

GPS 自動計測システムを用いた構造物の熱膨張変形計測

国際航業(株)	正会員	○佐藤 渉
国際航業(株)	非会員	飯島功一郎
国際航業(株)	非会員	武智 国加
国際航業(株)	正会員	岩崎 智治

1. はじめに

GPS を用いた計測は、GPS センサーの低価格化や精度の向上等に伴い、利用分野に広がりを見せている。

特に、本研究で使用した GPS 自動計測システムは、①連続的なデータを安価に取得できること、②トレンドモデルの誤差処理技術の導入により mm 単位の高精度計測が可能であること、③基準点・観測点が独立していること、④インターネットを用いたデータ配信システムが整備されている等のメリットがあるために、道路斜面や地すべり、トンネル直上の地表面計測等、地盤計測分野で普及しつつある。

さらに、GPS 自動計測システムは、これらのメリットを背景として、橋梁や建物等の構造物の変位計測に利用されるケースも増えているが、気温変化による構造物自体の熱膨張収縮現象の変形挙動に関する報告はない。

そこで本稿では、実際に構造物に設置した GPS 自動計測システムの計測事例を通じ、GPS 自動計測システムの有用性について報告するとともに、設置箇所近傍アメダスにおける気温データと GPS 計測結果の比較を通じて、構造物の熱膨張収縮現象について検討した結果を報告する。

2. GPS 自動計測システム概要と計測精度

本研究の GPS 自動計測システム¹⁾は、土木計測用に開発された小型・軽量・安価な GPS 計測機器（図-1）と、インターネットを活用した監視センターで構成される。図-2 に GPS 自動計測システムの概念図を示す。

このシステムでは、現地で計測されたデータを ISDN 回線等を用いて監視センターに送信し、監視センターにて解析・評価・作図・インターネット配信を行っている。

また、監視センターでは、GPS や地盤の専門技術者が 24 時間常駐して変位監視を行っており、変位が発生した場合には利用者へ連絡・通報するシステムを採用している。そのため、利用者は人員確保が難しい夜間や休日の手間・コストを軽減できる。

このシステムにおける計測精度は、一般的な GPS 計測の計測精度（水平：5mm+基線長(km)×1ppm，鉛直：10mm+基線長(km)×2ppm）に対し、1mm～2mm 程度と高精度である。

これは、清水ら(1998, 2002)が提案している GPS 計測データの平滑化手法²⁾³⁾を導入し、通常の基線解析に加えてトレンドモデルによる平滑化処理を行っているためであり、曾田ら⁴⁾による強制変位実験や、山口ら⁵⁾や吉村ら⁶⁾による光波測量結果との比較により、1～2mm 程度の計測精度を得られることが実証されている。



図-1 GPS 計測機器



図-2 GPS 自動計測システム概念図

キーワード：GPS，計測，監視，動態観測，膨張，収縮

連絡先：〒102-0075 東京都千代田区三番町5番

国際航業(株)・shamen-net 事業推進部

TEL. 03-3288-5719

FAX. 03-5213-3252

http://www.shamen-net.com/

3. 構造物の熱変形計測事例

図-3 に、RC の左右対称構造の建物における計測事例を示す。GPS センサーは建物の伸縮量が最も大きいと考えられる建物両脇に設置した (G-5, G-6)。

図-3 の中段は、G-5, G-6 で得られた GPS 計測結果である。縦軸は建物の変位量で、+ 方向への変位は、建物右側へ変位したことを示す。

図-3 の下段には設置箇所近傍アメダスの日平均気温を示した。

GPS 計測結果によると、夏期～秋期への気温低下 (-18°C) にしたがって、5mm 程度変位が建物内側方向に累積していることがわかる (図-3 上段のベクトル図参照)。

RC の熱膨張量は、構造物の長さ $L \times$ 膨張係数 (RC の膨張係数 $= 1.0 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$) $\alpha \times$ 気温差 ΔT で表されるが、本事例の膨張収縮現象が、建物中心を軸として発生していると仮定すれば、夏期から秋期にかけて、計算上、片側 6mm 程度の収縮変位が発生することとなり、GPS による計測変位とほぼ一致する。

また、図-4 には、GPS で計測した鋼製橋梁の水平変位と時間気温との相関を示した。

図によれば、気温の日変動と、鋼製橋梁の変位がほぼ一致していることが判る。

以上より、GPS を用いた構造物の変位計測では、構造物の熱膨張収縮現象を的確に捉えられることがわかった。

なお、この膨張収縮による変位は、計器自体が温度影響を受ける傾斜計や水盛式沈下計では構造物の膨張収縮量も含めて補正してしまうので、計測することが難しいと考えられる。

