

1463 キャパシタンスCTによる固気二相流の 周波数解析(S37-1 混相流動のダイナミックス (1), S37 混相流動のダイナミックス)

HOTTA, Shunsuke / TAKEI, Masahiro / 堀田, 俊輔 / 齊藤,
兆古 / 武居, 昌宏 / SAITO, Yoshifuru

(出版者 / Publisher)

日本機械学会

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

年次大会講演論文集 / Mechanical Engineering Congress

(巻 / Volume)

2007

(号 / Number)

2

(開始ページ / Start Page)

123

(終了ページ / End Page)

124

(発行年 / Year)

2007-09-07

1463 キャパシタンス CT による固気二相流の周波数解析

Frequency analysis of solid air two-phase flow by capacitance CT

○ 堀田 俊輔[日大] 正 武居 昌宏[日大]

正 斎藤 兆古[法政大]

Shunsuke HOTTA, Nihon University, Kandasurugadai 1, Chiyoda-ku, Tokyo

Yoshifuru SAITO, Hosei University

Masahiro TAKEI, Nihon University

Solid air two-phase flow is used for pipeline transportation and powder mixture in a chemical plant. However, a concentration change of the pipe inside, is not elucidated. In this study, the concentration distribution obtained by capacitance CT is performed analyze a change with spectrum analysis.

Keyword Spectrum analysis, Capacitance CT, Solid air two-phase flow

1. 緒言

現代産業において固気二相流は様々な分野で使用されている。パイプライン輸送、化学プラントなど大量の大規模施設で幅広く使われている。しかし、粒子の濃度分布は、一様でない。粒状材料が顆粒を含んでいる箱に注入される空気のために複雑なダイナミックな性質[例えば垂直振動の下での対流、サイズ分離、定常波と局所化された刺激など]により場所、時間ともに濃度は一様ではない[1]。キャパシタンス CT による固気二相流の解析を行っており、鉛直管内部の密度分布を示すことができる。

本研究では、キャパシタンス CT [2]による鉛直管内、粒子濃度分布の画像化、それに基づく濃度変化の周波数解析を行い、固気二相流解析手法の一つを示す。

2. 実験

実験は、Fig.1 に示したとおり鉛直管内に FCC 触媒を落下させ鉛直管外に設置した Fig.2 のキャパシタンス CT で粒子濃度を計測する。キャパシタンス CT は、12 個の電極からなり、66 通りの組み合わせすべてに電位をかけ電荷を計測する。

鉛直管の直径は 270[mm]、粒子質量流量 Q_p は 600 および 1000[kg/min]、空気流量 Q_a は、1050 および 1700[m³/hr]、走査速度は 100[sec]である。

計測に用いる時間切りデータは、コンピュータの能力を勘案して 2048 とする。

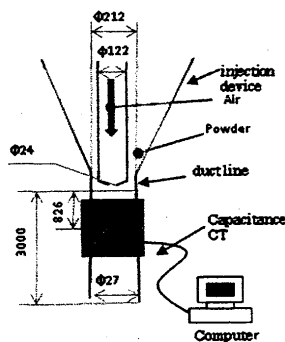


Fig.1 Experimental device

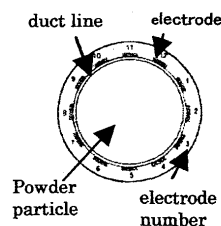


Fig.2 Capacitance CT

3. 周波数解析と考察

実験によって得られた静電容量データは画像再構成法により、32×32の画像を得た。

これらの画像を測定時間ごとに積み重ねていくと測定地点を通過した混相流の分布、特に FCC 触媒の高濃度部分が可視化できる。

しかし、これでは可視化した情報のみであり、解析的に分析することができない。そこで、各画素を時間軸方向にフーリエ変換し、スペクトラム解析を行う。

画像では点が基本単位であり、各点の画素値の大小によって画像が構成される。これら単位時間当たりの画像を、Fig.3 のように重ね合わせる。

得られたデータはフーリエ変換しスペクトラムとして周波数特性が求まる。導き出されたスペクトラムは、累乗近似を行い近似曲線の傾きを導き出すことで、特性を評価し密度変化の特徴を抽出する。

近似曲線は

$$P.S.D = f^n \quad \dots\dots[1]$$

で表され Fig.4 に示したとおり係数 n の値が 0 に近い場合は、濃度が一定であり、傾きがマイナス、小さいほど変化が激しいことを示している。

数値ごとに濃淡でプロットした画像を Fig.5 に示す。 Q_p が大きいほど係数の分布が疎らであり、大きな差は現れない。また、 Q_a の値が大きいほど、係数 n の分布はまばらになる。

