

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	A study on particulate matter trapping process in filtration through time lapse visualization using scanning electron microscope
著者(和文)	讃井涼子
Author(English)	ryoko sanui
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10462号, 授与年月日:2017年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:花村 克悟,佐藤 勲,平井 秀一郎,小酒 英範,伏信 一慶
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10462号, Conferred date:2017/3/26, 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	讃井 涼子		
論文審査 審査員		氏 名	職 名		氏 名	職 名
	主査	花村 克悟	教授		伏信 一慶	准教授
	審査員	佐藤 勲	教授	審査員		
		平井 秀一郎	教授			
		小酒 英範	教授			

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は「A study on particulate matter trapping process in filtration through time lapse visualization using scanning electron microscope（電子顕微鏡を用いたディーゼル微粒子捕集過程のコマ落とし可視化と捕集制御に関する研究）」と題し、7 章より構成されている。

第 1 章「Introduction（緒論）」では、ディーゼルエンジンから排出されるディーゼル微粒子（あるいは粒子状物質：particulate matter (PM)）を捕集するフィルター（Diesel Particulate Filter (DPF)）において、前後の圧力損失から微粒子の正確な堆積量の把握が困難である背景に触れ、これは捕集機構が明らかではないことに起因していることを述べるとともに、本研究では、この捕集機構を走査型電子顕微鏡による可視化を通して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「Time-lapse visualization of PM trapping（ディーゼル微粒子捕集のコマ落とし可視化）」では、走査型電子顕微鏡を用いた DPF 空孔スケールのコマ落とし可視化と同時に測定されたフィルター前後の圧力損失から、その捕集過程において、ディーゼル微粒子による局所的な架橋構造を形成する架橋形成過程、この架橋上流側の空孔に堆積する表面空孔捕集過程、空孔外側の流路に様に堆積するケーキ捕集過程の 3 つの過程に分けることができることを示している。この中で、空隙率の減少による流速の増大を伴う表面空孔捕集が大きな圧力損失が生ずることを明らかにしている。

第 3 章「Visualization of bridge formation（架橋形成の可視化）」では、高解像度の電界放出型走査型電子顕微鏡を用いた粒子スケールの可視化から、捕集初期において、空孔が狭くなる領域において微粒子による樹状構造の局所的な成長によって架橋が形成されることを示し、さらに架橋形成時にフィルター前後の圧力損失上昇率が最も高くなることを明らかにしている。また、空孔が狭くなる全ての領域においてこの局所的な樹状構造の成長が生じ得るが、より上流側において架橋形成に至れば、その下流側においては成長が止まり、続く近傍の空孔内捕集も生じないことから、この架橋形成位置が表面空孔内のディーゼル微粒子堆積量を左右することを明らかにしている。

第 4 章「PM bridging model（ディーゼル微粒子による架橋形成モデル）」では、第 3 章の可視化に基づいて、ディーゼル微粒子による架橋形成を、凝集体の 2 次粒子に相当する平均粒径を有する粒子が、層流の流れにブラウン拡散を重ねた運動を伴い、DPF 壁面あるいは堆積した粒子に付着するものとし、その堆積層は、通気性を有する円盤リング状を仮定し、半径内側方向に成長すると同時に堆積層の透過率に伴う流量配分から厚み方向にも成長するものとしてモデル化し、架橋が形成される際の圧力損失上昇を予測している。この結果は実験結果と良い一致を示し、架橋形成までにすり抜ける粒子数の予測が可能となること、および大規模計算への組み込みも可能となることを示している。

第 5 章「Parametric study and model validation（パラメトリックスタディとモデル検証）」では、ディーゼル微粒子を模擬した凝集状カーボン粒子の架橋形成までの圧力損失上昇がディーゼル微粒子径や空塔速度に大きく依存しないこと、また、そのディーゼル微粒子の空孔内侵入深さが、空隙率が変化する構造的な表面空孔深さと、平均空隙率が一定となった領域における局所的に連通した空孔の代表径に相当する深さの和として表現できることを明らかにしている。

第 6 章「Practical application（実機への応用）」では、第 2 章から第 5 章の捕集過程に関する知見に基づき、アルミナサブミクロン粒子をディーゼル微粒子と同様に堆積させて構成されたメンブレン層を既存の DPF 表面に重ねることにより高い捕集効率と低圧力損失を実現できることを示している。

第 7 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 内部のディーゼル微粒子捕集過程を詳細に明らかにしており、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。