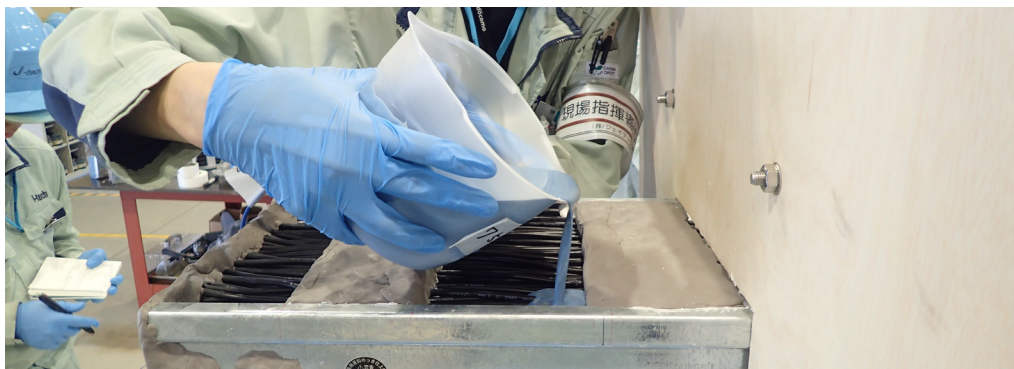


# 梯子形ケーブルトレイの止水構造およびその施工方法

尾形 曜、細越 順喜、岩崎 洋一



プラント等の建屋壁貫通部に敷設されているケーブルトレイへの雨水侵入防止の新たな方法について、モックアップ試験を含む開発検証を行った。

モックアップ試験では、ケーブルトレイ内に敷設される複数のケーブル間が隙間なく止水されることを重要なポイントとし、樹脂材の選定、施工性について多数の試験検証を行った。

試験の結果、ケーブル間にポリウレア系樹脂を注入する工法を用いて止水することに成功し、実際のプラントへ適用した。

本稿では、当工法の開発内容と適用実績について報告する。

**キーワード:** 雨水、止水、建屋、壁貫通、ケーブルトレイ、ポリウレア系樹脂

## 1. はじめに

当社は、プラントの保守・保全における課題について、課題解決に向けた各種開発を行っている。

2016年に他プラントにおいて発生した建屋内への雨水流入事象に関連し、当社では建屋壁貫通部における外部からの雨水侵入に対する止水措置を行うにあたり、ケーブルトレイ壁貫通部に対する止水方法として二液混合型のポリウレア系樹脂を用いた工法を検討・開発した。

## 2. 目的

本開発では以下の項目を目的として設定した。

- (1) ケーブルトレイ内に敷設される複数のケーブル間に樹脂材を隙間なく注入し止水できること
- (2) 梯子形ケーブルトレイへの適用も可能とすること
- (3) ケーブルの追加敷設が可能であること

## 3. 施工方法検討

前章の目的を達成するため、図1に示すような止水構造および施工方法を検討した。ケーブルトレイ内および

ケーブル間の止水材料として、流動性の高い二液混合型のポリウレア系樹脂（以下、「樹脂材」という）を用いることとし、混合比率や使用条件の検討を行った。また、樹脂材を特定の範囲に施工するため、シリコン系シーリング材およびパテ状シーリング材をダム材として用い、樹脂材の流出を防止するダムを成型した。さらに、梯子形ケーブルトレイへ適用する際には、ケーブルトレイの底面へ当て板を取り付け、樹脂材形成へのサポートとした。

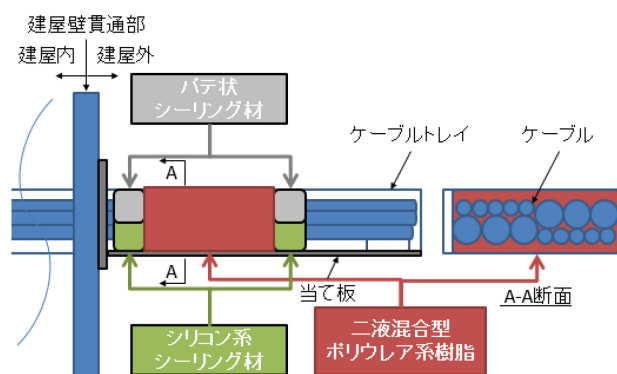


図1 止水構造イメージ

## 4. モックアップ試験

以下の項目について性能を検証するため、モックアップ試験を実施した。

- (1) 樹脂材のケーブル間への浸透性
- (2) 樹脂材の流出防止用ダム材の施工方法
- (3) 梯子形ケーブルトレイへの施工方法
- (4) 実際の現場を想定した施工性確認
- (5) 止水性能
- (6) 施工後におけるケーブル追設等の再施工性

### 4.1 樹脂材のケーブル間への浸透性

樹脂材をケーブル間の隅々まで行き渡らせるため浸透性確認試験を実施した。(図2 参照)

