

2011年3月以降のガスタービン コージェネレーションの導入状況

新潟原動機株式会社 技術センター 技師長 ^{かげ やま} 蔭山 ^{てる ふみ} 照文氏

1. 初めに

コージェネレーションシステム（以下「CGS」という。）は、昭和61年に「系統連系技術要件ガイドライン」が策定され、総合効率の高い省エネ分散型電源として普及が拡大すると共に、その導入を推進するため、ガイドラインの数次にわたる改定が行われている。しかし、平成16年ごろに年間導入量がピークに達した以降、落込み傾向となっている。東日本大震災以降、その導入量の回復の兆しが見えると共に、地球温暖化対策、緊急時の電力供給不足のバックアップ等として、CGSへの期待が大きくなっている。

当社が納入している、ガスタービンCGSの環境対応、廃熱利用、導入事例等について紹介する。

2. 環境対応としての希薄予混合燃焼による排ガスの低NOx化

当社が納入するSolar社製ガスタービンでは、SoLoNOx[®]（Solar Low NOx Combustion System、

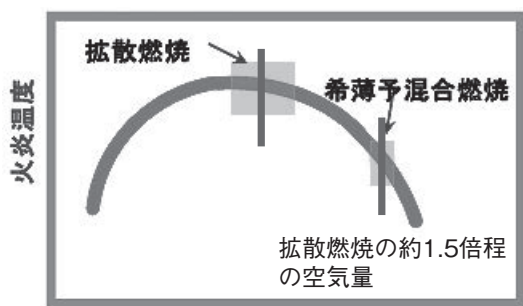


図1 空気過剰率と火炎温度

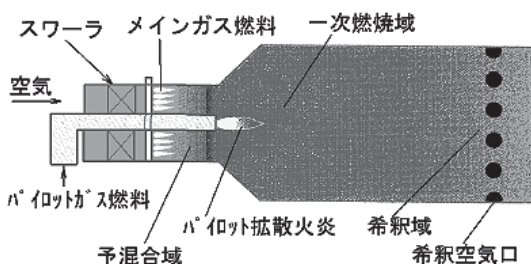


図2 SoLoNOx[®]方式（希薄予混合燃焼）

Solar社の商標）と呼称する希薄予混合燃焼により水噴射方式以上のNOx低減を実現している。ガスタービンで発生するNOxは、殆どがサーマルNOxで、火炎温度が高いほどその発生量が多くなる。

SoLoNOx[®]方式は、図2に示すように、スワーラによりスワール流となった空気と燃料ガスが最適に混合され、パイロットガス燃料を拡散燃焼領域で燃焼させた火炎により、希薄予混合燃焼となるメインガス燃料の燃焼を安定させている。排ガスのNOx濃度により、パイロットガス燃料とメインガス燃料の比率を制御する。

