

電気防食を適用した地中線洞道の劣化対策

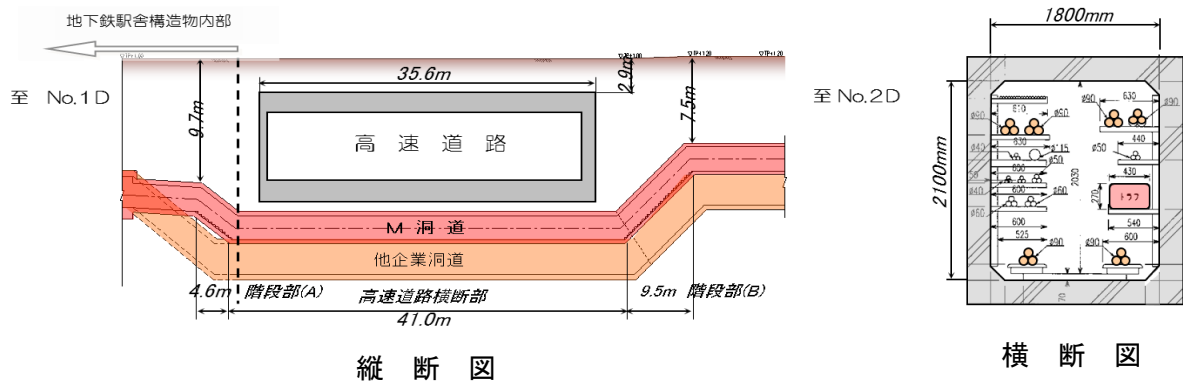
ショーボンド建設株式会社 正会員 ○ 大久保謙治
東京電力株式会社 小椋明仁 同 石塚正寿 同 桑原弘昌

1. はじめに

塩害により劣化した地中線洞道の補修に際して、はじめて、溝切りを必要としない新たな線状陽極方式の電気防食工法を適用した。本稿は、劣化状況の概要と開発した電気防食工法について報告する。

2. 洞道の劣化状況と劣化機構

図－1 に防食対象洞道の概略図を示す。



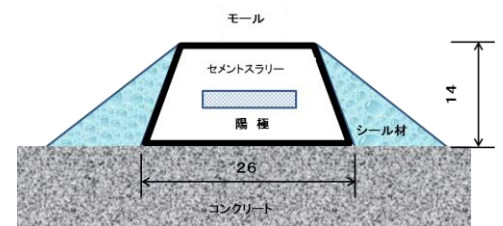
図－1 防食対象洞道概略図

防食対象構造物は竣工後 38 年経過した洞道であり、目視による点検時にコンクリートの浮き、剥離・剥落、骨材露出、鉄筋露出、鉄筋腐食、ひび割れ、漏水等の劣化が報告されており、洞道の維持管理上、早急な対策が求められていた。詳細調査により主鉄筋位置での塩化物イオン量 ($1.6 \sim 30.5 \text{ kg/m}^3$) が、腐食発生限界塩化物イオン量を大きく越えていることから支配的な劣化要因を塩害と判断した。また、劣化進行過程を潜伏期～加速期前期と判断した。

3. 電気防食工法の概要と施工状況

図－2 に開発した陽極の概要図を示し、表－2 に電気防食陽極方式選定表を示す。

電気化学的防食工法設計施工指針(案)¹⁾には、電気防食の陽極方式として面状陽極方式、線状陽極方式、点状陽極方式が示されている。当該洞道は、躯体コンクリートとケーブル間の隙間が非常に狭い、狭隘部(図-1 断面図参照)での施工となることから、施工部位全面での金属片除去とコンクリートの下地処理が必要な面状陽極方式とコンクリートへの削孔が物理的に難しいと判断される点状陽極方式は対象外と判断して、鉄筋の腐食状況、鉄筋量により陽極量(陽極の設置間隔)を変更できる線状陽極方式を選定した。さらに一般的な線状陽極方式は施工時に溝形成が必要で有り、カッター使用時にケーブルの切断や破損の危険性があることから、カッターを使用せずに施工可能な工法として、ワイヤプロテクタ(モール)を使用した陽極貼付け方式²⁾に着目して、施工性を数度にわたり確認した上で外付けチタンリボンメッシュ陽極方式を選定した。貼付け方法と施工性を確認する目的で行った試験施工に



