

高性能集塵機の性能評価に関する研究

機械・環境システム工学専攻 寺田 圭吾 (指導教員 尾形 公一郎)

1. 緒言

溶接ヒュームとは、溶接等により生じた蒸気が空气中で凝固したもので粒径がわずかに $0.1 \sim 1 \mu\text{m}$ 程度の微小な粒子状の物質であり、人が鼻腔や口から吸入した場合に肺の奥深くにある肺胞まで到達することが知られている。さらに、溶接ヒュームに含まれるマンガンについても感覚障害や著しい疲労感、不眠等の神経機能障害との関連が指摘されている⁽¹⁾。このため、ヒュームを起因とする粉塵障害防止は作業環境や衛生面から特に重要な課題であり、溶接作業場の衛生環境を低減するために、サイクロンと各種フィルターを用いた高性能集塵機の開発が進められている。しかしながら、開発中の集塵機の各部の性能を個別評価できる形にはなっていない。集塵機の性能を正しく評価することは、今後の製品開発にも繋がる。このため、本研究では高性能集塵機で使用するサイクロンやフィルターの性能を評価する装置及び計測システムを構築することを目的とした。本報では、サイクロンとフィルターを用いた集塵性能評価装置を用いてダストを捕集した場合の捕集粒子特性、フィルター性能及び排気ダスト特性の評価を行った結果について述べる。

2. 実験

現在、開発中の実機はサイクロン、金属フィルターと HEPA フィルターを用いて溶接作業場のダスト、溶接粉や溶接ヒュームを捕集する構造を採用している。このため、本研究では同一の三段構造を有する小型集塵機を製作し、性能評価を行った。ただし、今回の実験では HEPA フィルターの代わりにバグフィルターを採用した。

本研究では、試験粉体として燃焼排ガス中のダストを想定した JIS Z 8901 試験用粉体 1 の 10 種（フライアッシュ）を使用した。実験条件は、集塵機の流入部風速を 12m/s に設定し、フライアッシュ 50g を 5 分間で投入して性能評価実験を行った。

本実験では、製作した集塵機の性能評価のためにサイクロンの捕集効率測定、バグフィルターの圧力損失測定、集塵機出口濃度測定、サイクロン及びフィルター部の捕集粒子径測定を行った。また、サイクロンとフィルターそれぞれの有用性評価を行うためにサイクロンを使用しない場合とフィルターを使用しない場合の実験も同様に行った。

3. 結果・考察

まず、サイクロンの集塵効率について述べる。捕集効率はサイクロン回収部に回収された粒子質量を計測することで集塵効率を求めた。バグフィルターを付けた場合と付けていない場合で実験を行ったが、

それぞれの回収量は 47.56g と 47.73g であり、集塵効率としてはどちらの場合も 95% 程度であった。サイクロンで集塵された粒子と原粉の粒子径分布の測定結果を Fig.1 に示す。図より、投入した原粉に比べて微粒子の割合が増えていることが分かる。

Fig.2 に、サイクロンの有無によるバグフィルター圧力損失の測定結果を示す。 P_0 はバグフィルターのみの圧損、 P_f はバグフィルターの圧損を表す。図より、測定開始 300 秒後の P_f/P_0 値を見ると、サイクロンを使用した場合は P_f/P_0 が約 1.1 倍に増加したのに対して、サイクロンを使用しない場合は P_f/P_0 が約 1.6 倍に増加しており、サイクロンによるフィルターの圧力負荷の低減効果が示された。

また、バグフィルターで捕集した粒子を卓上 SEM で測定した。測定結果から、 $10\mu\text{m}$ ～サブミクロンサイズの粒子の捕集を確認することができた。

さらに、集塵機出口の質量濃度では、サイクロン及びバグフィルターを付け用いた場合は 1.12mg/m^3 、バグフィルターのみの場合は 1.48mg/m^3 、サイクロンのみの場合で 23.352mg/m^3 であった。このことから、フィルターによる微粉体の集塵効果が示された。

4. 結言

本研究では三段構造の集塵機の性能評価を行った。結果として、集塵機の各部で捕集される粒子径、フィルターの圧力負荷や集塵された粒子の特性を掴むことができ、サイクロンとフィルターの有用性も数値で示された。

参考文献

- (1) 岩崎 明夫, 溶接ヒュームの健康被害とその対策, 106(2021.10)

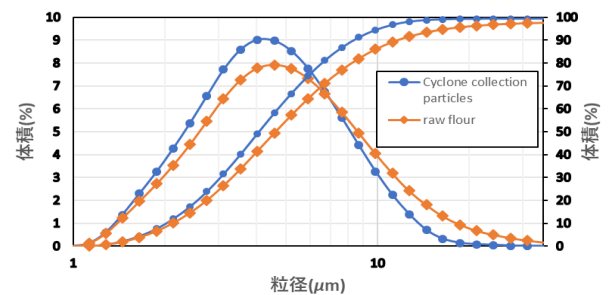


Fig.1 Particle size distribution

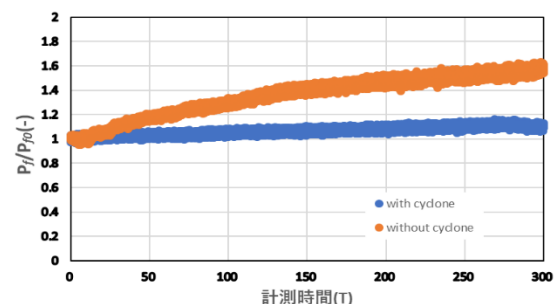


Fig.2 Effect of bag filter against the pressure drop