

鏡ボルト軸力計測とトンネル前方地山の地中変位計測による補助工法の効果確認

戸田建設(株)名古屋支店 正会員 ○菅 家 和 明

戸田建設(株)名古屋支店 大 原 宏 敬

戸田建設(株)名古屋支店 西 島 郁 夫

1. はじめに

19号栈トンネルは、落石災害防止を目的とした、一般国道19号「栈改良事業」の一環として長野県木曽郡上松町に計画された全長 $L=951\text{m}$ の山岳トンネルである。

本トンネルにおいて、起点側は低土被り区間(土被り 2.0D 以下)が坑口から 265m にわたって連続し、その地質は古期崖錐堆積物を主体とした脆弱な未固結地山となっている。坑口部地質縦断図を図-1に示す。

このことから、トンネル掘削によるトンネル周辺地山の緩みの拡大及び切羽の不安定化が懸念され、当初から長尺鋼管先受工及び鏡補強工の補助工法が計画されていた。

本報告では、補助工法の効果確認のために実施した、注入式鏡補強工鋼管の軸力計測と前方地中変位計による地山挙動の分析について述べる。

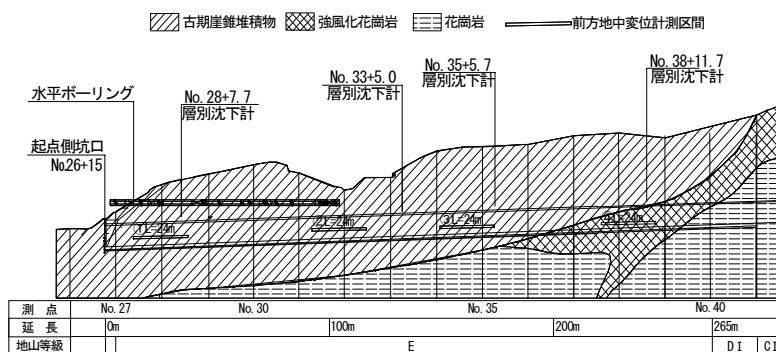


図-1 坑口部地質縦断図

2. 計測内容

鏡補強工に作用する応力を測定するため、1シフト13本の鏡ボルト中、中央の1本に軸力計を設置した。その作用軸力から、鏡ボルトによる切羽前方地山の変位拘束機能の検証と強度上の安全性を確認した。

また、切羽前方 24m のトンネル軸線に沿って、地中変位計を設置した。変位ロッドの材質は、掘削時に容易に切断することができるFRPとし、最深部にデータを自動収録できる埋設型データロガー及び固定用アンカーをセットした。これにより、 3m 毎に連結された各測点の固定アンカー移動量を測定することで、先端固定アンカーを不動点とした相対変位と、各測点間の相対変位から、各測点間の区間ひずみを算出できる。この区間ひずみが地山の管理ひずみを超過不安定領域となった範囲までを先行緩み領域と判断した。なお、管理ひずみは「変形係数と限界ひずみの関係」の「不安定領域」となるひずみの値を採用した。各計測工の配置図を図-2に示す。

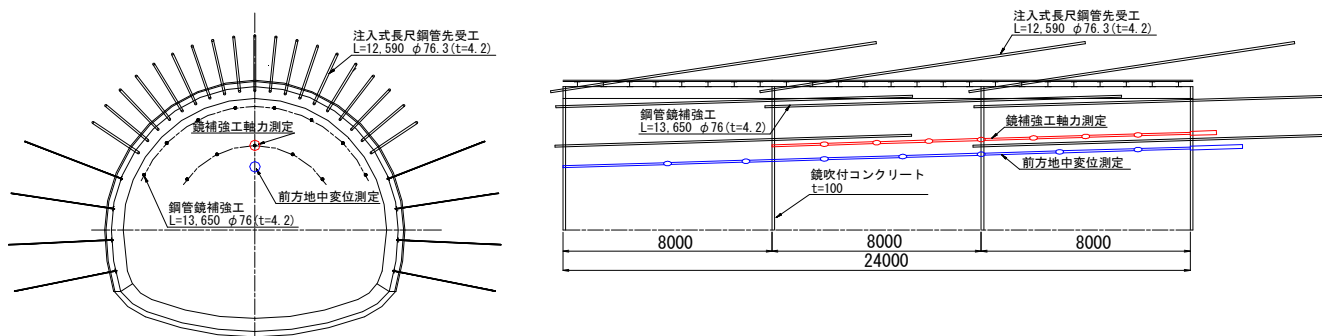


図-2 鏡ボルト軸力、切羽前方地中変位計測位置図

キーワード NATM, 低土被り、補助工法

連絡先 〒461-0001 名古屋市中区泉 1-22-22 戸田建設(株)名古屋支店土木工部 T E L 052-951-8543

3. 計測結果と考察

切羽位置と軸力計による鏡ボルトの軸力分布図を図-3に示す。また、地中変位計による経時変化を図-4に、変位及び区間ひずみの分布を図-5に示す。

ボルト深部が拘束されて徐々に軸力が増加する傾向と切羽近傍で比較的大きな水平変位が生ずることから、鏡ボルトによる地山変位拘束機能が発揮されているものと確認できる。また、鏡ボルト（鋼管）耐力（300kN）を管理基準値とした場合、軸力は全て管理基準値以下であり、鏡ボルトは強度上安全性であると判定できる。

