

原子力施設の建物外壁塗装等の劣化診断訓練

新山 裕真、沼尾 洋明



当社は、六ヶ所再処理工場に設置されている各建屋の建物および建築設備の点検・補修業務を実施している。

業務の技術習得には実務経験を重ねる必要があり、従来の現場 OJT のみでは訓練機会が限られ時間を要していたことから、当社では各建屋の仕様（仕上げ等）を再現したモックアップ建屋を建設し、これを技術習得訓練および経年劣化データの蓄積に活用している。

本稿では、当該モックアップ建屋の機能と活用実績について紹介する。なお、本稿は 2019 年の日本保全学会[1]にて発表した内容のアップデート版である。

キーワード: 建物、塗装、建具、劣化診断、モックアップ

1. はじめに

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は、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㈱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全に貢献すべく、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気象条件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、モックアップとして運用するため、以下について検討した。

- 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・組立の訓練が出来ること。
- 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の通りの設計方針にてモックアップ建屋を設置した。モックアップ建屋の写真を図1～3に示す。

表1 建屋概要

階数	平屋建て
床面積	9.72㎡

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	再処理工場基準準拠 N/mm ²

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	コンクリート現し

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



図1 モックアップ建屋外観



図2 モックアップ建屋内観

図3 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

- ① 健全性診断および補修訓練は実建物で行うことができないため、モックアップ建屋にて訓練し技量向上を図る。
- ② 以前には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。

3.2 健全性診断訓練

健全性診断訓練は、モックアップ建屋の外壁にて以下図4.1～図4.4について実施した。



図4.1 付着強さ



図4.2 光沢



図4.3 色差



図4.4 白亜化

3.3 コンクリート健全性診断

コンクリート健全性診断訓練は、コンクリート劣化診断訓練用 T 型擁壁にて以下図 5.1～図 5.2 について実施した。



図 5.1 圧縮強度試験



図 5.2 中性化深さ測定

3.4 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いため、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。

これに対応するため、当社では予備部品を購入しておく、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 6 建具補修訓練の一例

3.5 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は必要に応じて不定期の訓練も実施した。

表 5 年間訓練スケジュール

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	■			■			■				■	

② 対象者 (2014 年度～2021 年度)

担当毎に必要なとなる訓練項目を優先した。

表 6 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	48 名
コンクリート	土木設備点検担当者	32 名
建具補修	建具点検担当者	64 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

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。

しかし、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、データを入力することは困難である。

そこで当社では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7 暴露試験状況

4.4 経過観察および性能評価

- ① 経過観察：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
 - e. 評価項目：外壁防水材の場合

(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8 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8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。今後も継続的な試験を実施していく。

ただし、試料表面の状態について顕微鏡（×25、×50）で観察した結果では、神奈川暴露の方に付着物が多い結果であった。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を同行させ、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. まとめ

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。

参考文献

- [1] 新山裕真、沼尾洋明、工藤訓、他 “原子力施設の建物外壁塗装等の劣化診断訓練”、日本保全学会 第16回学術講演会 要旨集、2019、pp.635-638.



新山 裕真
(株)ジェイテック
プラント保修部 建築・土木グループ



沼尾 洋明
(株)ジェイテック
プラント保修部 建築・土木グループ