

自家発電設備の点検方法に関する改善(案)

1 原動機にガスタービンを用いる自家発電設備の負荷運転の対象除外

現行基準では、すべての自家発電設備は負荷運転を行わなければならないとされているが、原動機にガスタービンを用いるものについては、無負荷運転時においても、原動機にディーゼルエンジンを用いるものが定格出力の30%の負荷運転を行う場合と比較して機械的及び熱的負荷に差が見られず、また、排気系統等における未燃燃料の蓄積等もほとんど発生しないことから、負荷運転を実施すべき対象からは除外してはどうか。

2 負荷運転に代えて行うことができる点検方法（内部観察等）の追加

内部観察等による点検（シリンダ摺動面の内部観察、潤滑油や冷却水の成分分析等）は、外観点検や無負荷運転では確認することが難しい不具合事象又は無負荷運転を繰り返し行うことにより運転性能に支障となる可能性があるとして指摘されている事象について、30%負荷運転と同水準で確認、対処等することが可能であることから、当該点検を負荷運転に代えて行うことができる点検方法として追加してはどうか。

3 負荷運転及び内部観察等の点検周期の延長

現行基準では、負荷運転は年に1回実施することとされているが、30%負荷運転により確認できる不具合事象を発生する部品の推奨交換年数、無負荷運転を繰り返しを行うことにより運転性能に支障となる可能性があるとして指摘されている事象の発生頻度等を踏まえ、運転性能の維持に係る予防的な保全策が講じられている場合は、負荷運転及び内部観察等による点検について6年ごとに行うこととしてはどうか。

4 換気性能点検の負荷運転時から無負荷運転時等における実施への変更

現行基準では、負荷運転実施時に併せて室内温度を確認することとされているが、換気性能点検については、自然換気口の作動状況や機械換気装置の運転状況を確認することが適当であることから、半年に1回の無負荷運転時や外観点検時に確認することとしてはどうか。

自家発電設備の点検方法に関する改善(案)

1 原動機にガスタービンを用いる自家発電設備の負荷運転の対象除外

○原動機にガスタービンを用いる自家発電設備の無負荷運転時は、ディーゼルエンジンを用いる自家発電設備の30%負荷運転時と機械的負荷及び熱的負荷は同程度。

【ディーゼルエンジン】

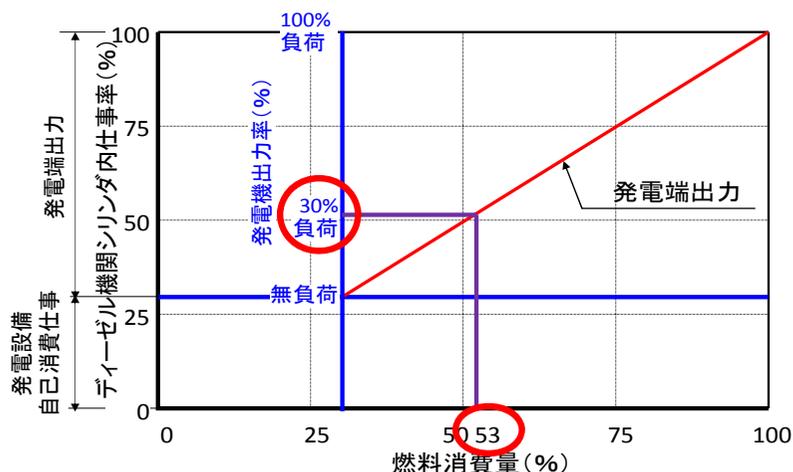


図1 ディーゼル発電設備 燃料消費量と発電端出力の関係

【ガスタービンエンジン】

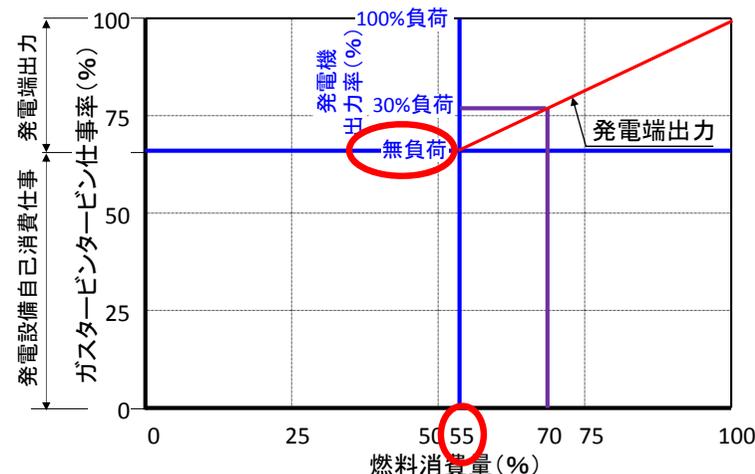


図2 ガスタービン発電設備 燃料消費量と発電端出力の関係

○ (一社)日本内燃力発電設備協会が行った長時間無負荷運転試験の結果でも、36時間無負荷運転(18年間に相当)を行った後の自家発電設備の状況について、各部品に軽微な汚れやカーボンの付着が見られたものの、性能・機能に異常を与えるものではなく、また、部品に損傷などの異常もなかった。