4. まとめ

GPS 自動計測システムを用いて、構造物の変位計測を行うと、コンクリートや鋼製の構造物の熱による膨張収縮現象を的確に捉えられることがわかった。

一方で、近接施工に伴う周辺構造物の変位計測等に、GPS 自動計測システムを適用する場合、近接施工に伴う構造物の変位を把握するためには、構造物の熱膨張による変位を補正する必要があることがわかった。

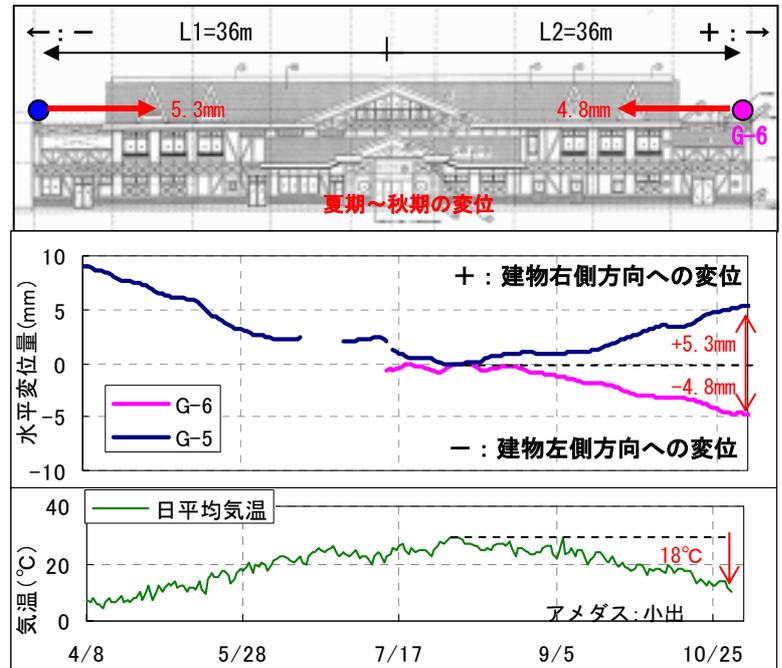


図-3 RC 構造物の熱膨張変形

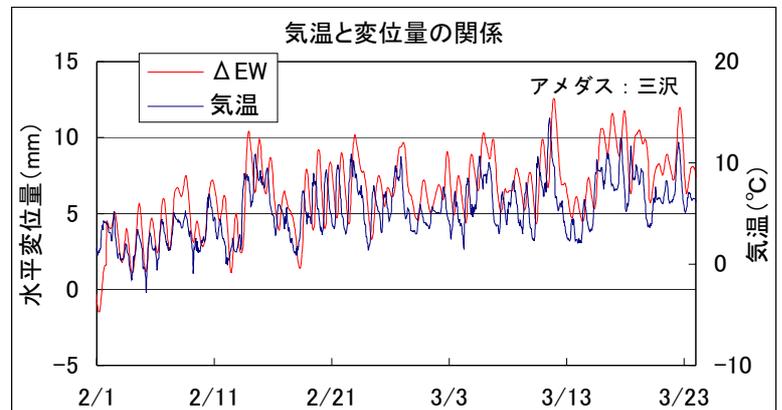


図-4 橋梁 (鋼製) の熱膨張変形

<参考文献>

- 1) 岩崎智治, 武智国加, 武石 朗, 清水則一: 道路斜面の維持管理を目的とした計測評価システムの開発, 土と基礎, Vol. 50, No. 6, No. 533, pp. 25-27, 2002年6月.
- 2) 清水則一, 安立 寛, 小山修治: GPS 変位モニタリングシステムによる斜面変位計測結果の平滑化に関する研究, 資源と素材, Vol. 114, pp. 397-402, 1998年6月.
- 3) 松田浩朗, 安立 寛, 西村好恵, 清水則一: GPS による斜面変位計測結果の平滑化処理法と変位計測予測手法の実用性の検証, 土木学会論文集, No. 715/III-60, pp. 333-343, 2002年9月.
- 4) 曾田英揮, 田口孝男, 佐藤信光, 工藤勝弘, 岩崎智治, GPS を用いたフィルダム堤体変形の測定と地震時速報, ダム技術, 2006年4月 (掲載予定).
- 5) 山口嘉一, 小堀俊秀, 横森源治, 大野誠, 岩崎智治: GPS を用いたフィルダム外部変形計測に関する一考察, ダム工学, Vol. 15 No. 2, pp. 137-148, 2005年8月.
- 6) 吉村雅宏, 田山聡, 及川典生, 岩崎智治: GPS によるのり面変位の自動計測システム, EXTEC, Vol. 19 No. 3, pp. 43-46, 2005年12月.