

未固結地山における鏡ボルトの作用効果に関する計測および解析による検討

鉄道・運輸機構	正会員	○高橋源太郎, 清田三四郎
レールウェイエンジニアリング	正会員	阿部 敏夫
鉄道総研	正会員	舟橋 孝仁
京都大学大学院	正会員	朝倉 俊弘

1. はじめに

現在、山岳トンネルの建設において多く用いられる切羽鏡面の補強工法に関する設計手法は確立されておらず、合理的な補強工法の選定が困難であるのが現状である。合理的な切羽補強工法の設計法が確立されることにより、コスト縮減に繋がるとともに、切羽崩落等に対するリスクを低減することができると思われる。

本研究では、切羽補強工法の有効性を検証し、切羽鏡面の安定性を評価する定量的な判断指標を見出すことを目的として、これまでに、小土被り未固結地山トンネルを対象とした現地計測を実施し、切羽前方の地山挙動を把握した¹⁾。今回、現地計測結果の深度化を図るとともに現地計測の数値解析を実施し、鏡ボルトの補強効果に関する解析的な検証を行ったので報告する。

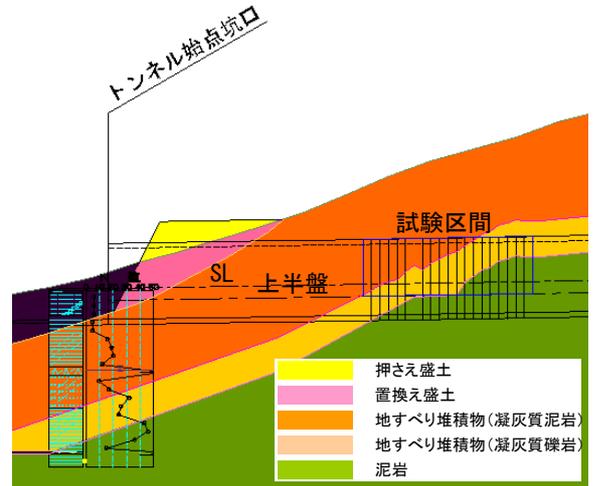


図-1 現地計測区間地質縦断面図

2. 現地計測の概要および結果

現地計測は、新幹線複線トンネルを対象として、土被り 1D 程度の未固結地山において実施した。地質縦断面図を **図-1** に示す。計測対象区間の地質は、脆弱な地すべり堆積物が主体である。切羽補強工としては、長尺先受け工、長尺鏡補強工および鏡吹付けコンクリートの施工を行っている。計測対象区間における計測工の概要を **図-2** に示す。計測項目は、長尺鏡ボルトに生じる軸力、坑内より切羽前方地山の水平変位および鉛直変位とした。

図-3 に、長尺鏡ボルトの軸力、トンネル軸方向の水平変位および鉛直方向のたわみ測定の結果を示す。鏡ボルトの軸力は切羽前方 5m 前後から発現し、1m 付近でほぼ 0 にまで減少する。これに対して、水平変位は、鏡ボルトが軸力を受ける位置よりやや切羽側の 4m 付近から生じ始め、切羽が近づくに従い急激に増大する傾向を示す。一方、たわみ計による鉛直変位は、鏡ボルト軸力と同様の切羽前方 5m 程度から生じ始め、水平変位と同様に切羽が近づ

