

# 原子力施設の建物外壁塗装等の劣化診断訓練

Training for degradation diagnosis of exterior wall coating on Nuclear facilities

株式会社ジェイテック 尾崎 大輔 Daisuke OZAKI  
新山 裕真 Yuma NIIYAMA  
沼尾 洋明 Hiroaki NUMAO  
工藤 訓 Satoshi KUDO Member

As the buildings in nuclear facilities have the functions which is fixation, rearrangement and containment of equipment including radioactive materials, to maintain these functions is important.

We built mock-up building as the model of Rokkasho Reprocessing Plant, and carries out soundness diagnosis training concerning finishing coating on exterior wall or state of concrete body which changes gradually under strict natural environment. We will present the results of soundness diagnosis training and utilization of aging data.

**Keywords:** Building, Coating, Fittings, Degradation diagnosis, Mock-up

## 1. 諸言

原子力施設の建物は放射性物質を内包する機器類等の固定・配置分離・閉じ込め機能、および自然環境や外部飛来物からの防護機能を有するよう設計・設置されており、これらの機能を維持するために行う建物の保全是、原子力安全上非常に重要な要素である。

当社では日本原燃(株)再処理事業所の建物（再処理工場主要 20 建屋、廃棄物管理施設主要 3 建屋、その他付属建屋 56 建屋の合計 79 建屋）の合理的かつ確実な保身に貢献すべく、再処理工場をモデルとするモックアップ建屋を当社敷地内に設置し、直営技術力向上を目的とした各種診断・補修技術訓練を実施している。

また、青森県六ヶ所村特有の厳しい自然環境下における外面仕上げ材（塗装や防水等）の健全性診断として屋外暴露試験を実施し、本設備運用開始の 2014 年度より経過観察および毎年の評価試験を行っている。

本稿では当該モックアップ建屋を用いた健全性診断等の訓練実績と経年劣化データの蓄積について紹介する。

## 2. モックアップ建屋の設置

### 2.1 設置背景

再処理工場の各建屋と同様の仕上げを施しスケールダウンした建屋を建設してモックアップとして運用し、健全性診断訓練および補修技術訓練、中長期にわたる屋外暴露試験等を行うことが必要と考え、以下について検討した。

連絡先：尾崎 大輔

〒039-3212

青森県上北郡六ヶ所村尾駱字弥栄平 1-108

株式会社 ジェイテック

保全技術部 建築・土木グループ

E-mail : daisuke-ozaki@j-tech66.co.jp

- ①. 各種健全性診断訓練は事業者が所有する現場における OJT 主体の訓練となっているが、扱う測定機器や個人の技量によって習熟に要する時間にばらつきがあることから、時間的制約が無い訓練場所の確保が必要である。
- ②. 破壊または微破壊を伴う健全性診断訓練は事業者が所有する実建物での失敗は許されないことから、十分な測定精度で調査が可能となるまでの習熟には失敗可能な訓練場所の確保が必要である。
- ③. 各種健全性診断訓練の方法を検証するにあたり、再処理工場の各建屋と同様の躯体・仕上げ仕様で設置され、かつ破壊または微破壊が許容される設備が必要である。

### 2.2 要求事項

設置にあたり要求事項を以下の通り整理した。

- ①. 再処理工場の各建屋と同様の躯体・仕上げ仕様であること。
- ②. 破壊または微破壊が許容されること。
- ③. 外面仕上げ材の劣化調査を行えること。
- ④. 内部塗装の劣化調査を行えること。また塗装補修等の訓練を行えること。
- ⑤. 建具および付属金物の構造を理解できること。また分解・組立の訓練が行えること。
- ⑥. 躯体の健全性診断訓練および補修実験(例：樹脂注入工法等)を行えること。
- ⑦. 各種建築材料の屋外暴露試験を行えること。またそれに伴う気象観測装置を設置できること。(温湿度計、風向風速計、降雨雪量、日射量等)

## 2.3 基本設計仕様

前述した要求事項を満足できる仕様として、表1～4の通り設計方針を纏めた。

表 1. 建屋概要

階数	平屋建て
床面積	9.72 m <sup>2</sup>

表 2. 建屋構造（再処理工場同等仕様）

構造型式	壁式鉄筋コンクリート造（WRC造）
コンクリート設計基準強度	24N/mm <sup>2</sup>

表 3. 仕上表（再処理工場同等仕様）

部位		仕上げ
外部	屋根	シート防水
	外壁	弾性吹付タイル
内部	床～腰壁	エポキシ樹脂系塗装
	壁～天井	コンクリート表し

表 4. 付属設備

設備	用途または位置
屋外暴露試験架台	屋上設置
総合気象観測装置	屋上設置
SUSフード、SUS防虫網	腐食調査用
建具モックアップ	建具不具合調査、補修訓練用
塗装試験ブース	試料・試験体作成、塗装補修訓練等
コンクリート擁壁（T型）	健全性診断訓練用