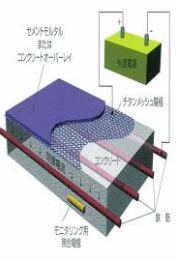
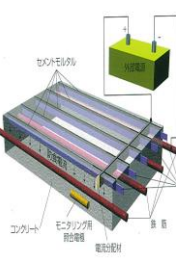
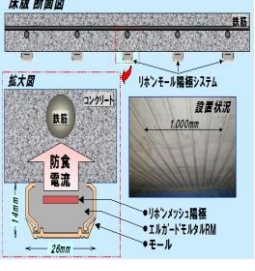
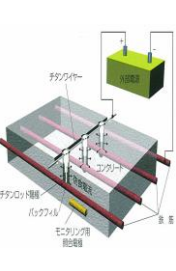
図－2 陽極概要図

キーワード 地中線洞道、塩害、電気防食工法、モール工法

連絡先 〒136-0076 東京都江東区南砂 2-2-17 ショーボンド建設(株)首都圏北陸支社 Tel03-3649-2126

より得られた知見（下地処理方法，設置方法，注入モルタルの材料開発，注入圧）と，過去に頂版付近までの冠水経験があり，水に対する対応が必要と判断されたため，施工後に水の供給を受けても均一な防食性能が得られるような防水機能を併せ持ったモール工法を開発・施工した。

表－２ 電気防食陽極方式選定表^{1) 2)}

工法名	面状陽極方式	線状陽極方式		点状陽極方式
	チタンメッシュ陽極方式	チタンリボンメッシュ陽極方式	外付けチタンリボンメッシュ陽極方式	チタンロッド方式
工法概要	網目状チタン陽極をコンクリート表面に固定し，モルタルで被覆して陽極システムを形成する方式	一定間隔に切削した溝に，線状チタン陽極を固定し，溝にモルタルを充填して陽極システムを形成する方式	プラスチック釘でコンクリートに固定した外付けモール内に線状チタン陽極を設置し，モール内にモルタルを充填して陽極システムを形成する方式	一定間隔に直径12mmの孔を穿孔し，孔に棒状陽極を専用バックフィル材と共に挿入して陽極システムを形成する方式
工法概念図				
洞道への適用性	メッシュ材貼付けの際にケーブルの移動が伴う。コンクリート全面にわたり下地処理が必要。メッシュ材が幅1.2mのロール状でケーブル背面への搬入が困難	溝切削にはユークリットカッターやブレーカを使用するため，ケーブル切断の危険性がある。ケーブルの移動必要。	コンクリート表面に突起物が並ぶが立金物より低いため，実質的な断面減少にはならない。下地処理に吸塵式サンダーを使用するがケーブル切断の危険性がない。ケーブルの移動不要。	孔や溝切削にはユークリットカッターやブレーカを使用するため，ケーブル切断の危険性がある。ケーブルの移動必要。



写真－１ 陽極設置状況（側壁）



写真－２ 陽極設置状況（頂版）

4. 管理状況

竣工後１年目に定期点検を実施した。補修箇所全体および定点測定位置に変状は確認されなかった。

復極量（通電停止 24 時間後の復極したオフ電位と通電停止直後のインスタントオフ電位との差）は，いずれの部位でも防食基準値である 100mV 以上を満足し，電位も安定していることから，本電気防食はその目的を満足していると考えられる。

表－３ 電位測定結果（１年後） 単位：mV

部位	自然電位	オン電位		インスタントオフ電位		オフ電位		復極量	
	竣工時	通電後電位		抵抗キャンセル後電位		オフ24時間後電位			
		竣工時	1年後	竣工時	1年後	竣工時	1年後		
階段部A	537	219	291	320	375	534	537	214	162
横断部左	531	355	260	411	395	511	498	100	103
横断部右	404	64	49	245	271	407	392	162	121
階段部B	534	44	-102	340	240	502	369	162	129
電流密度(mA/m ²)	-	13	17.3	13	17.3	13	17.3	13	17.3

5. まとめ

本稿では，塩害により劣化した作業スペースの限られた地中線洞道に採用した電気防食の概要と竣工後 1 年後の電気防食の管理状況を報告した。今後も定期的な管理を実施し，3 年後には防食の効果を確認する目的で，定点観察箇所のコンクリートをはつり取って鉄筋の状況を確認する計画である。

6. おわりに

開発したモール工法は，塩害対策に有効な工法で，構造物をカッター等で傷つけず，かつ粉塵も出ないことから環境に優しい工法であり，衝撃に強く，落下の危険性もないことから橋梁等，P C 構造物の補修に対しても有効な工法と考えている。

参考文献

- 1) （社）土木学会：電気化学的防食工法設計施工指針（案），コンクリートライブラリー107,pp.57-58,2001.
- 2) 山本 誠他：陽極フレームを用いた線状陽極による電気防食システムの通電性状，土木学会第 56 回年次学術講演会,V-322,pp.644-645,2001.10.