原動機にガスタービンを用いる自家発電設備については、負荷運転を実施すべき対象からは除外してはどうか。

自家発電設備の点検方法に関する改善(案)

2 負荷運転に代えて行うことができる点検方法（内部観察等）の追加

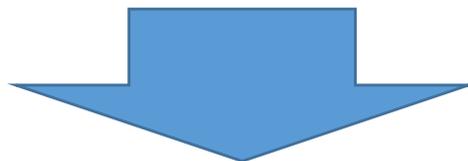
- 負荷運転は、自家発電設備の全構成部品の不具合の有無を総合的に確認することができる点検であるが、外部の不具合事象については半年に1回の外観点検により概ね確認可能であり、内部の不具合事象についてもその多くが無負荷運転により、確認可能。
- これらの外観点検や無負荷運転によっては確認が困難である不具合事象等について列挙し、当該各不具合事象等を30%負荷運転と同等水準で確認・対処等できる点検方法について、下表のとおり整理。

不具合事象	負荷運転で検出可能な不具合事象の要因	負荷運転に代わる点検方法	不具合検出手段	点検対象となる部品	非常用用途における点検対象部品の寿命
異常な振動	内燃機関内部の部品の損傷及び干渉により発生する振動	①シリンダ摺動面の内部観察	●シリンダ摺動面の目視点検で検出可能	シリンダ、軸受け等の摺動部	推奨交換年数18年以上
不規則音	内燃機関内部の部品の損傷及び干渉により発生する打音	④潤滑油の成分分析	●潤滑油金属成分分析で検出可能		
発熱 冷却水温異常高 (冷却装置機能不良)	内燃機関内部の熱交換部位スケール堆積に起因する熱伝達不良、発錆により内部機能部品損傷し発熱	⑤冷却水の成分分析	●冷却水分析にて劣化兆候を検出可能	熱交換器、燃焼により高温となり冷却水にて冷却を必要とする部位(潤滑油冷却器等)	放熱部位推奨交換年数18年以上 冷却水、潤滑油温度を一定に保つ温調弁の推奨交換年数12年
潤滑油温度・冷却水温度が指定値以上	ラジエータ等の熱交換器内部スケール堆積による熱伝達低下等による発熱			ラジエータ	状態基準による保全
発熱 排気温度異常高 (燃焼空気不足)	燃焼に必要な空気量不足	②過給器コンプレッサ翼、タービン翼の内部観察	●過給器コンプレッサ、タービンの分解点検	コンプレッサ翼、タービン翼	コンプレッサ、タービン推奨交換年数18年以上
発熱 排気温度異常高 (燃料噴射系不良)	燃料噴射装置機能不良により異常燃焼	⑥燃料噴射弁等の動作確認	●燃料噴射弁噴霧試験及び噴射圧力試験	燃料噴射系部品	燃料噴射弁推奨交換年数6～8年
発熱 排気温度異常高 (空気冷却器劣化)	吸入空気温度が高い	⑤冷却水の成分分析	●冷却水分析にて検出可能	空気冷却器	推奨交換年数18年以上

自家発電設備の点検方法に関する改善(案)

(無負荷運転を繰り返すことによる運転性能への影響)

不具合事象	負荷運転で検出可能な不具合事象の要因	負荷運転に代わる点検方法	不具合検出手段	点検対象となる部品類	非常用用途における点検対象部品類の寿命
無負荷運転を繰り返すことにより、排気管等内壁に未燃燃料や燃焼残さ物がたい積	負荷運転を行うことにより、付着した未燃燃料等の除去が可能	②過給器コンプレッサ翼、タービン翼の内部観察 ③排気管の内部観察 ⇒異常が確認されれば、未燃燃量等を除去	●排気ダクト、排気管等の内部点検で検出可能	排気系部品	
無負荷運転を繰り返すことにより、未燃燃料がシリンダライナ等に付着することで、潤滑油の動粘度が低下		④潤滑油の成分分析 ⇒異常が確認されれば、潤滑油を交換	●潤滑油の動粘度分析で検出可能	潤滑油	



