

新幹線トンネル補修工の物性試験結果に関する一考察

○JR 東日本 正会員 込山 実
JR 東日本 正会員 山村 啓一

JR 東日本 近藤 晃
JR 東日本 正会員 久保原 猛

1. はじめに

当社が管理する新幹線トンネルでは、漏水やコンクリートの浮き等の変状が発生しており、その変状に対して導水工や当て板等の補修工を施工している。補修工に使用している材料には金属系と樹脂系があり、検査の際に金属系材料は錆等の劣化が目視で確認しやすいが、樹脂系材料は劣化が目視では確認しにくいことがある。そこで、樹脂系材料について劣化状況を確認するために物性試験を実施したので、その結果について報告する。

2. トンネル内に設置されている補修工

新幹線トンネル内に設置された補修工別に設置割合を集計した。その結果を図-1に示す。導水工が最も多く全体の約7割を占めている。次に当て板が約2割、シート工が約1割以下となっている。

3. 補修工の種別

前項で確認した補修工を材料別に大別したところ、導水工は塩ビ材（以下、導水工（塩ビ））とゴム材（以下、導水工（ゴム））に分けられる。また、当て板はFRP材（以下、当て板（FRP））が主で、シート工はAAA（以下、シート工（AAA））が主であった。

(1) 導水工（塩ビ）

導水工（塩ビ）は主に施工目地部から漏水が発生している場合に用いられている。材質は硬質塩化ビニルが用いられ、アンカー及び落下防止のためのステンレスバンドにより設置されている。（図-2）

(2) 導水工（ゴム）

導水工（ゴム）は矩形の施工目地や、漏水箇所をU字もしくはV字にカットした溝に幅を合わせた、矩形または半円状のゴムを設置し、その背面で導水する場合に用いられる。材質はクロロプレンゴムやエチレンプロピレンゴムが用いられており、落下防止のためのステンレスバンドが設置されている。当社のトンネルでは矩形のクロロプレンゴムが主に使用されている。（図-3）

(3) 当て板（FRP）

当て板工（FRP）は覆工コンクリートの浮きや豆板等脆弱部のはく落対策に用いられている。当社では主にガラス繊維強化プラスチック（GFRP）が用いられ、アンカーにより覆工面に設置されている。（図-4）

(4) シート工（AAA）

シート工（AAA）は覆工コンクリートの浮きや小規模な閉合ひび割れ等のはく落対策に用いられることが多い。材質はアラミド繊維シートをアクリル樹脂で覆工に接着させ、接着補助のアンカーピンを設置している。（図-5）

今回はこれらについて物性試験等を実施した。

4. 物性試験試料

物性試験では、補修工の経年や設置位置により物性値に違いがあるかを確認することとし、試料の採取条件として、①補修工の設置年が把握できる、②坑口から距離別に採取する、以上の2点を基本とし試料を採取した。導水工（ゴム）は主に使用されているクロロプレンゴムについて試験を実施した。

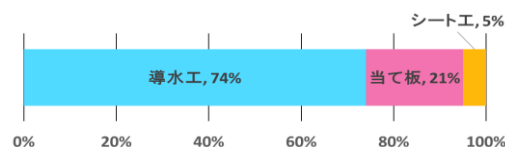


図-1 補修工設置割合



図-2 導水工（塩ビ）

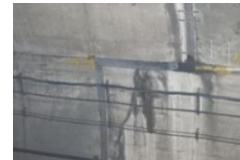


図-3 導水工（ゴム）



図-4 当て板（FRP）



図-5 シート工（AAA）

表-1 補修工別試験方法一覧

導水工（塩ビ）	プラスチックの引張特性の求め方：JIS K 7161-1
	プラスチックの曲げ特性の求め方：JIS K 7171
導水工（ゴム）	加硫ゴム及び熱可塑性ゴムの硬さの求め方：JIS K 6253
当て板（FRP）	ガラス繊維強化プラスチックの引張試験方法：JIS K 7054
	繊維強化プラスチックの曲げ特性の求め方：JIS K 7017
シート工（AAA）	建築用仕上塗材（付着強さ試験）：JIS A 6909

キーワード 鉄道，トンネル，維持管理，変状，補修工，物性

連絡先 〒151-8512 東京都渋谷区代々木二丁目2番6号（JR 新宿ビル 4F）TEL03-6276-1251

5. 物性試験方法

物性試験は材料の基本的な性能が低下して破損等が生じないかを確認するため、導水工（塩ビ）、当て板（FRP）は引張強度試験および曲げ強度試験を実施し、導水工（ゴム）は硬さ試験を実施した。シート工（AAA）は所定の付着力が確保されているかを確認するため、付着強度試験を実施した。補修工別の試験方法を表 - 1 に示す。

6. 物性試験結果

(1) 導水工（塩ビ）

導水工（塩ビ）の結果を図 - 5, 6 に示す。経年および坑口からの距離別とも、引張強度、曲げ強度とも大きな強度の違いは確認できなかった。これは、導水工（塩ビ）の材質である硬質塩化ビニルの劣化要因²⁾である紫外線等の影響がトンネル内では受けにくいこと、もしくはその影響が小さいものと推測される。