## 2.4 設置

2014年度より運用開始として以下のスケジュールにてモックアップ建屋を設置した。

2013年度										
6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
← 設 計 →			← 設置工事 →				← 運用準備 →			
基本設計、詳細設計、各種調査等				基礎、躯体、仕上げ、設備、付帯工事				各種試料準備		

図 1. 設置スケジュール

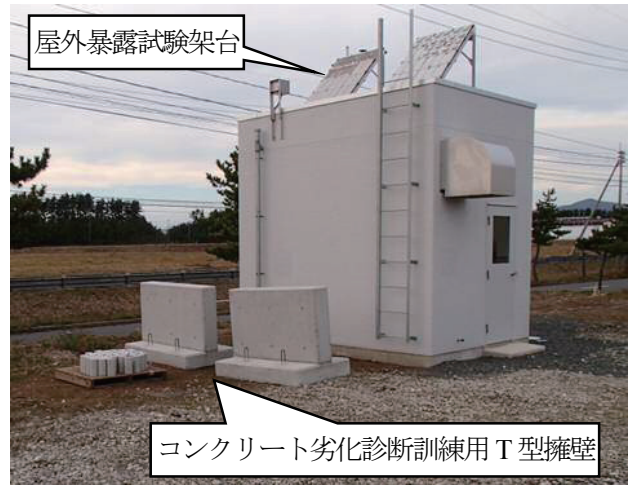


図 2. モックアップ建屋外観



図 3. モックアップ建屋内観



図 4. 建具モックアップ

### 3. 健全性診断および補修訓練

#### 3.1 目的

再処理工場の実建物にて健全性診断および補修訓練は時間制限の問題や微破壊検査が不可であること、更に失敗は許されない。これらは作業者の技量により影響が出やすくなる。

また、以前には外注としていて即応不可であった不具合事象を再処理工場直近企業である当社が行うべく即応技術の強化を図ることを目的とする。

#### 3.2 健全性診断訓練

- ①. 外壁防水材、内部塗装健全性診断
  - a. 付着強さ
  - b. 光沢
  - c. 色差
  - d. 白亜化

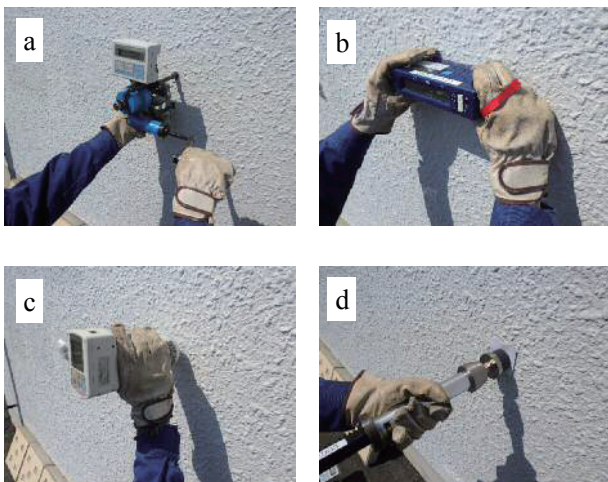


図 5. 健全性診断訓練（外壁防水材）

- ②. コンクリート劣化診断
  - a. テストハンマーによる圧縮強度試験（非破壊）
  - b. 中性化深さ測定（微破壊）

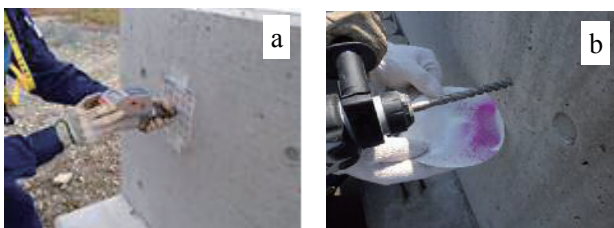


図 6. コンクリート健全性診断

#### 3.3 補修訓練

- ①. 建具補修訓練

再処理工場では日々の作業に従事している人員が多く建屋間の移動経路となる箇所の建具部品が破損する不具合事象が多発し、場合によっては部屋や建屋より出られない事例が発生したこともある。そこで再処理工場の建物点検および保守を行って

る当社への補修依頼が多い。そのため予備部品を購入しておき、当社社員直営にて交換・修理等の補修対応をできる体制とする為にモックアップを使用し補修訓練をすることで、部品構成や取付け・取外し方法を理解し不具合事象の早期対応ができる。



図 7. 建具補修訓練の一例

#### 3.4 訓練実績と効果

- ①. 訓練スケジュール

定期的な訓練を計画・実施したほか、グループ員増員時等については必要に応じて不定期の訓練も実施した。

訓練項目	各年度											
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
塗装診断		■				■					■	
コンクリート			■					■				
建具補修	■			■			■			■		