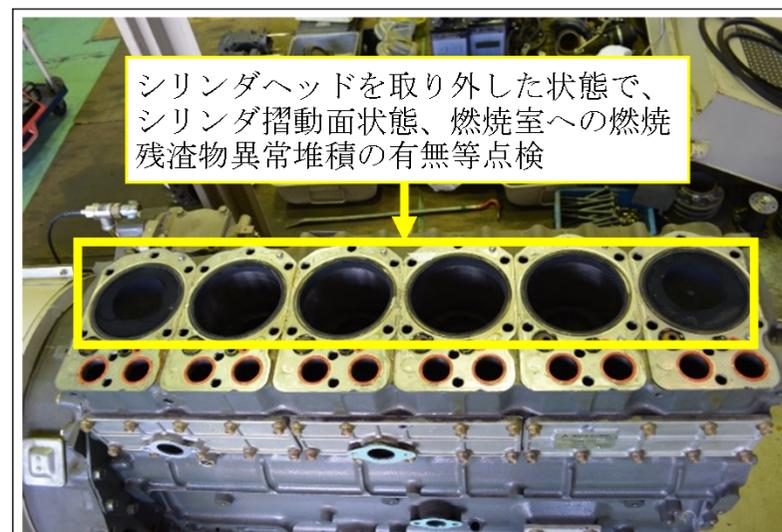
内部観察等による点検(表中①～⑥の点検)を負荷運転に代えて行うことができる点検方法として追加してはどうか。

自家発電設備の点検方法に関する改善(案)

○ 内部観察等

- ① シリンダ摺動面の内部観察
- ② 過給器コンプレッサ翼及びタービン翼の内部観察(過給器コンプレッサ等を有するものに限る。)
- ③ 排気管の内部観察
- ④ 潤滑油の成分分析
- ⑤ 冷却水の成分分析
- ⑥ 燃料噴射弁等の動作確認

① シリンダ摺動面の内部観察



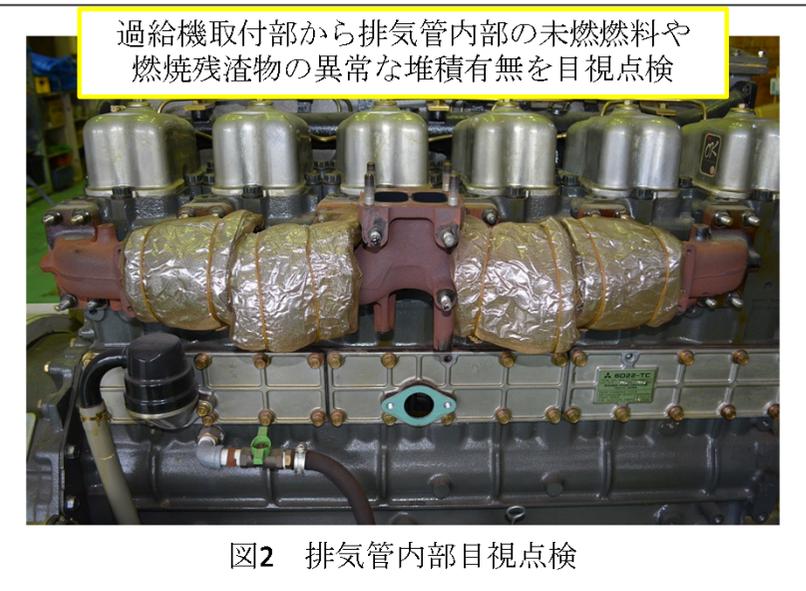
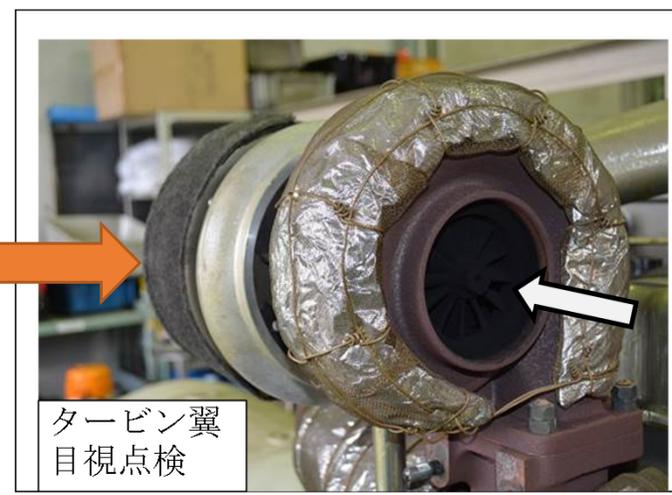
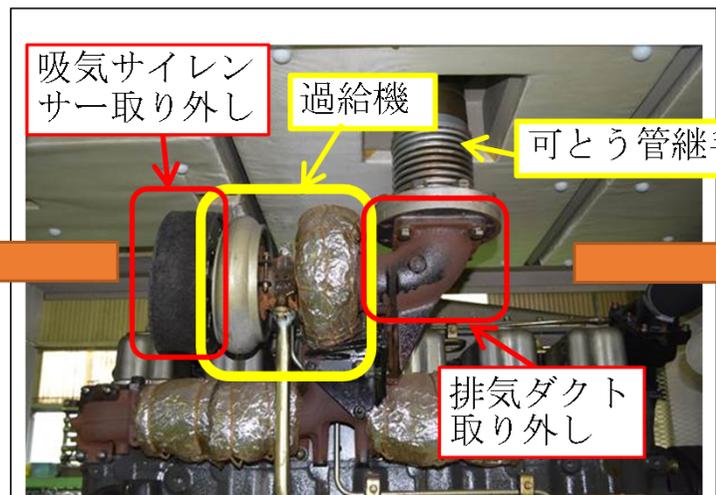
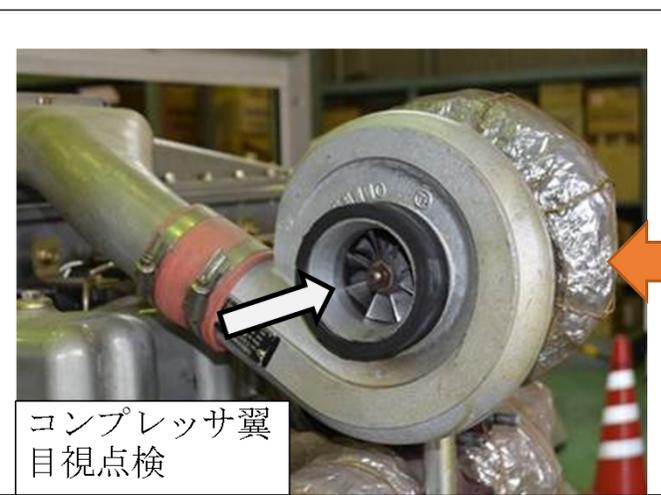
- ・シリンダヘッドを取り外して、シリンダ摺動面等の内部を確認する。
- ・燃料噴射弁を取り外して、取付穴から内視鏡を挿入し内部を確認する。

