上下半増しロックボルトのパターン化による初期変位の抑制

飛島建設　土木技術部　正会員　○兼松 亮
飛島建設　北陸支店 新大島トンネル作業所　佐々木 和人

１．はじめに

本トンネルは，土被り 300m を超える条件下で，全線に蛇紋岩化したかんらん岩が分布する中での施工となった．掘削時は不安定化しやすい切羽が続き，二十数回におよぶ数 10m³ から 100m³ 規模の切羽崩落や 50mm/日を超える大きな初期変位が発生したことから，全体の約 8 割の区間で補助工法を採用しながら施工を進めた（図-1）．ここでは，土被り増加に伴う変位増への対応策として，増しロックボルトをパターン化して採用した事例について報告する．

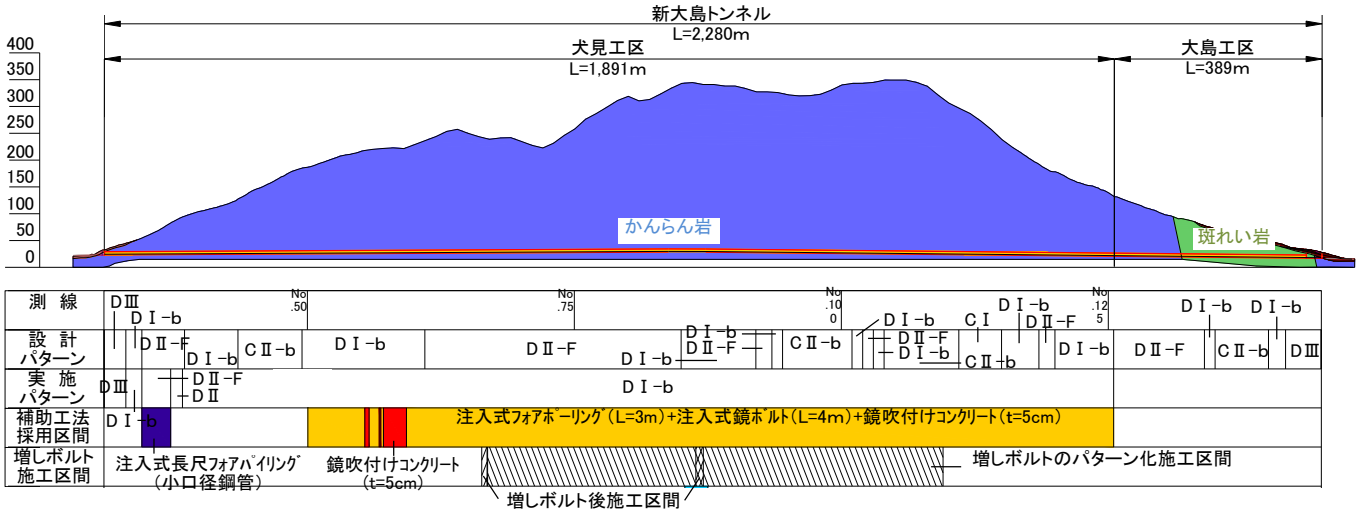

図-1　縦断図

２．新大島トンネルの地形・地質の特徴

事前の各種調査結果から，本トンネルに分布する蛇紋岩化したかんらん岩は，以下の 3 つの性状を示すことが確認されていた．

・塊状岩盤：岩片は硬岩～中硬岩レベルの強度を有するものの，数 10cm 間隔の割れ目が発達し，その多くは鏡肌となっている．そのため，割れ目を境界に岩塊が容易に分離する．

・角礫状岩盤：岩盤の割れ目に土砂・粘土が充填し，岩塊が数 10cm～数 cm 大の角礫状となる．岩片は中硬岩レベルの強度がある．岩塊の表面は鏡肌となっている．

・粘土状岩盤：岩盤全体が粘土化・土砂化し，内部には数 cm 大の小岩片を含む．ボーリングで確認した粘土状のコアは，一軸圧縮強度が 0.6～1.0MN/m² の値を示し，浸水崩壊試験では浸水後約 30 分以内に泥状に変化した．

