

ガイドホールを活用したプレスプリッティング発破工法

前田建設工業(株) 正会員 ○篠原 孝希
 前田建設工業(株) 正会員 中山 泰起
 前田建設工業(株) 正会員 小熊 登

1. はじめに

山岳トンネルにおけるトンネル発破では爆破による膨張エネルギーが地山の亀裂に伝搬し、掘削線の外側まで大きく影響を及ぼす。特に地山の亀裂性岩盤が多く分布している D1 区間ほどその影響は大きくなることから、制御発破により亀裂への発破の影響を低減することは余掘り量の低減、必要コスト削減、破断面の平滑性の観点から特に重要である。逆に掘削が不足している場合、はつり作業が必要となるためサイクルタイムに遅延が生じる。本課題の対応策として、トンネル最外周を先行爆破し、掘削計画線に沿ってあらかじめ縁切りして余掘りを低減することで掘削量を最小化するプレスプリッティング発破工法がある。

本稿では、ガイドホールを活用したプレスプリッティング発破工法による余掘りの低減を確認するため、本坑延長 1,163m(作業坑 111m)の東市布トンネルで行った現場検証について報告する。

2. 実施方法の概要

ガイドホールを活用したプレスプリッティング発破工法では最外周の装薬孔の中間にガイドホール(φ45mm 空孔)を穿孔する。装薬孔とガイドホールの間隔は 400mm を基準とする。装薬孔と空孔を交互に配置して、雷管は通電と同時に起爆する瞬発電気雷管を使用し、周辺岩盤と掘削領域との縁切りを図る。ガイドホールを活用した本工法による発破後の余掘り低減量の確認は以下の通りである。測定器は 3D スキャナ(LIDAR)を使用し、HDMI ケーブルにて管理用 PC(Panasonic ToughBook)と連携する。あらかじめ切羽と 3D スキャナ(LIDAR)の位置を測定し、投影画像を座標と合わせることで投影位置を 3次元上で確定させる。また、発破孔内には空間を確保して膨張圧を低減するために、DM チューブ(NETIS 登録番号 KT-180088-A)を使用する。通常の装薬孔は 200g の爆薬を使用するが、100g の爆薬を使用することで火薬量調整の精度を高めた。発破完了後、3D スキャナ(LIDAR)による出来形計測を実施して外周面の余掘りを計測し、効果確認した。

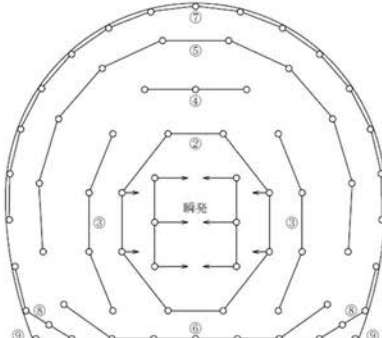
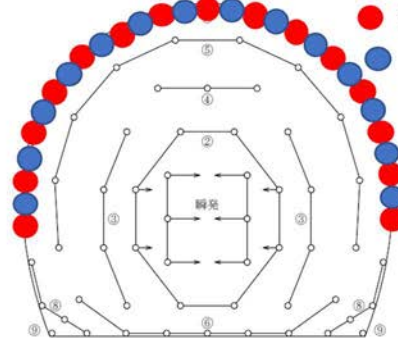


	従来の発破方法	プレスプリッティング発破工法
模式図		
含水爆薬	 200g含水爆薬 (標準品)	 100g含水爆薬
特徴	ガイドホールは設けない	ガイドホールを設ける
	最外周は発破の後半に起爆する 発破孔内に空間は設けない	最外周孔は瞬発電気雷管で一番最初に起爆する 発破孔内に空間(DMチューブ)を設ける

図-1 従来発破とプレスプリッティング発破の比較

キーワード ガイドホール、プレスプリッティング発破工法、DM チューブ、3D スキャナ(LIDAR)
 連絡先 〒541-8529 大阪市中央区久太郎 2 丁目 5-30 前田建設工業(株)(関西支店) TEL 06-6243-2383

