

光歪みセンサによる埋設式陥没監視システムの現場適用

NTT インフラネット(株) ○小笠原登貴雄、倉橋渡、藤川富夫
東日本旅客鉄道(株) 初貝隆一、伊藤武志、古山章一

1. はじめに

近年、光ファイバの特徴である低損失性、優れた耐候性、無誘導性等が着目されおり、土木・建築分野の計測、防災監視、構造物の変状監視等に光ファイバを利用した計測技術が導入されている。

著者らは、線路下横断構造物をパイプルーフ工法などエレメント推進あるいはけん引工法により構築する場合に生じることがある鉄道路盤の陥没現象を、地中に設置したセンサで検知する方法を開発した。

本文では、これまで雪のため地表面の陥没監視が困難であった地域において、この埋設式陥没監視システムを適用して施工した結果について報告する。

2. 陥没監視システム

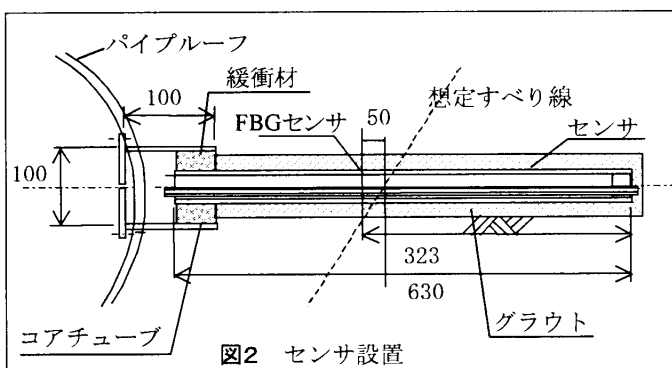
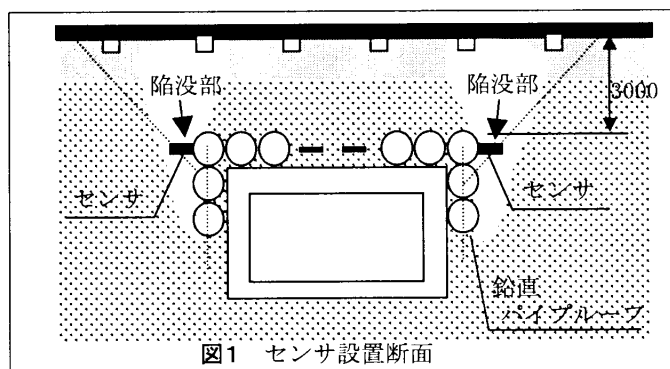
2-1 従来の計測方法

従来、路盤の陥没監視は軌道変状監視装置を設置するとともに、軌道監視員により目視確認を行っている。軌道変状監視装置としては、レールに反射鏡を取り付ける方法、あるいは計測器によってレール移動量を自動計測するものが多く用いられている。しかしこれらの方法では、積雪および降雪により視界が遮られるような場合は計測ができないなどの問題があり、積雪および降雪の有無に左右されない計測方法の開発が求められていた。

2-2 計測機器の配置

そこで、図1に示す最上段の鉛直パイプルーフから、地山側に向かって陥没検知センサを突き出して設置し、空洞の発生・成長によって現れる土砂の下方流動や地山の変形を直接とらえる方法を考案した。図2にセンサ設置の詳細を示す。函体推進に伴ってパイプルーフの上下移動が予想されたため、センサはパイプルーフと縁切できるようにコアチューブを設置し、緩衝材を用いてセンサがパイプルーフの動きに影響されない構造とした。センサの固定は想定すべり線より地山側に支持させる構造とした。

センサは、図3に示すように上り、中、下り線のレール直下11箇所に設置した。



キーワード：FBG、路盤陥没、パイプルーフ工法

連絡先 〒980-8538 仙台市青葉区一番町2丁目8-1 NTT インフラネット(株) 事業開発部 TEL 022-213-1968
〒980-8580 仙台市青葉区五橋1丁目1-1 東北工事事務所 工事管理室 TEL 022-266-9664

2-3 埋設式陥没監視システム構成

図4に埋設式陥没監視システム構成を示す。各センサから光ファイバを延長し、計測装置と接続した。

各センサのデータの収集は1分毎とし、事前計測を含め3箇月間に渡り計測を行った。データの評価は、5分前・前日の同一時刻と比較し、その差が管理値を超えた場合は、監視パソコンへ表示するとともに、監視担当者の携帯電話へ音声通報ができるシステムとした。また、異常時には管理値超過、停電、ケーブル断線などが確認できるシステムとなっている。

3. 計測結果

図5にレベルによるホームの高さおよびセンサの歪み計測記録を示す。函体推進時において路盤陥没は観測されなかったものの、函体が中線直下を通過する頃から、ホームの沈下が認められる。これは土砂を掘削しながら函体を推進することにより、地山が開放されパイプルーフにたわみが生じたためと想定できる。

設置した各センサには、これに対応して引張ひずみが生じており、土中の動きをよく捉えていることがわかる。

またパイプルーフの裏込め・中込め終了後には、パイプルーフの自重の増加により、センサに引張ひずみが生じているものと思われる。

4. まとめ

本システムの現場への適用により、センサは函体推進に伴って発生したパイプルーフのたわみと想定される地山の動きを捉え、土中の動きを数値として表すことができた。今回は、1本のセンサ管に1個のFBGセンサを取り付けたが、複数のFBGセンサを配置することなどにより、さらに詳しい地山の動きが把握できると思われる。

