

光ファイバーセンサーを用いた地盤挙動計測

（財）鉄道総合技術研究所 小島謙一，村田 修，平山勇治
 三菱重工業（株） 伊藤裕昌，山浦剛俊
 滋賀県 藤田喜世隆

1. はじめに

光ファイバーを用いたひずみセンサーは連続的に計測が可能であり，遠隔地でモニタリングができることや軽量で取り扱いやすい点から，土木分野でも構造物の維持管理モニタリングシステムとして用いられるようになってきている．しかし，盛土や地盤など土の内部における変形挙動に関するセンサーとしては，センサーの損傷や耐久性，計測精度に対する問題から実用段階には至っていない．

本論文では，光ファイバーで地中の変形を求めるためのセンサーの開発を目的として，実際の掘削現場を用いて光ファイバーセンサーを試験的に設置¹⁾し，計測精度について検討を行った結果を示す．

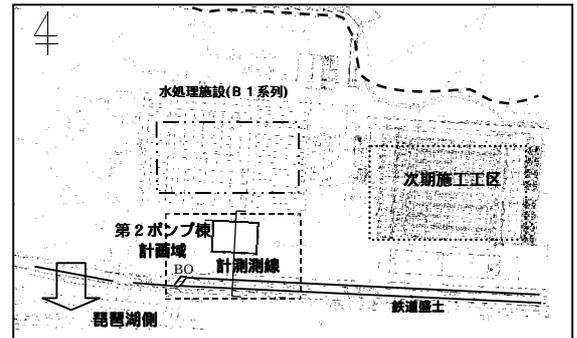


図-1 現場平面図

2. 計測概要

現場は彦根市にある東北部浄化センター建設現場である．本現場は，N値が0の腐植土が10m程度堆積する超軟弱地盤である，地下水位が地表面から0.3～0.5m程度と非常に高い，盛土による鉄道構造物が近接している，という条件下において大規模な掘削工事が行われている．平成13年12月からは最も鉄道盛土に近く，掘削深さの深いポンプ棟の施工が開始されており，鉄道盛土に対する影響が懸念される．図-1に現場平面図を示す．図-2は本現場で設置した計測器の配置である．鉄道盛土を中心に変位等の計測を行っている．計測内容の詳細については参考文献2)を参照されたい．

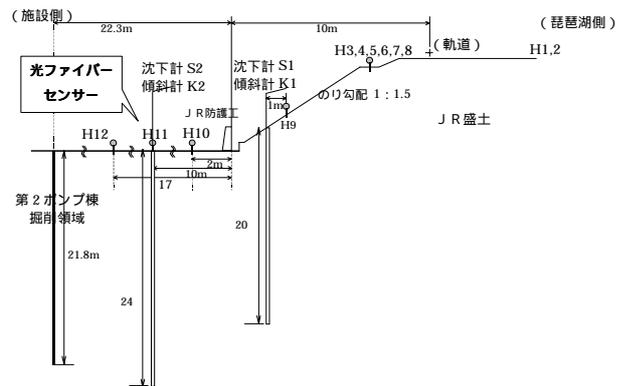


図-2 計測器配置図

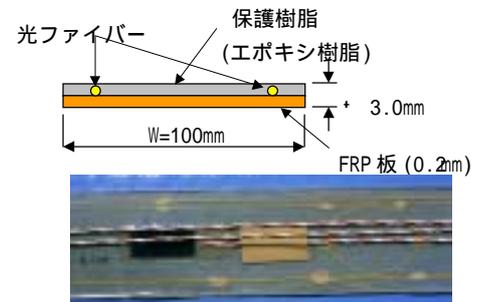


図-3 光ファイバーセンサー

光ファイバーセンサーは軟弱地盤において高精度にかつ連続的に計測を行うことを目的とした．センサーの構造は過去に行った実験結果³⁾からループ型を採用し，土中において腐食がないようにFRPを母材に採用した．図-3にセンサーを示す．FRPの板状の母材に光ファイバーを貼り付け，その上から約3mm程度のエポキシを用いてセンサーの固定および保護を行った．センサーのサイズは幅：100mmとし，他の計測器同様に25mの深さまで設置した．センサーには比較検討を行うため，ひずみゲージも光ファイバー側15点(1.5mピッチ)，裏面5点設置した．母材は軟弱地盤での変位に追従できることを目的に0.2mmという薄いものを用いた．設置は参考文献1)に詳細に示すが，設置箇所は他の計測結果を反映させるため，図-2に示すポンプ棟から10mの位置とした．

キーワード：光ファイバーセンサー，土構造物，計測管理

連絡先：(住所)〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38，(TEL)042-573-7261，(FAX)042-573-7248

