

基線連結によるキネマティック GPS 測位の長距離化

Elongation of kinematic GPS survey by multiple baseline connection

近添 裕司[1], 田部井 隆雄[2], 辻井 利昭[3], 草場 亮一[4]

Hiroshi Chikazoe[1], Takao Tabei[2], Toshiaki Tsujii[3], Ryoichi Kusaba[4]

[1] 高知大・理, [2] 高知大・理・自然環境, [3] 航技研・飛行システム, [4] ソキア北海道

[1] Phys., Kochi Univ., [2] Natural Environmental Sci., Kochi Univ., [3] FSRC, NAL, [4] Sokkia Hokkaido

GPS 測位と音響測距を併用した海底地殻変動観測を行う場合、長距離キネマティック GPS 測位は必須である。本研究では基線長の増加に伴うキネマティック測位の精度低下を定量的に評価し、基準点と移動体の間に移動中継点を設ける基線連結法によって測位精度の向上を試みた。今回はアンテナを静止させたままで取得したデータをキネマティック解析することにより、座標値の見かけ上の時間変動からキネマティック解の精度評価を行った。解析には航空宇宙技術研究所で開発された KINGS (Kinematic GPS Software) ver.3.3 を用いた。その結果、基線連結法による精度向上が確認された。

GPS 搬送波位相の干渉法は移動体の精密測位(キネマティック GPS 測位)に利用されている。高精度化には大気圏電波伝播遅延、電波多重反射(マルチパス)、衛星軌道、アンテナ位相中心といった誤差要因を考慮する必要がある。これらの誤差の多くは基準点から移動体までの基線長とともに増大し、長基線測位では搬送波位相の二重差による相殺が困難になる。本研究では基線長の増加に伴うキネマティック測位の精度低下を定量的に評価し、基準点と移動体の間に移動中継点を設ける基線連結法によって測位精度の向上を試みた(草場ほか, 1998)。今回はアンテナを静止させたままで取得したデータをキネマティック解析することにより、座標値の見かけ上の時間変動からキネマティック解の精度評価を行った。基準点からの距離がそれぞれ 4, 18, 25, 39, 50, 58, 78km の地点に GPS アンテナを固定し、3 時間にわたって 1 秒データを取得した。仰角 15 度以上のデータを取得したが、一部の点では地形的条件、人工的擾乱による観測途中でのデータの不連続が認められた。解析には航空宇宙技術研究所で開発された KINGS (Kinematic GPS Software) Ver.3.3 を用い、衛星軌道情報として IGS 精密暦を使用した。

基線長が 50km 以内のとき、水平面内の座標値の見かけ変動の RMS は基線長にほぼ比例し、10km の基線長増大に対し約 6mm の精度低下率が認められた。一方、基線長が 58km, 72km の点では RMS がそれぞれ 5.5cm, 9.4cm と急激に増大し、長距離キネマティック測位の問題点が明らかになった。短時間に限れば RMS がずっと小さい時間帯が認められるが、RMS が小さくとも真の解からの偏差が大きく変動する場合も考えられる。これを検証するため、58km 点と 78km 点ではあらかじめ 30 秒サンプリングで 2 日間静止測量を行い Bernese Ver. 4.0 によって精密位置を決定し、静止測位解と基線連結によるキネマティック解との直接比較が可能になるようにした。精度評価には RMS のみならず、真の解からの偏差も同時に考慮すべきであるが、実際の移動体測位の場合には後者を決定することは不可能であるので、注意を要する。

次に、78km 点を最終点、その他の点を中継点として基線連結解析を行った。38km 点を中継点とした 2 基線連結の場合、78km 点におけるキネマティック解の静止測位解からの水平面内のずれは RMS にして 5.6cm, 25km 点と 50km 点を中継した 3 基線連結の場合は 4.9cm となった。中継点を設けなかった長基線解析に比べ、精度向上が確認された。今回用いたアンテナは位相中心変動の比較的大きいマイクロストリップ型であるが、アンテナの回転や傾斜を伴うキネマティック測位では位相中心変動の補正は行なわれない。位相特性の良好なアンテナを使用することはキネマティック測位においても重要である。また、大気遅延補正の不可能なキネマティック測位では、大気条件の良好な日時を選んで測位を行う重要性も認識すべきと考える。

キネマティック測位の長距離化を行うにあたり、基線連結法の有効性が示された。日本周辺のプレート境界の大部分は沿岸から距離 100~200km の位置にある。GPS 測位と音響測距を組み合わせた海底地殻変動観測を行う場合、長距離キネマティック測位は避けられない。今回示した基線連結法はこのような目的に合致したものである。さらに、今回使用したソフトウェア KINGS は、データの取得が途中で途切れても固定基準点へ戻って位相の ambiguity の最初期化を行う必要がない On-The-Fly 手法を採用しており、海上の精密測位にきわめて有効なものと考えられる。