センサは函体推進による地山の動きだけでなく、土被りが3m程度と大きかったにもかかわらず、列車荷重による地山の動きも捉えている。

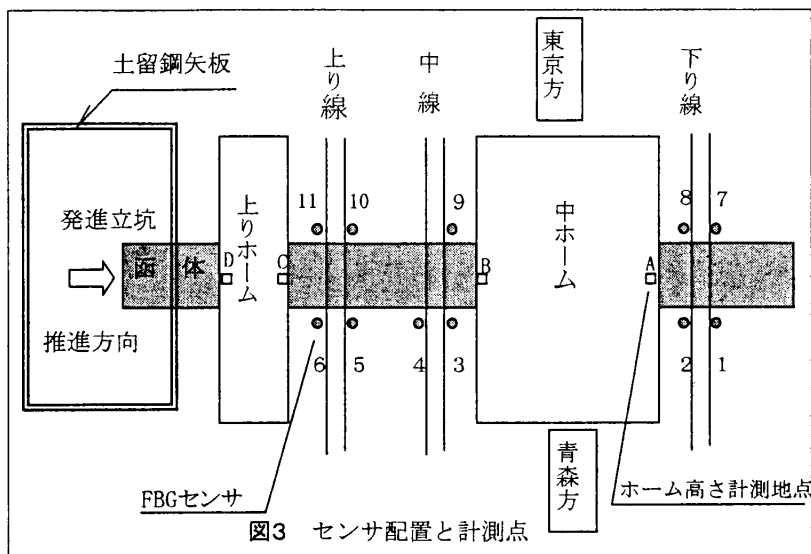


図3 センサ配置と計測点

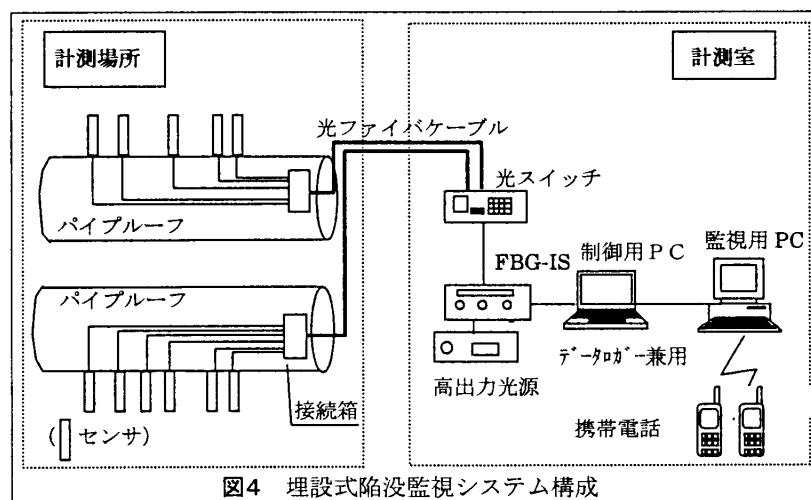


図4 埋設式陥没監視システム構成

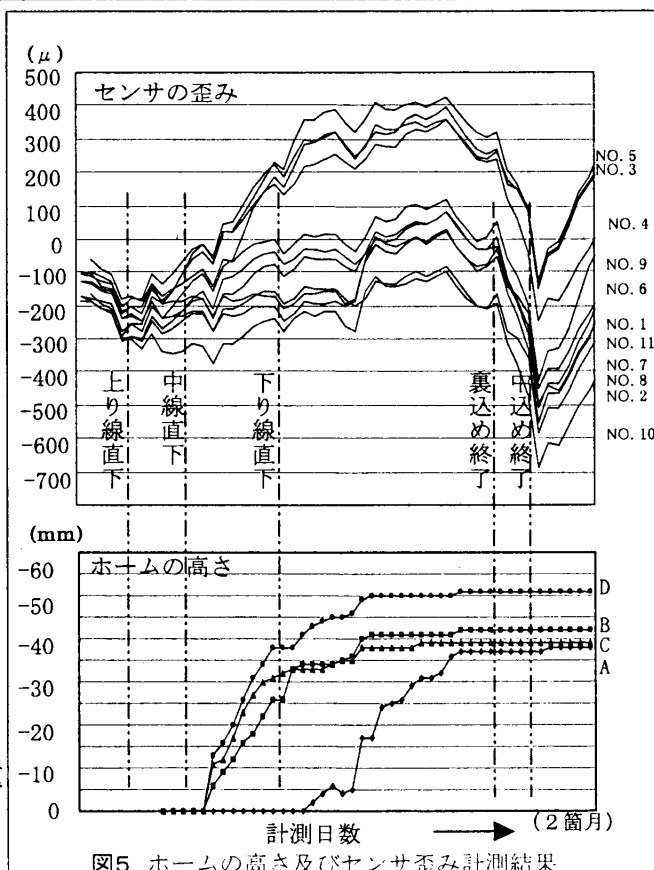


図5 ホームの高さ及びセンサ歪み計測結果