

Ⅲ - 558

低公害型破碎工法を用いたトンネル掘削の試み

フジタ 正員 野間達也 波田光敬
 同 上 正員 原 隆文 下村晃弘
 ブリヂストン 中山伸二

1. はじめに

筆者らは、高耐圧ゴムチューブを主要部材とした割岩機による岩盤・コンクリートの低公害型（静的）破碎工法に取り組んできており、現在のところ斜面掘削・転石の小割り・トンネル下半部の掘削などに適用し良好な結果を示している^{1)・2)}。すなわち、2自由面以上が確保されているならば、当工法により手軽・簡便に岩盤等を破碎することが可能である。ところで、静的破碎工法全般の問題として、1自由面では破碎が困難な場合が多く、最近増加する傾向にあるトンネル等が無発破で掘削する場合には、なんらかの方法を用いて自由面を形成した後に割岩による一次破碎を行い、ブレーカ等による二次破碎により掘削する方法を採用する場合が多い³⁾。従って、当工法でも、自由面を形成すれば、トンネル等の無発破掘削問題に適用できる可能性が高い。本報では、自由面を形成した後に本工法によるトンネル掘削の試験施工結果について示す。

2. 低公害型破碎工法の概要

図-1にゴムチューブ式割岩機概念図を示す。既報までは割岩機の全長を65cmとしていたが、トンネル掘削を念頭においた場合、掘削長が不足することが懸念されたため、全長を1mのものに改良した。施工方法としては、所定の位置にφ55mmのビットを用いて削孔した後に、割岩機を挿入し、加圧・膨張させることにより岩盤を破碎する。ここで、圧力発生源である油圧ユニットは、最大10本の割岩機を接続可能であるために、一度の載荷により長大なき裂を発生することが可能な点に特長がある。

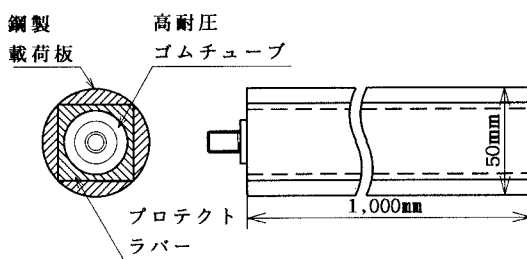


図-1 ゴムチューブ式割岩機概念図

また、トンネルを施工する場合、破碎施工位置が高所となる点や破碎時に岩盤がブロック状に崩壊し転落する可能性があるために、切羽に人間が近づけない場合が想定される。すなわち、割岩機の挿入・引き抜きを機械化化する必要がある。このために、図-2に示すように割岩機の末端部に着脱装置を接続した。着脱装置の雌ネジ部は割岩機のロッドの雄ネジ部と対になっており、ロッドの回転によりロッドと着脱装置の接続・切り離しが

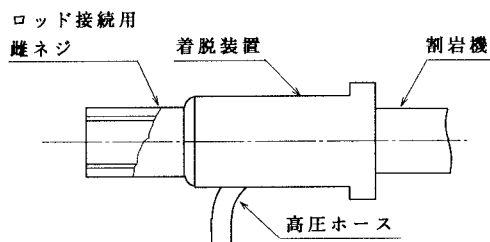


図-2 着脱装置概念図

可能である。挿入時には割岩機のロッド部に着脱装置を介して割岩機を接続し、割岩機操作により割岩機を挿入した後にロッドの回転によりロッドと着脱装置を切り離す。破碎終了時には、ロッドと着脱装置を接続することにより同様に割岩機操作により割岩機を引き抜く。これにより割岩機の挿入・引き抜きを機械的に行うことが可能となった。なお、割岩機本体の重量は約7kg、着脱装置を装着した状態で約13kgであり、人力でも作業範囲内であると考えられる。

3. 試験施工の概要

試験施工を行った場所は大理石鉱山の坑内であり、坑内に図-3に示すような模擬トンネル断面を作成した。図-3に示すように自由面はトンネル外周および踏まえに形成した。ここで、自由面はDPS工法³⁾により作成した。割岩機挿入孔は50cm間隔の格子状とし、水平方向に直線状の配置となることに留意した。なお、当該地山の一軸圧縮強度は700kgf/cm²、圧裂引張強度は45kgf/cm²である。

