

## 土被りの大きい山岳トンネルにおける初期変位の計測と活用

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○佐藤 岳史  
 大成建設株式会社 正会員 中原 史晴, フェロー 青木 智幸  
 京都大学工学研究科 正会員 岸田 潔

### 1. はじめに

大土被り下で掘削する長大トンネルは、施工前の地質調査に量的・精度的な限界があるため、施工中の地質岩盤性状ならびに地山挙動の的確な把握と、それを踏まえた迅速な支保の適用判断を始めとする現場での対応が必要不可欠となる。すなわち、掘削時の計測管理に基づいて支保の妥当性を評価しつつ地山状況に合わせた合理的な施工を行うことが要求される。本稿ではトンネル内空の初期変位量から最終変位量を予測する方法を提案し、それによる計測管理の在り方について検討した。

### 2. 初期変位の計測

大土被りトンネル施工時に切羽進行を止めずに地山状況を的確に把握し、切羽観察と合わせ支保の妥当性や変更の判断を行うために、日常の施工管理で取得する変位計測データの活用が有効である。例えば吉川・朝倉<sup>1)</sup>は掘削後の初期変位量を活用した最終変位予測法を提案している。

南アルプストンネル（山梨工区）では、切羽解放し支保工設置直後からの地山挙動を把握する観点から、切羽の約0.5～0.8 m 後方に計測点を設置し初期値（Zero Reading）を取得している。次に、第1回目計測として、後続の1発破掘進（1 サイクル）完了時の最初期変位計測（1 Cycle Reading）を必ず実施している。また、初期値取得から約24時間（1日）後と、切羽から計測点の距離が0.5D（D:掘削幅）となる初期段階の変位計測も実施し、切羽解放後の初期変位に重点をおき、挙動の適切な把握に努めている。

従来の発破掘削工法における変位計測では、1 Cycle Readingを行うことは稀だった。これは、切羽直近ではドリルジャンボ等施工機械が計測作業の障害となることや、計測点を切羽直近に取り付けた場合、発破の影響で欠損する難点があったためである。こうした問題につき、図-1に示すように計測点をプリズムによる着脱式ターゲットとし、計測時以外はターゲットを外すことで解消した。なおターゲット着脱を10回繰り返した場合の内空変位のばらつきは±0.3 mm 以下であった。

### 3. 南アルプストンネル（山梨工区）での変位計測

南アルプストンネル（山梨工区）の地質（図-2）は古第三紀の粘板岩、砂岩、凝灰岩、変質玄武岩等からなる。本坑で得られた初期変位と最終変位の相関性（変位

キーワード 大土被り, 計測管理, 初期変位, 最終変位予測, 1 サイクル

連絡先 〒400-0863 山梨県甲府市南口町1番38号 東海旅客鉄道株式会社 中央新幹線山梨工事事務所 055-236-7052



図-1 切羽直近への着脱式ターゲット設置状況

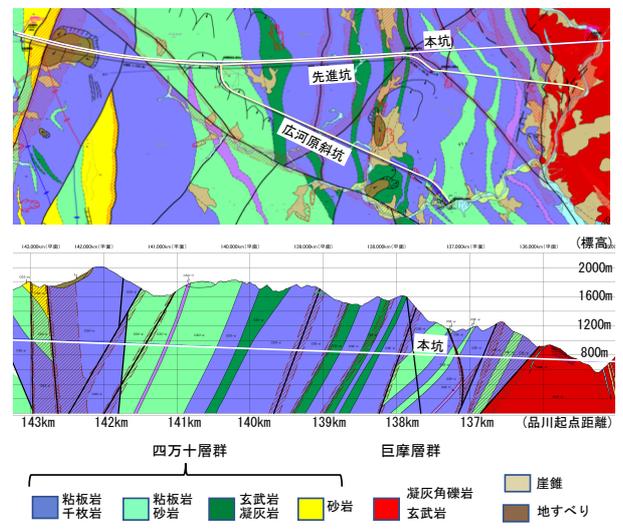


図-2 南アルプストンネル（山梨工区）地質平面・縦断面図

はトンネル SL 部での内空変位量をトンネル掘削幅で除してひずみとして表した)を 図-3 に示す。

図-4 は広河原斜坑の 0k350m ~ 2k000m の区間における 145 か所の計測点の切羽からの距離に応じた動きにつき、プロットしている。図より、Zero Reading から 1 Cycle Reading までに、計測された最終変位の 0~50 %程度が、また 0.5D Reading までに最終変位の 50 ~ 90 %程度の変位が発生していることを確認した。

すなわち、最初期変位と 0.5D 変位の、最終変位に対する割合はその分布域が異なる。両者を計測し総合評価することで、より正確な初期-最終ひずみの相関性を現場で把握し、支保の妥当性や変更の判断への活用が可能と考える。

図-5 に、広河原斜坑(掘削断面積 74 m<sup>2</sup>, 千枚岩主体の地山, 土被り約 250 m) で大きな変形が見られた区間について、初期変位を元に最終変位を予測し、迅速に支保パターン変更を行った事例を示す。

