

新しいトンネルはく落対策工法の開発

J R 東日本 正会員 新堀 敏彦
J R 東日本 正会員 松田 芳範

1. はじめに

鉄道トンネルの覆工コンクリートはく落事故は、平成 11 年に山陽新幹線のトンネルで発生以降、運輸省では「トンネル安全問題検討会」を設置して、事故原因の究明、トンネル保守技術の再検討を行い、平成 12 年 2 月 28 日付けで「保守管理マニュアル」として各鉄道事業者へ通達されている。

今回は、その中のトンネルのはく落対策として新しいはく落対策工法を開発したので報告する。

2. 開発の経緯

従来行われてきた内面補強工・はく落対策工としては、アングル+アンカーボルト、フラットバー+アンカーボルトおよび繊維シートの接着方法等がある。これらの内面補強工については、トンネル内部に補強材を取付けるため、施工後の落下や総点検時のボルトの点検など施工後も手間がかかっていた。また、電化改築などで内空断面に余裕がないため、トンネル内面に補強材を取付けることのできない構造のトンネルもある。このようなことを解消するために新しいトンネルはく落対策工法（AAA工法）¹⁾を開発した。

3. AAA工法の概要

新しいトンネルはく落対策工法[AAA(トリプルA)工法]は、アクリル樹脂(acrylic)・アラミドメッシュ(aramid)・アンカーピン(anchor pin)により施工することを標準としたトンネル内面補強工のひとつであり、内空断面を支障しない特徴を有している。

本工法は、トンネル等のコンクリート構造物の補修・補強における方法として、図-1のようにアクリル樹脂によりメッシュ状の繊維シートを接着し、アンカーピンにより平滑に固定するものである。従来の工法に比べて、内面補強工の品質向上と列車走行時の安全性が図れる工法である。

(1) 接着樹脂としてのアクリル樹脂

土木・建築分野において主に用いられてきた樹脂系材料は、エポキシ樹脂、不飽和ポリエステル、アクリル樹脂などがあるが、今回、アクリル樹脂を選定した理由は、強度の早期発現性と水の影響が少なく、2液性であるが混合割合と品質の相関が敏感でなく現場でのハンドリングがよいためである。また、透明の材料を基本としたが、適用部位により着色したのもも適用可能である。

(2) 繊維基材としてのアラミドメッシュ

繊維基材としては、アラミド繊維、炭素繊維、ガラス繊維などがあるが、トンネルの内面補強として必要な条件としては電気絶縁性があり、コンクリートへの耐食性に優れていることが必要で、この条件を満たす基材としてアラミド繊維を基本に考えた。

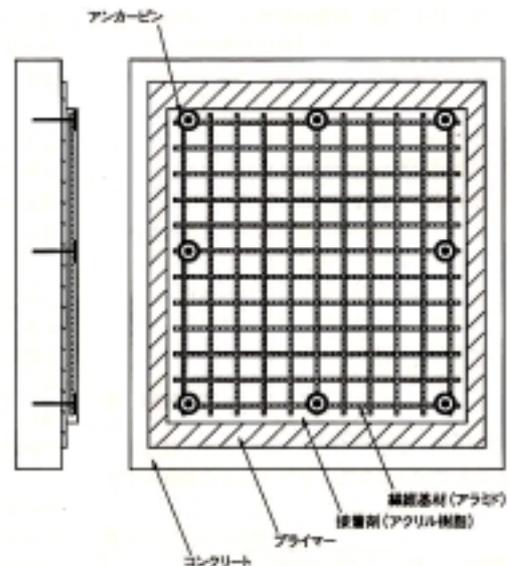


図-1 AAA工法概念図

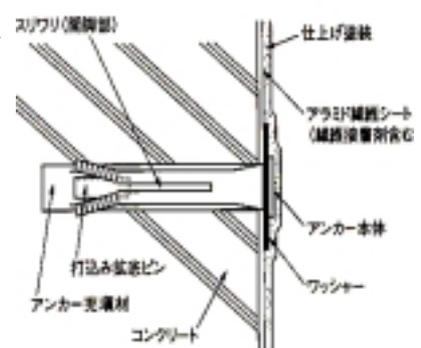


図-2 アンカーピン詳細

キーワード：トンネル・はく落対策工・アクリル樹脂・アラミド繊維・アンカーピン

連絡先：東京都渋谷区代々木2-2-2 東日本旅客鉄道(株)構造技術センター TEL03-5334-1288 FAX03-5334-1289

(3)接着補助材としてのアンカーピン(図-2)

今までは、トンネル内面にものを止める場合、メカニカルアンカーやケミカルアンカーが用いられてきた。従来のアンカーは内面にボルトナット分だけ飛び出るといった問題があり、メカニカルアンカーについては、列車振動により緩んだり抜け落ちるといった心配があった。そのため、汎用品で拡底機能があり、樹脂充填ができ、内面にボルトナットが飛び出ない構造のアンカーピンとワッシャーを使用することとした。

4.トンネルはく落対策工法(AAA工法)の特徴

本工法の特徴としては、以下のとおりである。

トンネルアーチ部のコールドジョイントの補修工事においては、コールドジョイントの範囲、施工条件(架線吊り金具近傍等)を考慮し、恒久対策として使用できる。

トンネルの余裕断面がない場合に、断面内に突出するものがないため有効である。

長期的なメンテナンスを考えると、今までのボルト点検等のような検査が不要となる。

アクリル樹脂を用いることにより、線路閉鎖・き電停止間合などの短時間での接着が可能である。

アクリル樹脂は、-10℃でも含浸・接着が可能であり、透明な樹脂を使用するとクラックの状況が補強後にも確認できる。

アンカーピンは、先端部を拡底することにより機械的な固定と樹脂で充填された樹脂系アンカーとして機能する。

施工については、接着剤の配合、繊維の貼付け、アンカーピンの打設といった一連の作業が特殊な技術を要しないで施工できる。

トンネルアーチ部などの高所作業で重量物を使用しないため、作業上、安全性が高い。



写真-1 シート貼付状況



写真-2 アンカーピン打設状況

5.施工方法

変状箇所の補修・補強工事の施工順序および内容について以下に示す。

- (1)調査の結果を基に補修・補強範囲を特定し、コンクリート面をケレン処理する。
- (2)ケレン処理を行った部分にコンクリート構造用プライマーを塗布する。
- (3)コンクリート面に不陸調整が必要な場合は、パテ材等により行う。
- (4)アクリル樹脂の接着剤を用いたアラミド繊維の接着を行う。一般的な含浸接着法により行う(写真-1)。
- (5)繊維基材接着後にコンクリートに孔を開け、アンカーピンを打込み拡底する。拡底後、アンカーピンの空隙部にアクリル樹脂を充填し固定する(写真-2)

6.まとめ

平成12年の通達により、トンネルの初回全般検査を行ってきており、現在約半分の検査が終了している。今回、箇所のトンネル覆工の補修を行う段階で試行錯誤しながらAAA工法を開発した。今後、トンネル補修の恒久対策のひとつとして施工事例が増えて行くと考えている。

[参考文献]

- 1)新堀ら：トンネルのはく落対策AAA(トリプル)工法の開発と施工；土木施工 p24～30、2001年2月 Vol.42 No.2