

火力原子力発電技術協会 大学講座

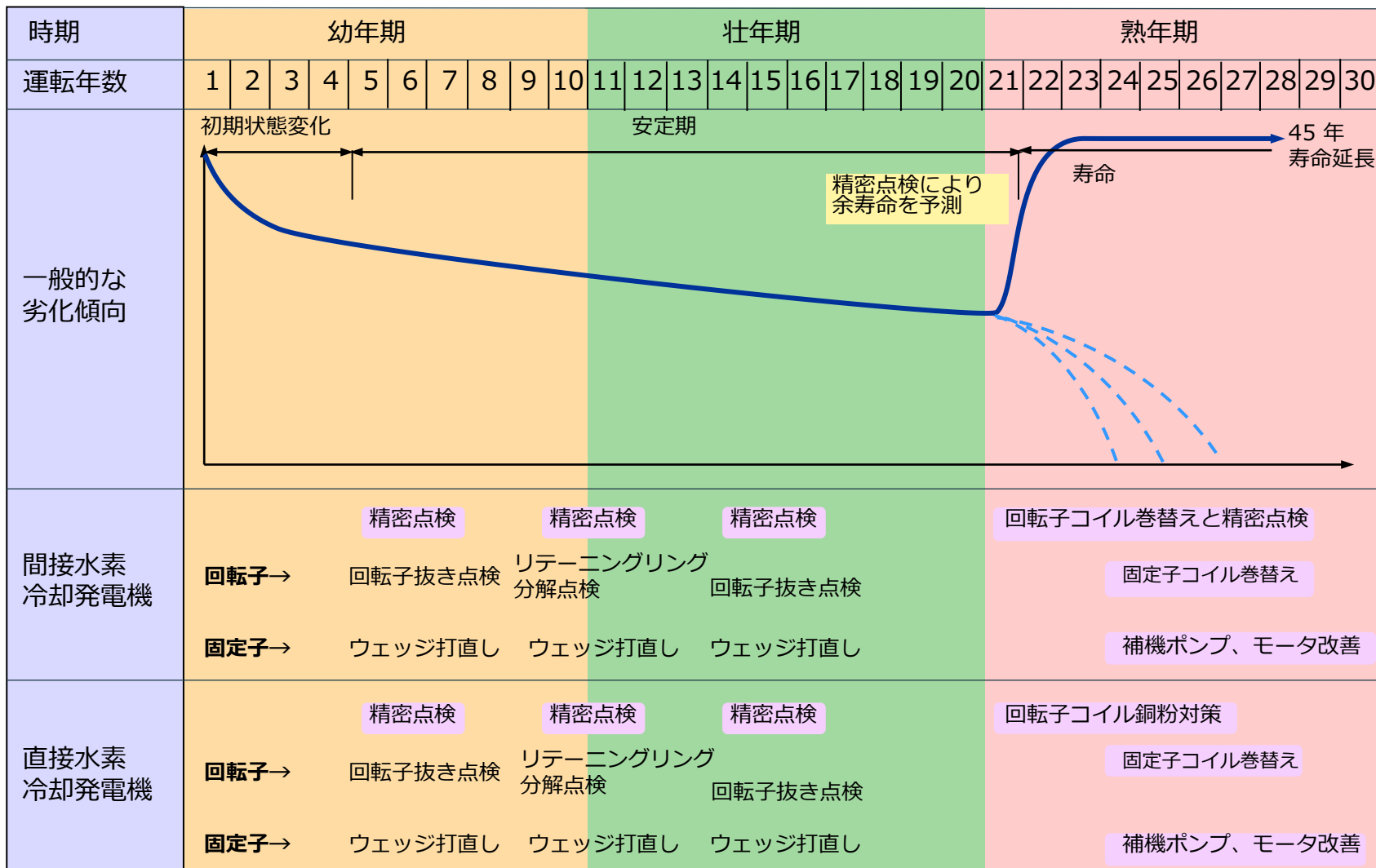
タービン発電機の予防保全と近年の技術動向

2022年6月18日
仙波 章臣

三菱重工業株式会社

長期的な保守計画の考え方

機械の劣化と運転計画を考え、適切なタイミングに、余裕をもって保守していくことが重要



固定子の一般的な点検項目と方法

No.	部位	劣化事象	劣化要因	点検方法	保全内容
1	固定子巻線	直接水冷却巻線の漏洩と詰り	<ol style="list-style-type: none"> 1) 運転中、停止中の化学反応 2) 腐食 3) 負荷変化 	流量測定	<ol style="list-style-type: none"> 1) 漏洩部部分補修 2) 逆洗ワッシング、溶存酸素制御 3) 新ろう付法を適用した巻線に更新
		絶縁表面状態	<ol style="list-style-type: none"> 1) 温度 2) 起動停止回数 3) 負荷変化 4) 運転時間 5) 電磁振動 6) 湿気と塵埃 	目視点検 絶縁診断	<ol style="list-style-type: none"> 1) 清掃 2) 部分補修 3) 余寿命診断 4) 巻線更新
		巻線端部固定部の緩み	<ol style="list-style-type: none"> 1) 温度 2) 起動停止回数 3) 運転時間 4) 負荷変化 5) 電磁振動 6) 異常運転 	目視点検 打音点検	<ol style="list-style-type: none"> 1) 清掃 2) 巻線端部入パースの部分補修 3) 巻線端部再固定 4) 余寿命診断 5) 巻線更新
2	固定子ウエッジ	ウエッジの緩み	<ol style="list-style-type: none"> 1) 起動停止回数 2) 電磁振動 3) 枯れ 4) 汚れと湿気 	目視点検 打音点検	<ol style="list-style-type: none"> 1) ウエッジ打直し