坑口からトンネル TD150m 付近までは粘土状岩盤主体，それ以降は塊状～角礫状岩盤が主体となったが，割れ目の多くが滑らかな鏡肌状であったため，ブレーカ（1,300kg 級）で容易に掘削できる切羽状態が続いた．

３．土被り増加に伴う変位増の特徴と変位抑制対策

土被りが 100m を超えた頃から変位は増加傾向を示し始め，土被り 220m では初期変位（切羽から 0.5D 位置）が 56mm に達し，延長約 10m の縫い返しを余儀なくされた．今後の変位増加に対する抑制対策を検討するにあたり，変位の傾向を整理したところ，以下の特徴が認められた．

- 切羽から 0.5D(5m)位置で管理基準値Ⅰ（38mm）を超過する区間は，最終変位が大きくなる傾向にある．

キーワード　蛇紋岩，増しロックボルト
連絡先　〒108-0075　東京都港区港南 1-8-15 W ビル 4F 飛島建設株式会社 ＴＥＬ03-6455-8327

- 最終変位が大きい区間でも切羽から2.0D以降の変位量は小さい.

これらの実績から，下半支保工設置までの変位を抑制できる対策を優先的に検討し，最も経済的な上下半両サイドの増しロックボルト（L=4m,n=6本，図-2）を試行的に採用した.

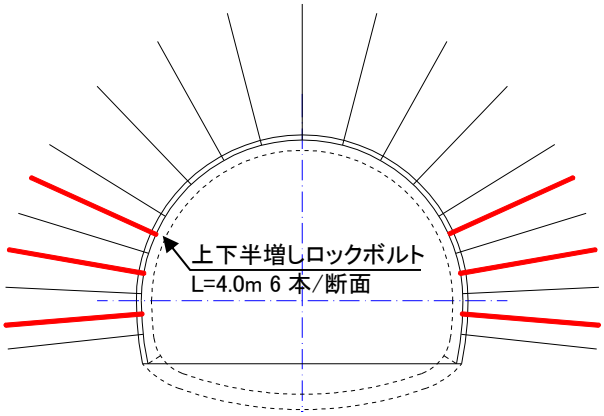

図-2　上下半両サイドの増しロックボルト

4．増しロックボルトによる変位抑制対策の効果

上下半両サイドの増しロックボルトをパターン化して実施した結果，切羽から0.5D（5m）位置での変位量は顕著な減少傾向（平均36mm→10mm）を示し，十分な変位抑制効果が確認できた（図-3）．その後，土被りはさらに増加し300mを超えたが，ほぼすべての区間で管理レベル1，2の変位に抑制できた．図-4に土被りと内空変位の関係を示す．増しロックボルトをパターン化した区間では，土被り増加に伴う内空変位の増加はそれ以前に比べ非常に小さくできたことが読み取れる.

5．考察

本トンネルでの初期変位増大は，滑りやすい鏡肌状の割れ目が発達する地山において，掘削後の地山の緩みが増加することで生じたと想定される.今回採用した上下半両サイドの増しロックボルトのパターンボルト化は，ロックボルトの縫い付け効果を増強することで，掘削直後の緩み増大を防いだものと考えている．不規則に地山不良個所が出現すという特徴の中で，増しボルトをパターン化して施工することは，掘削直後の緩み拡大を抑制できるという観点で非常に有効であったと評価している.