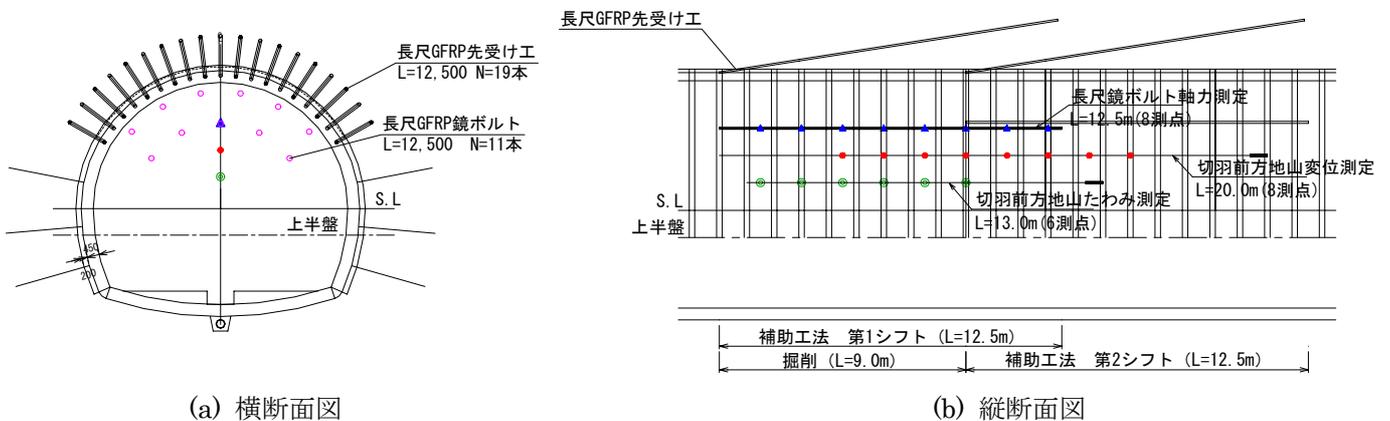


図-2 現地計測区間地質縦断面図

キーワード 山岳トンネル, 切羽補強工法, 現地計測, 数値解析

連絡先 〒231-8351 神奈川県横浜市中区本町6丁目50-1 横浜アイランドタワー TEL045-222-9083

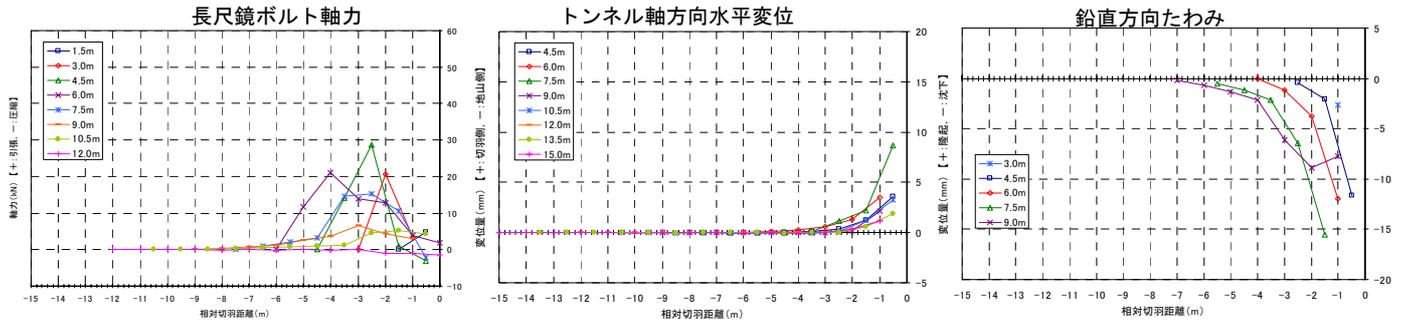


図-3 現地計測結果

くに従い増加する。このことから、鏡ボルトは水平変位とともに鉛直変位に対しても抵抗し、鏡面の安定に寄与することが分かる。また、ボルトが有効に作用する範囲は変位の生じ始める位置と一致し、切羽前方1~2m程度で地山との付着切れ等により、鏡ボルトが地山と異なる挙動を示すことも分かる。

3. 数値解析の概要および結果

現地計測の再現および鏡ボルトの補強効果のメカニズムの考察を目的として、数値解析を実施した。なお、解析は有限差分法による弾塑性解析とした。また、トンネルの掘削過程は掘進長を1mとし、施工ステップを考慮した逐次掘削解析とした。地盤の解析入力物性値を表-1に示す。

