

国鉄静岡鉄道工務局 正員 足立貞彦

トンネル掘さくに伴う地山のゆれみは、支保工にかかる地圧の大きさから想像するものより遙かに大きいようである。逆にいえば、ゆれみは地山がそのまま、トンネルに対する荷重とはならないと考えられる。このことは国鉄新幹線オノ熱海トンネル及び清水トンネル掘さくの際、地表面並びに地盤中の沈下を精密に測量したことから判明した。

1. オノ熱海トンネル（延長6067） オノ熱海トンネル（戦前既に導坑が貫通）

の東口より2507附近地表にハ丁圓ホネルがあり、建物（ノ子館鉄筋コンクリート10階建）の基礎下端とトンネル天端との被りが約267しかなく、その影響が問題となったので、各建物の基礎並びに周囲地表に測点を設け、精密水準測量を行うこととした。なお当初は地表まで掘さくの影響が現はれないのではないかと思はれたので、トンネル上の地盤中にボーリングして地中測点を設けた。精密水準測量は、東大丸安教授の指導のもとに、パンフィックコンサルタツトKKが行い、36年6月ハ丁圓ホネル下の掘さくにかかると共に作業も開始した。初期は普通土木用レベルを使用したため、そのデータは誤差が多く信頼出来なかったが、日本光学S型レベル（ $1/10^4$ 読み）並びに附属標尺を使用するに依り、測量方法の改善、作業の熟練と相まって8月末より信頼出来るデータが得られるようになった。測量の結果は次のとおりである。建物基礎の最大沈下量は約50mmで地中測点は被り2.57の誤が72mm、13.57が38mm、センターより511離れて被り7.57の誤が25mmであった。なおこれとは別に建物に取付けた水準器も建物が沈下傾斜したことを示し、建物には亀裂が発生した。この附近のトンネルの地質は粘土と硬い節理の多い安山岩で、アーチ上部半断面掘さく後、側壁を逐巻で施工する方法によったが、地山のゆれみを最少とすべく、掘さく切端とアーチコンクリート切端との距離を出来るだけ短くした。支保工には200H型钢（50kg/m）を0.307~0.757間隔に使用し、覆工厚は70cmとし、覆工後裏込注入、更に地山注入を行った。地山のゆれみは前記のようにあらはれたが、支保工並びに覆工には別に異状変形はなかった。

オノ熱海トンネルの西口附近も被りがうすく、旅館、別荘、温泉タンクなどが有り、地表に対する影響が心配されたので、多くの測点を設けて前記同様精密水準測量を行った。この西口附近の測量の結果によると、測点の最大沈下量は被り247のセンター真上の誤の1/16mmであった。また測点の内のあるものはその真下を掘さくする2~3日前から沈下を開始した。掘さくの進行に伴う地表沈下の進行状況もわかり、またその横断的な範囲も把握しながら推定出来た。建物には亀裂が発生し、ガス管、温泉パイプなどが破裂した。この西口附近の掘さく法は、ハ丁圓ホネル下と同様であるが、その際発破の振動の影響が問題となった経験から、発破を全然使用せず全部コーンピックにより掘さくし、地表に振動記録計を据えて発破の使用を監視した。支保工は200H（50kg/m、但し特に被りのうすい坑口附近677は94kg/mのもの）と0.757間隔に使用し、注入もハ丁

圈下と同様に施工した。地表の沈下は前記のようにあらはれたが、支保工並びに覆工には別に異状変形はなかった。

2. 満水トンネル。(延長157m) 才ノ熟海トンネルの実績より考えて、更にトンネル振さくに伴う地山のゆるみを明らかにするため、満水トンネルの上部に規則正しく縦横に測点を設け、昭和38年2月から3月にかけて八丁圓ポネル附近と同様精密水準測量を行った。なお地山のゆるみを調べるため、センター真上に地中測点を設けた。測量の結果は次のとおりである。地中測定の沈下は被り5mで7mm, 12.5mで4mm, 20mで2mm, 27.5mで0mmで沈下と被りとの関係はスムーズなカーブを示したが、地表測定の沈下(被り最大36mの沈下2mm)と被りの関係はそうはならなかった。これは地表の沈下が表面的な状況に著しく変配されることを示すものと思われる。なお地表のゆるみを生ずる範囲もはなりのりした。このトンネルの地質は、頁岩層で、比較的均一である。掘さく工法は導坑を掘らばい上部半断面工法で、支保工としては両坑口(約25mづつ)に200H(50kg/m)と0.9m間隔で使用し、残りは150H(30kg/m)と0.5m~1.0m間隔で使用したが、支保工には、なんら異状変形はなかった。

3. 支保工の崩壊並びに変形実績 上記の調査により地山のゆるみが相当大きいことが判明したが、実際にどの程度の地圧があらわれているか、静幹工管内のトンネル(延長約40m)掘さくにあける、鋼アーチ支保工の崩壊並びに変形の実績を調査した。

この調査の結果は熱水作用を受けた変質凝灰岩の膨張によるもの並びに、地圧によるものなど特殊なものを除くと、次のとおりである。鋼アーチ支保工建込前の崩壊は5件あり崩壊の高さはすべて3m以下で、内4件は土被りの比較的うすいところ(25m以下)であらっている。鋼アーチ支保工建込後の崩壊は6件あり、内半分3件は坑口におけるもの(崩壊の高さ4m以下)で、しかもその内2件は半断面のまま坑口を切付けた場合のものである。残りの半分3件が被りの普通にある場合で、内1件は崩壊高さが不明であるが、2件は3m以内である。6件共150H(30kg/m)又は50kgレールを使用していた。なお崩壊には至らない支保工変形も150Hがものが3件報告されている。

4. 結論

坂本博士の研究によると新幹線のトンネル断面の場合、150H(30kg/m)及び50kgレール鋼アーチ支保工で約3m, 200H(50kg/m)で約5mの土荷重にしか耐えられないのであるから、才ノ熟海及び満水両トンネルの調査から判明したような地山のゆるみがそのまま全部トンネルに対する荷重即ち地圧として働くものであれば、鋼アーチ支保工はひとたまりもなく破壊するはずである。一方崩壊並びに変形調査から考えると実際あらわっている地圧は特別の場合を除き大部分3m~5m程度以内と判定出来る。即ち地山のゆるみが、そのまま地圧の大きさとなっていないことは明確である。

終りに当り、静幹工坂本局長、東大久安教授の御指導と、静幹工鈴木、谷津、鉄本、石山、山崎各職員、の御協力を厚く感謝します。