

# 自家発電設備レクチャー

## 第4回「ガス機関駆動発電装置設計の勘どころ」

自家発電設備に関するエキスパートの方々から、設計、施工及び保全の各分野について、常日頃見落としがちな実務上の要点について講義頂く「発電設備レクチャー」の第4回。7月号は「ガス機関駆動発電装置設計の勘どころ」と題し、新潟原動機株式会社の蔭山照文さんに講義頂きました。

### 1. ガス機関の点火と燃焼

ガス機関の点火に際し、着火源を与えないで、空気中または酸素中で燃料を過熱した時に発火または爆発する最低温度を着火温度と言い、都市ガス13Aは700℃前後、重油は250～380℃となります。(図1参照)

重油等を燃料とするディーゼル機関はシリンダ内に吸入した空気をピストンにより圧縮して高温とし、燃料油を加圧・霧化しシリンダ内に噴射して自

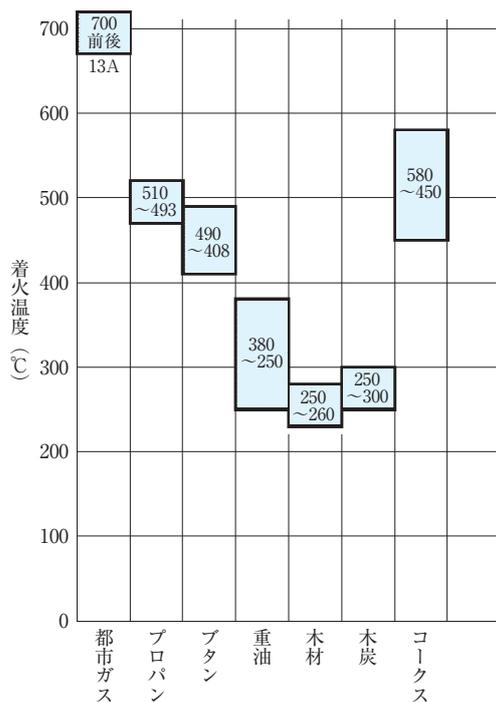


図1 各種燃料の着火温度

己着火(圧縮着火)により燃焼させています。一方、ガスを燃料とするガス機関では、圧縮した空気の中で着火しないため、点火プラグ等の放電による電気火花(火花点火方式)や少量の液体燃料を圧縮着火(圧縮着火方式)して火種を作り燃料を着火し、燃焼させます。

代表的なガス機関の燃焼方式は以下の4種類となります。

- (1) 火花点火方式：シリンダ内に空気と燃料の混合気を入れ、点火プラグで着火。
- (2) 圧縮着火方式：圧縮し、高温・高圧となったシリンダ内の空気の中に燃料を噴射し、着火させる。(図2-1参照)

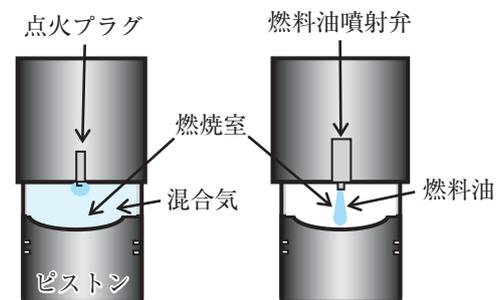


図2-1 火花点火方式(左)と圧縮点火方式(右)

- (3) 副燃焼室(予燃焼室)火花点火方式：副燃焼室内の混合気を点火プラグで着火させ、その火炎により主燃焼室の希薄混合気を燃焼させる。
- (4) 副燃焼室(予燃焼室)圧縮着火方式：副燃焼室内の混合気に少量の液体燃料を噴射し、圧縮着火させ、その火炎により主燃焼室の希薄混合気を燃焼させる。(図2-2参照)

副燃焼室(副室式燃焼室)方式においては、均一で希薄な混合気を供給し、ノッキング・失火を回避するため、先ず予燃焼室で適正な混合比にて燃焼させ、確実な着火エネルギーを確保し、次に主燃焼室の希薄混合気を燃焼させることで、高効率、低公害