図-4に、長尺鏡ボルトの軸力、トンネル軸方向水平変位および鉛直方向たわみの解析結果を示す。鏡ボルトの軸力は解析、現地計測ともに切羽前方6m前後から大きく増加し、切羽到達時に減少する傾向を示す。水平変位は現地計測および解析ともに切羽前方4m付近から発現し、解析の方が若干大きな値を示すが概ね一致する。一方、現地計測点(SL+1.0m)と同じ位置の鉛直変位は、計測値が解析値の2倍程度の大きさを示し、むしろ1m上方(SL+2.0m)の解析値と一致する。このことは、掘削による前方地山の緩みに伴い、切羽前方に円弧すべりのような不連続面が発達することにより、下方の鉛直変位が大きくなったものと想定される。なお、本問題点の詳細な検討は今後行っていく予定である。

表-1 解析入力物性値

地盤条件	変形係数(kN/m ²)	凝灰質泥岩	14,900
		凝灰質礫岩	16,300
	粘着力(kN/m ²)		64.2
	内部摩擦角(度)		35.0
鏡ボルト条件	ポアソン比		0.35
	せん断剛性(MN/m ²)		1,186
	付着強度(kN/m)		650

4. おわりに

本稿では、未固結地山における鏡ボルトの作用効果についての計測結果および解析結果を示し、考察を加えている。今後は、別途に実施している室内模型実験²⁾を含めて、鏡ボルトによる作用効果を総合的に評価していく予定である。

参考文献

- 1) 高橋, 三浦, 阿部, 植村, 朝倉: 長尺鏡ボルト補強による未固結地山トンネルにおける切羽周辺地山挙動の計測, 第64回土木学会年次学術講演会講演概要集第III部門, 2009.9.
- 2) 高橋, 湯澤, 小島, 岡野, 嶋本, 朝倉: 未固結地山に対する鏡ボルトの作用メカニズムと効果に関する検討, 第64回土木学会年次学術講演会後援概要集第VI部門, 2009.9.

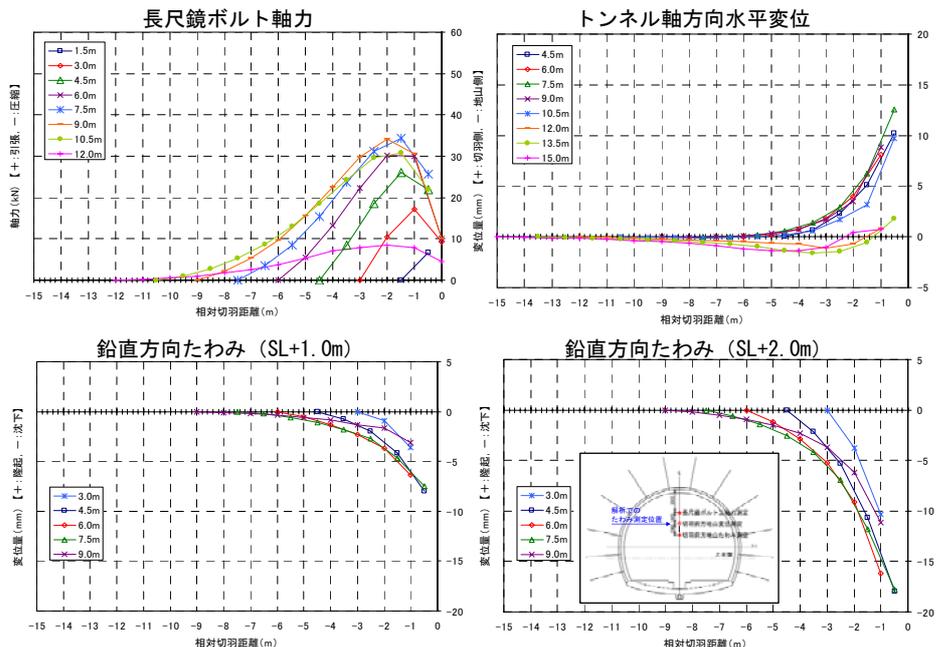


図-4 数値解析結果