

# 消化ガスエンジン

<共同研究者>  
株式会社大原鉄工所 環境営業課 浅井圭介

## 1. 会社紹介

- 1) 本社：新潟県長岡市
- 2) 1907年 さく井関係機器メーカーとして創業
- 3) 主要営業品目
  - ①車両事業
    - ・ゲレンデ整備車
    - ・自衛隊向け雪上車
    - ・南極観測隊雪上車
  - ②環境事業
    - 下水処理・ごみ処理プラントに関する機器・プラントの開発・設計・工事

**消化ガスエンジンの開発・販売**

株式会社 大原鉄工所 2

## 2. 消化ガスの利用状況

全国約300箇所の処理場で嫌気性消化（メタン発酵）が行われているが、発生量の約3割は焼却処分されている。

株式会社 大原鉄工所 3

## 3. 処理場の規模と処分状況

**中小規模の処理場ではほとんどの消化ガスが処分されている。**

株式会社 大原鉄工所 4

## 4. 消化ガス発電実施状況

消化ガス発生量に対する消化ガス発電の実施

年間消化ガス発生量(千m <sup>3</sup> /年)	処理場数	消化ガス発電実施	消化ガス発電実施割合
～ 5	4	0	0%
5 ～ 10	1	0	0%
10 ～ 50	27	0	0%
50 ～ 100	24	0	0%
100 ～ 500	130	1	0.7%
500 ～ 1000	44	3	6.8%
1000 ～ 3000	55	6	10.9%
3000 ～ 5000	5	3	60.0%
5000 ～	8	5	62.5%
合計	298	18	6.0%

出典：下水道統計 平成19年

消化ガス発電の現状

- 全体の約8割を占める中小規模の処理場ではほとんどの消化ガスが処分されている。
- 既存の消化ガス発電設備（ガスエンジン、ガスタービン）→ 大規模処理場向け

未利用消化ガスの利用促進のためには、廉価な発電設備が必要である。

株式会社 大原鉄工所 5

## 5. 消化ガスエンジンの開発

**コンセプト**

中小規模の処理場でも導入可能な低コスト・小型の消化ガス発電機の開発

そこで、

市販のパッケージ型ディーゼルエンジン発電機のエンジン部を改造することによってガスエンジン化を行う。

株式会社 大原鉄工所 6

### 6. ディーゼルエンジンからガスエンジンへ

**改造項目**

③ 调速装置の追加  
スロットルガバナを設置する。回転センサからの情報よりスロットルガバナの開度を調整し、エンジンの回転数を一定とする。

株式会社 大原鉄工所 7

### 7. 保護機能

**保護項目**

- 始動渋滞
- 油圧低下
- 水温上昇
- 過速度
- 制御電源低下
- 過電流
- 地絡過電流
- 非常停止
- 火災
- ガス漏れ
- エアクリーナ異常
- バッテリー液面低下
- エンジンオイル油面低下

**重故障**

- 発電機 : 停止
- 系統連系盤 : 瞬時解列

**軽故障**

- 発電機 : 運転継続 (異常信号出力)
- 系統連系盤 : 連系運転

株式会社 大原鉄工所 8

### 8. 発電機(BG30A)主要諸元

型式	BG30A	形式	回転昇降形同期発電機	
出力	出力(kW) <sup>※1</sup>	25 / 30 (連系) 20 / 25 (自立)	種数 4 励磁方式 ブラシレス方式(自動電圧調整器付)	
	周波数(Hz)	50 / 60	駆動方法 エンジン直結	
	電圧(V)	200 / 400	排熱回収量(kW) <sup>※1</sup>	32 / 40
	相数	3相	発電効率(%) <sup>※1</sup>	35 / 34
燃料	メタン濃度(%)	55~65	熱回収効率(%) <sup>※1</sup>	45 / 46
	ガス消費(Nm <sup>3</sup> /h) <sup>※1</sup>	13.1 / 16.1	総合効率(%)	80
	供給圧(kPa)	2.0~3.0	質量(kg)	1500
エンジン	形式	4サイクル水冷直列縦型	<small>※1 出力 NEGA(日本国内電力発電設備協会規格)基準値を満足する値</small> <small>※2 ガス消費 メタン濃度55%時のガス消費量(メタン100%時の値を8550kcalとする)</small> <small>※3 効率 JISB9122コージェネレーションユニットの性能試験方法に準じて測定</small>	
	気筒数	4		
	総排気量(L)	4.009		
	回転数(rpm)	1500 / 1800		
	油量	BG30専用オイル 16.5L		

