

(III-86) 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
技 術 部 道路技術課 正会員 八木 弘
試験研究所 道路研究部 正会員 城間 博通

1. はじめに

日本道路公団(JHという)においては、山岳トンネル工法の支保部材として用いるロックボルト工の品質管理は、ロックボルトの材質と耐力¹⁾、定着材のフロー値や強度を主として管理している。

近年、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手法の確立が急務となっている。

本文は、ロックボルト工の設計・施工管理要領²⁾改定の基礎資料を得ることを目的として行った、模擬岩盤を用いた引抜特性試験(室内)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、ロックボルト工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、今後のロックボルト工の所要品質のあり方について述べるものである。

2. 引抜特性試験(室内)の概要

引抜特性試験(室内)は、現行のロックボルト(耐力18tf程度以下をいう。)材料と、高耐力ロックボルト(耐力20tf程度以上をいう。)やケーブルボルト等の新材料の材料特性および、定着材料の品質特性等に着目した室内試験を実施し、ロックボルト工の所要品質・設計、施工管理手法確立のための基礎資料を得ることを目的として、模擬岩盤($\sigma=40\text{N/mm}^2$ 程度)を用い以下に示す試験を実施した。

- ① 試験箇所：東京都 町田市 (JH 試験研究所内)
- ② 試験日時：試験用ロックボルト打設 平成 9 年 11 月 17 日 (水)～12 月 19 日 (金)
引抜特性試験(試験材令) 打設後 3hr, 6hr, 12hr, 1 日、3 日、(一部 7 日、28 日)
- ③ 試験内容：ロックボルト埋込み長 35 cm、ロックボルト種別 10 種類、定着材種別 2 種類
定着材性状 2 種類(フロー値 $180\pm 20\text{ mm}$, $150\pm 20\text{ mm}$)、各 3 本ずつ
- 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. 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 $150\pm 20\text{ mm}$ 、各 3 本ずつ
- 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

4. 試験結果と考察

試験の内、代表的な(鋼材 $\phi 25\text{ mm}$)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

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

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引抜最大荷重は、定着材の強度が十分に発現した場合、定着長にはあまり左右されない。

5. おわりに

今回の一連の試験結果から、ロックボルトの適用範囲拡大には定着材の強度発現が重要であることが確認された、今後これらの材料を用いるにあたって、地山の特性を考慮したロックボルトや定着材の選定手法と品質管理手法の確立が必要となる。

さらに、引抜試験だけでは施工品質の確保・管理のわずかな一面を評価しているに過ぎないことが分かってきた、このことを念頭に置き今後は、これに変わる試験法の検討も含め、より合理的・経済的なロックボルト工のあり方、簡便でより確実な品質管理手法の確立に向けた、検討を進め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) 日本道路公団, 施工管理要領基準集, トンネル施工管理要領(本体工編), p.5, 1989 年 10 月

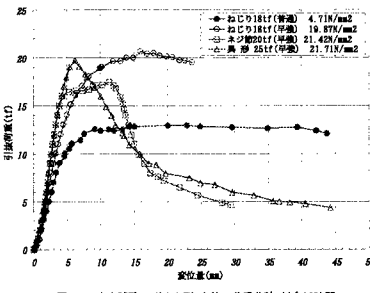


図-1 室内試験 ボルト別 変位-荷重曲線 材令12時間

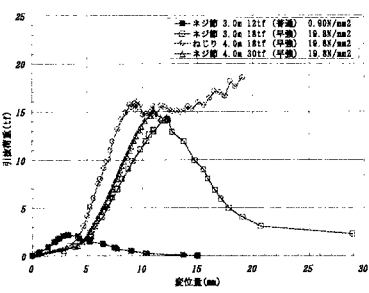


図-2 現場試験 ボルト別 変位-荷重曲線 材令6時間

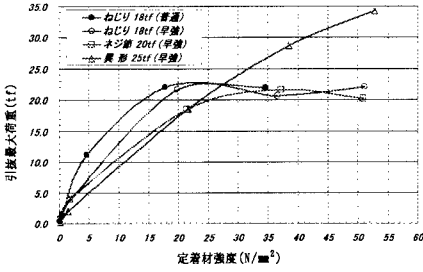


図-3 室内試験 ボルト別 定着材強度-引抜最大荷重

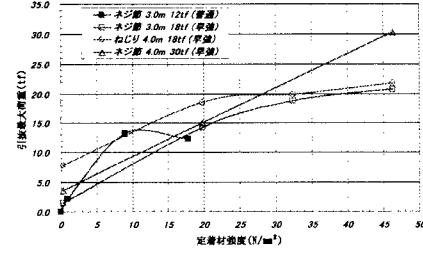


図-4 現場試験 ボルト別 定着材強度-引抜最大荷重

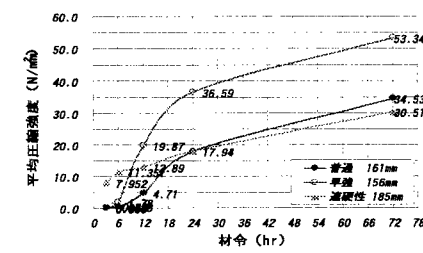


図-5 定着材別 材令-平均圧縮強度