

路盤隆起監視のためのインバート変位計の開発と適用

(株)大林組生産技術本部 正会員 ○伊藤哲、木梨秀雄
 同上 技術研究所 正会員 藤岡大輔、畑浩二
 (株)エス・ケー・ラボ 正会員 辻村幸治

1. はじめに

供用中のトンネルで路盤が隆起し、車両の走行に支障をきたす事例が発生している^{1),2)}。路盤やインバート改築のために、道路では全面もしくは片側規制が必要で、鉄道では限られた補強工しかできない場合がある。このような事態を避けるためには、トンネル建設時から路盤の隆起を監視し、変位の収束を確認することが重要となる。これまでは、施工中に重機車両が走行するため、路盤に計測の基準点を設けることが難しかった。そこで、重機車両の走行に支障がないよう、路盤下に水圧計を埋設し、隆起量を計測するシステムを開発した。

2. 計測システム概要

図-1のように、施工中の路盤下部に連通管式沈下計を設置し、隆起量を計測する。基準水槽をトンネル壁面に固定し、水位を一定に保って、圧力計と水頭差から隆起量を計測する。また、本システムは循環ポンプを用いない密閉構造に簡素化した。

3. 計測精度の検証

インバート変位計を室内にセットした状態で、計測精度を室内で検証した。写真-1のように水圧計部を昇降台に固定し、CDP変位計で計測した隆起量を真値として較正した。基準水槽と変位計は、現場を模擬して2.5mの水頭差を設けて検証を行った。

検証結果を図-2に示す。横軸はCDP変位計、縦軸にインバート変位計の計測値を示す。インバート変位計は、良好な直線性を有しており、複数の圧力計で調べたところ計測値に対し誤差は0.3～0.5%であった。計測範囲100mmに対しては誤差0.3～0.5mmとなる。また、この試験では室内に約半年間設置して温度による変動や水の蒸発等による長期計測の影響の有無も確かめた。温度の影響は短期的な温度変化と長期的な温度変動のいずれとも変位に相関があり、それを補正することができた。また、蒸発の有無は水面レベル計を設置することで、水面変動がないか確認

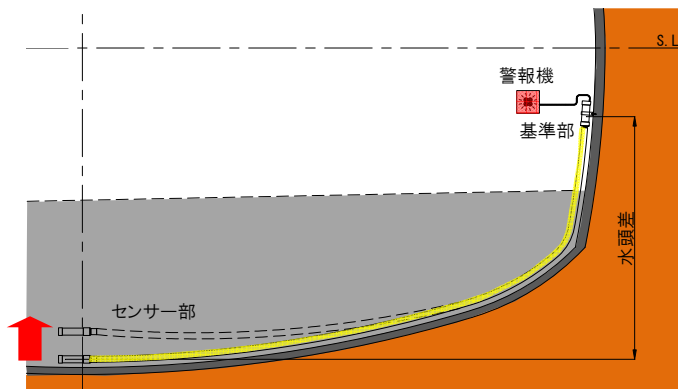


図-1 本計測システム概要



写真-1 精度検証

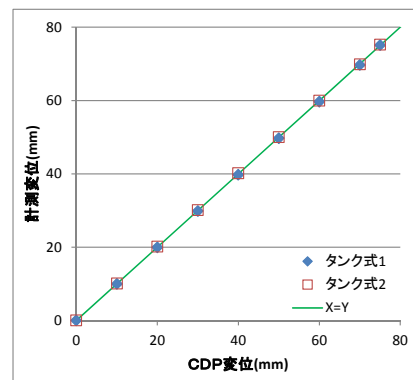


図-2 精度検証結果

し、動きがないと確認できた。

4. 適用ケース

本計測システムは、以下のケースに適用することを想定している。

①設計にインバートがあるケース

インバート打設前に路盤の変位を計測する。想定よりも内空変位が大きく一次閉合対策（インバート吹付けやストラット）を実施する場合にはインバート打設までの間に計測し、変位の収束を確認する。