3. 廃熱を利用した夏季出力低下対策

排ガスボイラからの蒸気を利用し、吸収式冷凍機を駆動し、冷水で吸気を冷却することにより、夏季の気温上昇による発電出力の低下を改善している。

図4は、当社製CNT-60C型（Solar社製TAURUS70S

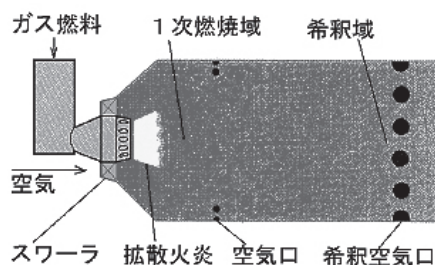


図3 従来方式（拡散燃焼）

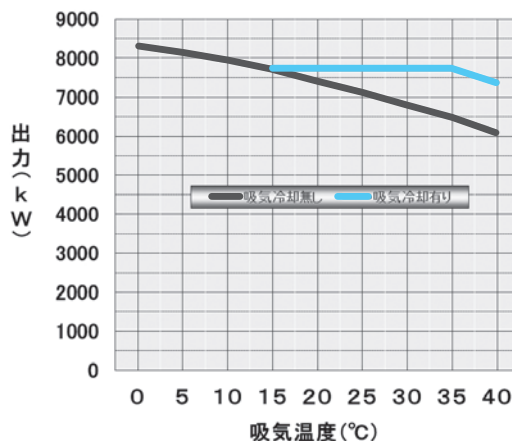


図4 吸気温度と発電出力の関係

型) ガスタービン発電装置の例を示した。この例では、冷凍能力1,407kW (400USRT) の吸収式冷凍機で、7℃、237m³/hの冷水で吸気を冷却している。吸気温度35℃で、発電出力は、6,465kWから7,730kWに改善し、吸気冷却での機器消費動力は、冷凍機、冷却塔、冷却水、冷水ポンプの動力として約100kW増加する。

4. 蒸気回収量の増加のための追焚バーナ付排ガスボイラ

ガスタービン排ガスの酸素濃度が約16%であることから、追焚バーナを利用し、排ガスボイラの蒸気回収量を増加させたガスタービンCGSも多数運用されている。

表1 吸気冷却ガスタービン発電装置要目

形式		CNT-30C	CNT-40C	CNT-50C	CNT-55C	CNT-60C	CNT-100C	CNT-150C	
主要目									
吸気温度35℃時出力	kW	2,875	3,755	4,670	5,075	6,465	9,580	12,290	
吸気温度15℃時出力	kW	3,375	4,440	5,485	6,105	7,730	11,000	14,560	
吸気冷却器 入口/出口	吸気温度	35/15							
	相対湿度	60/95							
	冷水温度	7/12							
必要冷水流量	m ³ /h	160	159	209	201	237	364	437	
必要冷凍機容量	kW(USRT)	937(266)	927(263)	1,224(348)	1,175(334)	1,386(394)	2,129(605)	2,550(725)	
適用冷凍機能力	kW(USRT)	985(280)		1,268(360)		1,407(400)	2,215(630)	1,407(400)×2	
吸収式冷凍機	発生冷水量	m ³ /h	169		218	242	381	242×2	
	冷却水量	m ³ /h	280		360	400	630	400×2	
	必要蒸気量	kg/h	1,230		1,580	1,760	2,780	1,760×2	
	消費電力	kVA	9.0		9.0	9.0	17.7	9.0×2	
冷却塔	循環水量	m ³ /h	280		360	400	630	800	
	冷却水温度	℃	入口:37.5/出口:32 (空気湿球温度:27℃)						
	モータ容量	kW	5.5×2		7.5×2	5.5×3	5.5×4	5.5×3×2	
冷却水ポンプ	吐出量	m ³ /h	280		360	400	630	400×2	
	モータ容量	kW	30		37	45	75	45×2	
冷水ポンプ	吐出量	m ³ /h	170		220	250	390	250×2	
	モータ容量	kW	22		26	26	45	26×2	

