

トンネル覆工コンクリートの剥落対策工の検討

○西日本旅客鉄道(株) 正会員 荒木 弘祐
西日本旅客鉄道(株) 正会員 櫛田 正人

1. はじめに

西日本旅客鉄道(株)（以下「JR西日本」という。）では、在来線を含め、これまで全力を挙げてコンクリート覆工トンネルの点検、補修を行ってきた。この中で、剥落防止の対策が必要な箇所に対しては、鋼製アングルやエキスパンドメタル、漏水防止樋といったいわゆる後付（あとづけ）設備による補修を汎用的に行ってきた。後付設備は対策箇所を物理的に覆うため、補修効果が明確であることが長所である。しかしながら、これまでの工法では鋼材を主部材として用いてきたことから、施工後の経年によるアンカーボルトの腐食などに備えた後付設備に対する管理が発生する短所を有する。

これらを考慮し、樹脂と繊維シートを併用した補修工法（以下「繊維シート接着工法」という。）が注目されてきている。また、近年、ローラー等により塗布するだけで加圧することなくひび割れに浸透するタイプの接着樹脂（以下「ひび割れ浸透接着用樹脂」という。）も開発されており、繊維シート接着工法のプライマー材として、また簡易なひび割れ補修工法として注目されている。これらの工法は、基本的にアンカーボルトなどの鋼材を使用しないため、施工後の管理が低減できる長所を有している。また、施工単価が比較的安価であること等のメリットもあるが、設計や施工に係る明確な指針等が整備

されていないのが現状である。

そこで本稿では、JR西日本が行った繊維シート接着工法及びひび割れ浸透接着用樹脂塗布工に係る試験施工の結果並びにその適用等について報告する。

2. 繊維シート接着工法¹⁾

2.1 施工要領

使用樹脂により若干異なるが、概ね図1に示す工程となる。施工に先立ち、コンクリート表面はケレンを行い、表面の汚れを取り除き、プライマーの接着性を向上させておく。プライマーは刷毛等を用い塗布し、十分コンクリートに浸透させておく。プライマーの養生後、含浸・接着樹脂を下塗りし、この樹脂に繊維シートを圧着させる。その後含浸・接着樹脂を上塗りし、施工は完了する。

この要領で、新幹線及び在来線のトンネルにおいて試験施工を行った。

2.2 繊維シート接着工法試験施工の結果

樹脂メーカーA社及びB社による試験施工を行った。A社はエポキシ系樹脂による施工であり、B社はアクリル系樹脂による施工である。また、両メーカーとも補強用の繊維にはビニロンメッシュ 10mm角を用いた。表1に試験施工の概要を表す。

表1 試験施工概要

	A 社工法	B 社工法
プライマー	エポキシ系樹脂	アクリル系樹脂
プライマー塗布量	250 g/m ²	500 g/m ²
下塗り材	エポキシ系樹脂	アクリル系樹脂
下塗り材塗布量	400 g/m ²	500 g/m ²
上塗り材	エポキシ系樹脂	アクリル系樹脂
上塗り材塗布量	400 g/m ²	500 g/m ²
補強用繊維	ビニロンメッシュ	ビニロンメッシュ
塗布方法	ローラー・刷毛	吹き付け

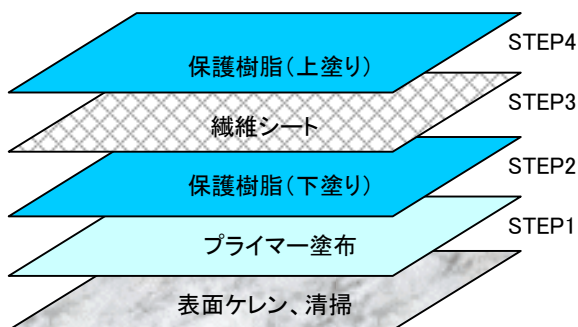


図1 繊維シートによる剥落対策工法

キーワード：トンネル、剥落補修工法、繊維シート

連絡先：〒530-8341 大阪市北区芝田2-4-24 西日本旅客鉄道(株) TEL06-6376-6473

建研式付着強度試験の結果、A社のエポキシ系工法では平均で 1.2N/mm^2 、B社のアクリル系工法では平均 1.9N/mm^2 で、いずれも必要な付着力を有していることが確認できた。また、アクリル系樹脂がエポキシ系樹脂に比べ、硬化が早く水環境や温度条件に制約を受けにくいことについても確認することができた。

2.3 繊維シート接着工法適用の考え方

施工後の樹脂の劣化は、一般的に紫外線、熱、水によるものが考えられるが、トンネル内ではこの内紫外線や熱については殆ど考慮する必要はないと思われる。しかしながら、トンネル内の結露や漏水などに関してはそもそも施工不具合の原因となりうることから、同工法を適用するに当っては水の状況に十分留意する必要がある。また、付着強度試験の結果から、極端にコンクリート表面が脆弱化している箇所は使用を避けるべきであり、JR西日本では工法を適用できるコンクリート表面の圧縮強度を 15N/mm^2 以上と規定することにした。一方、補修対象面積については、現在(財)鉄道総合技術研究所が進めている繊維シート接着工法の設計に係る研究における現状の検討結果を踏まえ、 $0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ 以下の変状面積に対し工法を適用できることとした。以上の他、樹脂を選択する場合には、その樹脂の特性をよく理解し、硬化速度や耐湿性、劣化要因等十分検討し選択することが肝要である。また、当然のことながら、施工の際にはMSDSを遵守しなければならない。ちなみに、JR西日本では新幹線トンネルや施工間合いが少ない在来線トンネルにおいてはアクリル系樹脂、それ以外のトンネルではエポキシ系樹脂を用いることとしている。

3. ひび割れ浸透接着用樹脂塗布工法

ひび割れ浸透接着用樹脂を用いたトンネル覆工の簡易補修の適否を見極めるため、JR西日本では、A社・B社の樹脂を用い、新幹線及び在来線のトンネルにおいて試験施工を行った（写真参照）。その結果、開口幅 0.5mm 以下のひび割れには上向きの場合でも 20mm 程度以上樹脂が浸透し、ひび割れを閉塞

することがわかった。また、塗布部のコア抜きを行い割裂試験を行った結果、いずれの場合も母材で破壊したことから、同工法は母材を上回る十分な引張強度を示すことが確認できた。

この結果を踏まえ、JR西日本では、剥落を予防するための有効な方法としてひび割れ浸透接着用樹脂塗布工法の適用を考えている。



写真 ひび割れ浸透接着用樹脂塗布工の試験施工

4. 今後の展望

JR西日本では、より迅速かつ均質な補修を行うことを目的として、トンネル補修用の樹脂（アクリル系）吹付けマシン開発を試験施工と併行して実施してきた。今後は、これらを活用しトンネル補修に本格的に両工法を導入していくこととしている。とりわけ、新幹線トンネルでは、RC覆工部にみられる局所的なかぶり不足等に起因する鉄筋腐食の防止対策として、高架橋における表面処理工法（ライニング工法）に代わる工法としてアクリル系樹脂の塗布工法が適用できるものと考えている。

5. おわりに

今回の試験施工において、施工上の制約条件はあるものの、鋼材を用いない樹脂による補修工法を確立することができた。今後は、これらの工法の耐久性等についても確認・検証を重ね、より効果的で効率のよいトンネル維持管理に努めたい。

参考文献

- 1) 土木学会第56回年次学術講演会VI-183, 平成13年10月