

防災用自家発電設備の経年劣化調査(10)

経年劣化が自家発電設備に与える影響

長期間設置されていた自家発電設備の実機調査結果にて顕在化された経年劣化により想定される自家発電設備の不具合及び調査では顕在化されなかったが、経年劣化により発生する可能性がある自家発電設備の不具合について、要因分析 (FTA) を実施しました。

要因分析は原動機 (ディーゼル機関、ガス機関、ガスタービン)、発電機、制御装置及び始動装置等の経年劣化による発電機能喪失事象に対する不具合要因を洗い出しました。また、経年劣化により不具

合を引き起こす要因が、自家発電設備の部品や機器及びそれらのいずれの部位で発生するかを内協発行の「非常用自家発電設備保全マニュアル」の保全区分に従いまとめました。

1. 経年劣化により発電機能喪失となる要因

経年劣化による発電機能喪失の要因分析を実施し、その結果の一部として図1に自家発電設備機能喪失要因分析全体構成図を示します。

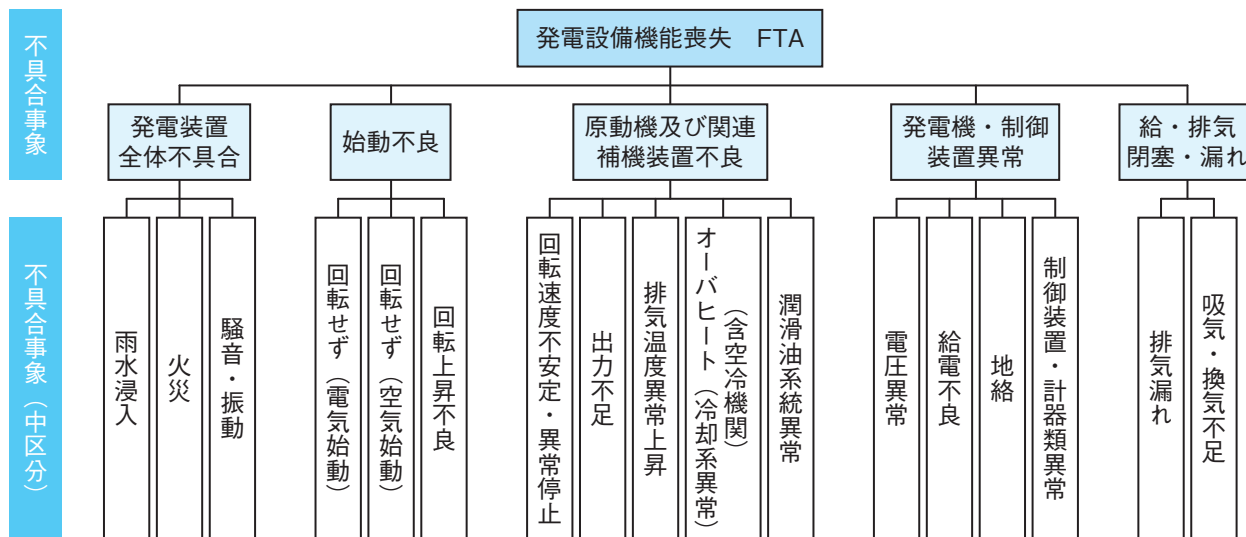


図1 自家発電設備機能喪失要因分析全体構成図

経年劣化調査では更に不具合事象を小区分に展開し、それぞれの不具合に対する詳細な要因を分析しています。また、解析の結果として得られた69件の発電機能喪失不具合事象に対して77項目の不具合要因が抽出されましたが、その関係をマトリクスとして整理しました。

結果の一部を表1. 自家発電機能喪失不具合事象と不具合要因関係に示します。

要因分析結果から、例えば発電機能喪失を引き起こす事象が、自家発電設備の機能不良であったとしても、その要因は、原動機内部の故障に始まり、発電機内部異常、燃料系統異常、検出系統異常、始動系統異常等様々であることを明確にしました。

経年劣化による発電機能喪失事象を防止するためには全ての要因に対して点検し、不具合が発生する

表1 自家発電機能喪失不具合事象と不具合要因関係

装置区分		不具合事象 (大分類)		発電装置全体不具合													
		不具合事象 (中分類)		雨水浸入		火災		騒音・振動									
		不具合事象 (小分類)	不具合事象 (詳細)【経年劣化内容】	キユービクル破孔	扉・接続部からの漏えい	可燃性流体漏えい	電気系統短絡	小動物等侵入	防火ダンパー作動不良	煙道爆発	防振装置異常	構造体強度・剛性不足	アンカーボルト固定力低下	防音機能低下	回転系装置異常		
自家発電装置・付属装置	付番	1	吸換気経路の汚損・腐食・破損・故障等														
	2	塗膜剥離・発錆等による破孔	✓														✓
	3	防護網の腐食・破損						✓									
	4	防水シール類劣化	✓	✓													
	5	防振ゴム劣化・変形・ばねへたり												✓			
	6	発錆・減肉による強度低下															
	7	継手プレート破損・ゴム継手亀裂															
	8	固定ボルト緩み・劣化															
	9	基礎歪み・コンクリート割れ															
	10	防音材劣化・脱落															

