

GPS 技術を用いた鉄道構造物変動量測定

（財）鉄道総合技術研究所 正会員 稲葉 智明
 （財）鉄道総合技術研究所 正会員 羽矢 洋

1. はじめに

鉄道構造物は、地震や近接工事、地盤沈下、洗掘等様々な要因によって変状が生じる恐れがあり、鉄道の安全運行のために構造物の挙動を把握することは大変重要である。しかし、現状の主な手法であるレベルやトランシット、傾斜計等を用いた測定は手間がかかる上に測定誤差が大きい。

そこで、GPS 技術を用いた変動量測定法を提案し適用実験を行った。本論文ではその成果を紹介する。

2. 実験概要

2.1 実験概要

今回の適用実験では、スタティック、後処理キネマティック、リアルタイムキネマティック（以下、RTK）の3種類の方式により測定を行った。また、スタティック方式においては、架線が GPS 測定精度に与える影響を調べるため、「架線影響下」と「架線影響なし」の条件において測定を行った。表1に実験一覧を示す。

表1 実験一覧

測定方式		実施日	実施場所	単位測定時間
スタティック	架線影響下	H14.11.21 ~ 22	関東私鉄	1hour/point
	架線影響なし			
後処理キネマティック		H15.1.28 ~ 29	鉄道総研	1second/point
RTK		H15.2.5 ~ 6		



写真1 測定機器

2.2 使用機器

適用実験ではライカ ジオシステムズ株式会社製の SR530 と AT502 を用いた。写真1に測定機器の画像を示す。

3. 実験結果

3.1 スタティック方式による実験結果

図1に架線影響下における実験結果を、図2に架線の影響がない場所における実験結果を示す。これによると、測定されたポイントのばらつきがともに $\pm 3\text{mm}$ 程度に収まっており、架線による測定精度への影響は見られない。しかし、鉄道通過時に GPS 信号が一時的に遮断されることによる精度低下（サイクルスリップ）が生じているため、架線影響下における実験結果の方が若干精度が低い。しかしながら、構造物の変動量を測定する上で問題はない範囲と考えられる。（本論文におけるすべての図は9系の平面直角座標である）

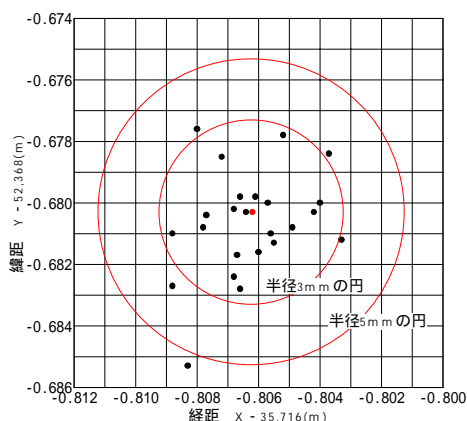


図1 架線影響下における実験結果

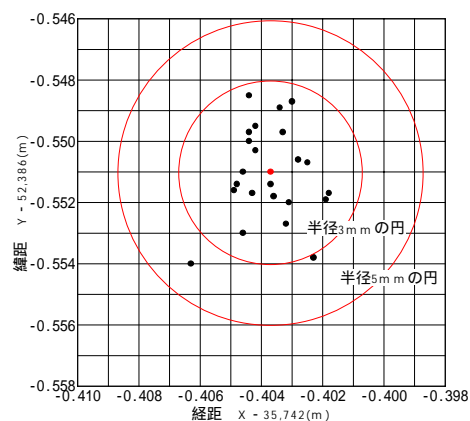


図2 架線の影響がない場所における実験結果

キーワード GPS, メンテナンス, 維持管理, 変動量測定

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 （財）鉄道総合技術研究所 基礎・土構造 TEL 042-573-7261

3.2 後処理キネマティック方式による実験結果

図3に例として深夜3時～4時の実験結果を示す。これによると、測定されたポイントのばらつきが $\pm 10\text{mm}$ 程度となり、スタティックに比べ測定精度は低くなった。しかし、これは1秒毎に1点ポイントを作成したものであり、10秒毎の情報（10秒毎に情報を平均化する）を用いて1点ポイントを作成するように設定すると、図4のようにばらつきは $\pm 5\text{mm}$ 程度まで収まる結果となった。

