

VI-230

ディファレンシャルGPSを用いた
建設機械稼働管理

三井建設㈱	正会員	佐田	達典
三井建設㈱	正会員	中川	良文
三井建設㈱	正会員	高田	知典

1. はじめに

近年、自動車や船舶のナビゲーションシステムに人工衛星を利用した測位システムGPSが用いられている。GPSを用いると、衛星電波が届く場所であれば、地球上どこでもリアルタイムに自分の位置を求めることができることから、デジタルマップと組み合わせて利用されている。しかし、そこで使われているGPS受信機(GPS航法用受信機)は、位置測定精度が20m程度と粗いものである。

一方、建設機械の稼働管理や自動化・ロボット化を考える上で、位置計測技術は重要な要素技術の一つである。特に、野外で作業を行う建設機械の位置計測には、どこでもリアルタイムに位置を計測できるGPS航法用受信機の利用は、測定精度は別として非常に有効な方法と考えられる。そこで、筆者らは、このGPS航法用受信機を利用可能なレベルまで測定精度を向上させる手法について検討を行ってきた。そして、ディファレンシャルGPSと呼ばれる方法により、最大で20cm程度まで位置測定精度が向上することを確認した。本稿では、ディファレンシャルGPS及びそれを利用した建設機械稼働管理システムについて述べる。

2. GPS航法用受信機の測定精度

現在販売されているGPSナビゲーション受信機は、15m~20m(RMS誤差)の位置測定精度を唱っているものが多い。この精度は、地図上での概略の位置把握には十分利用できる精度であるが、移動体の正確な走行軌跡の把握には不十分である。また、GPSを管理している米国が、SA(Selective Availability)を発動している場合には、100m(95%確率)まで精度が低下する。

3. ディファレンシャルGPS

単独では精度が劣るGPS航法用受信機も、誤差要因を除去する補正データを受けることにより、精度を向上させることができる。これをディファレンシャルGPSといい、基準局から無線を通じて移動局に補正データを送り、移動局の位置測定精度を向上させる方法である。ディファレンシャルGPSには、次の二つの方式がある。

(1) 簡易ディファレンシャルGPS

基準局と移動局の測定位置(緯度、経度)を求め、単純に引き算して基準局からの相対位置を求める。計算に使用する衛星の組み合わせが基準局と移動局で異なれば、誤差が大きくなる。

(2) ディファレンシャルGPS

各衛星から受信機までの距離を補正するデータを、基準局から移動局に送り、移動局の位置を計算する方法である。距離を直接補正するため、計算に使う衛星の組み合わせは関係なくなる。

