

G117

数値解析による集塵フィルタの粒子分離および流動特性の解明

(九大工)○(学)安部信也・(正)井上元*・(正)松隈洋介・(正)峯元雅樹

1. 緒言 近年、石油価格の高騰やエネルギー需要の増大、環境保全の観点から高効率かつ環境負荷の小さいエネルギーシステムが有望視されており、その一つとして豊富な資源を有している石炭を用いた石炭ガス化複合発電システム(Integrated coal Gasification combined Cycle: IGCC)の開発、実用化が期待されている。そのIGCCの一つのプロセスにガス化炉からの高温ガスに含有した微細粒子を回収する高温集塵システムがあり、その集塵に用いられている不織布フィルタの最適設計のためには集塵性能に加えて流通性が必要である。しかし、微細かつ複雑構造をしているため、それらの特性と構造の関係は明確にされておらず、また直接評価することは難しい。そこで本研究では数値解析手法により複雑不織布構造を考慮した流動集塵計算を行い、各種細孔構造の特性・影響についての検討を行った。また実測値との比較を行い数値解析の妥当性も同様に検証した。

2. フィルタ構造の作成 解析によって作成した不織布フィルタ構造図をFig.1に示す。フィルタ繊維を各方向に配向させ、層状に積層させる事により模擬不織布フィルタ構造を数値化することが出来た。またFig.2に市販されている実際の不織布フィルタを示す。実不織布フィルタの繊維径、空隙率などの特性を模擬不織布フィルタ構造と合わせることで数値構造の妥当性を確認した。

3. 数値計算手法 作成した模擬フィルタ構造を数メッシュ毎にブロック化し、局所の輸送係数(細孔径・空隙率・透過率)を用い、各ブロック間での複雑構造を考慮した輸送計算モデルを作成した。この際に粒子を連続体として扱い、模擬フィルタ内の粒子濃度輸送として数値解析を行った。Fig.3はその模擬フィルタ構造のマルチブロック化の概念図である。数値解析には3次元スタガードメッシュを用い、流動場計算にはDarcy式と連続の式から導出した圧力Poisson式の反復計算を、粒子濃度場には移流拡散方程式を有限差分法で離散化することで計算を行った。

4. 実験 数値解析の妥当性を確認するため金属不織布フィルタ(A)と標準粒度(5 μm 、10 μm 、20 μm)の異なる3種の金属織り込みフィルタ(B、C、D)を用いた透過実験として、空気流量を0l/minから70l/minまで連続的に増加させフィルタの圧力損失変化と透過率の測定を行った。また粒子付着による特性変化を見るために試験粒子として炭素粒子(VULCAN-XC72)を用いた粒子付着実験も行った。

5. 結果と考察 数値解析と透過実験から求めた不織布フィルタ(A)の透過率をTable.1に、各空気流量での圧力損失を比較したグラフをFig.4にそれぞれ示す。これらの比較から数値解析が妥当な結果であると分かる。また粒子付着実験において、同流量(50l/min)での各フィルタ(A~D)の粒子付着による圧力損失増加分と付着前後の透過率変化をグラフにしたものをFig.5に示す。Aが他の3種に比べ圧力損失が小さくなり、B、C、Dでは標準粒度が小さくなるにつれ粒子付着による透過率の減少が大きくなること分かる。当日は金属織り込みフィルタに対して同様の模擬構造の作成・数値計算、また粒子の付着・堆積によるフィルタ内流動の挙動・影響についても発表する。

6. 結言 数値解析による模擬フィルタ構造の作成、流動

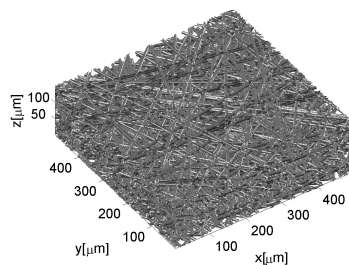


Fig.1 Simulated non-woven filter structure

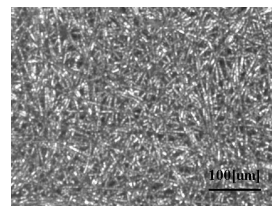


Fig.2 Actual non-woven filter structure

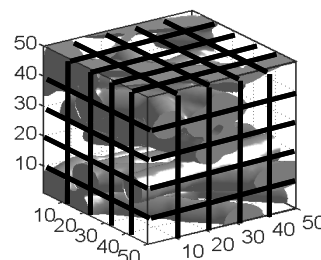


Fig.3 The concept of multi-block structure

Table.1 The comparison of permeability

The comparison of permeability	
Experiment (A)	$5.358 \times 10^{-13} \text{ m}^2$
Calculation	$4.851 \times 10^{-13} \text{ m}^2$

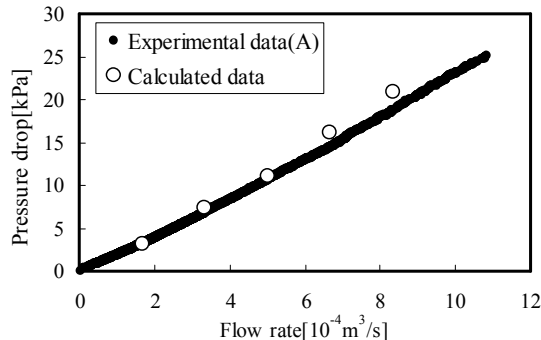


Fig.4 The comparison of pressure drop for flow rate

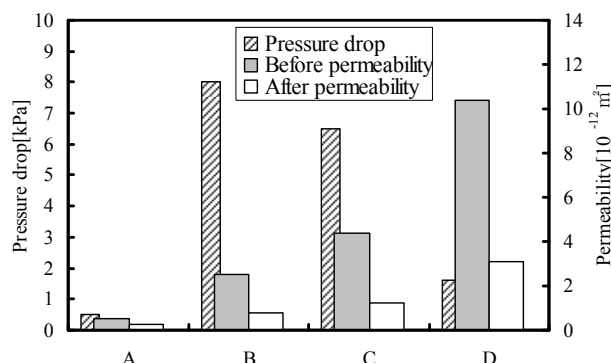


Fig.5 The value of pressure drop and permeability change by four filter

計算を行った。また実験値との比較から模擬フィルタ構造の妥当性を確認した。今後はさらに解析を進め、より実際のフィルタ挙動を考慮した数値解析を行っていく。

7. 謝辞 本研究は、文部科学省科学研究費補助金(若手(A) 21686073)により行われた。ここに記して謝意を表する。

参考文献 [1] G. Inoue et al; *J. Power Source*, **175**, 145(2008)

* Tel:092-802-2765, E-mail: ginoue@chem-eng.kyushu-u.ac.jp