

自家発電設備レクチャー

第9回「コージェネレーションシステムの工事設計について」

自家発電設備に関するエキスパートの方々から、設計、施工及び保全の各専門分野について講義頂く「発電設備レクチャー」の第9回。12月号と1月号の2回にわたり、「コージェネレーションシステムの工事設計について」と題し、ヤンマーエネルギーシステム株式会社の吉田正志さんに講義頂きます。

1. はじめに

平成元年の入社以来、主にコージェネレーションシステム（以下、コージェネ）の工事設計に約30年携わってきた私の業務経験の中で、常日頃注意を払ってきた技術的事項をご紹介するとともに、現場にて遭遇した設計上の問題事例などもご紹介いたします。ベテラン技術者の方にとってみれば「在り来たり」のことと思われるかも知れませんが、これからの若い発電設備技術者が設計業務を行う際の「気づき」の材料となれば幸いです。

2. 各機器の配置計画について

現在は発電装置のパッケージ化、コンパクト化が進み、コージェネ室（発電機室）の設計はパッケージ装置（エンクロージャー）を中心として行われますが、周辺機器も含め、私なりの配置におけるポイントを以下にご紹介します。

(1) 空気の流れを考慮する…図1・図2参照

まず、空気の流れができるだけ均一に一方向になる様、給気・換気ダクトは発電装置を中心に対面に設置します。

(2) メンテナンスに配慮する

コージェネは長期間使用することを前提に導入されることが多いため、オーバーホールやリニューアルを想定したスペースを確保することが大事です。

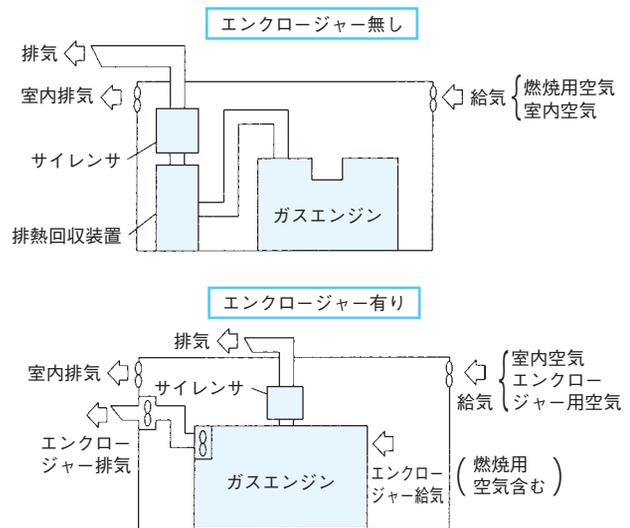


図1. 発電機室の換気方法（ガスエンジン）

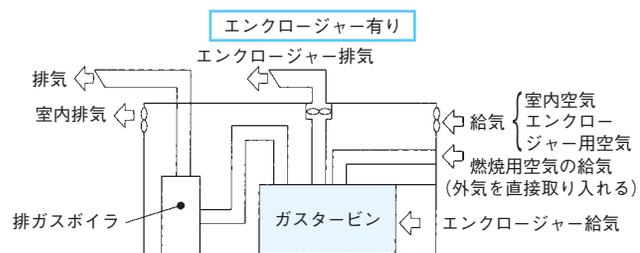


図2. 発電機室の換気方法（ガスタービン）

建築物の経済性から、施主側より往々にしてコージェネ室を縮小するよう要求がされますが、発電設備技術者の立場としては、保守担当者の意見も反映させ、整備作業が円滑に行われるためのスペースを確保するよう努めます。また、特に大型コージェネではコージェネ室天井にチェーンブロック用Iビームを設置しておくことが必須です。原動機の搬入ルートも建築設計者側に確認すべきです。

(3) 工事の効率性を考える…図3参照

建築物の電気室の近くに発電機盤を設置することで配線の引き込み距離を短くします。同様に排熱回収機器を空調機械室の近くに設置することで、配管の引き込み距離を短くします。

