

割岩工法における自由面形成装置の開発 ー岩石供試体を用いた形成能力確認試験ー

西松建設(株) (正)○山下雅之 (正)石山宏二 (正)木村 哲
戸田建設(株) (正)原敏昭, (正)熊谷成之
ドリルマシン(株) 塚田純一
北海道大学 金子勝比古

1. はじめに

最近の山岳トンネルでは、坑口周辺の民家や重要構造物との近接工事、坑口周辺の落石対策、リニューアルを目的としたトンネル拡大などの事例が増え、騒音や振動への対策がより重要となってきた。このような背景から、発破工法に代わる低振動・低騒音掘削工法としての割岩技術が注目されている。今回開発した割岩技術は、このうち自由面形成および割岩孔穿孔に関わる技術（自由面形成装置）である。本装置は伸縮自在のガイド管を有するとともに、ドリルジャンボに簡易に装備できるアタッチメント方式となっている。これまでの検討により本装置の作動性は確認されていたが¹⁾、これを実施工に導入するためには、装置の基本的な性能を明確にしておく必要がある。

本報告は、本装置の基本性能を自由面形成能力（単位： m^2/hr ）とし、その確認のために実施した岩石供試体に対する連続孔形成実験に関するものである。

2. 自由面形成装置の概要

装置は図－1に示すように、ビット、高剛性削孔ロッドおよび伸縮自在機能を有するガイド管等から構成されている。通常のロッドに比べて曲げ剛性の大きい高剛性ロッドは、連続孔削孔時の直進性の向上を目的に導入されている。これにより、ガイド管長を従来工法の半分程度に抑えることが可能となり、ガイド管挿入時のトラブルの低減を実現している。また、ガイド管に伸縮機能を持たせることにより、ガイド管を取り外すことなくパイロット孔や割岩孔などの単独孔を削孔することが可能となっている。

本装置による自由面形成手順を図－2に示す。

3. 実験概要

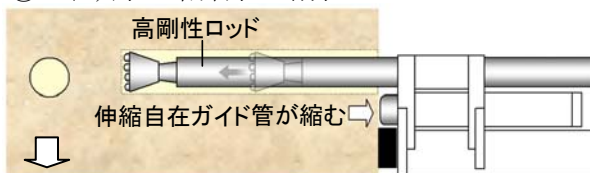
実験には3種類の花崗岩供試体（G682, G623, G634）を使用した。供試体の大きさは何れも約 1.5m^3 程度（削孔面： $1\text{m} \times 1\text{m}$, 奥行： 1.5m ）であり、一軸圧縮強度はそれぞれ 147, 187, 205 MPa を示す。削孔時には、これらの供試体を架台上にレバーブロックで固定するなどし、削孔時に供試体が滑動するのを防止した（図－3参照）。