一方、図-5に示すように掘削面から5m前方において管理ひずみに近い値が計測された。鏡補強工の地山拘束により前方地山のゆるみ領域がこの範囲に集約されたのと考えられ、今回の鏡ボルトの延長（ $L = 13.5\text{ m}$ ）や本数（ $N = 13\text{ 本}$ ）が妥当なものであったと考えられる。また、前方地中変位計により、切羽前方地山の掘削に伴う挙動が明確になったと言える。つまり、切羽前方地山では弾性的な先行ゆるみを生じながらも、その緩みが抑制されている領域と、不安定となった先行ゆるみ領域の区分が明瞭となり、水平変位を拘束する鏡ボルトの有効性が確認できるものである。

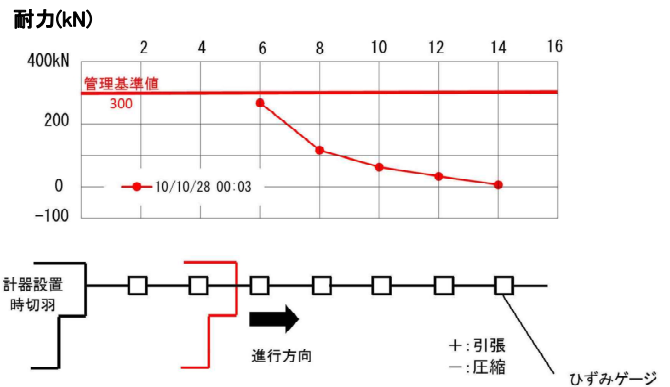


図-3 鏡ボルト軸力分布

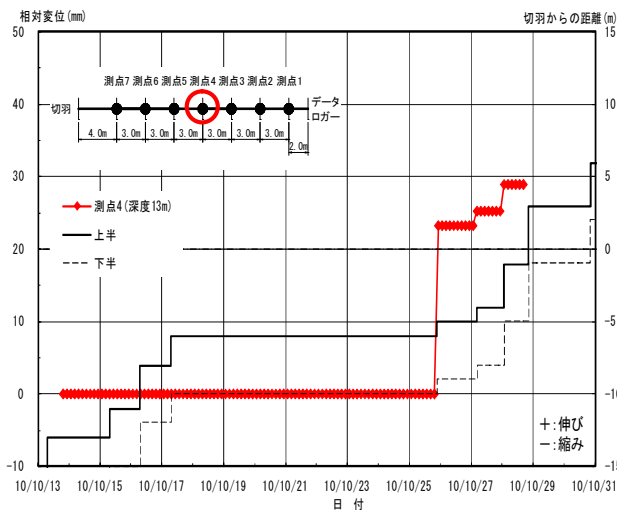


図-4 地中変位（中央部）の経時変化図

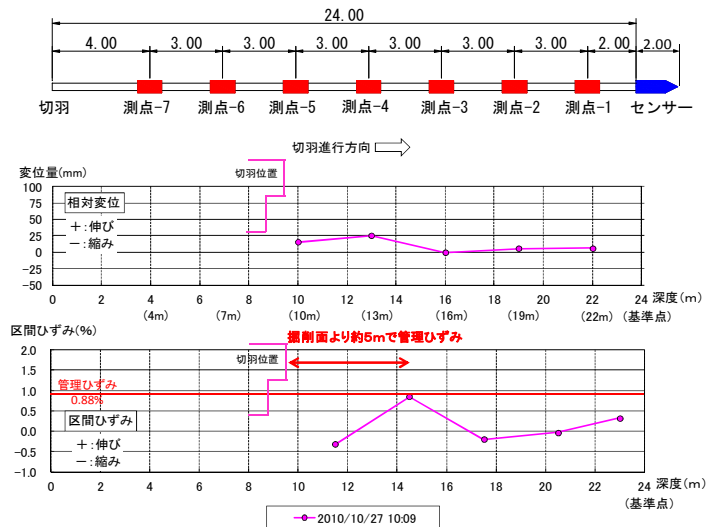


図-5 地中水平変位と区間ひずみの分布

4. おわりに

今回、前方地中変位計を設置することにより、切羽前方の未掘削地山の挙動把握が可能であることが確認された。

今後の検討課題としては、先端固定点の設置位置の選定が挙げられる。今回の場合も地山挙動把握のため前方地中変位計を設置した時点で、切羽直近の地山変位は既に発生しており、また変位測定の出点となる最深部付近の固定アンカーも切羽の進行に伴い変位を起こすため、全ての測点で地山の絶対変位量が測定できたとは言いがたい。従って、地中変位計測を行う場合は、事前に先行ゆるみ領域の発生範囲を推定（あるいは実測）した上で、緩み領域の進行をできるだけ長期に観測し、確実に多くの絶対変位量を捉えることが可能となる前方地中変位計の設置延長を計画することが重要であると考えられる。