

III-377

ロックボルトと吹付コンクリートによる円形立坑の設計施工

日本鉄道建設公団関東支社 正員 永井 宏生
日本鉄道建設公団関東支社 正員 高瀬 昭雄

1. はじめに

東葉高速線習志野台トンネルは、市街地直下の未固結砂層を土被り10m前後でNATMにより掘削する典型的な都市トンネルである。今回は同トンネルの発進を目的としたロックボルトと吹付コンクリートによる立坑について、その設計及び施工状況について報告する。

図-1に立坑一般図を示す。諸元は掘削深が13m（ずりビット部は16m）直径が17.2mであり、掘削対象は地表からローム層（Lm）、凝灰質粘土層（Tc）、洪積砂層（Ds）となっている。なお、地下水位は地表面下14m付近に位置しており、掘削のほとんどが地下水位上となっている。

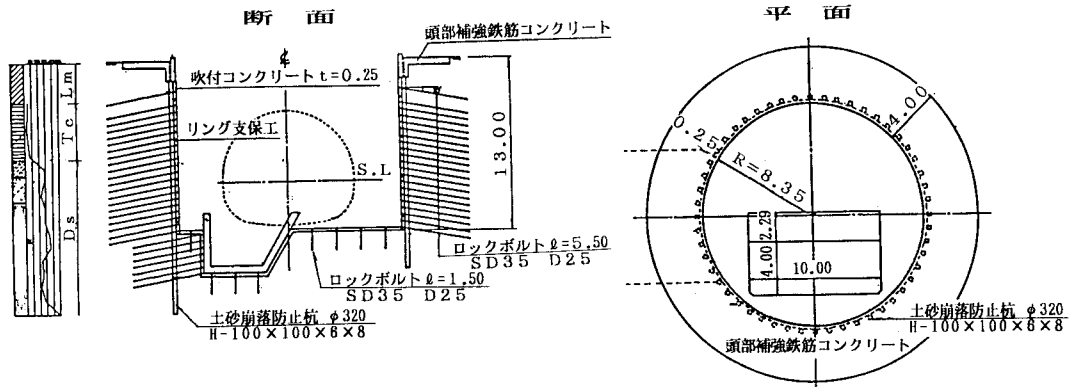


図-1 立坑一般図

2. 設計

(1) ロックボルト 施工時の安全性を評価できるソイルネイル工法の考えに依った。図-2に計算条件と計算結果を示す。すなわち、すべり面によって囲まれた土塊OABDと土塊DBCの力の釣り合いによりAB面でのすべり力を算出し、これに対してロックボルトの定着力等による同面でのすべり抵抗力が安全率 $F \geq 1.2$ をもって大きくなるように設計した。なお、地山とロックボルトの定着力は、現地での引抜試験結果より、 1.5 tf/m としている。

(2) 吹付コンクリート 掘削断面の大きいこと、自立性の乏しい砂層を掘削することから、厚25cmの鉄筋入（D10）とした。

(3) 頭部補強コンクリート 立坑地表外周に、重機等による上載荷重の分散を目的として、厚さ50cm、幅4mの鉄筋コンクリートを設けた。

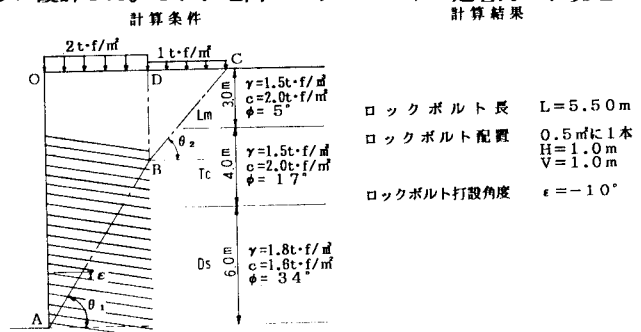


図-2 計算条件と結果

（4）土砂崩落防止杭 $\phi 320$ の P I P 杭を立坑外周に沿って 1 m ピッチで打設することにより、フォアパイリングとしての地山の事前補強及び地山崩落時にこの杭を利用して山留を行うことを目的とした。

