

Ⅲ-B51

高耐力ロックボルト材料の引抜特性に関する研究

日本道路公団 試験研究所 道路研究部 正会員 吉 塚 守
 試験研究所 道路研究部 正会員 城 間 博通
 試験研究所 道路研究部 正会員 海 瀬 忍

1. はじめに

トンネルの支保工として施工されているロックボルト工の使用材料について日本道路公団（JHという）においては、異形棒鋼、ネジ節異形棒鋼、ねじり棒鋼とされ¹⁾ており、長さ別・材料種別ごとの施工特性を把握しておく必要がある。

また、第二東名・名神のような大断面トンネルの出現によって、高耐力ロックボルトやケーブルボルトの適用性拡大が必要となっており、これらの材料選定や品質管理の手法確立が急務となっている。

本報文は、模擬岩盤を用いた引抜特性試験（JH試験研究所内で実施：昨年度既報²⁾）と実トンネルで実施した実際の長さ別・定着材の性状別による比較検証試験の結果から、ロックボルト施工後の作用効果発現時期等の推定結果について考察するとともに、今後の高耐力ロックボルト適用のあり方について述べるものである。

2. 比較検証試験（現場）の概要

実トンネル内の比較検証試験は、定着長 35 cm で実施された引抜特性試験（室内）と、現場における実物大の長さを用いた試験を比較することにより、定着の長さによって定着状況にどの程度の差異が生じる得るか（寸法効果）を確認しておく必要があることから、現場で実際のボルト材料・定着材を用いて下半切羽（新第三紀中新世の安山岩で地山等級C I）に試験ボルトを打設し、以下に示す試験を実施した。

① 試験箇所：中央自動車道（改築）新岩殿トンネル工事 現場内（下半切羽）

② 試験日時：平成 10 年 8 月 18 日（火）～平成 10 年 8 月 19 日（水）

引抜検証試験（試験材令）打設後 3hr, 6hr, 12hr, 1 日

③ 試験内容：ロックボルト埋込み長 3m, 4m、ロックボルト種別 5 種類、定着材種別 2 種類
 定着材性状 フロー値 150±20 mm、各 3 本づつ

④ 試験項目：a. 引抜試験、b. 定着材流動性試験（フロー試験）、c. 定着材強度試験、... 他

3. 試験結果と考察

試験の内、代表的な（鋼材φ25 mm）ボルト種別ごとに整理した変位と荷重の関係を、図-1（室内試験、材令 12 時間）、図-2（現場試験、材令 6 時間）に、各材令で得られた定着材の圧縮強度と引抜試験によって得られた引抜耐力（最大荷重）の関係を図-3（室内試験）、図-4（現場試験）に示す。また、室内試験によって得られた定着材種類別の材令と強度の関係を図-5 に示す。なお、各図の凡例に示した数値は、各材令における定着材の一軸圧縮強度試験により得られた定

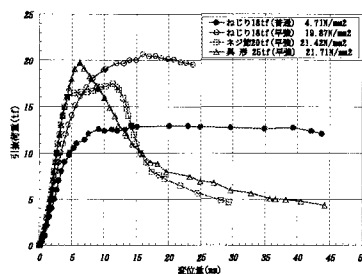


図-1 室内試験 ボルト別 変位一荷重曲線 材令12時間

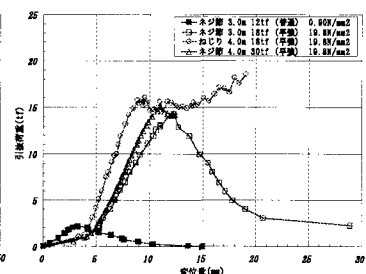


図-2 現場試験 ボルト別 変位一荷重曲線 材令6時間

キーワード：引抜特性試験 品質管理 定着材 材令別 引抜耐力

連絡先 : 〒194-8508 東京都町田市忠生 1-4-1

Tel 042-791-1621

Fax 042-791-2380

着材の強度(3個の平均値)である。

今回実施した、室内試験(引抜特性試験)結果及び現場試験(比較検証試験)より考察した主な項目を以下にまとめる。

(1) 表面形状と引抜特性

- ① ロックボルトの表面形状の違い(凹凸の程度、パターン)より、定着材の強度が十分に発現されるまでは、引抜荷重がピークに達した後急激に低下する材料と、そうでない材料(靱性が高い)がある。(図-1 および図-2 参照)
- ② ロックボルトの表面形状の違いにより、母材耐力に相当する引抜最大荷重を得るために必要な定着材の強度が異なる。(図-3 および図-4 参照)

