

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	SOLID FUEL PRODUCTION FROM PAPER SLUDGE EMPLOYING HYDROTHERMAL TREATMENT AND ITS CO-COMBUSTION PERFORMANCE WITH COAL
著者(和文)	アリープラサートチナタン
Author(English)	Chinnathan Areeprasert
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9939号, 授与年月日:2015年6月30日, 学位の種別:課程博士, 審査員:吉川 邦夫,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9939号, Conferred date:2015/6/30, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名		Areeprasert Chinnathan	
論文審査 審査員		氏 名	職 名		氏 名	職 名
	主査	吉川 邦夫	教授	審査員	梶谷 史朗	連携准教授
	審査員	竹下 健二	教授			
		高橋 史武	准教授			
		時松 宏治	准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Solid fuel production from paper sludge employing hydrothermal treatment and its co-combustion performance with coal」と題し、製紙汚泥の水熱処理によって固体燃料を生成し、生成された固体燃料の石炭との混焼特性を明らかにすることを目的に、全7章から構成されている。

第1章「Introduction」では、最初に、本研究の背景として、製紙プロセスで廃棄物として排出される製紙汚泥の組成や一般的な処理法について述べている。次に、高含水の製紙汚泥の処理に適した技術として水熱処理に関する既往研究ならびに、石炭とバイオマスとの混焼に関する既往研究を概観して、本研究の目的とオリジナリティについて述べ、本論文の構成について紹介している。

第2章「Lab-scale and pilot-scale investigation on the hydrothermal treatment of paper sludge for solid fuel production」では、ラボ規模（反応器内容積 500ml）とパイロット規模（反応器内容積 1m³）の水熱処理装置を用いて、製紙汚泥に亜臨界水熱処理を行って、固体燃料を製造する実験が行われている。ラボ規模の実験では、反応温度が 180-240℃、反応圧力が 1.8-2.4MPa の条件下で水熱処理が行われ、その結果、最適に近い条件として判断された、反応温度が 197℃、反応圧力が 1.9MPa で、パイロット規模の水熱処理実験が行われている。反応時間は、いずれの実験も 30 分に設定されている。実験の結果、水熱処理によって製紙汚泥の脱水・乾燥特性が大幅に向上し、発熱量も若干増加することが明らかにされている。また、パイロット規模での実験のエネルギー収支から、固体燃料として回収可能なエネルギー量は、水熱処理に必要なエネルギー量を大幅に上回っており、製紙汚泥からの固体燃料製造が、エネルギー的に自立可能であることが示されている。

第3章「Combustion characteristics and kinetics study of hydrothermally treated paper sludge by thermogravimetric analysis」では、製紙汚泥の水熱処理によって生成された固体燃料の基礎的な燃焼特性が調べられている。熱重量計を用いて、生成固体燃料とセルロース、ヘミセルロース、リグニンの燃焼特性を比較した結果、生成固体燃料の主要な熱分解は、セルロースに起因するものであることを明らかにしている。また、二段階の反応動力学解析の結果、水熱処理によって、製紙汚泥の活性化エネルギーが減少して、より反応性が向上することが明らかにされている。

第4章「Co-combustion of hydrothermally treated paper sludge with subbituminous coal in a fixed bed combustor」では、パイロット規模の水熱処理装置を用いて製紙汚泥から生成された固体燃料と、亜歴青炭との混焼特性が調べられている。燃焼実験はバッチ式の固定床燃焼炉を用いて実施され、実験の結果、水熱処理前の製紙汚泥を石炭と混焼させる場合に比べて、水熱処理生成物を石炭と混焼させる場合は、約 3 割、窒素酸化物 (NO) の排出抑制が可能であることが示されている。その理由としては、水熱処理によって、製紙汚泥中の窒素が脱離液中に移行して燃料中の窒素含有量が減少すること、水熱処理によって、燃料中の窒素の NO への転換率が減少することが原因であることが述べられている。また、水熱処理によって製紙汚泥中のアルカリ成分が脱離液中に移行することによって、燃焼灰が溶融してボイラー壁に付着する問題を抑制できることも示されている。

第5章「Fluidized bed co-combustion of hydrothermally treated paper sludge with two coals of different rank」では、内径 110mm の流動床燃焼炉を用いて、パイロット規模の装置での水熱処理前後の製紙汚泥と、反応性の低い石炭と高い石炭との混焼特性が調べられている。石炭に対する汚泥の混焼率（重量基準）を 30%と 50%に設定して混焼実験を行った結果、水熱処理後の生成物を石炭と混焼させるほうが、未処理の製紙汚泥を石炭と混焼させる場合に比べて、NO の排出および灰中未燃炭素の両方が減少することを見出している。その結果、製紙汚泥の水熱処理は、石炭との混焼特性にいい影響を及ぼすと結論されている。

第6章「Primary fragmentation and attrition phenomena of hydrothermally treated paper sludge during fluidized bed combustion」では、流動床中での固体燃料の一次破碎とチャー粒子の摩滅、すなわち粒子の粉碎現象に焦点を当てて、水熱処理がなぜ灰中未燃炭素の減少に効果があるのかの現象解明が行われている。酸化磨耗実験を行った結果、水熱処理を施した製紙汚泥は、微細粒子の生成量が抑制されて、良好な燃焼特性を示し、CO₂の生成プロファイルから、未処理の製紙汚泥や、亜歴青炭に比べて、短時間で燃焼が完了することが明らかにされている。

第5章「Conclusions」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。

以上、本論文で行われた研究では、製紙汚泥に水熱処理を施すことによって、脱水・乾燥特性が向上し、燃焼時のNO生成が抑制されて、灰中未燃炭素も減少することが明らかにされており、工学的に重要な貢献があると認められ、博士（工学）の学位論文として価値あるものと判断する。