

# 防災用自家発電設備の経年劣化調査(12)

## ディーゼル発電設備の長時間無負荷運転

### 1. 自家発電設備の無負荷運転の概要

ディーゼル発電設備は無負荷運転を繰り返したり、低負荷で長時間運転すると排気系への未燃燃料付着・貯留、燃料による潤滑油の希釈（ダイリューション）、また燃焼室構成部品、燃料噴射弁、排気マニホールドへの燃焼残渣物の堆積及び吸気系への排気逆流による汚損などの悪影響があるとされています。

自家発電設備の点検のため、始動試験、無負荷運転による原動機や発電機の機能確認または実際に疑似負荷や実負荷をかけ負荷運転を実施していますが、負荷運転においては様々な制約から20%程度の負荷で運転

される場合が大型の自家発電設備で見受けられます。

整備記録不詳のディーゼル機関発電設備の経年劣化実機調査では、上述の無負荷運転または低負荷での繰り返し運転によるとみられる損傷や劣化が一部ではありますが確認されています。

### 2. 長時間無負荷運転がディーゼル発電設備に与える影響

ディーゼル発電設備を長時間無負荷運転することで生じる可能性がある主な不具合の要因図を図1に示します。ただし、不具合発生は単独の要因ではなく、他の劣化要因があると複合して発生する可能性があります。

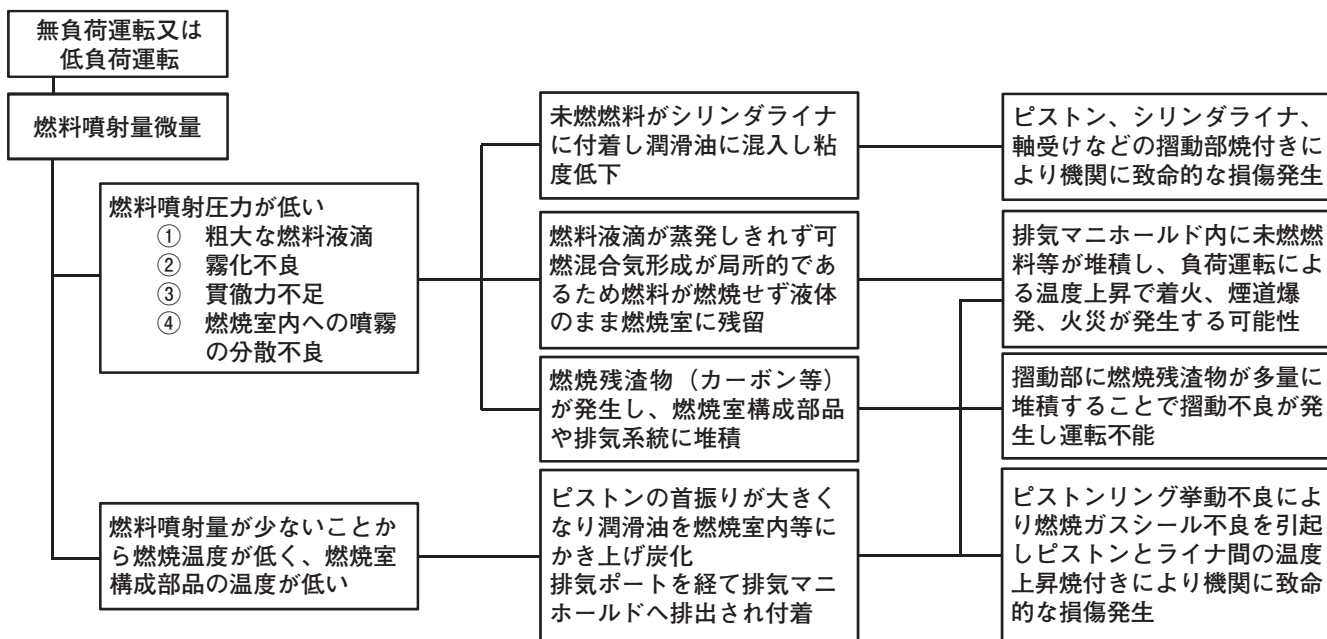


図1 ディーゼル発電設備を長時間無負荷運転することで生じる可能性がある主な不具合

### 3. ディーゼル発電設備の長時間無負荷運転の試験

このような背景から、長時間無負荷運転・低負荷運転がディーゼル発電設備に与える影響を調査するため、53.5kVAディーゼル発電設備を用いて、平成26年度には10時間、平成27年度には36時間それぞれ長時間無負荷運転試験を実施しました。

