

ネット併用吹付けモルタル工法の経年追跡調査

J R 東日本 正会員 ○小野 桂寿

J R 東日本 正会員 森山 智明

J R 東日本 非会員 三村 栄

1. はじめに

鉄道トンネルは経年 100 年を越えるものもあり、建設時代により、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で建造されている。近年、トンネル覆工材料の劣化による剥離・剥落事象が問題となり、劣化したトンネル覆工の剥離・剥落対策が急務となっている。トンネル覆工の剥離・剥落対策の一つにモルタル吹付け工法がある。モルタル吹付け工法にはさまざまな材料や施工方法があり、その耐久性の評価が重要な課題となっている。JR 東日本ではネット併用吹付けモルタル工法を開発し、平成 14 年から在来線のトンネルにて実施工を行っている。本稿では、ネット併用吹付けモルタル工法の概要と、実施工後 5 年を経過したトンネルの覆工の状態や、吹付け材の付着強度の検証結果を報告する。

2. ネット併用吹付けモルタル工法の開発経緯

従来からのモルタル吹付け工法の代表的なものとして、ガラス繊維補強吹付けモルタル工法がある。この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り、ガラス繊維を混入していることで、ラス張り補強が不要等の特徴があった。

JR 東日本において、ガラス繊維補強吹付けモルタル工法は、平成 4 年から平成 12 年頃までは数多く施工されていた。しかし、吹付け施工箇所において、複数のモルタルの落下事故が発生した。原因はガラス繊維の混入のむらや、吹付け厚が不均一であったため、吹付けたモルタルが不安定な状態となったためである。

以上の反省から、ガラス繊維補強吹付けモルタル工法の欠点を補うために、ネット併用吹付けモルタル工法を開発した。

3. 開発した工法の概要

開発したネット併用吹付けモルタル工法は、3 種類の材料を組合せた湿式吹付け工法である。施工は、一次吹付けと同時にネットを仮押えしてから、コンポ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。ネット併用吹付けモルタル工法の特徴を以下に示す。

- ビニロン繊維ネットとステンレスアンカー（φ6 mm SUS304）を用いることにより、劣化や錆の心配がない。
- ネットにはポリプロピレン繊維のループ糸が織り込んであるため、モルタルとの付着性に優れ、吹付け面と吹付け材の縁が切れた場合でも、ネットとアンカー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ビニロン短繊維（6 mm）は、プレミック



写真-1 ネット併用吹付けモルタル施工状況

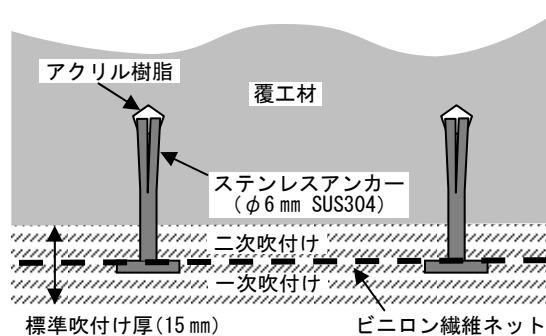


図-1 工法概念図

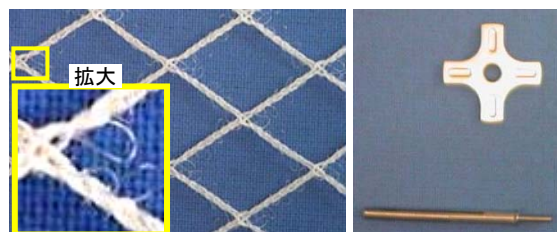


写真-2 ネットとアンカー

キーワード トンネル、剥離・剥落対策、吹付けコンクリート、ビニロン繊維ネット、ステンレスアンカー

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

スしているため、取扱いが容易であり、繊維の混入不良等を防げる。(従来工法では特殊ノズルにより吹付け直前にガラス繊維をモルタルに混入していた)

