

国鉄東京第三工事局 正会員 栗原 啓之
 清水建設株式会社 正会員 永田 豊
 同 上 正会員 岡田 滋
 同 上 正会員 〇三原 泰司

1. はじめに

赤羽台トンネル(延長:585m)は、東北新幹線・通勤別線の上野～大宮間にある開削工法によって施工されたボックスカルバート型のトンネルである。このトンネルの掘削土砂は、付近の道路事情のために、地表面から搬出できないため、図-1のようにトンネル断面の底部に作業用導坑を掘削し、立坑から土砂を落し込み、ベルトコンベヤーで搬出した。この作業坑の断面は 8m^2 程度であるが、地表面から掘削していくため、作業坑の土被りは、掘削に従って減少し、最終的には作業坑は撤去される。このような特殊条件下において、作業坑の安定を確保するために、支保工の応力測定を行ったので、その結果を報告する。

2. 土質概要

赤羽台地は、約14m程度の丘陵であり、地表面から約7mが関東ローム層で、それより下が本郷層および東京層と呼ばれる礫混じり細砂層である。N値は砂層で15～40の値をとるが平均的には20前後である。本郷層は部分的に粘性土を含むため、比較的粘性は強い。地下水位は、掘削底面付近にあるため、作業用導坑への影響はなかった。

3. 作業坑と掘削と応力測定

この作業坑は全断面を手掘りで約170m掘削された。支保は鋼製アーチ支保工(H-125×125×6.5×9, ピッチ80cm)とインバート・ストラット(100×100×6×8)を用い、送り矢板及び掛け矢板工法で施工された。切羽の自立性は比較的良好だが一部地層によっては、肌落ち防止のための補助工法(鉄矢木[15型]の先行打設)等を行った。

図-2に応力測定のためのゲージの取付位置を示す。アーチ部4ヶ所・側壁2ヶ所・インバート1ヶ所の計7ヶ所である。また、計測は、2断面行った。ゲージはウェブに支保工の建込み前に取付けられ、支保工の建込み後すぐに初期値を測定している。測定項目は、曲げモーメント・軸力・せん断力である。図-3は地表面からの掘削の経過を示している。支保工建込みから掘削終了までは約2ヶ月であった。

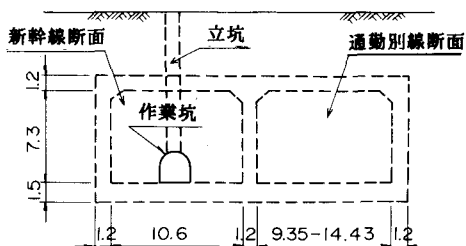


図-1 赤羽台トンネルと作業坑断面

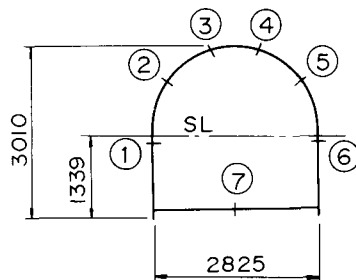


図-2 ゲージ取付位置

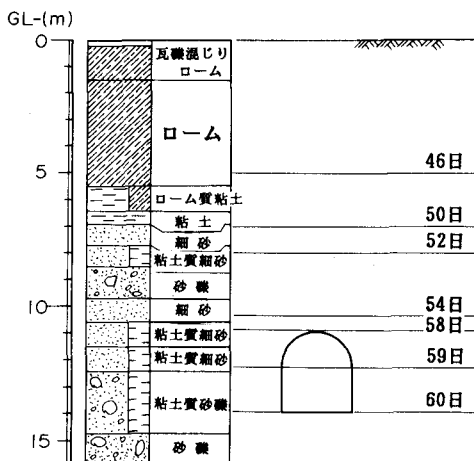


図-3 掘削経過と土質

4. 計測結果

図-4～図-7は、時間経過と土被り、支保工応力の関係を示したものである。図の番号は計測位置を示している。全体的に荷重の値は小さく、過大なゆるみ土圧が生じていないが、地表面の掘削が始まる前(0～45日)でも、時間の経過とともに支保工応力(曲げモーメント)が増加しており、ゆるみ領域が広がっていることを示している。また、掘削開始(45日)以後、曲げモーメントや軸力は増加する傾向にある。特に50日以後(土被りにして約4 m程度)から影響が大きくなっている。図-8は支保工の各点における曲げモーメントの計測結果(土被り, 11m, 5m, 0m)をプロットしたものである。曲げモーメントはアーチ部よりも、側壁において大きい。これは支保工の形状にも起因しているが、側壁部の軸力に比べて、アーチ部の軸力の増加が大きいことから地表面の掘削に伴って、側方の土圧が大きく作用していることがわかる。

