

新しいトンネル吹付け工法（SAN ショット工法）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
パナセメントックス(株) 正会員 佐藤 正徳

鉄道トンネルの覆工コンクリートはく落対策は、平成11年の山陽新幹線のトンネルで発生して以来、大きな問題となっており、旧運輸相（現：国土交通省）より「保守管理マニュアル」が通達され、全トンネルの点検が義務付けられている。今回は、点検・対策工を行っていく上で、開発した新しい吹き付け工法「SAN ショット工法」について、開発の経緯、工法の概要・特徴について述べる。

1．開発の経緯

(1) 従来の吹付け工法について

トンネルの内面補強方法のひとつとして、吹き付け工法が挙げられるが、その代表的なものが、Qショット工法であった。Qショット工法は、ガラス繊維を混入したモルタルに特殊急結剤を添加して吹付けを行う湿式吹付け工法である。吹き付け厚さは、15mmを標準としており、繊維を混入していることでラス張り補強等が不要であるとしていた。しかし、Qショット工法による吹付モルタルの落下事故が発生し、漏水箇所においては吹付けモルタルの劣化が発見された。いずれのトンネルにおいて、施工時期が平成9年頃に行ったものであった。

その原因としては、吹き付け厚15mmのところ厚さが一定ではなく、むらがあり、5～30mmの幅があった。覆工面の洗浄が不十分であった。急結剤の材料を変えたため、漏水に対し劣化が促進した。などが考えられた。大きく分類すると、施工に係わる内容と材料に係わる内容であり、材料に関しては、現在、長期浸透促進試験を行っているところである。

(2) SAN ショット工法の開発

従来のQショット工法の欠点を補うために改良Qショットの開発を行った。開発にあたり、落下する要因を排除するために、はく落防止の繊維基材としては、汎用品のビロンネットを使用することとし、覆工面への取り付けはアンカーピンで覆工面に止め、アクリル樹脂により固めることとした（図-1）。また、急結剤の材料を平成9年以前に使用していた従来の材料に戻した。これは、Qショット工法で施工した箇所について調査したところ、平成9年以前に施工した箇所の材料劣化は確認されなかったため、従来の材料についての問題点はないと考えたためである。

2．SAN ショット工法について

(1) SAN ショット工法の概要

SAN ショット工法（Sustainable Anchor Net shot system）は、3種類の材料を組合せた安全性の高い湿式吹付け補修工法である。施工は、一次吹付けと同時に立体構造のSAN ネットを仮押えしてからコンボジットアンカーを設置して、その後、同日中に行う二次吹付けによりネットとアンカーを付着性に優れたポリマーセメントモルタル中に一体化する工法である。以下に各部位について説明する。

キーワード トンネル，剥落対策，吹付けコンクリート，ネット，アンカーピン

連絡先 〒151-8578 東京都渋谷区代々木2-2-2 J R 東日本 構造技術センター TEL 03-5334-1288



写真-1 SANショット施工状況

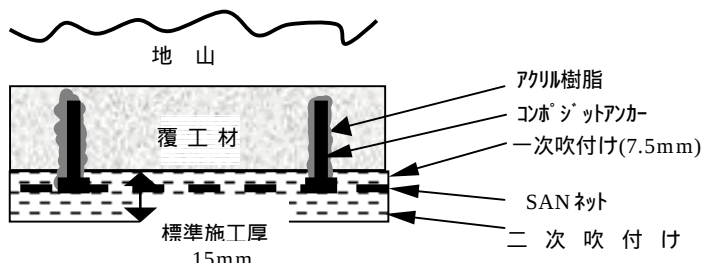


図-1 SANショット工法概念図

SANネット（写真 - 2）

補修モルタルの補強用に開発した三次元立体織物であり、素材として地糸には、ピニロン繊維、ループ糸にはポリプロピレン繊維を使用している。



写真 - 2 SANネット

特徴としては、ネットがしなやかで形状自在性があり、通常のハサミで切断でき目ズレ、解織しない。また、モルタル材との付着に優れ、確実に一体化できる。

コンボジットアンカー（写真 - 3）

樹脂併用型アンカーピンであり、メカニカル的な固定と樹脂アンカーとして機能する。アンカー径がφ6mmであるため、一般的なドリルで削孔可能であり、削孔後、拡底して固定し、樹脂を注入する。接着剤としてアクリル樹脂を選定したのは、アーチ部の施工が多いため施工時間が短く、早期強度発現が必要等の施工条件を考慮したためである。



写真 - 3 コンボジットアンカー

吹付け材

モルタル材は、高強度ポリマーセメントモルタルを使用し、それにピニロン短繊維（長さ：6mm）をプレミックスして、アルミン酸塩系急結剤（強アルカリ性）を先端ノズルで混合して吹付ける。

（2）施工順序

SANショットの施工順序は、図 - 2 に示すとおりであり、ネットの設置～二次吹付けまで一連の流れで施工が可能であるため、線路閉鎖・き電停止間合いでの施工に優れている。

（3）SANショット工法の特徴

十分な下地処理を実施することにより恒久対策として使用できる。

補修トンネルの覆工は、レンガ、コンクリートブロック、コンクリートと種類を選ばずに対応できる。

吹付け厚さは、従来の吹付け工法と同じ15mmであるため、内空に余裕がないトンネルに有効である。

腐食・耐久性については、ピニロン繊維ネットとステンレスアンカー（SUS304）を用いることにより、劣化や錆の心配がない。

吹付け面と吹付け材の縁が切れた場合においても、ネットとアンカーピンの耐力により吹付けたモルタルが落下することはない。

モルタルに混入するピニロン繊維は、プレミックスしているため、取扱いが容易であり、繊維の混入不良等が防げる。

取付ける繊維は、吹付け側にループ状の突出しているため、吹付け厚さを目視で確認可能である。

一連の流れで施工できるため、線路閉鎖・き電停止間合いでの施工に優れている。

3．おわりに

平成13年度末までに在来線トンネルの初回全般検査を終了しなければいけない状況の中で、トンネルの点検・補修を現在行っているところである。在来線のトンネルには、レンガ・石積み・コンクリートブロック・コンクリートといったさまざまな材料を使用しており、点検・補修方法が難しいものもある。今回開発した「SANショット工法」は、トンネルの材質を選ばない工法であり、施工もレンガトンネルやコンクリートトンネルで実施して良好な結果を得られている。

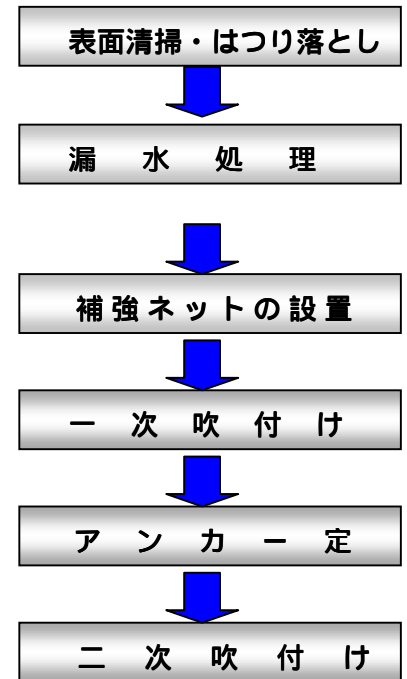


図 - 2 SANショット施工順序