⇒シリンダライナ摺動面に運転に支障をきたす損傷や摩耗がないことを確認する。

自家発電設備の点検方法に関する改善(案)

②過給器コンプレッサ及びタービン翼の内部観察(過給器コンプレッサ等を有するものに限る。)

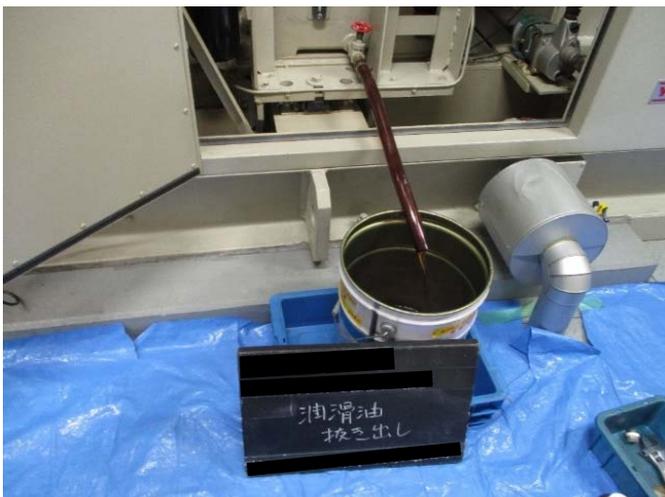
③排気管の内部観察



- ・過給機のサイレンサー及び過給機ダクトを取り外し、コンプレッサ及びタービン翼の内部を確認する。
⇒コンプレッサ翼及びタービン翼に運転に支障をきたす塵埃や燃焼残さ物のたい積のないことを確認し、損傷や欠損についても確認する。
- ・過給機を取り外した部分から排気管内部を観察する。
(過給機がない場合は、排気管出口の可とう管継手を外して内部を確認する。)
⇒排気管内部等が未燃燃料や燃焼残さ物で運転に影響を及ぼす水準となっていないことを確認する。
- ※ 異常があるときは清掃する。

自家発電設備の点検方法に関する改善(案)

④潤滑油の成分分析



⑤冷却水の成分分析



※ 写真は交換時のイメージであり、潤滑油及び冷却水を分析する際は少量で可能。

・オイルパン等から潤滑油を抜き取り、成分に異常がないことを確認する。
⇒「動粘度」、「酸価」、「塩基価」、「不溶解分」、「残留炭素分」、「金属成分」、「引火点」、「水分」等が製造者の指定値範囲内であることを確認する。