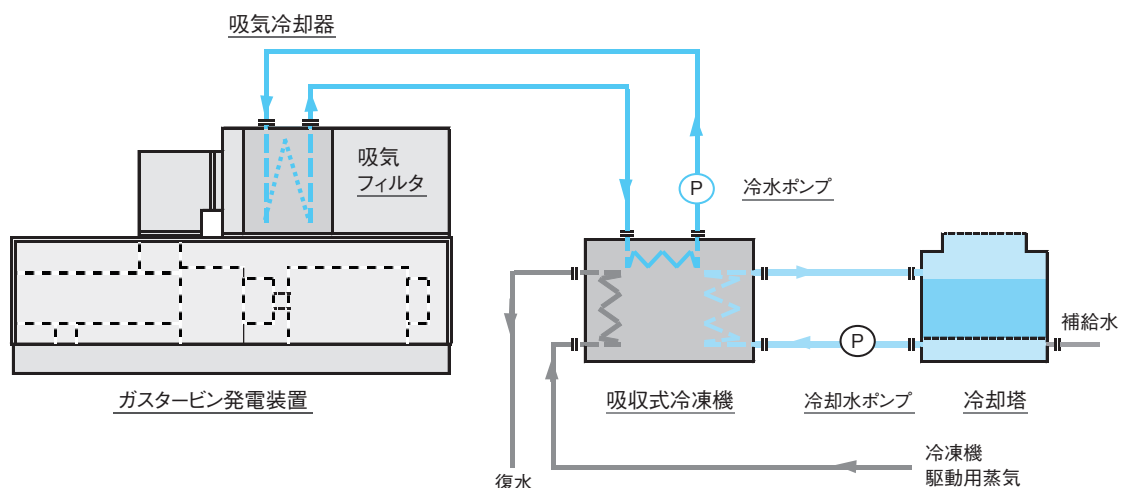


図5 吸気冷却システム構成概要

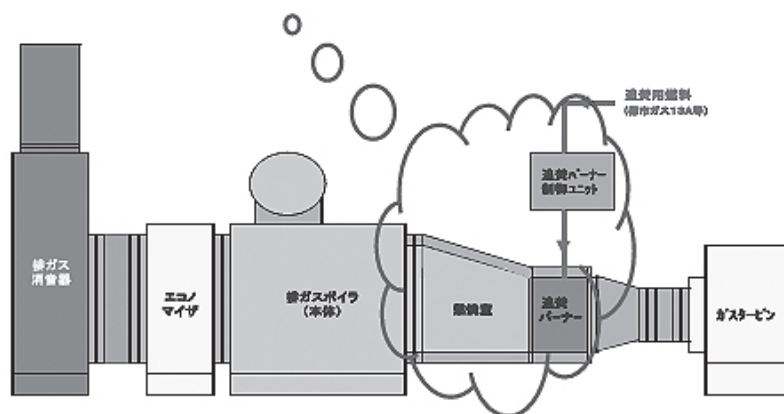


図6 追焚バーナ付排ガスボイラ構成概要

表2 追焚バーナ付排ガスボイラの蒸気発生量

主要目		形式・気温(°C)	CNT-30C			CNT-40C			CNT-50C			CNT-55C		
			0	15	35	0	15	35	0	15	35	0	15	35
発電機端出力	kW		3,720	3,360	2,860	4,750	4,425	3,740	5,875	5,465	4,655	6,740	6,085	5,055
蒸気発生量	追焚無し	kg/h	8,400	8,300	800	10,800	10,800	10,200	12,400	12,300	12,000	13,700	13,600	13,000
	追焚時	kg/h	23,700	22,500	20,800	24,300	23,100	21,000	27,600	26,400	24,400	28,000	26,500	23,900
追焚燃料消費量	m³N/h		987	916	825	870	800	696	980	909	800	922	832	703
総合熱効率	追焚無し	%	71.6	73.9	75.6	75.2	77.6	78.8	77.7	79.1	81.4	80.5	82.5	84.3
	追焚時	%	83.1	84.4	85.3	83.4	84.4	85.4	84.9	85.7	87.0	86.1	87.3	88.4

主要目		形式・気温(°C)	CNT-60C			CNT-100C			CNT-150C		
			0	15	35	0	15	35	0	15	35
発電機端出力	kW		8,290	7,705	6,445	11,680	10,965	9,545	15,280	14,520	12,255
蒸気発生量	追焚無し	kg/h	15,300	15,100	14,500	22,000	22,000	21,300	26,900	26,900	26,600
	追焚時	kg/h	34,600	33,000	29,900	54,500	52,000	47,600	63,400	61,000	56,200
追焚燃料消費量	m³N/h		1,244	1,154	993	2,096	1,934	1,696	2,354	2,199	1,909
総合熱効率	追焚無し	%	77.9	79.7	81.7	75.7	77.6	79.0	77.4	79.3	81.3
	追焚時	%	84.9	86.0	87.1	84.1	85.2	85.9	84.7	85.9	87.0

注) 上記の要目値は、下記の条件時とします。
 設置高度：0m、吸気/排気圧損：0.98/2.94kPaG、燃料：都市ガス13A・LHV40.6MJ/Nm³
 蒸気圧力：1.47MPaG、給水温度：60°C

