

VI-326

フェースボルト（長尺鏡ボルト）の効果確認試験

（その2．計測の概要と全般的な軸力発生傾向について）

飛島建設土木本部技術部	会員	○松尾勝弥
三井建設技術本部技術研究所	会員	中田雅夫
三井建設土木本部土木技術部	会員	野村 貢
飛島建設土木本部技術部	会員	福井隆夫

1. はじめに

近年、トンネル切羽補強に長尺鏡ボルト（フェースボルト）として、高強度繊維によるケーブルボルトが利用されつつある。この補強工のメカニズムは理論的に未だ解明がなされていないが、すでに南欧等では多くの施工例があり、経験的にはその有効性が充分立証されているものと考えられる。このように施工実務において有用性が支持されながら、その理論的な解明が遅れている理由の一つとして、地山中に打設されたケーブルボルトの挙動が充分把握されていないことが挙げられる。今回、グラスファイバーケーブルボルトを使用したフェースボルトの効果確認試験を木崎湖トンネルの貫通点において実施し、軸力の発生傾向などに関する興味ある知見を得た。本編では、計測の概要と全般的な軸力発生傾向などについて報告する。なお、試験の概要については別途に報告¹⁾する。

2. 軸力測定方法の概要

1) ボルト軸力計の配置

ケーブルボルト軸力測定を実施した当該区間の縦断面図を図-1に、また断面図を図-2に示す。軸力計は4本のボルトに各々8点ずつ取り付け、切羽中央の上下左右に配置した。

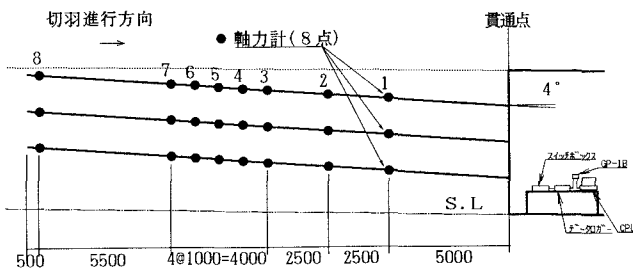


図-1 軸力計の設置位置（縦断面図）

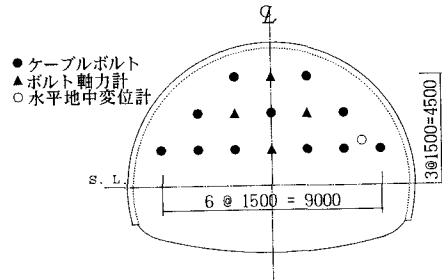


図-2 軸力計の設置位置（断面図）

2) ボルト軸力計

ケーブルボルト軸力計は次の2種類のものを用いた。

- 起歪筒：歪みゲージを貼付したセル中にケーブルボルトを通しセルの両端をケーブルボルトに固定することでボルトと一体化し、セルに生じるひずみをボルトの軸力に換算する方式（図-3、写真-1上）。
- テンスメグ：ケーブルボルト表面に沿って抵抗線を取り付け、抵抗線の伸びからボルトに発生する軸力を求める方式（図-4、写真-1下）。

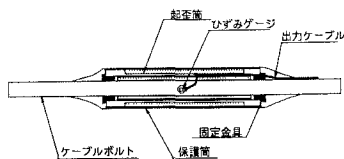


図-3 ボルト軸力計（計起歪筒）

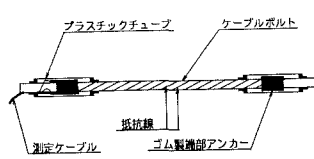


図-4 ボルト軸力計（テンスメグ）



写真-1 軸力計外観

3. フェースボルト軸力の全般的な傾向

図-5にフェースボルトの軸力分布の例を、また、図-6, 7に個々の軸力計の経時変化および切羽距離変化の代表的な例を示す。

計測結果の全般的な特徴は以下のとおりである。

①全体的に比較的なだらかな軸力分布が発生している。これは地山の連続体的な挙動を反映しているためと考えられる。

②ボルトの軸力は切羽が近づくにつれて指数関数的に増加する。

③ボルト軸力は、切羽が停止した後半日程度の間は増加を続ける。

④軸力の経時的な変動要因として、切羽の進行の他に注入式鋼管先受工法の注入も影響する。その特徴は、急激に軸力が増加した後反動としてゆっくりと軸力が減少するパターンと、徐々に軸力が増加するパターンがある。

