検討する、などが挙げられる。

謝辞

本研究成果は山口大学 清水則一教授に多大なご意見、ご指導を頂きました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 増成友宏, 武地美明, 田村尚之, 船津貴弘, 清水則一: GPS 変位計測における上空障害物の影響とその低減法, 土木学会論文集 F, Vol.64, No.4, pp.394-402, 2008.
- 2) Norikazu SHIMIZU: Monitoring Rock Deformation Using Global Positioning System – Fundamentals, New Developments and Practical Applications -, Keynote Lecture at the 2009 Korea-Japan Joint Symposium on Rock Engineering, 2009.



図6 上空視界の遮蔽

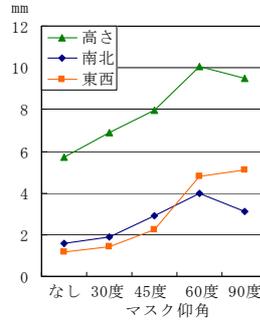


図7 上空視界遮蔽の標準偏差

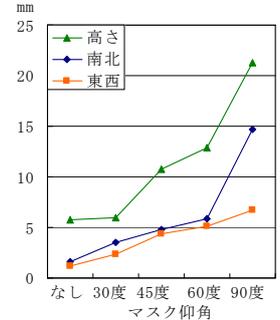


図8 シミュレーションの標準偏差

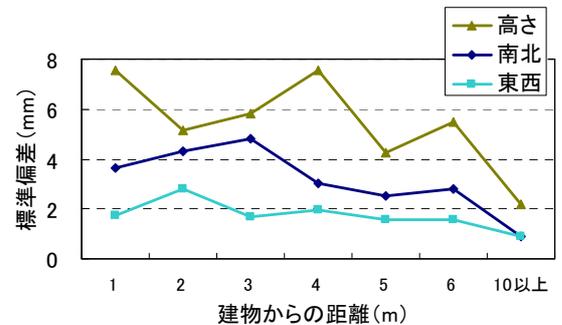


図9 建物の影響の標準偏差

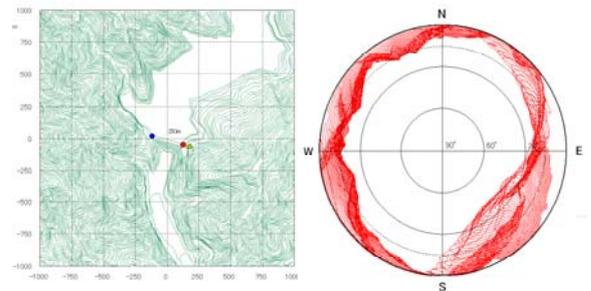


図10 ダム周辺の地形と上空視界

表2 ダム左岸の精度予測

条件	標準偏差mm		
	南北	東西	高さ
南東30度	3.5	2.4	6
南東45度	4.8	4.4	10.8
マスクなし	1.6	1.2	5.7
左岸	4.2	3.4	8.4