5. CGSの運転制御形態

ガスタービンCGSの運用は、電力需要の変動に応じ、受電電力一定制御、発電電力一定制御、ガスタービン排ガス温度一定制御、運転台数制御が一般的に採用されている。さらに、BCP対応として、停電時の重要負荷への給電を確保するため、停電時に商用系統を瞬時に切放し、構内負荷を選択遮断することによりCGSの運転継続が可能なシステムも増加している。また、送電電力指令値または、設定値による送電電力一定制御を採用する導入事例がある。

以上述べてきたシステムを採り入れたCGSの導入事例を紹介する。

3) 発電装置出力：4,410kW（気温15°C時）

4) 設置目的：CGS新規導入

5) 使用燃料：都市ガス13A

6) NO_x低減：希薄予混合燃焼方式
 (SoLoNO_x®方式)
 53ppm、O₂ = 0%

7) 廃熱利用

排ガスボイラによる蒸気回収

8) 運用形態

受電電力一定制御、発電電力一定制御、ガスタービン燃焼ガス温度一定制御を自動で行う運用

9) 運用開始：平成25年11月

6.1 アサヒ飲料(株) 明石工場殿



- 1) 発電装置型式：CNT-40C型 × 1台
- 2) ガスタービン型式：Centaur50S型

6.2 日本電気硝子(株) 滋賀高月事業所殿



- 1) 発電装置型式：CNT-40C型 × 2台
- 2) ガスタービン型式：Centaur50S型
- 3) 発電装置出力：4,210kW（気温15°C時）

- 4) 設置目的 : 中古機の再利用によるCGS新規導入とBCP対応
- 5) 使用燃料 : 都市ガス13A
- 6) NOx低減 : 希薄予混合燃焼方式 (SoLoNOx[®]方式)
87ppm、O₂ = 0%
- 7) 廃熱利用
排ガスボイラによる蒸気回収
- 8) 運用形態
受電電力は一定制御、発電電力は一定制御、ガスタービン燃焼ガス温度は一定制御を自動で行う運用および、商用電源停電時は、商用系統瞬時切放しと構内負荷の選択遮断による運転継続
- 9) 運用開始 : 平成25年12月

- 4) 設置目的 : 新型ガスタービンへの更新による効率改善と電力託送
- 5) 使用燃料 : 都市ガス13A
- 6) NOx低減 : 希薄予混合燃焼方式 (SoLoNOx[®]方式) および脱硝装置
機関出口 : 52ppm、O₂ = 0%
ボイラ追焚時 : 65ppm、O₂ = 0%
脱硝出口 : 50ppm、O₂ = 0%
- 7) 廃熱利用
追焚バーナ付排ガスボイラによる蒸気回収
- 8) 運用形態
受電電力は一定制御、発電電力は一定制御、ガスタービン燃焼ガス温度は一定制御を自動で行う運用および、託送端末の送電電力指令値または、同期盤での設定値による送電電力は一定制御
- 9) 運用開始 : 平成26年1月

6.3 福山製紙(株)殿



- 1) 発電装置型式 : CNT-50C型 × 1台
- 2) ガスタービン型式
: Taurus60S型
- 3) 発電装置出力 : 5,450kW (気温15℃時)

7. おわりに

今後さらにガスタービンCGSを普及、浸透させるために、以下の4つの取組が必要であると考えている。

- ①CGSの導入コストの低減とメンテナンス間隔の延長
- ②廃熱のカスケード利用の用途に応じた提案
- ③見える化を含む省エネルギー支援
- ④電力流通システムの効率化

CGSは低炭素社会を実現させる重要なシステムと評価され、普及が期待されている。

電力小売りの自由化の進展に伴い、送電ロスが少なく、電力需要地で必要な時に、必要な電力をまかなうことができるオンサイト発電のメリットの認知と普及も加速されている。このように、CGSの普及には導入に対するインセンティブの付与や、電力の買取り制度、規制緩和などの制度支援も重要な課題となっている。