

地質不良地山のロックボルト耐力を向上 「小口径拡縮径ビット」を開発

ー ロックボルト孔の部分拡径により不良地山のトンネル支保機能を改善 ー

戸田建設株式会社
西松建設株式会社
古河ロックドリル株式会社
三菱マテリアル株式会社

戸田建設(株) (社長：井上舜三)、西松建設(株) (社長：近藤晴貞)、古河ロックドリル(株) (社長：猿橋三郎)、三菱マテリアル(株) (社長：矢尾宏) は、地質不良地山において山岳トンネルのロックボルト孔を任意の場所で拡縮径させることが可能な「小口径拡縮径ビット」を共同開発しました。

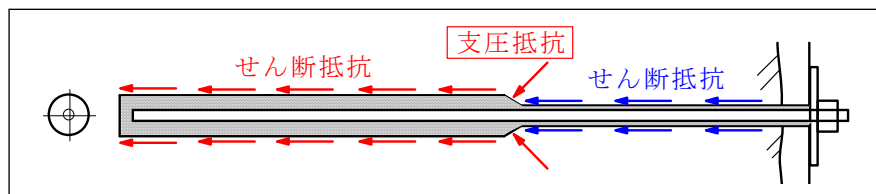


図1 部分拡径ボルト工の耐荷機構概念図

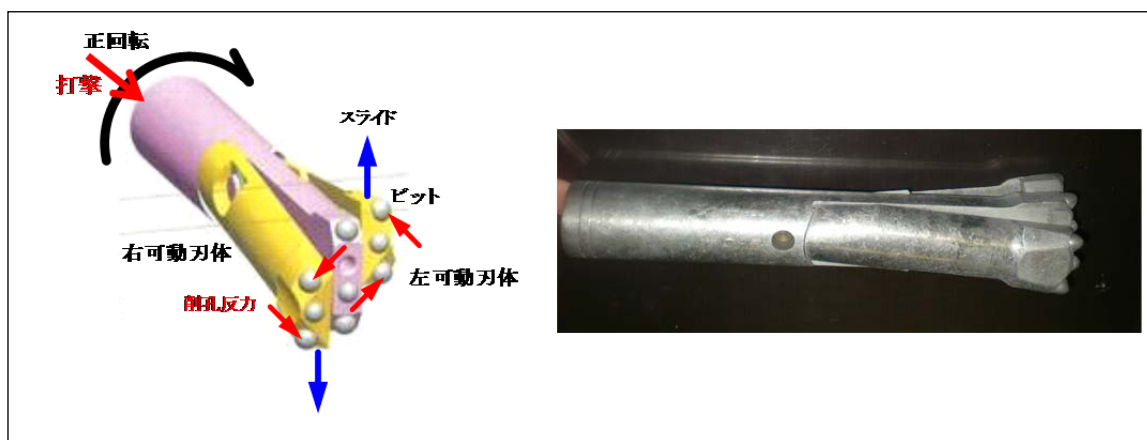


図2 スライド機構による拡縮径ビット構造図

山岳トンネルにおけるロックボルトは、地山と一体化することで周辺地山を安定化させる主要支保技術のひとつです。しかし、変質を受けて軟質化した不良地山などでは、地山強度が低いためにロックボルトの所定引抜き耐力が確保されず、その改善が課題となることが少なくありません。そのため、増しボルトを施工したり、ボルト長を増大するなどの対策を行いますが、経済性や施工能率の面で問題となる場合があります。

今回開発した「小口径拡縮径ビット」では、任意の場所においてロックボルト孔を拡径することが可能で、拡径に伴う地山からの引抜き抵抗力の増加や拡径部における支圧抵抗の付与によって、地質不良部でのロックボルト引抜き耐力を向上させることに成功しました。(図1)

「小口径拡縮径ビット」は、標準径(φ45mm)と拡径(φ65mm)の削孔を一つのビットで可能とします。ビット自体の正回転と打撃・削孔反力によって左右の刃体が削孔軸直角方向に扇

状にスライドする機構を採用して拡径削孔を可能としています（図2）。削孔軸方向と同軸で回転拡径するなどの従来の方式に対し、打撃によっても拡径できるため、より確実な拡径削孔が可能となる特徴を有します。