(2) 定着長と引抜最大荷重

- ① 降伏耐力¹⁾が現行程度(12~18tf)の材料を使用した場合、定着材の強度が、10~25N/mm²程度得られれば、ほぼ母材耐力に相当する引抜耐力(引抜最大荷重)が得られる。(図-4 参照)
- ② ロックボルト工の引抜最大荷重は、定着材の強度が十分に発現した(概ね 25N/mm² 程度以上)場合、定着長にはあまり左右されない。
- ③ 定着材の強度が十分でない場合には、ロックボルトの種類毎に長さによる形状効果の表れ方が異なることから、早期にロックボルトの作用効果の発現を期待する際の材料選定(ボルトおよび定着材の組み合わせ)には注意を要する。(大断面トンネルにおける試験施工による確認も今後の課題である。)

(3) 定着材の強度発現特性に関するまとめ

- ① 打設後初期(定着材の強度で概ね 20N/mm²、普通モルタルのとき概ね 24 時間程度)の段階にあっては、ロックボルトの材質や定着長より定着材の発現強度そのものが支配的となる。
- ② 大断面トンネルのロックボルト工においては、定着材が早期に硬化し、より高い強度を発揮するものが必要と考えられる支保パターンも考えられ、これら高耐力ロックボルトの適用拡大には早強モルタル(材齢 12 時間で概ね 20N/mm² 程度が得られる。)の使用も視野に入れた検討が必要である。

4. おわりに

本報文では、ロックボルト工に関する設計・施工管理要領改訂の基礎資料を得ることを目的とした一連の試験結果を考察するとともに、これを大断面トンネルでの高耐力ロックボルトの適用拡大に向けた観点から整理し、どの様に活用していく必要があるかという点について述べてきたが、今後は、高耐力ロックボルトを用いたより合理的・経済的なロックボルト工の設計・施工管理要領の確立を目指し、清水第三トンネル(中硬質岩地山)での実施工より得られたデータを、今回整理した内容と照らし合わせながら、現在実施中の栗東トンネル(硬質岩地山)および静岡第二トンネル(軟岩地山)での、大断面トンネル試験施工への提案を行っていくこととしたい。

【参考文献】 1) 日本道路公団, 土木工事共通仕様書, p.12-8~p.12-9, 1997 年 10 月

2) 土木学会, 第 53 回年次学術講演会, 講演概要集第 3 部(B), p.202~p.203, 1998 年 10 月

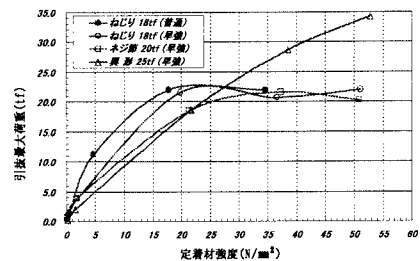


図-3 室内試験 ボルト別 定着材強度-引抜最大荷重

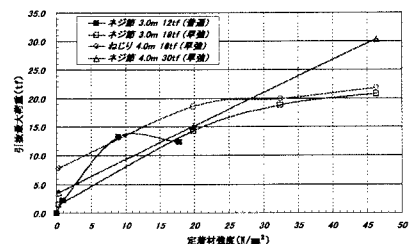


図-4 現場試験 ボルト別 定着材強度-引抜最大荷重

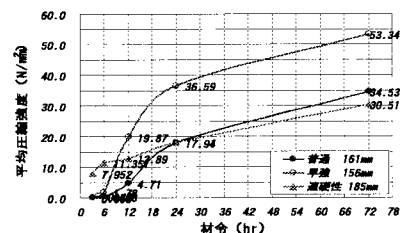


図-5 定着材別 材令-平均圧縮強度