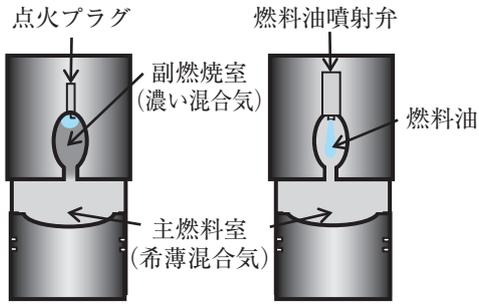


図2-2 副燃焼室火花点火方式(左)と副燃焼室圧縮着火方式(右)

なガス機関を実現しています。

また希薄燃焼(リーンバーン方式)は、燃料ガスを完全燃焼させるために、理論的に必要な空気量の2~3倍の空気を主燃焼室に送り込んでガスを薄い状態(希薄)で燃焼させます。メリットとしてシリンダ内の燃焼温度を低く抑えることができるためNOX(窒素酸化物)の生成を抑制できます。逆にデメリットとしては燃焼が不安定で回転変動や失火が起こり易いことです。これに対する対策として強い火種で点火(着火)させる必要があります。

## 2. 燃料ガス供給方式

過給器付のガス機関のガス燃料供給方式として、予混合ガス供給方式、ガス制御弁方式があります。

(図3参照) 予混合ガス供給方式は、過給機の前でベンチュリミキサを介して燃料ガスと空気を混合する方式で、低いガス圧力で運転が可能です。(但し、副燃焼室に供給されるパイロットガス圧力は、給気圧力より高くする必要があります。)

ガス制御弁方式は、大型ガス機関で主流となっており、過給機の後で電磁弁を介して燃料ガスを供給し、空気と混合する方式で、給気圧力より高い圧力の燃料ガスを供給する必要があります。同方式では、給気管に取り付けられた電磁弁、ガスノズルから燃料ガスが給気ポートに供給され、燃焼空気と混合しながら主燃焼室に供給されます。(図4参照)

給気ポート、ガスノズルの形状、ガスノズルからの燃料ガス噴出状態により、混合気の濃淡が生じることが、希薄燃焼方式でデメリットとなる不安定な燃焼、回転変動、失火の要因となります。このため、濃淡の均一な混合気の混合状況とするため、給気ポート、ガスノズル等の形状は重要な設計要素となっています。