図-5 の区間 1 (~1k971 m) では、10 m 間隔で測点を設置し、内空変位の最初期変位は、最大 -14.1 mm (測点 1k947.5 m) だった。最終変位は -50 mm 程度と予測し、I<sub>S</sub> パターンを継続した。測点 1k967.5 m で 1 サイクル後の内空変位が -18.5 mm と今までより大きな初期変位が計測され、最終変位は I<sub>S</sub> パターンの管理基準値を超える -80 mm 以上と予測された。

そこで、1k971 m より支保パターンを I<sub>S</sub> から特 S へ変更し、吹付けコンクリート厚を 150 mm から 200 mm (ともに設計基準強度は 18N/mm<sup>2</sup>) とした (区間 2)。

また、測点設置間隔を以後 5 m 以下とし計測体制を強化した。測点 1k975.5 m の 1 サイクル後の計測値も -50.9 mm と継続して変位が増大したため、掘削を一時中止し、吹付けコンクリートを初期高強度吹付けコンクリート (10 分強度 : 3 N/mm<sup>2</sup>, 28 日強度 : 36 N/mm<sup>2</sup>) へ変更し掘削を再開した (区間 3)。その結果、区間 3 以降は 1 サイクル後の内空変位は -20 mm 前後に抑えられた。密な間隔で測点を設置し、初期変位取得を徹底した計測管理の結果、変位発生状況に対応した支保パターンにタイムリーかつ適切に変更することができた。

#### 4. おわりに

事前の地山情報に限界のある大土被り下におけるトンネル掘削時の地山挙動は、密な計測管理を中心とする観測で把握できる。最終変位量に対して占める割合の大きい、切羽解放直後 1 サイクルでの最初期変位を計測することにより、精度の高い最終変位の予測を行い、迅速な施工判断を行うことができた。

#### 参考文献

1) 吉川恵也, 朝倉俊弘 : NATM のための設計パターン化の研究, 鉄道技術研究所報告, No.1235, 1983.

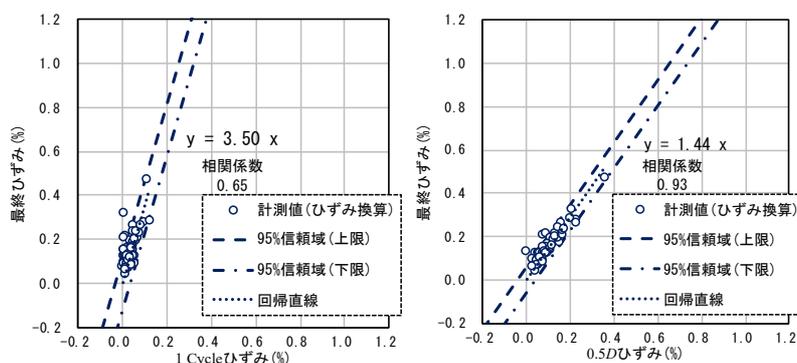


図-3 初期-最終ひずみ相関図 (本坑)

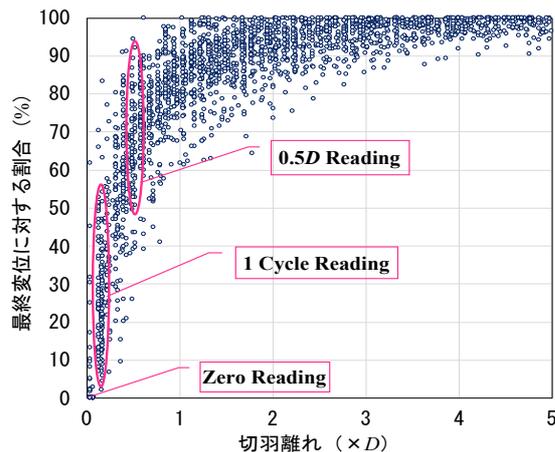


図-4 広河原斜坑 145 計測点の切羽離れと収束状況

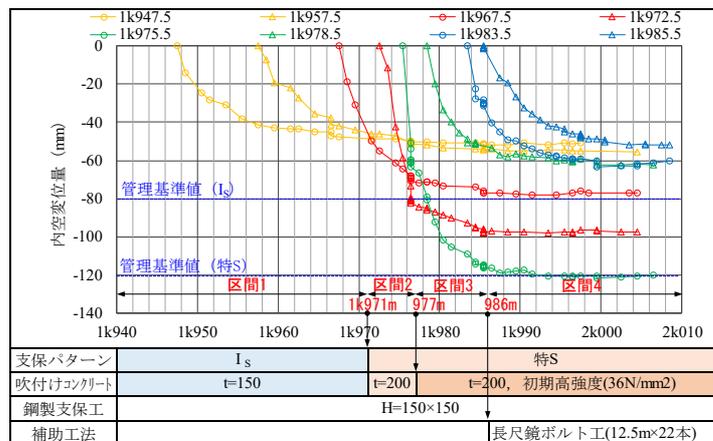


図-5 支保パターン変更事例 (広河原斜坑 : 内空変位経路変化図)