

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	オイルスラッジ焼却灰と水蒸気を添加した熱分解によるオイルスラッジからの燃料油回収
Title(English)	Oil Recovery from Oil Sludge Employing Pyrolysis Process with Oil Sludge Ash and Steam Addition
著者(和文)	程 燦
Author(English)	Shuo Cheng
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10337号, 授与年月日:2016年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:吉川 邦夫,加茂 徹,竹下 健二,高橋 史武,時松 宏治,梶谷 史朗
Citation(English)	Degree:, Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10337号, Conferred date:2016/9/20, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻：	環境理工学創造	専攻	申請学位 (専攻分野)：	博士	(工学)
Department of			Academic Degree Requested	Doctor of	
学籍番号：	13D53177		指導教員 (主)：	吉川 邦夫	
Student ID Number			Academic Advisor(main)		
学生氏名：	程 シャク		指導教員 (副)：	加茂 徹	
Student's Name			Academic Advisor(sub)		

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本論文は「Oil Recovery from Oil Sludge Employing Pyrolysis Process with Oil Sludge Ash and Steam Addition」と題し、オイルスラッジ焼却灰添加と水蒸気注入を組み合わせ、石油産業主な廃棄物のオイルスラッジを処理する同時に高品質の燃料オイル製造を目的として、全6章から構成されている。

第1章「Introduction」は、本研究の背景として、石油の上流と下流産業と環境影響を紹介し、既存の石油資源の二次開発と非在来型石油資源の開発によりオイルスラッジの排出量が増大していることを指摘し、オイルスラッジの発生源、分類、特性と処理方法を概観している。そして、熱分解のオイル回収率と機動性が高いという優越性とオイル品質が低いという弱点を示し、その弱点を改善するための種々の添加剤或るは触媒が加えた熱分解プロセスについて紹介している。最後にオイルスラッジ焼却灰が添加剤としての強み、水蒸気注入技術の強みとその長所を利用し、オイルスラッジ処理と高品質のオイル回収することが本研究の目的であることを述べ、本論文の構成について紹介している。

第2章「Evaluation of oil sludge ash additive in oil sludge pyrolysis process for oil production employing thermogravimetric analysis and two-stage fixed bed reactor」では、オイルスラッジの熱分解特性とオイルスラッジ焼却灰を添加剤としての効果を解明するために、TG 熱分析装置と二段熱分解と改質装置を用いた、ラボ規模での熱分解実験が実施されている。TG 熱分析実験では、加熱速度を 20℃/min に固定し、目標温度を 300-600℃に変化させて、オイルスラッジの熱分解にどのような影響を与えるのかを検討されている。結果により 500℃の反応温度が最適であると結論している。二段熱分解と改質装置における実験では、オイルスラッジ焼却灰と他の三種類の商用触媒を用い、反応温度が 500℃に設定され、一段（原料と添加剤・触媒と混ぜる）と二段（原料を熱分解炉に、添加剤・触媒を改質炉に）の二つのパターンで各添加剤・触媒の効果を考査している。実験の結果、一段熱分解のオイル回収量は二段より高く、オイルスラッジ焼却灰を添加した場合に最大値に達することが明らかにされている。結論としてオイルスラッジ焼却灰を添加する一段熱分解はオイルスラッジからオイルを回収するため、最適な反応パターンであると結論している。

第3章「Comparison experiment of oil sludge ash additive and quartz sand in a stirred tank reactor」では、第2章から得たオイルスラッジ焼却灰の添加がオイル回収量を向上できるという結果の原因を明らかにするため、ベンチ攪拌反応器でオイルスラッジ焼却灰と石英砂との比較実験を行なっている。熱分解実験の結果、オイルスラッジ焼却灰の添加によりオイル回収の最適反応温度が 500℃から 450℃まで減らしている。オイルスラッジ焼却灰と石英砂の両方もオイル回収量を大幅に増える効果があると明らかにしている。また、添加剤の熱伝導率はオイル回収量と線形関係も報告されている。石英砂と違い、オイルスラッジ焼却灰の添加より回収オイルの残炭は添加剤なしの 2.94%と石英砂の 2.62%から 0.9%に低減できることが示されている。実験結果から、オイルスラッジ焼却灰はオイルスラッジの熱分解に石英砂と同じくオイル回収量を増加する効果を提供できるだけでなく、回収オイルの残炭を低減する効果も持っている結論している。

