

高経年化プラントの継続操業支援メニュー

■ 安全性・信頼性の検討

- 現状の設備構成に基づいてHAZOP(Hazard and Operability)解析やSIL(Safety Integrity Level)解析等のハザード解析による潜在危険の洗い出し、その潜在危険に対する対策を提言します。
- 現状の設備構成に基づいて信頼性解析による稼働率改善を検討します。
- 必要に応じて、個々の装置・設備の改善点を提言します。

■ プロセス性能の検討

- 現状の運転条件からマテリアル・熱バランスを推定します。
- 現状の機器性能の、設計条件との比較を行い、設備・機器の改善項目を提言します。
- レビューする図書の例
 - ◇ 設計時のプロセスフロー図(PFD)、ユーティリティー図、マテリアル・熱バランス
 - ◇ Piping and Instrument Flow Diagram(P&ID)
 - ◇ 機器および計装品のデータシート、およびベンダー図面
 - ◇ プロットプラン、配管図、材料仕様
 - ◇ 運転データ、分析データ

■ 機器・設備検討

作業の最初の段階で、対象設備の劣化モードを検討します。検討した想定劣化モードに基づいて、必要な回復のための計画・シナリオを策定します。必要に応じて、重要な機器・設備に評価対象を限定して実施します。

● 静機器（圧力容器、熱交換器、加熱炉）

- 調査の概要
 - ◇ 検討のために必要となる主な図書類など
 - P&ID
 - 最新の機器データシート

- 検査記録（肉厚測定結果、等）
- 現在の運転データ（機器の性能を含む）
- 保守・保全・補修記録
- スペアパーツの在庫状況・入手性
- 運転員・保全員の方々のコメント

◇ 検査

- 現状の肉厚測定結果に基づき、余寿命を評価します。
- 加熱炉管の損傷評価は、クリープ損傷に代表される損傷モードの評価に基づきます。たとえば、以下のような規格・基準を参照します。
 - API 530:Calculation of Heater-Tube Thickness in Petroleum Refineries
 - API 579-1:Fitness-For-Service
 - API-572-2:Fitness-For-Service Example Problem Manual
- 圧力容器・熱交換器の肉厚測定記録がある場合は、測定箇所の情報とともに、お客様から入手します。
- 加熱炉の検査データはそれぞれの構成部品ごとに必要となります。
- 当社の推奨する測定箇所と評価シートに基づいて情報収集を行います。ラジアントチューブの場合は、損傷評価データも必要となります。

◇ 現地調査

- 評価シートを受領後、当社およびベンダーSVによる現地調査によって、機器の実際の状況を観察します。
- 現地調査では運転員・保全員に、懸念事項やトラブルなどについてインタビューします。

◇ 評価

- 検査ならびに余寿命評価の結果に応じて、また対処の必要性に応じて、評価クラスを定義し、それぞれの評価クラス（更新、補修、対処不要、等）とした理由を示します。
 - Class A： ただちに更新が必要
 - Class B： ただちに補修が必要
 - Class C： 適切な時期までに補修が必要
 - Class D： 日常点検による監視を継続

● 回転機（ポンプ、圧縮機）

➢ 調査の概要

◇ 検討のために必要となる主な図書類

- パッケージベンダー範囲を含む、最新の P&ID
- 最新の機器データシート
- 検査記録

- 現在の運転データ（性能データ等）
 - 保守・保全・補修記録
 - 定修時（オーバーホール）の記録(回転機内部の状況など)
 - 予備品交換履歴、予備品の在庫状況・入手性
 - 運転員・保全員のコメント
- ◇ 検査
- 現状の性能データを、設計時の性能曲線にプロットし、設計時からの性能の変化の有無を確認します（評価シートの作成）。
 - 顕著な性能低下が認められる場合、当該機器の状況を正確に確認・評価するために、必要に応じてベンダーSVを招聘します。
- ◇ 現地調査
- 評価シートを受領後、当社およびベンダーSVによる現地調査によって、機器の実際の状況を観察します。
 - 現地調査では運転員・保全員に、懸念事項やトラブルなどについてインタビューします。
- ◇ 継続運転可否
- 現状の性能と運転条件を確認します。
 - 機器の性能が許容範囲内と判断された場合、当該機器は継続運転可能と判断します。
 - 機器の性能が許容できないと判断した場合、当該機器の更新または改善を検討します。
 - 機器の更新や改善が必要な場合、ベンダーの運転マニュアルを参照します。より適切な評価を行うために、ベンダーの助力を依頼する場合があります。
- ◇ 評価
- 検査ならびに余寿命評価の結果に応じて、対処の必要性に応じて評価クラスを定義します。加えて、それぞれの評価クラス（更新、補修、対処不要、等）とした理由を記載します。
 - Class A： ただちに更新が必要
 - Class B： ただちに補修が必要
 - Class C： 適切な時期までに補修が必要
 - Class D： 日常点検による監視を継続

