

VI-171

GPSを用いた鉛直位置出しシステム開発のための基礎的実験

ハザマ技術研究所 正員 ○黒台昌弘, 正員 沖 政和, 正員 斉藤栄一

1. 実験の背景

近年、測量・建設土木・調査等の分野では、測量作業に関わる人工・費用・時間の効率化を図るために従来の測量方法に代わってGPSを利用することが多く見られるようになってきた。例えば、公共測量では基準点測量へGPSを適用することが公に認められており、ダムや造成現場においては土量計測や丁張り測量、長大法面の挙動監視への適用が報告されている。これは、GPS測量では測点間の視通の必要がないことや少人数での作業が可能なことに加えて、測点の3次元座標が短時間で容易に求めることができるといった利点が大きなき要因となっている。

ところで、これまでのGPS測量の適用地域を見てみると、GPSの特徴を最大限に活かすため、工事地域が広くかつ測点間の高低差が比較的小さい地域を対象にしていることが多いようである。高低差を伴った計測では長基線での基準点測量において例が見られるが、限られた領域内で高低差の大きい測点の座標計測にGPSを適用した例はあまり見られない。すなわち、高層構造物やダム周辺設備（取水塔、エレベーターシャフト、型枠取付等）あるいは橋梁等の建設において、地上の基準点を鉛直上方の基準面に盛り替えたり、構造物の鉛直精度を測定する方法にGPS測量の適用を試みた例は筆者の知る限りでは報告されていない。

このような測量では通常トランシットやトータルステーションを用いるが、より高い（低い）位置を視準する場合は仰角（俯角）が大きくなり、測量機器の性能上、測定精度が劣化する場合がある。この場合は視準位置を目標物から遠ざけるなどの対策をとっているが、そのために目標物が視通できないといった弊害が生じることも多い。しかし、GPSを利用することによって、限られた領域の中で基準点から上方（あるいは下方）の高低差のある測点の位置を精度良く簡便に求めることが可能となれば、測量作業の効率化は飛躍的に向上するものと考えられる。

2. 実験の目的

本実験の目的は、高低差のある位置での測点の位置出しや構造物の鉛直精度の測定の1つの手法として、GPSによる測量手法が適用可能か否かを確認することである。具体的には、レーザー鉛直計により求めた鉛直上方の測点の平面座標を真値として、この値とGPS測量により求めた平面座標とを比較することにより、GPS測量の精度を確認するものである。本来ならば、従来測量とGPS測量との結果を比較する必要があるが、高い位置に設置した測点をトータルステーションで観測する場合、機器の性能と観測のための設備の点で問題があったため、これまでに鉛直位置出しの実績のあるレーザー鉛直計のデータを基準として採用することとした。

3. 実験概要

実験場所の概要を図-1に示す。高さ108mの実験タワーの地上部に点Oを、最上階に点O'を設置し、タワーから離れた地点にGPS測量の基準点となる点Aと点Bを設置した。実験の流れを図-2に示す。まず、レーザー鉛直計を実験タワーの吹き抜け部分（図-1のタワーの三角形の部分）の地上部点Oに設置し、最上階にてレーザーを受光して点Oを鉛直上方に盛り替えた点O'を求める。次に、点Aと点B、レーザー鉛直計で位置を出した点O'の3点にGPSを設置して1時間のスタティック測位を実施して、GPSによる点O'の座標を求める。最終的に、レーザー鉛直計により求めた点O'とGPS測量で求めた点O'の座標値を比較することによってGPS測量の精度を確認する。なお、点Oの座標値はGPS測量に先立ってトータルステーションを用いて求めておいた。

レーザー鉛直計：用いたレーザー鉛直計(MET2L)は、レーザーを照射するだけでは精度が保証できないので本

表-1 実験結果(単位:m)

点O'	レーザー鉛直計	GPS	差
X座標	-36410.128	-36410.126	0.002
Y座標	-42018.122	-42018.113	0.009
計測時間	15分	70分	55分

体とレーザー受光板に工夫が施されており、高さ100mに対して約1mmの誤差で位置出しが可能である。

GPS: 2周波受信機(GP-R1)を用い、L1帯のC/AコードとL1/L2帯の搬送波の各データを受信した。スタティック測位では±5mmの誤差での測定が可能である。

