

VI-74

アブレス・ジェットと液圧破碎による岩盤掘削工法の実用化実験

奥村組 正員 萩森健治 正員 大野浩平
正員 辻 誠一 加藤寛樹

1. はじめに

小断面トンネルを発破を使わずに掘削する工法の必要性が増えている。これに対応するため、スロット削孔機と高圧水を利用する切削および破碎工法を併用してトンネル岩盤をブロック状に掘削する工法(図-1 参照)の開発を行った。今回、スロット削孔機によって施工中のトンネルにおいて本工法の現場実験を行った結果、実用化の見通しが得られたのでその概要を述べる。

2. 高圧水利用装置の概要

今回開発したのは、ボアホール孔底に円盤状の薄溝(以下ディスクと称する)を切削するためのアブレス・ジェット装置とボアホールに装着してディスク面に高水圧を载荷して岩盤を破碎するための液圧破碎装置で、いずれも 1000kgf/cm^2 の高圧水を利用する。アブレス・ジェット装置の概要を図-2に示す。ノズルユニットは $\phi 60\text{mm}$ のボアホールに挿入できる小型のものを製作した。アブレス材は、鉄グリッド、ガーネット、珪砂を重量比で1:2:1の割合で配合したものをポリマー水溶液にまぜてスラリー状にしてスクイズポンプでノズルに送る。

液圧パッカーの構造を図-3に示す。ゴムパッキンでボアホール壁面との止水を行い、ウェッジで孔壁に密着させる。パッカーへの加圧はアブレス・ジェットで使う高圧水発生装置を用い、圧力変換器、アキュムレータを有するバルブユニットに配管系を切換えて高圧水を供給する。これらの装置を4トン車に搭載して使用した。

3. 実験方法

実験を行ったのは神戸市内の道路トンネルの拡幅工事現場であり、当トンネルでは一車線を供用しながらスロット削孔機により無発破で掘削が行われている。地質は硬質の布引花崗閃緑岩で、実験位置(坑口から約250m奥の下半切羽)の岩石の一軸圧縮強度は 1820kgf/cm^2 、圧裂引張強度は 85kgf/cm^2 である。

実験では、図-4の配置でスロットおよびボアホールを削孔した。削孔径はいずれも 60mm である。つぎにボアホール内にノズルユニットを挿入しディスクを切削した。ノズル操作は人力で行い、1孔当たり6分間で1回転して切削した。切削条件を表-1に示す。つぎに孔底のディスク面にアブレス材を混入したスラリーを充てんしたのち液圧パッカーを装着し、1孔ずつ加圧を行い破碎圧力、クラック発生状況を記録した。切削したディスク面および破碎面の状況は、破碎されたブロックを回収したのちに行った。

