

VI-50 FRPロックボルトの長期軸力測定

清水建設株式会社 正会員 関島 謙蔵
 清水建設株式会社 ○正会員 池田謙太郎
 清水建設株式会社 正会員 三原 泰司
 大日本硝子工業株式会社 西本 敬

1. まえがき

新たに開発した繊維強化プラスチック(FRP)製のロックボルトは、鋼製ロックボルトに比べて剛性が低く、坑内引抜き試験の結果から地山との付着性状が異なることが明らかになった〔1〕。FRPロックボルトは大きなひずみが生じることによって軸力を負担するので、硬岩よりも軟岩へ適用した方が有効に支保作用を発揮できると考えられる。

本報告は、FRPロックボルトと鋼製ロックボルトの支保効果の相違を明らかにするために、NATMで掘削中の軟岩のトンネル内に計測用のロックボルトを打設して、切羽の進行に伴って生じるひずみと軸力の経時変化を測定した結果をまとめたものである。

2. 使用したロックボルトの概要

2. 1 FRPロックボルト

FRPロックボルトの本体は芯材の周囲に樹脂を含浸したガラス繊維束を軸方向に配列し、表面には付着特性を改善するためにガラス繊維束をらせん状に巻き付けている。また、頭部は樹脂を含浸したガラス繊維束を巻き付けて円錐台状に仕上げ、ベアリングプレートの支圧力を受ける構造としている(図-1)。なお、FRPロックボルトの引張耐力は12t以上、剛性は約1051tであり、長さは3mとした。

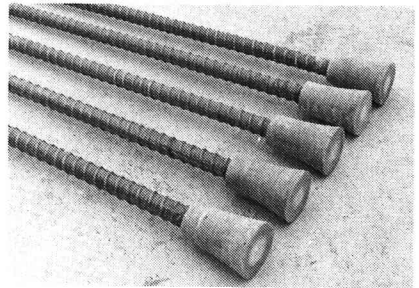


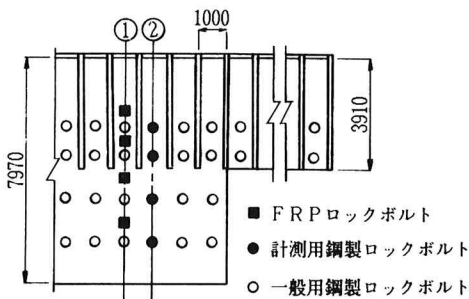
図-1 FRPロックボルトの形状

2. 2 鋼製ロックボルト

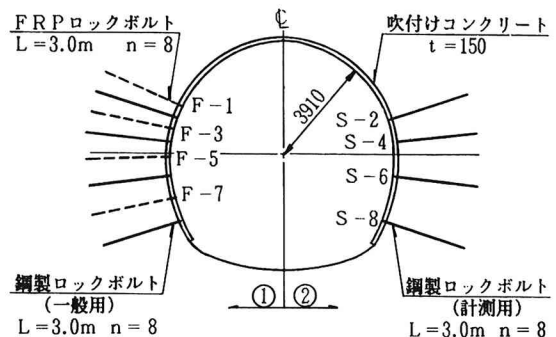
鋼製ロックボルトは異形鉄筋D25(SD30)の頭部をネジ切り加工したものである。計測用はひずみゲージを貼るために本体の両側に溝を設けたので、一般用よりも少し剛性が低くなった(8066t)。

3. トンネルの計測断面

測定を行った地点の岩質はシルト岩と砂岩の互層であり、掘削方法は機械掘削による上部半断面先進工法である。ロックボルトは上下半ともに吹付けコンクリート施工後、速やかに穿孔し、モルタルを注入した後



(a) 縦断面(下半打設時)



(b) 計測断面

図-2 ロックボルトの配置

に打設した。計測用ロックボルトの打設位置を図-2に示す。FRPロックボルトは鋼製ロックボルトの間に打設し（計測断面①），計測用鋼製ロックボルトは一般用鋼製ロックボルトの代用として原設計通りに打設した（計測断面②）。

