



Title	実稼働施設の測定データに基づく縦型ストーカ式焼却炉内の現象解明と運転特性に関する研究 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	山田, 裕史
Citation	北海道大学. 博士(工学) 甲第15379号
Issue Date	2023-03-23
Doc URL	<a href="http://hdl.handle.net/2115/89598">http://hdl.handle.net/2115/89598</a>
Rights(URL)	<a href="https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/">https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/</a>
Type	theses (doctoral - abstract and summary of review)
Additional Information	There are other files related to this item in HUSCAP. Check the above URL.
File Information	Yuji_Yamada_review.pdf (審査の要旨)



[Instructions for use](#)

## 学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士(工学) 氏名 山田 裕史

審査担当者 主査 准教授 東條 安匡  
副査 教授 石井 一英  
副査 教授 廣吉 直樹  
副査 名誉教授 松藤 敏彦

### 学位論文題名

実稼働施設の測定データに基づく竪型ストーカ式焼却炉内の現象解明と運転特性に関する研究  
(Research on Solid Waste Pyrolysis-Combustion Characteristics and Operating Characteristics of  
Vertical Combustor in Operation)

わが国の廃棄物処理は焼却が中心となっている。焼却炉の形式としては火格子を階段状に並べ、可動火格子がごみを攪拌しながら下流へ送るストーカ式焼却炉が施設数の約 70% を占めている。一方、本論文で対象とする竪型ストーカ式焼却炉は 1994 年に開発された新型の炉形式で、形状は円筒型、上方から投入される廃棄物は自重で下方へ移動し、底部から焼却残渣を排出する。一次燃焼空気の空気比を 0.3~0.5 程度としてごみ層下部のみを燃焼し、その燃焼によって発生した高温の還元性ガスがその上部のごみを熱分解・乾燥させる。熱分解ガスはごみ層上方の燃焼室で完全燃焼される。竪型ストーカ式焼却炉は現在までに国内外で 20 施設以上の実績があり、水分が高く、不均質で、時間的変動が大きい一般廃棄物、産業廃棄物、医療廃棄物を良好に運転できることが実機では確認されている。ただし、これまで幅広いごみ質に対応でき、焼却残渣中の未燃分がほぼゼロであるなどの特徴が確認されてきたが、いずれも定量的検討は行われていなかった。

本研究では、実際に稼働している竪型ストーカ式焼却炉の運転データを用い、物質収支、熱収支モデルを作成し、これらを用いて炉内の現象を定量的に明らかにした。また処理施設の性能として排ガス処理特性、多様なごみに対する安定運転性、炉の立上げ・立下げの運転特性、定期整備日数や施設稼働率などについて明らかにした。

本論文は、以下のような構成となっている。

第 1 章は竪型ストーカ式焼却炉の特徴、開発経緯と主な設計要因、および本論文の目的を述べた。

第 2 章は、焼却炉の運転データを用いて物質・熱収支モデルを作成し、ごみ質や炉内の現象を考察した。物質収支を求めたのちに、温度測定データをもとに熱収支を明らかにし、燃焼室温度を測定値と比較してモデルの信頼性を確認した。

第 3 章は、実稼働している竪型ストーカ式焼却炉における熱分解、燃焼完了位置、および滞留時間の推定を目的に、まず廃棄物層中の固形物ならびに燃焼ガス成分を測定し、 $CO$ 、 $H_2$ 、 $CO_2$  などの分布および固形物中の  $C$ 、 $H$  含有量から、熱分解および熱分解残渣の燃焼完了位置を確認し、熱分解は廃棄物層内の狭い範囲で起きていることを明らかにした。また、炉内に 4 種類のセラミック材を投入したトレーサー試験から、炉内の滞留時間は 20 時間程度であり、ストーカ炉の 10 倍程度であることを確認した。この長い滞留時間により残渣中の未燃炭素が検出下限以下となることが明らかにした。

第4章は、 $NO_x$ の生成機構およびバグフィルタの除去性能について述べた。 $HCN$ および $NH_3$ を $NO_x$ 生成の主要物質と考え、室内実験により、酸素濃度、温度および $H_2$ 、 $CO$ などの共存ガスが $NO_x$ 生成にどのような影響を与えるか調べた。加えて、プレコートバグフィルタによる塩化水素、硫黄酸化物、水銀、ダイオキシン類の除去性能について整理した。

竪型ストーカ式焼却炉は幅広いごみ質に対応できることが特徴であることから、第5章は、多様なごみ質に対する運転特性について述べた。第2章の手法を用い、下水汚泥混焼を行っている竪型ストーカ炉における物質収支、熱収支を定量化した。また、竪型ストーカ炉においてその他の燃焼困難物の処理が安定的に行われていることを医療廃棄物処理施設、海外での有害ごみ処理施設、災害廃棄物処理施設のそれぞれの施設運転データをもとに示した。災害廃棄物は、土砂・がれき・水分を多く含む特徴があるが、竪型ストーカ炉での処理状況を実稼働していた仮設炉のデータを基に、焼却残渣の特性、燃料消費量などを他の炉形式と比較した。特に他施設が多くの燃料を使用しているのに対し、竪型ストーカ式焼却炉は通常の一般廃棄物処理施設と同等の助燃燃料使用量であり、低質ごみに対する適応性を示した。

第6章は、炉の立上げ・立下げの運転特性、および定期補修整備の所要日数について述べた。ごみ焼却施設は、施設の安定稼働のために定期点検、定期整備が必要であるが、その際には必ず焼却炉の立下げ、立上げを行う必要がある。竪型ストーカ式焼却炉は従来型ストーカ炉と比べて構造が簡単であることから、短時間で効率よく立ち上げ可能なことを示した。さらに損傷個所が少なく限定的であることから補修期間が短く、結果として稼働率が高いことを示した。

第7章は、論文の総括であり、本論文で得られた結果をまとめた。

これを要するに、著者は、炉内現象が十分に解明されていなかった竪型ストーカ炉に対して、炉内物質収支を明らかにした他、未燃炭素が検出限界以下となる理由の明確化、多様な廃棄物に対する運転特性等、新たな知見を得たものであり、廃棄物焼却処理技術に対して貢献するところ大なるものがある。よって著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。