

防災と危険予知のための GPS モニタリングシステム

内山 雅之¹

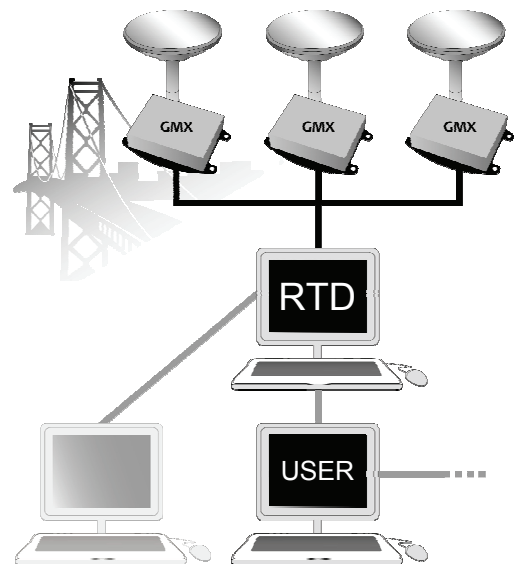
Masayuki Uchiyama

GPS モニタリングシステムは、地震火山の研究分野における地殻変動監視の手段として広く利用されてきた。近年、その技術は防災と危険予知のために、我々の実生活に近い分野でのモニタリングシステムとして注目されている。具体的には高層ビル、橋梁、ダムなどの大型構造物、空港などのインフラ、そして地すべり監視の分野である。また GLONASS（ロシアによる測位衛星システム）も十分に実用可能なレベルになり、GPS とのハイブリットである GNSS システムにより、これまで計測が困難であった市街地、急斜面等でも利用できるようになった。この項では、GPS モニタリングシステムについて幾つかの事例を交えて紹介したい。

地球は動いている。ビルやダムの沈下、橋梁のゆがみや揺れ、岩盤崩落、地すべり、氷河は流れ、火山は噴火する。土木工事などの人的活動や地殻変動などの自然過程、私たちが生活する世界は絶えず変化している。この変化に対する管理、そして危険予知は社会と経済の発展に不可欠である。

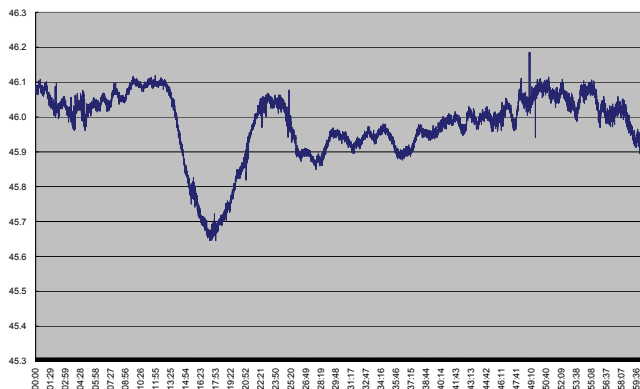
GPS はその観測手法と設置環境により、得られる精度は異なるが、最も高精度が得られる手法を用いれば、シングルエポックで 1cm、数時間の観測を行えば数 mm の精度が得られる。

ネットワークの構築方法は現場により異なるが、一般的には IP 接続を行う場合が多い。各 GPS 受信機がユニークな IP アドレスを持ち、管理事務所にあるサーバで一括管理を行う。解析結果も特定のサーバへ送ることができ、また Web 化することにより、関係者で監視状況をシェアすることが容易だ。また大きな変動があった場合、そのアラームを e-mail 化することもできるため、重要な決定を担っている責任者への連絡も確実に行える。



土木工事の際に、斜面崩壊などの災害が発生することがある。これを防ぐためには、工事期間中の斜面計測（監視）が重要になる。これまで、斜面計測にはワイヤーセンサーや光学測量により実施されてきた。これらは現在も有効な手段であるが、設置環境の確保や連続計測が困難などの課題がある。GPS は 24 時間の連続計測が可能であり、かつ設置が容易である。また直接地球上の絶対座標が観測でき、計測点間距離（基線長）の制限もなく、気象条件の影響も小さい。さらに GPS 時刻という正確なタイムスタンプを利用した時刻同期が可能である。

米ミネソタ州ミネアポリスの橋梁崩落事故は、多数の死傷者とひきかえに我々に警笛を与えた。下図（縦軸が高度、横軸が時間）は、同じく米国の橋梁にてGPSによるリアルタイム監視を実施した実例である。あるイベントにより橋梁に負荷がかかり、5分間で約 50cm 沈んでいるのがリアルタイムに検知できた。もしこれが危険領域であれば、速やかに警報を出し、交通遮断等の措置をとることが可能だ。

