

六ヶ所再処理工場における保守管理改善の取り組み

The efforts or the improvements of maintenance activities in the Rokkasho Reprocessing Plant.

日本原燃(株)	川村 優文	Masafumi Kawamura
日本原燃(株)	服部 功三	Kouzou Hattori
日本原燃(株)	三浦 進	Susumu Miura
日本原燃(株)	新岡 将	Tadashi Niioka
日本原燃(株)	森榮 顕	Ken Morie

In the reprocessing facility of Japan Nuclear Fuel Limited, we had advanced the plant walk-down to put all equipment in the facility under our management. Throughout the plant walk-down, SANGENSYUGI (Going to the fields and observing equipment directory to understand their actual conditions) was thoroughly upheld.

The trigger of the plant walk-down is the revelation, occurred in August 2017, of the fact that a part of static devices of important equipment to safety had not been under the appropriate maintenance management since the equipment was constructed.

In this lecture, we present the status and future plans of the improvements of maintenance activities that we are advancing on the basis of our introspection.

Keywords: Reprocessing Plant, maintenance, JNFL

1. はじめに

六ヶ所再処理工場においては、原子力発電所で実施している保守管理の考え方（原子力発電所の保守管理規程：JEAC4209）を参考とした、網羅的かつ最適な保守管理を実現することを目標とし、保守管理改善の取り組みを継続して実施している。

近年の取り組みとして、2013年12月に改正された原子炉等規制法（再処理工場の性能が技術上の基準に適合し、維持することを求める新規基準が施行）の要求事項に確実に適合するよう、更に保全内容を適切にすべき項目を抽出し、改善した。

また、並行して保全対象範囲の策定、保全重要度の設定、保全計画の策定等に重点をおくJEAC4209を参考とした保守管理改善活動を継続していた。

一方、2017年8月に安全上重要な設備（以下、「安重設備」という）の静的機器の一部について、建設以降、保全が適切にできていなかったことが判明した。（事象概要を表1に示す。）

本事象の発生は、設備とその状態の把握、保全計画が十分ではない部分が存在することを示すものである。

以上のことを踏まえ、三現主義（現場に向いて現物に直接触れ、現実をとらえること）を徹底した「全数把握（現場ウォークダウン）」を始めとした「設備を管理下に置く活動」に取り組んでいる。（設備を管理下に置く活動の項目を表2に示す。）

今回はこれまでの保守管理の改善に係る取り組み状況と今後の内容について紹介する。

表1：事象概要

事象概要	非常用電源建屋に隣接する配管ピットB内の燃料油配管（安全上重要な設備である非常用ディーゼル発電機に燃料を供給する配管）の壁貫通部を通して非常用電源建屋に水が浸入した。 非常用電源建屋に浸入した水は、当該配管ピットに溜まった雨水であり、配管ピット内部に設置されている燃料油配管が水没していた。
原因	配管ピット点検口の止水用パッキン、コンクリート蓋の止水用コーキング、非常用電源建屋と配管ピット躯体との接合部にある止水処置が劣化して配管ピットに浸入した雨水が、非常用電源建屋と配管ピットの燃料油配管の壁貫通部における配管と止水板の隙間を埋めるコーキングのひび割れを通して非常用電源建屋に浸入した。
保守管理における問題点	当該配管ピットは内部に雨水が浸入しないよう防水性を有する設計としていたが、2003年の設置以降、配管ピットの防水性に係る部位を点検対象としていなかったため、配管ピット点検口の止水用パッキン等の劣化に気付くことができなかった。燃料油配管自体も、機能確認は実施していたが、健全性に係る点検を実施していなかった。
巡視・点検における問題点	当該配管ピットは、2004年から運転員（委託員）による巡視・点検の対象としていたが、燃料油配管のフランジ上部に設置された点検口から目視点検を実施しておらず、給油口から目視点検を実施していた。また、2005年のマニュアル改正において、2箇所の点検対象（配管ピットおよび隣接するケーブルピット）を1つにまとめて記載したこと、および点検対象の名称が現場に表示していなかったことから、ケーブルピットのみを目視点検し、その結果を配管ピットの点検結果としていた。