・ドレインコック等から冷却水を抜き取り、成分に異常がないことを確認する。
⇒「PH」、「全硬度」、「電気伝導率」、「蒸発残留物」等が製造者の指定値範囲内であることを確認する。

※成分分析の結果、指定値範囲外の項目があれば原因を調査し、必要な措置をとる。

自家発電設備の点検方法に関する改善(案)

⑥燃料噴射弁等の確認



- ・燃料噴射弁を取り外し、作動させて、噴射状態と噴射圧力を確認する。
 - ⇒燃料噴射弁の試験器を使用して、燃料噴射弁の開く圧力が製造者の指定値範囲であることを確認する。
 - ⇒噴射口に詰まりがないことと、燃料の噴霧状態が霧状に均一に噴射されていることを確認する。
 - ⇒燃料噴射弁先端から燃料の液だれがないことを確認する。
- ※異常がある場合は、燃料噴射弁が開くときの圧力の調整や、清掃等を行う。

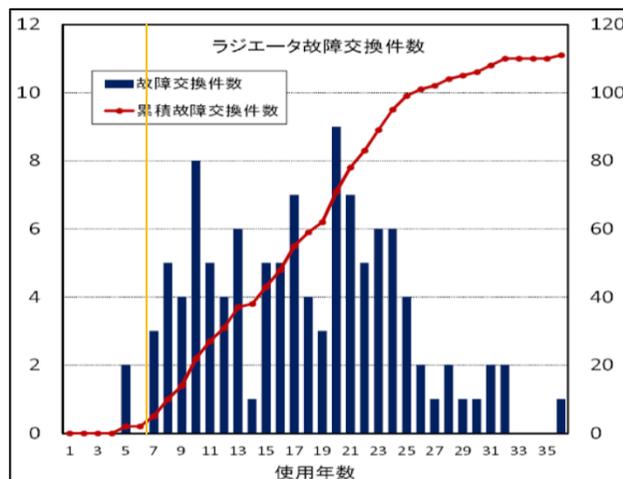
自家発電設備の点検方法に関する改善(案)

3 負荷運転又は内部観察等の点検周期の延長

- 経年劣化により機能喪失の要因となり得る主要構成部品(潤滑油及び冷却水は除く。)について、製造年から6年以内は負荷運転でしか検出できないような故障は発生していない状況。(Vベルト、ゴムホース等において、数件故障が発生しているが、いずれも無負荷運転や外観点検等により確認可能な内容であり、その発生頻度は低く、内容も軽微なものであった。)

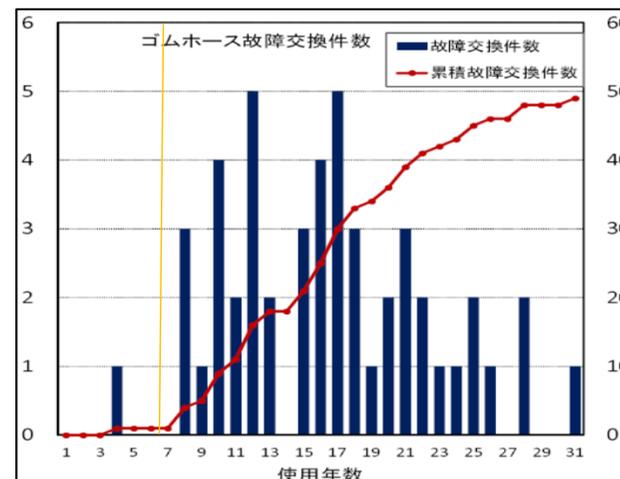
【ラジエータ】

- 冷却水漏れが5年目に2件発生しているが、いずれも無負荷運転等で確認可能なもの
- ⇒全故障件数のうち、使用年数6年以内の故障割合 1.8% (2件/112件)



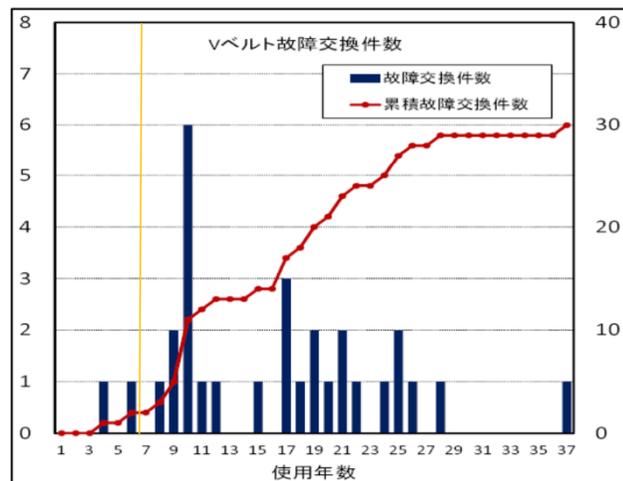
【ゴムホース】

- 冷却水漏れが4年目に1件発生しているが、無負荷運転等で確認可能なもの
- ⇒全故障件数のうち、使用年数6年以内の故障割合 2.0% (1件/49件)



