光センシング技術を利用した道路の地盤変位計測について

名工建設株式会社　土木本部　○正会員　金谷　義則
名工建設株式会社　土木本部　鵜飼　晃成
名工建設株式会社　土木本部　樋口　潔
NTT インフラネット株式会社　正会員　奥津　大
NTT インフラネット株式会社　友安　孝之

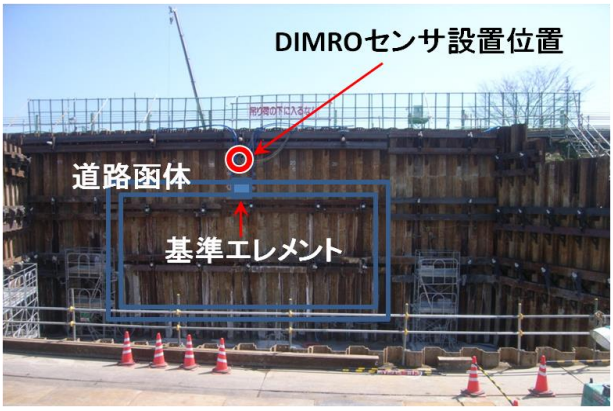
1．はじめに

光センシング技術を利用し、鉄道の軌道変位を任意の間隔で自動計測する事ができる「DIMROシステム※1」を開発・実用化し、鉄道アンダーパス工事等において軌道監視に活用されているところであるが、道路交通においても、車両の通行を確保したまま、同様のアンダーパス工事が施工される実態を踏まえ、道路交通の安全確保を目的として、本システムを路面下部の盛土の変位計測に適用するために行った実証試験について報告する。

※１：「Displacement measurement of railroad/road using optical fiber sensing technology 」商標登録済み

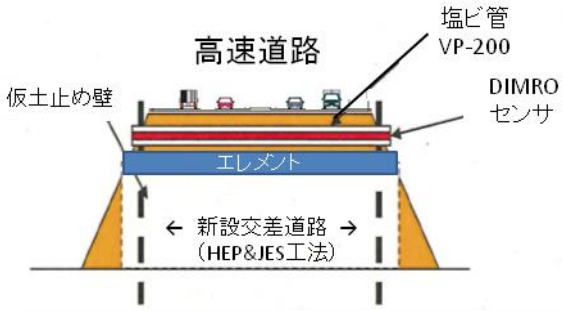
2．供用中の高速道路直下での盛土変位計測

今回の検討の対象としたのは、高速道路の盛土区間に一般道路をアンダーパスさせる工事で、供用中の4車線道路の下に、角型鋼製エレメントを一本ずつ盛土中にけん引挿入し、函体を構築するHEP&JES 工法による工事である。本検討では、最初に施工するエレメント(基準エレメント)施工時において、その直上の土被り部に「DIMROシステム」を配置し、施工に伴う盛土の変位を計測するものである。(写真－1、図－1)



写真－１　現場概観

ここで、「DIMROシステム」とは、長大構造物の鉛直及び水平変位を同時に計測できるシステムで、センサ部はステンレス製の2重管構造となっており、内管の外側に光ファイバセンサ(FBG センサ)が1m 間隔で貼り付けられ、センサの変位による光の入射波と反射波の波長の変化をひずみに変換し、解析して変位を計算するものである。

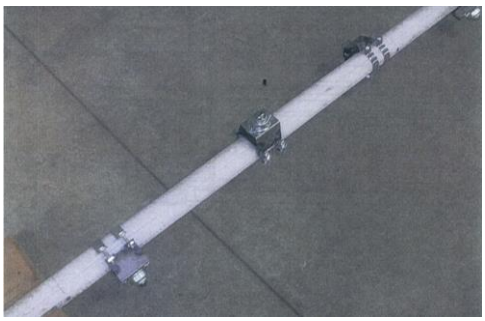


図－１　実証試験概要

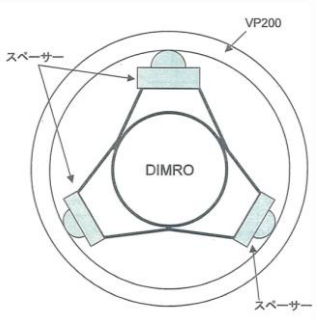
通常は、変位計測を行う軌道等の構造物に対し、本センサ(外径60.5mm)を専用治具等にて直接取り付けるものであるが、本試験では盛土中への設置という条件となるため、先行して小口径推進により塩ビ管VP200を設置し、その中にセンサを配置した。

塩ビ管を介し、盛土の変位を確実にセンサに伝達するために、3 方向にスペーサーを取り付けた。 スペーサーの先端はベアリング構造とし、変位に対する追従性と、センサの設置撤去における施工性を両立させた。(写真－2、図－２)