表2：設備を管理下に置く活動

活動項目	活動内容	活動状況
STEP 1	設備を全て把握し、設備の状態を確認するとともに、保全計画の有無を確認する。	安重設備（完了）
		非安重設備（実施中）
STEP 2	設備を適切に維持・管理する観点で保全計画が適切なものとなっているか確認する。	2018年度中完了予定
STEP 3	全設備に対する保守管理計画を策定し、設備の健全性を継続的に維持・管理する。 （JEAC4209に基づく改善の取り組み）	しゅん工までに継続実施

連絡先：川村 優文 〒039-3212 青森県上北郡六ヶ所村大字駈字沖付 4-108、日本原燃(株) 再処理事業部 再処理工場 設備保全部 保全技術課
E-mail:masafumi.kawamura@jnfl.co.jp

2. 六ヶ所再処理工場における保守管理の改善の取り組み

2.1 設備の全数把握、設備の状態確認および保全計画の有無確認 (STEP 1)

以下 (1) ~ (3) の成果物を設定して現場ワークダウン (以下、現場 WD という) を実施した。

なお、再処理工場ではこれまでも、JEAC4209 を参考とした改善活動の中で、保全対象範囲の策定に向けた設備の「現場照合」を実施した経緯はある。今回の現場 WD では、過去の現場照合の活動実績および反省点を考慮し、三現主義 (現場に向いて現物に直接触れ、現実をとらえること) を徹底した。現場照合および現場 WD の活動比較表を表 3 に示す。

表 3 現場照合/現場 WD 活動比較表

項目	現場照合	現場WD
実施期間	2016年9月～2017年5月	2017年11月～実施中 (残件: 設備がほとんど無い屋外(原野エリア))
対象範囲	屋内/屋外 (従来の設備リストに記載される屋内/屋外)	全屋内/全屋外
対象設備	新規基準の適合に向け整備した、「設備リスト」に記載の設備 (主に下記に示す機器) ○システム機器番号を有する機器 ○配管・フランジ ○ダクト	現場照合実施後の設備リスト + 壁・床・天井を含む エリア内に存在する全設備
対象数	屋内: 約3,800部屋 (約430部屋)	屋内: 約3,800部屋 (約430部屋) 屋外: 約1,000エリア (括弧内はセル等、立入困難な部屋数)
班構成	平均2~3人	平均5~7人
班構成メンバー	・現場照合(マーカ)役 ・記録役	・現場責任者 ・進行役 ^{※1} ・専門家 ^{※1} (^{※2}) ・記録役 ^{※1} ・写真/治具 ^{※1} ・マーカ役 ^{※1} (エリア規模により、 ^{※1} は兼務可)
延べ対応班数	(集計未実施せず)	約1,500班

※2: 専門家として、施設(機械・当直)、電気、計装、放管、核管、核防、土建、防災施設建設、メーカ(各専門家)を設定し、確認範囲に含まれる設備に応じて班構成を実施。

(1) 現場にある設備を全て把握すること。

<実施状況>

全設備を管理下に置くことを目的に、機械、電気、計装、土木・建築等、様々な分野の専門家により構成するチーム (累計約 1,500 チーム) にて、現場に設置されている設備を把握し、その状態を確認した。

