

洞道内セグメントコンクリート剥離空隙部への充填補修方法の検討

東京電設サービス(株) 正会員○佐藤 亘
住友大阪セメント(株) 正会員 宗倉 正悟 正会員 鹿島 篤志
東京電設サービス(株) 非会員 高梨 晋成 非会員 小椋 明仁

1. はじめに

東京電設サービスでは、安定した電力供給のため既存地中線洞道および付帯構造物の補修・補強を進めている。地下構造物である S 洞道は地下水位よりも以深に埋設されており、塩分を含んだ地下水が構造物の打ち継ぎ目、ひび割れから浸透、流入することで塩害劣化に伴うセグメントコンクリートの剥離、浮き (0.1~5.0mm) が問題となっている。現状の対策として浮き部のはつり、鋼材のケレン、塩分吸着型の鉄筋防錆材を塗布し断面修復、表面被覆を行っている。この補修方法は電力ケーブル等が敷設されている場合は作業空間の確保が困難となること、補修工事費用の増大や工期の長期化などが課題となっている。そこで、本報告ではこれらの課題を解決するため、セグメントコンクリート剥離、浮き部へ腐食抑制効果が得られる亜硝酸リチウムを含浸し、無機系の超微粒子モルタルを充填する手法による補修方法を検討したものである。

表-1 選定材料一覧

材料	成分
A-1	ポリマーセメントスラリー系
A-2	超微粒子無機系
B	ポリマーセメントスラリー系
C	ポリマーセメントスラリー系
D	ポリマーセメントスラリー系
E-1	超微粒子無機系 (速硬型)
E-2	超微粒子無機系
F	超微粒子無機系

2. 試験概要

空隙充填工法に用いる注入材料候補として製造会社が異なる A~F 計 8 種の無機系超微粒子モルタルを選定した。表-1 に選定材料を示す。また、材料選定は表-2 に示す NEXCO の構造物施工管理要領 (H28) ¹⁾ に記載されているひび割れ注入工法用無機系ひび割れ注入材の品質規格に則り実施した。品質試験は標準状態 (温度 20±2℃, RH.50%以上) とした。コンシステンシー測定に使用した漏斗は、JSCE-F 521 によるものとし、調整した試料は練上がり直後の流動性ととともに、60 分間保存後にハンドミキサーで約 30 秒攪拌して流動性を確認した。また、膨張収縮率の測定は材齢 1 日目に行い、接着強さおよび曲げ強度の供試体は 40×40×160mm の型枠に流し込んだ後 48 時間養生してから脱型し、標準状態で 28 日間養生して試験を実施した。

表-2 無機系ひび割れ材注入の品質規格

項目	単位	超微粒子無機系	試験方法
ひび割れ幅	mm	0.2~2.0	—
未硬化の注入材	コンシステンシー	秒	45 以内
	保水係数	%	30~65
	膨張収縮率	%	3.0 以下
硬化した注入材	接着強さ	N/mm ²	4 以上
	曲げ強度	N/mm ²	4 以上
	吸水率	%	15 以下
	圧縮強さ	N/mm ²	設計強度 (42 以上)

表-3 選定材料の試験結果

材料	コンシステンシー (秒)		保水係数	膨張収縮率 (%)	接着強さ (N/mm ²)	曲げ強度 (N/mm ²)	吸水率 (%)	圧縮強さ (N/mm ²)
	直後	60 分後						
A-1	16.6	19.3	0.466	-1.01	5.2	5.5	6.2	25.6
A-2	10.2	10.8	0.270	-0.75	2.7	4.1	21.0	26.9
B	18.8	19.3	0.360	-0.46	2.2	4.3	15.8	37.5
C	15.0	16.0	0.546	-0.33	2.6	6.0	8.2	43.8
D	13.1	14.0	0.536	-0.62	2.0	5.3	11.3	37.5
E-1	9.1	9.5	0.270	-1.04	1.8	4.2	19.7	22.4
E-2	9.5	9.3	0.270	測定不可	0.7	4.7	16.2	20.2
F	10.6	11.1	0.270	測定不可	2.4	2.4	7.8	34.9
規格値	45 以内		0.3~0.65	3.0 以下	4 以上	4 以上	15 以下	設計以上