株式会社 大原鉄工所 9

### 9. 発電機(BG30A)実証試験

【試験の目的】  
長期間の連続稼働に耐えるかの動作確認と、関連する周辺機器の性能確認を行う。  
稼働中の下水処理場より発生する消化ガスで発電を行い、処理場内の商用電源と系統連系することで、処理場内のエネルギー自給率を高める実証実験を行った。

【試験フィールド】  
新潟県魚野川流域下水道掘之内浄化センター 殿

	全体計画(H42)	現有能力
処理人口	26,900人	29,260人
処理能力水量	13,070 m <sup>3</sup> /日	14,450 m <sup>3</sup> /日
排除方式		分流式
処理方式		標準活性汚泥法
処理開始		平成4年8月
消化ガス発生量		350 千m <sup>3</sup> /年
メタン濃度		50~60%

株式会社 大原鉄工所 10

### 10. 実証試験設備フロー

消費ガス量の測定  
メタン濃度の測定  
発電出力の測定

消化ガスの流れ  
ガスホルダ → ガス配管分岐部 → シロキサン除去装置 → 消化ガス発電機

【シロキサン】  
消化ガス中に含まれるシリカの化合物で、シロキサンが含まれるガスを燃焼させるとエンジン内部に硬い残渣物が付着しエンジンにダメージを与えるため除去する必要がある。

発電機排熱を温水として取り出す  
回収熱量の測定

系統連系盤へ  
熱回収装置へ

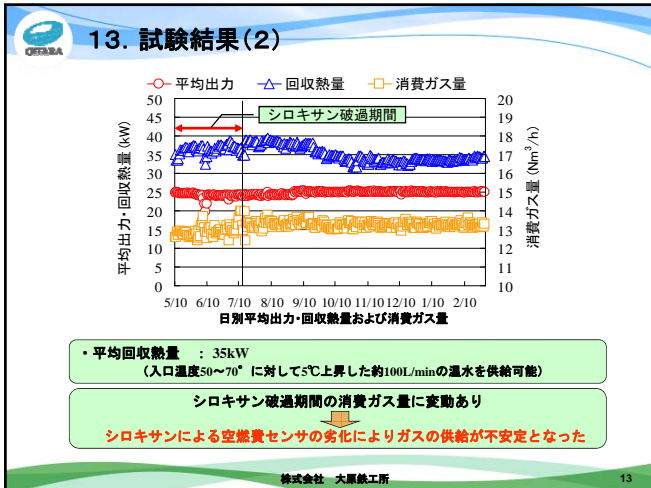
株式会社 大原鉄工所 11

### 12. 試験結果(1)

月別稼働率および平均出力

- 平均出力 : 24.7kW (発電端出力)
- オイルサンプリング分析 : 劣化状況に問題なし
- 平均稼働率 : 99.87% (発電機自己都合による停止のみを考慮して算出)
- 累計稼働時間 : 8760時間達成
- 発電機のトラブルによる運転の停止は発生しなかった

株式会社 大原鉄工所 12



### 14. 試験結果(3)

メタン濃度測定結果と発電効率および総合効率

測定日	消化ガスメタン濃度 (%)	日平均消費ガス量 (Nm <sup>3</sup> /h)	日平均発電出力 (kW)	発電効率 (%)	日平均回収熱量 (kW)	総合効率 (%)
11.06.29	59.5	13.0	24.9	32.4	37.8	81.6
11.08.31	57.7	13.5	25.3	32.7	38.0	81.9
11.09.28	55.2	13.5	25.1	33.9	35.6	82.0
11.11.4	57	13.4	25.1	33.1	34.3	78.3
11.11.30	59.4	13.3	25.1	32.0	33.6	74.8
11.12.20	50.7	13.3	25.2	37.6	32.9	86.6
12.01.26	56.6	13.2	25.0	33.7	33.6	79.0
12.02.28	55.4	13.2	25.0	34.4	34.5	82.0
12.03.27	57.2	13.2	25.1	33.5	35.3	80.6
12.04.26	56.9	13.4	25.0	33.0	36.4	81.1
ave	56.6	13.3	25.1	33.6	35.2	80.7

- メタン濃度に50.7~59.5%の変動があったが安定的な発電出力を得ることができた。
- 年間を通した常用での発電効率は32.0~37.6% (平均33.6%)であった。
- 試験期間の総合効率は平均80.7%を達成した。

