

目的別テーマ：ハイパフォーマンス/ハイブリッド繊維の評価と実用

16年度研究テーマ

15-5-19：ゴミ焼却炉用集塵機内のバグフィルタ性能向上に関する研究

ABSTRACT

The improvement of lifetime of bag-filter in a dust collector of the waste incinerator is investigated. The bag-filter is used widely to remove the toxic substance, especially dioxins included in the exhaust gas by passing through the filter cloth. To prevent the hazardous matter from scattering into the environs due to the failure of the bag-filter in operation, a reliable method for prediction of lifetime of the bag-filter is needed. Flow visualization and an analysis of computational fluid dynamics to make clear the fiber abrasion mechanism due to gas-particle two-phase flow through the model of bag-filter are performed.

研究目的

小型集塵機模擬装置を使って、バグフィルタを通過する気流と粉塵の局所速度分布を多くの条件を変えて PIV 法によって可視化測定する。摩耗に関するフィルタ近傍の粉体速度およびその衝突角度について統計的に調べ、混相流体のバグフィルタ摩耗機構への寄与について科学的に明らかにし、バグフィルタ寿命に対する性能向上を目指す。

一年間の研究内容と成果

バグフィルタに粉塵を含んだ排ガスの流れる様子の断面図を Fig.1 に示す。バグフィルタ集塵機内のバグフィルタ周辺の断面では、排ガス主流に対してバグフィルタ表面はあらゆる傾き角度 α を持つ。粉塵粒子がバグフィルタに衝突する角度 θ は排ガス主流とは必ずしも一致せず、混相流動条件に応じて変化する。PIV 可視化実験の測定例を Fig.2 に示す。

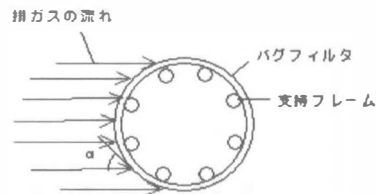


Fig.1 バグフィルタ断面の流れの様子

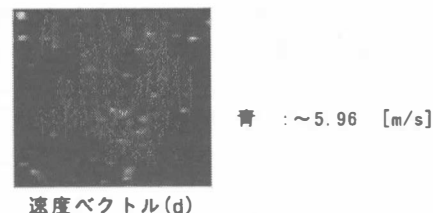
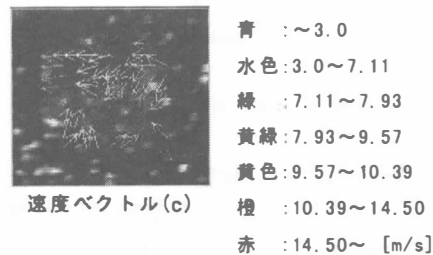
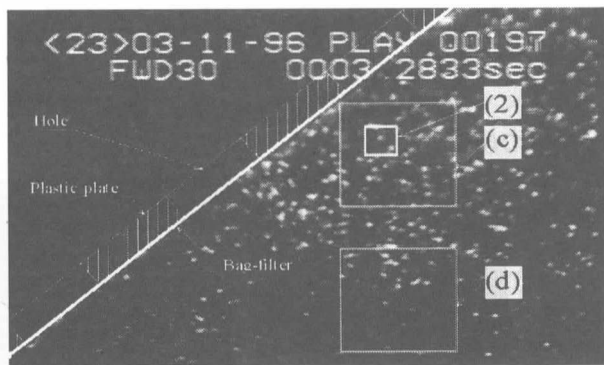


Fig.2 PIV 可視化解析結果例 $\alpha = 45^\circ$ の場合

排ガス主流に対して模擬バグフィルタ面を垂直 ($\alpha = 90^\circ$) に設置した場合と排ガス主流に対して $\alpha = 45^\circ$ の傾きで模擬バグフィルタを設置した場合の固気混相流の模擬バグフィルタ通過流動実験例

を Fig. 3 に示す。PIV 可視化実験結果をもとにバグフィルタに衝突する粒子がどのような衝突角度頻度であるかを調べた。バグフィルタ傾き角 $\alpha = 90^\circ$ の場合、衝突角 $\theta = 45^\circ$ の付近で衝突する粒子が多くあり、主流方向に一致するものが最大にならないことが示された。これに対して $\alpha = 45^\circ$ の場合は排ガス主流方向に近い浅い角度で衝突する粒子の割合が増加する。一方バグフィルタ後方内への吸い込み流量の影響を受けて $\theta = 90^\circ$ の粒子の割合も増加していることがわかった。

