

崩壊性地山における山岳トンネル 坑口の垂直縫地ボルト工について

水越 史郎*
Shiro Mizukoshi

野田 浩次**
Kouji Noda

常磐自動車助川トンネル南坑口は、過去数度に及ぶ小規模地すべりによる崩積土層上に位置する。坑口より約35m区間は土被りが5~8mと薄く、崩壊が懸念されたため、堀削補助工法として垂直縫地ボルトを採用した。この工法は数例の施工が報告されているが、いずれも薬液注入による地盤改良を併用している。これに対し今回は薬液注入による地盤改良を行わず異形棒鋼及びボーリング孔のモルタル充填のみで施工したところに特徴がある。

1 施工概要

(1) ボーリング

鉋研アロードリル（全油圧式ロータリーパーカッションドリル）、二重管、外径φ101を使用

(2) 棒鋼建込み

ジョイント部によるボーリング径の拡大を避けるため、6~10mの一本物を使用した。

(3) 注入

必要以上の注入を避けるため、セメントミルクを用いず、1:2モルタルC/W=65%を使用し、2回に分けて無圧注入を行なった。

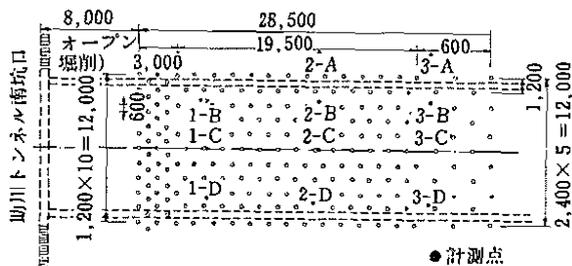


Fig.1 施工平面図

*東関東(支)常磐道日立(出)
**土木設計部設計課係長

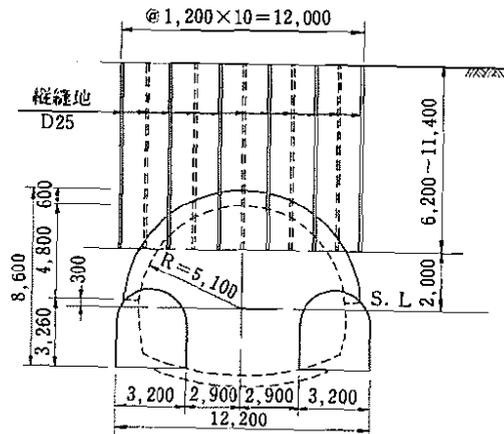
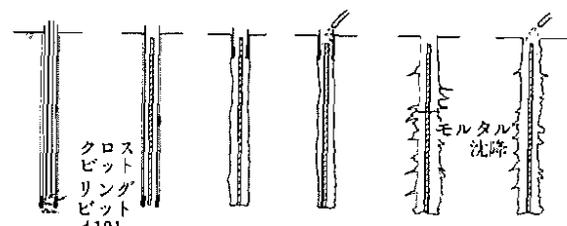


Fig.2 標準断面図



ロータリー D25鉄筋 外管引抜 1:2モルタル 再注入
パーカッション 挿入 (口元1本 注入 (1日後
オン 残し) 完了
ボーリング
完了後ロッドのみ 引抜き

Fig.4 施工順序図

2 上半掘削

坑口より15m間は石灰岩の転石(φ2~3m)群で、側壁導坑掘削を既に完了しているため、モルタルは一部導坑内に漏出した。しかし転石の崩壊は殆んどなく、棒鋼の串刺し効果により安全施工が可能となった。また、15mより奥の区間では礫混りの粘性土層で小規模の崩壊はあったが、前方への大きな崩壊はなく、ボルト間隔(支保工建込み間隔と同じ0.75m)にとどまった。

3 計測

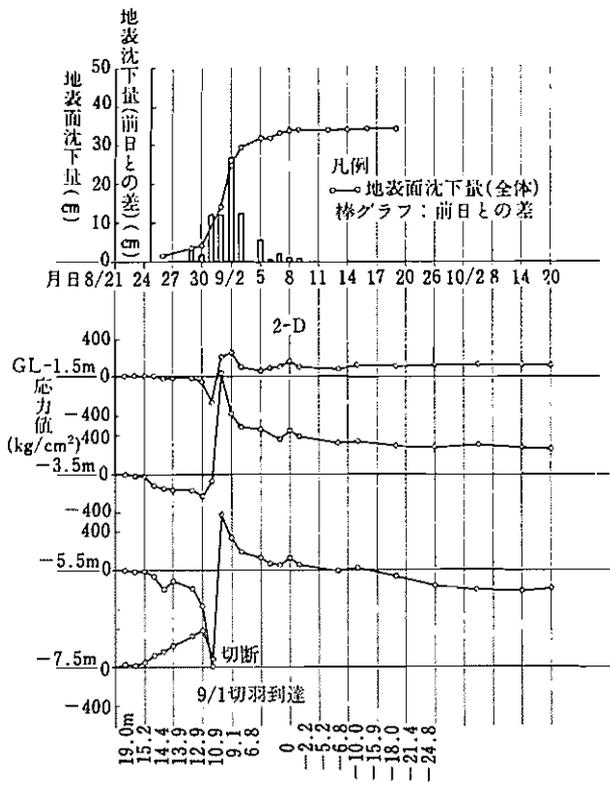
垂直縫地工の有効性を観るため、ストレインゲージを深度2m毎に添付した計測用棒鋼を同一施工法により配置し、上半掘削による経時変化を計測した。また、地表面の地盤沈下の経時変化も同時に計測し、ゆるみ範囲等の資料の収集を行なった。

計測結果より次のことが読みとれた。

- 1) 地表面沈下は、切羽到達前約6mから影響が始め、到達時は最大沈下を示し、その後約20m間で収束している。応力解放及び発破振動の影響と考えられる。
- 2) 縫地ボルトの軸力は、切羽到達前約10mから圧縮応力が作用し進行に伴ない徐々に増加する。到達時には非常

に大きな引張応力が鋼棒に急激に発生している。また、切羽通過後は引張応力が減少し収束状態に移行する。

あったが両者共有効に作用し切羽の安全作業を確保できた。工費が比較的低廉でもあるため、今後同条件下では有力な補助工法として期待できる。現在、崩積土層区間の覆工も無事完了し順調な掘削を進めている。



切羽進行(縫地ボルトまでの距離)

Fig.5 縫地ボルト測定結果

3)切羽が近づくにつれて縫地ボルトの圧縮応力が増加し通過後に引張応力が減少する。前者は周辺地盤の沈下によるもので後者はボルトが地盤を吊り下げているためと考えられる。その後応力が急減しているのは掘削上部地盤が全体的に沈下し、その荷重が鋼製支保工によって肩がわりされたと判断される。

4)縫地ボルトに発生する最大引張応力は切羽到達時に最大となり、深度5 mで $\sigma_s=1800\sim 2500\text{kgf/cm}^2$ となっている。今回使用したボルトの材質はSD30であり、ボルト径、配置とも適切であったと判断される。

5)今回の計測では深さ方向の測点が少なかったため、曲げ応力からボルト効果を判定することは困難であった。定性的には切羽接近に伴ない切羽天端の斜め上方に当たる部分が切羽方向に引っぱられるように曲がる傾向が見られる。

4 おわりに

垂直縫地施工区間は石灰岩転石群と礫混り粘性土層で