

VI-49 組ひも状FRPロックボルトの特性について

三井建設(株) 土木技術部 正会員 山 本 信 幸
 技術研究所 正会員 平 井 正 雄
 " 正会員 中 田 雅 夫
 " 正会員 山 地 宏 志

1. はじめに

FRPロックボルトは現在、山岳トンネルの切羽安定に多く用いられている。近年、トンネル断面の大型化にともない中壁式NATMやサイロットNATMなどの工法が普及しつつある。これらでは、FRPロックボルトが多用され、要求される性能も高度なものとなる。また、トンネル工事だけにとどまらず、今後各種地下構造物への展開も考えられ、これらの各要求に応じたFRPロックボルトの開発が望まれる。本報文は組ひも製法の採用により性能を向上させたFRPロックボルトの開発経過の一部をとりまとめたものである。

2. 組ひも製法によるFRPロックボルト

組ひも製法とはガラス繊維、アラミド繊維などを日本古来の真田ひも状に機械で加工したものを樹脂で硬化させた棒状繊維製品加工技術の総称であり、製品としてはコンクリート構造の引張材や曲げ補強筋などがあげられる。^{1), 2)}

今回開発したロックボルトは図-1に示すようなものであり、繊維量を低減するため、発泡スチロール心材回りに組ひも加工し、ロックボルトを形成している。

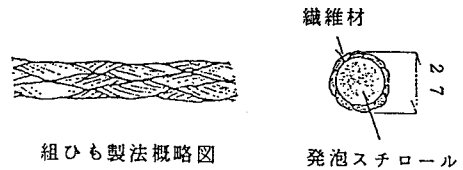


図-1 組ひも状FRPロックボルト

3. 付着試験

前述のFRPボルトを図-2に示すように、 $\phi 42\text{mm}$ のボアホールを有する立方体ブロック中に打設し、養生時間を変えて、付着試験を実施した。定着材はSNモルタルとし、配合はW/C=40%、S:C=1:1である。尚、比較のため異形鉄筋D29及び従来の製法によるFRPロックボルトの付着試験も併せて実施した。

図-3に各養生時間に対する付着強度の発現を示す。養生時間の短かいうちはボルトの種類によって有意な差が生じないが、1

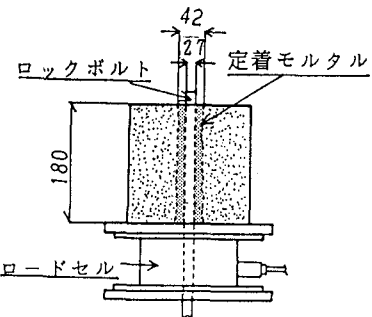


図-2 付着試験供試体

8時間以後にその差が認められる。すなわち、鉄筋では13時間程度から始まる直線的増加が継続するのに対して、FRPボルトでは鉄筋ほどの伸びが認められず、24時間で概ね鉄筋の7割前後の値である。また18時間以後FRPボルト間でその値に差が生じていることがわかる。

図-4は各ボルトの引抜時の破壊モードを示したものである。異形鉄筋D29では定着モルタルの破壊が、また組ひも製法によるFRPボルトではボル

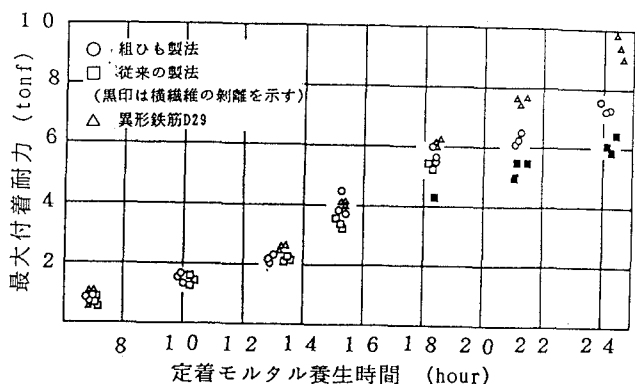


図-3 各養生時間の最大付着耐力

トとモルタル間の滑りが生じ、さらに従来の製法によるFRPボルトではボルト縦繊維と横繊維間の滑りが生じている。特に同じFRPボルトであっても製法の違いが養生期間の長い場合に付着耐力の差として現れることは興味深い。