2017年5月現在の実績として、設備がほとんど無い屋外エリア (原野) を除き、現場 WD を終了した。現場 WD の物量および実施状況について図 1 に示す。

なお、現場 WD では、その確認範囲を屋内は部屋単位、屋外はエリア単位 (1 エリア範囲: 50m×50m) で設定し、安重設備を含む範囲を優先して確認した。

<現場確認の実施状況>

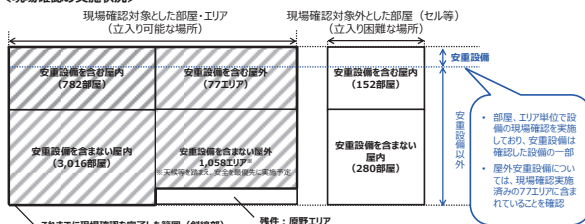


図 1 現場 WD の物量および実施状況

【参考】 iPad を活用した業務効率化

現場 WD の実施にあたり、現場に設備情報リスト (紙面)、デジタルカメラ等を携行して確認を実施していたが、紙面へ記載した確認結果の電子化および写真撮影データの整理に時間を要したため、途中から現場への携行情報及び取得情報の入力を iPad を活用して行うことで、データ管理の効率化を実施した。効率化前後の作業フローを図 2 に示す。

なお、iPad の現場携行については、現場 WD 終了後においても、点検準備や点検現場において現場携行物の集約化、各規定類および設備情報の携行情報充実化等の改善が期待されるため、継続して更なる活用方法を検討中である。

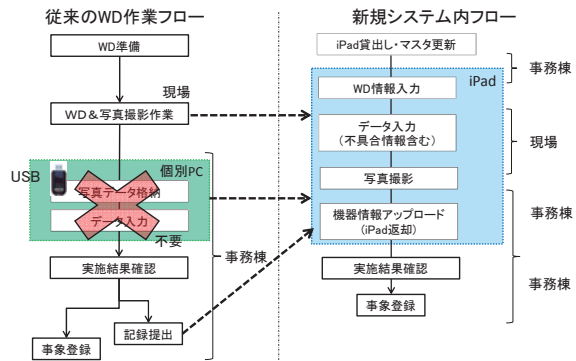


図 2 ワークダウン作業フロー (iPadによる業務効率化)

【参考】 ドローンを使用した屋外エリアの確認

継続実施中である事業者対応方針STEP1における非安重の屋外エリアの現場 WD において、目視確認の実施には危険が伴う崖等のエリアが存在するため、安全性や効率性を考慮してドローンによる空撮技術を利用することとした。

現在は飛行エリアの選定、安全性の評価、各法規制に基づく申請等の整理を実施中である。(2018年6月より運用開始を予定) 各法規制に対する整理結果を図 3 に示す。