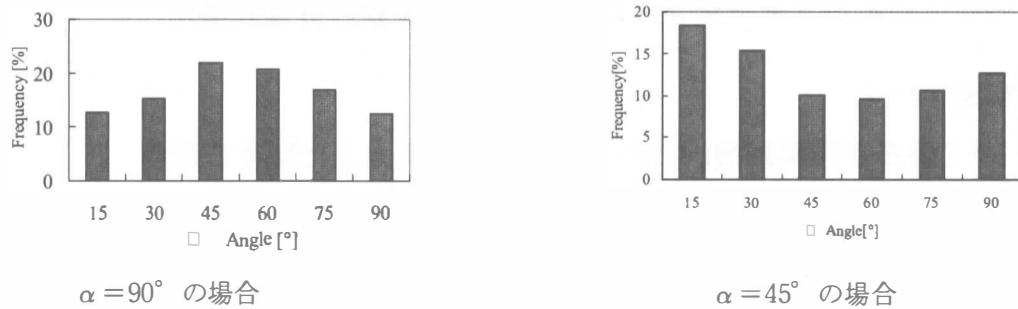


Fig. 3 バグフィルタに衝突する粒子の衝突角 θ に対する頻度分布

繊維の摩耗にはアブレーション摩耗が大きく影響すると考えられており、アブレーション摩耗は衝突角 θ の値に対して、最大摩耗がおよそ $\theta = 30^\circ$ の浅い角度のときに起こることが知られている。図から傾き角 $\alpha = 45^\circ$ の場合の方が著しく θ の浅い角度での衝突粒子が多い。このことからバグフィルタの繊維の摩耗量もこの傾き角で多くなることが示された。

集塵機のバグフィルタ下流側からコンプレッサで導入される粉塵の払い落とし工程は、バグフィルタに堆積した粉塵を適切な緩衝層として維持するために行われる。したがって払い落とし直後の粉塵層の薄くなった状態と粉塵が堆積した目詰まり状態との周期的な繰り返しになる。このような非定常な状況での粉塵の衝突状況を調べるために、目詰まり前の状態と目詰まりが発生している状態にたいして、バグフィルタに衝突する粒子の摩耗に影響する衝突角 $\theta = 15^\circ \sim 0^\circ$ の範囲における衝突粒子の速度頻度分布を調べた。その結果を Fig. 4 に示す。ダクト内平均ガス速度は 6.29 m/s 、 $\alpha = 90^\circ$ の場合である。目詰まり前の状態も目詰まり後の状態も跳ね返りを示す負の成分が多く、この衝突角度で

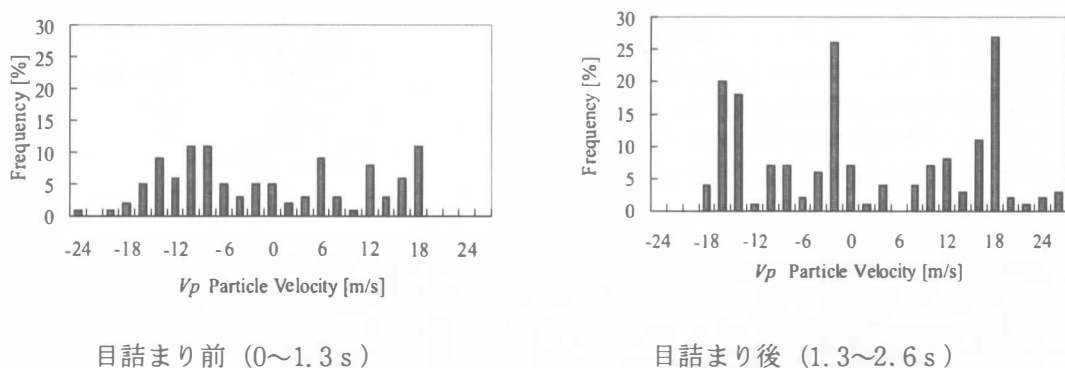
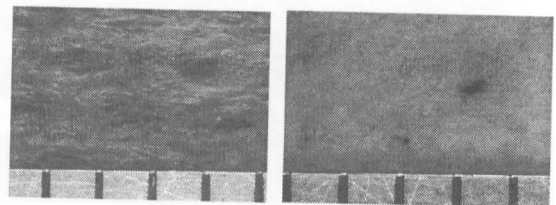


Fig. 4 粒子速度の頻度分布

の粒子は通過しにくい状態であることが分かる。また目詰まりが始まると、目詰まり前には無かった 18 m/s 以上の高速の進入粒子が確認できる。これは Fig. 5 に示すように、目詰まりを起こしたフィルタにも一部目詰まりの無い孔が見出された。模擬バグフィルタは薄い不織布であり、織に粗密があるため疎の部分に隙間ができたと考えられる。その結果浅い角度で衝突する粒子は加速されて高速になり、目詰まりしていないフィルタ孔にめがけて流れ込んでいることが示された。



目詰まり前 目詰まり後

Fig. 5 模擬バグフィルタ目詰まりの様子

以上、バグフィルタ摩耗量に関係する衝突角度、粒子衝突速度の詳しい情報を得ることができた。

展望

バグフィルタの摩耗量と粉塵の流動条件との相関式を得ることによって、バグフィルタの寿命予測が科学的にできるようになる。