

千葉県土木部 内山 千代長
清水建設株式会社 (正) 高崎 英邦
清水建設株式会社 (正) 赤田 昌義

1. はじめに

地山が未固結細砂層でかつ地下水位が高い悪条件下の国分川分水路トンネルは、国鉄常磐線松戸駅の南東約2Kmに位置する。この付近は近年都市化が進み、降雨時に河川への雨水流入が著しく増大し、河川本来が持つ治水安全度が低下している。このトンネルは洪水時の雨水の一部を分流させ、下流の江戸川に放流し、流域の洪水防止を図るためのものである。施工に際して、地山条件が悪いことと将来民家密集地の下を通過することなどを踏まえて各種の計測を実施した。ここでは、その計測結果の一部である切羽進行に伴う空洞周辺の変位挙動について紹介する。

2. 地形・地質とトンネル概要

周辺の地形は標高25m前後の台地と標高5m前後の低地とに区分される。地質の分布状況は第四紀洪積世の細砂層を主体とする成田層が広く厚く分布し、トンネルは其中を通過する。トンネル掘削部分の砂層はN値が30前後、均等係数が5以下、粘土・シルト分が10%程度である。地下水位は自由水面がトンネルクラウン部に存在し、インバート下部約3m付近に存在する固結粘土・シルト層の不透水層の下方には約1.0Kg/cm²に被圧された地下水が存在する。掘削工法はNATMで掘削幅(D)は8.6m、掘削断面積は60.5m²である。また、機械掘削による上半リングカット2段ベンチ工法(ベンチ長18m)を採用した。図-2にトンネル標準支保パターンを示す。

3. 計測概要

トンネルが悪条件下であるため数多くの計測断面を設けたが、本報文で紹介するのは、No.147+7.0m付近のものである。この位置ではトンネル通過前に地表からエクステンソメータ及び地中傾斜計を地中にあらかじめ設置すると共に地表部の沈下状況もレベルで測定した。これらの計器配置を図-3に示す。これにより、掘削前の初期からの変位測定が可能となる。また、トンネル内では内空変位計による内空変位測定とレベルによる天端沈下測定を実施した。なお、計測及びデータ処理にはオフコンを用いた自動計測データ処理システム(ATMS; Automatic Tunnel Measuring Shizu-system)を用いて、省力化・迅速化を図った。

4. 計測結果と考察

(1) 内空変位とトンネル横断面水平変位(図-4,5)