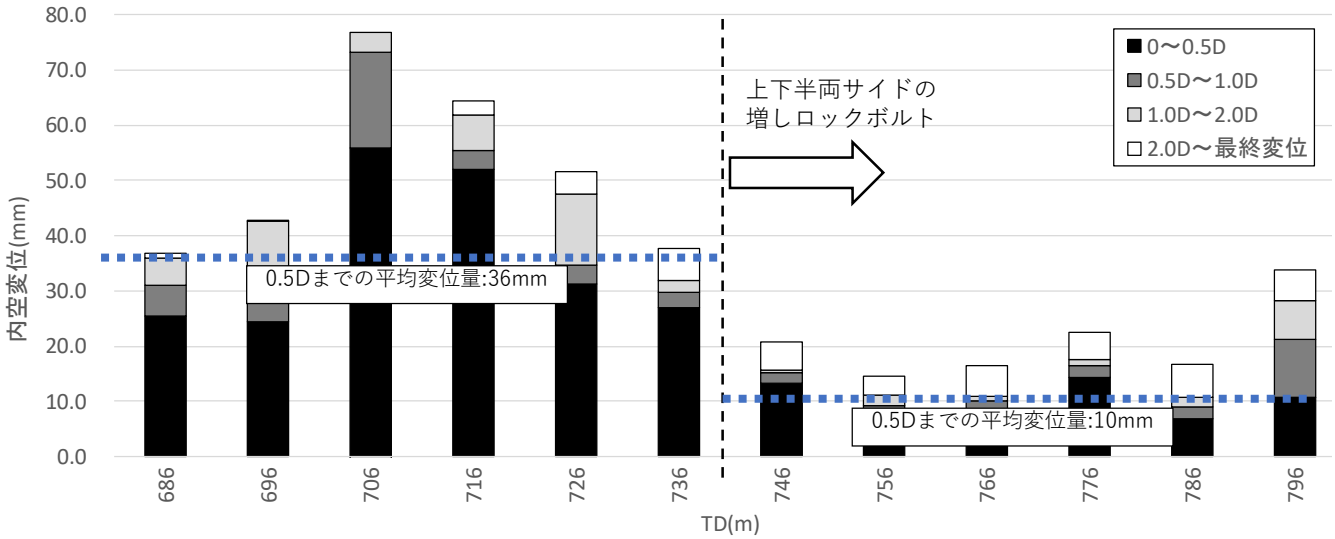

図-3　増しボルトによる変位抑制効果

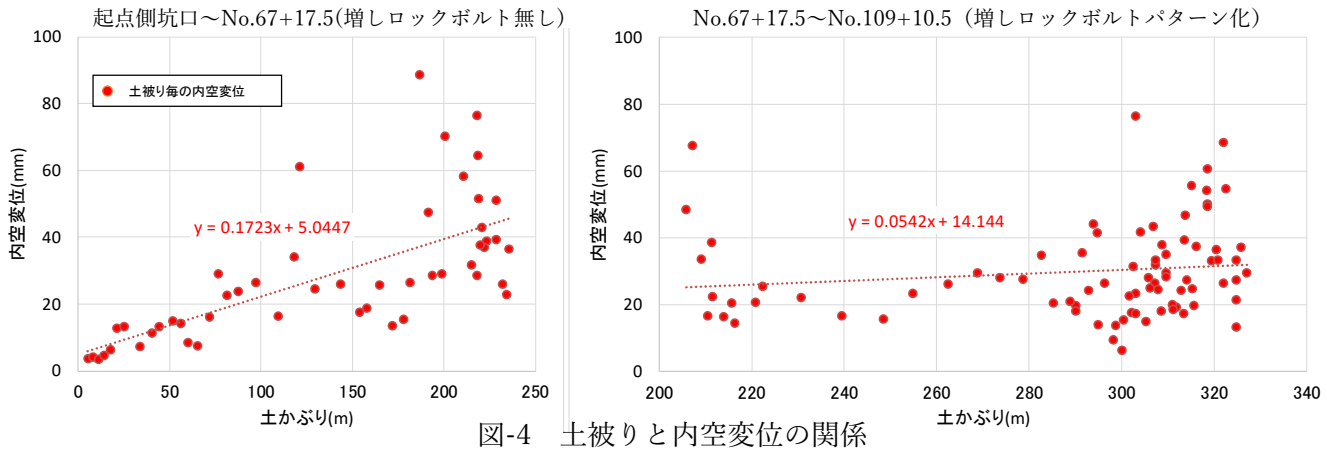

図-4　土被りと内空変位の関係