

RTK-GPS の相対変位計としての利用に関する実験的検討

港湾空港技術研究所	正会員	○竹信	正寛
港湾空港技術研究所	正会員	菅野	高弘
国土交通省関東地方整備局 東京空港整備事務所	正会員	鈴木	紀慶
国土交通省関東地方整備局 東京空港整備事務所	正会員	鈴木	大介

1. はじめに

地震時における地盤変位は理論上、加速度計より得られた加速度時刻歴を2回積分することによって算定する等の手法を用いて得ることができるが、計算上の累積誤差によって正確な変位が求められないケースも多く、残留変位ないし変位時刻歴を算定する際は、対象となる点の変位を直接計測することが理想的である。

その代表的な手法として GPS の利用が挙げられるが、特に測位方式として RTK-GPS 方式を採用した場合、GPS 基準局と GPS 観測局（以下、基準局、観測局と略）間の基線ベクトルを高サンプリング数（最大 20Hz）により取得することができ、観測局が移動した際の基線ベクトルを各時刻において得ることが出来れば、観測局の変位を動的に計測することが可能である。この応用例としては、例えば文献¹⁾等が挙げられる。

観測局の絶対座標を正確に計測するためには、基準局は既知点かつ不動点である必要がある。地震発生時に基準局が変位すれば、得られる絶対座標は基準局が時々刻々と変化するため正確な値ではない。しかし、仮に基準局が変位したとしても、各時刻における基線ベクトルを得ることが出来れば、図1に示すように、観測局 A,B 間の点間距離は各時刻で追跡可能であるため、点間距離の相対時刻歴を得ることが可能であると考えられる。

このような計測方法は GPS 測位本来の計測方法ではないが、観測局間の相対距離を計測する手法として有効であると考えられる。本研究では、RTK-GPS の相対変位計としての利用可能性について検討するため、実験的検証を行った。

2. 実験方法

図2に実験方法の概要を示す。実験では、実験中不動である基準局 A および加振台上に設置した基準局 B を準備し、更に実験中不動である観測局 A および振動台上に設置した観測局 B を準備した。加振台上の基準局 B および振動台上の観測局 B の加振中の変位振幅および振動数を計測するため、それぞれの台上に変位計測用のターゲットを設け、加振中の変位をレーザー変位計により計測した。基準局 B を設置した加振台は写真2に示すようにリニアガイド等により構成されており、手動により台変位を強制的に与えることとした。観測局 B が設置されている振動台は、両振幅 50mm 程度の振幅を有する正弦波を出力することができる。

基準局 B および観測局 B の加振振幅および振動数を適宜変化させた際の、“基準局 A から取得した観測局 A,

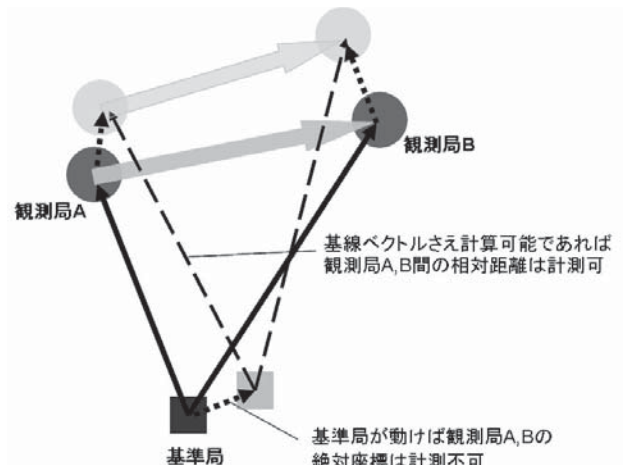


図1 移動する基準局と観測局相対変位の関係



写真1 基準局 A 設置状況

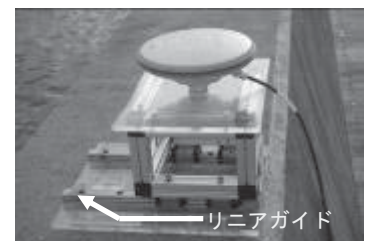


写真2 基準局 B 設置状況

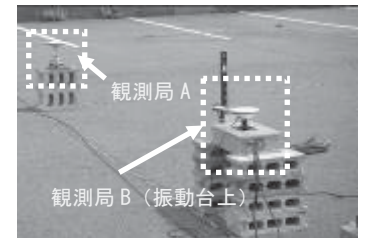


写真3 観測局 A, B 設置状況

キーワード RTK-GPS, 変位時刻歴, 残留変位, 振動台実験

連絡先 〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1 独立行政法人 港湾空港技術研究所 TEL 046-844-5058

