

シールドを用いた場所打ち支保システムによる新幹線トンネルの施工

— 周辺地山への影響 —

独立行政法人 鉄道建設・運輸施設整備支援機構 正会員 野々村 政一, 正会員 石岡 英敏  
 熊谷・東洋・大本・井上 JV 三本木原トンネル作業所 正会員○大畑 雅義, 島崎 明彦, 大向 陽一

1. はじめに

東北新幹線三本木原トンネル工事に適用した SENS では、コンクリートを打設し場所打ちライニングによって一次覆工を構築する。ここでは SENS の施工が周辺地山に与える影響について考察する。

2. 地盤変状計測データ

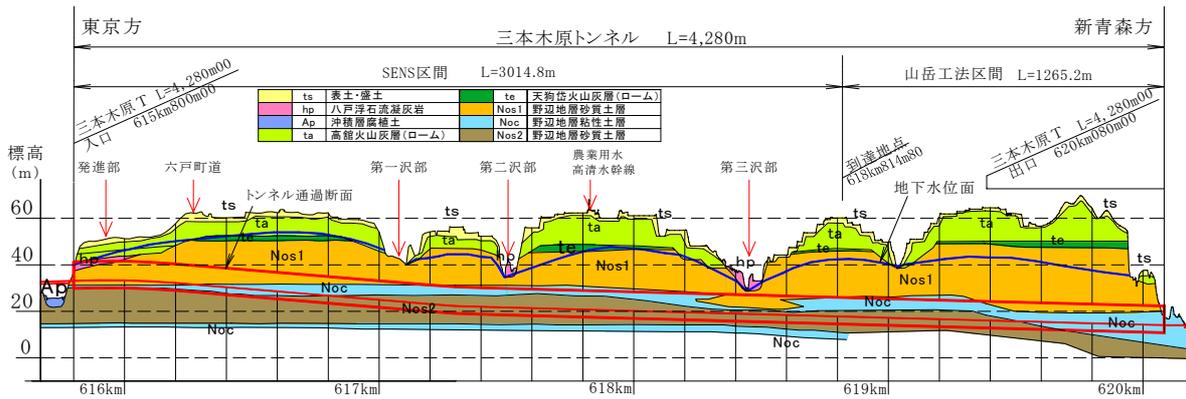


図-1 地質縦断面図と地盤変位計測箇所

三本木原トンネルで掘削した地質縦断面図を図-1 に示す。図には、地盤変位計測を行った箇所も矢印で示している。三本木原トンネルは、河川によって開析された沖積谷が点在しており、発進部、第一、第二、第三沢部の4箇所は土被りが小さくなっている。特に第二、第三沢部では土被りが小さな箇所には、土被り8mとなるように盛土を行った。これらの低土被り部のほかに重要構造物である六戸町道と高清水幹線（農業用水管路）と交差する箇所も地盤変位計測を行った。

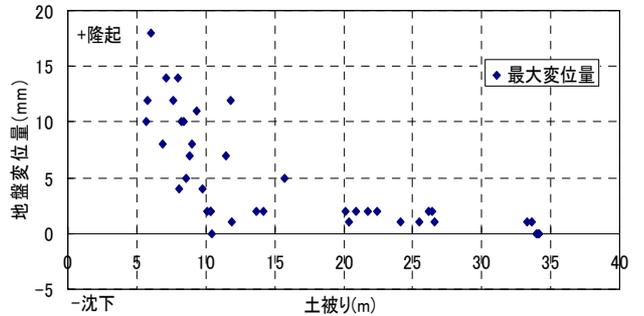


図-2 土被りと地盤変位量の相関

図-2 と図-3 に地盤の最大変位量と土被り・打設率との相関関係を示す。2つのグラフから、  
 ○ 土被りがトンネル径 (11.44m) 以下とそれ以上の場合で、地盤の変位量の傾向が大きく異なる。  
 ○ 打設率と地盤変位量には明確な相関関係が確認できない。

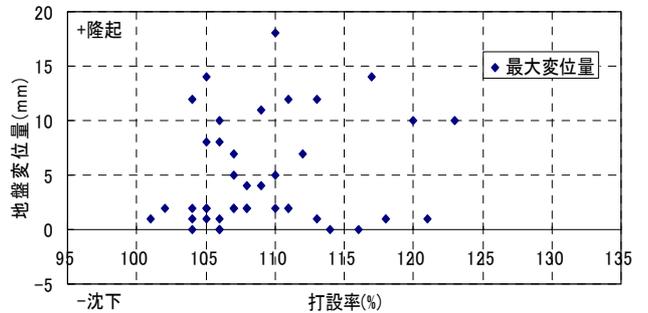


図-3 打設率と地盤変位量の相関

以上の傾向を考慮して、地盤変状を低土被り部（土被り<トンネル径）と一般部（土被り≥トンネル径）に分けてその傾向を分析する。

(1) 一般部の測定結果

キーワード：場所打ちコンクリート、SENS、地盤変状、コンクリート打設圧力  
 連絡先：〒034-0102 青森県十和田市大沢田字早坂 24-1 TEL0176-20-7474 FAX0176-20-7475

図-4 に一般部(六戸町道)での地盤変位の状況を示す。グラフで横軸は測定したポイントと切羽との距離を、縦軸は地盤変位量(+ : 隆起)を示している。この地点での土被りは 26m, 計測ポイントはトンネルセンター上にある。計測の結果, 変位は 3mm 程度であり, 切羽, テール通過にとまなう変位が見られない。