パイプ全体に対する各画素の係数 n を平均したグラフを Fig.6 に示す。 Q_p の値が大きくなるほど係数は小さくなる。

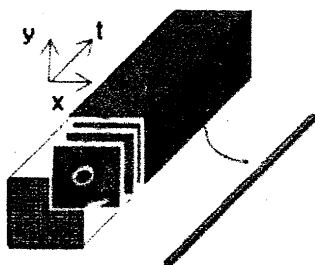


Fig.3 Data structure

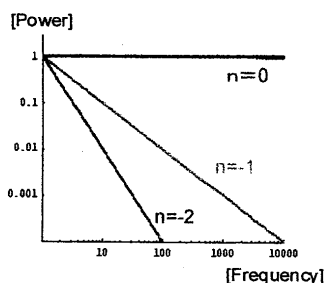


Fig.4 Both logarithms graph

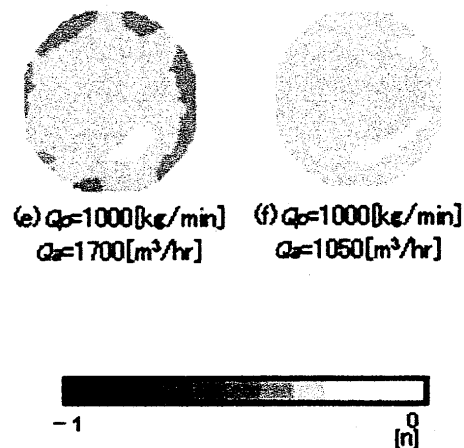


Fig.5 Quantities frequency distribution n

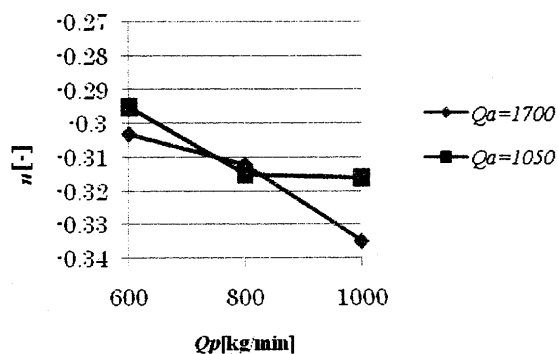
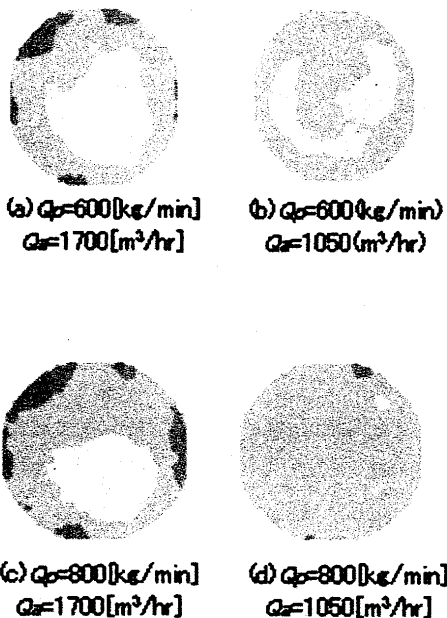


Fig.6 The mean coefficient n



4. 結論

- 1) 周辺部、管壁部分近くは傾きが大きく、長い周期で濃度が変化していた。中央部の傾きは低く濃度が周辺部と比較して一定していた。
- 2) 粒子質量流量が増大する場合、傾きの分布が一様である。しかし、傾きが 0.3 周辺に集まるため、変化が激しい。減少する場合は、中央部は傾きが小さく一定の濃度分布である。だが、管壁周辺は傾きが大きく変化が激しい。
- 3) 空気量が増える場合、傾きの変化にばらつきが多く、濃度変化が激しい。少ない場合は傾きの変化が少なく、全体的に均一な変化となっていた。
- 4) パイプ内全体として粒子質量流量の増大とともに傾きが大きくなる。少ない場合、傾きは多い場合に比べて小さくなる。

5. 参考文献

- [1] O. Moriyama, N. Kuroiwa, M. Matsushita and H. Hayakawa, Phys. Lett. vol.80, pp.2833-pp.2836 [1998].
- [2] 武居昌宏他, GVSPM 法を用いた鉛直管内自由落下粒子濃度分布の ECT 画像再構成, 日本機械学会論文集, Vol.72-B, No.723 (2006) pp.64-71