

# エポキシ樹脂ライニングを用いた 改修工法における躯体との一体化

嘉指 成詞

## 1. はじめに

平成3年に日本下水道事業団より防食指針(案)が制定され、下水道施設コンクリートの腐食について明確にされ、新設施設コンクリートに防食を施す事例が増加した。指針制定前の大半の施設では防食が施されておらず、コンクリートの腐食が多く見られた。近年、下水道施設の普及率の増加や、施設の覆工化の増加に伴ってコンクリートの劣化が促進されさせている。従来新設施設の防食が中心であったが、都市部を中心として改修工事の比率が増加し、今後益々その傾向は強くなると思われる。昨年12月に下水道事業団より発行された「下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術及び防食技術・同マニュアル」では、施設の既設コンクリート構造物の補修について規格化されており今後さらに、改修工事に適した工法がのぞまれている。<sup>1)</sup> エポキシ樹脂ライニングの改修工事に対する適応性について述べてみたい。

## 2. 新設工事と改修工事との比較について

### 2-1 湿潤コンクリートとの密着性

新設工事では比較的コンクリート躯体および施工環境の湿度が低い場合が多いが、改修工事

ではコンクリート躯体の水分量が高く、施工環境の湿度も高い場合が多いため、これらの条件でコンクリート躯体との一体化が得られる必要がある。

### 2-2 補修モルタルとの密着性

改修工事の場合、コンクリート躯体が硫化水素に起因する硫酸による化学的侵食で腐食している場合が多く、劣化部を除去した後、補修モルタルで断面復旧を行う必要があり、補修モルタルと素地調整材との密着性が要求される。

## 3. コンクリートに対する密着性について

下水道事業団より平成13年3月に「下水道構造物に対するコンクリート腐食抑制技術及び防食技術の評価に関する報告書」が発行されており、文中でコンクリートに対する初期・耐久接着性が報告されているので紹介する(表-1)。<sup>2)</sup>

表-1の結果より、乾燥面・湿潤面のコンクリート試験体との初期接着強度が防食指針(案)防食被覆層の規格値を合格しており、さらに耐久性試験として温水・冷水のサイクル試験後の接着強度も初期値同様に規格値を合格していることから、エポキシ樹脂ライニングはコンクリート躯体に対して優れた密着性が得られる。

## 下水道コンクリート構造物の防食改修工法の選定

表-1 コンクリートに対する密着性について

項目	EM-1	EP-1	VP-1	VP-2
工 程	プライマー①	—	無溶剤形エポキシ樹脂	ビニルエステル樹脂
	素地調整	エポキシ系ポリマーセメントモルタル (I種)	エポキシ樹脂パテ (II種)	ビニルエステル樹脂パテ (III種)
	プライマー②	—	—	—
	防食被覆	無溶剤形エポキシ樹脂	—	—
接 着 試 験 結 果	標準養生①	2.9 (A)	3.1 (A)	2.9 (A)
	乾燥面 温水浸漬②	1.8 (C)	2.5 (A)	2.6 (A)
	湿潤面 温水養生③	2.5 (A)	2.6 (A)	2.2 (B)
	湿潤面 温水浸漬④	2.0 (C)	2.5 (A)	1.2 (D)

接着強度単位：MPa

網掛け部は乾燥面施工では1.47MPa以上、湿潤面施工では1.47×0.8=1.18MPa以上の場合である。

カック内破壊状態 A-Dはそれぞれ以下の状況である。

- A：コンクリート母材破壊100%      B：素地調整材とプライマーとの界面破壊  
C：素地調整材の凝集破壊              D：その他の破壊

試験方法（養生条件）

- ①乾燥面／標準状態：20℃、65%×7日間  
②乾燥面／温水浸漬：20℃、65%×7日間+温水繰り返し浸漬48時間×10サイクル  
③湿潤面／温水養生：×7日間  
④湿潤面／温水浸漬：水×7日間+温水繰り返し浸漬48時間×10サイクル  
(温水繰り返し試験：20℃水中×24時間+60℃温水×24時間)

### 4. 補修モルタルとの接着性

全国上下水道エポキシ工事業協会では、平成10年に今後の改修工法に対応するため、下水道施設補修モルタル協会と共同で補修モルタルとエポキシ樹脂の接着性試験を実施しており、試験結果を報告する。

試験結果を表-2～4に示す。各協会員で試験を実施したため養生条件・仕上げなどのバラツキが含まれるが、補修モルタルのグレードおよびエポキシ樹脂との組み合わせで接着強度および破壊状態が異なるため、事前に各試験条件で接着性を確認した上で適用する必要がある。組み合わせによっては所定の性能を得られないため注意が必要である（詳細の試験結果については以下のホームページを参照：<http://www.jssma.jp/>）。

### 5. まとめ

下水道処理施設コンクリート防食工法について耐硫酸性がクローズアップされているが、完成品として耐久性を考えると、躯体コンクリートとの一体化が重要と考える。特に改修工事の

表-2 補修モルタルとの接着性（急硬/厚塗り②）

試験条件	養生期間	エポキシ樹脂	付着強さ(MPa)	破壊状態
20℃標準	7日	セラミック①	1.5	モルタル凝集100%
		II種④	2.0	モルタル凝集100%
		II種⑦	2.0	母材100%
20℃湿潤	7日	II種④	1.5	モルタル凝集100%
		II種⑦	1.6	母材100%
5℃低温	7日	セラミック①	1.7	モルタル凝集100%

表-3 補修モルタルとの接着性（急硬/厚塗り③）

試験条件	養生期間	エポキシ樹脂	付着強さ(MPa)	破壊状態
20℃標準	7日	I種②	3.0	母材100%
		II種⑤	3.5	母材100%
		II種⑧	3.6	母材100%
20℃湿潤	7日	I種②	2.7	母材100%
		II種⑤	2.4	母材100%
		II種⑧	2.3	母材100%
5℃低温	7日	I種②	1.1	母材100%
		II種⑤	1.0	母材100%

表-4 補修モルタルとの接着性（標準硬化/厚塗り③）

試験条件	養生期間	エポキシ樹脂	付着強さ(MPa)	破壊状態
20℃標準	7日	I種②	—	プライマーとモルタル界面
		II種⑤	0.7	モルタル凝集50% プライマー-50%
		II種⑧	1.2	モルタル凝集100%
20℃湿潤	7日	I種②	—	プライマーとモルタル界面
		II種⑤	0.6	モルタル凝集70% プライマー-30%
		II種⑧	0.6	モルタル凝集80% プライマー-20%
5℃低温	7日	II種⑤	0.2	モルタル凝集10% プライマー-90%

場合は施工環境が悪い場合が多く、密着不良による、膨れ・剥がれ発生しやすくなる。エポキシ樹脂ライニングは躯体・補修モルタルとの一体化および現場における適応性に優れていることから、今後増加する改修工事においてさらに適用されると考える。

#### 【参考文献】

- 1) 日本下水道事業団 「下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術及び防食技術・同マニュアル」
- 2) 日本下水道事業団 「下水道構造物に対するコンクリート腐食抑制技術及び防食技術の評価に関する報告書」