兆候などに対して部品交換を含む適切な整備を行う必要があります。

2. 代表的な経年劣化により引き起こされる不具合事例

今回の経年劣化調査で確認された経年劣化及び今回の調査では確認できなかったが想定される経年劣化が放置された場合、どのような不具合事象が引き起こされるかについて、代表的な経年劣化による不具合事例を以下に示します。

2.1. 自家発電設備

- ①キュービクルの腐食・破孔
雨水、塵埃の浸入によって原動機および制御機器、電子機器損傷による発電機能喪失
原動機・発電機表面の塵埃付着・発錆
- ②アンカーボルト固定部の腐食、ボルトの腐食・破損、共通台板の腐食
耐震性の低下、剛性・強度低下
- ③防振ゴムの硬化・亀裂
異常振動による原動機並びに配管等の損傷

2.2. 原動機（ディーゼル機関、ガス機関、ガスタービン）

(1) 冷却水、燃料、潤滑油の劣化等

- ①冷却水接触部位の発錆、スケール堆積（水冷ディーゼル機関、ガス機関）による放熱不良によりオーバヒート
- ②燃料フィルタの目詰まり
燃料流量不足で出力不足
- ③潤滑油劣化
摺動部等の異常摩耗、焼き付き、ベアリングの異常摩耗

(2) 材料物性値の経年劣化、発錆、塵芥、汚損等

- ①ラジエータフィン目詰まり
放熱不良等によるオーバヒート
- ②配管等破孔による流体の漏洩
漏れ量増加で運転継続不能。特に燃料、潤滑油漏れは火災原因となる
- ③調速機の調速機能悪化、リンクの作動不良
周波数不安定、原動機の過回転または回転速度不足発生
- ④Vベルトすべり（ディーゼル機関、ガス機関）
冷却水ポンプ回転不良又は停止によりオーバヒート
- ⑤コンプレッサ翼、タービン翼汚れ
ディーゼル機関、ガス機関の過給機、およびガスタービンのコンプレッサ翼、タービン翼の汚損で効率低下し出力低下

(3) 燃料噴射系、燃焼系

- ①燃料噴射装置に関する機能不良
出力不足、吐煙悪化
- ②燃焼器ライナ等の破損・焼損（ガスタービン）
燃焼不安定性で出力不足、吐煙悪化

(4) 吸排気系統

- ①吸排気系に関する機能不良

- 排気圧力損失、背圧増大による出力不足
- ②長時間無負荷運転、低負荷運転
排気系統への未燃燃料貯留（ディーゼル機関）

2.3. 発電機

- ①発電機内部の塵埃等の付着
巻線の絶縁が低下し、地絡や短絡、閃絡が発生
- ②絶縁劣化
層間短絡が発生し、巻線が異常過熱
- ③軸受の損傷
潤滑油やグリースの変質で軸受け固着

2.4. 制御装置

(1) 遮断器・開閉器の動作不良

- ①操作機構の異常
給電不能や事故時の保護不能
- ②変圧器・計器用変成器の絶縁不良
保護装置や検出器の不要動作や不動作等
- ③AVR故障・特性不良、その他制御装置や保護継電器故障
規定電圧維持不能他、制御機能喪失
- ④配線類の劣化、端子の緩み
端子部の過熱や電気信号の不導通により、制御回路が不作動

2.5. 始動装置（始動用蓄電池設備）

(1) 始動用蓄電池

- ①サルフェーション現象（硫酸鉛の析出）
蓄電容量減少、放電電流現象
- ②充電器の故障
充電不足あるいは過充電等により蓄電池が損傷
- ③電解液の液面低下
液面低下で極板が露出し、蓄電池機能喪失

3. 防災用自家発電設備で経年劣化を発生する部位

経年劣化調査結果により発電機能喪失となる不具合要因と、自家発電設備の装置や部品には密接な関係があることが判りました。

これにより、経年劣化により発電機能喪失となる不具合要因を点検で排除するためには、対象となる装置や部品毎の点検と部品交換を含む適切な整備を行うことが必要であることが判ります。

69項目の自家発電設備機能喪失不具合事象の要因となりうる可能性の高い順に不具合要因大区分13項目、および詳細区分77項目を順位づけ、発電機能喪失に至る不具合がどのような要因で発生するか調査しました。

電気関連部品で不具合要因となり得る可能性が高い始動電源（制御電源）の不具合、制御装置・配線劣化が生じると、様々な発電機能喪失不具合事象が発生します。また、原動機関係部品で不具合要因となり得る可能性が高い内部部品の劣化、冷却水系統の劣化（ディーゼル機関、ガス機関）が様々な不具合を引き起こす要因となります。

ほかにも端子ゆるみやケーブル損傷、蓄電池に関する不具合により様々な発電機能喪失不具合事象が発生することが判りました。