

膨張性地山中のトンネル施工 - (2)掘削時地山・支保挙動計測

日本鉄道建設公団	正会員	剣持 三平
日本鉄道建設公団	正会員	竹津 英二
大成建設株式会社	正会員	林 成浩
大成建設株式会社	正会員	桑田 尚史

1. はじめに

北陸新幹線飯山トンネル木成工区では、膨張性を有する地山状況下で多重支保工法を採用し施工を行っている。多重支保工法は、坑壁の変位をある程度許容することにより最初の支保工の健全性が損なわれることを見越し、その内側に新たに何層にも支保工を設けることで支保工全体の健全性を確保する工法である。

多重支保工法においては、支保工の仕様・規模及び二次支保工の施工時期を検討する上で、一次支保工に発生する応力の把握や、地山の掘削により発生するゆるみ域の大きさ、切羽の進行に伴うゆるみ域の進展の有無などの把握が重要となる。

本報では、多重支保工法の妥当性を評価するために実施した一次支保工の計測結果について報告する。

2. 一次支保工の計測結果

(1) A 計測結果

本坑におけるトンネル変位量は、内空変位で200~500mm、天端沈下で50~400mm程度である。図-1に本坑165K212mでの一次支保の内空変位、天端沈下の経時変化図を示す。ここでは、内空変位で419mm、天端沈下で184mm発生している。また、図には一次インバートの閉合時期(切羽より1.5D 離れ)を示してある。一次インバート施工前と施工後では曲線の傾きが大きく変わり、変位は急速に収束傾向に向かうことが分かる。

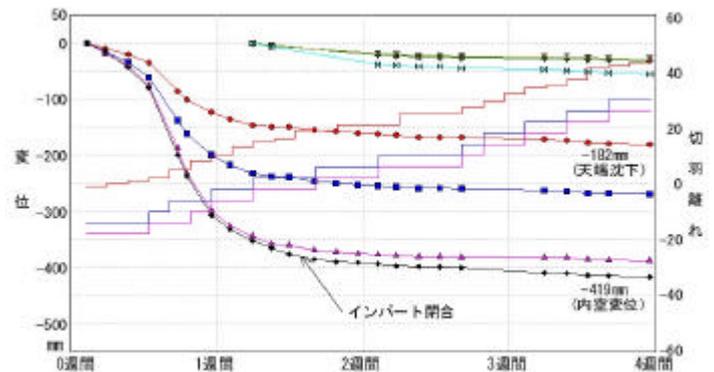


図-1 A 計測結果

(2) B 計測結果

図-2に本坑164K720mでの一次支保工の鋼製支保工応力、吹付コンクリート応力の測定結果を示す。一次支保工の鋼製支保工は降伏点(245N/mm²)を超え、吹付コンクリートも一部が降伏値(18N/mm²)を超えるなど高い応力状態にあることが分かる。このことから一次支保工は健全な支保機能が失われていると考えられる。

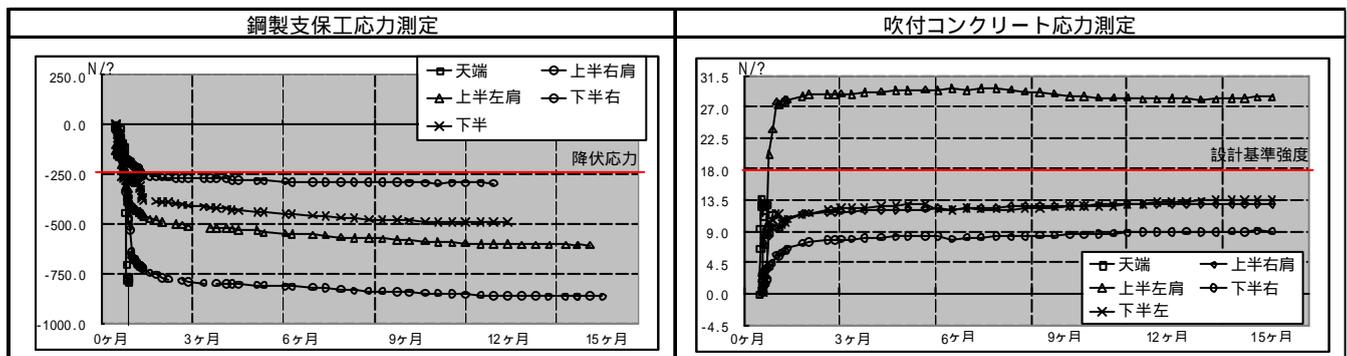


図-2 B計測結果

キーワード 第三紀泥岩椎谷層、膨張性地山、多重支保工法 連絡先 〒943-0861 新潟県上越市大和6丁目3番33号 日本鉄道建設公団 北陸新幹線建設局 上越鉄道建設所 Tel.025-522-8270