5. おわりに

トンネルの土被りが減少するような特殊条件下において、支保工応力が増加する傾向が実測された。また、増加する外力は、アーチ部よりも、側壁の方が大きいようである。これは、鉛直土圧の減少に伴う水平土圧の増大という力学的な応力状態の変化と同時に掘削機械の振動によるトンネルのゆるみ領域(塑性化した領域)の拡大が生じているためと考えられる。どちらが卓越しているかについては断定できないが、今後のデータの蓄積に努めたい。

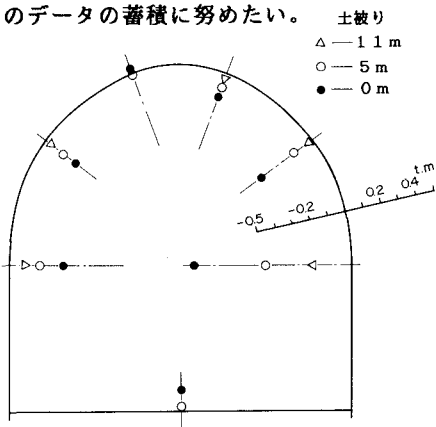


図-8 土被りの減少による
曲げモーメントの変化

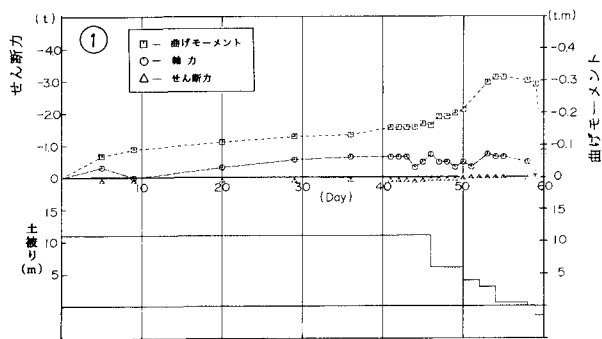


図-4 支保工応力と土被りの変化(側壁)

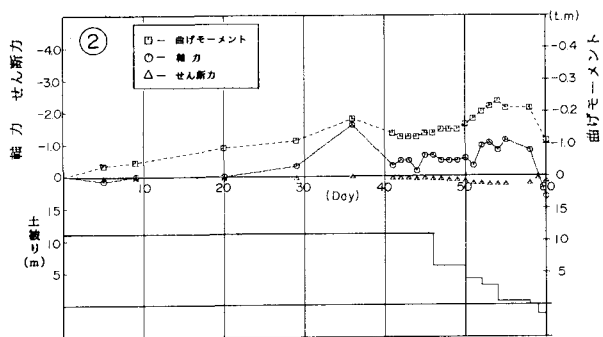


図-5 支保工応力と土被りの変化(アーチ)

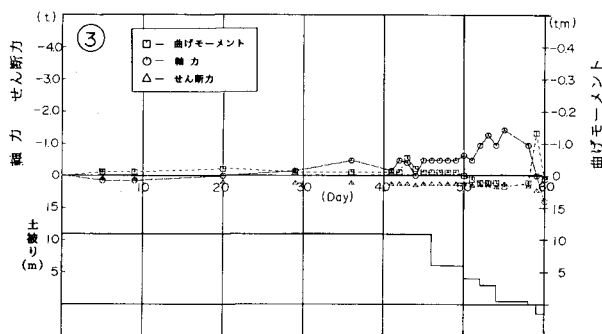


図-6 支保工応力と土被りの変化(アーチ)

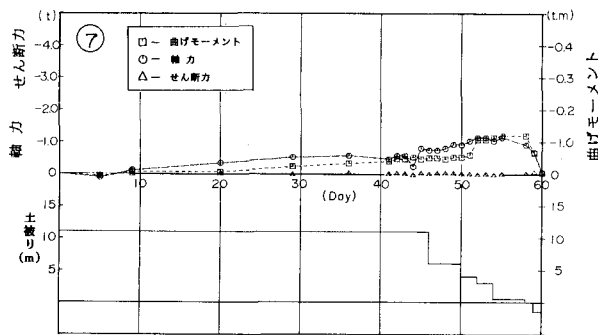


図-7 支保工応力と土被りの変化(インバート)