

N-78 牧山トンネル強圧地帯における施工状況

塚本 敬 中川治郎 高橋彦治 飯塚 全

1. 工事計画, (当日説明)

2. 地質概況

牧山付近の地質は戸畑地区および八幡地区の周辺より、若松半島にかけて発達している中生代白亜紀の地層で下関亜層群と呼ばれている。これは主として火山岩類の礫岩、砂岩、凝灰岩、珪岩、互層より成り一般に塊状の岩で、走向、傾斜の判定困難な地層となっている。調査結果から、比較的新鮮で堅い珪岩($V_p > 4 \text{ km/s}$)が存在するが、ずい道は大部分珪岩の風化帯(弾性波の伝速度帯 $V_p < 2.5 \text{ km/s}$)を通るものと推定されたので経験的に強圧の程度と位置を想定した。

ずい道上部の地形は傾斜がなだらかで、等高線が乱れなことから地すべり地形の特徴を帯びており、過去に大規模な地すべりを起していることがわかる。この山麓の北側(海側)に敷設されているところの西日本鉄道においては上留壁が変状または破壊されたところがあり、工事開始以前から常時監視の態勢がとられていた。地すべり地域に掘削されるずい道として困難な箇所が想定されたところであった。

3. 施工概況, (詳細は当日説明)

前述の通りの地質条件では、施工時ある程度の強圧は予想されたところであったが、着工後の実績によって、地質が予想より悪かったこと、土圧が大きな経験を感じるものがあったことより、工事困難を極めるに至った。底設導坑は比較的順調に進んで昭和58年11月20日(労通)に大木1部切取がけの際して、導坑の変状、鋼アーチ支保工の変形、沈下、破損、覆工コンクリートの変位、沈下などが相次いで発生した。この間鋼アーチ支保工はH150をH200に、建込間隔を1mに、覆工の厚さを50cmから70cmに変更し、導坑は撐でコンクリートで補強し、鋼アーチ支保工のサツ板を大きくし、根固めコンクリート施工、覆工コンクリートの早期施工などの方策によってこの強圧地帯を突破することになった。しかし、8K244M30～8K247M50の間の覆工は沈下39cmを示し所要の断面断面積を保障する状況となり、この間の改築が必要である。

ずい道内部における変状の結果、ずい道上部の地表に亀裂を生じ、一時は大規模な変位があったが、その後の対策よりしきを得たため、ほぼ安定な状態を保っている。

このような状況下においては支保工並に覆工に作用する荷重と変位を測定し、その時間による傾向を把握して対策を打つ必要があった。同時に地すべりとの関連において地質の進展、変位を測定した。

4. 測定 (当日説明)

5. 工事経過に対する反省

牧山ずい道の強圧地帯における工事状況と各種測定結果との関連考察した結果をして若干の反省を試みればつぎのようになる

(1) 着工前の地質調査と地質条件の相違。

想定された地質条件に対して、その程度と不良地質の位置が相違した。着工前の調査は管の上では十分行われたと見るべきであるが結果的には地すべりに対する考慮が不足していた。地形条件、地す

ベリ履歴、ボーリング調査、弾性波調査などの成果を解析して相互に照合し、地質条件を想定すること、工事担当者等の姿勢に属するが、当時相談を受けた関係者の判断力と進言の不足したところも一羊の責めがあるかも知れない。これは結果論であるが、当時においても不良地質であり、ある程度の強圧は予想されていたのであるから予想との相違は、相手が悪すぎたという他はない。

(2) 改築区間の変状

地質条件の相違の他に予想を上廻る強圧が作用して施工を一層困難なものとした。今回、改築を予儀なくされた区間では上部半断面の掘削後、鋼アーチ支保工に強圧が作用して変状が著しく、そのために急ぎ施工された覆工コンクリートまでが更に大きく沈下、変状して遂に建築限界を支障するに至った。このような強圧が作用し、鋼アーチ支保工およびアーチコンクリートが変状した結果、山側の地表約45°の位置に亀裂が生じた。

(3) 設計変更、施工法の変更

不良地質は更に連続するので、隣接区間の施工に際しても同様の強圧が作用することが予想された。「改築区間」の変状を分析して、その原因ならぬ現象に対して、以後の工事を安全に進めるために設計および施工法に関して次のような多くの変更が行われた。

導坑の補強； 上半掘削の際の基礎の固定、コンクリート施工。

鋼アーチ支保工の基礎処理； 支持力増加と変形防止、底板の拡大と根固めコンクリート。

アーチコンクリート； 早期施工

側壁およびインバート； 施工順序を変更して、慎重施工。

施工時期およびその処置は、実測された荷重（地圧現象）の変化に基づいて行われた。斯くして隣接区間および残余の区間は計画による管理の下で安全に施工することになった。

(4) 計画による規制の採用

設計および施工規制のために実測された計画事項は次の通りである。

(i) 坑内

導坑の変位	鋼アーチ支保工の変位	アーチコンクリートの変位	鋼アーチ支保工に作用する荷重と覆工後の変化	覆工背面の地圧	地耐力および強度試験	粘土鉱物の検定
-------	------------	--------------	-----------------------	---------	------------	---------

(ii) 坑外

ずい道中心杭の変位および沈下	亀裂の変位（中）および沈下	ボーリング孔に挿入されたパイプのヒズミ（ずり面）
----------------	---------------	--------------------------

これらの測定結果は設計および施工の修正に十分利用されたものと認めることができる。これに基づいた計画事項は現在の時点でトンネル工事において実施されている項目を包含するもので、これを採用し施工修正を行った経験はトンネル工事における施工技術の進歩に寄与するものと考えられる。

(5) 牧山ずい道が工事中に受けた強圧は在来地すべりの履歴を持ち、現在も緩慢な動きを示すところの地質条件の摩屈がある。ボーリング孔に挿入されたパイプヒズミ計によって想定されるずり面はずい道付近を通り、地表亀裂が所を超える規模を示すことから、このずり面は、ずい道施工によって発生したものではなく、すでに存在していて反斜に、ずい道に強圧を及ぼしたものと判断される。