

シールドトンネルの維持管理における内径計測方法の検討

東京電力パワーグリッド(株) ○正会員 和田好史, 正会員 内藤幸弘, 非会員 菊地 裕, 非会員 芝原久寛
東電設計(株) 正会員 阿南健一, 非会員 本田 中

1. はじめに

近年, 東京電力パワーグリッド(株)が保有する送電用のシールドトンネルにおいて, 荷重の変動や鉄筋の腐食に伴う耐荷性能の低下が問題となり, 補強などの対策が行われている¹⁾. 変状の進行の有無や程度を把握するために, 各種調査を行うこととなる. このうち, 変状の程度や進行を把握するため, シールドトンネルでは内空変位量の計測が行われることが多い.

内空変位量の計測方法としては, トータルステーションなどの測量機器を使用する方法や, 変位計を用いた計測システムによる自動計測などの方法が挙げられる. いずれの方法も, 高価な機器や技術などが必要とされ, 変状の進行を把握するための方法としては高額になる傾向にある.

今後, 変状が進行し, 維持管理が必要となるトンネルは増加すると想定される. 軟弱地盤に建設されているトンネルの場合, 周辺地盤の圧密などを要因とし, 微少な変位が長期にわたり発生する傾向にある. このような変状が疑われるすべてのトンネルに対して, 高額な計測を長期にわたり実施することは困難であるが, 適切な変状監視は必要となる.

そこで, 本検討は, 簡易な方法で, 長期の変状の傾向を把握可能な計測方法について検討や試行した結果について報告する.

2. 計測方法の検討

(1) 計測方法の検討

簡易な計測方法として, 安価で取り扱いが容易なレーザー距離計を用い, 社員などにより計測する方法として検討した. 近年のレーザー距離計は, 公称精度が $\pm 1.0\text{mm}$ であるが, 計測値の読み取りは 0.1mm 単位の製品があり, 1級のトータルステーションと同等の性能を有していると考えられる. 一方で, トータルステーションと異なり, 計測時に機器が安定しないため, 計測精度が低下することが考えられる. また, 送電用のシールドトンネルでは, スプリングライン付近のケーブルにより, 2点間の距離を計測するレーザー距離計で, 水平方向の内径計測ができない場合もある. これより, 計測方法を以下として検討した.

・計測は東京電力の社員により実施する. 未経験者が計測する場合は, 計測前に経験者から数分程度の講習を受けて実施する.

- ・計測は鉛直方向(天端と下端), 水平方向(左右のスプリングライン)の2測線を対象として実施する.
- ・計測点は, 図1のようにセグメント表面に表記する. トンネル軸方向の位置は, リング継手からの距離が同じとなるように設定する. トンネル円周方向は, 水平器などを用いて, 左右のスプリングラインが垂直, 天端が水平となる箇所として設定する. ケーブルの配置により計測できない場合は, デジタル角度計を用いて, スプリングライン位置から $\pm 10^\circ$ 程度の範囲で計測可能な箇所として設定する(図2参照).

・既往のトンネルで変位計による計測で1年間に 0.5mm 程度の変動事例があった. そこで, 使用するレーザー距離計は 0.1mm 単位の計測が可能な機器を使用する. また, 同じ製品でも計測値の誤差の傾向が異なるこ



図1 計測点の設置の例

キーワード: セグメント, 内空変位, 計測方法, レーザー距離計

連絡先: 〒100-8560 東京都千代田区内幸町 1-1-3

東京電力パワーグリッド(株)工務部 TEL 03-6363-1111

とも想定されるため、計測は前回と同一機器を使用する。

- ・計測点に対してレーザー距離計は、同様の設置状況となるように作業者が固定して計測する。
- ・計測は複数回行い、平均値として整理する。
- ・トンネル内の温度変動による変状の影響を考慮し、計測時期は、類似の気温状況となるように配慮する。

(2) 計測の試行と改善

当初の計測は、各計測箇所では3回の計測値の平均として整理した。しかし、計測データを分析したところ、一部の計測箇所では、3回の計測の最大と最小値の差が最大1.0mmのデータが見られた。内空変位量の変状の傾向は、0.1mm単位で傾向を把握する必要があると考えた。そこで、計測精度を向上させるため、計測回数を5回に変更し、5回の計測値の最大と最小値の差が0.5mm以下となるように計測方法に改善し、計測結果は5回の平均値での整理に見直した。