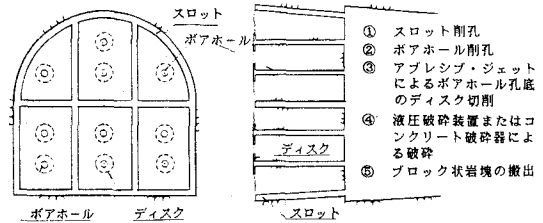


図-1 ブロック式掘削工法の概要

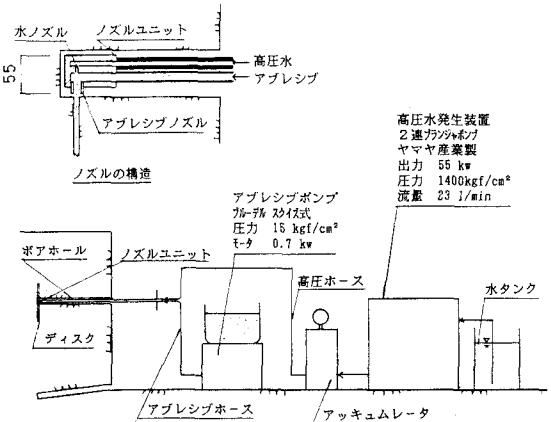


図-2 アブレス・ジェット装置

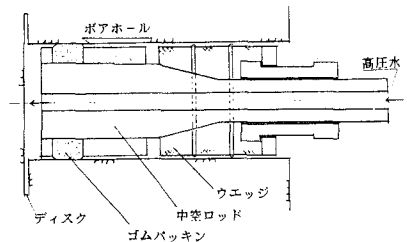


図-3 液圧パッカーの構造

4. 実験結果

破碎時の圧力を図-4に示す。No.4を除けば300 kgf/cm² 前後の値を示す。なお、No.4孔はアキュムレータにいったん蓄圧したのち急速に加圧する方法によった。No.1孔の圧力の経時変化を図-5に示す。波型状を呈するのはポンプの脈動によるものである。圧力値は加圧を始めて約6秒後にピーク値を示し、それ以降給水を続けているが徐々に低下する傾向がみられる。ピーク値を示す頃からスロットの奥で新たに生じたと思われるクラックから水が噴出する状況が見られた。しかし、岩石がブロック状に破碎して落下するまでにはいたらなかった。これは、スロットが一部連続しないので岩柱状に残っていたからで、この部分をブレーカで軽く衝撃を与えることによりブロック状の岩塊として回収できた。破碎面はいずれもディスクにそって発達しているが、途中で既存の節理がある場合にはそこから節理にそって破碎面が形成されていた。No.1孔は節理がなかったため写真-1のようにディスクにそってほぼ平滑な破碎面が形成されており、サイコロ状のブロックとして回収できた。また破碎面にはディスク内に充てんしたアブレシブ材の粒子が付着しているのが認められ、このことはクラックの発達にともなってアブレシブ材が貫入していったことをうらづけている。切削されたディスクの形状は菊の花弁状を呈しており、人力によるノズル回転のため切削深さにバラツキはあるが、その直径は17~20cmであった。

5. おわりに

今回の実験は節理が比較的小さい切羽で実施したため、液圧破碎時に既存の節理から漏水して破碎が困難になる問題はなかった。今後の課題は、①節理性岩盤に対しても適用できるスラリー状の液体による加圧方法、②バッカーの操作性の向上、③ノズルを操作するマニピュレータ、④ずり出し方法等の開発である。最後に実験に際して御協力いただいた神戸市道路公社、布引トンネルJ Vの方々に感謝します。

参考文献

- 1) 萩森ほか：アブレシブウォータージェットによる孔底ディスクの切削と液圧破碎、日本ウォータージェット学会第6回研究発表講演会，pp.82～88, 1990.7 2) 萩森ほか：スロット削孔機とブレーカを用いた硬岩トンネルの無発破掘削工法に関する研究、土木学会論文集、第415号／VI-12, pp.99～108, 1990.3

表-1 切削条件

項 目	内 容
吐出圧力	1000 kgf/cm ²
吐出水量	15~16 ℓ/min
水ノズル径	1.0 mm
アブレシブノズル径	2.0 mm
アブレシブ供給量	3.0 kgf/min
ノズル回転速度	6 min/回転

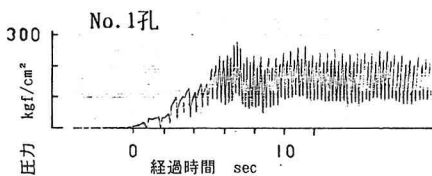


図-5 圧力の経時変化

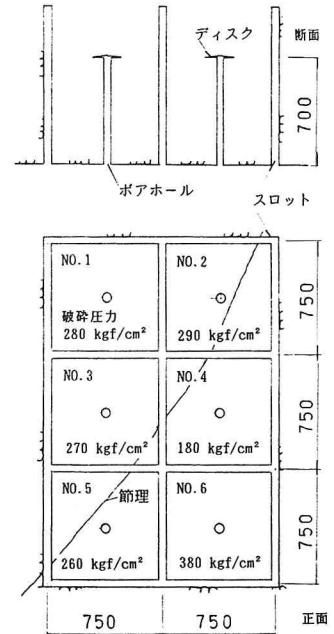


図-4 削孔パターン

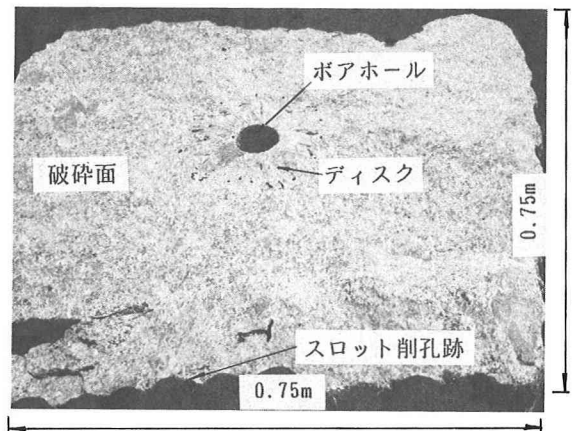


写真-1 破碎面の状況