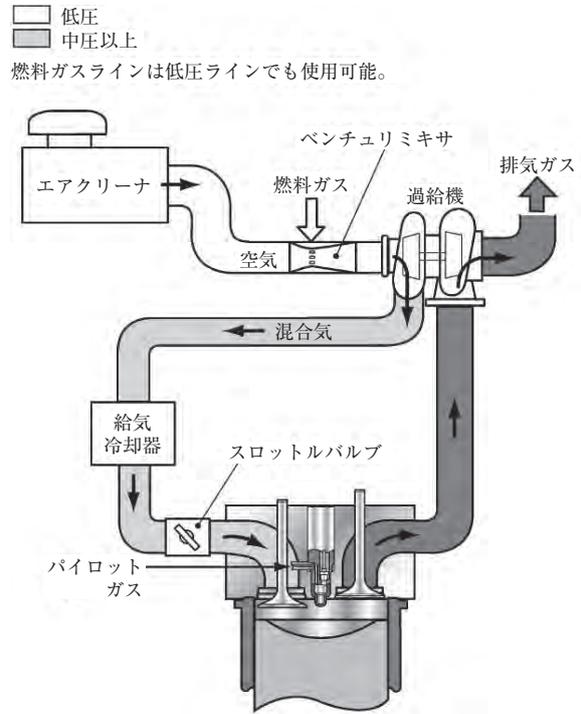


図3-1 予混合ガス供給方式

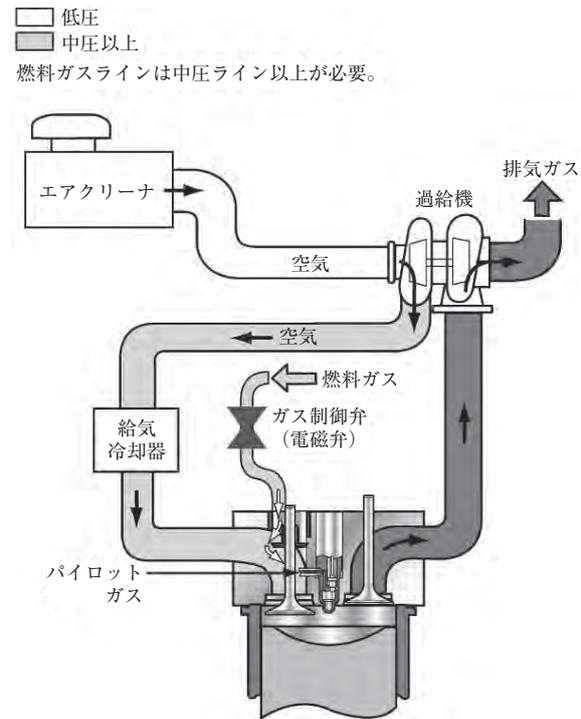


図3-2 ガス制御弁方式

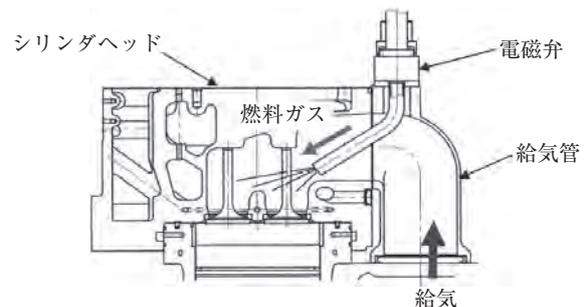


図4 ガス制御弁方式の給気ポート回り

### 3. 空燃比制御

ガス機関では、運転時の空気と燃料ガスの混合比を最適にするために、給気温度を一定に制御し、負荷に応じて給気量を適正化するために給気圧力を制御しています。混合比の最適化により、燃焼の変動もなく、一年を通し安定した稼動が実現できます。

給気量の制御には、給気バイパスが主流となっていますが、過給機を駆動する排出ガスを逃がすウエストゲート方式、可変容量過給機等も近年採用されています。

### 4. ノッキング対策

ガスエンジンの特性として、燃料ガスの混合比を大きくすると（濃くすると）ノッキン（異常燃焼）が発生し易いという問題があります。ノッキングと

は、燃焼期間の後期にピストンやシリンダ壁面に押し付けられた混合気が一気に自己着火し、その際に金属的な音を伴う衝撃波が発生します。これをノッキングといい、この衝撃波はエンジン部品を損傷させることがあります。ノッキング検出方法として、シリンダヘッドにノッキングセンサーを取り付けて燃焼振動値を検知し、ガスの供給量を制御してノッキングの発生を防止しています。（図5参照）また、燃料ガスのメタン化を大きくすることにより、ノッキングマージンを増やすことができます。

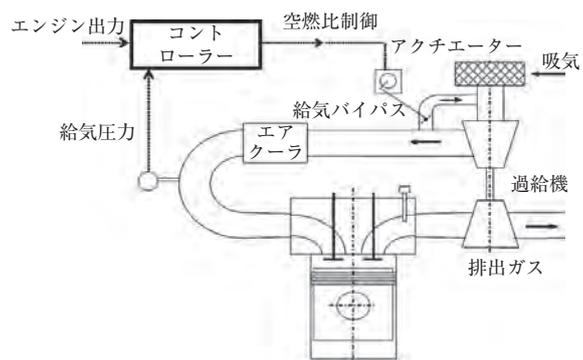


図5 空燃比制御（ノッキング対策）のイメージ