トンネル掘削後の内空変位(上半水平)の最終値は

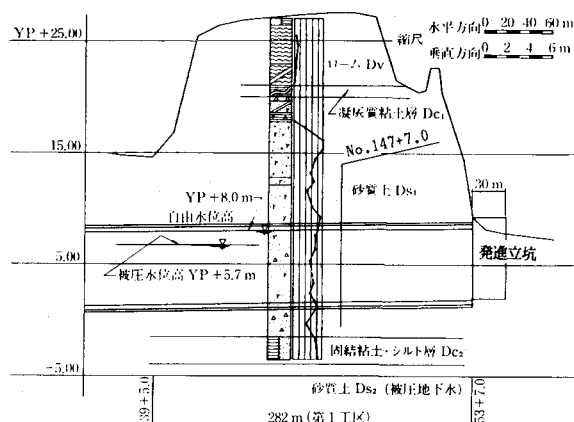


図-1 地質縦断面図

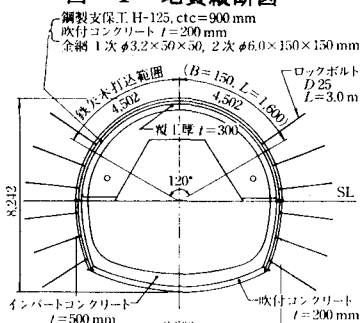


図-2 トンネル標準支保パターン

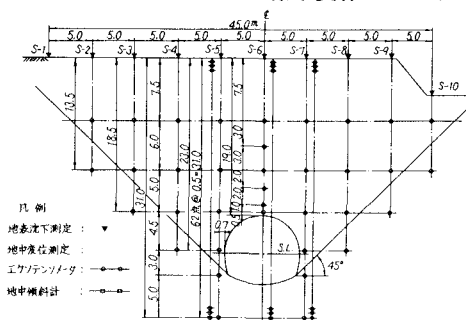


図-3 計器配置図

24.6mmで、地表からの傾斜計から得られた全変位量 $2 \times 20\text{mm} = 40\text{mm}$ の約60%に相当する。傾斜計による地中変位はトンネルセンターを中心にほぼ左右対称形に変位している。これにより、極端な偏圧等が作用しなかったことがわかる。変位の最大値はトンネルスプリングライン(以下SL)付近に現われている。これは、上半掘削時に断面形状的に不利な半断面であること、また、下半との接合部であり施工時に構造的に不安定となり易いことによる。また、せん断ひずみの最大値もこの付近に位置している。これも、上記の理由と同様と考えられる。せん断ひずみの最大値約1%は事前の地山試験結果の許容ひずみ1%とほぼ一致し、計測による管理をする上で大変参考となる。図-5にはトンネルSL付近水平変位を示す。これにより、変位は上半切羽前方約0.5Dから現われ、下半切羽通過後1D程度でほぼ収束していることがわかる。

(2) 天端沈下とトンネルセンター直上鉛直変位(図-6)

トンネルセンター直上の鉛直変位は切羽通過前1D程度から始まり0.5D程度から急激に大きくなる。そのあと、下半通過後1D~2D程度で収束し、トンネル天端直上で最終的に57mmになった。これに対して坑内の天端沈下は最終値が41mmで上記の最終値の約70%に相当する。また、トンネル天端上1.5~3.5m間の地山の最大引張ひずみは0.7%を示し、ゆるみ領域と認められる。

(3) トンネル軸方向水平変位(図-7)

トンネルが計測位置に近づくにつれて、切羽前方のトンネルセンターの軸方向水平変位はトンネル上方で変位し始め、前方に移動している。さらに接近すると、地表近辺及びトンネル上半下部付近は切羽方向へ逆に変位する現象を呈している。ただし、この計測結果については絶対値が小さいなかでの評価のため、今後ともデータ収集及び解析を行なって現象を明らかにして行きたい。

5. おわりに

連続体に近い未固結含水細砂層で、トンネル近傍の地山変位がどのような経過をたどり最終的安定状態になるかを理解する上で興味深いデータが得られた。今後は、データに基づいた解析を実施し、同種地山の計測管理の参考とするだけでなく、事前の管理基準値設定の資料として行く予定である。最後に、(財)国土開発技術センター国分川分水路事業トンネル工法検討委員会(福岡正巳委員長)をはじめとする多くの方々に御指導を賜った事を感謝します。

(参考文献) T.Fujimori, C.Uchiyama, H.Kunimi, H.Takasaka: Use of the NATM in soft ground near Tokyo, Japan, The fourth international symposium, TUNNELLING '85, the Institution of Mining and Metallurgy, 10-15 March, 1985, Brighton・England

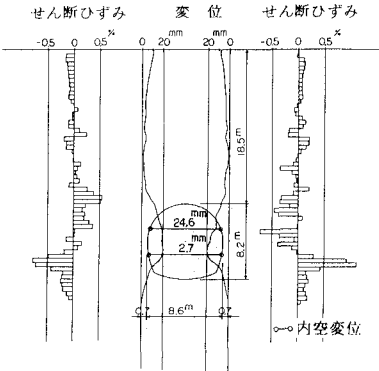


図-4 トンネル横断面水平変位(最終時)

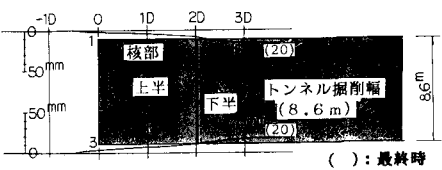


図-5 トンネルSL付近水平変位

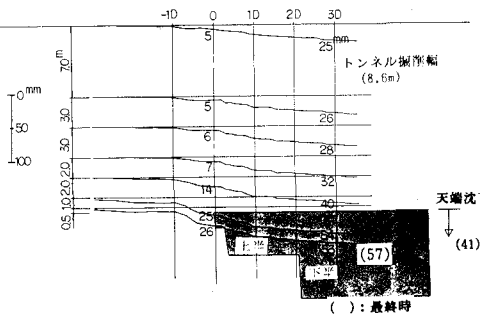


図-6 トンネルセンター直上鉛直変位

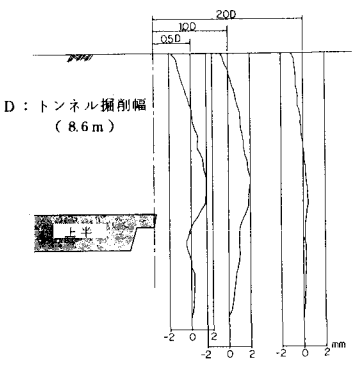


図-7 トンネル軸方向水平変位