

GPSG システムによる盛土の施工規定方式のモデル施工

日本道路公団 正会員 ○竹野 毅 正会員 片寄 学
清水建設(株) 正会員 森下裕史 正会員 皿海章雄

1. はじめに

GPSG (GPS & Gyro) システムは、盛土の締固め機 (振動ローラ) に GPS と共に 3 軸光ファイバージャイロと車速センサー (以下 3 軸ジャイロシステム) を搭載して、GPS が欠損した場合に、3 軸光ファイバージャイロの計測角と車速センサーの計測移動距離から走行軌跡を求めることにより、山岳地などでの GPS 電波が捕捉しにくい施工条件において、施工規定方式の盛土締固め管理を可能としたシステムである。

ここでは、本システムを実施工に適用するにあたり、施工規定方式のモデル施工を実施して、本システムに対する適用検討を行ったので、その結果について報告する。

2. モデル施工の目的

3 軸ジャイロシステムによる走行軌跡は、種々の補正方法¹⁾を採用することにより、無補正の場合に比べてかなり精度が向上し実用的なものとなっている。しかし、これらの補正を適用しても微小走行区間の距離積分という測位方式から走行軌跡に累積誤差が生じやすく、走行時間の経過とともに RTK-GPS の走行軌跡と比較して誤差が大きくなる傾向がある。このため、本システムを実施工の GPS 欠損時に適用するには、走行軌跡誤差の大きさを求めて、限界となる走行時間を把握する必要がある。

本モデル施工は、これを目的として実施したものであり、限界走行時間は内挿補間補正によっても許容誤差 50cm を満足できなくなる時間と定義した。なお、本モデル施工においては、実施工と同等な走行条件で振動ローラを転圧走行させ、RTK-GPS と 3 軸ジャイロシステムのそれぞれの走行軌跡を取得し、RTK-GPS の走行軌跡を真値として 3 軸ジャイロシステムの走行軌跡との差を誤差として求めた。

3. モデル施工手順

モデル施工を行った試験ヤードを図-1に示す。この試験ヤードにおいて、振動ローラを時速 3km 程度で有振走行させ、レーンチェンジを繰り返しながらヤード全面を 8 回転圧した。転圧走行中 1 秒毎に RTK-GPS と 3 軸ジャイロシステムについて振動ローラの位置座標を取得した。

4. 走行軌跡誤差の検証

3 軸ジャイロシステムで取得した振動ローラの位置座標 (X_{gyro}, Y_{gyro}) と同時刻に取得した RTK-GPS による位置座標 (X_{gps}, Y_{gps}) の座標差を計算し、その座標差を基に誤差 E を式(1)で計算する。

$$E = \sqrt{(X_{gyro} - X_{gps})^2 + (Y_{gyro} - Y_{gps})^2} \quad \dots\dots(1)$$

走行時間による誤差 E の大きさを検証するため、図-2 のフローに従い、測定開始から経過走行時間別に誤差 E のデータを抽出して、その平均値を求める。図-3 に計測開始から 25 分までのデータで算出した誤差 E の度数分布、図-4 に走行時間と誤差 E の平均値の関係を示す。図-4 より、内挿補間補正なしの場合には、走行時間の経過により誤差 E の平均値が増加して行くことが分かり、誤差 E の平均値が 50cm 以内となるのは、測

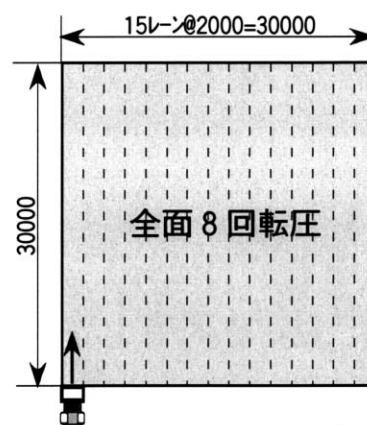
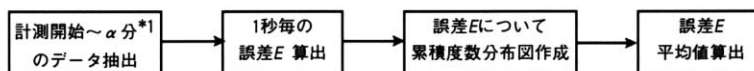


図-1 試験ヤード



注1) αは5分、10分、15分と5分ずつ累加し、計測終了まで続行する。

図-2 走行軌跡誤差検証フロー

キーワード：GPS、光ファイバージャイロ、盛土締固め管理、施工規定方式、モデル施工

連絡先：静岡県清水市庵原町 219-11 電話 0543-71-0568 FAX 0543-71-0555

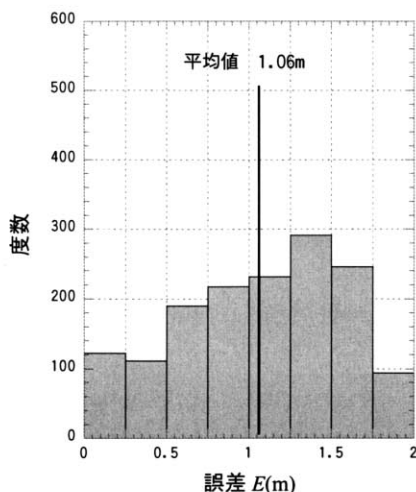


図-3 誤差 E の度数分布 ($\alpha=25$ 分)

