The Japan Society of Mechanical Engineers

4210 直流電界内における層流拡散火炎から生成されたPMの計測

Measurement of PM generated from laminar diffusion flame in DC electric field

鴻巣善人（群馬大・学）　迫利浩（群馬大・院）
Yoshihito KOUNOSU, Gunma univ.　Toshihiro SAKO, Gunma univ.
正　斉藤正浩（群馬大・工）　正　古畑朋彦（群馬大・工）　正　新井雅隆（群馬大・工）
Masahiro SAITO, Gunma univ.　Tomohiko FURUHATA, Gunma univ.　Masataka ARAI, Gunma univ.

Key Words: Diffusion Combustion, Liquid Fuel, Particulate Matter, Applied Voltage, Electric Field

1. 諸　　言

ディーゼル機関の排ガス中に含まれるPM（Particulate matter）は燃焼反応による生成過程で帯電していることが考えられ，PMの計測や除去方法を検討するためには電気的特性を知る必要がある．そこで本研究では，炭化水素燃料の拡散火炎から排出されたPMを正および負の直流電圧が印加された平行平板電極間に流入させ，その粒径分布に及ぼす印加電圧の影響を調べた．

2. 実験装置および方法

実験装置の概略図を図1に示す．燃料は水冷式のプール燃焼装置を用いて燃焼させ，層流拡散火炎を形成した．燃料には，ベンゼン(C_6H_6)と2,2,4-トリメチルペンタン（C_8H_{18}）を用い，燃料消費率M_f=1.18～1.95mg/sで実験を行った．火炎の下流にアクリル製のダクトを設置し，その内壁にメッシュ状の電極（80mm×140mm×2mm）を2枚取り付けた．その電極と火炎の配置を図2に示す．電極の後側は燃焼ガスが漏れないようにカバーを設置し，その中央にサンプリングプローブを設置した．それぞれの電極に正および負の直流電圧を最大±10kVまで印加し，サンプリングプローブで採取されたPMを走査型移動度粒径測定器（TSI社，SMPS 3034）で測定した．また，PMを石英フィルターで捕集し，PMの構成成分（Dry Soot，SOF，Sulfate）を燃焼式PM分析装置（堀場製作所，MEXA-1370PM）で測定した．正極側および負極側のサンプリング流量は1 L/minとした．

3. 実験結果および考察

3.1 層流拡散火炎から生成したPMの構成成分

火炎長さL_f = 40mmにおけるベンゼン火炎および2,2,4-トリメチルペンタン火炎から生成したPMの構成成分の比較を図3に示す．ベンゼン火炎から生成したPMの構成成分はDry Soot 90%，Sulfate 5%，SOF（Soluble Organic Fraction）5%であり，2,2,4-トリメチルペンタンの場合はSOF 70%，Sulfate 25%，Dry Soot 5%であった．火炎長さL_f = 40mm程度では，ベンゼン火炎の形状は火炎の先端が開いたopen flame，2,2,4-トリメチルペンタン火炎の形状は火炎の先端が閉じたclosed flameである．このように火炎形状の違いによってPMの構成成分の割合が大きく異なったものと考えられる．また，ベンゼンと2,2,4-トリメチルペンタンの化学構造の相違も一因