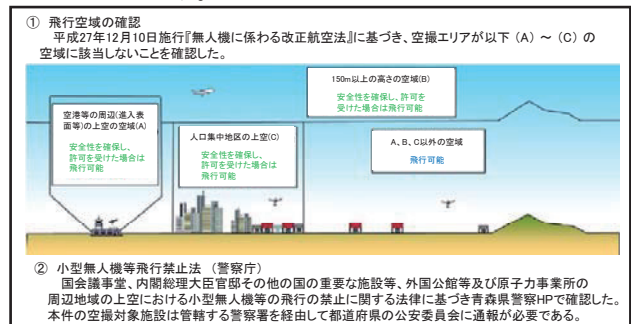


図 3 ドローン使用に向けた法規制情報の整理

(2) 設備の状態を把握すること。不具合があるものについては、不適合の管理下に移行すること。

<実施状況>

安重設備について、直接目視可能であった機器の状態確認の結果、性能に影響を及ぼすような異常は見られなかった。

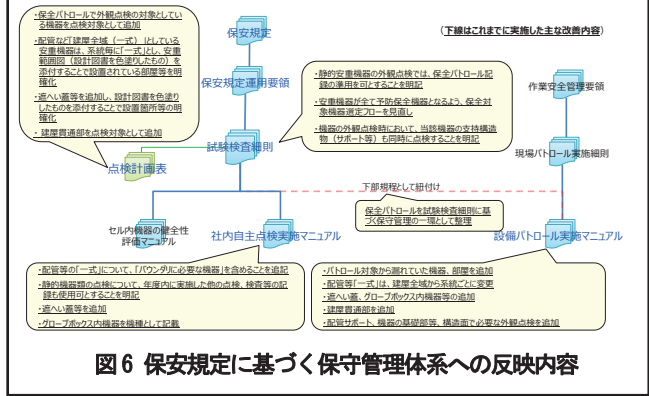
また、設備における些細な不具合（小さな錆び等）を全て拾って事象登録を行い、是正処置プログラム（CAP）にて審議し、必要なものは不適合の管理下に置いている。＜現場 WD に係る CAP 審議件数：約 1,900 件＞

なお、直接目視不可である部屋（セル等）にある設備の状態については、代替確認として運転パラメータ確認、漏えい確認、ITV カメラを用いた外観確認、設計情報および使用前検査記録の確認等を実施し、設備の性能に影響を及ぼすような異常がないことを確認している。代替確認について、図 4 に示す。

(3) 保全計画の有無を把握すること。
＜実施状況＞

安重設備の状況を確認した結果、一部の「静的安重設備」には、保全計画がなく、且つ管理下にあるとはいえない機器が存在することが判明したため、早急に外観目視による健全性の確認と保守管理体系への反映を実施した。保全計画の有無の確認結果を図 5 に、改善内容（保安規定に基づく保守管理体系への反映内容等）を図 6 に示す。

項目	主な改善内容
保全計画は [※] が、管理下にあると判断可能な機器 [※] (図5 ③、④-1、④-2に該当)	<ul style="list-style-type: none"> 保全計画の作成・制定 (保安規定第74条 (保守管理に係る計画および実施) に基づく保守管理体系に反映)
保全計画がなく、管理下でない機器 (図5 ⑤、⑥に該当)	<ul style="list-style-type: none"> 保全管理計画の作成・制定 (保安規定第74条 (保守管理に係る計画および実施) に基づく保守管理体系に反映) 当該計画に基づく点検 (外観) の実施
その他の改善事項	<ul style="list-style-type: none"> 構造上の担保の観点から、安重設備の外観点検時には支持構造物 (配管サポート等) を同時に点検することを明確化 配管、タフト等、「建屋毎に一式」としての機器については、システム毎に分割して管理 雨水浸入に係る貫通部に対する保守管理計画を作成・制定 保安パトロール時に抜けが生じないよう、設計図面、安重機器配置図等をマニュアル (点検計画表) へ添付 等



代替確認（セル内に設置している設備）
 ◆現場確認対象外とした立入困難なセル内設備の代替確認：149部屋
 （設備例：溶解槽、ガラス溶融炉、高レベル廃液貯槽 他）

【機能面】
 各設備の運転パラメータ、漏えい確認および施設定期自主検査の記録などを活用し機能および不具合の有無を確認

【構造上の健全性】
 使用前検査記録（現物確認）等により、建設時点で適切に設置されていることを確認
 セル内の支持構造物（サポート）には、設計管理基準に基づきステンレス鋼を指定していることから、主要劣化モードである腐食に対して、支持機能は維持されていると評価
 また、運転パラメータ等からも有意な変化や異常が確認されていないこと等、当初の状態を維持していると評価

なお、ITVカメラを設置している一部のセルについては、確認可能なセル内設備、および支持構造物の外観に異常がないことを確認した。

以上の代替確認により、設備の機能・性能に影響を及ぼすような異常がないことを確認

図 4 代替確認

2.2 設備を適切に維持・管理する観点で保全計画が適切なものとなっているかの確認 (STEP 2: 実施中/今後の対応)

STEP2 「設備を適切に維持・管理する観点で保全計画が適切なものとなっているか再確認する。」に基づき、詳細 STEP 2-1～STEP 2-3 を設定して、STEP1 の活動内容を再確認する。