3	固定子鉄心	絶縁ワスの劣化と緩み	<ol style="list-style-type: none"> 1) 温度 2) 運転時間 3) 異常運転 4) 湿気 	目視点検 EL-CID, コアルプ 試験	<ol style="list-style-type: none"> 1) 劣化傾向データによる余寿命診断 2) 部分補修 3) 鉄心更新

固定子の点検は、定期的に各部位毎に劣化状況を確認し、保全内容を検討

No.	部位	劣化事象	劣化要因	点検方法	保全内容
1	シャフト中心孔	低サイクル疲労	1) 起動停止回数	UT, MT, VI	1) クラック除去
2	シャフト軸受部	ねじり疲労	1) 系統事故トルク 2) 短絡事故トルク 3) 異常振動	MT, PT	1) 適切な時期に加工
3	スロット歯部	疲労、クリープ、クラック	1) 起動停止回数 2) 電蝕	PT, HT, MT ECT	1) 損傷部位の部分除去 2) 電蝕を減らす改善
4	回転子ウィッジ	疲労、クリープ、クラック	1) 起動停止回数 2) 電蝕	PT, HT, UT MT	1) ウィッジの部分補修 2) ウィッジ更新 3) 形状改善
5	リテニングリング	応力腐食割れ	1) 湿度、化学物質 2) 過熱	PT, UT	1) クラックの部分除去 2) 18Mn-18Cr 材リングへ更新
6	巻線、絶縁	巻線端部変形、 トップターン破断	1) 起動停止回数 2) 運転時間	VI	1) インドコイル部分補修 2) トップターン構造改善
		スロットアーマ、 ターン絶縁 経年劣化	1) 起動停止回数 2) 運転時間	VI, 絶縁測定	1) 絶縁部分補修 2) 絶縁全面更新 3) 絶縁の余寿命診断
7	コルカタリング	ブラシ摺動面磨耗	1) 運転時間 2) 塵埃、化学物質	DI, HT	1) 修正加工 2) 更新 3) 定圧型ブラシホルダに更新

