

GPS 単独精密変動検出法(PVD : Point precise Variance Detection)

Precise Variance Detection by a Single GPS-Receiver --- PVD (Point precise Variance Detection) Method ---

寺田 幸博[1], 土屋 淳[2], 一色 浩[3], 木下 正生[4], 柿本 英司[5], 神崎 政之[6], 丹野 貴之[6], 加藤 照之[7]

Yukihiro Terada[1], Atsushi Tsuchiya[2], Hiroshi Isshiki[3], masao kinosita[4], Hideshi Kakimoto[5], Masayuki Kanzaki[6], Takayuki Tanno[6], Teruyuki Kato[7]

[1] 日立造船(株)技術研究所, [2] 日測協, [3] 日立造船・研要, [4] 日立造船 研電, [5] 日立造船・技術研究所, [6] HZS, [7] 東大地震研

[1] Technical Research Institute, Hitachi Zosen Corporation, [2] JAS, [3] Eng. Tech. Ctr, Tech. Res. Inst., Hitachi Zosen Corp., [4] HZ KENDEN, [5] Technical Research Institute, Hitachi Zosen Corporation, [6] HZS, [7] Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo

ブイに GPS のアンテナを付けると、波面の動きを測ることが可能である。キネマチック法を用いれば、高精度で計測可能であるが、陸上基準点においても計測が必要である。リアルタイム計測では、基準点と観測点の距離を取れない。

また、観測点から基準点へ大量のデータの伝送が必要である。さらに、キネマチック法は計算負荷が大きくて、通常あまり高速のサンプリングはできない。

基準点を設けなくても精度よく測る方法があれば大変便利である。本報告は、このような方法を提案するものであり、その計測法を単独精密変動検出法(PVD : Point precise Variance Detection)と呼ぶことにしたい。

1. 緒言

ブイに GPS のアンテナを付けると、波面の動きを測ることが可能である。キネマチック法を用いれば、高精度で計測可能であるが、陸上基準点においても計測が必要である。リアルタイム計測では、基準点と観測点の距離を取れない。

また、観測点から基準点へ大量のデータの伝送が必要である。さらに、キネマチック法は計算負荷が大きくて、通常あまり高速のサンプリングはできない。

基準点を設けなくても精度よく測る方法があれば大変便利である。本報告は、このような方法を提案するものであり、その計測法を単独精密変動検出法(PVD : Point precise Variance Detection)と呼ぶことにしたい。

2. PVD 法のアイデアとその結果

PVD 法のアイデアは、簡単である。「観測点のアンテナが揺れると、必ずデータにその変動が乗るはずであるので、これを取り出せばよい。搬送波の位相を使えば、高精度が期待できる」というものである。

本報告では、昨年 3 月に三浦半島の油壺湾沖で採取したブイの上下動データに基づいて説明する。ブイの上下動は潮汐および風波に起因するが、ここでは短周期の風波(周期 4, 5 秒)の計測法に関して述べる。近くにある東大地震観測所の屋上にも、GPS アンテナを置いて計測を行った。この点のデータは PVD 法では必要でないが、この点を基準点と呼んで、観測点データとの比較に用いる。なお、基準点と観測点の距離は約 1.5km であり、両地点におけるデータのサンプリング周期は 1 秒である。搬送波としては、L1 波を用いているが、両地点の距離が小さいので、L2 波を用いて電離層補正を行っても結果は変わらない。

位相距離のデータ L1 に、2 次曲線当てはめてその残差 $L1^*$ を求めると、風波によるアンテナの揺れを反映する短周期のデータの変動が浮き上がってくる。基準点のデータには、このような短周期の変動は、乗っていない。

さらに、このようにして求められた残差の時系列データ $L1^*$ に、49 点の移動平均を掛けたものと、残差 $L1^*$ からこの移動平均を引いたものを作る。前者がローパス・フィルタを通した時系列 $low(L1^*, 49)$ であり、後者がハイパス・フィルタを通した時系列 $high(L1^*, 49)$ である。

基準点の固定点であるから、49 点移動平均による高周波成分 $high(L1^*, 49)$ はゼロであるはずであるが、ゼロでない。これは、衛星、電波の伝播路および受信機に起因するノイズと考えられる。当然、観測点の高周波成分 $high(L1^*, 49)$ にもかなり大きなノイズが乗っている。

別途求めた RTK 法の結果によると、観測日には 9 秒を越えるような長周期の風波は存在しなかった。そこで、49 点移動平均による高周波成分 $high(L1^*, 49)$ に 9 点移動平均を掛けて、低周波成分 $low(high(L1^*, 49), 9)$ と高周波成分 $high(high(L1^*, 49), 9)$ を求めた。低周波成分 $low(high(L1^*, 49), 9)$ については、基準点と観測点の両方において、同程度の大きさのノイズが見られる。一方、高周波成分 $high(high(L1^*, 49), 9)$ については、基準点のデータにわずかながらノイズが見られると共に、観測点では明らかに風波と思われる信号が見られる。ただし、観測点データの誤差の目安は、基準点のデータより得られる。

高周波成分 $high(high(L1^*, 49), 9)$ より、この成分に対応するアンテナの動きの x, y, z 座標成分を求めると、

別途求めた RTK 法による結果とよく合っていることが確認できた。すなわち、風波成分のような高周波成分は、単独測位でも高精度で計測可能である [1]。

低周波成分 low(high(L1*, 49), 9)に見られる誤差のうち、衛星に起因するもの、伝播路に起因するものは、単独測位では除去できない。

3. 結論

- (1) 比較的高周波の変動成分は、単独測位でも精度良く計測可能である。
- (2) PVD 法は、計算負荷が小さいので、高周波変動成分の計測を可能としよう。
- (3) 低周波域ではノイズが大きいので、現時点では単独測位では対処できない [1]。
- (4) 従来からあるキネマチック法と KVD 法を組み合わせたハイブリッド法が可能で、全周波数域における計測が可能となろう。

参考文献

[1] 土屋 敦 ほか，“GPS 簡易キネマチック法による精密変動検出法(KVD : Kinematics for precise Variance Detection)”，地球惑星科学関連学会 2000 年合同大会，(2000/June)