

(第11回) 2015年度・研究助成報告

研究題名	排煙中PM2.5測定手法の精度向上技術の開発
研究期間	2015年4月1日～2016(2017)年3月31日
研究機関・所属 研究者名	一般財団法人 電力中央研究所・エネルギー技術研究所 野田直希

1. 2015(2016)年度研究成果の概要

排煙中のPM2.5およびPM10の測定法であるバーチャルインパクトについて、その精度検証ならびに精度向上のため、数値シミュレーションにより装置内部のガス流れを計算するとともに、カスケードインパクトと同時に実測定を行い、その特性評価、及び改善策の抽出を行った。バーチャルインパクト内部の数値シミュレーション結果では、装置内部にガス流速が遅くなる部分があることが明らかになり、実際の排ガス測定においても、該当箇所には粒子の堆積が見られた。装置内に堆積した粒子は、粒子径 $2.5\mu\text{m}$ 以下の粒子はほとんど含まれず、カスケードインパクト法の測定結果とも良好な一致を示した。これらのことから、バーチャルインパクト法は十分な精度でPM2.5の測定が可能であると考えられたが、PM10の測定に関しては、若干の工夫が必要であると思われた。

2. 助成期間内での研究成果の概要

(1) 研究手法

排ガス中のPM2.5およびPM10の測定法としてJISに規定されているバーチャルインパクトを対象に、その装置内部のガス流れ解析法として、有限体積法に基づくLarge-eddy simulationを採用し、装置内部の気流の挙動を詳細に解明した。また、電中研の横須賀地区設置の石炭燃焼特性実証試験装置の電気集じん装置入口において、カスケードインパクト法と同時に排ガス中ダストを採取し、両方法の測定結果を比較した。これらの数値シミュレーションと排ガス中ダストの実測値の比較から、バーチャルインパクトを用いた排ガス中のPM2.5およびPM10の測定精度を検証した。

(2) 研究結果および考察

バーチャルインパクト内部の数値シミュレーションの結果、各段のジェットノズルの上流部にガス流速が著しく低下する箇所が存在すると考えられた(図1)。その箇所への粒子の堆積が懸念されることから、電気集じん装置入口(ダスト濃度:約 2.9g/m^3)にてバーチャルインパクトにより排ガスを採取した後の装置内部を観察した。その結果、2段目ジェットノズル以降の装置壁面等には粒子の堆積や付着は見られなかったが、1段目ジェットノズル上流部の粒子堆積量は全捕集粒子量の約27%、2段目ジェットノズルの上流部には約10%の粒子の堆積が確認された(図2)

パーチャルインパクトは分級後の各フィルタの質量分率を測定する方法であり、装置内での粒子の堆積は測定誤差となるため、堆積したダストの質量を測定するとともに、粒子径分布をレーザー回折・散乱法にて測定した。その結果、粒子個数の割合として、 $10\mu\text{m}$ 以下の粒子は 20% 程度含まれていたが、粒子径 $2.5\mu\text{m}$ 以下の粒子の割合は 0.6% 未満であり、堆積粒子には粒子径 $2.5\mu\text{m}$ 未満の粒子はほとんど含まれておらず、PM2.5 の測定結果には影響が小さいことが明らかとなった (図 3)。また、パーチャルインパクトによる PM2.5 測定値 (463 mg/m^3) は、本試験にて、同時に測定した排ガス中のダスト濃度とカスケードインパクト法による粒子径分布測定から求めた排ガス中 PM2.5 濃度 (467 mg/m^3) とほぼ等しい値であった。一方、PM10 については、カスケードインパクト法の測定値 (1465 mg/m^3) に比べて、パーチャルインパクトの測定値 (1287 mg/m^3) が若干低くなった。

これらの結果から、パーチャルインパクトとカスケードインパクト法とは同等の精度で排ガス中の PM2.5 の測定でき、排ガス中のダスト濃度が数 g/m^3 程度の高い濃度域でも適用可能であることが判明した。一方、排ガス中 PM10 の測定においては、装置内の粒子の堆積が影響するため、装置内部構造の改良等の堆積粒子への対策が必要であると思われる。

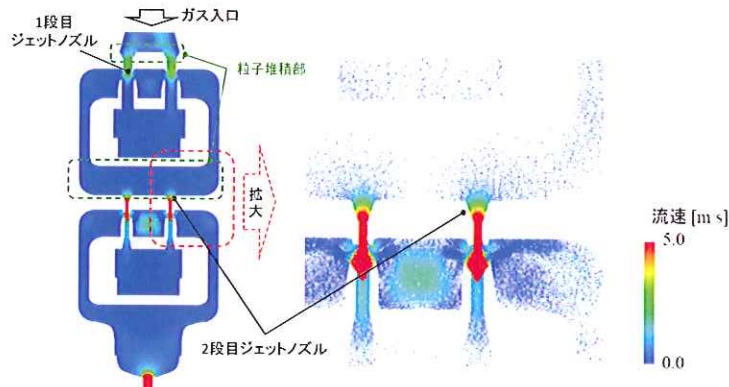


図 1 パーチャルインパクト内部の数値シミュレーションの結果



図 2 捕集後の装置内部写真例
(2 段階ジェットノズル上流部)

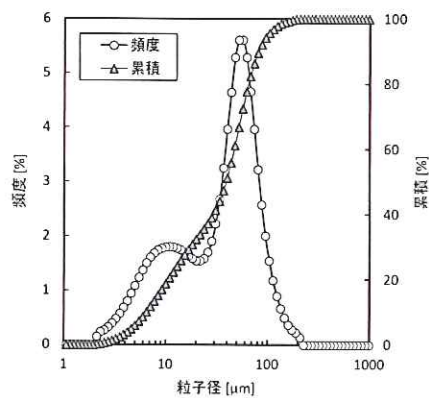


図 3 堆積粒子の粒子径分布

3. 研究発表

[1]野田直希, 丹野賢二, 牧野尚夫, “インパクトを用いた排煙中 PM2.5 測定法の精度検証”, 粉体工学会 2017 年度 春期研究発表会, 2017.05