試験は無負荷運転と停止のサイクルを繰り返し実施し、平成26年度試験では終了後、全分解による点検を、

平成27年度試験では12時間おきに排気管内部を観察し未燃燃料等の付着状態をそれぞれ調査しました。図2に排気ポート内部観察部位を示します。

### 4. 平成26年度の試験結果の概要

累計運転時間10時間後にディーゼル機関を全分解し内部部品の状態を点検しましたが、運転に支障が生じるような未燃燃料の付着や燃焼残渣物の堆積はありませんでした。

## 5. 平成27年度の試験結果の概要

無負荷運転累積12時間経過後、排気ポート内に未燃燃料の付着が確認されました。

24時間経過後、各シリンダとも未燃燃料付着領域が拡大。36時間運転終了後、各シリンダとも24時間時点に対して、顕著な未燃燃料付着領域の拡大や付着量の

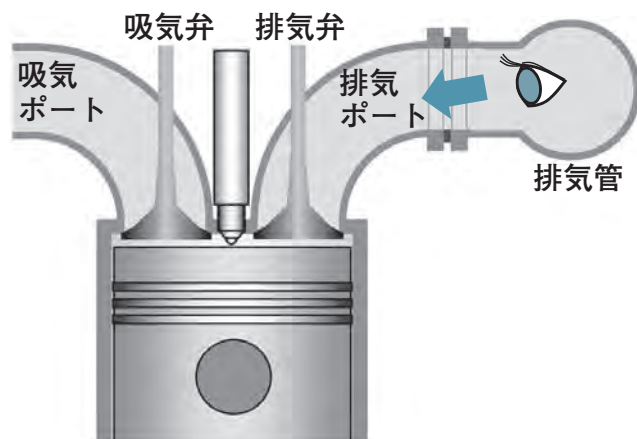


図2 長時間無負荷運転時の排気ポート内部の観察部位



図3 36時間無負荷運転前の排気ポート内部

増加は見られませんでした。図3に36時間無負荷運転前の排気ポート内の状態を、図4に36時間無負荷運転後の排気ポート内の状態をそれぞれ示します。

各図に示す様に排気ポート内は燃料が付着しているものの、液体として貯留はしておらず、今回の試験の条件における未燃燃料付着状況等は自家発電設備の運転に悪影響を与えるレベルではないと判断しました。

なお、長時間無負荷運転の前後に負荷性能試験を実施し、性能劣化が無い事を確認しています。

また、長時間無負荷運転により生じた未燃燃料がシリンダライナ壁に付着し、これが潤滑油に混入することで粘度が低下することがあります。この確認のために試験後潤滑油の分析を実施しました。

その結果、平成26年度の10時間無負荷試験では5%程度の潤滑油動粘度低下が確認されましたが、平成27年度の36時間無負荷運転での動粘度低下は3%であり、ともに問題ないレベルでした。無負荷運転累計36時間前後の自家発電設備性能の有意な差は見られず、以上の結果から長時間無負荷運転による自家発電設備への悪影響は無いと判断しました。



図4 36時間無負荷運転後の排気ポート内部  
運転に支障ないレベルではあるが未燃燃料が排気ポート内壁面に付着している。

## 6. 未燃燃料除去の試験

長時間無負荷運転により未燃燃料が発生し排気系統に付着・貯留することが知られていますが、長時間無負荷運転試験を実施し排気系統に未燃燃料が付着している状況を3項の試験により確認しました。

この無負荷運転で発生する未燃燃料に起因する不具合防止手段として、負荷運転により未燃燃料を蒸発、燃焼し除去することが対策の1つとして実施されています。この負荷運転による未燃燃料除去の効果的な運転要領を探るために試験を実施しました。

運転時の負荷の相違、すなわち排気温度の相違により未燃燃料除去効果が異なることから、数種類の負荷率、運転時間によりその効果を確認することとし、以下の要領で試験を実施しました。

- ① 試験は無負荷運転により排気管内に未燃燃料を付着させ、その後負荷運転を実施し、排気管内の燃料付着状態を内視鏡にて観察しました。
- ② 試験は負荷率ではなく排気温度に依存している事を明確にするため、負荷率に対する排気温度が低い2月と排気温度が高い8月に実施しました。

## 7. 未燃燃料除去の試験結果の概要

- ① 未燃燃料は負荷運転により除去できるといわれていますが、今回の試験によりその効果を確認することができました。また、排気温度が約350℃以上で効果が表れ、400℃～450℃に達すると運転に支障無い状態まで除去できました。
- ② さらに、運転時間を延長することで未燃燃料の除去が進んだことから、今回の試験では運転

時間を十分確保できませんでしたが、運転時間を延長することで完全に除去可能であると判断しました。

- ③ 試験の結果から、未燃燃料除去効果は負荷率ではなく排気温度に依存していることが確認されました。
- ④ 図5に未燃燃料除去試験前の排気ポート内状態、図6に負荷率30% 30分運転後排気ポート内状態、図7に負荷率40% 30分運転後排気ポ-

ート内状態、図8に負荷率50% 30分運転後排気ポート内状態をそれぞれ示します。

- ⑤ 負荷率に対する排気温度は機種や仕様により大きく異なり、また、気温や気圧（標高）にも大きく左右されるので注意が必要です。
- ⑥ 図9に50kW～1000kWクラスのディーゼル機関発電設備工場出荷時の排気温度を示します。仕様の相違（過給機、空気冷却器有無や排気量あたり出力の相違等）により大きく異なります。