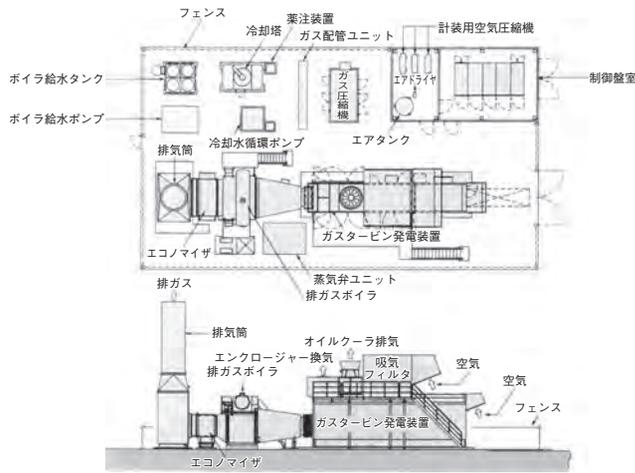


図3. ガスタービンコージェネレーションシステムの配置図例

3. 給気・換気量の調整

私がコージェネの工事設計を担当し始めた30年前であれば、コージェネ室の換気全量を外気で行う場合もありましたが、最近では、夏季には外気が40℃を超える地域もあり、そのため給気・換気ダクトが大きくなり外気では対応し切れず、エアコンにより補っている施設がほとんどだと思います。エアコンを効率良く利用するには、パッケージ内の換気や排熱回収機器付近の熱い空気をエアコンに吸い込ませた上で、エアコンから出てくる冷風を発電機盤やパッケージ吸気側に吹付けて、冷やすようにします。

一方、冬季には全量を外気冷房にする場合は、風量を夏季の外気温度に基づき決定するため、冬季のコージェネ室は過冷却の状態になってしまいます。その対応として給気・換気ファンのインバータ制御あるいは台数制御が必要となります。また、扇風機の風の流れを想像して欲しいのですが、吸込側の風は緩やかでも、吐出の風は直進します。このように風の流れも考え風量を調整する必要もあります。

4. 停電時の自立運転

コージェネでは停電時に「保安用負荷」あるいは「防災用負荷」など重要負荷に給電するものがあります。その運用方法は次の2通りがあります。

方法1. 送電経路を遮断した後、再び投入し給電

停電信号により一旦送電遮断器を開放し、その間コージェネはその補機動力のみに給電し、その後所定時間内に遮断器を再投入し保安用・防災用負荷に給電し自立運転を行う。この時、原動機の回転速度が低下し、周波数低下・不足電圧となり原動機停止とならないよう注意します。

方法2. 継続して重要負荷へ給電

重要負荷と補機動力に給電したまま（一般負荷に通ずる）連絡遮断器を開放し、自立運転を行います。この時コージェネの発電出力が負荷に見合っているか確認する必要があります。

また、コージェネ停止中の際の停電もあるため、**方法1**と同様に負荷の投入時の安定度を確認する必要があります。私の経験では**方法1**の場合がほとんどでした。

さらに、負荷の算定については内発協で発売している「出力算定ソフトウェア (NH1)」を使用するのが大変有用でした。

また、停電においてコージェネと非常用発電設備を並列運転する場合もあります。その際、有効電力・無効電力の分担制御をコージェネと非常用発電設備のどちらが行うかを予め明確にする必要があります。

5. 自立運転後の負荷投入及び遮断

次に自立運転後の負荷投入・遮断における運用の検討が必要となります。原動機の種類はガスタービン（以下GT）、ディーゼル機関（同DE）、ガス機関（同GE）の3タイプがありますが、同一機種の原動機で並列運転する場合は、原動機間で「負荷割れ」の可能性は少なく、負荷投入も発電設備の容量を等しく分担すればよいですが、異機種間で並列運転を行う場合は原動機の調速性能を踏まえ、担当する機種が決まってきます。

・GTとDEあるいはGEとの並列運転

GTは高速回転運動により瞬時周波数変動率が小さいため、負荷の投入・遮断はGTが担います。

・DEとGEとの並列運転

一般にDEの方が、GEより瞬時回転変動率が小さいため、負荷の投入・遮断はDEが担います。

同じレシプロエンジンでもDEがGEより瞬時周波数変動率が小さいのは、私の個人的な感覚ですが、水鉄砲の先端を指で押さえ引き金を引くと、容器内が水であれば抑えた指が圧力をすぐに感じ、空気であればじわりと感じることを想像すれば納得できるのではと思います。

また、GTの出力が他の原動機と比べ小さく、並列運転中に他の原動機が停止した場合、GT発電設備の遮断器開放が間に合わず、シェアピンの破断が発生する可能性についても事前検証する必要があります。

（1月号に続く）

図1・2・3の出所：

- ・天然ガスコージェネレーション計画・設計マニュアル2008
- ・(社)日本エネルギー学会 編
- ・監修 柏木 孝夫(東京工業大学大学院 教授)
- ・発行所 日本工業出版株式会社