

最新鋭のストーカ式廃棄物焼却炉商用稼働開始

State-of-the-art Stoker-type Waste Incinerator Begins Commercial Operation



三菱重工環境・化学エンジニアリング株式会社

海外事業部 海外プロジェクト部

海外プラント営業グループ

国内事業部 営業部 営業グループ

☎(045)227-1273

☎(045)227-1286

廃棄物処理において、安定的な減容化と環境負荷低減は優先事項の一つである。そこで三菱重工環境・化学エンジニアリング株式会社(以下、当社)は、幅広い性状の廃棄物を安定的に減容化でき、環境負荷低減に寄与することをコンセプトに、従来のストーカ式廃棄物焼却炉を改良進化させた、新しいストーカ式廃棄物焼却炉を開発した。2021年1月に、その初号機を中国湖北省孝感市へ納め、商用運転に至ったので、この改良型ストーカ式廃棄物焼却炉の概要と稼働状況について報告する。

1. 開発背景

図1にごみ焼却施設(ストーカ式廃棄物焼却炉)の主要処理フローを示す。可動する火格子(ごみを攪拌、搬送する役割を持つ格子状の装置)を並べたストーカと呼ばれる燃焼装置上で、ごみクレーンにより投入されたごみを高温焼却する装置がストーカ式廃棄物焼却炉(以下、ストーカ)である。当社の従来型ストーカ(図2)はごみの流れ方向に対して火格子を上り傾斜状に設置したものであった。火格子を上り傾斜状にするメリットとしては、ごみの攪拌性向上やごみの完全燃焼に必要な滞留時間をコンパクトなエリアで確保できることがあげられる。これらのメリットを活かしつつ、国内だけでなく、世界中に展開できるように海外の水分が多いごみでも安定的に処理ができ、かつ大規模処理量に対応できるように従来型を改良進化させた改良型ストーカの開発を始めた。

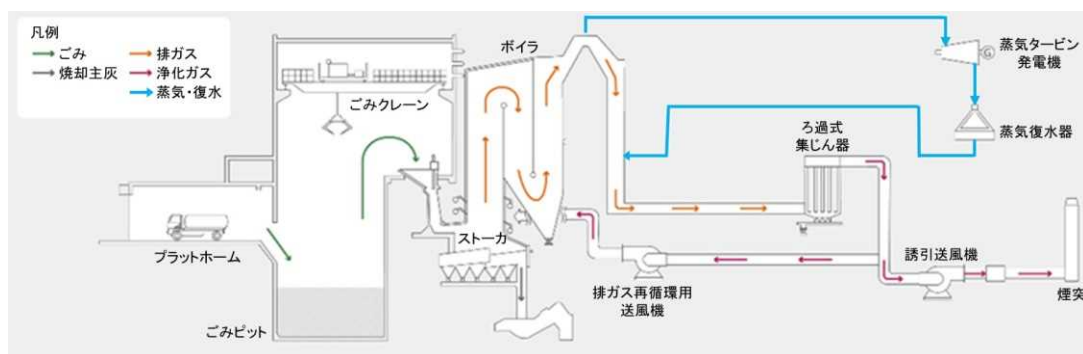


図1 ごみ焼却施設の一般的な主要処理フロー

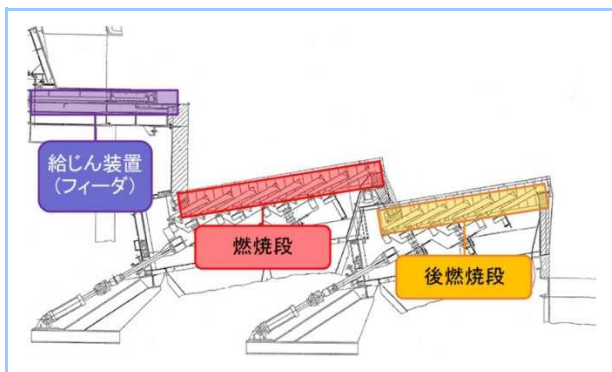


図2 従来型ストーカ概略図

2. 改良型ストーカの特徴

2.1 改良型ストーカの構造

改良型ストーカの概略図を図3に示す。改良型ストーカはごみの乾燥を促進させる下り傾斜のストーカと従来のメリットを活かした上り傾斜のストーカを組み合わせ、V型の構造となっている。