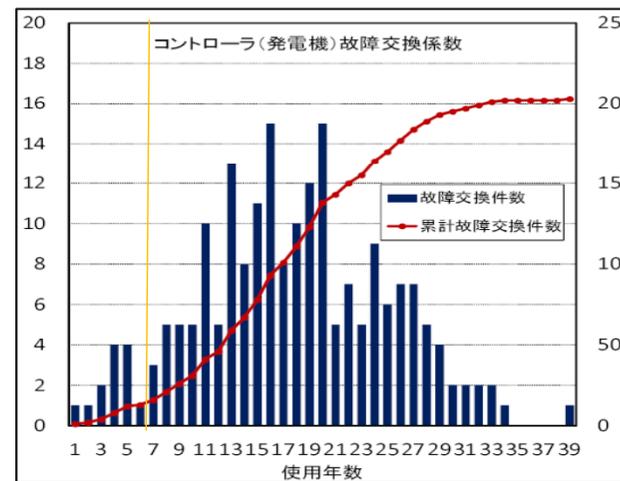
【Vベルト】

- 亀裂発生等が4年目に1件、6年目に1件発生しているが、いずれも無負荷運転等で確認可能なもの
- ⇒全故障件数のうち、使用年数6年以内の故障割合 6.6% (2件/30件)



【コントローラ】

- 制御回路の機能不良が6年以内で13件発生しているが、いずれも始動試験で確認可能なもの
- ⇒全故障件数のうち、使用年数6年以内の故障割合 6.4% (13件/203件)