試算では、一軸圧縮強度0.1MPa程度の粘性土地山で、標準径L=4mのロックボルトに対して部分拡径長1.0mのロックボルトは1.6倍の引抜き耐力を有します。ビットを途中で交換したり、始めから口径の大きなビットで削孔する場合より効率的で効果的な耐力向上を実現できるものとなります。

「小口径拡縮ビット」を用いた部分拡径ロックボルト工の特徴は以下の通りです。

- 1) 耐荷性能：部分拡径の実現で、拡径に伴う地山せん断抵抗の増加と拡径部の支圧抵抗の付与によるロックボルト引抜き耐力の確実な向上
- 2) 作業効率：標準径と拡径による削孔が一つのビットで実施可能
- 3) 拡径機能：左右の刃体が削孔軸方向に直角扇状にスライドする機構の採用で、回転、削孔反力に加えて打撃によっても拡径可能

この「小口径拡縮径ビット」の拡径性能と部分拡径による耐力向上性を検証する目的で、模擬地盤による削孔試験、施工中の粘性土地山トンネルでの施工試験を実施しました。

その結果、一軸圧縮強度4.5MPaのセメントベントナイト製模擬地盤で、標準孔径（φ45mm）からの拡径（φ65mm）が可能であること（図3）、また、トンネル施工試験（図4）では、N値10程度の粘性土層において、全長4mのうちの1m区間の部分拡径が可能であったこと、標準径ボルトより明瞭な引抜き荷重の向上が認められることなどを確認しました。

地質不良地山におけるロックボルトの引抜き耐力向上を効率的かつ効果的に実現できるツールとして、今後はこの「小口径拡縮径ビット」を積極的に活用していく考えです。

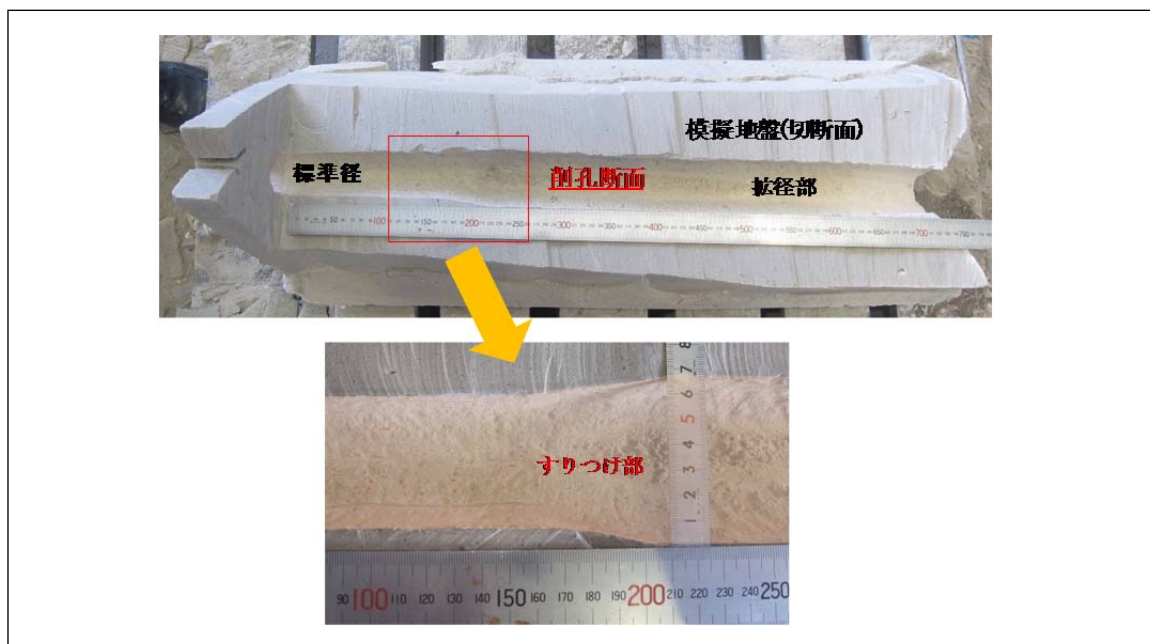


図3 模擬地盤での削孔出来形



【拡縮径ビット装着状況】



【削孔状況】

図4 現場施工試験状況