



ISSN 1346-1435

第91回（令和3年）  
マリンエンジニアリング学術講演会

講演論文集

期日 令和3年9月27日（月）～9月29日（水）  
オンライン開催

公益社団法人 日本マリンエンジニアリング学会

# DPF を用いた船舶起源 PM (BC) の捕集・除去システムの開発

水産大学校 ○山西 大・津田 稔・石田雅照・山本幸典

## 1. まえがき

地球温暖化による海氷減少のため北極海航路への期待が高まっている。船舶用エンジンから排出される BC (ブラックカーボン) は氷の融解を促進するとともに気候変動を加速する可能性があるため、現在 IMO において BC の規制が検討されている。BC は PM 成分の Soot に相当し、自動車などにおいては、DPF (ディーゼル微粒子捕集フィルター) により BC 排出量をほとんどゼロにする技術が確立されているが、この技術を船舶に適用することは困難である。このため、船舶から排出される BC を低減するためには、自動車などとは異なる技術を開発する必要がある。

本研究では、まず、実験室に設置された小型高速ディーゼル機関を用いて、酸素貯蔵機能を有するセリウム系触媒を含む添加剤を燃料に混合したときの BC を含む PM の低減効果を明らかにする実験を行った。次に、これに水混合技術を組み合わせたときの相乗効果を明らかにする実験を行った。さらに、これらの結果を基に、今後の研究の方向性を示した。

## 2. 実験装置と方法

実験には、船用小型高速ディーゼル機関と、その排気系統に設置された PM 計測システム、燃料供給系統に設置された添加剤と水の混合装置を用いた。表 1 に、供試機関の主要目を示し、図 1 に、実験に使用した高精度 PM 計測システムの概要を示す。

実験は、まず、エンジンの負荷率を 50% と 75% に設定し、燃料供給系統に表 2 に示す性状のセリウム系触媒を含む添加剤を混合して、図 1 に示す装置を用いて PM を計測した。PM の計測は“JIS B 8001-1”に基づいて行い、PM の成分分析にはソックスレー抽出法を用いた。次に、燃料に対する水の割合が 18% になるように水を混合して同様の実験を行った。燃料は、市販の軽油を使用した。

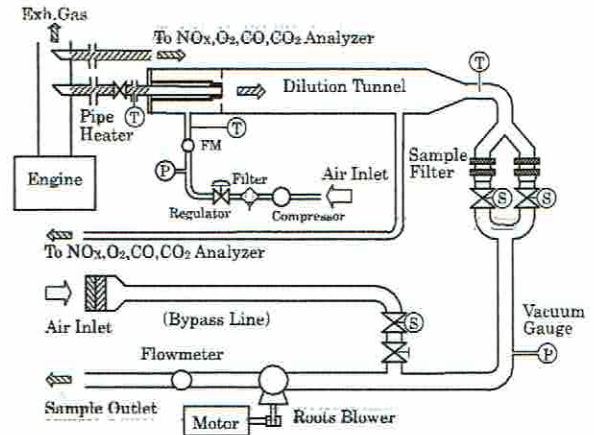


図 1 高精度 PM 計測システムの概要

表 1 供試機関の主要目

Number of Cyl.		6
Cylinder Bore	mm	100
Piston Stroke	mm	110
Max. Power	kW	214
Engine Speed	min <sup>-1</sup>	3101
Max. P <sub>me</sub>	MPa	1.59

表 2 添加剤の性状

CeO <sub>2</sub> Concentration to Fuel	wt.ppm	25
CeO <sub>2</sub> Concentration to Additives	wt.%	7.37
Density of additives (15°C)	g/cm <sup>3</sup>	0.917

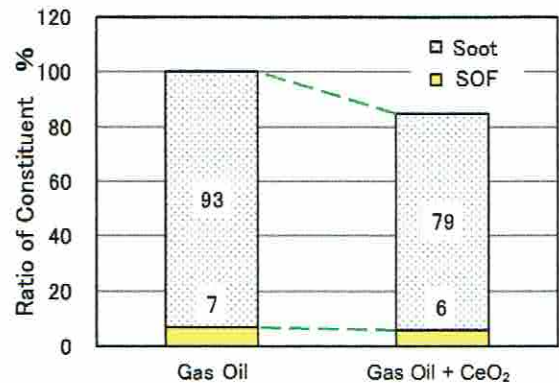


図 2 負荷率 50% における添加剤の BC (Soot) 低減効果

### 3. 実験結果と考察

図 2 に、燃料に添加剤を混合したときの負荷率 50%における BC (Soot) の変化を示す。図において、Soot は約 15%減少している。これらの原因について考察する。燃焼時において生成される PM は、局部的な酸素不足により生成される場合が多い。一方、セリウムは酸素貯蔵触媒とも呼ばれ、高酸素濃度域において酸素を吸収し、低酸素濃度域においてこれを放出するという特性を有する。この特性により、噴霧の形成時において空気中の酸素を吸収・貯蔵し、燃焼中・後期において燃料の燃焼に必要な酸素が不足した際に、これを放出することにより BC (Soot) の生成が抑制されたものと考えられる。

