

京都大学大学院工学研究科 正会員 小野 紘一
 京都大学大学院工学研究科 正会員 杉浦 邦征
 京都大学大学院工学研究科 学生員 大島 義信
 京都大学大学院工学研究科 学生員 森田 真幸

1.はじめに

地すべり地帯などの土砂災害地域において、各種モニタリング技術を利用して地盤の変動を常に監視することは、防災上非常に重要な課題である。現在斜面内変位のモニタリングには傾斜計が多用されているが、この方法では計測に大きな労力を必要としさらには人災の可能性を含むという問題がある。一方、空間的に連続かつ長距離を計測できる光ファイバーセンサーを利用すれば、時間的に連続かつ長距離広範囲での斜面内変位計の計測が可能である。よって本研究では、光ファイバーセンサーとして FBG を用いた変位計 Fiber Optic Displacement Device (以下 FODD)の開発を行っている。筆者らの既往の研究において^[1]、ビニル管の変形に対する FBG センサーの適用性が確認されており、それによるビニル管の変位算出も可能であることが示されている。本稿では、盛土掘削による地盤内変位の計測を FODD により行い、計測現場における FODD の適用性について検討した結果を示す。

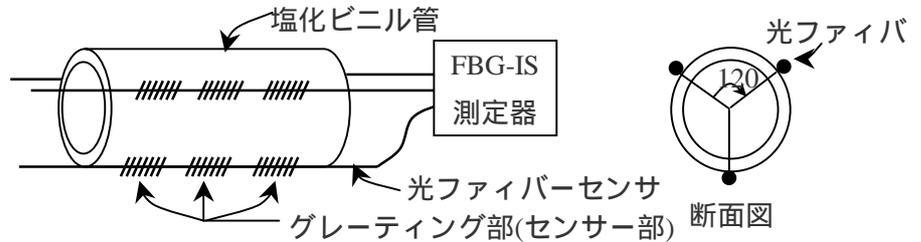


図 1 FODD の概要

2.FODD の概要

FODD は、塩化ビニル管の軸方向に 120° 間隔で光ファイバーセンサーを 3 本貼付したものである(図 1)。計測原理は、センサーにより各断面で計測されるひずみ量を軸方向で積分し、ビニル管の変位を算定することで対象物の変形を計測するというものである。ここで用いられる光ファイバーセンサーは FBG と呼ばれ、1 本の光ファイバーを用いて離散的に 11ヶ所のひずみ量が計測可能である。

3. 盛土掘削における地盤内変位計測

図 2 に示す盛土に対して、FODD およびひずみゲージによる変位計の 2 つを埋設し、盛土を掘削することで生じる変位を計測した。また確認のため、トランシットを用いた計測も行った。ただし、掘削による効果を促進するために、盛土には上載圧を加えている。計測に用いた FODD における、グレーティング部の設定位置、接合部位置を図 3 に示す。ひずみゲージ式変位計のゲージ取り付け位置および接合部位置は、FODD の設定と同じである。