株式会社 大原鉄工所 14

- ### 15. 発電機(BG30A)実証試験のまとめ
- リアルタイム空燃費自動制御方式によりメタン濃度変動や季節変動に対応し、安定した運転の継続が可能であった。
  - エンジン内部の摺動部品に異常磨耗はなく良好な状況であった。
  - シロキサンはエンジン内部にダメージを与えるだけでなく、エンジンの制御にも影響を及ぼすことがわかった。
- 株式会社 大原鉄工所 15



### 17. 50kWクラス発電機の開発経緯

ガスの発生が多い施設では複数台での並列運転が必要

例) 長岡中央浄化センターに25kW発電機を設置した場合  
 処理人口 : 約12万人  
 ガス発生量 : 115m<sup>3</sup>/h (平成21年度ガス発生量の平均)

10台の並列運転となるため、設置するためのスペースが必要となり、メンテナンスにも手間がかかってしまう。

**25kW×2台と50kW×1台を比較すると...**

- 設置に必要なスペースを約2/3に抑えることが可能
- インシヤルコストを2割程度抑えられものと試算
- 他社にない出力帯であるため競合することがない

株式会社 大原鉄工所 17

### 18. 発電機(BG60A)主要諸元

型式47		BG60A	形式		回転昇磁同期発電機
出力	出力(kW) <sup>※1</sup>	50 / 80 (連系) 40 / 50 (自立)	発電機	極数	4
	周波数(Hz)	50 / 60		励磁方式	ブラシレス方式(自動電圧調整器付)
	電圧(V)	200 / 400		駆動方法	エンジン直結
	相数	3相		排熱回収量(kW)	87 / 85
燃料	メタン濃度(%)	55~85	性能	発電効率(%) <sup>※2</sup>	34 / 33
	ガス消費(Nm <sup>3</sup> /h) <sup>※1</sup>	28.2 / 32.2		熱回収効率(%) <sup>※1</sup>	45 / 46
	供給圧(kPa)	2.0~3.0		総合効率(%)	80
ガスタービン	形式	4サイクル水冷直列縦型	質量(kg)		2300
	気筒数	6	※1 出力: NEGA(日本内燃力発電設備協会規格)基準値を満足する値		
	総排気量(L)	8.0	※2 ガス消費: メタン濃度55%時のガス消費量(メタン100%時の熱量を8550kcalとする)		
	回転数(rpm)	1500 / 1800	※3 効率: JISB81122コージェネレーションユニットの性能試験方法に準じて測定		
	使用オイル	BG80専用オイル			

株式会社 大原鉄工所 18



## 19. FIT(固定価格買取制度)適用事例

株式会社開成殿(新潟県村上市瀬波)の「バイオマスエネルギープラント」に本発電機が導入されています。

### ○施設概要

地元の飲食店や温泉宿で発生する食品廃棄物を使用して温熱や電気を製造します。

機器:25kW発電機(BG30A)

設置台数:1台

付属品:シロキサン除去装置、熱回収装置、発電機制御盤、亮電用キューピクル

- ・温熱 → フルーツ等のハウス栽培に利用
- ・電気 → 全量販売

プラントより発生するバイオガスのメタン濃度には30%の変動が見られたが、安定した運転が可能となっている。



**FIT認定済みメタン発酵ガス化発電設備**



## 20. 工場排水での適用事例

ひかり味噌株式会社殿(長野県上伊那郡飯島町)の「飯島グリーン工場」に本発電機が導入されています。

### ○施設概要

味噌の製造や即席みそ汁の製造過程で発生する残渣を使用して工場内の電力を賄います。

機器:30kW発電機(BG30A)

設置台数:1台

付属品:シロキサン除去装置、熱回収装置、発電機制御盤、保護継電器盤

- ・温熱 → メタン発酵槽の加温
- ・電気 → 自家消費

- ① 購入電力の削減  
236万円/年(9円/kWで試算)
- ② CO2の排出削減  
124t-CO2/年



## 21. 畜産糞尿への適用事例

### ○施設概要

町内の酪農家から収集した畜産糞尿をバイオガスプラントで処理し発生したバイオガスは、発電機及びボイラー利用します。消化液は、町内の酪農家及び畑作農家に液肥として還元しています。

機器:50kW発電機(BG60A)

設置台数:1台



畜産糞尿より発生したバイオガスで約3ヶ月の実証試験を実施しました。



# ご清聴ありがとうございました



### 【問い合わせ先】

株式会社大原鉄工所 営業部 営業開発課  
〒940-8605 新潟県長岡市城岡2-8-1  
TEL:0258-24-2351 FAX:0258-24-8201