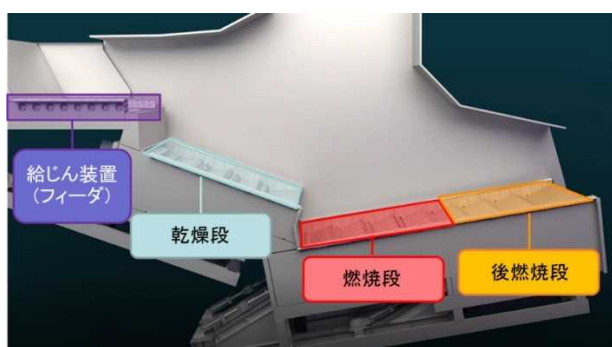


図3 改良型ストーカ概略図

2.2 ストーカ構造・炉形状の最適化による高効率燃焼

乾燥段に下り傾斜を採用したことで以下のメリットがある。

- ・燃焼段にスムーズにごみを搬送できる。
- ・ごみの乾燥に必要な火炎からの輻射熱を受けやすい。

燃焼段及び後燃焼段に上り傾斜を採用したことで以下のメリットがある。

- ・完全燃焼に必要な滞留時間をコンパクトなエリアで確保できる。
- ・ごみを火格子で突き上げることで効率的に攪拌できる。
- ・後燃焼段では火炎からの輻射熱も受けやすくなる。

改良型ストーカは、ストーカ構造と炉形状を最適化することで、乾燥・燃焼・後燃焼すべての工程でストーカ面が火炎中心方向を向くように設計されているため、輻射熱を効率的に受けながら、ごみが焼却されるというのが最大の特徴である(図4)。

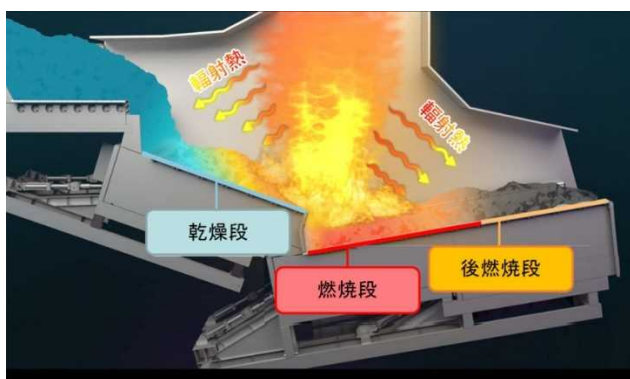


図4 ストーカ構造及び炉形状の工夫による輻射受熱イメージ

2.3 ストーカのコンパクト化

改良型ストーカは下り傾斜ストーカの追加により、ストーカ全長は従来型比で約 1.5 倍に伸びることになるが、**図5**のようにストーカはボイラ下部空間に配置されているため、ボイラを含めた設置面積で考えれば影響はほとんどない。それに対し、ストーカ幅を狭くすることができれば、ストーカと一体構造となるボイラの幅も小さくすることができる。乾燥を促進する下り傾斜で、ごみを乾燥させることにより重量と体積が小さくなる。その結果、上り傾斜のストーカで必要とされる搬送負荷を低く抑えられ、従来型ストーカよりもストーカの幅を狭くことができ、コンパクト化が可能となった。改良型ストーカでは従来型よりストーカ全長は長くなるが、幅が狭くなるため、火格子面積は従来型比で約 0.8 倍となる。これにより、ごみ焼却炉建屋の中でも空間の占める割合の大きい、ストーカ・ボイラが収納される炉室を小さくすることができるため、狭隘な敷地に対して、配置計画の自由度の向上が見込める。

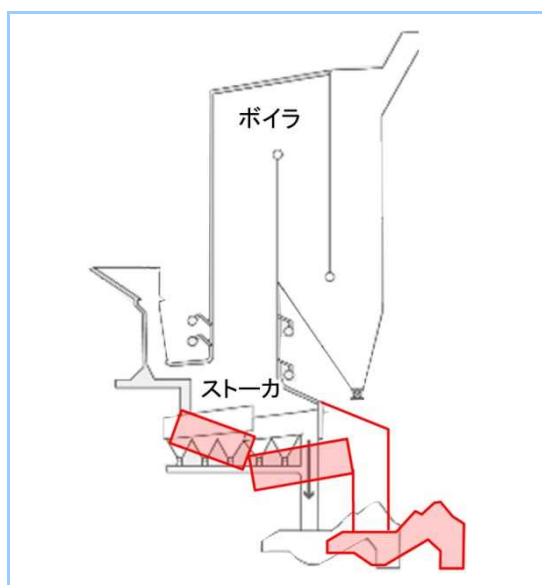


図5 改良型ストーカ採用時の配置断面イメージ
ストーカはボイラ下部空間に配置されているため、ストーカが長くなっても、建屋への影響はほとんどない。

2.4 ユニット構造の採用

改良型ストーカは要求処理量に柔軟に対応できるように考慮している。具体的にはフィーダ、乾燥段ストーカ、燃焼・後燃焼段ストーカをそれぞれユニット化し、要求処理量に応じて幅方向に並べるユニット数を増減させて対応する。また、ユニット化のメリットとして、据付け時にユニットごとに取付けていくため、据付けにかかる現地工数を大幅に低減することが可能である(**図6**)。

