

鉄道建設公団

阪部英隆

種光信好

三井建設(株) 正員 ○ 田村富雄

1. まえがき

新潟県南部に分布するオオ三紀泥岩は、トンネル掘進時に軟弱化し、強大な土圧を生じやすい。日本鉄道建設公団新潟新幹線建設局発注の上越新幹線オオ三沢トンネル(新潟県南魚沼郡湯沢町)においてもこのオオ三紀泥岩の膨張性地山により工事が難行している。このオオ三沢トンネルの底設導坑先進工法区間と側壁導坑先進工法区間において膨張性土圧の定量的把握及び今後のトンネル掘進工法選択の基礎資料を得ることを目的として各種の計測を行いましたので報告します。

2. 地質概要について

オオ三沢トンネルの地質概要を図-1に、泥岩の物理的性質を表-1に示す。地質は、泥岩層、凝灰角礫岩層及び地すべり性堆積物層よりなる。泥岩層は、泥岩、シルト岩、凝灰岩質泥岩よりなり固結度は低く、特に風化部では粘土化しており軟弱である。また、図-2のようにモンモリロナイト粘土鉱物を含み膨潤性があると予想される。

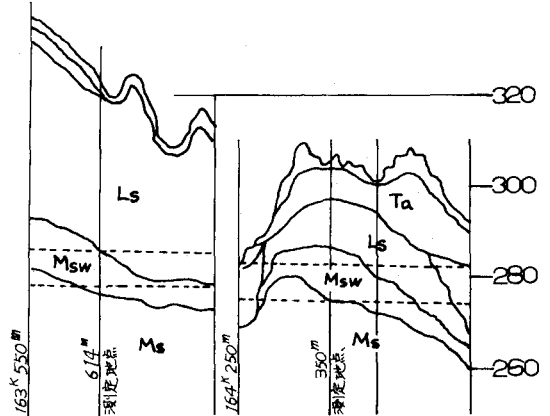
3. 施工概要について

オオ三沢トンネルの施工方法は、底設導坑先進工法で開始したが地山の軟弱化による強度低下が著しく、上半アーチコンクリートの沈下が最大17cm観測され、側壁部の足付コンクリートが膨張土圧の為に前面にセリ出した。この為に上半支保工の脚部根巻きコンクリートを打設したり、インバートストラットを設置したり種々の対策を講じ、検討した結果坑口より735m地点(大宮起点/64K880m)より側壁導坑先進工法に変更した。しかし側壁導坑の支保工の座屈、沈下が著しく工事は難行している。現在、上半掘削にリングカット工法を採取し、インバートストラットの設置を検討中である。なお、測定は試験的に設置したストラットで行なった。

4. 坑内における測定

底設導坑及び側壁導坑区間において膨張性土圧の大きさと対策工法を検討する為に次の測定を行なった。

1) 上半支保工の応力測定(6断面)



時代	地層名	土質岩質	記号	性 状
オオ三沢	崖錐層	粘土、砂礫	Ta	未固結土砂
地すべり性堆積物	堆積物	粘土、砂礫	Ls	未固結土砂、砂、粘土、礫の混合物
オオ三沢	泥岩層	風化泥岩	Msw	風化して粘土化著しい一部膨潤性あり
鮮新世	泥岩層	風化シルト岩	Ms	弱固結岩、均質塊状一部膨潤性あり

図-1 地質概要

表-1 泥岩の物理的性質

項目	163°614'	164°350'
採取位置	163°614'	164°350'
真比重 Gr	2.691	2.703
自然含水比 W _n %	18.9	17.3
単位重量 γ _n %	1.982	2.022
液性限界 W _L %	59.8	61.3
塑性限界 W _P %	20.3	17.0
2μ以下の粘土鉱物含有率 %	38.2	41.5
軸圧縮強度 σ _{ca} %	8.56	7.35
変形係数 E ₅₀ %	96.5	100.6
平板載荷試験による K 値	7.58	7.02

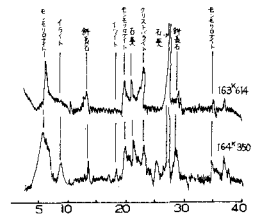
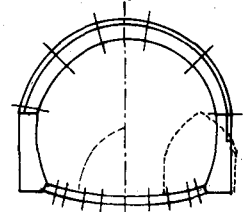


図-2 粉末法によるX線回折結果



底設導坑断面 側壁導坑断面

図-3 施工断面と測定位置

2)インバートストラットの応力測定(8断面)