(2)ロードセルによる鋼製支保工荷重測定結果

鋼製支保工の降伏が観察されたので、軸力をより正確に把握するために、2500KN まで測定可能なフラットセル型の荷重計を鋼製支保工の天端、左右の脚部の三ヶ所に取り付け、鋼製支保工に作用する実荷重を測定した。図-3に測定結果を示す。なお測点は本坑165K379m で前後の内空変位量は 250mm~350mm 程度となっている。初期の段階では、天端の荷重が急速に増加し、脚部の荷重は一旦増加するものの逆に減少傾向を示す。これは、地山と支保工底板のなじみや脚部の押し出し等で土圧が逃がされているためと考えられる。しかし、下半掘削、一次インバートを施工し、断面を閉合すると脚部の荷重も急激に増加し、やがて荷重は均等化される。いずれにしても鋼製支保工に 1500~2200KN もの荷重が作用しており、高応力状態にあることが分かる。

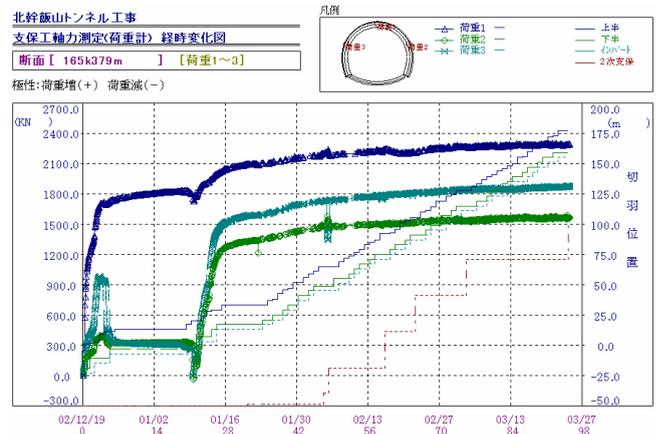


図-3 荷重測定結果

3. ゆるみ域の確認

掘削に伴うゆるみ域の大きさを確認するために、地中変位を測定した(本坑 165K229m)。図-4に、インバート閉合時(切羽より 1.5D 離れ)と切羽から 3.5D 離れた時の地中変位測定結果を示す。なお、今回の地中変位計は坑壁変位が非常に大きくなった場合でも計測出来るように、12m ワイヤ式変位計による手動計測を行っている。

図を見ると、地中変位は側壁より深さ 8 m 付近から変位が発生し、深さ 5 m 前後で変位量が増大していることが判る。また、インバート閉合時と切羽から 3.5D 離れた時の計測結果を比較すると、インバート閉合後の地中変位の増分はインバート閉合前に発生している変位量に比べると非常に小さいことが分かる。

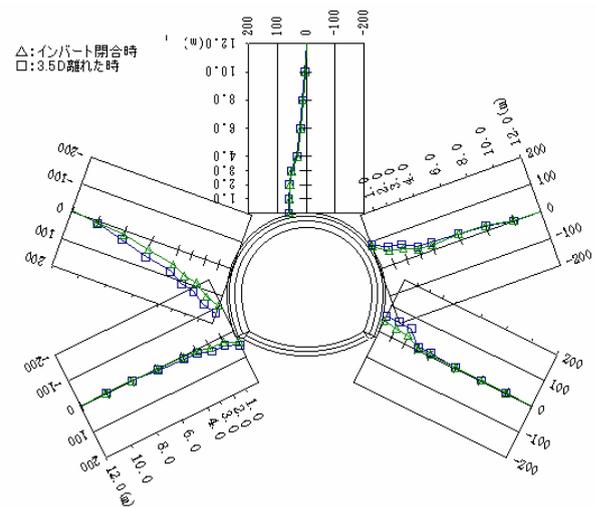


図-4 地中変位測定結果

この計測結果から、地中変位計測を実施した付近では、非常に大きなゆるみ域がインバート閉合前に既に発生しているものの、インバート閉合後は切羽の掘削によって発生したゆるみ域は大きく増加しないことが確認できた。

4. まとめ

飯山トンネル木成工区で採用している多重支保工法における一次支保工の計測結果や施工実績から以下のことが明らかになった。

- (1) 一次支保工の計測結果を見ると、鋼製支保工、吹付コンクリート共にそれぞれ降伏応力、設計基準強度を上回っており、一次支保工は健全性が損なわれていると考えられる。
- (2) 地中変位計測結果を見ると、地盤のゆるみ域は坑壁から深さ 5m 程度の範囲と考えられ、インバート閉合以降はゆるみ域の増加はほとんどない。