4. 覆工調査と付着強度試験結果

最初のネット併用吹付けモルタル工法の施工は、在来線のトンネルで実施した。当トンネルは大正11年に建設(経年86年)され、延長は420m、アーチはレンガ造、側壁はコンクリート造の単線トンネルである。レンガの劣化防止のため、アーチ部に平成5年、8年、9年にかけて、ガラス繊維補強吹付けモルタル工法による吹付けを行っている。しかし吹付け施工箇所において、モルタルの剥離や剥落が確認されたため、平成14年にアーチ部の既存の吹付け部分をはつり落とし、ネット併用吹付けモルタル工法を50m²施工した。当トンネルにおいて、施工5年経過後の覆工調査と付着強度試験を実施した。

覆工調査は、吹付け部の目視観察と打音検査を実施した。目視観察の結果、吹付け材の変色や変形等は見られなかった。一部に漏水によるしみ出しが発生(施工当時に漏水はなかった)していたが、当該箇所の吹付け材の劣化は見られなかった。また打音検査の結果、吹付けモルタルの浮きや剥離については、漏水によるしみ出し部分も含めて発生していなかった。覆工は健全な状態であった。

付着強度試験の結果を表-1に示す。施工当時の付着強度試験結果は、付着強度にばらつきが見られたため、主な破断箇所で分類した。付着強度が低いものはレンガ母材で破断しており、付着強度のばらつきはレンガ母材の品質のばらつきによるものと判断できる。

今回実施した試験では、付着強度に大きなばらつきはなく、主な破断箇所としては吹付けモルタル内部のネット近傍であった。以上の結果、吹付けモルタルは施工後5年を経過しても、施工当時と同等の付着強度を有していることがわかった。

目視観察で発見した漏水によるしみ出し箇所についても、付着強度試験を実施した。試験の結果、漏水が無い箇所と比べると付着強度は低下し、吹付けモルタルとレンガ母材の界面から破断する傾向があった。漏水箇所であるため、検査の着眼点として継続的な監視が必要である。

5. おわりに

ネット併用吹付けモルタル工法は、施工後5年経過しても健全であることが確認できた。ネット併用吹付けモルタル工法は、モルタルと覆工との付着が切れた場合や細かなひびわれが生じて、ネットとアンカーによりモルタルの剥落を防止できる。今後はレンガ造のトンネルだけでなく、他の材料のトンネルについても剥離・剥落対策工法として適用していきたい。

参考文献

- 1) 新堀敏彦他：新しいトンネル吹付け工法(SANショット工法)の開発、第57回土木学会年次講演会概要集、2002.9



写真-3 ネット併用吹付けモルタル施工箇所(アーチ部)

表-1 付着強度試験結果

試験条件	試験体 No.	付着強度 (N/mm ²)	破断箇所 (%)
施工当時 (H14)	1	1.64	E:30, F:70
	2	1.75	E:20, F:80
	平均	1.70	主な破断箇所 F
	3	0.76	A:90, B:10
	4	0.65	A:90, B:10
	5	0.74	A:60, B:30, D:10
	平均	0.72	主な破断箇所 A
5年経過後 (H19)	1	1.31	C:10, D:70, E:20
	2	1.19	D:40, E:60
	3	1.47	A:10, C:40, D:50
	平均	1.32	主な破断箇所 D
5年経過後 漏水部 (H19)	漏1	0.98	B:40, C:50, D:10
	漏2	0.86	B:60, C40
	平均	0.92	主な破断箇所 B

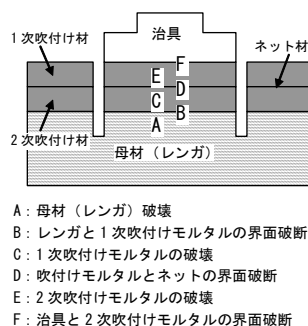


図-2 破断箇所凡例



写真-4 No.3 破断状況(5年経過後 H19)