

1-2-4 デュアルフューエル式非常用発電機の維持管理について

東部第二下水道事務所 中川水再生センター 設備管理担当 井桁 一樹
安部 良平
小林 健一郎

1. 導入の経緯

平成 23 年 3 月 11 日の東日本大震災では、福島第一原子力発電所の事故等が発生し電力需給逼迫に伴う計画停電が実施される等、東京都下水道局の施設においても非常用発電機による対応を強いられ、大きな影響を受けた。発電機の燃料については、輸送手段となるタンクローリーが不足していたこともあり、当局施設に発災から少なくとも 10 日間供給されない事態が生じ、安定的に供給される状態となるまで約 20 日間を要した。

このような経験から当局では、「経営計画 2013」における経営方針として、停電や電力不足に対応するため、自己電源の増強策の一つとして、燃料の多様化を図ることとし、灯油及び都市ガスを併用できるデュアルフューエル式の非常用発電機を中川水再生センターに導入した。

本稿では、平成 28 年の導入から 4 年経過した、デュアルフューエル式非常用発電機の特徴と維持管理における留意点について報告する。

2. デュアルフューエル式非常用発電機の概要と特徴

デュアルフューエル式非常用発電機は、原動機（ガスタービン）、発電機、ガス圧縮機で構成される（図 1）。主な仕様は表 1 のとおりである。ガスタービン発電機は、燃焼室で燃料を燃焼させることで発生する熱量を出力タービンで動力に変換し、圧縮機と発電機を駆動し電気を発生させる装置である。また、本発電機の特徴として都市ガスをガスタービンに送るためのガス圧縮機とその冷却設備が必要である。