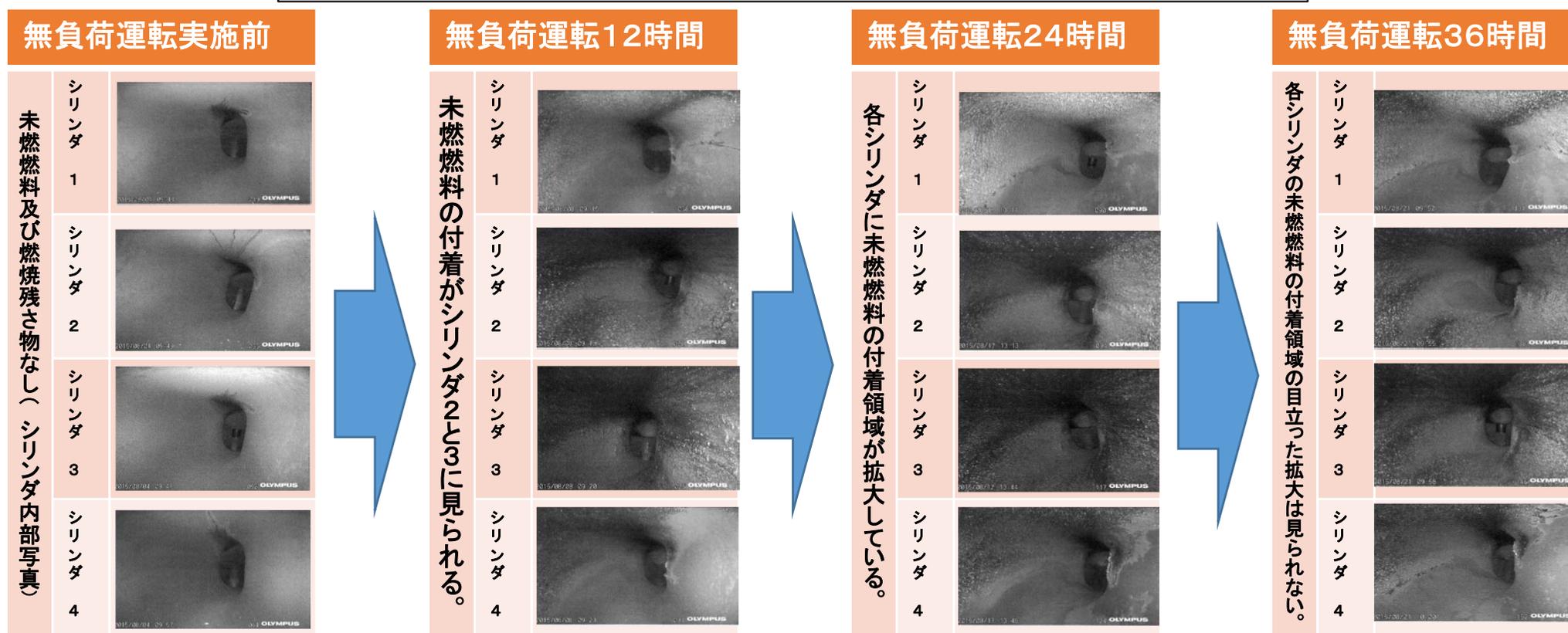


※調査は、(一社)日本内燃力発電設備協会が、自家発電設備の機能喪失の要因となり得る主要構成部品17種類について、部品出荷記録から機能喪失による交換や予防保全のため交換された7,388件を整理したものである。

自家発電設備の点検方法に関する改善(案)

- 負荷運転でしか確認できない不具合事象を発生する部品のうち、最短の製造業者の交換推奨年数は、燃料噴射弁の6～8年となっており、それ以外の部品は相当程度長い(P, 3・4参照)。また、非常用自家発電設備は、常用と比較して、年間の運転時間が相当短く、通常は製造業者の交換推奨年数以上に使用可能。
- 無負荷運転を繰り返すことによって、「未燃燃料や燃焼残さ物が排気系統の部品にたい積すること」については36時間無負荷運転を行ったとしても、燃焼残さ物が薄らと付着はするが、液体のまま貯留されている状態は見られず、運転に問題ないレベルであったことが確認。

無負荷運転による不具合再現試験(平成27年度(一社)日本内燃力発電設備協会)



※無負荷運転を1ヶ月1回10分程度行うことを想定した場合、12時間は6年間、24時間は12年間、36時間は18年間に相当。

- 長期間負荷運転を実施していない自家発電設備に対する設置状況調査(使用時間15年～38年、運転時間7.8時間～82時間の自家発電設備を対象に(一社)日本内燃力発電設備協会において実施)においても、いずれも燃焼残さ物が付着はしているが、液体のまま貯留されている状態は見られず、運転に問題ないレベルであったことが確認。

自家発電設備の点検方法に関する改善(案)

- 無負荷運転を繰り返すことによって、「未燃燃料が、シリンダライナ等に付着することで潤滑油に混入し動粘度低下を招くこと」については、(一社)日本内燃力発電設備協会によると、
 - ・過去の実験結果では、36時間無負荷運転を行ったとしても、動粘度低下は運転に問題ないレベルであった
 - ・設置状況調査では、10時間程度(5年程度に相当)の無負荷運転でも悪影響を及ぼすレベルの動粘度低下が見られる事例があった
 ことから、どの程度潤滑油が影響を受けるかは設備の運転状況や設置環境によって異なり、定期的に潤滑油を交換することが適当。
- この他、燃料の供給や燃焼、冷却等が適切に行えない場合には、多量の未燃燃料や燃焼残さ物が発生することが懸念されることから、始動補助装置の機能確認や潤滑油、冷却水、劣化しやすいゴム製品等の交換は、定期的に行っておくことが適当。



次のような運転性能に係る予防的な保全措置が講じられている場合は、負荷運転又は内部観察等による点検を6年ごとに行うこととしてはどうか。

ア 次の始動補助装置等について1年毎に機能確認

- 自家発電設備に予熱栓が設けられている場合、予熱栓の発熱部に断線、変形、絶縁不良等がないことを確認する。
- 自家発電設備に点火栓が設けられている場合、電極の異常な消耗がないこと、プラグギャップ値が製造者の指定値範囲であること、異常な燃焼残さ物の付着がないことを確認する。
- 自家発電設備に冷却水ヒータが設けられている場合、冷却水ヒータケース外周又は近傍の配管等に触れ、その他の部位より温度が高いこと、テストにて冷却水ヒータの断線等の有無を確認する。
- 自家発電設備に潤滑油プライミングポンプが設けられている場合、プライミングポンプが正常に作動していることを確認する。