(2) 低土被り部の測定結果

図-5 に低土被り部(第三沢部)でのトンネルセンター上の地盤変位の状況を示す。この地点では土被り約 6m の箇所で試験的に盛土を行わず, 計測を頻繁に行って掘進を行った。以下に計測結果をまとめる。

- テール通過と同時に急激に隆起し, 隆起はテール通過後約 10m の間継続する。
- 最終的な変位量は 20mm 程度であり, 一般部に比べて大きくなる。

3. コンクリート打設圧力の地盤変状に与える影響

図-6 に土被りとコンクリート打設圧力の関係を示す。図中にプロットされた点は地盤変位計測を行った点での土被りとコンクリート打設圧力の関係を示しており, その形状で地盤変位量(隆起量)の大きさを示している。また, 図中の点線は, 土砂の単位体積重量が  $\gamma_s=18\text{kN/m}^3$  であった場合に土被りに均衡する SL でのコンクリート打設圧力を示しており, 式(1)で表される。

$$\text{均衡打設圧力} : P_e = (\gamma_s \cdot h + \gamma_c \cdot R_s) / 1,000 \quad \text{式(1)}$$

ここに, コンクリート単位体積重量 :  $\gamma_c=23.5(\text{kN/m}^3)$

シールド半径 :  $R_s=5.72(\text{m})$

この直線は, 地盤のせん断強度を無視した場合の上載地盤の荷重とコンクリート打設圧力が釣り合う値を示している。したがって, この直線の下側にプロットが現れる場合は, 上載地盤の荷重が大きく地盤の隆起が起り得ないことを示している。一方, 直線の上側にプロットが現れる場合はコンクリート打設圧力が上載地盤の荷重を上回っていることを示している。プロットの種類は, 地盤の隆起量を示しており, 直線の下側では 5mm 以上の地盤の隆起がほとんど見られないが, 直線の上側ではほとんどの箇所で 5mm 以上の地盤の隆起が確認されている。

上記の考察から地盤の隆起が観測された箇所ではコンクリートの打設圧力が土被りに比べて大きすぎることを示しているが, 施工時には, 良好な一次覆工を打設することも考慮する必要がある。コンクリート打設圧力は両方の視点から設定することが必要である。

4. おわりに

本工事では場所打ちコンクリートが周辺地盤に与える影響を観測し, 特に低土被り部で地盤の隆起が観測されることを示した。今回の施工は, SENS を用いた初めての施工であり, 良好な一次覆工を構築することを優先し, 地盤の隆起が生じた。今後, SENS の低土被り部への適用範囲に関する議論を行うとともに, 地盤に影響を与えずに良好な覆工コンクリートを構築できる打設管理手法を確立したい。

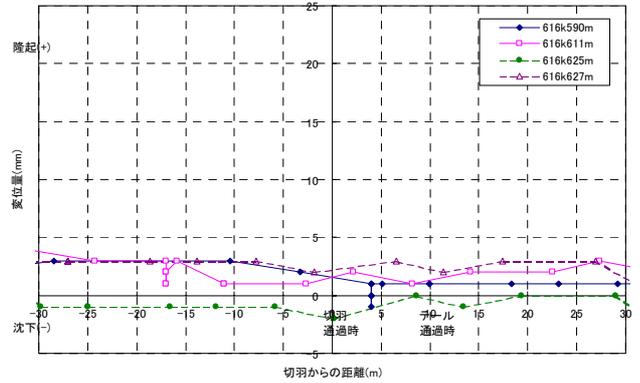


図-4 シールド通過時の地盤変位(一般部)

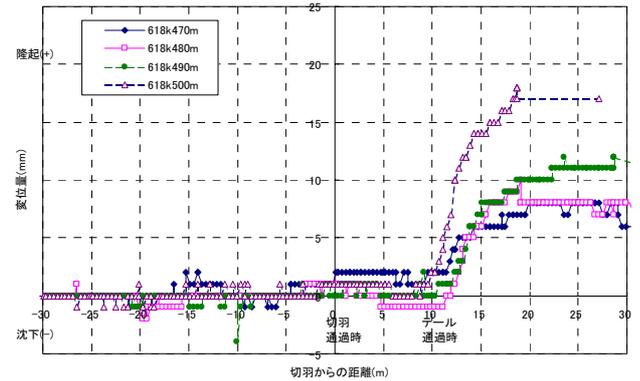


図-5 シールド通過時の地盤変位(低土被り部)

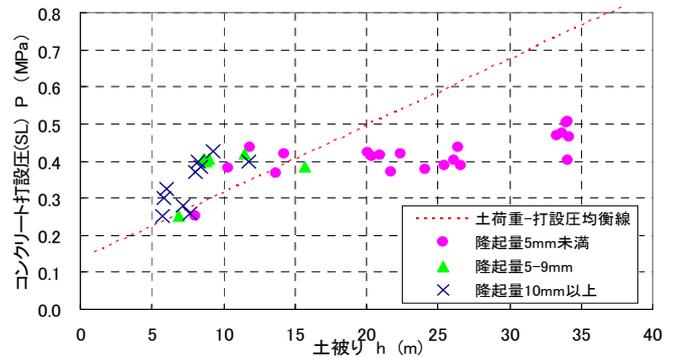


図-6 土被りとコンクリート打設圧の関係