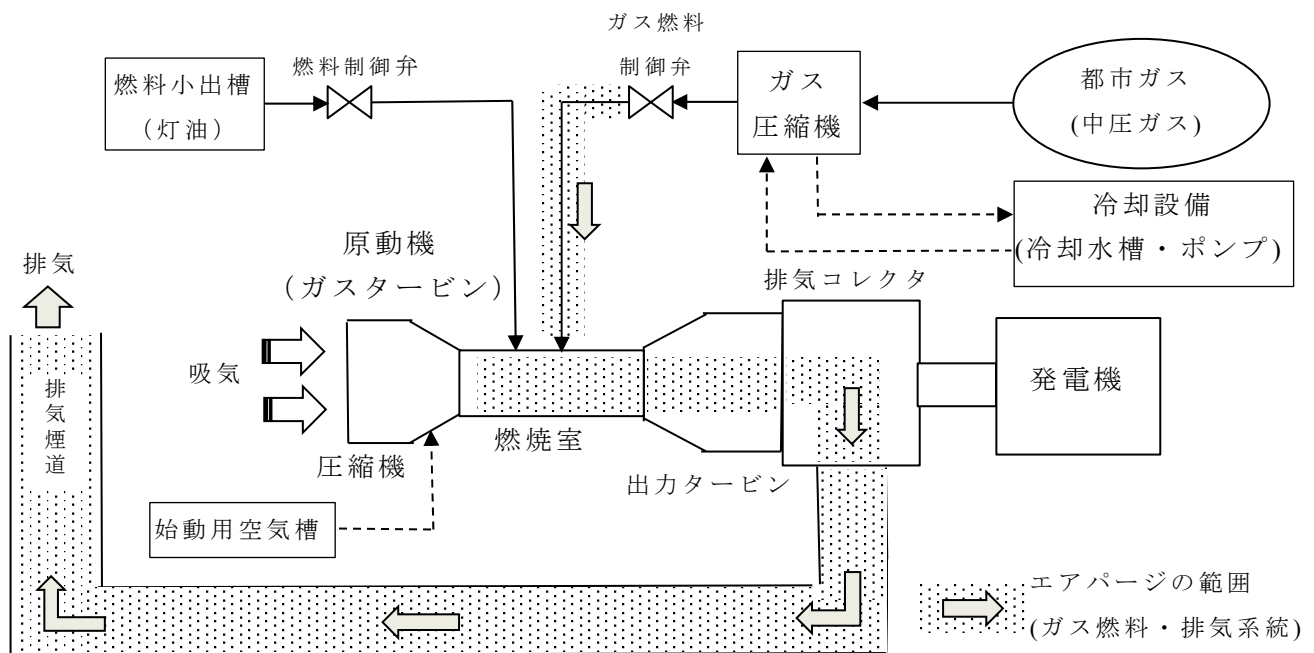


図 1 デュアルフューエル式非常用発電機概略図

表 1 原動機、発電機、ガス圧縮機仕様

| 原動機仕様 | | 発電機仕様 | |
|----------|---|---------|-------------------------|
| 形式 | 単純開放サイクル二軸式ガスタービン | 形式 | 横軸、空冷、回転界磁式 |
| 定格出力 | 発電機端出力：10,400kW | 定格出力 | 13,000kVA |
| 年間運転時間 | クラスA（500時間以下/年）※ | 定格電圧 | 6.3kV |
| 年間始動回数 | レンジII（500回未満/年）※ | 定格周波数 | 50Hz |
| 継続運転時間 | 48時間 | 相数 | 三相 |
| 瞬時最大投入負荷 | 3,410kW | 力率 | 80%（遅れ） |
| 始動装置 | 空気式 | 励磁方式 | ブラシレス形永久磁石発電機式 |
| 始動時間 | 【灯油始動】 ・始動指令から約3分後に電圧確立 【ガス燃料始動】 ・直前のガスタービン停止を灯油で実施した場合は、始動指令から約3分後に電圧確立 ・直前のガスタービン停止をガス燃料で実施した場合は、始動指令から約6分30秒後に電圧確立 | 冷却方式 | 空冷式 |
| 使用燃料 | 灯油または都市ガス | ガス圧縮機仕様 | |
| 冷却方式 | 空冷式 | 形式 | スクリー形 |
| | | 供給圧力 | 0.1～0.99Mpa（中圧ガス導管） |
| | | 吐出量 | 3,500Nm ³ /h |
| | | 吐出圧力 | 2.3Mpa |
| | | 電動機 | 全閉外扇防爆形、AC6,000V、550kW |
| | | 冷却方式 | 水冷式 |

※ JIS C 4034-1(回転電気機械第1部：定格及び特性)に準拠

次に、灯油のみ使用する従来方式のガスタービン発電機と異なる特徴について以下に示す。

2.1 ガス燃料による運転における特徴

当センターには、デュアルフューエル式非常用発電機に加え、従来方式の非常用発電機が1台設置されている。

デュアルフューエル式非常用発電機は従来方式と比べて、ガス圧縮機、ガス圧縮機冷却設備、ガス燃料制御弁、ガス配管が必要である。ガス圧縮機の運転には電源供給が必要であるため、停電時はガス燃料による単独始動が不可能である。よって、停電時は灯油で始動し、発電した電源でガス圧縮機を運転し、ガス燃料による運転に切り替える。もしくは、従来方式の非常用発電機を運転し、ガス圧縮機へ電源供給することで、停電時でもガス燃料による始動が可能である。

また、ガス燃料・排気系統にガスが残留していると、ガスと空気が混合され可燃性ガスとなって爆発する危険性があるため、ガス燃料による運転には図1に示す範囲のガスを排気するエアパージが必要である。なお、エアパージは、ガス燃料による運転の通常停止の工程で実施する。

2.2 運転中の燃料切替における特徴

本発電機は、運転中に使用する燃料を切り替えることが可能である。灯油による始動は約3分と比較的短く、必要に応じてガス燃料に切り替えを行う。ガス燃料による始動は最大で約6分30秒を要する。ここで、主な運用パターンを表2に示す。