3. 計測結果

東京電力パワーグリッド(株)のHトンネル(内径4.0m、セグメント幅0.9m、亘長約1290m)において、約70箇所の計測を2012年12月から開始し、現在2019年2月までの計測を実施している。このうち、初期の計測は前述の1計測箇所あたり3回の計測として実施し、その後5回の計測に改善している。また、温度変動による影響を考慮し、計測時期は冬期

(12月から2月)とし、傾向の把握のため近年は計測時期を半年ずらした夏期の計測も実施している。

計測箇所の一部の結果を示したのが図3である。図は初回の計測結果に対する変動として整理し、平均値の他に計測値の最大と最小を示した。この結果、本検討の計測方法により、トンネル内径が5年程度の長期に1mm程度のわずかな変状の傾向が見られる結果が得られた。また、計測値の最大と最小の差を0.5mm以下とする改善も計測精度の向上に寄与していると見られる。なお、2018年付近に上下動する傾向は、冬期と夏期でトンネル内温度の影響でトンネル内径が変動している影響などが考えられる。

4. おわりに

本計測は、初回は計測点の設置に時間を要するが、2回目以降の計測は、作業員2名(計測者、記録者)が約70箇所(水平方向のみ)を6時間程度で計測することが可能となっている。また、安価な機器による簡易な計測により、トンネルの変状傾向に対して十分な精度が得られ、有効な調査方法であると考えられる。

このため、本計測手法は、トンネルの変状の調査手法として適用実用されている。

【参考文献】1)岡滋晃, 阿南健一, 実広拓史, 吉本正浩: シールドトンネルの鉄筋残存量の評価と補強設計に関する研究, 土木学会論文集F1(トンネル工学), Vol172, No. 3, p. 1_108-1_122, 2016.

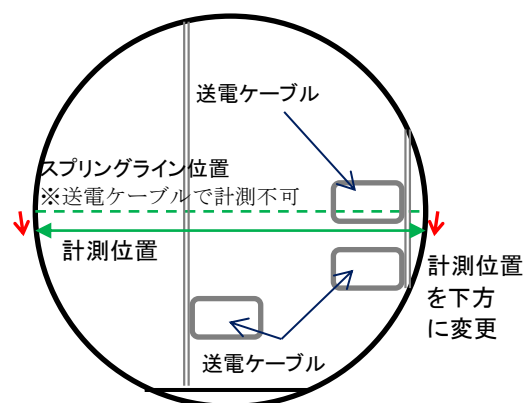
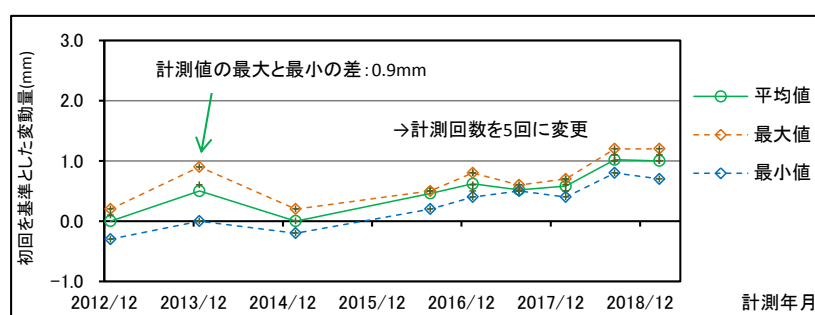
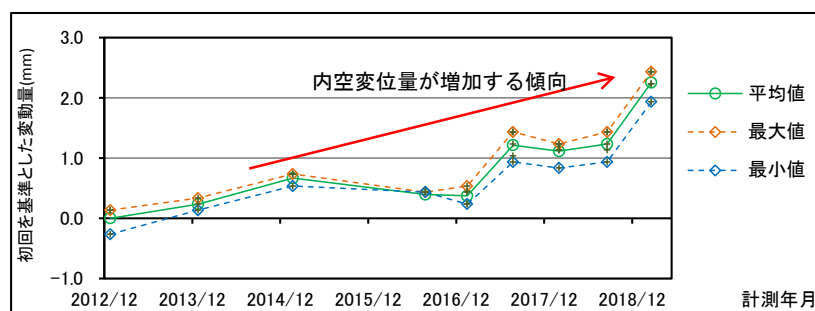


図2 送電ケーブル状況と計測箇所



a) 計測箇所の事例1



b) 計測箇所の事例2

図3 計測結果の例