STEP2-1: 運転巡視マニュアルへの反映漏れの有無確認
 STEP1 の現場 WD 実施結果から、人が常時立ち入り、目視確認することが可能な場所にある設備のある部屋が運転巡視の対象となっているかを確認し、必要に応じてマニュアルへ反映した。

STEP2-2: 追加現場把握 (今後の対応)
 高所狭隘部にあるため目視できていない空間と設備の状態確認には、足場設置や保温材撤去等の付帯作業が必要であることから、STEP1 では部分的な状態確認に留まっている設備に対し、空間および設備の状態を確認する。

STEP2-3: 保全計画の内容の再確認 (今後の対応)
 機種、設置環境、内包流体等の情報から保全マトリックス^{※3} および代替確認マトリックス^{※4} を作成する。また、保全計画の内容の優先順位を決定するための保全重要度分類を作成する。

図 5 保全計画有無の確認結果 (安重設備)

項目	No	内容	機器数 部屋・系統数
管理下にある機器	①	大半の安重設備は保全計画があり、これに基づき点検を実施。記録も存在。	2,247機器 677部屋・系統
	②	セル内機器は、「セル内機器の健全性評価マニュアル」に基づき、年1回の評価を実施。記録も存在。	1,901機器 493部屋・系統
	③	「設備パトロール実施マニュアル」で、外観点検対象とされ、定期点検による健全性を確認。記録も存在。	355機器 673部屋・系統
	④-1	「フルダクト」は、「フルダクトの管理基準マニュアル」に基づき、圧差管理、DOP試験を実施。記録も存在。	213機器
管理下になかった機器	④-2	「試験検査細則」で、グローブボックス内機器は点検実施が困難な場合は、作動確認や監視、点検といった機能維持を確認できる他の点検方法による代替も可能とする規定。 ⇒ 運転巡視により「目視」による異常の有無を確認しており、記録も存在。	186機器 60部屋・系統
	⑤	「配管等」点検計画が「建屋全層（一式）」としている機器は「設備パトロール実施マニュアル」にて外観点検すべき部屋を特定・明記。 ⇒ 点検すべき部屋に一部抜けがあることを確認したため。	93部屋・系統
	⑥	「浸入し蓋の静的安重設備」は、点検計画表が存在せず、かつ、健全性確認行為も実施されずに記録なし。	395機器
合計			5,297機器 1,996部屋・系統

※3: 保全マトリックス
 劣化メカニズムを念頭に、機種毎に保全パターンをまとめたものを「保全マトリックス」という。
 ※4: 代替確認マトリックス
 保全方法が代替確認となる場合は、その代替方法をまとめたものを「代替確認マトリックス」という。

作成後、それらを参照して設備における現状の保全計画が妥当なものになっているかについて検討し、必要に応じて標準類の改正作業を行う。

2.3 全設備に対する保守管理計画の策定および継続的な維持・管理 (STEP 3: 今後の対応)

STEP 3 の活動は、これまでに実施してきた JEAC4209 を参考とした保守管理改善の取り組みであり、STEP 1 および STEP 2 の成果を落とし込み、保守管理計画を改めて策定するものである。