4. 実験結果

表-1に実験結果を示す。実験タワーのような高層構造物では通常最上階では常時微動や風によって数cmの揺れが観測されるが、今回の実験ではGPS測量によって求められた値はレーザー鉛直計による値と比較してX座標で2mm、Y座標で9mmと非常に小さいものとなった。この理由としては1時間分の受信データを解析することによってタワーの揺れを含んだデータが平均化されていると推定されることや、3点による基線解析(閉合計算)を行うことによってタワーの揺れの影響がある程度除かれたものと考えられることができる。

計測時間については、GPS測量ではデータの受信時間を1時間としたためレーザー鉛直計と比較すると大きな差が生じている。これに対しては高速スタティック測位(10分間受信)を行なうことにより計測時間の短縮は十分可能である。

いずれにしても、今回の実験では10mm以内という高い精度で鉛直上方における測点の座標計測が可能であり、実用上問題のない精度が得られたことから、限られた領域における高低差のある基準点の位置出しにGPSの適用が可能であることが確認できた。

5. 今後の課題

今後の課題をまとめると以下の通りである。

- ① GPS測量による計測値とデータ受信時間、構造物の揺れとの相互の関連性の把握
- ② ダム工事や高層ビル建設等の実工事において、高低差のある測点でのGPS測量による座標計測の実施
- ③ 既知点への誘導手法において、高精度(mm単位)かつ短時間での位置出しが可能なシステムの開発

なお、本実験を遂行するにあたり、住宅・都市整備公団住宅都市試験研究所に実験施設を提供いただきました。また、㈱ソキアにはレーザー鉛直計の、㈱トプコンにはGPSの各機器の使用においてご協力をいただきました。紙面をお借りして御礼申し上げます。

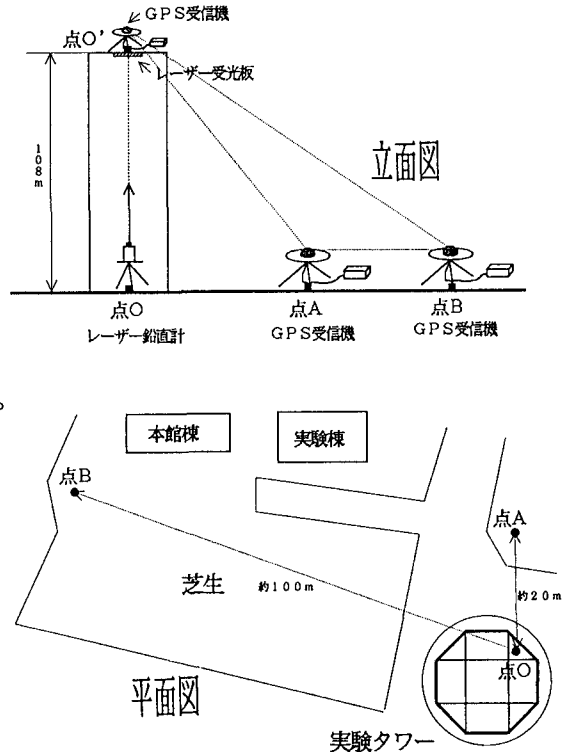


図-1 実験場所の概要

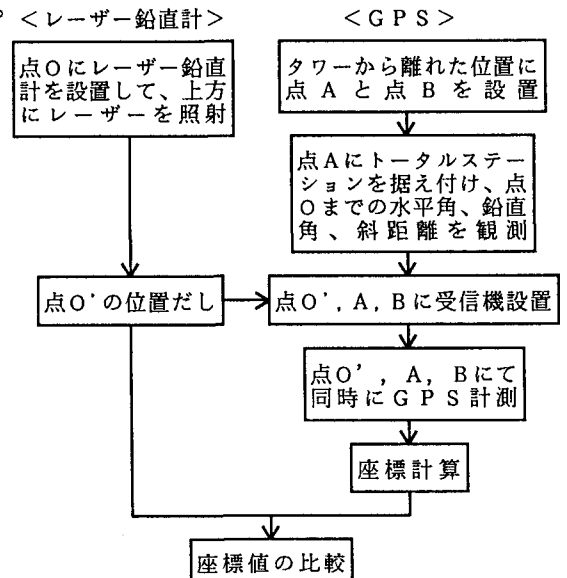


図-2 実験の流れ