測定は、支保工、ストラットのH型鋼にひずみゲージをはり、H型鋼の断面に作用する曲げモーメント、軸力、せん断力を知ることにより外力を推定する方法で行なった。トンネルの施工断面と測定位置を図-3に示す。

5. 測定結果とその考察

底設導坑部と側壁導坑部の支保工、インバートストラットの測定結果より曲げモーメントと軸力を整理したものを図-4に示す。この図より双方の形状は類似しているが、側壁導坑部の局所的な外圧による曲げモーメントの入きいのが特徴である。また支保工、ストラット建込み後13日と23日を比較してみると側壁導坑部の変化が少いのに対し底設導坑部は大きく変化している。

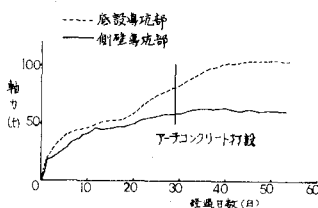


図-5 上半支保工(脚部)の軸力の変化

これは、図-5、6の上半支保工、ストラットの軸力の経時変化をみても側壁導坑部は建込み後30日ではほぼ安定するのにくらべて底設導坑部は50日以上経過しなければ安定しない。また、アーチコンクリート打設後の軸力(支保工)も側壁導坑部ではほとんど変化していないが、底設導坑部では、増加しつづけている。

以上より、側壁導坑先進工法は、側壁導坑掘削時の地山のゆるみは入きいが、アーチコンクリート打設後、急速に安定し、インバートストラットにより断面を収束させることによりさらに安定する。

これに反して、底設導坑先進工法は、アーチコンクリート打設後も側壁部掘削により周辺地山のゆるみが避けられずアーチ部の沈下を引き起し易く、土圧も増加しつづける。図-7の鉛直、水平土圧の経時変化からも底設導坑部の水平土圧が時間とともに急速に増加し、土圧係数が1.0に近くなっていることがわかる。

6. まとめ

膨張性地山における底設導坑、側壁導坑部に作用する外力の変化を測定したところ次のことが判明した。

- 1) 上半支保工、インバートストラットに作用する膨張土圧は、底設導坑部と側壁導坑部では、その挙動が異なり、側壁導坑部は1ヶ月程度で安定するが、底設導坑部では時間がかかる。このことは、膨張性地山に対し側壁導坑先進工法でインバートストラットにより断面を収束させる方法は非常に有効である。
- 2) 底設導坑部に作用する水平土圧の増加は著しく、最終的に18.0(t/m)に達し土圧係数は1.0となった。側壁導坑部では、始めから水平土圧が卓越しており、土圧係数が1.67と典型的な膨張土圧を測定した。従来より、膨張性地山に対して側壁導坑先進工法の優位性が経験的にいわれてきたが、これを定量的に把握した例は少ない。この報告が、膨張性地山の場合の工法選択および工法の改良の参考になれば幸いである。

なお、この測定は、三井建設(株)江戸支店塩沢作業所磯辺所長以下各職員の協力により行われたことを附記しておく。

※参考文献 「トンネル土圧算定のための鋼アーチ支保工における一測定法」 土木学会誌 1968年3月号

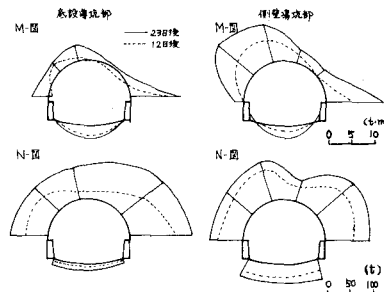


図-4 底設導坑部と側壁導坑部のN図とM図

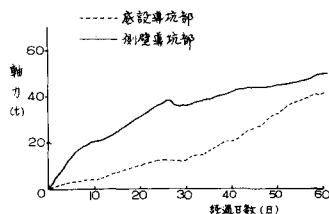


図-6 インバートストラットの軸力の変化

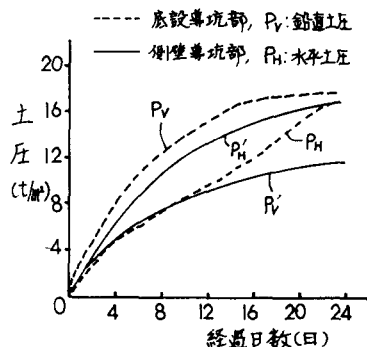


図-7 土圧の変化