

III-B 65 高強度組み紐繊維製法によるケーブルボルトの引き抜き特性について

三井建設（株）正会員 岡野成敏 中田雅夫 山地宏志 野村貢 ファイバックス（株）松原澄行

1. はじめに

筆者らは、これまでに高性能な繊維性ロックボルトの開発を目指し、高い付着特性を実現し得る組み紐製法を開発した。この組み紐製法を近年着目されつつあるケーブルボルトに援用し、巻き取り可能な施工性の良い高強度繊維組み紐製法によるケーブルボルトの開発に成功した。これまで、その基本特性について各種の試験を実施してきたが、ここでは最も重要と考えられる地山中に打設されたケーブルボルトの付着特性について引き抜き試験を実施し、これを検証した概要を報告する。

2. 試験概要

ケーブルボルトの打設は、引き抜き試験の簡便性、及びグラウト定着を確実にすることを目的として鉛直直下向きとし、ボーリング孔径 $\phi 60\text{mm}$ 、削孔長 5000mm とした。またケーブルボルトは、カーボン製のもの(FC15)、ガラス製のもの(FG15)、鋼製のもの(SWPR7A)の3種類を打設した。図-1に試験場に削孔したボーリング孔の配置図を示し、各ボーリング孔毎にケーブルボルトの素材名と養生時間を併記する。尚、試験場の岩種は飛騨片麻岩帯に属し、一軸圧縮強度 $\sigma_c = 1500\text{Kg/cm}^2$ 以上と非常に硬健な岩盤である。

ケーブルボルトは $\phi 1500\text{mm}$ 程度に巻き取って搬入し、試験場で巻き戻し後に使用した。ケーブルボルトの定着はSNモルタル(デンカ社製:デンカ・プレモル)を用い、既往の試験結果から水セメント比を $W/C=48\%$ (フロー値 200mm)と定め、テーブルフロー試験により品質管理を行った。また、定着長は 4500mm とし、打設はグラウト充填、ボルト後挿入の順で行った。

3. 計測

引抜きは、載荷能力 60tf のセンターホールジャッキを用いた(図-2)。変位計測は、定着金具の下に半割鋼版をつけ、鋼版の上面の変位を計測した。また、FC15、及びSWPR7Aに関しては一部軸力分布の計測も実施した。軸力計測器の概要を図-3に示す。

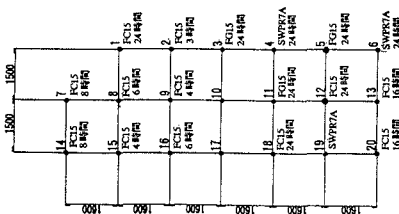


図-1 ボーリング孔配置図

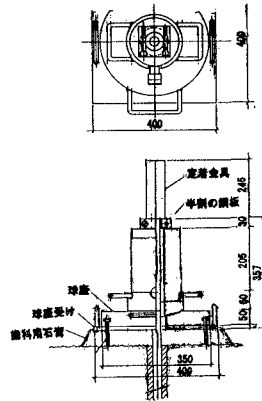


図-2 引抜き試験器の概念図

4. 試験結果

素材ごとのケーブルボルトの引き抜き耐力の変化を検討するため、FG15、FC15、及びSWPR7Aの三種の素材を同一条件で打設し、24時間経過した時点で引き抜き試験を実施した。表-1にその試験結果一覧を示す。表-1に示す様に24時間における引き抜き耐力は、FC15が最大で、SWPR7A、FG15の順となっている。

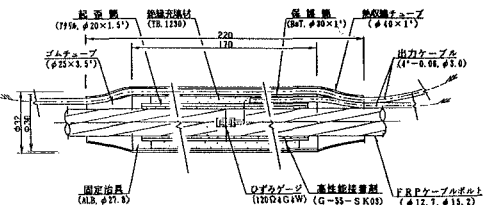


図-3 軸力計器の概要

表-1 軸力計器の概要

ケーブル 種別	試験孔	き荷重 (Tf)	最終状態
FC15	No. 1	28.95	母材破断
	No. 12	25.00	25Tonfで除荷
	No. 18	25.00	25Tonfで除荷
FG15	No. 3	15.97	母材破断
	No. 5	14.23	母材破断
	No. 11	13.12	母材破断
SWPR7A	No. 4	17.69	マッション部の滑り
	No. 6	23.13	母材-グラウト間の滑り
	No. 19	20.68	母材-グラウト間の滑り