3. プレスプリッティング発破工法の特徴

ガイドホールを活用したプレスプリッティング発破工法の余掘り低減効果を確認するための従来との違いを図-2に示す。従来発破では亀裂が遠方の周辺地山まで進行し、設計掘削線の外側まで大きく影響を及ぼしているのに対して、ガイドホールを活用したプレスプリッティング発破工法では割岩線が隣接孔と連続して破断面を正確に形成している。また、瞬発電気雷管の使用により、装薬孔間を結ぶ掘削線上に引張応力を集中させることで、設計掘削線の外側まで亀裂が発生しない特徴がある。(図-2)

4. 結果

トンネル断面 50 m²(砂岩層, 割目頻度 5~20cm, 湧水無し)の条件において設計に対する余掘り結果を表-1 および図-3に示す。表-1 で示すとおり従来の発破方法では余掘りが32cm となり、ガイドホールを活用したプレスプリッティング発破工法による発破方法では、23cm と従来の発破による余掘りが約 3 割低減された。また、装薬孔の中間にガイドホールを設けたこと及び DM チューブの使用により発破孔内圧力(圧縮破壊)が低減されたことで発破後の肌落ちが 50%程度減少し、緩みが低減されたことが確認出来た。

また、3D スキャナにて発破後形状計測(図-3)を行い、基本設計発破パターンとの余掘り差分を図化して発破良否を評価する。計測結果を基に次の発破パターン選定を行い、穿孔本数や装薬量を決定することで余掘りを低減できる。(実績論文「ガイドホールを活用した発破パターンの余掘り低減効果」では空孔有りでは空孔無しに比べて平均余掘り厚さを約 5cm 低減したことが示されている。)

5. 今後の課題

発破掘削における最外周の削孔間隔は 700~800mm で計画されている。ガイドホールを活用したプレスプリッティング発破工法では削孔間隔を 400mm としているため、削孔数が 2 倍になり、削孔水による切羽への影響が懸念される。今回は硬質岩塊状(砂岩)における余掘り低減効果を確認したが、異なる岩種におけるデータ蓄積が必要となる。

また、3D スキャナ(LIDAR)による出来形計測は投影準備を含め、約 20 分の時間を要する。今後は施工サイクルタイムに合うように、準備も含めた時間短縮を図る必要がある。

6. おわりに

ガイドホールを活用したプレスプリッティング発破工法により、余掘り量が低減しトンネルズリ出し量及び吹付けコンクリート量が低減することで、サイクルタイムの向上(生産性向上)や、発破による亀裂が遠方の周辺地山まで進行して起こる肌落ち災害の防止(安全性向上)及び破断面平滑性の向上(品質向上)が期待できる。

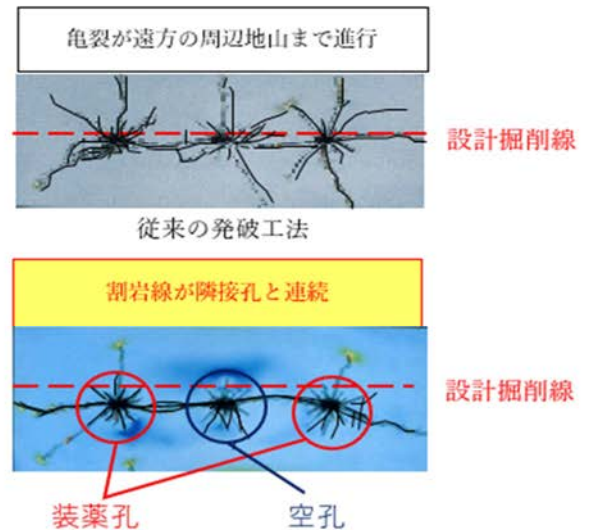


図-2 ガイドホールを活用した
プレスプリッティング発破工法

表-1 従来発破とプレスプリッティング
発破の余掘り比較表

	余掘り	設計との差
設計	17cm	—
従来発破	32cm	15cm
プレスプリッティング発破	23cm	5cm

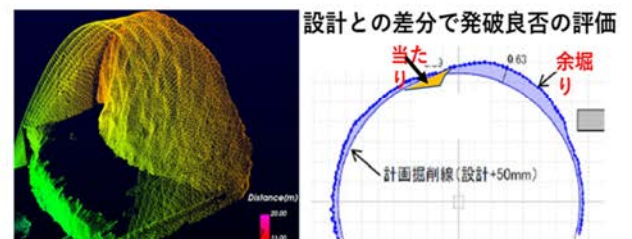


図-3 3D スキャナによる発破後データ