

GPSを活用したのり面防災システムの開発

東海旅客鉄道（株）FI-会員 関 雅樹
 東海旅客鉄道（株）正会員 石川 達也
 東海旅客鉄道（株） 荒鹿 忠義
 東海旅客鉄道（株）正会員 鈴木 繁
 （株）日立製作所 初本 慎太郎

1. はじめに

鉄道の切取・盛土，トンネル坑口区間では，降雨，地震等によりのり面崩壊などの災害が発生する可能性がある．このため，列車の安全・安定輸送を確保するため，異常時には一旦列車を停止させた後，保線警備員により異状がないことを確認し，列車の運転再開・速度向上の手続きを実施している．今後更なる安全性の向上と，列車の運転中止時間を短縮する目的のために，危険箇所の固定警備，即座の現地確認が必要となる．そこで，著者らは，GPSを活用して崩壊の検知及び災害の予兆を捉えることを目的とした「のり面防災システム」を開発してきた．1999年度から東海道新幹線において現地モデル計測を実施してきた．

本稿では，のり面計測にGPSを適用する上での問題点として，軌道隣接等の環境条件の影響，要求精度の把握，コスト対応力について検討した結果を報告する．

2. 実験内容

(1) 実験の目的

軌道隣接等の環境条件の影響や要求精度を把握するため，軌道隣接箇所での連続観測の信頼性，列車通過時の精度への影響，高圧電線の精度への影響，変位検知・予知の要求精度の把握について検証を行う．

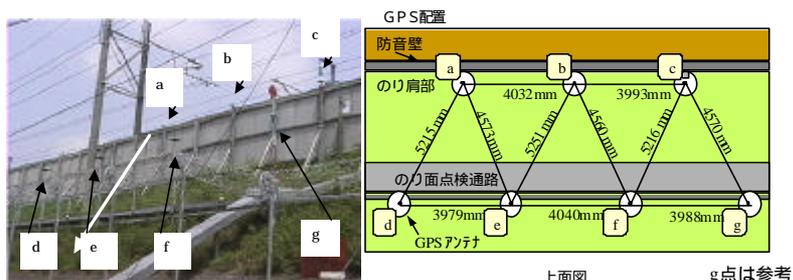


図 - 1 A地区のGPS設置概要と配置図

(2) 実験概要

鉄道盛土2箇所を使って，単独測位GPSと高精度GPS（Real Time Kinematic 測位，以下RTK）を設置し，それぞれ連続測位を行った．RTKの補正情報は，近傍の建物の屋上から特定省電力無線，有線ケーブルにより送信したのり面上のGPS配置構成を図-1，2に示す．

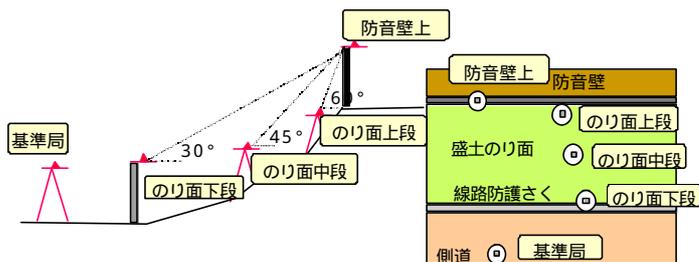


図 - 2 B地区のGPS設置概要と配置図

(3) 実験結果

のり面上段の測位点で，防音壁の遮蔽により時折衛星からの受信が不安定となり測定精度が落ちた以外には，軌道隣接箇所，列車通過，高圧電線近傍などの鉄道施設特有の環境条件による影響はなか

表 - 1 検証項目と結果

検証項目	結果	
軌道隣接箇所での連続観測信頼性	・ のり面上段では防音壁の影響を受け，時おり不安定 ・ 防音壁上，のり面中段，下段では安定	
列車通過時の影響	・ 270km/h 走行でも影響なし	
高圧電線近傍での影響	・ 影響なし	
変位検知・予知の要求精度把握	RTK	上段：±3cm，中段：±2cm， 下段，防音壁上：±1cm
	単独測位	8～15m

った。また、測定精度についてはRTK方式では数cmのオーダー、単独測位方式では10数mのオーダーであった。データ処理方法によりさらにどの程度まで精度を向上できるかについて検討した結果を表-2に示す。

その結果、RTK方式では、のり面上段測位点の±3cm程度の精度がデータ処理により±1cm程度まで改善した(図-3(a)(b))。一方、単独測位方式では、ばらつきが8~15mもあり、データ処理方法の見おしによる精度の改善結果は見られなかった。