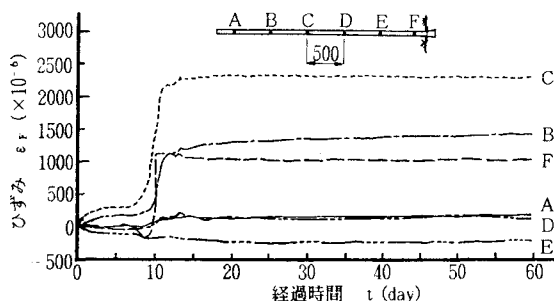
4. 測定結果及び考察

4. 1 ひずみの経時変化

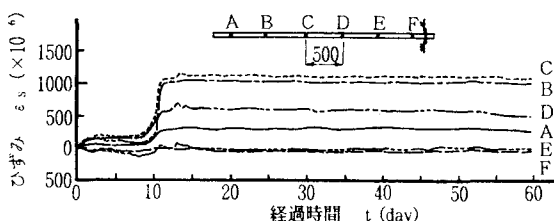
上半に打設したロックボルトのひずみの経時変化を図-3に示す。下半の切羽が計測断面を通過する時（10日後）にひずみが急増し，その後はほぼ一定になった。発生したひずみはFRPロックボルトの方が大きい。この理由は，FRPロックボルトの剛性が鋼製ロックボルトの約1/8と低いので，地山のひずみを拘束する効果が小さいためと考えられる。

4. 2 軸力分布

各計測断面ごとのロックボルトの軸力分布を図-4に示す。同図は上半のロックボルトを打設してから5日後（下半切羽通過前）と20日後（通過後）の状態を表している。FRPロックボルトに発生したひずみは鋼製ロックボルトよりもはるかに大きい，換算した軸力は鋼製ロックボルトの方が大きい。すなわち，FRPロックボルトは剛性が低いため，鋼製ロックボルトと併用した場合に発生する軸力はむしろ小さくなるのである。

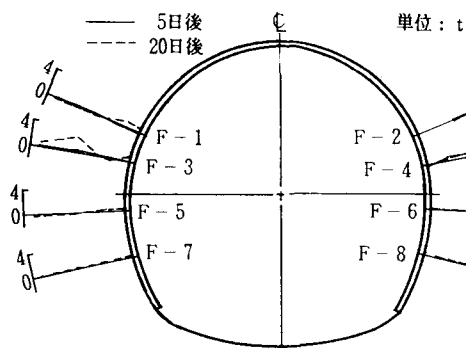


(a) FRPロックボルト (F-3)

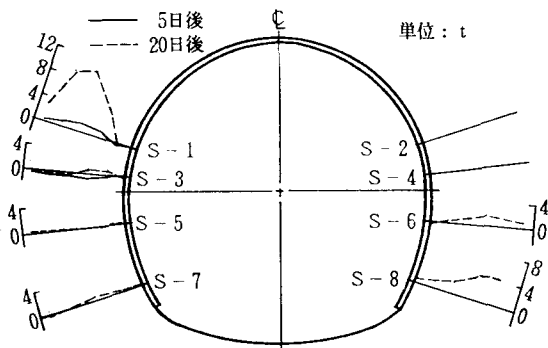


(b) 鋼製ロックボルト (S-1)

図-3 ロックボルトのひずみの経時変化



(a) FRPロックボルト



(b) 鋼製ロックボルト

図-4 ロックボルトの軸力分布

5. あとがき

本試験では同一計測断面にFRPロックボルトと鋼製ロックボルトを併用して打設したので，両者の支保作用が互いに影響し合ったために，それぞれの支保効果を直接比較するには至らなかった。しかしながら，FRPロックボルトに発生したひずみは鋼製ロックボルトよりも大きく，大きなひずみが生じることによって軸力を負担するという支保作用を確認することができた。

〔参考文献〕

- 〔1〕池田，関島，西本：新しいFRPロックボルトの開発とその特性，土木学会第43回年次学術講演会講演概要集 第6部，昭和63年10月