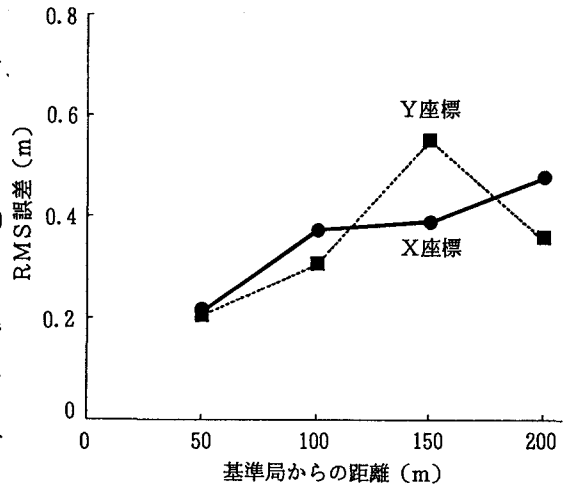


図-1 精度確認実験結果

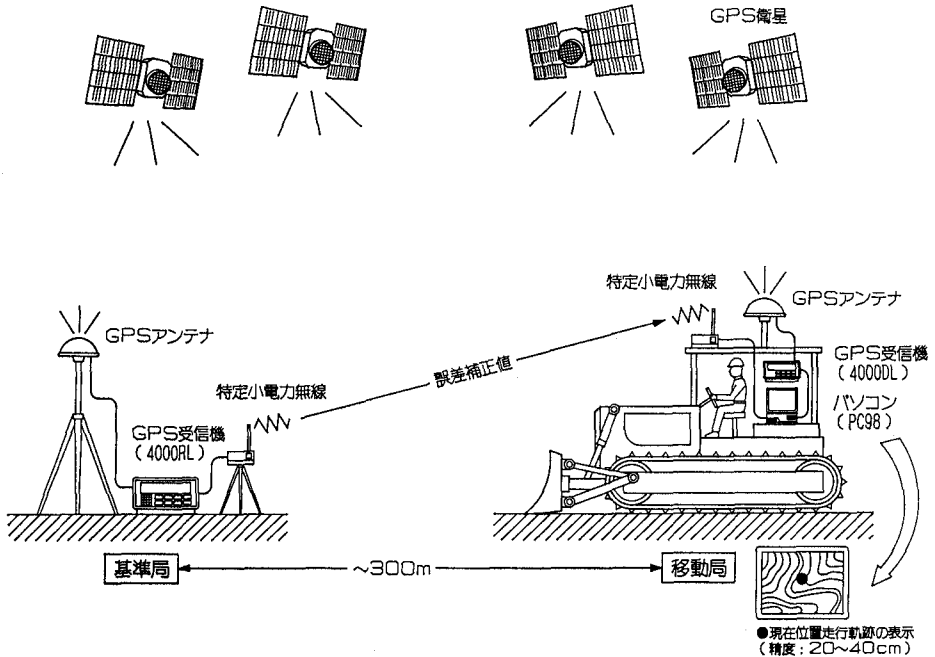


図-2 ディファレンシャルGPSによる建設機械稼働管理

4. 精度確認実験

簡易ディファレンシャルGPSについては、2m（RMS誤差）まで精度向上ができることを確認している¹⁾。今回は、米国製の受信機（基準局：4000RL、移動局：4000DL）と通信システム（特定小電力無線）を用いて、ディファレンシャルGPSの精度確認実験を行った。基準局からの位置が50m、100m、150m、200mの4点で各々30分、位置データを収集して（2秒間隔で測定、全部で900点）、X座標（北方向）、Y座標（東方向）についてRMS誤差を計算した（図-1）。なお、観測衛星数は5～7個、HDOPは1.0～2.0であり、衛星の観測条件は各点でほぼ同じとなった。図-1からは、基地局からの距離が大きくなるに伴い、誤差が大きくなる傾向が伺える。また、基地局からの距離が50mの点では、X座標、Y座標とも誤差は20cm程度である。この結果、基地局からの距離が200mまでは40cm程度の精度が期待できる。

5. 建設機械稼働管理への適用

ディファレンシャルGPSをブルドーザや転圧ローラーなどの建設機械稼働実績の自動記録を行うシステムとして適用を試みた（図-2）。このシステムでは、オペレータが運転席で稼働位置を確認できるよう、パソコン画面の作業平面図上に稼働軌跡と現在位置を表示するようになっている。特に転圧ローラーの場合、場所毎の転圧回数（メッシュの通過回数）を色で識別できるようになっているため、転圧作業の過不足の箇所を簡単に確認することが可能となる。画面を見ながら転圧不足箇所を無くすように作業することで、良好な施工品質を確保するとともに、過不足のない効率的な施工が期待できる。

6. 今後の展開

GPS受信機は、近い将来、さらに高精度（2cm程度）の受信機が登場することが期待される。これが利用可能になれば、稼働状況のモニタリングだけでなく、事前の測量作業を必要としないリアルタイム施工が考えられる。すなわち、運転席のモニターで機械の現在位置と設計図を確認しながら、構造物を施工する方式である。さらに、制御機構と組み合わせることで建設機械の自動化・ロボット化への応用が期待されることから、今後、CADや制御技術との統合を図っていく予定である。

【参考文献】

1) 中川良文 他：GPSを用いた重機位置把握システム、第2回建設ロボットシンポジウム講演集、1991.7.