

テンション導入ロックボルトの 作用効果の評価法について

佐賀大学 学生員 ○ 藤 井 智 靖
" 正 員 石 橋 孝 治
" 下 川 靖 浩

1. はじめに

NATMで用いられるロックボルトの作用効果については幾つかの考え方が示されているが、ロックボルトは掘削および破壊の進行に伴う応力の再配分過程で配分領域を拡大して応力の集中を緩和し、応力レベルを材料自身の強度低下に抑える作用をしているものと考ええる。ところで、地山材料の強度はそれがおかれている拘束条件（周囲の拘束剛性）によりその大きさが支配される。即ち、周囲の拘束剛性が大きければ大きほど強度は大きくなる。トンネル周辺の地山材料が本来有している強度を積極的に利用しようとするNATMの考え方に立ち帰れば、さらに踏み込んで地山のおかれている拘束条件を支持力が大きくなるように改善するべきである。本研究は、このため一つの方法として、ロックボルトにテンションを導入する方法に着目しテンションを導入したロックボルトの作用効果とその評価法について検討した。

2. 実験の概要

模型材料としてコンクリートを用いて $800 \times 800 \times 800$ mm の岩盤模型供試体を作製した。岩盤模型供試体は図-1に示すように2層構造とした。緩み領域に相当する部分（厚さ500 mm）はs/aが極端に小さいポーラスなコンクリートを用いて作製した。一方、堅固な岩盤に相当する部分（厚さ300 mm）は一般的な配合のコンクリートを用いて作製した。対象としたロックボルトのタイプは先端定着型のものであり、異形鉄筋D16の両端をネジ加工したものをロックボルトのモデルとした。供試体の中央には直径20mm、深さ600 mm のロックボルト挿入孔を予め設け、孔底には先端を固定するための定着治具を埋設している。また、供試体の中央から100, 150, 200 mm離れた位置に直径が20mmで供試体を貫通する調査孔を同一直線上に列べて配置した。

各調査孔の内壁に着脱自在のくさびを挿入し、任意の位置でくさびを固定しこれを殴打し弾性波動を発生させる弾性波速度試験を行った。本実験ではくさびの位置を10cm間隔で変化させ、各殴打位置における弾性波の到達時間を計測した。なお、受信器は供試体中央から200 mm離れた表面に取り付けた。

ロックボルトの自由端側にはセンターホール型ロードセルを設置してロックボルトに導入するテンション量を計測した。

比較対象として、均一な地山を想定した同様な形状と寸法を有する岩盤模型供試体をモルタルを用いて製作し、同様な実験を行った。

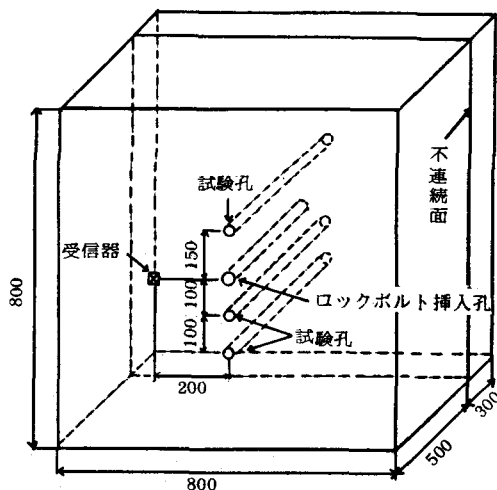


図-1 岩盤模型供試体（単位 mm）

3. 実験結果と考察

ここでは、供試体中央から200mm の位置に設けた調査孔から得られた結果について報告する。

図-2は均一岩盤モデル（モルタル製）の殴打位置と弾性波の到達時間の変化を示したものである。ロックボルトにはテンション導入していない。この図によれば殴打位置がロックボルト深さ方向に深くなるにしたがって到達時間がほぼ一定の割合で長くなる結果を与えており、いずれの殴打位置からも直接波が受信器で受信されていることが確認された。