図 8. 訓練スケジュール

- ②. 対象者（2014年度～2018年度）

担当毎に必要な訓練項目を優先した。

表 5. 訓練対象者と実績人数

訓練項目	対象者	延べ人数
塗装診断	建物点検担当者	30名
コンクリート	土木設備点検担当者	20名
建具補修	建具点検担当者	40名

- ③. 効果

定期的な訓練を時間的・設備的な制約が小さい状況下で実施したことにより効率的に習熟を進めることができ、十分な測定精度で診断できるようになった。これにより直営体制が強化され、従来外注で実施していた健全性診断業務、および不具合発生から時間を要していた建具補修も含めて直営で実施可能とする即応技術の強化を実現した。

## 4. 屋外暴露試験について

### 4.1 目的

- ①. 実際の劣化状況を把握し、事業者へ適切な修繕時期を検討・提案するためのデータ採取。
- ②. 暴露試験開始から経年劣化観察・性能評価試験・劣化度判定に至る経緯を若手社員へ教育。

### 4.2 暴露試験企画時の事前検討

各建築材料メーカーでは促進耐候性試験機を用いた試験を実施して参考データを採取しているが、あくまで標準的な環境下での試験であるため、適切な修繕時期の検討には六ヶ所村と同等の環境条件下（春～夏：東北地方太平洋側で塩分を含む冷たく湿った東風（やませ）、冬：寒冷地における凍害等）における暴露試験データが必要と考える。メーカーによっては複数の環境条件下で屋外暴露試験を行っている場合もあるが、実施工材料を1年経過毎に性能評価を実施している例は見当たらず、データを入手することは困難である。実際に六ヶ所村に試験環境を構築して暴露試験データを蓄積し、その特徴や標準地域（関東）との相違点を確認することとした。

### 4.3 暴露試験場および試料種類

- ①. 暴露試験場：
  - a. 青森県六ヶ所村（再処理工場隣接当社敷地内）
  - b. 神奈川県（塗料メーカー工場敷地内）
- ②. 試料種類
  - a. 外壁防水材（弾性吹付タイル）
  - b. 屋上防水材（塩ビシート防水）
  - c. 防虫金網（SUS304 24メッシュ）

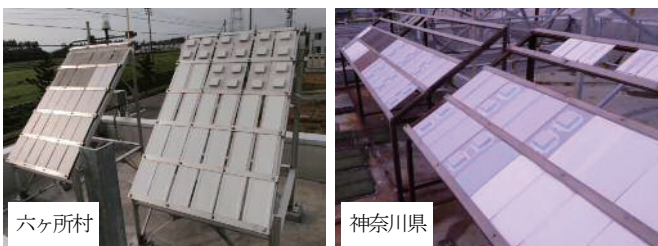


図9. 暴露試験状況

### 4.4 経過観察および性能評価

- ①. 経過観察
  - a. 目視：4回/年
- ②. 性能評価
  - a. 期間：10年間
  - b. 評価試験頻度：1回/年
  - c. 評価試験場所：塗料メーカー工場
  - d. 評価試験方法：各JIS規格に準ずる

- a. 塗膜厚さ
- b. 引張強さ
- c. 伸び率
- d. 引裂き強さ
- e. 付着強さ
- f. 色差
- g. 光沢
- h. 白亜化



図10. 性能評価試験（引張強さ試験）

### 4.5 現時点での評価結果考察

試験開始から4年が経過しているが、著しい性能劣化は見られていない。また、事前の予測では六ヶ所村暴露の方が環境的に不利と考えていたが、現在のところ2地点間で試料性能について有意な差は見られていない。4年という期間は暴露試験の期間としては短いことから、今後も継続的な試験が必要である。

但し、試料表面の状態について顕微鏡（×25、×50）で観察した結果として、神奈川暴露の方が付着物が多い結果となっている。これは、神奈川暴露の試験場が工業地域であることが原因と考えられる。

なお、性能評価試験の立会いには若手社員も同行させ、試験方法や使用機材、各材料の特徴等について教育を行っている。また、塗料メーカーとの意見交換を通じて知見を拡大できる有意義な機会となっている。

## 5. 結言

再処理工場の各建屋と同様の躯体・仕上げ仕様のモックアップ建屋を設置し、事業者が所有する実建物では難しい健全性診断技能の訓練環境を確保した。訓練を通じて技能習得を効果的に行い、直営による即応体制の強化を図ることができた。

また、モックアップ建屋に屋外暴露試験設備を設置し、六ヶ所村特有の気象条件下における暴露試験データの蓄積と、標準的な地域との比較を可能とした。今後も訓練を継続して即応体制の強化を図るとともに、蓄積した暴露試験データを活用することにより適切な修繕時期を検討・提案し、原子力安全上重要な役割を担う建物の合理的かつ確実な保全に貢献していく所存である。