3. 計測結果

図-4 に本センサーに設置したひずみゲージの計測結果を示す．計測値は設置時（平成 13 年 12 月）に計測した値を初期値として 2 回目の計測時の値（平成 14 年 3 月）との増分で示している．図中 が光ファイバーセンサーと同じ面に設置したのひずみゲージの値， が裏側の面での値であり，また + が引張り，- が圧縮である．表層から深さ 10m 程度の間にある腐植土層が主要因となり，鉄道盛土側が圧縮する変形モードが生じている．図-5 に変形モードを示す．計測期間において，当現場では掘削工事のための土留め壁の施工が実施されており，主として土留め壁の施工機械の足場のための表層改良と地中連続壁による土留め壁が施工されている．本センサーがとらえた変形の要因として，表層改良の際に投入した土砂の影響等が考えられる．

図-6 に光ファイバーセンサーの計測結果を示す．光ファイバーセンサーは盛土側の面に上端からループ構造で下端まで貼り付け，そのまま直線で上端まで戻っている．図中折り返し部分とはループ状で設置した部分であり，直線部分は下端から上端まで直線で貼り付けた部分である．光ファイバーセンサーは通信線を含めて連続であり，横軸にはその位置を長さで示している．430(m)と示した点がセンサーとしての始点であり，530(m)が終点である．上端から下端に至るまで全ての位置でひずみが計測できており，光ファイバーセンサーの特徴である連続的な計測の状況が理解できる．計測値を比較すると，若干，上部でのひずみゲージとの差が見られるものの，概ね双方の値は一致していると言える．また，ある程度長いセンサーであれば（ここでは 25m）となれば，直線状のセンサーであっても比較的良い計測精度が保たれることが確認できた．

4. まとめ

地中変位を計測する光ファイバーセンサーとしての計測精度，土中での安定性を評価するために現場試験を行った．現時点では，掘削工事が行われておらず，比較的，大きな変位は発生していないにも関わらず，ひずみゲージ同等程度の計測結果を得ることができ，光ファイバーセンサーでの地中変位計測を行うことの可能性が確認された．

また，設置から 2.5 ヶ月程度ではあるが，地下水位が非常に高い当現場においてもセンサーには全く減衰が見られず安定した計測を行うことができている．今後はさらに継続的に計測を行い，より高性能なセンサーを開発していく予定である．

<参考文献> (1) 伊藤裕昌, 山浦剛俊, 小島謙一, 村田修, 平山勇治, 藤田喜世隆：地盤挙動計測のための光ファイバーセンサーの施工実験，第 57 回年次学術講演会，土木学会，2002（投稿中），(2) 小泉智之, 西原聡, 館山勝, 小島謙一, 間壁誠, 藤田喜世隆：近接施工に伴う軟弱地盤上の鉄道盛土の自動計測管理システム，第 37 回地盤工学研究発表会，地盤工学会，2002（投稿中），(3) 紀博徳, 山浦剛俊, 秋山洋, 伊藤裕昌, 村田修, 小島謙一：光ファイバひずみ計測のゲージ長に関する実験的考察，第 44 回日本学術会議材料研究連合講演会，

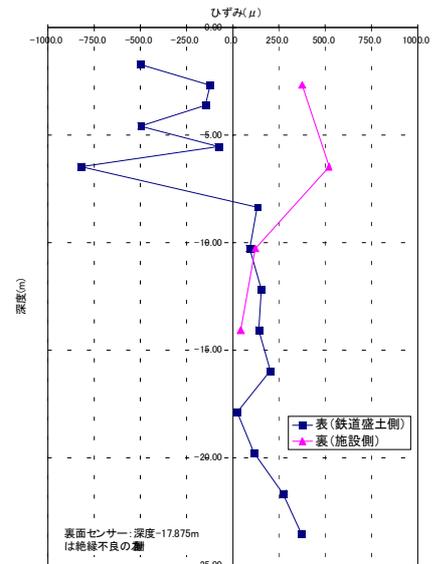


図-4 ひずみゲージの計測結果

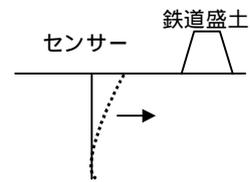


図-5 変形モード

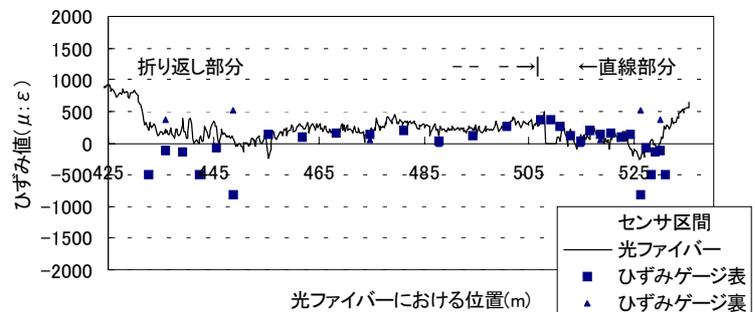


図-6 計測結果