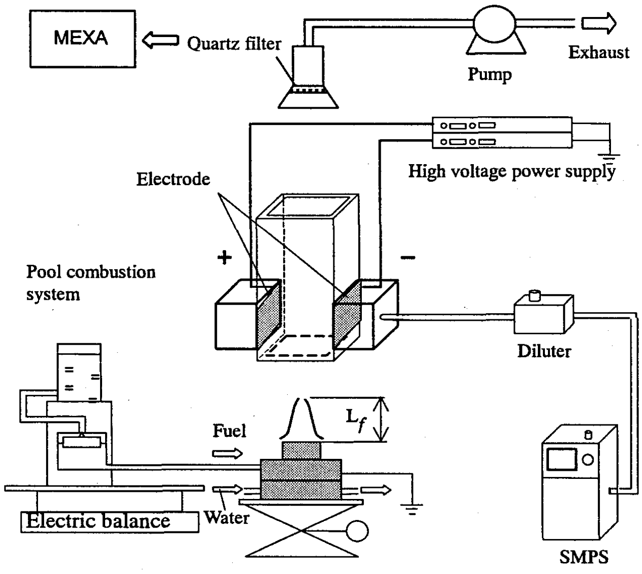

Fig.1 Experimental setup

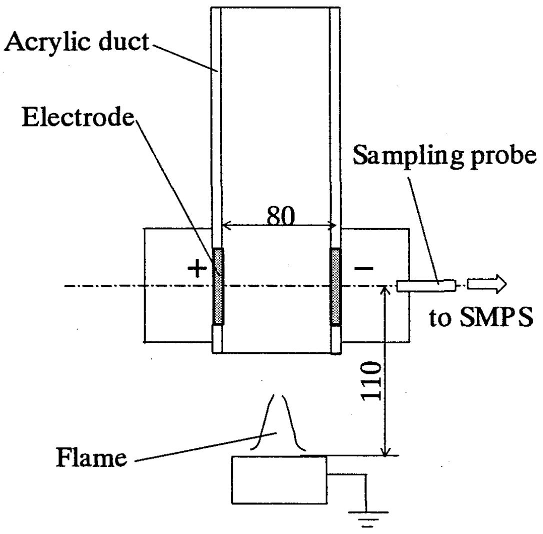

Fig.2 Arrangement between electrodes and flame

NII-Electronic Library Service

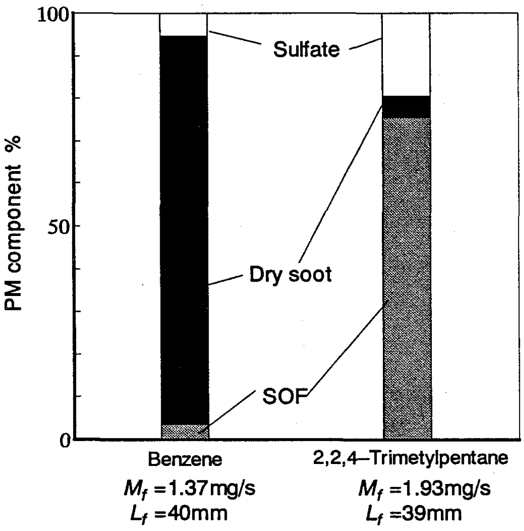

Fig.3 Comparison of PM component

と考えられる．このような火炎構造が異なる2種類の炭化水素燃料の拡散火炎から排出されるPMに印加電圧がどのように影響するかを以下に述べる．

3.2 PMの粒径分布に及ぼす印加電圧の影響

まず，Open flameのベンゼン火炎から生成したPMの粒径分布に及ぼす印加電圧の影響を図4に示す．(a) は正電極の後部でサンプリングしたPMの粒径分布，(b) は負電極の後部でサンプリングしたPMの粒径分布である．(a)，(b) いずれの場合も粒径50nm以下ではPMの粒径分布は電圧無印加（V_a = ±0kv）の粒径分布とほとんど同じであり，電界の影響は小さかった．これに対して粒径100nm以上では印加電圧の上昇につれて，粒子個数濃度が著しく増加することがわかった．ベンゼン火炎から排出されたPMの主成分がDry Sootであることから粒子は帯電していると考えられる．また，大粒子ほど帯電量が多いことが考えられるが，粒径の大きさと帯電状態の関連は今のところ不明である．