キーワード：光センシング、DIMRO システム、地盤変位計測、道路
連絡先：〒452-0037　愛知県清州市枇杷島駅前東1－1－1
名工建設株式会社　土木本部　　TEL　052-746-1615　FAX　052-506-0207



写真－２　スペーサー配置



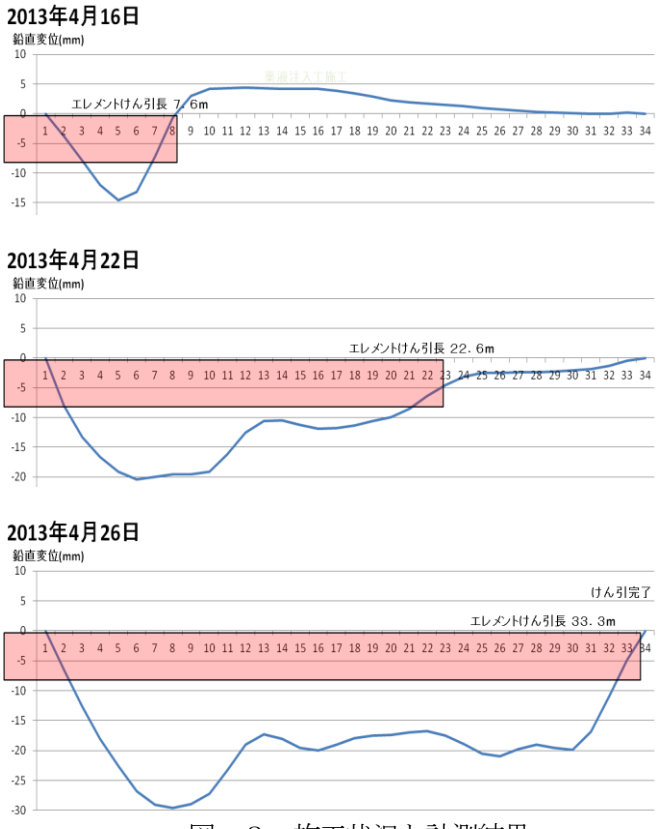
図－２　断面図

３．変位計測結果

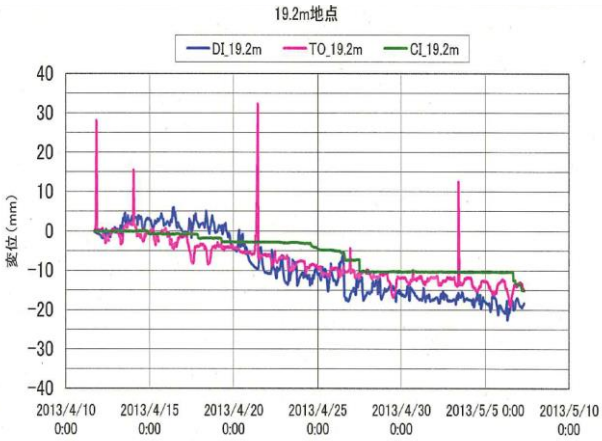
エレメントけん引作業によって順次発生した盛土の地盤変位を、「DIMRO システム」でリアルタイムに捉えることができた。(図－3)

エレメントの先端の進行とともに、タイムラグ無く地盤が沈下していることがわかる。図―3のグラフではエレメント未到達箇所が、ゼロ値よりも上方に変位しているが、これは同時期に施工された薬液注入工によるものであり、沈下ばかりでなく隆起に対しても有効であることが確認できた。

今回の検討においては、「DIMRO システム」の他に「トータルステーション」による高速道路の路面変状計測並びに「水盛式沈下計」計測を同時に行った。平面的に同一地点でのデータを比較した結果、変位および発生時期において、それぞれ同様の傾向を示すことが、確認できた。(図－４)



図－３　施工状況と計測結果



(青:DIMRO　赤:ﾄｰﾀﾙｽﾃｰｼｮﾝ　緑:沈下計)

図－４　他システムとの計測結果の比較

４．まとめ

本試験では、「DIMRO システム」の応用計測として、塩ビ管並びにスペーサーを加えた3重管方式により、盛土地盤の変位計測を行い、エレメントけん引の進捗による地盤変位に対し、即時に変化を捉えることができた。

また他のシステムとのデータの比較検証により、今回考案したスペーサーは、土中に設置した塩ビ管を介して、「センサ」に変位を精度よく伝達することを確認することができた。

変位量の最大値は約30㎜となり、塩ビ管並びにセンサが弾性変形したが、その状態からセンサを引き抜く際も、スペーサーに組み込んだボールベアリングの効果により、塩ビ管内で閉塞することなく引き抜くことができ、またセンサは設置前同様、塑性（残留）変形無く直線状に復元した。

今回の実証試験では、「DIMRO システム」の地盤変位計測装置としての精度を含めた有効性を確認することができた。

今後は軌道及び道路での実績を増やし、さらに広範囲の計測対象に適用できるよう改良し、汎用性の高い計測システムとして確立していきたい。