図-5に付着養生開始後24時間における引抜荷重-引抜変位の

関係を示す。図より明らかなように、最大付着耐力に関しては異形鉄筋D29が最も大きな値を示している。しかし鉄筋はピーク後、急激にその耐力を低減させるのに対して、組ひも製法によるFRPボルトは20mm以上の引抜変位に対してまで最大耐力を概ね維持することが大きな特徴である。

4. 現場引抜試験

現在施工中のトンネルにおいて組ひも状FRPボルトと鉄筋(D25)の試験施工を行い、引抜試験を実施した。

結果を図-6に示す。組ひも状FRPボルトは同一荷重に対して鉄筋の3～5倍の変形量がみられることより、大変形に対する追従性に優れていることがわかる。

しかし試験途中でボルト自身の破断が発生し、引き抜きまで至らなかった。今後、繊維量を増やせば更に耐力の向上は見込まれるものと思われる。

5. 結論

組ひも製法の採用によりFRPボルトの付着強度が向上することが明らかになった。また付着に関する破壊形態及びピーク後の残留耐力に関して特徴的な挙動が認められた。さらに現場引抜試験の結果から大変形に対する追従性に優れている等の利点があることがわかり、今後はこれらの特色を生かしたFRPボルトの開発を目指す方針である。

《参考文献》

- 1) 岡本, 田村, 松原, 谷垣: アラミド繊維による組ひも状棒材の基本的特性, 日本コンクリート工学年次論文報告集, 第10巻第2号, 1988.6
- 2) 三上, 林, 加藤, 田村: アラミド繊維による組ひも状棒材を用いたPCばりの静的耐荷挙動, 日本コンクリート工学年次論文報告集, 第10巻第2号, 1988.6

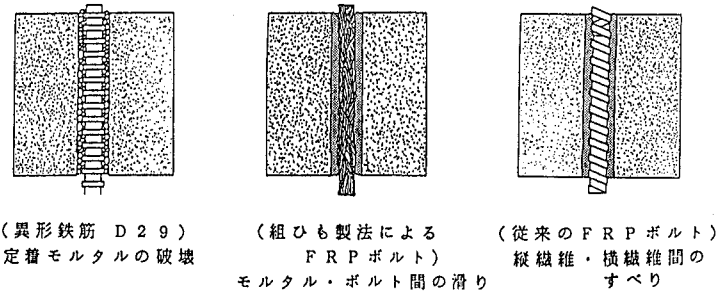


図-4 各ロックボルトの破壊モード

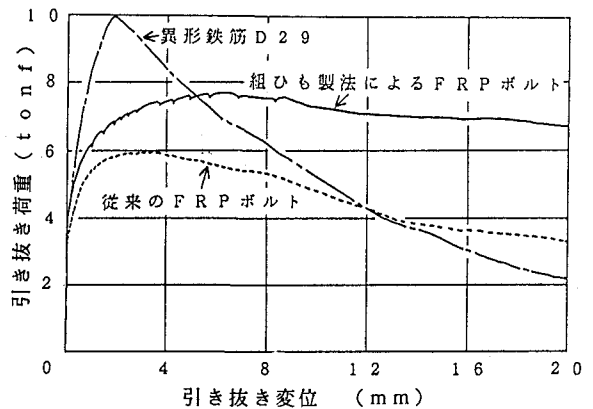


図-5 付着試験結果（養生：24時間）

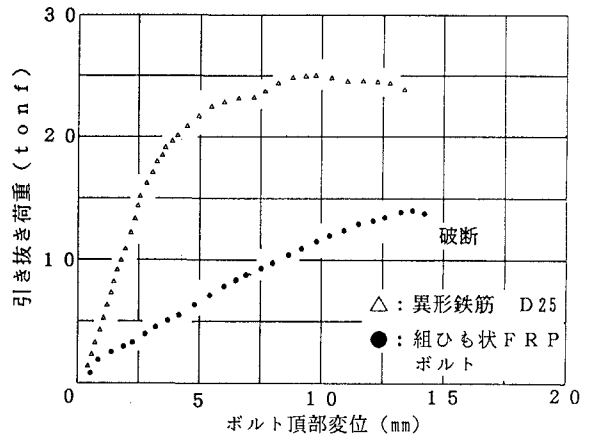


図-6 現場引抜試験結果（養生：24時間）