(2) 導水工（ゴム）

導水工（ゴム）の結果を図 - 7 に示す。経年により硬くなるといった傾向は見られなかった。一方で相対的にトンネル内空側が背面側に比べて硬い傾向が確認された。これは材料であるクロロプレンゴムの劣化要因²⁾であるオゾン等の影響がトンネル内空側で受けやすいと推測されるが、いずれの試験体にも破損や割れなどは発生しておらず健全な状態であるため、樋としての導水機能は有していた。

(3) 当て板（FRP）

当て板（FRP）の結果を図 - 8, 9 に示す。引張強度及び曲げ強度とも経年および坑口からの距離別で大きく強度が異なるものは確認できなかった。一方で、経年 20 年の試験値が経年 10 年よりも低い傾向が確認された。これは製造時の強度が経年 10 年と 20 年とでは異なると考えられたため、簡易的に試験片を焼成しガラス繊維量を計測した。その結果、経年 10 年の方が経年 20 年に比べガラス繊維量が多いことが分かり、その違いから強度に差があると考えられた。以上のことから経年で強度が低下したとは一概には言えないと考えている。

(4) シート工（AAA）

シート工（AAA）の結果を図 - 10 に示す。経年により付着強度の値が低いといった傾向は確認されなかった。また、付着強度目標値である 1.5kN/mm^2 以上は、すべての試験体で確保されていた。

7. まとめ

今回物性試験を実施した補修工は、現在までの経年では著しく強度が低いものや付着強度が基準値以下のものは見られなかった。また、導水工（ゴム）は硬さが増す傾向がみられたが、破損等は見られず導水機能を有していることが確認された。これらから、今回確認した新幹線の補修工は、現時点では経年による交換は不要と考えられる。今後はそれぞれの機能が低下していないかに着目した検査を実施するとともに、さらに経年が進んだ場合の材料物性を確認して、トンネルの安全を確保するため、補修工を適切に維持管理していく所存である。

参考文献

- 1) 石川 浩：合成樹脂材料の劣化，空気調和・衛生工学 79(10) 2005.10 p.961～968
- 2) 中村 勉：合成ゴム材の劣化について，空気調和・衛生工学 79(10) 2005.11 p.1025～1031

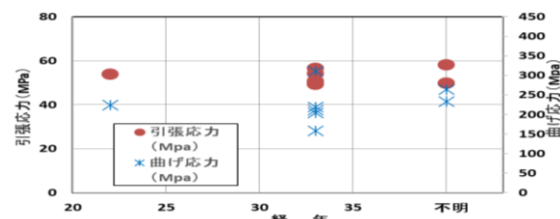


図-5 導水工（塩ビ）引張・曲げ強度（経年）

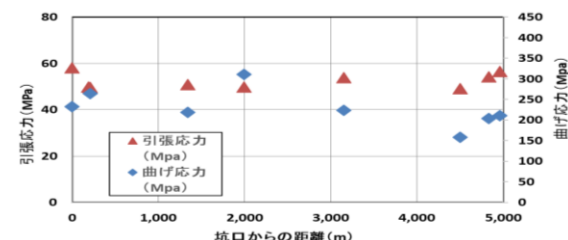


図-6 導水工（塩ビ）引張・曲げ強度（距離）

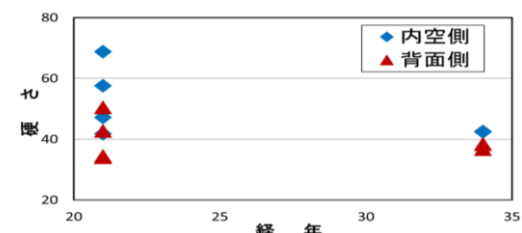


図-7 導水工（ゴム）硬さ

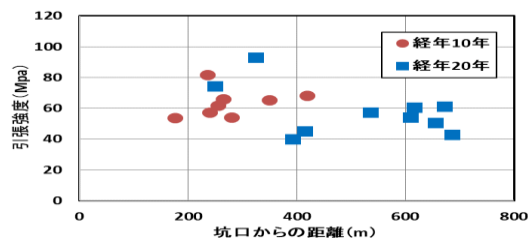


図-8 当て板（FRP）引張強度

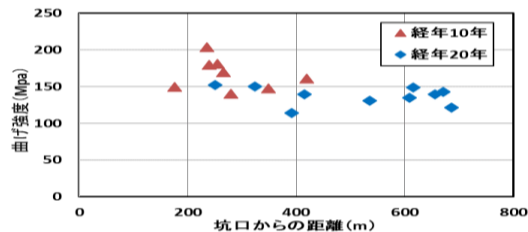


図-9 当て板(FRP)曲げ強度

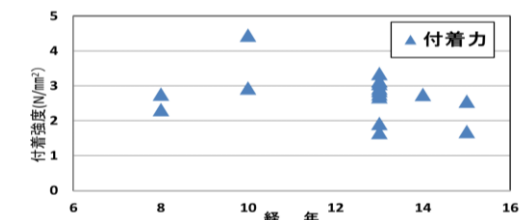


図-10 シート工(AAA)付着強度