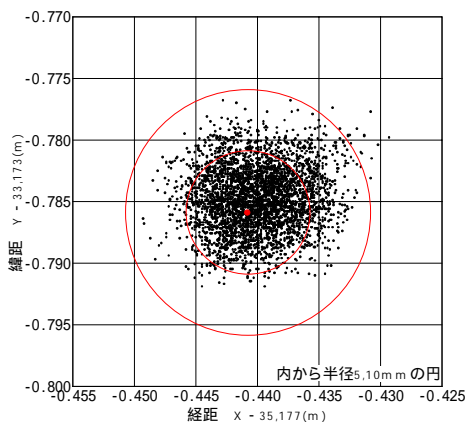


図3 実験結果（1秒毎にポイント作成）

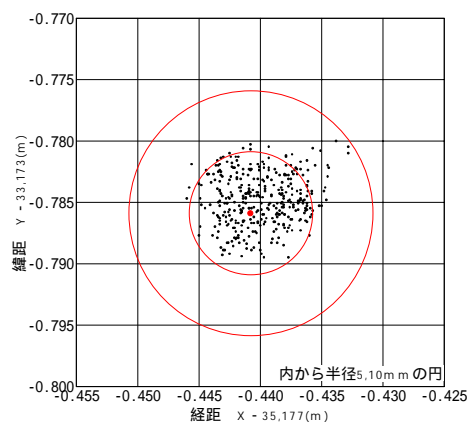


図4 実験結果（10秒毎にポイント作成）

3.3 RTK方式による実験結果

図5に例として深夜3時～4時の実験結果を示す。これによると、測定されたポイントのばらつきが $\pm 15\text{mm}$ 程度となった。後処理キネマティックの時と同様に10秒毎の情報を用いて1点ポイントを作成するように設定すると、図6のようにばらつきは $\pm 10\text{mm}$ 程度まで収まる結果となった。

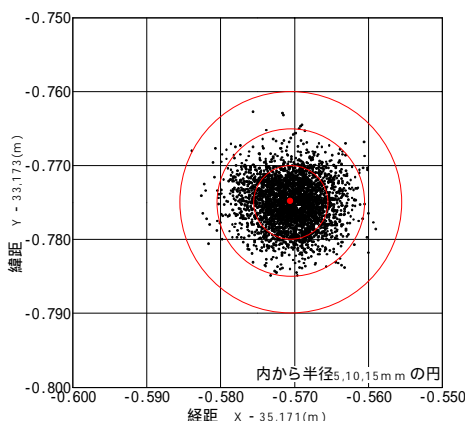


図5 実験結果（1秒毎にポイント作成）

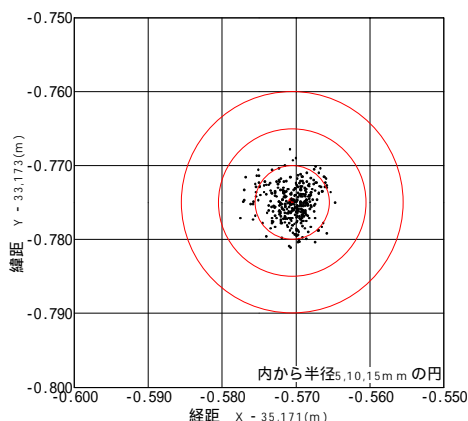


図6 実験結果（10秒毎にポイント作成）

4. まとめ

今回の適用実験により次のようなことが分かった。

- ・GPS技術を用いた変動量測定において、架線に流れる高圧電流の影響は考えなくて良いと思われる。
 - ・水平成分の測定誤差は概ね、スタティックで $\pm 3\text{mm}$ 、後処理キネマティックで $\pm 10\text{mm}$ 、RTKで $\pm 15\text{mm}$ であった。キネマティックについては、ひとつのデータを算出するための単位測定時間を延ばすことで、より精度を上げることが可能である。
 - ・列車通過による測定精度の低下（サイクルスリップ）は見られたものの、適切な測定時間を設定することで十分な測定精度が得られる。ただし、実構造物におけるアンテナ設置には工夫を要すると思われる。
- また、本論文では図等で示していないが、次のようなことも分かっている。
- ・鉛直成分の測定誤差は、水平成分の測定誤差の倍程度である。
 - ・RTKにおいて基地局より移動局へ無線機で補正波を伝送する際、外部の強い電波が障害となり、測定精度に影響を及ぼす。
 - ・電離層の影響、太陽の黒点活動、衛星の配置転換等に対して配慮が必要である。