定開始から9分までということになる。

5. 内挿補間補正

ここでは、3軸ジャイロシステムの連続稼働時間9分をさらに長くするため、走行軌跡に対して内挿補間補正を適用する。内挿補間補正とは、3軸ジャイロシステムの走行軌跡の始点と終点に対して既知座標値を与えて、終点の既知座標値と3軸ジャイロシステムによる終点座標値を一致させ、その座標誤差を基にして始点と終点間にある内部計測上の座標値に対して、最小二乗法を適用して補正するものである。

図-5には、計測開始から25分までのデータに内挿補間補正を適用して算出した誤差 E の度数分布を、図-4に走行時間と誤差 E の平均値の関係を破線で示す。図-3と図-5の比較により、内挿補間補正を適用することにより、誤差 E の平均値が1.09mから0.49mに半減したことが分かる。また、図-4から内挿補間補正を適用した場合の誤差 E の平均値が50cm以内になるのは、測定開始から25分であり、本補正の適用により3軸ジャイロシステムの連続稼働時間が大幅に延長されることが分かる。

6. まとめ

GPSGシステムの実施工の適用に際し、施工規定方式のモデル施工を実施して、3軸ジャイロシステムの走行軌跡誤差を検証することにより、実用的な3軸ジャイロシステムの連続稼働時間を決定した。その結果、RTK-GPSとの誤差を50cmと設定した場合、新たに提案した内挿補間補正を適用することで、3軸ジャイロシステムは25分程度の連続稼働が可能であることが分かった。実施工の運用においては、RTK-GPSが25分以上連続して欠損した場合、振動ローラはRTK-GPSが捕捉できる場所、あるいは盛土ヤード上に設置した既知座標点に移動して既知座標を取得することで対処している。

現在、GPSGシステムを適用中の第二東名高速道路・伊佐布インターチェンジ工事においては、地形的な影響から10分程度RTK-GPSが欠損する場合は多々あるが、25分以上にわたりRTK-GPSが欠損する場合は少なく、また、短時間でRTK-GPSが捕捉できる場所に移動できるため、3軸ジャイロシステムの連続稼働時間25分という規制は実用上から特に問題となっていない。以上に示したように、RTK-GPSの欠損時対策として3軸ジャイロシステムは非常に有効に機能しており、100%走行軌跡データが保証できる点でGPSGシステムの導入効果が非常に大きいものとなっている。

<参考文献>1)皿海他:「GPSとジャイロを用いた締め管理システム」第56回土木学会年次学術講演集
第VI部門、2001年10月

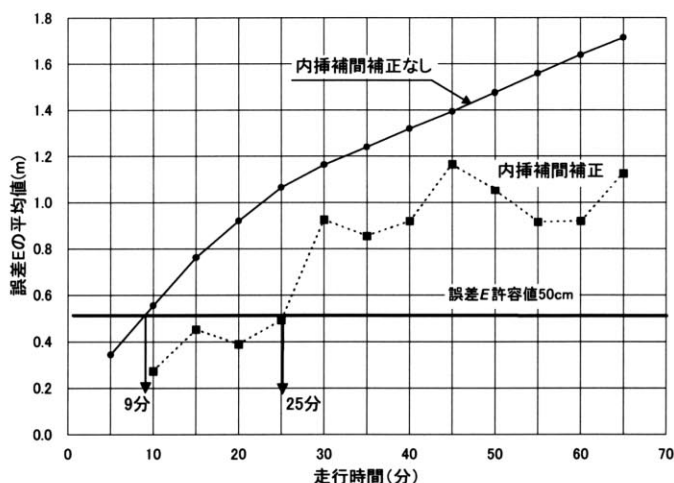


図-4 走行時間と誤差 E の平均値の関係

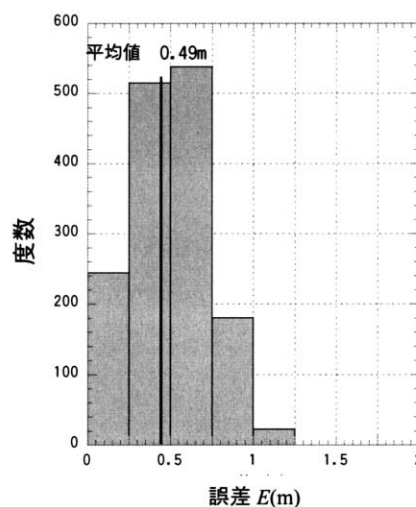


図-5 誤差 E の内挿補間補正後の度数分布 ($\alpha=25$ 分)