また、インバート打設後の埋戻し時に設置し、変位の収束を確認することもできる。

②設計にインバートがないケース

内空変位が大きく、収束しないようなケースにおいて、一次閉合対策やインバートの要否を検討するために路盤の変位を計測する。

キーワード インバート、膨張性地山、盤膨れ

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 TEL 03-5769-1319

5. 現場適用結果と考察

(1) 事例 1

掘削時の内空変位が大きく、インバートストラットと吹付けを施工した道路トンネルでの施工事例である。地山は花崗閃緑岩の熱水変質部である。設置状況を写真-2に、計測結果を図-3に示す。設置後、約6mmの隆起が発生しているが、これは隣接する箇所を掘削してインバートストラットと吹付けを施工したためであり、その後は収束傾向にあることがわかる。したがって、剛な支保構造での断面閉合効果が確認でき、インバートおよび覆工コンクリートを施工することが可能と判断される。

(2) 事例 2

掘削時の内空変位がやや大きく、増しロックボルトで補強した箇所において、インバート施工前後に計測を実施した。地山は頁岩であった。増しロックボルト施工後の内空変位は、1mm/週末満を2週連続で確認し、すでに覆工を打込できる内空変位の収束基準を満足しており、インバート吹付け等の対策は実施されなかった。写真-3のように、インバートの床付け下にトレンチを掘削し、インバート変位計を設置した。計測結果を図-4に示す。インバート打設前までに約1.5カ月間に約2mmの隆起が発生している状況を把握できた。その後、一旦計測器を撤去し、インバート施工後に再度計器を設置した(写真-3)。図-4に示すように、インバート打込み後は、変位の収束を確認できた。

6. まとめ

(1) 実際の計測により、インバートの隆起を把握し、収束確認を行うことができた。

(2) 過去の隆起事例^{1),2)}から、少なくとも月1~2mm程度の変位を計測で監視する必要がある。本システムでこのクリープ的な隆起を数か月監視して、対策工後の収束を確認する必要がある。現状ではインバートの隆起計測に関する基準類はないが、上記のような微小な変位速度での管理が必要と考えられる。

参考文献

- 丸山勝、中野清人、天野浄行、下村哲雄：施工 61 日間連続車線規制によるインバート再構築工事：上信越自動車道 日暮山トンネル、トンネルと地下、897-908、2013-12
- 久保原猛、若林秀明、鈴木延彰、齋藤貴：供用中のトンネルで未収束の路盤隆起に挑むー北陸新幹線一ノ瀬トンネルほかー、トンネルと地下、697-705、2014-9



写真-2 インバートストラットへの適用事例

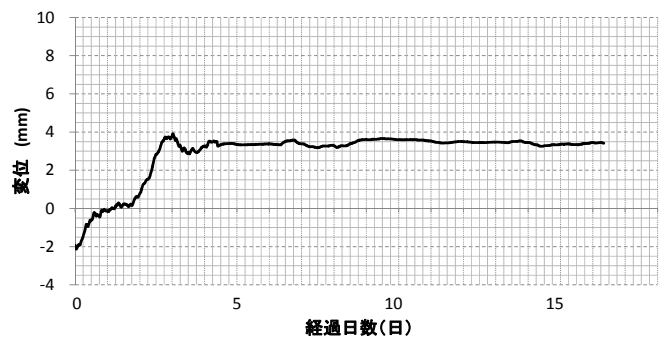


図-3 計測結果



写真-3 適用状況
(左：路盤、右：インバートコンクリート)

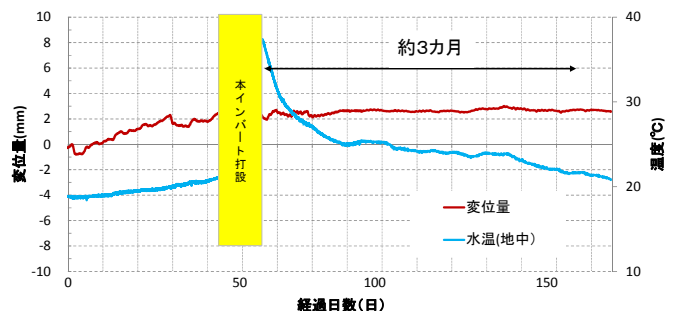


図-4 計測結果