⑤切羽が到達する直前で軸力が減少する例が多い。

ボルト切断前後の軸力変化については別の報告に記す²⁾。

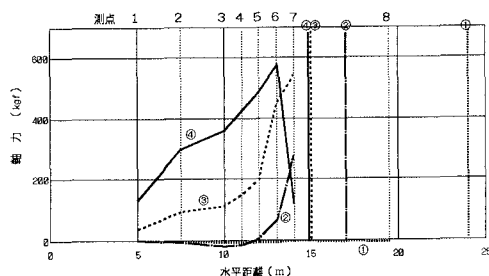


図-5 ボルト軸力分布の例

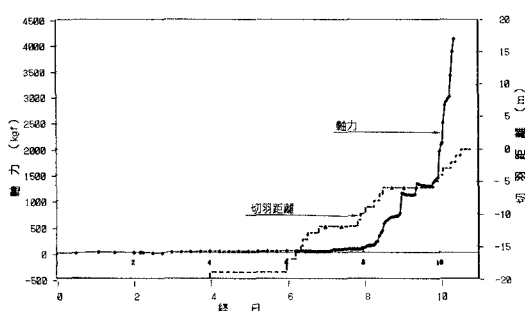


図-6 ボルト軸力の経時変化

4. 地山のひずみとフェースボルトの軸力の相関性

フェースボルトと平行に地中変位計を設置し、フェースボルトに沿った地山の区間ひずみを測定した。図-7に、地山の区間ひずみとその区間に位置する4個のボルト軸力計（同一断面内）の軸力の変化を切羽距離に対して表した例を示す。切羽の進行に伴う軸力の増加傾向は、①地山区間ひずみよりも軸力の発生時期が切羽距離に対して2～3m遅れがある、②切羽が4mより近づくと地中区間ひずみは増加するがボルト軸力は逆に減少傾向になるものがある、などの相違はあるが、これらの点を除くと増加傾向は類似しており、切羽の進行に伴って発生する地山のひずみに対してフェースボルトがよく反応していると言える。図-7中の切羽距離-3mまでの地山の区間ひずみとボルト軸力変化の相関係数は、C5-10で0.83、C7-10で0.90となっている。

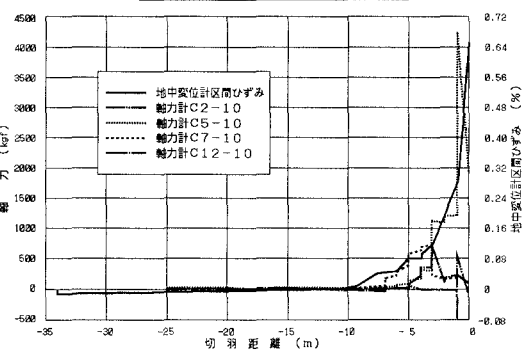


図-7 ボルト軸力の切羽距離変化

図-7中の切羽距離-3mまでの地山の区間ひずみとボルト軸力変化の相関係数は、C5-10で0.83、C7-10で0.90となっている。

5. まとめ

グラスファイバーボルトの軸力計測を行い、切羽の進行に伴う軸力の変化について、その全体的な傾向を述べ、併せて設置した地中変位計との相関性についてまとめた。計測から得られたフェースボルトの軸力分布は、地山のひずみに対応した連続体的な傾向を強く持っており、切羽が近づくことによる変化などが十分に捉えられている。計測結果に基づく設計解析的な評価については続編2)に記す。

《参考文献》

- 1) 荻田, 角屋, 富田, 川端; フェースボルト（長尺鏡ボルト）の効果確認試験（その1）, 土木学会第51回年次学術講演会
- 2) 岡野, 小原, 後藤, 大沢; フェースボルト（長尺鏡ボルト）の効果確認試験（その3）, 土木学会第51回年次学術講演会
- 3) 小野田, 朝倉, 森下; トンネル貫通点の地山挙動, 土木学会第41回年次学術講演会