

鉄道トンネルにおける FRP 内巻工の構造と施工法

広成建設(株) 正会員 ○藤井哲也 松本敬司
西日本旅客鉄道(株) 正会員 近藤政弘 岩橋寛臣

1. はじめに

構造物の長寿命化のためには、補修や補強を施し、継続的に維持管理を行っていく必要がある。補修・補強については、交通インフラである鉄道や道路の場合、交通機能を確保して、施工段階でも交通の障害とならず、安全に施工することが求められる。本稿では鉄道トンネルを対象として開発¹⁾したガラス繊維強化プラスチック (FRP) を用いたトンネル内巻工 (以下「FRP 内巻工という」) について、本構造の概要と施工法について報告する。

2. FRP 内巻工の構造と特徴

FRP 内巻工の構造形式は、図-1 に示すように全周内巻工と上半内巻工の2つを設定しており、覆工の耐力補強がそれほど必要でない場合には、施工性・経済性を考慮して上半内巻工を適用する。本構造の概要は、FRP 製支保工をトンネルの周方向に設置し、その間に FRP 製のパネルを挿入、覆工とパネルの間にグラウトを充填するもの (図-2 参照) である。

本構造の主な特徴を以下に挙げる。

- ①既設のトンネル覆工と一体化する構造である
- ②トンネル延長方向および周方向に分割でき、一晩の作業で部分完成が可能である。
- ③施工の途中段階で列車走行時に支障せず、また、列車風圧に耐える構造である。
- ④ボルト類が覆工表面に露出しない構造であり、メンテナンスの軽減を図っている。

このため、シート等の接着工法ではなく注入工法であり、支保工間にパネルを挿入する構造でパネル設置と背面の充填を同時に行う。また、既設覆工から100mm 程度までの構造、支保工の継手を図-1 中に示すソケット構造にすることで、これらの要件を実現させている。なお、本 FRP 内巻工は、FRP 支保工が多ヒンジアーチとして挙動するとともに、覆工に固定されたアンカーボルトによって支持され、これが

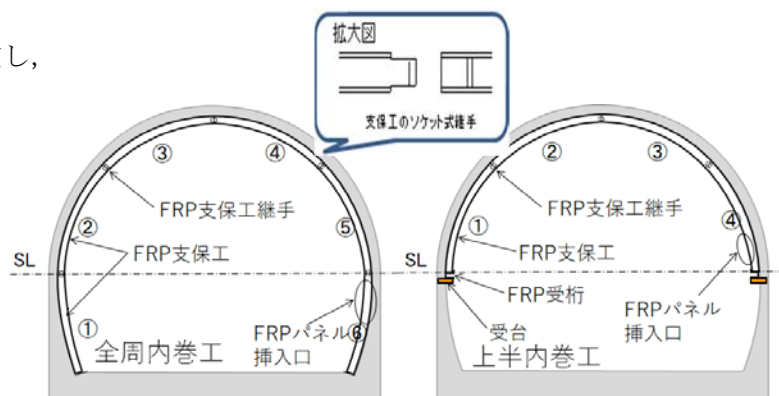


図-1. FRP 内巻工の構造形式

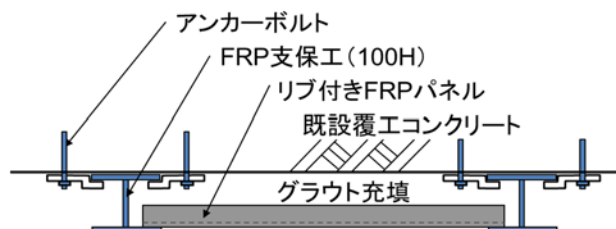


図-2. FRP 内巻工断面

表-1. FRP 部材の材料特性

種別	弾性係数 (kN/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	質量
FRP 支保工	17.0	145	20kg/m
FRP パネル	5.7	134	11kg/m ²

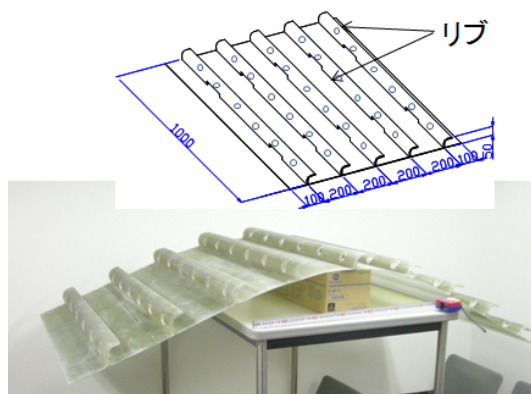


写真-1. FRP パネル

FRP パネルからのグラウト液圧を支える二重系になっており、グラウトの硬化後は FRP 支保工に用いたアンカーボルトを無視しても、パネルとグラウトとが一体となったシェルが多ヒンジアーチ支保工とパネルリブで2方向に補強された構造となっている。