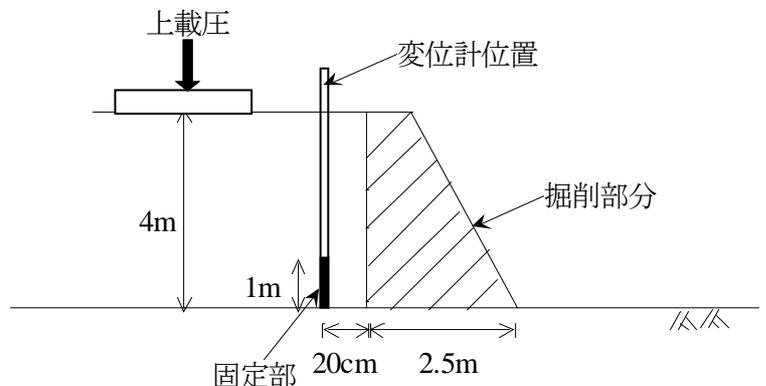


図 2 盛土および変位計位置

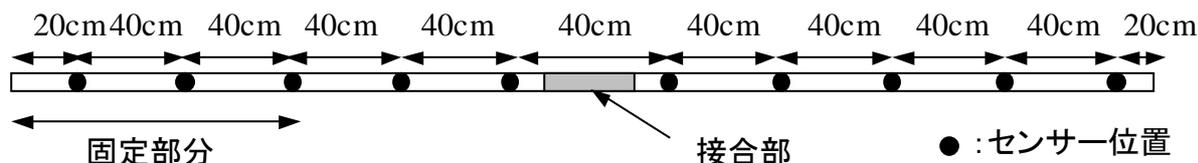


図3 FODD センサー位置

FODD およびひずみゲージ式変位計の両者の結果を図4, 図5に示す. 図中の秒数は, 掘削がある程度まで進行し変位が顕著に発生し始めた段階を 0sec としている. ここで FODD に関する数値についてであるが, 計測器の不具合から同時に計測可能なファイバーが1本に限られてしまったため, 平面保持を仮定し1本の光ファイバーの計測値から縁端でのひずみ量を推定して変位を換算している. まず設置に関する施工性であるが, FODD 埋設後の配線取り付けは光ファイバー3本で行われているため, ひずみゲージ式変位計に比べて非常に簡便である. 次に計測値に関しては, 両者ともにトランシットとの開きが見られる. FODD 計測値は, 前述したように換算値を用いているために, 500sec でトランシットと一致しているのは偶発的であると思われる. 変位のばらつきについて考えられる要因として, 変位計埋設時のグラウティング不足が挙げられる. また変位計の固定方法をガス管による挿入のみで行っているために, 端部での境界条件があいまいになっている可能性も考えられる. いずれにせよ, 設置の施工を正確に行い, 境界条件を厳密に考慮すれば, この方式において変位変換が可能であるといえる. 次にFODDの物理的性質についてであるが, 計測における最終段階で結合部の破損が生じた. すなわちFODDに関して結合部が断面急変部であり, 大きな変形が生じた時応力の集中がおきやすいものと考えられる. また光ファイバーセンサー自体の連結もこの結合部で行われているため, 結合部の補強や計測に与える影響について検討することが今後の課題である.

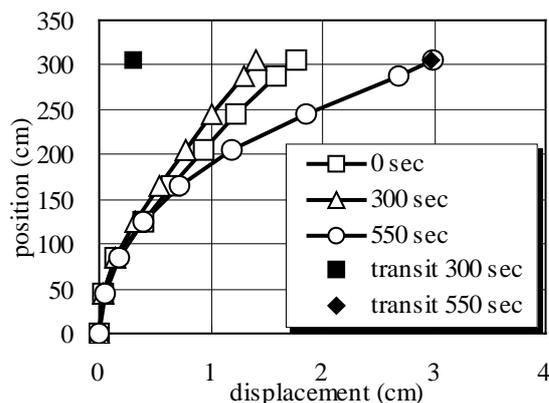


図4 位置-変位関係 (FODD)

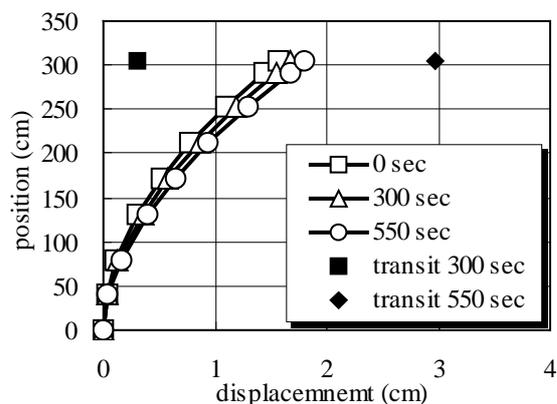


図5 位置 - 変位関係(ひずみ変位計)

4.まとめ

以上の検討結果を以下にまとめる.

- 盛土掘削において,グラウティング等を十分に行えば,FODDを用いて変位を計測することが可能である.
- ひずみゲージ式の変位計に比べ,FODDは設置施工性が非常によいといえる.
- 結合部における光ファイバーセンサーの連結や,測定精度に関する検討が今後の課題である.

参考文献

[1] 小野紘一,大島義信,森田真幸ら:光ファイバーによるひずみと変位の計測,最近の地盤計測技術に関するシンポジウム発表論文集,地盤工学会関西支部,pp.45-48,1999.12.