B の点間距離（計算方法 1）” および “基準局 B から取得した観測局 A,B の点間距離（計算方法 2）” について整理を行った。

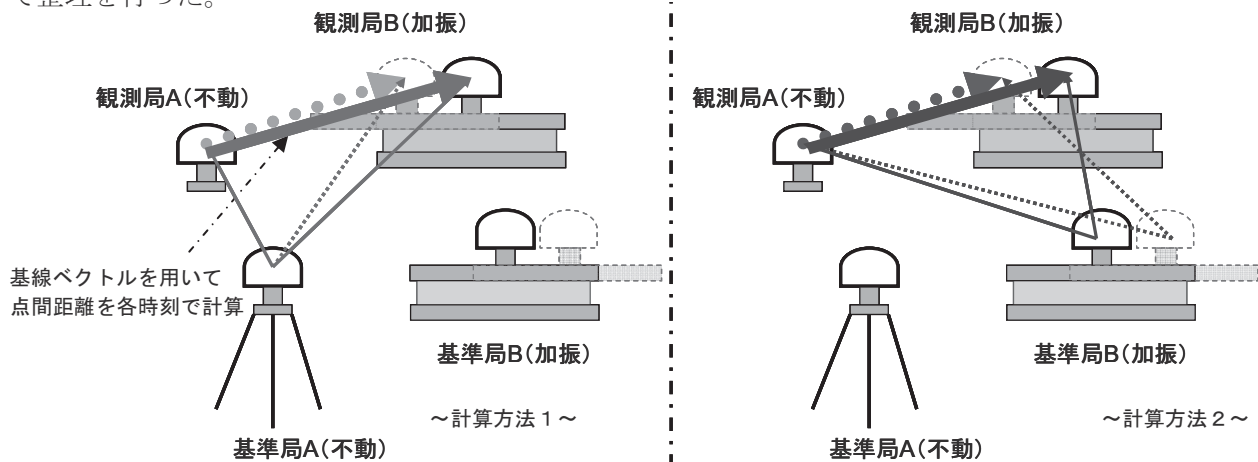


図2 実験方法と各計算方法の比較図(時々刻々と変化する基線ベクトルから計算した観測局 A,B 間距離を比較)

3. 実験結果

図3は各実験ケースにおける観測局 A, B 間の点間距離時刻歴について、計算方法による差を比較したものである。上記に示した実験条件より、観測局 B が設置されている振動台を両振幅 50mm で加振したため、観測局 A,B 間の点間距離も 50mm 程度変化することになる。(2Hz で加振したケースでは振動台の性能上 30mm とした。) 図に示すように、基準局を固定した際の観測局点間距離（計算方法 1）については、観測局 B の加振条件によらず高い精度で計測可能であると言える。ただし、基線ベクトルのサンプリング周波数は最大で 20Hz であるため、正弦波 2Hz 程度以上の高周波変位波形については、その波形形状の取得は困難である。

一方、基準局の位置が変動した際の観測局点間距離（計算方法 2）は、基準局の加振速度が遅い条件では、点間距離時刻歴が計算方法 1 とほぼ一致するものの、加振速度が速い条件では基線ベクトルが計算出来ない現象（いわゆる“フロート解”が得られる状態）が表れ、少なくとも基準局の振幅が一定以上（ここでは両振幅 60mm）で、かつ振動数が高い状態で変位した場合、観測点間における相対距離の時間的変化の追跡は困難であることが実験結果より確認された。このため、RTK-GPS を用いる方法により観測点間の相対変位時刻歴を得たい場合には、例えば基準局固定用のアンテナに免震装置を導入し、長周期化させる等の工夫を行う必要があるが、当案については、2010 年供用開始予定の羽田空港 D 滑走路における栈橋部と埋立て部の地震時相対変位を確認する手法として、その実証実験を行う予定である。なお、フロート解が発生する詳細な条件については、今後の検討課題である。

ただし、振動台を停止させた後の残留変位は、どの実験ケースとも計測方法によらず一致しているため、仮に地震中の相対変位が取得できない状況になっても、地震終了後の観測点間の相対残留変位については把握することができると思われる。

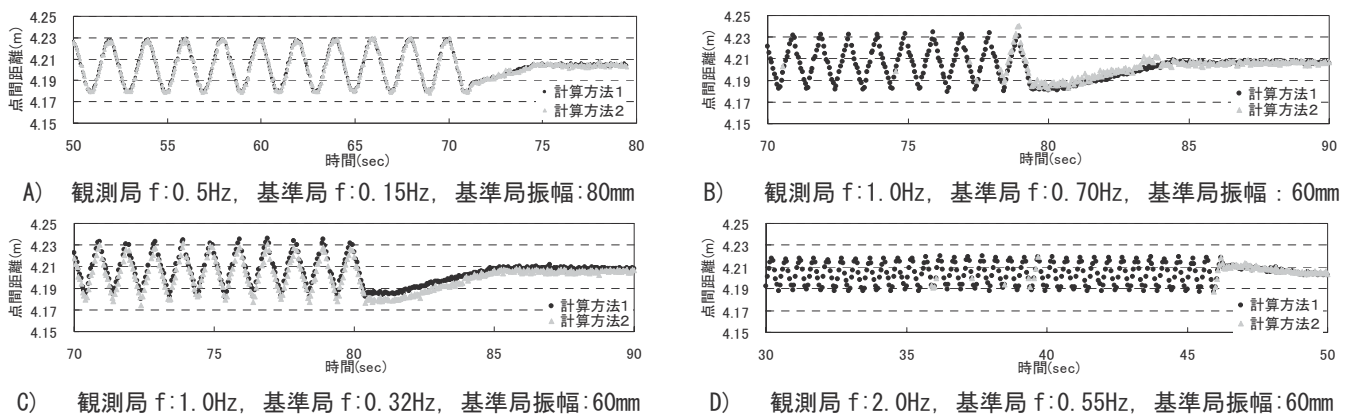


図3 計算方法 1, 2 による点間距離の比較（観測局 B および基準局 B の振動状態を適宜変化させた場合）

参考文献 1) 石原他, GPS を利用した建物の風応答計測に関する基礎的研究, 日本建築学会大会講演梗概集, pp212-212, 2000