3. 施工

施工は、掘さく断面が 230m^2 、周長が 54m と大断面であることから、五分割施工として掘削断面の早期閉合を計ると共に、1 掘削深は 0.5m とした。作業のフローは、①掘削、②溶接金網取付、③一次吹付コンクリート、④鉄筋金網取付、⑤二次吹付コンクリート、⑥ロックボルト打設の順序であるが、このうちロックボルトの定着材については、所定の定着力を得られる膨張性モルタルを用いた。

図-3 に、掘削に伴う地山（掘削背面 1 m 地点）の水平方向変位の計測結果、および解析結果を示す。解析は、ピット掘削に伴う偏圧を考慮するために平面ひずみモデルとした。地盤は非線形弾性体とし破壊基準は、モルクーロンの基準に従うものとしている。なお解析時の掘削 step は 1 m であり、頭部補強コンクリートを、水平方向バネとして考慮しているが、土砂崩落防止杭については考慮していない。計測結果より、地山は切羽前方 2～3 m の点より内空側に変位を開始し、切羽後方 3 m 程で最大となっている。地山の变位曲線は、各掘削段階とも、滑らかな連続性をもった形状となっており、最大変位量も約 2 mm と極めて小さいことから、周辺地盤は弾性状態に近い安定した状態で掘削されたものと想定される。一方解析結果は、凝灰質粘土層（Tc）部分で大きな変位が生じる傾向にあり、砂層（Ds）との境界で変曲点が現われている他、変位量も最大で 30 mm 近い値になっている。以上計測結果が、解析結果に比較して絶対量も小さく、曲線形状も滑らかなことは、土砂崩落防止杭等の効果の他、分割施工により早期に地山の安定を計ったことによるものと考えられる。

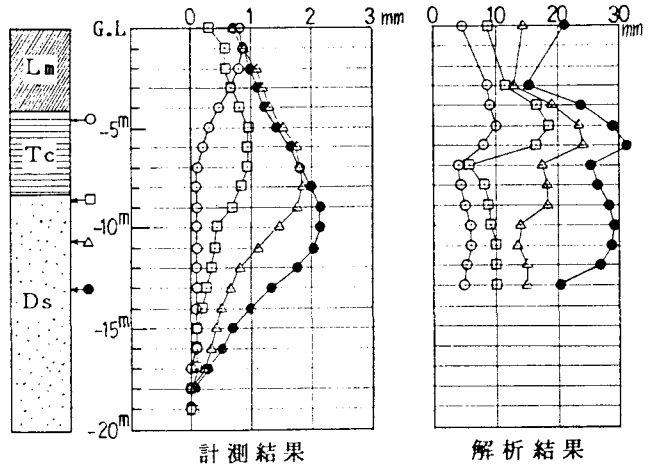


図-3 掘削に伴う地山の水平変位

また図-4 は、立坑掘削終了時のロックボルト軸力分布を示している。軸力は引張のピーク値が中央付近にみられており、比較的有効に働いているものと考えられる。

4. おわりに

今回は設計・施工状況の概略について報告したが、今後は各部材の支保機能についても検討を進め、設計の指標を見いだしたい。

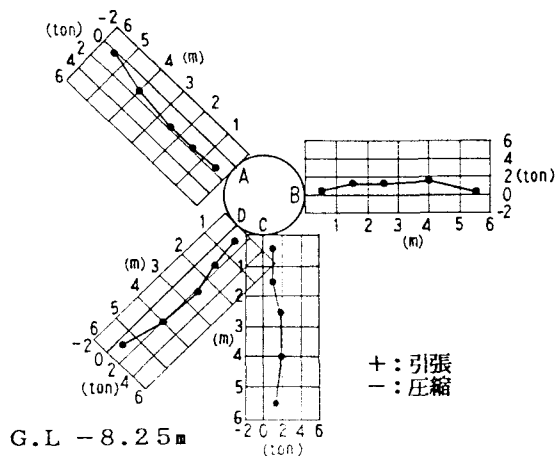


図-4 ロックボルト軸力分布図