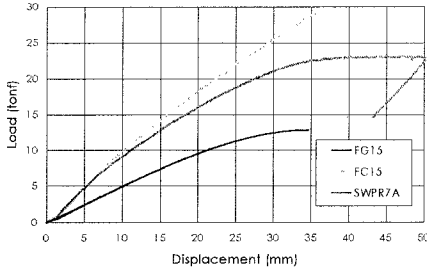
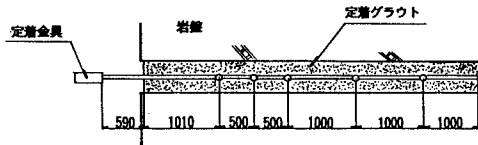


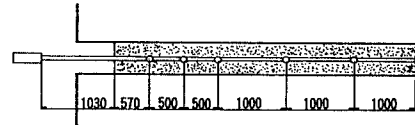
図-4 軸各部材毎の引抜き荷重-頭部変位関係

また、各素材毎の典型的な引き抜き荷重-頭部変位曲線を図-3に示す。図より明らかなように、SWPR7Aは、定着グラウトと素材間の滑りによって引き抜けるのに対し、FG15とFC15は母材耐力付近で破断する。これは、SWPR7Aの線により線製法で作成された線材に比べ、FG15やFC15のような組み紐製法で作成された線材の方が、付着耐力としては高い値を期待できるものと考えられる。

また、引き抜き試験時に発生するケーブルボルト軸力の分布を観察するために、FC15及びSWPR7Aの各素材に軸力計測器を図-4のように装着し、打設後24時間の養生の後、引き抜き試験を実施した。図-5に各引き抜き荷重に対するボルト軸力の深度方向分布を示す。図より明らかなように、どの計測結果も比較的なだらかな深度方向分布をなすが、FC15とSWPR7Aのケースを比較するとFC15が定着グラウト口元から2～3m程度の範囲しか軸力が発生していないのに対し、SWPR7Aでは3.5mの計測点でも、若干の、軸力が発生している。また、その勾配もFC15に比べ比較的緩やかである。これは、組み紐製法とより線製法の違いによって軸力伝達の機構が、若干異なるために生ずるものと考えられる。

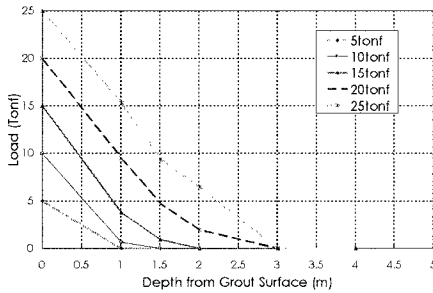


(a)FC15:No.12

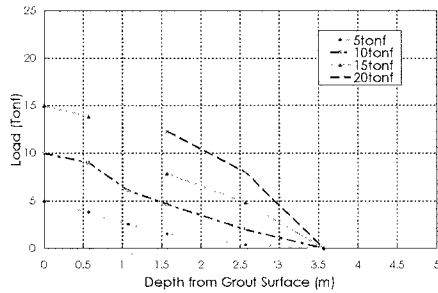


(b)SWPR7A:No.19

図-4 ボルト軸力計測器装着位置図



(a)FC15:No.12



(b)SWPR7A:No.19

図-5 引き抜き試験時におけるボルト軸力の発生

5. まとめ

高強度繊維の組み紐製ケーブルボルトの実用性を検証する一環として、原位置における引き抜き試験を実施した結果をまとめた。これまで示したように、高強度繊維の組み紐製ケーブルボルトは、いくつかの点で鋼製より線製ケーブルボルトと異なった特性を有するものの、付着耐力に関しては、十分以上に実用性にも供し得るものと評価される。