点検方法のシンボル

PT : 浸透探傷検査

MT : 磁粉探傷検査

UT : 超音波探傷検査

ECT : 渦流探傷検査

DI : 寸法検査

VI : 目視点検

HT : 硬度測定

各部位毎の劣化状況確認結果を受けて、保全内容を決定

増力(容量UP)、高効率化

既設の原動機・発電機を改造して増力や効率向上するニーズあり

詳細エンジニアリングにより、増力、高効率化の制約となる部品を特定



最新技術を適用して、その部品を更新または改造



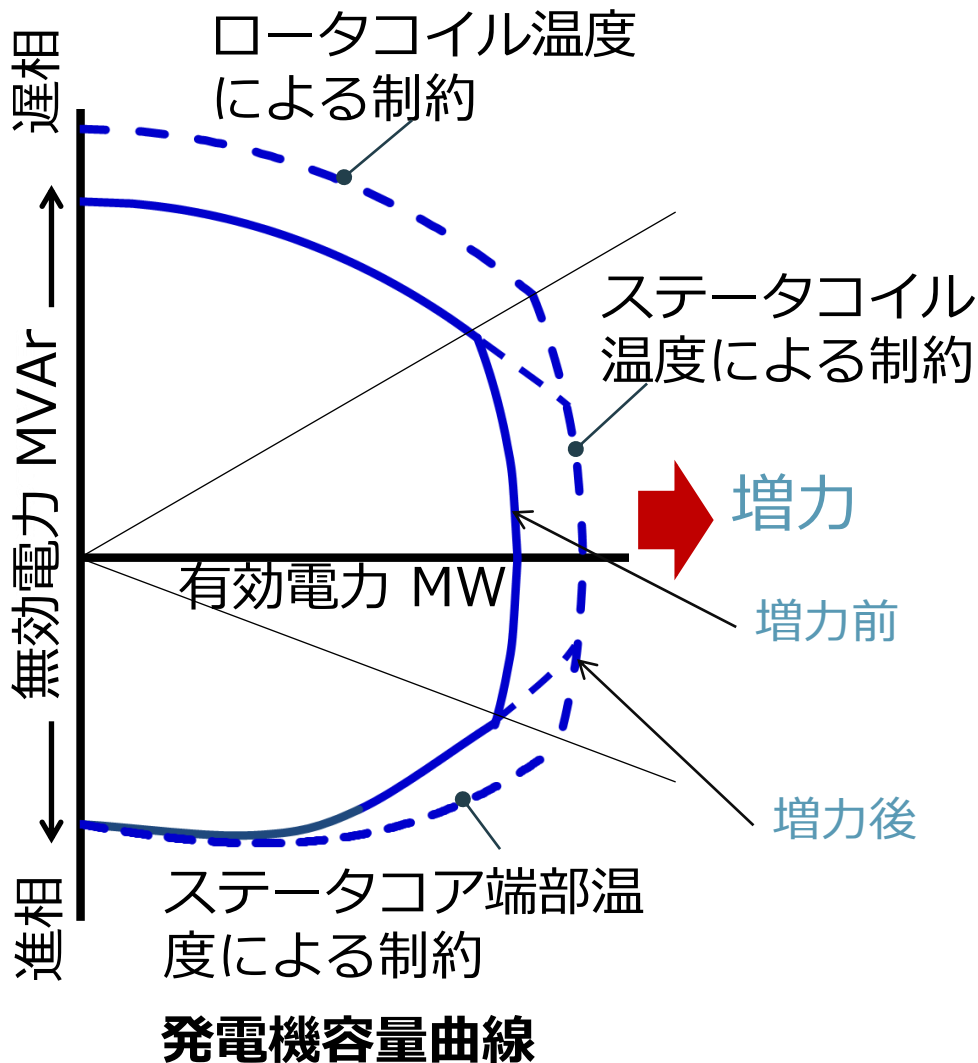
損失低減、冷却向上



増力 / 高効率化

増力の目安

- ・ コイル更新 : 5 ~ 10%
- ・ 発電機換装 : ~ 20%



タービン発電機に関する新しい規格化の動き

1. 製品の技術情報、データシート、銘板情報をクラウドに載せる規格
 - 従来の紙媒体・実銘板から電子データへの変換により、生産者・使用者が変わっても、情報の取り出しが容易になる。
 - IEC 60034-1(Ed.14)では銘板項目の電子情報化やQRコード使用も言及

➡ **欧米の流れが国内にも波及する。クラウド管理の継続性の問題あり。**
2. タービン発電機のレヤショートに関する規格
 - レヤショート測定方法、測定器具、判定値等の規定 (or ガイドライン)
 - 様々なタイプの発電機に対して、包括的に規定できるかがカギ

➡ **各ユーザ、メーカーの規定値・判定値の変更が予測される。**
3. タービン発電機の各部状態の評価と予防保全に関する規格化
 - 固定子・回転子巻線に加えて、ウェッジ、軸受、クーラ等の構成物の経年状態を数値化 (クラス分け)
 - クラス分け毎に予防保全メニューを示唆

➡ **各ユーザ、メーカーの予防保全計画・メニューの変更が予測される。**

いずれも2024年以降に規格化される可能性あり。

ICT (Information and Communication Technology) を使ったサービスが普及

(Industry 4.0、Digital Twin、Society 5.0の呼称と共に広まった)

発電所向けには以下をタイムリーに提供できる

- ✓ 運用・メンテナンスの最適化
- ✓ 発電所運用効率の向上
- ✓ フレキシブル運転の提案

ICT技術
(IoT、AI)



火力発電を構成する
機器の物理モデル



性能・運用の
最適化

データを処理 (機械学習、分析)

物理モデルで予想・診断

