

光学式地盤変位計測システムのトンネルゆるみ計測への適用について

飛島建設 技術研究所 正会員 ○松元 和伸
 正会員 近久 博志
 正会員 熊谷 幸樹

1. はじめに

トンネル掘削に伴う周辺地山の挙動および各支保部材の変位・応力状態を把握して、設計支保パターンの妥当性の判定と施工の安全性および経済性を確認するために観察・計測が実施されている。日常の施工管理として実施されているA計測から得られるトンネル壁面や地山の挙動に基づいて、各支保部材の力学挙動との相互関係を把握し、現状の支保パターンが地山と適合しているかどうかを検討するために、必要に応じてB計測が行われる。

B計測として実施される地中変位測定からは、トンネル周辺のゆるみ領域やトンネルに作用する荷重範囲の推定、ロックボルト長の妥当性の検討を行うことができる。一般的な地中変位測定は、掘削面からボーリングを行い、深さ方向に多段的に固定点を設けて変位伝達ロッドを接続し、掘削面側の計測を行う多段式地中変位計が用いられている。この方法には、測定点数が限られること、掘削後の変位量しか測定できないこと、電氣的測定であるためケーブル破損などにより測定不能となる可能性があること、などの課題がある。

本文は、こうした課題に対処するために筆者らが開発した光学式地盤変位計¹⁾を、トンネルのゆるみ計測に適用した事例について報告するものである。

2. 計測方法の概要

図 - 1 および図 - 2 に示すように、本坑切羽 $4.33D$ (D : 本坑掘削幅 = 12m) 前方の先行トンネル側より本坑側に向かって水平ボーリングを行い、長さ $L=27\text{m}$ の計測管の設置を行った。従来の地中変位計を用いて、ゆるみ範囲を詳細に把握するために測定間隔を短くしたいと考えると、測定点数の制限から2本程度のボーリングが必要となり、しかも測定間隔はせいぜい2m程度となってしまう。また、本坑切羽通過時には、設置した計測管が本坑掘削によって破壊されるため、本坑と先行トンネル間に残存する地中変位計でしか測定できず、その先端部は本坑側へ変形することから固定点の確保も困難な状態となる。そこで、ボーリング1本で1m間隔での測定が可能であり、さらに先端部の計測管が破壊された後も、残存する計測管を用いた継続計測が可能であることから初期状態からの変位が測定できるという、従来の方法にはない特徴を持った光学式地盤変位計をトンネルのゆるみ計測に適用することとした。