図5 未燃燃料除去試験前の排気ポート内部の状態

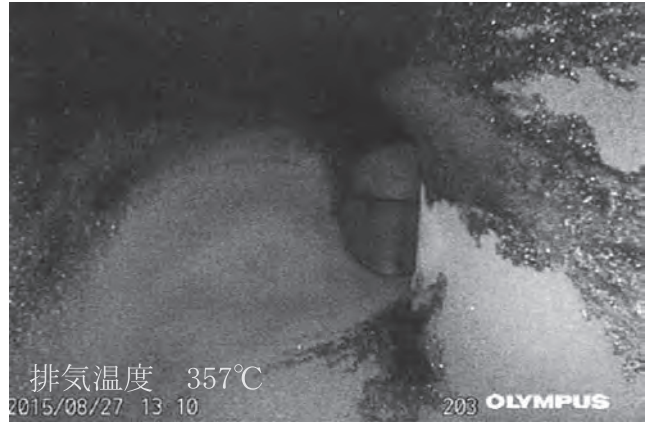


図6 負荷率30% 30分運転後の排気ポート内部の状態

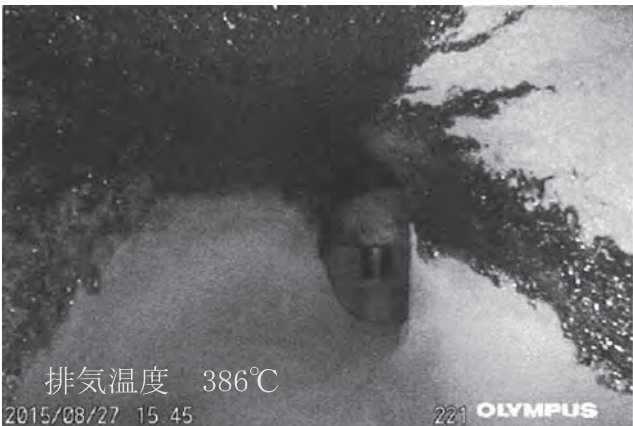


図7 負荷率40% 30分運転後の排気ポート内部の状態

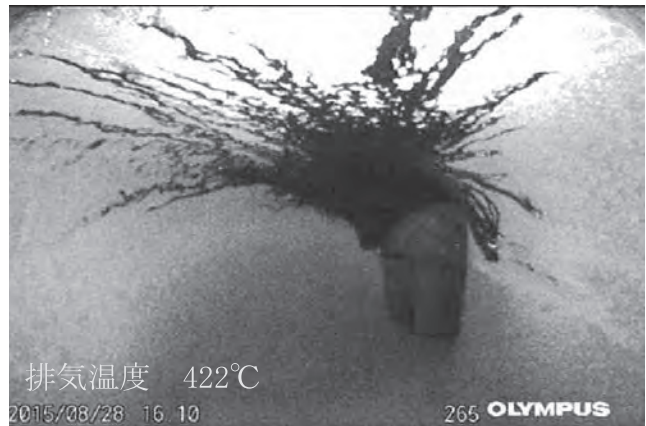


図8 負荷率50% 30分運転後の排気ポート内部の状態

## 7. 総合点検における負荷運転の負荷率、運転時間と負荷の種類

- ① 経年劣化調査の一環として、負荷運転を実施する際の負荷として、実負荷もしくは疑似負荷のどちらを用いているかについて、合計1,459件の設置先に対してアンケート調査をしました。その結果、実負荷79%、疑似負荷21%でした。
- ② 負荷運転時の負荷率と運転時間の調査結果は、疑似負荷を用いた場合では平均負荷率は78%、平均運転時間は71分でした。
- ③ これに対し実負荷を用いた場合では平均負荷率29%、平均運転時間117分でした。

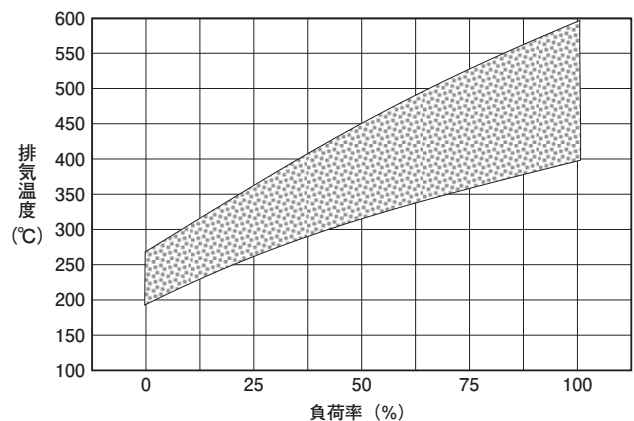


図9 50～1000kWクラスのディーゼル発電設備の工場出荷時の排気温度