

VI-149

孔壁自立工法の開発と現場への適用

五洋建設（株） 福興 智 武内秀木 河上清和
 マツダアステック（株） 正木義昭
 第一工業製薬（株） 本荘秀一

1. はじめに

ロックボルトは、NATMを施工する上で重要な支保の一つと考えられ、ほとんど全てのトンネルで施工している。また、今後はトンネルの大断面化、不良地山でのトンネル施工の増加に伴い、長尺ロックボルトやケーブルボルトを打設することが考えられる。従来のロックボルト穿孔方法は、大量の穿孔水をビットから噴射して、その水流でくり粉を排出する水穿孔である。この方法は孔先端に大量の穿孔水を噴射するため軟岩地山や未固結性地山では孔径が拡大し、材料の喰い込みが生じたり、亀裂性地山では穿孔水が亀裂に浸透するために孔内に小石が落下し、ロックボルト打設時間が長くなる等の問題がしばしばあった。「孔壁自立工法」は水穿孔に代えて薬液を使用して穿孔する工法であり、上述した問題を解決するために開発した工法である。

本文は、水穿孔では孔壁の自立が困難な地山を持つトンネルにおいて実施した孔壁自立工法の施工実績について報告するものである。

2. 工法の特徴

本工法は、地山に各種ボルト工、火薬装充填孔等を穿孔する際に、粘性のある薬液をビット先端から圧縮空気と共に霧状に噴射しながら穿孔する工法である。以下に本工法の特長を記す。

- ① 穿孔水を大量に使用する従来の工法に対し、少量で済むため、穿孔水によって地山が緩んだり孔径が拡大することがない。
- ② 薬液が粘性を有するため、地山亀裂部に浸入することがほとんどなく、小石等の洗い出しがない。
- ③ 薬液とくり粉の混合物が接着剤の役割を果たし、小石の孔内への落下を防ぐ。

3. 使用資機材

(1) 使用機材

- ①コンプレッサ（図-1）・・・霧状の薬液を噴射する。
- ②グラウトポンプ（図-1）・・・薬液を圧送する。
- ③水槽タンク（図-1）・・・薬液を溜めておく。
- ④流量調整装置・・・薬液と圧縮空気を混合する。

上記①②③は、図-1のように台車に乗せる。

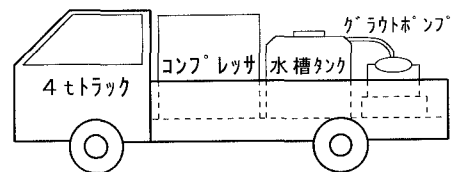


図-1 使用機材配置図

(2) 薬液

- ①現場で薬剤（粉末）と水を混ぜ、濃度を調整し薬液にする。
- ②薬液は、人体や自然環境に対して無害で粘性を有する水溶性高分子水溶液である。

(3) 穿孔装置

穿孔装置を図-2に示す。水溶性高分子水溶液はグラウトポンプで圧送され、流量調整装置で所定量に調整される。一方、圧縮空気はコンプレッサから供給され、調圧弁によって所定空気圧に調節される。両者は合流後、スリーブジョイントを経てロッド内に供給され、ロッド先端のビットより霧状に噴射される。

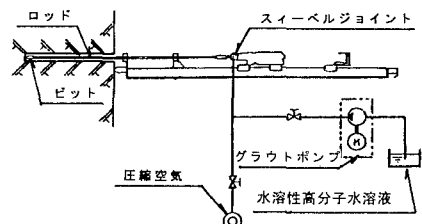


図-2 穿孔装置

キーワード：トンネル、亀裂性地山、未固結性地山、薬液、孔壁自立

連絡先：栃木県那須郡西那須野町四区町1534-1 TEL (0287) 39-2107 FAX (0287) 39-2133

4. 施工実績

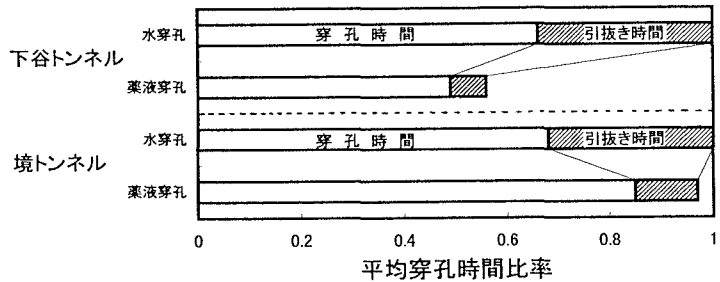
表－1に孔壁自立工法の施工実績を示す。このうち、下谷トンネルでは、圧縮空気圧と薬液量および薬液濃度の条件をそれぞれ変え8ケースで実験を行った。その他の工事では、下谷トンネルの施工実験で、最適条件と考えられる状態で施工した。

工 事 名	発注者	岩 質	支保パターン	施工本数	成功率 ¹⁾
付 替 国 道	建 設 省	砂 岩	D I	50本	67%
下谷トンネル新設工事		粘 板 岩			
大 分 自 動 車 道	日本道路公団	凝 灰 岩	D I-L	10本	50%
代太郎トンネル工事	日本道路公団	安 山 岩	D I	300本	84%
北 陸 自 動 車 道		凝灰角礫岩			
境 ト ン ネ ル 工 事			D III a		
合 計				360本	81%

1) 成功率とは、孔壁自立率のことであり、全施行本数に対する穿孔長と同長の塩化ビニール管が全て挿入できた本数の割合である。

5. 穿孔時間

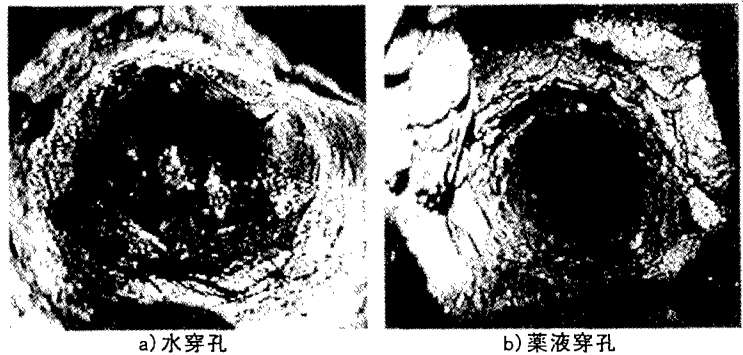
水穿孔と薬液穿孔の穿孔時間を比較するために、それぞれの穿孔に要した時間と引き抜きに要した時間を下谷トンネルと境トンネルで計測した。図-3は、穿孔および引き抜きに要した時間の平均値を、同一断面で施工した水穿孔の場合と比較したものである。両トンネルでは引き抜き時間が大幅に短縮できたため、全体の穿孔時間が短縮できた。



図－3 ロックボルト1本あたりの穿孔時間

6. 孔内の映像

図-4は、下谷トンネルにおいて撮影した水穿孔と薬液穿孔の孔内の映像を示したものである。水穿孔では孔内に小石が崩落して孔壁の自立性が低いのに対し、薬液穿孔では孔壁が自立している。



図－4 孔内映像

6. おわりに

従来の水穿孔で施工した場合に孔壁が崩落する可能性が非常に高い地山において孔壁自立工法を適用することによって、全体の81%のロックボルト孔を自立させることができた。また、薬液がロックボルト定着力に及ぼす影響は、ロックボルト引き抜き試験を行った結果から判断すると、認められなかった。今後は、自立孔の割合が今以上に向上させることと、長尺穿孔の場合や孔壁が自立しない多種多様の地山においても良好な成果が得られるように研究・開発を進めていく予定である。