

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	電子顕微鏡タイムラプス可視化を用いたスス酸化を伴うディーゼル微粒子フィルター再生に関する研究
Title(English)	A study on diesel particulate filter regeneration process with soot oxidation through time-lapse visualization using electron microscopes
著者(和文)	SrilomsakMek
Author(English)	Mek Srilomsak
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11592号, 授与年月日:2020年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:花村 克悟,平井 秀一郎,小酒 英範,店橋 護,佐藤 進
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11592号, Conferred date:2020/9/25, 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

(博士課程)

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		Mek Srilomsak	
論文審査 審査員		氏 名		職 名			
	主査	花村 克悟		教授		佐藤 進	准教授
	審査員	平井 秀一郎		教授			
		小酒 英範		教授			
		店橋 護		教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「A study on diesel particulate filter regeneration process with soot oxidation through time-lapse visualization using electron microscopes (電子顕微鏡タイムラプス可視化を用いたスス酸化を伴うディーゼル微粒子フィルター再生に関する研究)」と題し、全6章より構成されている。

第1章「Introduction (緒論)」では、ディーゼル微粒子フィルター(DPF)に捕集された粒子状物質(PM)を燃焼処理するのに必要な付加的エネルギーを抑えるため、DPF堆積後のPM層の燃焼過程を明らかにする必要性および排ガスに含まれる二酸化窒素(NO_2)による燃焼促進効果を明らかにする必要性を指摘している。そこで本研究では電子顕微鏡タイムラプス可視化をDPF再生過程に適用し、このPM層およびその構成要素である1次粒子の酸化過程を明らかにすることが目的であることを述べている。

第2章「Characterizations of soots emitted from diesel engines, diesel fuel-lamps and arc-discharge of carbon electrode (ディーゼルエンジン・ディーゼルランプ・炭素電極アーク放電から放出されたススの特性評価)」では、ランプから採取されたススは1次粒子構造や粒子径分布さらに酸化速度が実機エンジンのPMにほぼ等しく代替粒子として利用できるが、アーク放電からのススはグラフアイト構造が主であり窒素・酸素原子を多く含み酸化速度もPMに比べ速いことを示している。

第3章「Electron microscopic time-lapse ex-situ visualization of regeneration process of diesel particulate filter (ディーゼル微粒子フィルター再生過程における電子顕微鏡 ex-situ タイムラプス可視化)」では、電子顕微鏡タイムラプス可視化を用いて、スス酸化開始とともにケーキ層内の1次粒子が一様に酸化し小さくなることにより局所的に凝集または分離する領域がマイクロメートルサイズで生じつつケーキ層全体は一様に圧縮されDPFの圧力損失が一旦上昇することを明らかにしている。この酸化過程の進行につれ、DPFの表面空孔を塞いでいたススが収縮により持ち上がり、局所的に作動ガスの流量が増大し表面空孔近傍のケーキ層が早期に焼失することを示している。さらにケーキ層の焼失後に透明な層状カーボンがDPF壁面上に残渣として付着することを明らかにしている。

第4章「Soot oxidation kinetics in regeneration process of diesel particulate filter (ディーゼル微粒子フィルターの再生過程におけるスス酸化反応)」では、触媒付DPFを用いることにより無触媒に比べてスス酸化の活性化エネルギーが65%低下するもののこの効果は触媒に接触およびその近傍のススにのみ有効であることを示している。さらに酸素濃度10%および温度域500℃以下の作動ガスに450ppmの NO_2 を加えることによる酸化促進効果を示しつつ、ケーキ層内の NO_2 消費に伴う濃度分布により厚み方向に酸化速度分布が生ずることをタイムラプス可視化により明らかにしている。

第5章「Nanostructure changes in diesel soot during NO_2 - O_2 oxidation under a passive regeneration condition of diesel particulate filter (ディーゼル微粒子フィルターの連続再生過程における NO_2 - O_2 酸化によるススのナノ構造解析)」では、高解像度透過型電子顕微鏡タイムラプス可視化により、ススの1次粒子内部における同心状グラフエン殻構造のフリンジ解析を行い、 NO_2 の混合により屈曲度が大きく長さが短いグラフエンが多く酸化されることを明らかにしている。

第6章「Conclusions (結論)」では、各章において得られた結論を総括している。

以上を要するに、本論文はDPF再生におけるスス酸化過程において NO_2 による1次粒子内部のグラフエン酸化過程やこの1次粒子の酸化縮小に伴うススケーキ層の圧縮による流動損失の上昇、さらに局所的な作動ガスの流量配分の変化に伴うススケーキ層の不均質酸化など、次世代のディーゼルエンジン排ガス処理方法の開発に向けた新たな知見を得ていることから、工学上および工業上貢献するところが大きい。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として十分な価値を有するものと認められる。

注意:「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。