図 3 に、燃料に添加剤を混合したときの、負荷率 75%における BC (Soot) の変化を示す。負荷率 50%と比較して BC (Soot) の低減割合が大きいのは、高負荷になるほど酸素不足の領域が増加する(排ガス中の酸素濃度も低下する)ため、セリウム系触媒の機能が有効に働いたためと考えられる。これは、急激な負荷変動において酸素不足の状態となり BC が生成される場合にも有効に機能する可能性がある。

図 4 に、負荷率 75%における添加剤と水を組み合わせたときの BC (Soot) 低減効果を示す。図 4(a)より、燃料に添加剤と水を混合することにより Soot が約 70%低減されており、大幅な BC (Soot) の低減効果があることが分かる。図 4(b)に、フィルタに捕集された BC (Soot) の写真を示す。フィルタの色が濃い黒色から灰色に変化している。

図 5 に、本研究で示した技術に、DPF と、DPF の再生に必要な燃焼装置及び逆洗装置を追加した装置の例を示す。この装置により船舶から排出される BC (Soot) をゼロに近づけることができる。

### 4. まとめ

セリウム系触媒の酸素貯蔵機能を有効に活用することにより、常用負荷域(負荷率 75%)において、エンジンの燃焼室における BC の生成を約 20%低減することができる。これに水技術を併用すると、相乗効果により BC を約 70%低減可能となる。

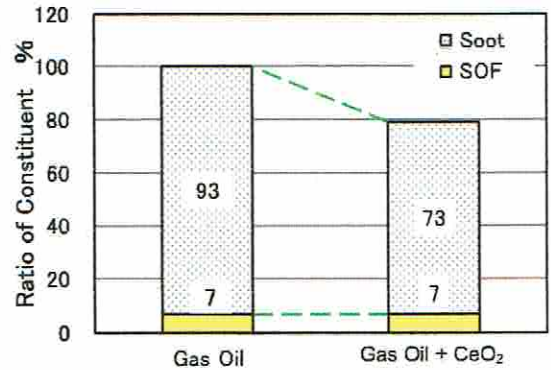


図 3 負荷率 75%における添加剤の BC (Soot) 低減効果

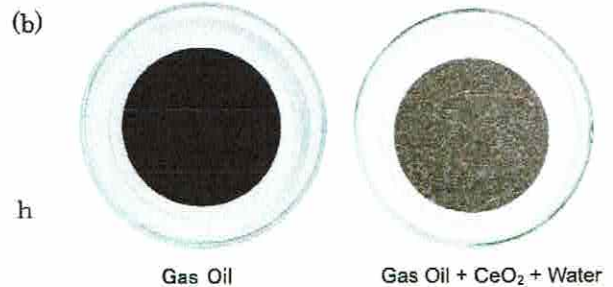
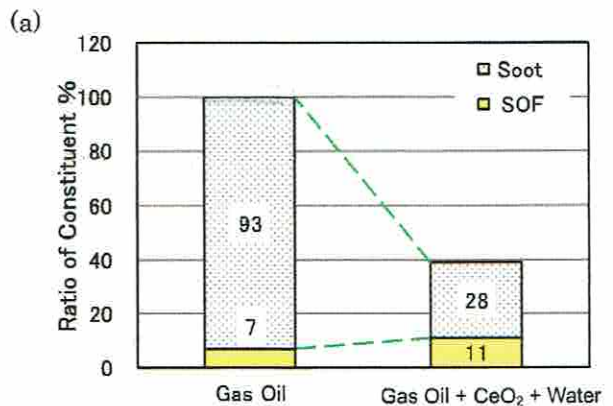


図 4 添加剤と水を組み合わせた BC (Soot) 低減効果

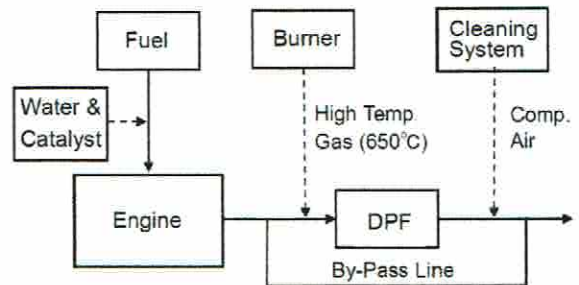


図 5 BC (Soot) 排出量をゼロに近づける技術

### 謝 辞

本研究は、日本油化工業(株)との共同研究により実施されたものである。関係各位に謝意を表す。