第4章「Comparison experiment of oil sludge ash additive and the main components of oil sludge ash」では、第3章のオイルスラッジ焼却灰の添加が回収オイルの残炭を低減する効果を示すという結果の原因を明らかにするために、オイルスラッジ焼却灰に含まれる主な成分：アルミナ、酸化鉄 (III)、酸化カルシウムと石英砂を用い、オイルスラッジ焼却灰との比較実験が実施されている。実験は、450℃の下、5rpm/min の攪拌スピードをかけて行われ、回収されたオイルの H/C、残炭と S、N、O の移行率が比較・評価されている。また、可能な反応ルートを解明するために、FTIR、GCMS と NMR でオイルに対する分析も実施されている。その結果、三つの金属酸化物とオイルスラッジ焼却灰は回収オイルの H/C を増加し、残炭と S、N、O 移行率を抑えることが見出されている。そして、FTIR、GCMS と NMR の結果を用い

て、可能な反応ルートを提出している。オイルスラッジ焼却灰の中の金属酸化物は回収オイルの残炭を減らす効果があるということが分かっている。

第5章「Effect of steam injection during the pyrolysis process of oil sludge with and without oil sludge ash」では、オイルスラッジ焼却灰添加と非在来型石油資源の回収と改質でよく使われる水蒸気注入技術を組み合わせることによって、オイルの回収量と品質にどのような影響を与えるのかが検討されている。実験では、反応温度が 450℃に設定し、オイルスラッジと添加剤の質量比が 1:0-1:2 に、水蒸気注入スピードが 0-0.24m³/min に変化されている。その結果、水蒸気注入により、オイル回収量は増加されることが明らかにされている。オイルスラッジ焼却灰添加と水蒸気注入の組み合わせは水蒸気なしの場合より更に回収オイルの残炭と S、N、O 含有量を減らすことができると報告している。水蒸気の注入はオイルスラッジからのオイル回収量とオイル品質を向上できると結論されている。

第6章「Conclusions and outlook」では、得られた成果の総括と、今後の研究の展望が述べられている。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 2 部提出してください。

Note: Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 2 copies of 800 Words (English).

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻：	環境理工学創造	専攻
Department of		
学籍番号：	13D53177	
Student ID Number		
学生氏名：	程 シャク	
Student's Name		

申請学位 (専攻分野)：	博士 (工学)
Academic Degree Requested	Doctor of
指導教員 (主)：	吉川 邦夫
Academic Advisor(main)	
指導教員 (副)：	加茂 徹
Academic Advisor(sub)	

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

The major objective of this thesis is to investigate the effect of the oil sludge ash addition and steam injection on the yield and the quality of the oil product from the oil sludge pyrolysis.

The first chapter of this thesis introduced the background of this research including: the flow and the environmental impact of oil sludge, the classification and the characteristic of oil sludge, and the review of the previous researches to give a more comprehensive understanding about the objective and meaningfulness of this research.

In Chapter 2 “Evaluation of oil sludge ash additive in oil sludge pyrolysis process for oil production employing thermogravimetric analysis and two-stage fixed bed reactor”, a series of pyrolysis experiment was carried out in TGA and two-stage fixed bed reactor to determine the effectiveness of oil sludge ash addition.

Chapter 3 “Comparison experiment of oil sludge ash additive and quartz sand in stirred tank reactor” investigates the physical and chemical effect of oil sludge ash during the oil sludge pyrolysis process by comparing it with quartz sand.

Because the chemical effect of oil sludge ash during oil sludge pyrolysis process has been proved in Chapter 3, in Chapter 4 “Comparison experiment of oil sludge ash additive and the main components of oil sludge ash”, the comparison experiments of oil sludge ash with the main metal oxide components of oil sludge ash were conducted using a stirred tank reactor.

The results of Chapter 4 indicate that the existence of water may be helpful for oil sludge ash showing the catalytic effect in the oil sludge pyrolysis process. Therefore, Chapter 5 “Effect of steam injection during the pyrolysis process of oil sludge with and without oil sludge ash” explores the effect of steam injection during the oil sludge pyrolysis process with and without oil sludge ash.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 2 部提出してください。
Note: Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 2 copies of 800 Words (English).