イ 次の部品について製造者の指定する推奨交換年数毎に交換

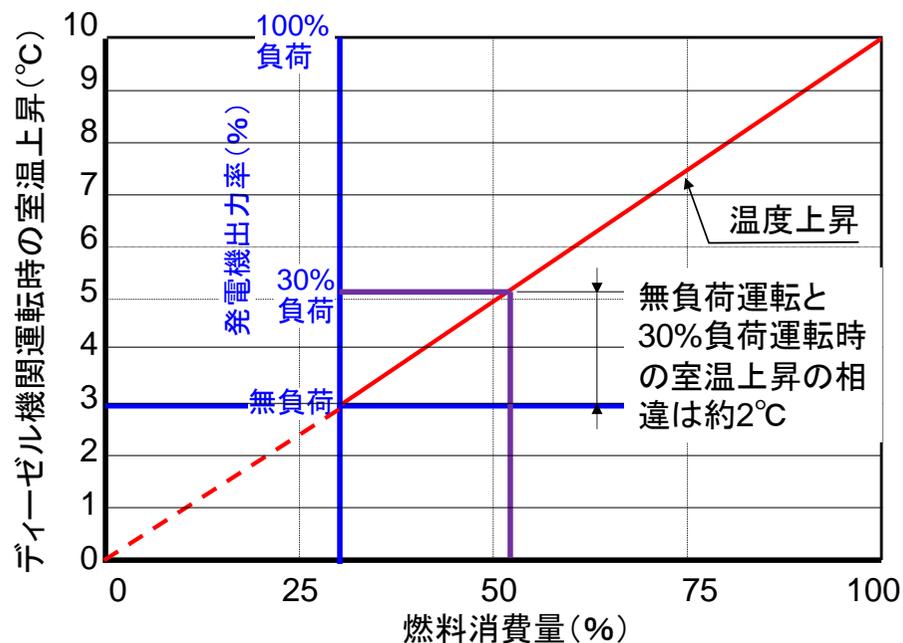
- | | |
|--------------|-----------------|
| ○ 潤滑油 | ○ 冷却水 |
| ○ 燃料フィルター | ○ 潤滑油フィルター |
| ○ ファン駆動用Vベルト | ○ 冷却水用等のゴムホース 等 |

自家発電設備の点検方法に関する改善(案)

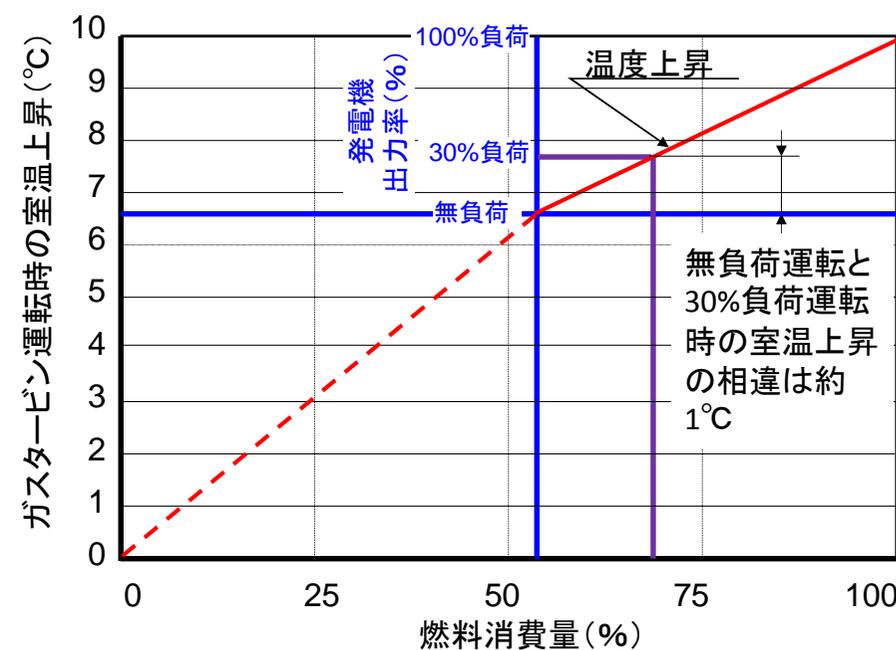
4 換気性能点検の負荷運転時から無負荷運転時等における実施への変更

○換気は、100%負荷運転時に外気温から10度以上上昇しないように設計されることが一般的であるが、仮に10度上昇する換気量とした場合、30%負荷運転時と無負荷運転時には温度上昇に大きな差はない。

【ディーゼルエンジン】



【ガスタービンエンジン】



燃料消費量(負荷率)と発電機室温温度上昇の例(定格出力300kW、許容発電機室温度が外気温に対して10度の場合)

○現行基準では、換気性能は30%負荷運転時の室内温度が40度以下であることを確認することとされているが、室内温度は外気温にも依存するため、室内温度を確認するのではなく、発電機室やキュービクルに設けられた自然換気口の作動状況、機械換気装置の運転状況を確認することが適当。

換気性能点検については、負荷運転時ではなく、外観点検時や無負荷運転時に自然換気口の作動状況や機械換気装置の運転状況を確認することとしてはどうか。