● 配管

- 調査の概要
 - ◇ 検討のために必要となる主な図書類
 - 配管材料仕様書
 - プロットプラン

- 配管図
 - アイソメ図
 - その他設計基準（保温、塗装、等）
 - 配管肉厚測定記録（履歴）
 - その他、配管関連で実施した検査の記録
- ◇ 調査対象の例
- 配管肉厚、および溶接品質
 - 配管外面の状況
 - バルブ
 - フランジ接手
 - サポートの状態
 - 特殊配管材
 - 伸縮接手
 - スチームトラップ
 - フレキホース
 - その他
- ◇ 評価
- ステップ-1： 配管および配管系構成部材の余寿命は、過去および現在の検査記録を用いて評価します。
 - ステップ-2： お客様の基準および余寿命評価結果に基づき、配管および配管系構成部材の交換要否を判断します。

● 計装および制御システム

- 調査の概要
- ◇ 検討のために必要となる主な図書類
- 基本設計図書・データ
 - プロットプラン
 - P&ID
 - 計装インデックス
 - 制御システム構成図
 - 計装品の製作図・据え付け図
 - メンテナンス手順書、保全記録
 - 予備品在庫リスト
- ◇ 評価項目の例
- 旧式化の影響の有無
 - 制御システムのハードウェア・ソフトウェア
 - 現場計測機器

- 腐食による影響の有無
 - 現場制御盤、分析計建屋
 - ケーブルトレイ、コンジット、ジャンクションボックス、スタンション、チュービング、サポート材、等（外気・雨水・日照・海風等に長期間晒されるもの）
 - 配管内計装品、制御弁(トリムやボディ)、温度計等、腐食性流体に晒される部分
 - キャビテーション、フラッシング、個体などにさらされる制御弁のトリムの摩耗
- ☆ 調査結果に基づく評価は、以下のように評価クラスを分類します。
- Class A： 更新が必要（近い将来に劣化が進み、プラント全停の原因となる可能性あり）
 - Class B： 大掛かりな対処が必要（近い将来に劣化が進み、プラントの部分停止の原因となる可能性あり）
 - Class C： マイナーな対処が必要（近い将来に劣化が進み、運転に影響が出る可能性あり）
 - Class D： 日常点検のみ必要
 - Class E： 追加調査・検討が必要

● 電気機器・設備

➢ 調査の概要

- ☆ 検討のために必要な図書類は以下の通りです（必要に応じて追加）。
- 電気設計基本条件
 - プロットプラン
 - 電気室機器配置図
 - 電気負荷スケジュール
 - 単線結線図（Single Line Diagram）
 - 危険場所区分図および使用防爆構造
 - 保護継電器の設定と保護協調の検討資料
 - メンテナンス手順書および保全記録
 - 予備品在庫リスト
- ☆ 調査対象となる機器等は以下の通りです（必要に応じて追加）
- 開閉器盤
 - 油入変圧器
 - モーター
 - ケーブル
- ☆ 調査結果に基づく評価は、下表のように評価クラスを分類します。
- Class 1： 定修時での更新が必要

- Class 2： 定修時に大掛かりな改善・補修が必要
- Class 3： 適切なタイミングでマイナーな改善・補修が必要
- Class 4： 日常保全・点検のみ必要

● 土木・建築

- 本格調査開始前に、簡易調査を行うことをお勧めします。
- 簡易調査は、お客様からの図書等の情報のレビューを基本とし、以下の情報を含みます。
 - ◇ 設計条件
 - ◇ 現在の状況
 - ◇ 構造物に影響を与える特記すべき環境条件（潜在劣化の可能性）
- 基本的な図書類
 - ◇ 構造計算書
 - ◇ As-built 図面
 - ◇ 現場状況（地域、地理的条件、気象条件）
 - ◇ 設計仕様（適用規格基準、材料仕様、設計条件、設計荷重、設計図書）
 - ◇ 建設・工事記録
 - ◇ 過去の調査記録
 - ◇ 補修・改造履歴
 - ◇ 事故・災害等の履歴
- 調査の概要

	鉄骨構造物	コンクリート構造物	一般構造物 (*1)
目視検査	表面状態、割れ、変形、部材の欠落、ボルトナットの欠落、塗装状態、耐火材の状態、等	表面状態、割れ、剥離、圧縮破壊、さび色、変形、等	排水設備（詰まり、漏れ、等） 舗装（過度な変形や傾き、割れ、ライニング・コーティングの欠落、等）
お客様へのヒアリング	<ul style="list-style-type: none"> • 日々の点検から変化が疑われる場所 • 特定の運転条件における音や振動の有無 • 特定の運転条件における過度な変形の有無 • 通常運転および特殊な運転時の鉄骨構造物の問題の有無 • 上記問題の履歴 		-
非破壊検査	非破壊検査 肉厚測定：摩擦力が継続的に負荷される箇所は、鉄骨の減肉が懸念されるため、目視検査とあわせて肉厚測定が望ましい。	非破壊検査 ・ コンクリートの状態 シェットハンマーテスト、ハンマリング、超音波パルス速度試験 / インパルス波試験、赤外線カメラによる内部欠陥調査 ・ 鉄筋腐食の有無 カパーメーター、自然電位法、抵抗測定、電磁誘導法、X線検査	-
サンプリングテスト & 詳細調査	詳細調査 ・ 直接荷重を受ける構造物 疲労耐性(特に接合部)、ボルトナットの緩みや変形 ・ ボルトナットの変形 硬さ試験(ロックワッシャー、ワッシャー、ワッシャー)、金属組織検査、引張強度・降伏強度測定 ・ 火災などの高温被災履歴がある場合、高強度ボルトの状態も確認	サンプリングテスト ・ コンクリートの状態 コアテスト ・ 鉄筋腐食の有無 中性化試験、塩化物イオン含有量試験、鉄筋の特定	詳細調査 ・ 排水設備 目視検査(カメラ)、漏水試験、地下水/土壌分析 ・ 舗装 ロードベース荷重試験、舗装材のサンプリング

