

第13回土木施工管理技術報告紹介（優秀報告賞）

三次元内空変位計測結果の有効活用について

東京土木施工管理技士会
 飛鳥建設株式会社 東日本土木支社
 監理技術者 寺島 佳宏[○]
 工事課長 小川 勲
 現場代理人 大沼 正浩

1. はじめに

山岳トンネルの施工で、切羽前方の地質情報は、掘削の具体的な方法や支保パターン、および対策工を選定する上で重要な情報となる。

現在、切羽前方の地質物性を予測する方法には、先進ボーリングなどによって穿孔を行う方法やTSP（Tunnel Seismic Prediction）等の弾性波探査による方法がある。しかし、こうした方法は掘削を止めたり、日常の計測管理とは別に実施したりする必要がある。切羽の進行を止めずに、日々の計測管理で、切羽前方の地山物性の変化を同時に把握できる手法が望まれている。

本報告では、低速度帯区間で得られたトンネル内空の三次元計測結果から、切羽前方の地山物性の変化を把握する方法について考察する。

2. 計測結果の活用に関する課題

山岳トンネルにおける日常の計測管理手法において、昨今では、測量機器が著しく進化して、高精度の三次元計測を効率的に実施することが可能となり、トータルステーションがほとんどのトンネル現場に普及している。

しかし、得られた計測値は天端沈下や内空変位として活用されているものの、トンネル軸方向の変位は施工管理に、有効活用

されていないのが現状である。

3. トンネル軸方向変位量の活用

三次元変位計測により得られた各計測点の座標値から、掘削時のトンネル軸方向成分を算出し、各計測時の初期値からの変位量をトンネル軸方向変位量とする。また、得られた各計測点の座標値から図-1で示す左斜め、右斜め、水平の各測線長（S1、S2、S3）を算出し、それぞれの初期値からの差を内空変位量とする。

切羽前方の地山は、切羽の面に対し土圧を作用させる。そのため、切羽前方の地山物性の変化による坑内の変状への影響は、内空変位量に比べ、トンネル軸方向変位量のほうが大きいと考えられる。よって、トンネル軸方向変位量を計測管理することで、切羽前方の地山物性の変化を、より捉

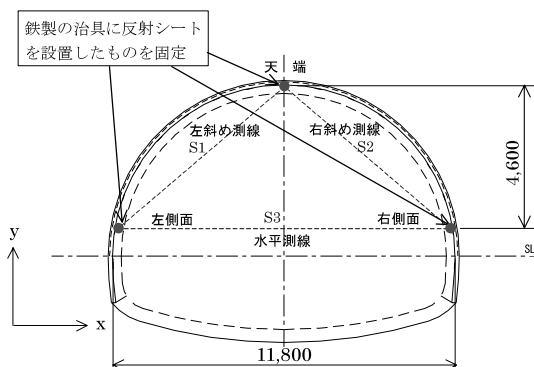


図-1 計測点の設置位置図

えやすくなるものとする。

4. 計測結果と考察

大笹生トンネルの低速度帯区間で得られたトンネル内空の三次元計測結果から、切羽前方の地山物性の変化を予測する方法を実施した。

起点側の縦断面を図-2に示す。掘削前に実施した弾性波探査では、測点No.21+75~No.22+0、No.23+25~No.23+53付近で、低速度値を示した。また、掘削時に実施した先進ボーリング調査結果においても、同区間で、角礫状~土砂状コアが多く占め、厚い粘土層も頻繁に認められた。

トンネル軸方向変位量、内空変位量の計測結果を図-3および図-4に示す。これらは、切羽が各計測断面を通過後1D(D:トンネル掘削幅、約12.0m)の位置にあるときの各計測結果である。

図-3は、計測を実施した各断面におけるトンネル軸方向の変位量を示している。横軸は計測点を設置した測点を示し、縦軸はトンネル軸方向変位量を示している。なお、数値は、正が切羽の押出し量を示す。

また、図-4は各断面における内空変位量を示している。横軸は図-3と同様に計測点を設置した測点を示し、縦軸は内空変位量を示している。なお、数値は、負が収縮する(内空が狭くなる)方向を示す。

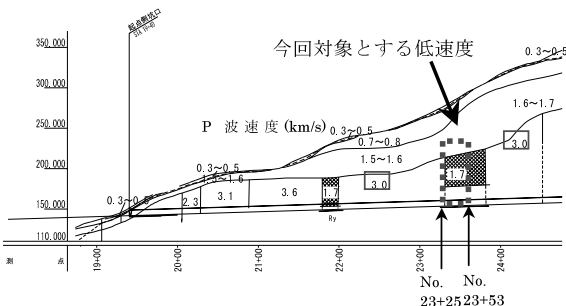


図-2 起点側縦断面

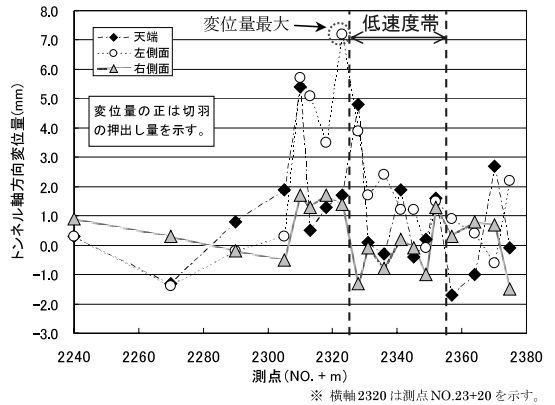


図-3 各断面におけるトンネル軸方向の変位量

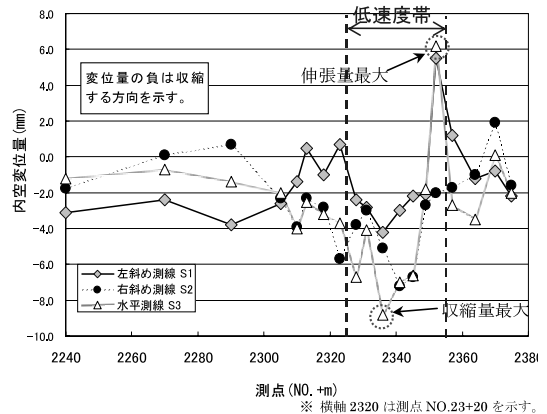


図-4 各断面における内空変位量

図-3に示すトンネル左側面に設置された計測点(○印)に着目すると、軸方向変位量(押出し量)はNo.22+70付近から低速度帯に接近するに従い増大し、低速度帯に入る直前のNo.23+23で最大値+7.2mmを示し、低速度帯に入ると極端に減少する傾向を示す。そして、低速度帯中央付近から変位量は-0.5mm~+2.5mmに減少し、低速度帯を過ぎてもこれを超えるような極端な増減はない。

一方、図-4の水平測線(S3、△印)に着目すると、No.22+70から低速度帯とその前後で内空変位量は収縮し、低速度帯の中央付近で最大値-8.8mmを示す。

以上のことから、軸方向変位量は、内空

変位量と異なり低速度帯直前で最大値を示し、低速度帯に入ると減少する傾向があると考えられる。

5. おわりに

これまでの計測管理では、施工にフィードバックされることの少なかったトンネル軸方向の変位を整理し、切羽前方の地山物

性の変化を、掘削前の段階で予測できる可能性を見出した。

謝辞：低速度帯区間の施工にあたり、国土交通省 東北地方整備局福島河川国道事務所、奥建設監督官にご指導頂きました。ここに記して、感謝の意を表します。