試験施工手順としては、最上部に設置した割岩孔より両端が自由面（外周部）に連結するように水平・直線状に破碎を行い、順次下方向に破碎する様に実施した。最上部より4列の破碎を行ったところ、割岩機に作用する圧力は300～400kgf/cm²程度でほぼ直線に破碎することが可能であった。破碎状況を写真-1に示す。また、破碎対象とした岩盤には、複数の不連続面（いわゆる「目」）を含んでいたが、発生したき裂はこの不連続面により途切れることなく、連続していることが確認できた。なお、割岩機は破損することなく繰り返し使用可能であった。

写真-2に二次破碎終了時状況を示す。使用したブレーカ重量は約600kgであったが、この程度のブレーカでも一次破碎により簡単に二次破碎可能であり、また破碎奥行きも80～90cm以上確保されており、当初の目的をほぼ満たす結果となった。また、掘削機を用いた割岩機の挿入・引き抜きも良好な結果を得た。

なお、さらに下段の破碎も試みたが、破碎領域の増加とともに破碎時に両端を自由面で連結することが不可能となった。このために破碎は可能であったものの自由面より遠い割岩機に破損がみられた。このため、本工法では、両端を自由面で連結することが重要であることが判明した。

4. おわりに

トンネルを無発破で掘削する手段として、自由面を作成した後に低公害型破碎工法を用いて一次破碎を行い、本工法の適用性について検討を行った。本工法により、破碎面と平行及び両端に自由面があり、割岩孔が直線状に揃っているならば、一度の载荷により長大な一次破碎が行える事が分かった。今後、実施工への適用を検討する予定である。

謝辞：試験施工を行うにあたり、試験施工サイトの提供およびDPSによる自由面作成は同和工営㈱によるものである。地下開発事業部長坂牧靖昭氏をはじめ関係者各位に記して深謝致します。

（参考文献）1)野間他：液圧を用いた岩盤・コンクリートの静的破碎工法の開発、土木学会論文集、第427号、pp.203～211、1991 2)野間他：液圧による岩盤の静的破碎工法の現場適用、第9回岩の力学国内シンポジウム、pp.569～574、1994 3)氏本他：低騒音・低振動掘削工法(4)、トンネルと地下、Vol.24、No.7、pp.51～56、1993

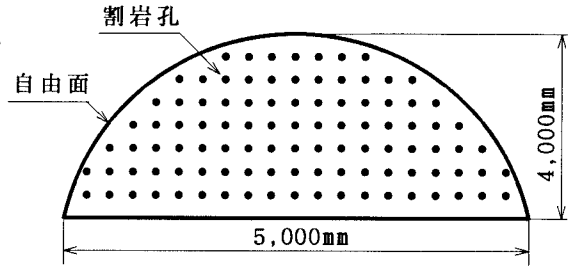


図-3 試験施工断面

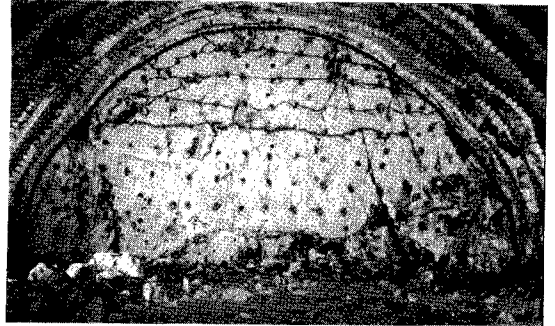


写真-1 一次破碎終了時

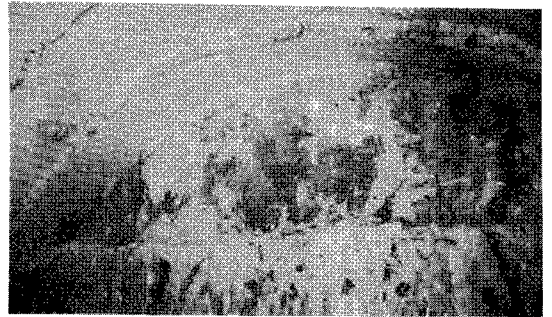


写真-2 二次破碎終了時