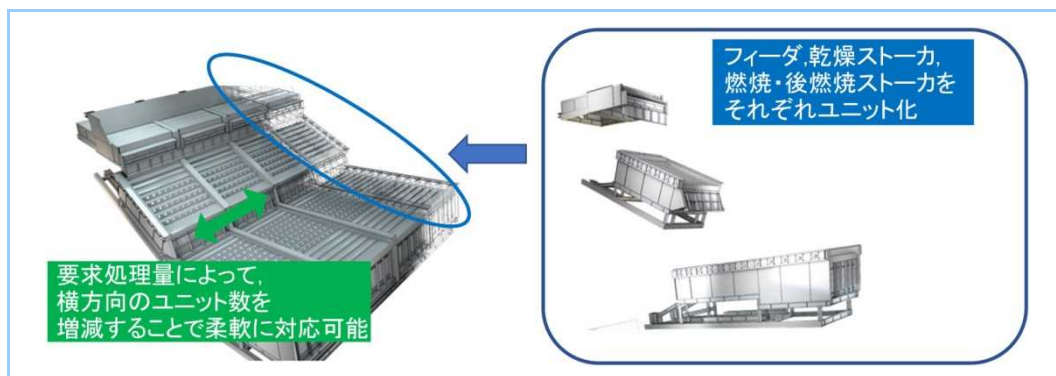


図6 ユニット構造による処理量毎の柔軟な対応

3. 施設概要

施設概要を表1、施設所在地を図7に示す。本施設は、中国湖北省孝感市としては初の一般廃棄物焼却発電プラントとして公称ごみ焼却量 1500t/日 (750t/日×2炉)の焼却炉と 35000kWの抽気復水タービンを備え、商用運転を開始後、重要な環境インフラ設備のひとつとして同市の生活基盤を担っている。本施設周辺には、将来的に汚泥処理施設などの建設も予定しており、本施設を含んだ静脈産業施設としての構想がある。なお、本プロジェクトにおける当社の所掌範囲は“ストーカ機器供給+ボイラ基本計画”である。

表1 施設概要

竣工年	2021年2月
焼却炉形式	全連続式焼却炉(ストーカ炉)
公称処理能力	1500t/日(750t/日×2炉) ※要求処理能力:900t/日/炉
ガス冷却方式	廃熱ボイラ方式(6.4MPa, 450℃)
発電設備	抽気復水タービン(35000kW)
当社所掌範囲	ストーカ機器供給+ボイラ基本計画



図7 施設所在地

4. 運転状況

4.1 処理量と熱灼減量

試運転時のごみ処理量と焼却灰(湿灰)の熱灼減量を図8に示す。ストーカ炉の公称焼却量は750t/日であるが120%処理負荷で24時間連続運転可能な焼却炉であることが要求事項としてあったため、900t/日を処理できるストーカ炉を設計した。図8より要求処理能力 900t/日以上の処理時を含め、熱灼減量(※)は約3か月間の平均で1.6%となっており、連続安定運転ができていることがわかる。本プロジェクトにおける熱灼減量の保証値は 5%未満であり、十分に達成できていることが確認できた。熱灼減量が低いということは、埋立て処分場における土壌汚染や水質汚濁の要因となる腐敗性有機物が少ないことを意味し、環境負荷低減に貢献する。

なお、試運転時のごみの低位発熱量はおおよそ 6~7MJ/kg で推移し、低いときは 5MJ/kg 程度であった。日本国内では8~10MJ/kg 程度であるのに対して、水分も多く低位発熱量が低いため、比較的燃やしにくいごみであった。

※熱灼減量:乾燥状態の焼却灰中に残る未燃分の重量比を表す値。

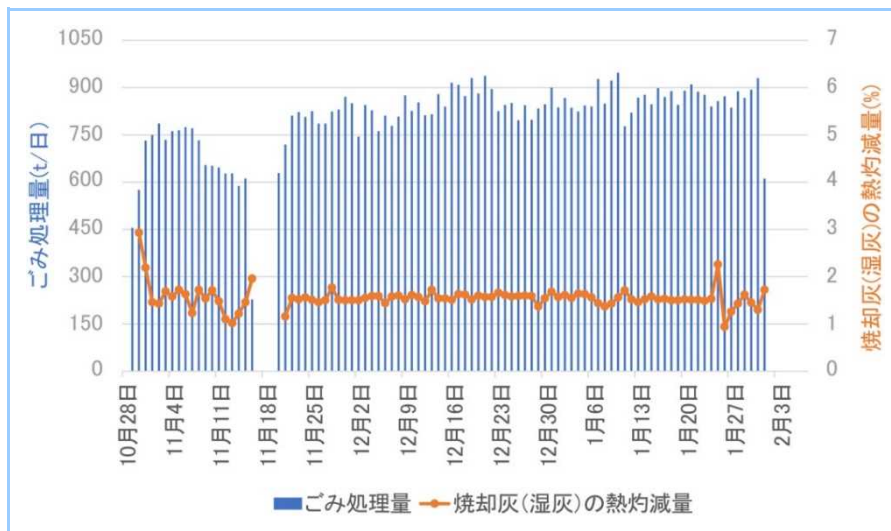


図8 ごみ処理量と熱灼減量(1号炉)