試験では樹脂材の二液混合比や施工温度を変更し、粘度や硬化状況をモニターして浸透性を比較・評価し、最適な樹脂材と使用条件を検証した。



図2 浸透性確認試験状況

試験の結果、樹脂材の粘度は温度が高いほど流動性が高いものの、樹脂材の硬化速度が速いため、結果的に浸透性は低いものとなった。(表1 参照)

また、混合比については、硬化剤が少ない場合は硬化不良がみられ、逆に過多の場合には硬化時の発熱により温度が高くなる傾向が確認された。(表2 参照)

これらの結果から、樹脂材の温度は常温とし、混合比は樹脂材硬化時の発熱による既存設備への影響を考慮し硬化剤の過剰投入を避ける条件を設定した。

表1 樹脂材温度による浸透状況

| 樹脂温度 | 常温                                                                                  | 60℃                                                                                 |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 断面   |  |  |
| 浸透性  | ○良好                                                                                 | △一部浸透せず                                                                             |
| 発熱温度 | 95.0 ℃                                                                              | 136.1 ℃                                                                             |

表2 樹脂材混合比による浸透状況

| 硬化剤量 | 多                                                                                  | 中                                                                                   | 少      |
|------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 断面   |  |  | 硬化不良   |
| 浸透性  | ○良好                                                                                | ○良好                                                                                 | —      |
| 発熱温度 | 81.8 ℃                                                                             | 52.6 ℃                                                                              | 48.6 ℃ |

### 4.2 樹脂材の流出防止用ダム材の施工方法

樹脂材を特定の範囲に施工するために、ダム材としてシリコン系シーリング材およびパテ状シーリング材を使用し、樹脂材の流出防止効果に関する確認試験を行った。(図3 参照)

二種類のダム材について充填量や充填手順の試作・検討を重ね、樹脂材の流出防止可能な施工方法を確立した。

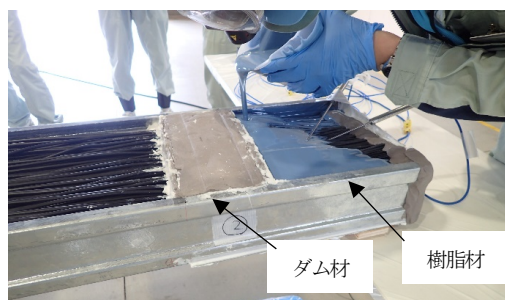


図3 ダム材施工試験状況

### 4.3 梯子形ケーブルトレイへの施工方法

梯子形のケーブルトレイへの施工に対しては、底面に鋼板の当て板(図4 参照)を施工し、樹脂材の流し込み試験を行った。

当て板の施工時には、樹脂材がケーブルトレイの外へ漏れ出ないように、固定方法はビス止めとし、隙間が発生した場合にはシーリング材で埋める等、試作・検討を重ね、施工手順を確立した。

また、鋼板の当て板は、樹脂材硬化後に取り外すことも可能である。

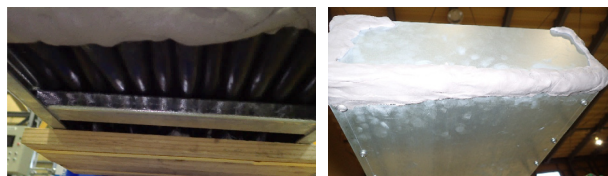


図4 底面当て板施工状況(左: 施工前 右: 施工後)

### 4.4 実際の現場を想定した施工性確認

実際の施工現場はケーブルトレイが複数段に亘り設置されており、狭隘な箇所もあることから、モックアップ

試験にて施工性を確認した。試験体は可能な限り現場を模擬し、ケーブルトレイを縦に三段配置（図5参照）した構造とした。本試験では、施工用資機材と設備との干渉を確認し、確立した手順通りに施工が可能か確認（図6参照）を行った。

その結果、施工に使用する資機材は狭隘な箇所においても設備と干渉せずに施工可能であることを確認した。また、施工不良箇所等の有意な問題も確認されなかった。

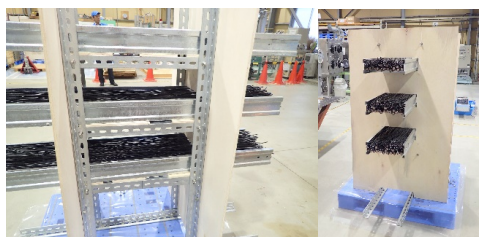


図5 三段ケーブルトレイ試験体



図6 施工性確認試験

#### 4.5 止水性能

樹脂材施工後に雨水を想定した水をケーブルトレイ上端まで注水し、施工箇所からの漏水有無を目視および漏水重量(g)にて確認した。確認は注水直後から一定時間経過後ごとにいき、最大24時間経過後まで続けた。使用する水は漏水確認時の視認性を向上させるため、蛍光塗料（黄緑色）で着色した。（図7参照）