(4) 考察

これまでの実験結果からRTK方式により「のり面防災システム」に適用できる見通しを得た。問題点としては、RTK受信機のコストは现阶段では高価であることである。本システムのように多くの測定箇所にGPS設置が必要なケースでは、実用化のためには、システムのコストダウンが課題といつてよい。

3. ネットワークサーバ型計測システムの構築

著者らは、コストダウンにより実用化を図るため新たな機種を開発した。RTKよりもコストが廉価なネットワーク型RAWデータ受信機(新規開発)とサーバ型一括測位計算ソフトを利用することでコストダウンが図れる。新たなシステムにより「のり面防災監視システム」を部分的に導入することを検討している。計測システムは、図-4に示す通りである。ローカル処理装置、GPS基準局、GPS移動局(測位点)で構成される。ローカル処理装置にて基準局と移動局(測位点)のRAWデータを受信し、一括測位計算を行い各移動局の精密位置を決定するものである。この結果、廉価型RAWデータ受信機を高精度RTKと同等の性能を保有することが可能なシステムとなる。

4. まとめと今後

- (1) 著者らがすでに特許出願している「列車軌道防災監視システム」はRTK方式により適用可能であり、崩壊検知が可能である見通しを得た。
- (2) システムコストを低減するために新たにサーバ型一括測位計算処理システムを考案した。
- (3) 今後さらにシステム構築を推進し、検知だけでなく災害の予兆が発見可能となるレベルまでのシステムを目標にして、実用評価検証を行っていく。
- (4) 現場到着に時間を要し、徒歩点検完了までに時間を要する閑散線区への適用や、鉄道以外の道路等他事業者への適用も十分可能であると考えられる。また、火山活動の観測にも精度面でも有効と提言したい。

表-2 データ処理による精度の向上

測位方式	データ処理方法	結果
RTK	前日観測データとの差分	・精度は±1cm程度まで向上、変状検知可
単独測位	ア) 2点間の基線長	・精度向上せずのり面変状検知適用不可
	イ) 10分間平均の基線長	・精度向上せずのり面変状検知適用不可
	ウ) 前日観測データとの差分	・精度向上せずのり面変状検知適用不可

RTK測位結果(経度方向変位)

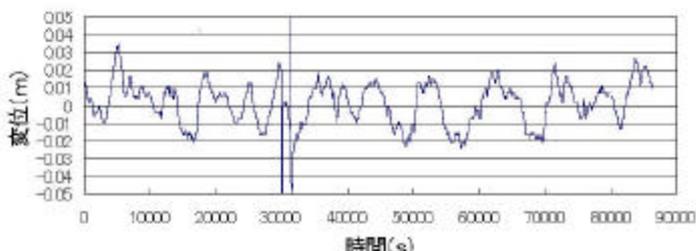


図-3(a) のり面上段RTK測位結果

1衛星周期前との差分処理による精度向上解析図(経度方向変位)

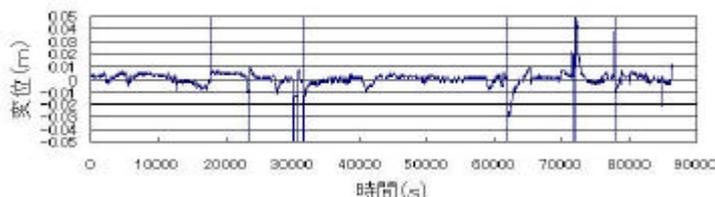


図-3(b) のり面上段RTK測位結果(データ処理後)

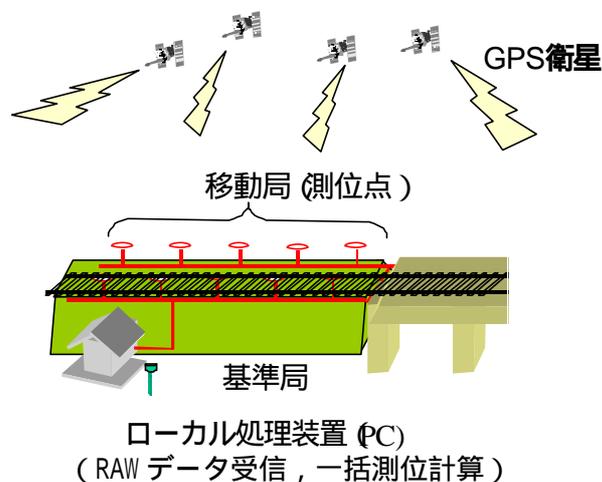


図-4 ネットワーク型計測システムのイメージ