4.2 低低位発熱量ごみへの対応性(掘り起こしごみとの混焼)

本プラントでは、隣接する埋立て処分場の掘り起こしごみとの混焼も行われており、ごみ搬入量の3割以上が掘り起こしごみということもあった。掘り起こしごみは発酵が進んでおり、含水率も高く、泥状、かつ、低位発熱量も低い。掘り起こしごみ(図9、図10)と混焼した場合でも図8に示した通り、熱灼減量は低く、幅広いごみ質にも対応できることが確認できた。



図9 処分場の掘り起こし作業



図10 掘り起こしごみ(ごみピット)

4.3 排ガス値の安定性

燃焼の安定性を判断する指標として、排ガス中の一酸化炭素濃度(以下、CO濃度)がある。平均で900t/日以上のごみを処理していた5日間のCO濃度を表2に示す。本プロジェクトにおけるCO濃度の保証値は1日平均で50mg/m³N(=43ppm)であるが、実際の運転では1日の平均値で1~3ppmであり、100ppmを超えるCO濃度のピークもなく、燃焼が安定していることが確認できた。

表2 排ガス中のCO濃度

日付	処理量	CO濃度	
		24h平均	100ppm超過回数
12月19日	909 t/日	1.78 ppm	0回
12月20日	873 t/日	2.10 ppm	0回
12月21日	930 t/日	1.89 ppm	0回
12月22日	881 t/日	2.28 ppm	0回
12月23日	937 t/日	1.83 ppm	0回

4.4 大型不燃物の搬送

日本に比べ、ごみの分別が十分でない国では、自転車や大型トラックのタイヤ等の大型不燃物が家庭ごみと一緒に搬入されることがある。様々な国への改良型ストーカの適用を考えると、このようなごみでも焼却炉運転に支障なく排出され、安定してごみ焼却処理が継続されることが重要である。試運転中にごみピットに設置されたステンレス鋼材製の排水スクリーン(幅 1.2m×奥行き 1.2m×高さ 0.3m:図 11)が外れ、誤って他のごみと一緒に焼却炉内に投入される事象が発生した。排水スクリーンは上り傾斜の燃焼段・後燃焼段でも搬送不可になることなく、排出されることが確認できた。試運転中に少なくとも2枚の排水スクリーンが焼却炉内に投入されたが、2枚とも搬送不可になることなく、排出され、焼却炉の運転が継続できることを確認できた。



図 11 ステンレス鋼材製の排水スクリーン

4.5 運転日数

2021 年1月の商用運転開始後、お客様の焼却炉運転計画に沿った運転がされてきた。過去1年間の運転日数実績を表3に示す。この期間での停炉は、ごみ搬入量に応じた操炉調整が理由であり、装置の安定性は十分であることが確認できた。年間稼働の中で 125 日の連続運転も実施しており、日本で一般的に要求される 90 日以上の連続運転も十分に満足している。

表3 運転日数実績

	運転日数	稼働率
1号炉	282 日間/365 日間	77%
2号炉	316 日間/365 日間	87%

5. 今後の展開

今回、低低位発熱量のごみや大型不燃物の多い海外のごみに対して安定して完全燃焼が可能であることが確認できたことから、今後は海外での拡販を加速させるとともに、ストーカのコンパクト化による配置自由度の高さを活かして、国内向けプラントにも展開していく所存である。国内では排ガス再循環設備(以下、Exhaust Gas Recirculation:EGR)を用いた低空気比燃焼による高効率廃棄物発電が主流となっているが、EGRと組み合わせた低空気比・低 NO_x 燃焼が可能であることは数値流体力学(Computational Fluid Dynamics:CFD)解析で確認済みであり、実機への展開はスムーズに対応できる。

また、試運転時に現地のパソコンと当社の本社にあるパソコンを仮想プライベートネットワークで接続し、焼却炉運転状況の遠隔監視、運転データを取得できたこともあり、当社が開発した AI 遠隔監視・運転支援システムの MaiDAS®と関連付けた展開も模索していきたい。

“MaiDAS®”は、日本における三菱重工環境・化学エンジニアリング株式会社の登録商標です。