本活動は一過性の活動ではなく、図 7 に示す保守管理の実施フロー (PDCA サイクル) に基づき、継続的な設備の維持・管理活動を実施していく。

現在検討中の事項について下記に示す。

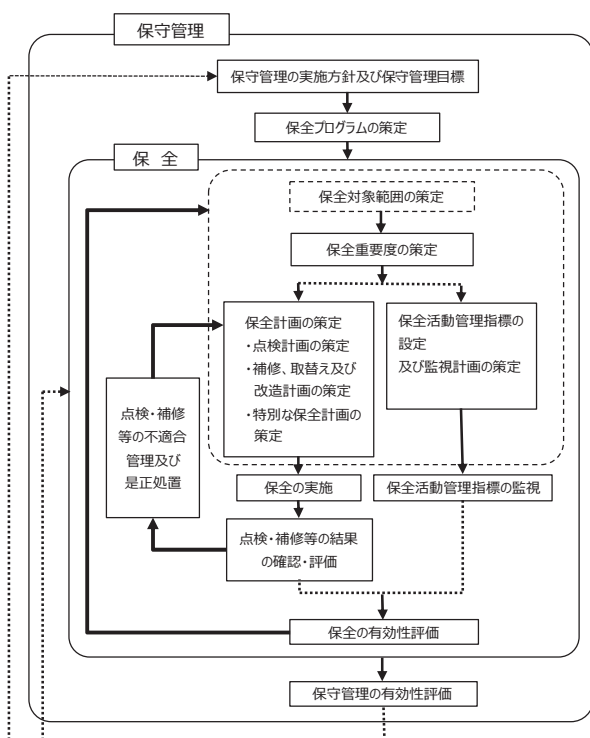


図7 保守管理の実施フロー

- 腐食の進展に係る最新の知見等、更なる知見を入手し、STEP2 の保全計画の内容をより網羅的にして充実させる。
- 改善を推進するための明確なルール化
「再処理工場 保守管理要領 (仮称)」を制定し、保守管理の実施フローに基づく「P: 保全対象範囲の策定」、「P: 保全重要度の設定」、「P: 保全計画の策定」、「D: 保全の実施」、「C: 点検・補修等の結果の確認・評価」、「A: 点検・補修等の結果の確認・評価」、「A: 点検・補修等の不適合管理及び予防処置」、「A: 保全の有効性評価」及び「保守管理の有効性評価」に係る事項について明確化し、社内規定に定める。

・新保全業務システムの構築

現在、エクセルを用いた簡易ツールで管理している「保全に関する情報 (設備仕様、点検計画表、点検結果等)」について、保守管理の実施フローに基づく保全業務の運用に向けた、本格的な保全業務システムの構築を進める。

3. 保守管理以外における改善活動

(現場対応者の意識向上に向けた改善)

2017年8月に発生した事象を踏まえ、会社大で根本要因分析を実施し、保守管理の以外においても、改善活動を実施している。

再処理工場のしゅん工、安全・安定操業の実現には、社員が「自らが気づき、速やかな対応に繋いでいく」よう、意識を向上させ、改善文化を根付かせていくことが必須である。これに向けた対策を具体化し、継続することにより、意識醸成を図っていくことを目的とした「社員の力量・意識向上に向けた取り組み」における活動内容例を下に紹介する。

(1) 教育・研修の実施

- 巡視・点検時の「モノの見方」の係る教育
- 現場管理職に対するマネジメント教育
- 安全上の要求事項、設計根拠、設備構造等、および過去のトラブル事例等の体系的な教育
- CAP 運用の改善 (不適合情報だけでなく気づき事項を取扱う) に向けた教育

(2) ディスカッションの実施

- 当社幹部と事業部課長級との定期的な意見交換
- 「自らが気づき、改善すること」等をテーマとした現場でのグループディスカッション

(3) マネジメントオブザバージョン (MO) の実施

- 管理職による MO を通じた部下への期待事項の伝達とその達成状況から、自ら考え気付く力を醸成

(4) 電力会社による支援強化

- 電力会社の保全技術者の当社への出向によるノウハウ継承、保全技術力の向上
- 当社技術者を電力に出向させることによる運転・保全技術力、トラブル対応力等の向上

4. 参考文献

- 尾形 圭司、北条 隆志、日本原燃株
「六ヶ所再処理工場の設備の保全」
日本保全学会 第 11 回 学術講演会要旨
- 川村 優文、尾形 圭司、新岡 将、
須田 憲司 日本原燃株
「六ヶ所再処理工場における保守管理改善の取り組み」
日本保全学会 第 13 回 学術講演会要旨