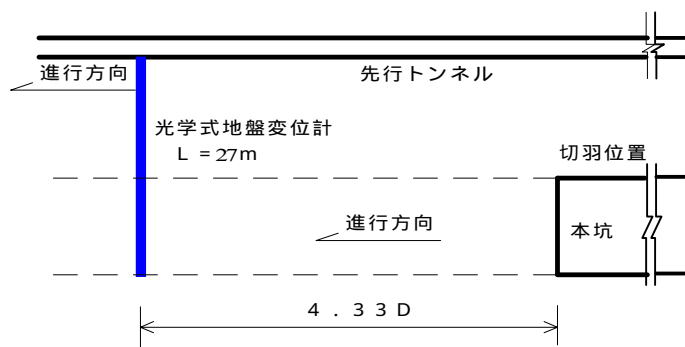


図 - 1 設置平面図

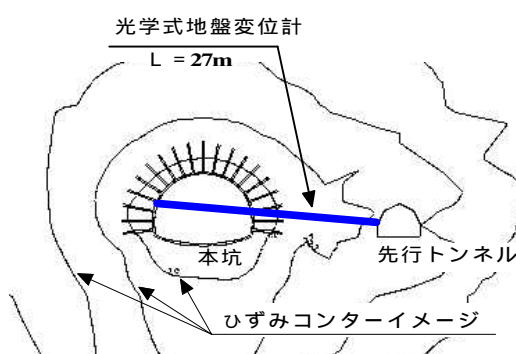


図 - 2 設置断面図

キーワード：CCDカメラ、変位計測、トンネル、ゆるみ測定

〒270-0222 千葉県東葛飾郡関宿町木間ヶ瀬5472 TEL.04-7198-7572、FAX.04-7198-7586

3．光学式地盤変位計の概要

図 - 3 に示すように光学式地盤変位計の傾斜検出軸の先端には円錐状のミラーコーンが取り付けられており、C C Dカメラの映像には、ミラーコーン上に反射した計測管接合部が映っている。図 - 4 には計測管とその接合部の詳細を示す。画像処理によって位置が認識しやすいように、接合部を挟んで片側の計測管の内側には端部が計測管に固定されたプレートにφ1.5mmの黒丸印標点が付付けられている。このプレート標点の傍には、撮影された標点の画像データを補正する際に用いる標点定規を張り付けている。もう一方の計測管にはφ1.5mmの黒丸印標点が2.5mm間隔で直線上に12点配置されている。図 - 5 に示すように、この写真画像に映っている計測管接合部の黒丸印標点の移動量（計測管の伸びに追従してプレート下に隠れている次の標点が見える）すなわち周辺地山の管軸方向の変位量が算定される。上記構造によって局所的に伸び量が20mmを超えるような場合でも、カメラの視野から標点が見えなくなるようにしてある。また、標点認識記号を2.5mm間隔の黒色印標点の側方に配置し、計測点は何番目の標点であるかがわかるようにしてある。

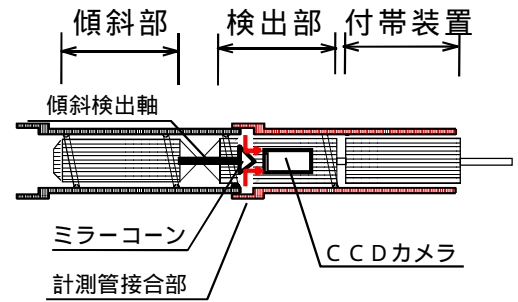


図 - 3 光学式地盤変位計概略図

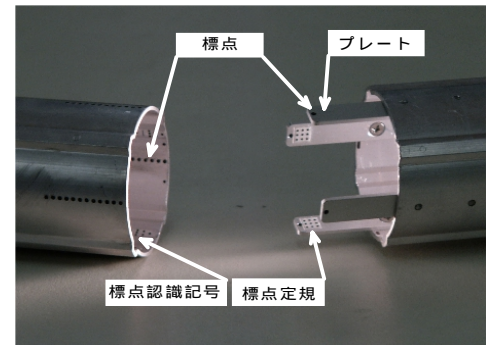


図 - 4 計測管接合部

4．計測結果

切羽進行に伴う地中変位計測結果を図 - 6 に示す。トンネル掘削によって計測管が破断された後も計測管が残存する区間では計測できており、初期状態よりの変形量も現段階で40mm弱の値が計測されている。今後の計測データの蓄積によって、本トンネルにおける計測開始遅れの影響を考慮した先行変位量の推定が可能となり、今後の計測管理基準値の修正にも役立てたいと考えている。

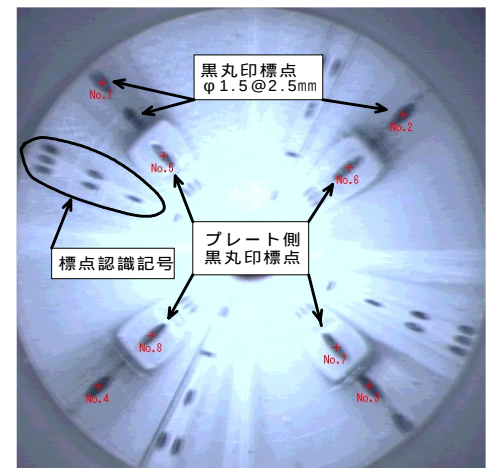


図 - 5 接合部写真画像例

5．おわりに

光学式地盤変位計を用いることによって、掘削前の状態からの変位量が、測定点数に制限されず1mという詳細な間隔で計測可能であることが示された。今後計測を継続して本坑掘削に伴って発生するゆるみ範囲などについても明らかにしていきたいと考えている。また、鉛直・水平に限らずどの方向でも計測可能である本地盤変位計は、適用範囲が非常に広く、今後も多くの現場へ適用していきたいと考えている。

参考文献

1) 松元和伸、近久博志、小林薫、中原博隆、筒井雅行、C C Dカメラを用いた地盤傾斜計の開発、土木学会第54回年次学術講演会講演概要集、Vol. 、pp.750-751、1999.9。

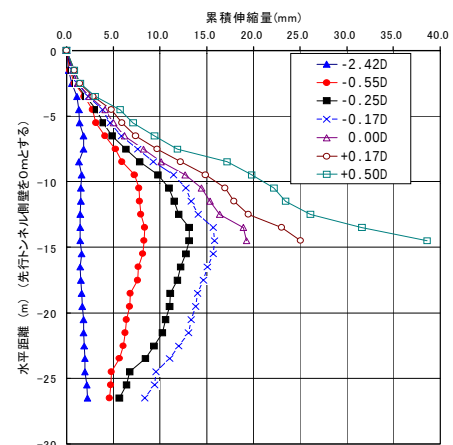


図 - 6 地中変位計測結果