内巻工に用いている FRP 部材の材料特性を表-1 に

キーワード トンネル維持管理、内巻工、鉄道トンネル

連絡先 〒732-0056 広島県広島市東区上大須賀町 1-1 (株)広成建設 TEL 082-264-1711

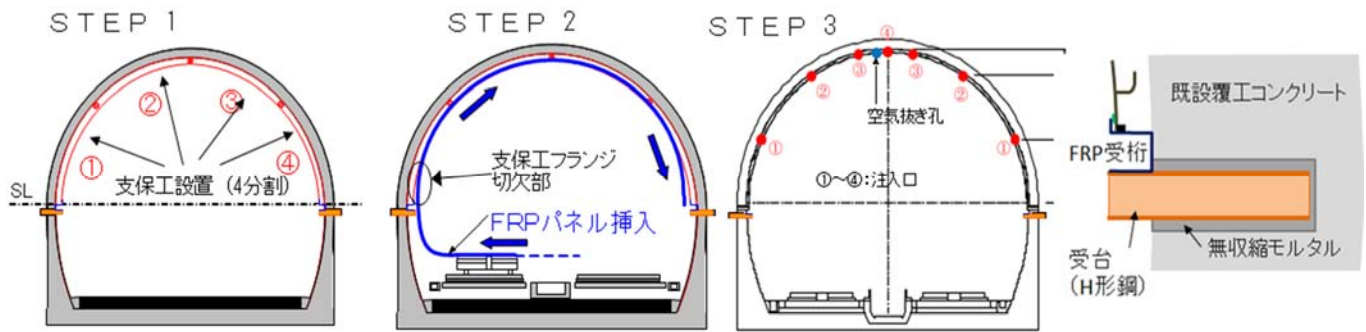


図-3. FRP 内巻工の施工手順および受け台図 (右)

示す。部材は軽量で人力施工が可能であり、またパネルは可撓性を有しており (写真-1 参照)、その仕様は、注入時の型枠としての役目を考慮してリブで補強している。

3. FRP 内巻工の施工法

FRP 内巻工の施工手順は 3 ステップ (図-3) になる。

1)FRP 支保工の設置

覆工のスプリングライン付近にコア削孔を水平に行い、H 形鋼を挿入、空隙を無収縮モルタルで充填して受台とする。次に、受台の上にコの字形断面の受桁をトンネル方向に設置し、受桁の上から支保工 4 本をトンネル周方向にソケット式継手により順次組立て、アンカーボルトと留金具で固定する。

2)FRP パネルの設置

FRP 支保工フランジの切り欠き部より、フランジをガイドとして覆工面に沿って FRP パネルを連続的に挿入する。

3) グラウト充填

FRP 支保工フランジと FRP パネルとの隙間に漏出防止措置を行い、FRP パネル表面に空けた穴からグラウトを左右同時に注入する。

4. 実トンネルでの施工

施工区間が短い場合、掛け払いの枠組足場による施工でもよいが、施工区間が一定規模の場合、開発した専用の足場台車 (写真-3) を用いることで、作業可能範囲 1m (線路方向) が 10m まで拡大できるため、施工効率を高めている。なお、パネル挿入口を断面に 2 か所設けることや周方向の妻部の工夫によって、図-4 に示すようにトンネル周方向への分割施工も可能な構造となった。これらより、専用の足場台車を用いて片線毎の分割施工が可能となっている。

5. おわりに

現在も施工実績を重ねているが、さらなる施工効

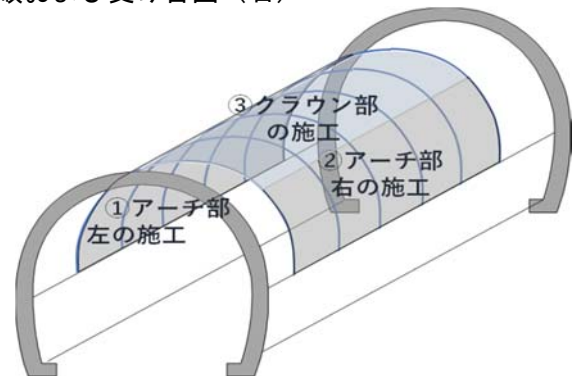


図-4. トンネル周方向の分割施工



写真-2. FRP 内巻工 (完成時)

率の向上のため、最適な支保工間隔の設定検討、パネル仕様の修正による製造工程向上等に努めているところである。引き続き、トンネル維持管理へ貢献していく所存である。

参考文献

- 1) 近藤政弘・濱裕駿・藤井哲也：FRP 内巻工の開発と施工，鉄道施設協会誌 Vol. 52，2014. 8

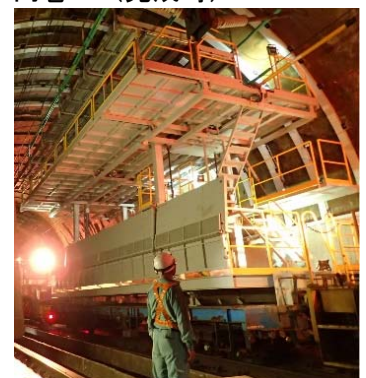


写真-3. 専用足場台車