(*1) 一般構造物：排水設備、舗装

- 評価
 - ◇ 構造物の評価はプロジェクトごとに異なる条件に応じて実施します。
 - ◇ 土木建築構造物の調査は、基本的に目視検査とヒアリングとなります。
 - ◇ これらの調査結果に基づき、以下の項目を含むレポートを作成します。
 - 劣化度合いの判定
 - 劣化原因の推定

- 劣化進行度合いの推定
- 補修必要性の判定
- 強度解析の必要性
- 補修・補強案のコンセプト

● 防消火システム

- 継続操業調査は、防消火設備の法律への適合性を確認できるだけでなく、アップグレードする機会となります。
- 評価対象は以下の通りです（必要に応じて追加）
 - ◇ 消火ポンプと消火配管ネットワーク
 - ◇ 水噴霧散水設備／散水設備
 - ◇ 泡消火設備
 - ◇ 移動式消火設備
 - ◇ ガス消火設備
 - ◇ 火災・ガス検知システム
- レビュー対象となる図書は以下の通りです。
 - ◇ 設計思想
 - ◇ 設計仕様
 - ◇ 図面類（圧力損失計算、配置図、P&ID 等）
 - ◇ データシート
 - ◇ 製作図
 - ◇ その他
- 現地調査
 - ◇ 防消火システムの状況は現地調査により確認します。
- 評価
 - ◇ レポートに含まれる提出物は以下の通りです。
 - 現地調査レポート
 - 設計思想・設計仕様のレビュー結果
 - 既設防消火設備の撤去プラン
 - 追加設備・撤去設備の P&ID 計画
 - 追加設備・撤去設備の配置図計画
 - 追加防消火システムに関するデータシート

■ 調査結果の評価とレポート

- 検討結果に基づき、評価対象設備の継続運転可否、必要に応じて機能回復措置のご提案を検討いたします。

表1 装置・設備ごとの評価内容の例

対象	評価内容の例
共通	<ul style="list-style-type: none"> ・図書・記録類のレビュー ・現地調査（機器・設備の状況、保全員・運転員の方々へのヒアリング）
プロセス	<ul style="list-style-type: none"> ・現状の運転・分析データに基づく、マテリアル・熱バランスの推定 ・現状の機器性能の、設計条件との比較（反応器、蒸留塔、熱交換器、加熱炉、回転機）
機器（圧力容器・熱交換器）	<ul style="list-style-type: none"> ・劣化モードの特定 ・肉厚測定結果による余寿命評価（全面減肉モードの場合）
機器（加熱炉）	<ul style="list-style-type: none"> ・劣化モードの特定 ・加熱炉管の損傷評価（余寿命評価） ・その他構成部位品の状態・損傷評価
機器（回転機）	<ul style="list-style-type: none"> ・劣化モードの特定 ・設計時性能曲線との比較（設計時からの性能の変化の有無）と継続運転可否評価 ・必要に応じてベンダーSVの招聘。
配管	<ul style="list-style-type: none"> ・劣化モードの特定 ・検査記録による余寿命評価（配管肉厚、および溶接品質、配管外面の状況、バルブ、フランジ接手、サポートの状態、殊配管材、伸縮接手、スチームトラップ、フレキホース、その他）
計装・制御システム	<ul style="list-style-type: none"> ・劣化モードの特定 ・旧式化の影響の有無（制御システムのハードウェア・ソフトウェア、現場計器） ・腐食による影響の有無（現場制御盤、分析計建屋、外気・雨水・日照・海風等に長期間晒されるもの、腐食性流体に晒される部分） ・キャビテーション、フラッシング、個体などにさらされる制御弁のトリムの摩耗
電気	<ul style="list-style-type: none"> ・劣化モードの特定 ・プラント停止への影響度調査 ・電力系統解析
土木建築	<ul style="list-style-type: none"> ・基本調査（目視検査、保全員・運転員の方々へのヒアリング） ・詳細調査（鉄骨およびコンクリート構造物、排水、舗装についての現地調査）
防消火システム	<ul style="list-style-type: none"> ・図書レビューと現地調査 （消火ポンプと消火配管ネットワーク、水噴霧散水設備/散水設備、泡消火設備、移動式消火設備、ガス消火設備、火災・ガス検知システム）