次に，Closed flameの2,2,4-トリメチルペンタン火炎から生成したPMの粒径分布に及ぼす印加電圧の影響を図5に示す．この場合には10nm～500nmの粒径範囲において印加電圧による影響はほとんど見られなかった．2,2,4-トリメチルペンタン火炎から排出されたPMはSOFが主成分であるが，SOFは高沸点の炭化水素が凝縮したものであり，固体状ではないと考えられるため，ほとんど帯電していないと推察される．その結果，電界の影響を受けにくいものと考えられる．

4. 結　言

(1) ベンゼン火炎から生成するPMは，主にDry Sootから構成されており，大きな粒径のPMほど帯電量が多く，電界の影響を強く受けるものと推察される．

(2) 2,2,4-トリメチルペンタン火炎から生成するPMは，主にSOFから構成されており，帯電していないと考えられるため電界の影響は小さい．

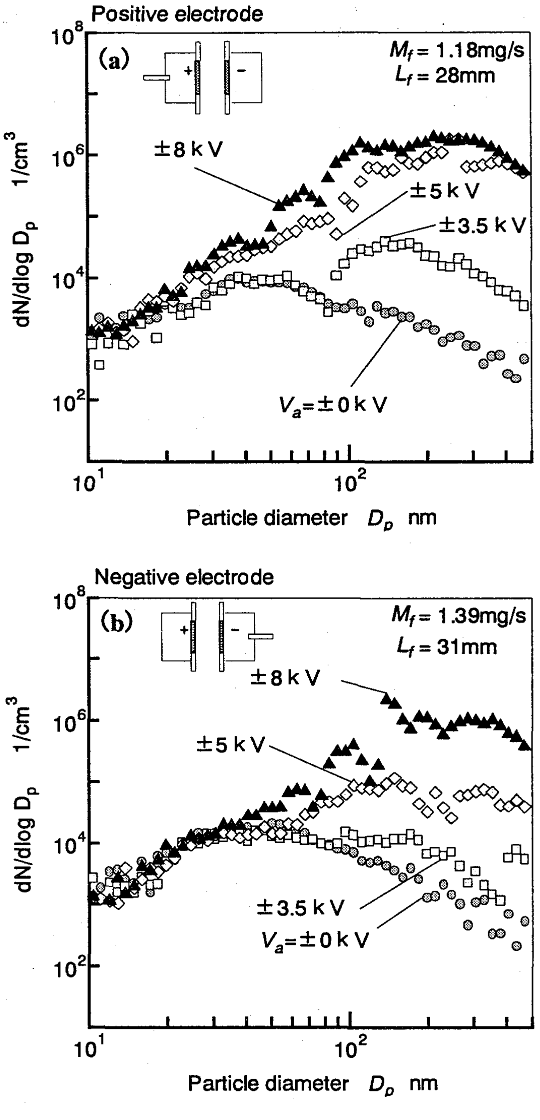

Fig.4 Effect of applied voltage on PM size distribution (Benzene)

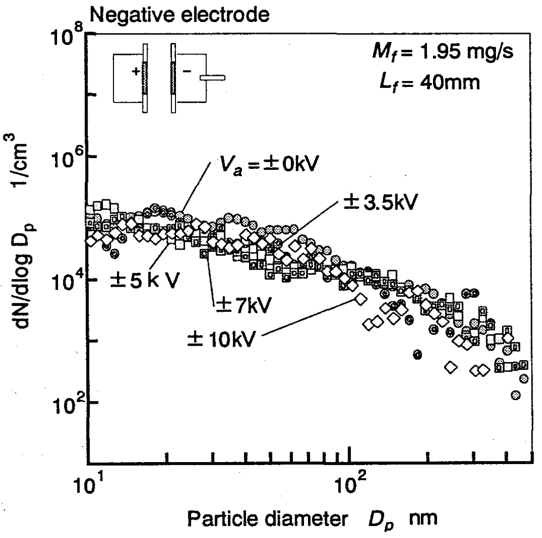

Fig.5 Effect of applied voltage on PM size distribution (2,2,4-Trimethylpentane)

NII-Electronic Library Service