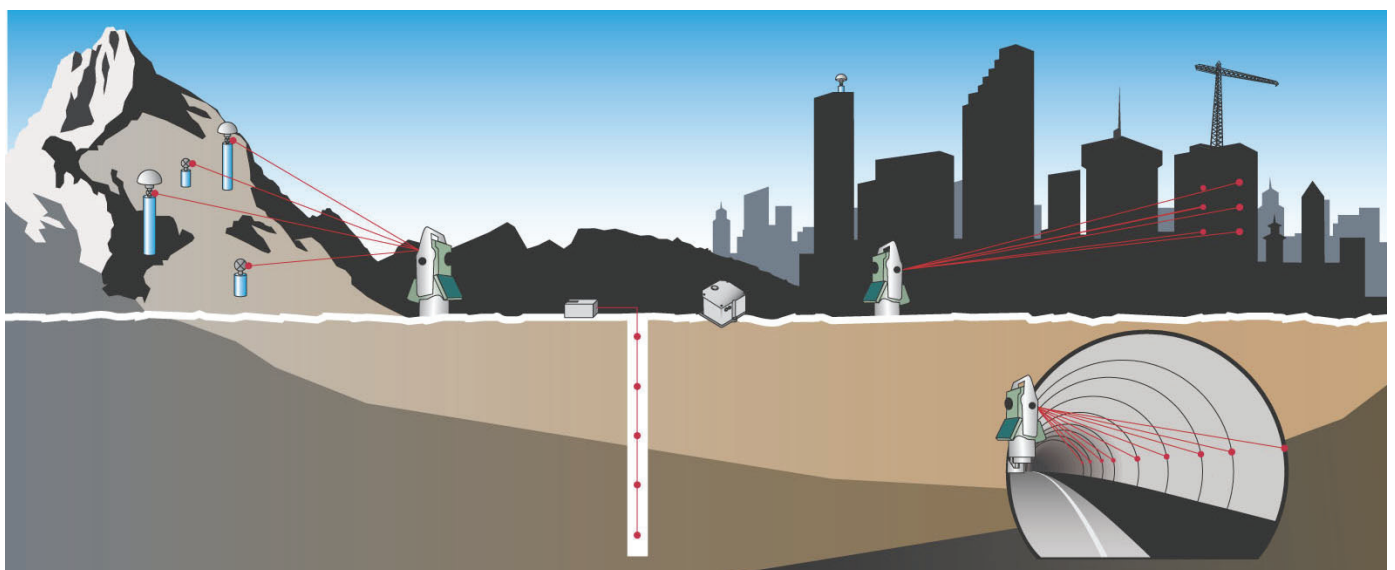


国土交通省国土地理院では、電子基準点（GEONET）のリアルタイム解析から、高速地殻変動検知のシステムを開発している。火山災害では、マグマの動きが地震や地殻変動などの地殻活動から推定でき、防災情報として利用することにより、人的被害を防ぐことが可能である。2004年10月23日の新潟県中越地震においては、国土地理院のGEONETの1秒サンプリングデータの解析により、

地震時に進行する地殻変動を短時間で検知できる可能性が示された。

GPS モニタリングシステムは、防災と危険予知のためのツールとして非常に有用であるが、決して万能の観測手法ではない。ロシアによる測位衛星システムである GLONASS も実用レベルに近づいている。GPS と GLONASS 両方に対応したシステムは、GNSS と呼ばれる。GPS 受信機のためのシステムに比べて高価であるが、現場によっては利用価値が高い。

GNSS システムにおいても、急傾斜な現場では高精度を保つために十分な衛星数を確保できない場合もある。また構造物の基礎やトンネル内では、衛星を使用する測位は不可能である。そこで新しい試みとして、TPS（トータルステーション）、レベル、傾斜計などの測量機器とGPSを統合するシステムがある。例えば、GPSによる観測で常に絶対値をモニタリングされているTPSで、細部の計測を行うことが可能だ。TPSなどの従来型の測量機器の利点を取り込み、逆にその欠点をGPSで補う観測手法である。またGPSは高度の精度が水平に対して悪く、またその基準は楕円体高である。レベルとのハイブリット化により、高精度な標高を同時に計測することも可能だ。このような統合モニタリングシステムの可能性は大きいだろう。



統合モニタリングシステムのイメージ