自由面の形成は図－2に示した手順に従い、縦および横

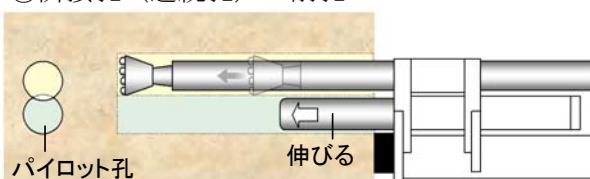


図－1 自由面形成装置

①パイロット孔・割岩孔の削孔



②隣接孔（連続孔）の削孔



図－2 自由面形成手順

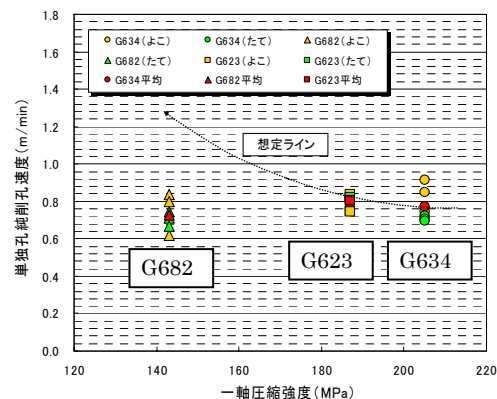
キーワード 割岩, 自由面形成能力, 岩盤強度

連絡先 〒242-8520 神奈川県大和市下鶴間 2570-4 TEL. 046-275-0055

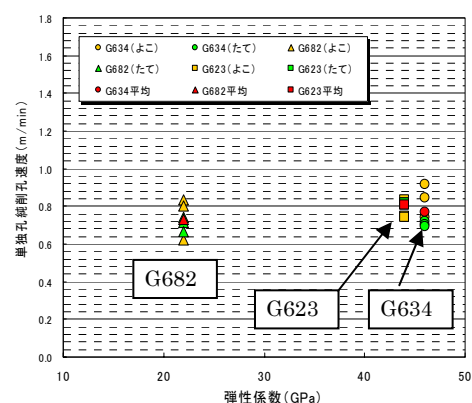
方向に行った。自由面の形成量の見積りには、自由面の孔奥行き（削孔深さに相当：1.2 m）と自由面幅（連続孔幅）を測定し、それらを乗じて求めた値（単位： m^2 ）を使用した。また、自由面形成能力は、自由面形成量を総形成時間（削孔時間＋ノミ移動時間など）で除して求めた。なお、本実験で用いた削岩機はアトラスコプコ社の COP1440 であり、ビットは $\phi 102$ のボタンタイプを使用した。



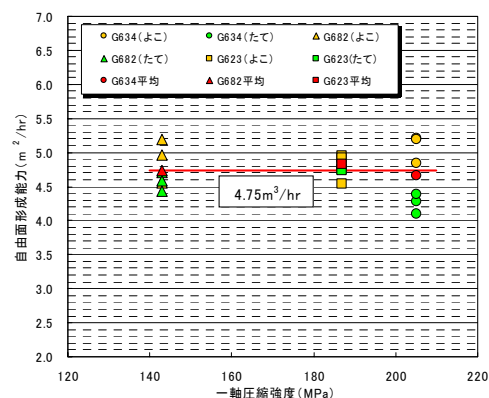
図－3 実験状況



図－4 削孔速度と一軸圧縮強度の関係（単独孔）



図－5 削孔速度と弾性係数の関係（単独孔）



図－6 一軸圧縮強度に対する自由面形成能力

4. 実験結果および考察

図－4 に、本実験で得られたパイロット孔（単独孔）形成時の削孔速度と一軸圧縮強度の関係を示す。一般に、削孔速度と一軸圧縮強度の関係は、図中に示した想定ラインのような負の関係（非線形）を示す。しかし、本実験では 200MPa 前後の強度を示す G623, G634 の削孔速度が平均 0.8 m/min 程度を示すのに対し、より強度の小さい G682（143 MPa）では速度の相対的な低下（0.75 m/min）が認められた。図－5 のように、G682 の弾性係数は他の供試体の約半分程度を示しており、この程度の一軸圧縮強度を示す一般的な花崗岩にしては脆性の低い、いわゆる“しわい”岩石であると言える。G682 の削孔速度が相対的に小さくなった原因の一つとして、このような一軸圧縮強度以外の岩石特性が削孔性に影響した可能性が考えられる。

図－6 に、一軸圧縮強度に対する本装置による自由面形成能力を示す。ここでは、150–205MPa の広い範囲において平均 4.75 m^2/hr と一定の値を示しており、強度低下による形成能力の増加はあまり認められない。これについても前述の G682 における速度低下が影響していると考えられる。また、図中では G682, G634 における自由面形成能力が縦方向よりも横方向の方が高い傾向も認められる。今回の実験では、横方向の自由面形成時の方が、ノミ移動時間が 1 回あたり平均 3 sec 程度短いという結果が得られており、操作者とガイド管、ビットの相対的な位置関係が作業効率に少なからず影響を及ぼしていることも分かった。今回の実験では使用しなかったが、本装置にはガイド管の位置を約 90° 切り替える機構も備えており、今回明らかになった作業性の低下はこの機構を使用することである程度抑制できるものと考えている。

5. まとめ

今回の実験により 150–205 MPa 程度の強度を有する岩盤に対して、本装置の自由面形成能力が平均 4.75 m^2/hr 程度であることを確認することができた。今後は、使用部材の損耗量の見積もりや最適な割岩パターンの検討を実施し、より効率的な割岩工法の開発を進めていく所存である。

【参考文献】

- 1) 原敏昭, 多田幸司, 熊谷成之, 木村哲, 平野享, 山下雅之, 塚田純一, 金子勝比古: 新しい自由面形成方法の提案. 第 59 回土木学会年次学術講演会講演概要集Ⅲ, 2004. 9