※赤字は表 2 の品質規格を満足しなかったデータ

3. 試験結果

選定材料の試験結果一覧を表-3 に示す。超微粒子無機系である A-2, E-1, E-2, F の 4 種はコンシステンシーが 10 秒程度の流動性を有していることが確認された。

しかし、これらの材料には著しいブリージングが認められ保水係数も低いことから今回実施する現場施工には適さない材料と判断した。ポリマーセメントスラリー系の A-1, B, C, D の 4 種は 60 分後のコンシステンシー

キーワード 維持管理, コンクリート構造物, 無機系ひび割れ注入材, 充填性

連絡先 〒146-0095 東京都大田区多摩川 2-8-1 東京電設サービス株式会社 TEL : 03-6371-3480

一に著しい低下は見られず、保水係数も規格を満足しておりブリージングも認められなかった。接着強さの規格を満足したのは A-1 のみであり、その他は規格を満足しなかった。曲げ強度はいずれも規格を満足したが、一方で圧縮強度は C のみ規格を満足した。洞道のセグメント空隙充填試験で使用する材料は、次の 3 点を重視し選定を行った。①空隙部の充填性。機械式により圧入する場合も考え、流動性がよく材料分離がないもの。②充填後の初期材齢に求められる膨張収縮率（特に収縮が小さい材料）と保水性（洞道内は 30℃以上の高温環境であることもあるため硬化して強度発現するまでに十分な水分が保持されること）が重要である。③充填後の長期材齢に求められる材料物性。（セグメントコンクリートとの一体化という面において接着強さ、圧縮強さが必要である。）これらのことから、接着強さが優れている A-1、そのほかの試験結果が優れていた C の 2 材料を選定し、試験施工を実施した。

4. 試験施工概要

洞道内のセグメントコンクリートの浮き部への充填はシーリングポンプ、低圧注入器を用いて施工を行った。写真-1 に施工状況を示す。施工箇所は浮き部（約 0.20~0.40m²）を数か所選定し、コンクリートドリルで 3cm 程度削孔した後、座金を取り付けポリマーセメントモルタルによりシールした。浮き部の先行注入液は鋼材の腐食対策として浸透型亜硝酸リチウム 40%水溶液とした。先行液の注入確認後、ポリマーセメントスラリー系注入材を C、A-1 の順にシーリングポンプ、リハビリシリンダーを用いて注入を行った。



注入材 A-1 注入完了

注入材 C 注入完了

写真-1 施工状況



削孔箇所 A-1

削孔箇所 C

5. 試験施工結果

注入完了後 7 日目に浮き部分のコアを採取して空隙充填状況を目視により確認を行った。写真-2 に注入材 A-1、C 注入後の各浮き部の削孔箇所および採取コアを示す。コアを目視により確認した結果、注入材 A-1、C とともに浮き部への注入が問題なく行われ、空隙が無く充填されていることが確認された。しかし、最下部より注入したが、注入量が想定よりも多くなったことや隣接した座金から流出しないといった挙動が確認された。注入材が予想していなかった箇所へ流出していた可能性があるため、注入材に粘性を付与するなどの対策が必要であると考えられる。



空隙充填結果 A-1

空隙充填結果 C

写真-2 充填状況確認

6. まとめ

洞道内での断面修復工として無機系の超微粒子モルタルによる補修方法を検討した。材料選定では試験結果から施工性と材料特性を考え、超微粒子ポリマーセメントスラリー系材料である A-1、C の 2 材料を選定し試験施工を実施した。試験施工の結果、注入材 A-1、C とともに空隙部へ空隙なく充填されていることを確認した。一方で施工面では課題が見られ、より効率的な補修方法として確立するためにも施工性を検討していく必要があることを確認した。

7. 参考文献

- 1) 東日本高速道路株式会社, 中日本高速道路株式会社, 西日本高速道路株式会社: 構造物施工管理要領・同 3 保全編, pp.19~22, 2016.8.