その結果、止水性能については、推奨する施工条件において、樹脂材硬化後24時間後における漏水量は0.00gであり、十分な止水性能を有することを確認した。

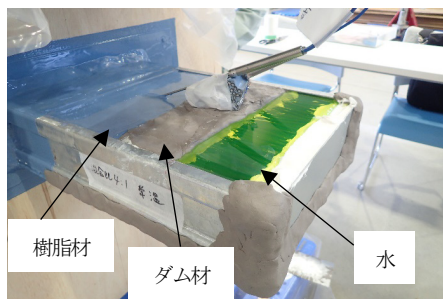


図7 止水性能試験状況

また、三段ケーブルトレイ試験体における止水性能試験完了後、樹脂材施工箇所を切断、断面を観察し、樹脂材の浸透状況を確認した。（図8参照）

結果、実際の現場を想定した施工状況においても、樹脂材の浸透性は良好であり、各ケーブル間に隅々まで樹脂材が注入されていることを確認した。

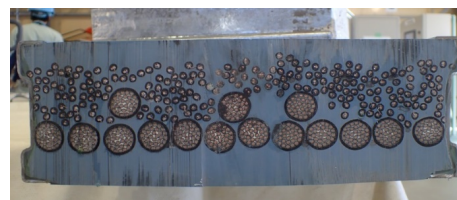


図8 樹脂材施工箇所断面

#### 4.6 施工後におけるケーブル追設等の再施工性

樹脂材施工後にケーブルの追加敷設を行うことを想定し、ケーブル追設の確認試験を行った。確認事項は樹脂材の除去方法、ケーブルの追加敷設および樹脂材の再施工の可否である。（図9、図10参照）

その結果、既存ケーブルを損傷させずに硬化済みの樹脂材を切削除去し、ケーブルの追加と樹脂材の再施工が可能であることを確認した。また、樹脂材の再施工箇所は、目視上、隙間やヒビ等も確認されず、樹脂材再施工硬化後24時間後における漏水確認においても漏水は確認されなかった。

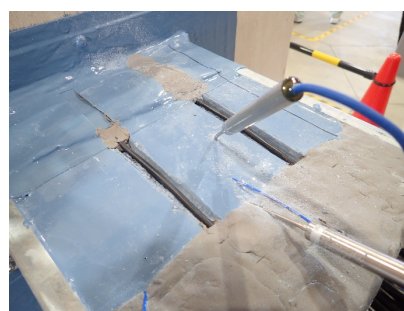


図9 樹脂材除去、ケーブル追加敷設

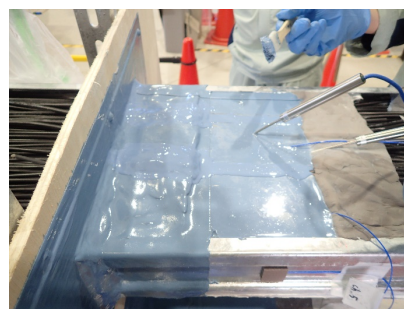


図10 樹脂材再施工

## 5. 実機への適用

各モックアップ試験により得た知見を用いて、使用する樹脂材および施工方法、手順を確立し、実現場へ適用した。実機の施工イメージを図 11、図 12 に示す。

本開発技術は、樹脂材を注入する際に加圧等を必要としないため専用設備が不要であり、また、使用資機材も少ないことから、比較的低コストで施工することが可能である。



図 11 実機施工イメージ（施工前）

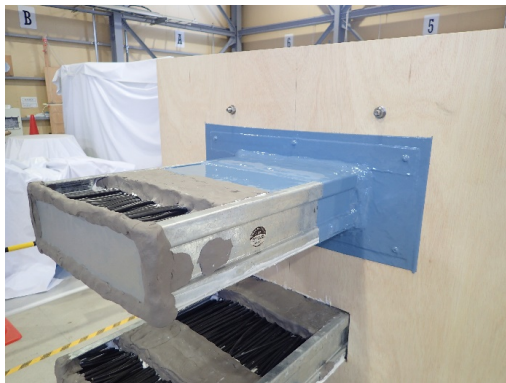


図 12 実機施工イメージ（施工後）

## 6. まとめ

プラント等の壁貫通部における外部からの雨水侵入に対する止水措置として、ケーブルトレイ内に樹脂材を注入する工法を開発し、その止水性能をモックアップで確認した上で実プラントに適用した。

なお、本開発技術については、2018 年に特許出願し、2022 年に特許権[1]を取得している。

## 参考文献

- [1] 特許第 7122161、「梯子形ケーブルトレイの止水構造およびその施工方法」、尾形 曜、細越 順喜、岩崎 洋一



尾形 曜  
(株)ジェイテック  
放射線安全統括部 放射線システムグループ



細越 順喜  
(株)ジェイテック  
開発・設計室 開発・設計グループ



岩崎 洋一  
(株)ジェイテック  
開発・設計室 開発・設計グループ