表 2 主な運用パターン

| パターン | 燃料選択 | | | 運用方法 | 特徴 |
|------|------|-------|-----|-------------------|---|
| | 始動時 | 負荷運転時 | 停止時 | | |
| A | 灯油 | 灯油 | 灯油 | 従来方式と同様、灯油のみ使用する。 | ・停電時でも単独自立運転可能。 ・灯油の貯蔵量に限りがあるため、運転の継続には安定した灯油の供給が必要。 |
| B | 灯油 | 灯油 | ガス | 運転中にガス燃料へ切り替える。 | ・停電時でも単独自立運転可能。 |
| C | ガス | ガス | ガス | ガス燃料のみ使用する。 | ・安定したガス燃料の供給により、長時間の運転が可能。 ・従来方式の既設発電機を運転し、電源供給することで自立運転が可能となるため、始動まで時間を要する。 |

灯油からガス燃料の切り替えには約 2 分間を要する。この間、燃料制御弁とガス燃料制御弁の開度を制御し、ガスタービンの出力を保ちつつ、燃料を徐々に灯油からガス燃料へ切り替える。そのため、燃料切替中において出力を安定させ、運転中と同様の瞬時投入負荷に対応することが可能である。これは、燃料の燃焼によって発生する熱量の比率を変化させることで実現している（図 2）。

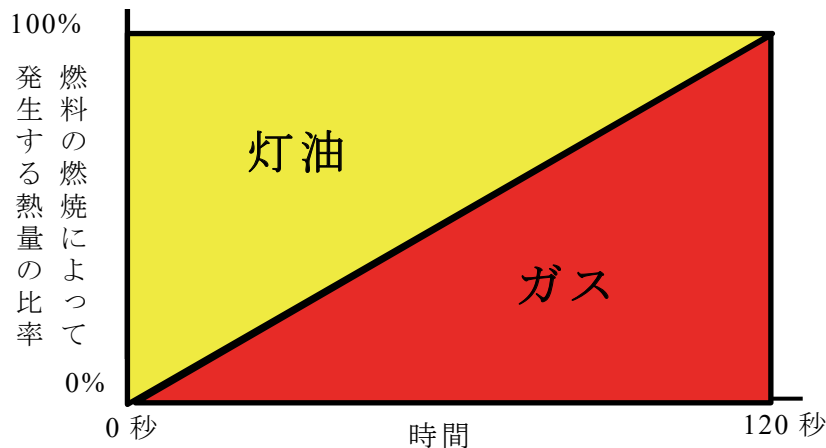


図 2 燃料切替中に発生する熱量の比率の変化

3. 維持管理における留意点について

3.1 ガス燃料による運転中の非常停止後の留意点

ガス燃料による運転中に発電機を通常停止すると、ガス燃料・排気系統内に残留したガスを排気するため、自動でエアパージを実施する。しかし、ガス燃料による運転中に非常停止した場合、ガス燃料・排気系統の排気がされず、ガスが残留するため、爆発の危険性がある。このため手動でガスタービンを空転させることで、残留したガスを排気するエアパージが必要である。しかし、故障の原因にタービンのブレード部の芯ずれや破損等の可能性が考えられるため、故障の原因究明及びその除去を行ったうえで、手動でエアパージを実施する必要がある。

3.2 運転中の燃料切替制御における留意点

一般に、設備を始動するには、運転前に始動条件の成立が必要である。

デュアルフェューエル式非常用発電機は、灯油、ガス燃料のそれぞれで始動するための始

動条件に加え、運転中の燃料切替に必要な切替条件がある。そのため、運転中の燃料切替を実施するには、切替前に、切替先の燃料系統の切替条件の成立を確認することが必要である。

4. まとめ

デュアルフューエル式非常用発電機は、従来方式の発電機と比較し災害に強く、灯油の供給が不安定な状況において、安定した発電電源となることが可能な発電機である。

そのため、従来方式のガスタービン発電機と異なる特徴や維持管理における留意点について、本稿を参考に、他の自治体、施設への導入の際にも役立てていただけると幸いである。