図-3は不連続面を設けた岩盤モデルの場合の殴打位置と弾性波の到達時間の変化の様子を示したものである。この図によればテンションを導入しない場合、深さ500 mm付近より到達時間が急激に遅くなるという結果を与えている。これは、深さ500 mmの位置には不連続面が存在し、到達時間にこの存在が著しく影響したものとと言える。このことからトンネル施工现场において、ロックボルト挿入孔を利用して弾性波速度試験を行い、殴打深さの変化に伴う到達時間差の変化を計測すれば、トンネル掘削による周辺の地山状況の把握が可能となり、適切なロックボルト長の決定が現場で行えるものと考えられる。またロックボルトにテンションを導入した場合の殴打深さと到達時間の関係は、導入テンション量の増加に伴い均一地山の場合の殴打深さと到達時間の関係に近くなっている。このことからロックボルトにテンションを導入することにより緩み領域を想定した部分が堅固な部分に定着され、一体化されることを伺い知ることができる。また、この特性を利用すれば現場でロックボルトに導入すべきテンション量を適宜定めることができるものと思われる。

4. むすび

本研究で用いた実験装置は、P C鋼棒を用いて側面から初期地圧を導入できるように設計している。現在、初期地圧を導入した地山条件下での実験を継続中である。

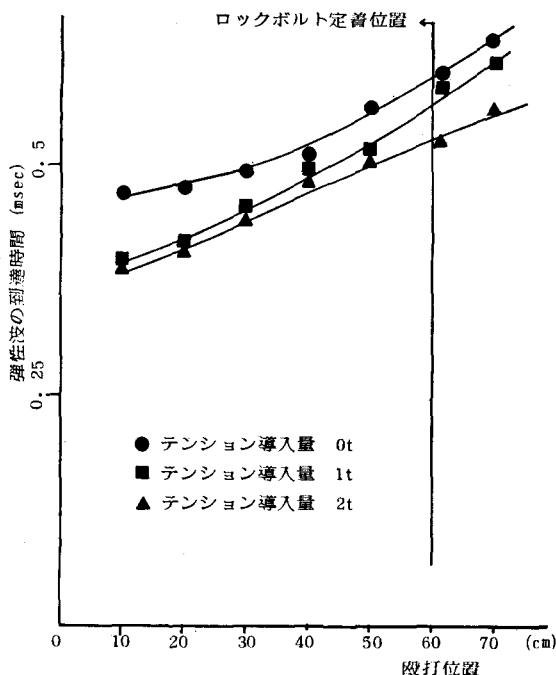


図-2 殴打位置と弾性波の到達時間の関係

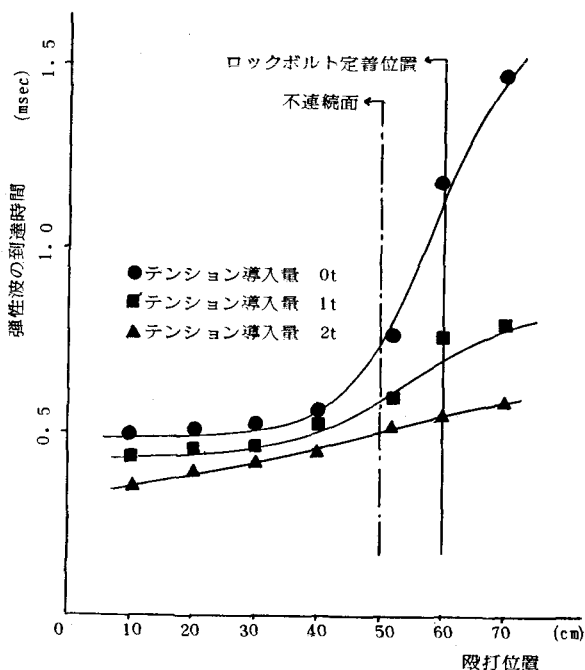


図-3 殴打位置と弾性波の到達時間の関係